



# Inpassingsplan – Bijlagenboek-deel II Net op zee Hollandse Kust (west Beta)

Datum 2 november 2021  
Status Vastgesteld



## Colofon

Projectnaam	Inpassingsplan Net op zee Hollandse Kust (west Beta)
Projectnummer	p01791_bijlagen_deel II
Versienummer	2 november 2021
Locatie	Hollandse Kust, Wijk aan Zee, Beverwijk
Identificatienummer	NL.IMRO.0000.EZKip20NoZHKWB.3001
Projectleiding	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Projectteam	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties BRO adviseurs
Losse bijlage(n)	--
Auteur	BRO adviseurs



## Inhoud

### **Deel I**

Bijlage 1	MER
Bijlage 2	Integrale effectenanalyse
Bijlage 3	Nadere detaillering VKA op land HKwB
Bijlage 4	Passende beoordeling

### **Deel II**

<b>Bijlage 5</b>	<b>Soortenbeschermingstoets HKwB</b>
<b>Bijlage 6</b>	<b>Indicatief bemalingsadvies HKwB MER fase 2</b>
<b>Bijlage 7</b>	<b>Watertoetsen</b>
<b>Bijlage 8</b>	<b>Archeologie</b>

### **Deel III**

Bijlage 9	Geluidonderzoeken
Bijlage 10	Onderzoek NGE op Zee en Op Land
Bijlage 11	Berekeningen magneetveldzones
Bijlage 12	Luchtkwaliteit NOZ HKwB
Bijlage 13	Regioadvies-Net-op-zee-Hollandse-Kust-west-Beta
Bijlage 14	Nota van antwoord vooroverlegreacties NOZ HK WB
Bijlage 15	Nota van Antwoord Zienswijzen



## **Bijlagen**





## **Bijlage 5      Soortenbeschermingstoets HKwB**



# SOORTBESCHERMINGSTOETS NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)

TenneT

24 MAART 2021



## Contactpersoon



**BELINDA KATER**  
Marien Ecoloog

T +31 6 46129879

M +31 6 46129879

E [belinda.kater@arcadis.com](mailto:belinda.kater@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137

8000 AC Zwolle

Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>8</b>
1.1	Aanleiding	8
1.2	Duurzame energie	8
1.2.1	Redenen	8
1.2.2	Routekaart 2023	8
1.2.3	Routekaart 2030	8
1.3	Net op zee Hollandse Kust (west Beta)	9
1.4	Doelstelling	12
<b>2</b>	<b>WET NATUURBESCHERMING</b>	<b>13</b>
2.1	Inhoud van de wet	13
2.2	Algemene bepalingen	13
2.3	Soortbescherming	13
<b>3</b>	<b>VOORGENOMEN ACTIVITEIT</b>	<b>17</b>
3.1	Overzicht	17
3.2	Platform	19
3.2.1	Ontwerp	19
3.2.2	Vorbereiding	21
3.2.3	Aanleg	21
3.2.4	Gebruik en onderhoud	22
3.2.5	Verlichtingsplan	22
3.2.6	Veiligheidsplan	23
3.3	Kabels op zee	23
3.3.1	Route kabels	23
3.3.2	Aanleg kabels	24
3.3.2.1	Kabelroute en diepgang	24
3.3.2.2	Kruisen van overige kabels en pijpleidingen	24
3.3.2.3	Route survey	25
3.3.2.4	Vorbereidingen kabelaanleg	25
3.3.2.5	Installatie van de kabels	26
3.3.2.6	Post installatie	27

3.3.3	Gebruik	27
3.4	Mofput	28
3.5	Kabels op land	29
3.5.1	Route kabel	29
3.5.2	Aanleg	29
3.6	Transformatorstation	31
3.6.1	Locatie	31
3.6.2	Ontwerp	31
3.6.3	Aanleg	31
3.6.4	Gebruik	32
3.7	Planning	32
<b>4</b>	<b>AFBAKENING</b>	<b>33</b>
4.1	Inleiding	33
4.2	Vertroebeling	33
4.3	Sedimentatie	34
4.4	Verstoring als gevolg van continu geluid onderwater	35
4.5	Verstoring als gevolg van impuls geluid onderwater	36
4.6	Verstoring bovenwater op zee	37
4.6.1	Door geluid en visuele verstoring	37
4.6.2	Verstoring door licht	38
4.7	Verstoring op land	39
4.7.1	Geluid	39
4.7.2	Licht	40
4.7.3	Visuele (optische) verstoring	41
4.8	Habitataantasting (op zee en land)	41
4.8.1	Habitataantasting op zee	41
4.8.2	Habitataantasting (mechanische effecten) op land	41
4.9	Elektromagnetische velden (op zee en op land)	42
4.9.1	Velden	42
4.9.2	Elektromagnetische velden op zee	42
4.9.3	Elektromagnetische velden op land	43
4.10	Verdroging (op land)	44
4.11	Samenvatting reikwijdte activiteiten	45
<b>5</b>	<b>AANWEZIGHEID VAN BESCHERMDE SOORTEN</b>	<b>47</b>
5.1	Methode	47
5.1.1	Fasering onderzoek	47

5.1.2	Bureauonderzoek	47
5.1.2.1	Op zee	47
5.1.2.2	Op land	47
5.1.3	Veldonderzoek	47
<b>5.2</b>	<b>Beschermde soorten (op zee)</b>	<b>48</b>
5.2.1	Vogels	48
5.2.1.1	Sterns	49
5.2.1.2	Meeuwen	52
5.2.1.3	Eenden	54
5.2.1.4	Steltlopers	55
5.2.1.5	Duikers	57
5.2.1.6	Aalscholvers en genten	59
5.2.1.7	Grote jager	60
5.2.1.8	Zeeoeten en alken	61
5.2.1.9	Noordse stormvogel	62
5.2.1.10	Trekvogels	63
5.2.2	Vleermuizen	64
5.2.3	Zeezoogdieren	64
<b>5.2.3.1</b>	<b>Bruinvis</b>	<b>64</b>
5.2.3.2	Gewone zeehond	66
5.2.3.3	Grijze zeehond	67
5.2.3.4	Overige zeezoogdieren	68
5.2.4	Vissen	69
5.2.4.1	Steur	69
5.2.4.2	Houting	70
<b>5.3</b>	<b>Beschermde soorten (op land)</b>	<b>71</b>
5.3.1	Aangetroffen soorten	71
5.3.2	Per werklocatie	72
5.3.2.1	Zandhagedis	74
5.3.2.2	Rugstreeppad	74
5.3.2.3	Beschermde vlindersoorten	74
5.3.2.4	Broedvogels	74
<b>6</b>	<b>EFFECTBESCHRIJVING</b>	<b>75</b>
<b>6.1</b>	<b>Op zee</b>	<b>75</b>
6.1.1	Vogels en vleermuizen	75
6.1.1.1	Vertroebeling	75
6.1.1.2	Indirecte effecten via habitataantasting en sedimentatie	84
6.1.1.3	Bovenwaterverstoring	86
6.1.1.4	Verstoring door licht op zee	87
6.1.2	Zeezoogdieren	87

6.1.2.1	Continu onderwatergeluid	87
6.1.2.2	Impuls onderwatergeluid	87
6.1.2.3	Elektromagnetische velden	91
6.1.3	Vissen	91
6.1.3.1	Vertroebeling	91
6.1.3.2	Continu en impuls onderwatergeluid	93
6.1.3.3	Elektromagnetische velden	94
<b>6.2</b>	<b>Op land</b>	<b>94</b>
6.2.1	Zandhagedis	94
6.2.1.1	Mechanische effecten en verstoring	94
6.2.2	Broedvogels	95
6.2.2.1	Mechanische effecten en verstoring	95
6.2.3	Rugstreeppad	95
6.2.3.1	Mechanische effecten en verstoring	95
6.2.4	Vleermuizen	96
6.2.4.1	Mechanische effecten en verstoring	96
6.2.5	Overige soorten	96
6.2.6	Samenvatting	96
<b>7</b>	<b>TOETSING</b>	<b>97</b>
7.1	Effectbeoordeling voor beschermde soorten op zee	97
7.1.1	(Broed)vogels	97
7.1.2	Zeezoogdieren	97
7.1.2.1	Effecten van impulsgeluid op zeehonden	97
7.1.2.2	Effecten van impulsgeluid op bruinvissen	97
7.1.3	Vissen	98
7.1.4	Vogels	99
7.2	Effecten op beschermde soorten op land	99
7.3	Mitigerende maatregelen	100
7.3.1	Bruinvissen	100
7.3.2	Trekvogels en vleermuizen op zee	100
7.3.3	Algemeen op land	101
7.3.4	Vogels op land	101
7.3.5	Reptielen en amfibieën	101
7.3.6	Zorgplicht	101
7.4	Conclusie	101
<b>8</b>	<b>REFERENTIES</b>	<b>103</b>



## **BIJLAGEN**

<b>BIJLAGE 1 TECHNICAL INSTALLATION METHOD</b>	<b>109</b>
<b>BIJLAGE 2 SLIBMODELLEERSTUDIE NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)</b>	<b>110</b>
<b>BIJLAGE 3 ONDERWATERGELUID HEIEN BETA-PLATFORM VOOR WINDPARK HOLLANDSE KUST WEST</b>	<b>111</b>
<b>BIJLAGE 4 STUDIE NAAR HET ELEKTROMAGNETISCH VELD</b>	<b>112</b>
<b>COLOFON</b>	<b>114</b>

## 1 INLEIDING

### 1.1 Aanleiding

In de Routekaart windenergie op zee 2030 (zie 1.2) heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het windpark Hollandse Kust (west) maakt hier deel van uit. Er moet een netaansluiting worden gerealiseerd die zorgt voor de stroomverbinding van de windturbines in het zuidelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust (west) met het landelijke hoogspanningsnet. Dit is het project Net op zee Hollandse Kust (west Beta). De aanleg van deze stroomaansluiting wordt in dit document passend beoordeeld in het kader van de Wet natuurbescherming.

### 1.2 Duurzame energie

#### 1.2.1 Redenen

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot uitstoot van onder meer CO<sub>2</sub>. Te veel CO<sub>2</sub> is een belangrijke oorzaak van klimaatverandering. De tweede reden is dat de fossiele bronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. In 2019 werd 8,7% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt, in 2018 was dit 7,4% (Centraal Bureau voor de Statistiek, Hernieuwbare Energie in Nederland in 2019, september 2020). De Nederlandse regering heeft met de Europese Unie afgesproken ervoor te zorgen dat er in ons land in 2020 14% en in 2023 16% van de benodigde energie duurzaam wordt opgewekt en om de CO<sub>2</sub>-uitstoot ten opzichte van 1990 met 25% te verminderen. Dit is vastgelegd in de EU-richtlijn 2009/28/EG. Met het ondertekenen van het VN-klimaatverdrag van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De Nederlandse Noordzee kan een grote rol spelen in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het klimaatverdrag van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050. Hiervoor zijn eerste belangrijke stappen gezet met het Energieakkoord uit 2013. Met het Energierapport (Energieakkoord voor duurzame groei, SER, september 2013, kamerstuk 30196, nr. 202), de daaropvolgende Energiedialoog (Kamerstuk 30196, nr. 484, 21 november 2016) en de Energieagenda (Energieagenda "Naar een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening", 7 december 2016, kamerstuk 31510, nr. 64) is een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn. Het kabinet bouwt met het regeerakkoord hierop voort.

#### 1.2.2 Routekaart 2023

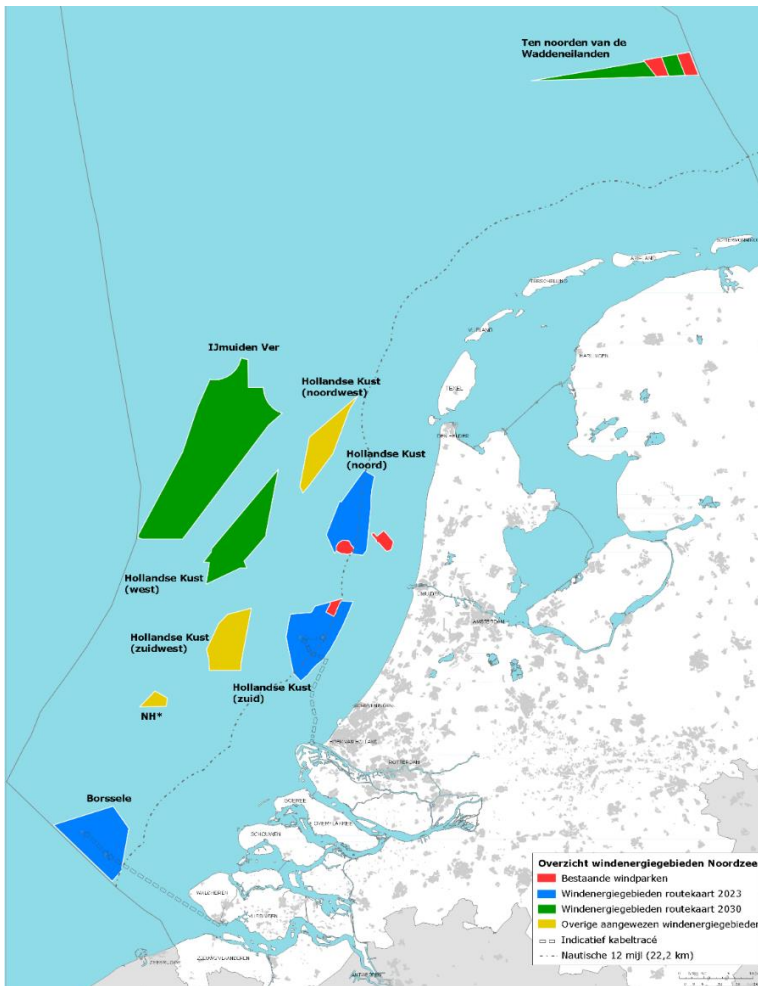
In de Routekaart windenergie op zee 2023 van Ministerie van Infrastructuur en Milieu en ministerie van Economische Zaken (hierna Routekaart 2023) is uiteengezet op welke wijze ongeveer 4,5 gigawatt (GW) aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. De Routekaart 2023 geeft aan dat er 1 GW gerealiseerd is en dat er nog 3,5 GW gerealiseerd moet worden. Er is besloten de 3,5 GW te realiseren in de drie windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). In Borssele en Hollandse Kust (zuid) worden in beide gebieden twee windparken van 700 MW gerealiseerd, in Hollandse Kust (noord) wordt één windpark van 700 MW gerealiseerd. Daarbij is besloten dat het windenergiegebied Borssele als eerste, Hollandse Kust (zuid) als tweede en Hollandse Kust (noord) als derde project gerealiseerd gaat worden. Inmiddels zijn de vergunningen verleend voor het bouwen van windparken in Borssele kavel I t/m IV en Hollandse Kust (zuid) kavel I en II. Het Net op Zee naar windpark Borssele is inmiddels aangelegd en is Net op Zee Hollandse Kust (zuid) in uitvoering. Op 13 mei 2020 heeft de Raad van Staten aangegeven dat de platforms op zee, de ondergrondse kabelsystemen en het transformatorstation voor windpark Hollandse Kust (noord) gerealiseerd mogen worden en is gestart met de eerste uitvoerende werkzaamheden.

#### 1.2.3 Routekaart 2030

Op 28 maart 2018 zijn in een kamerbrief de hoofdlijnen voor een nieuwe routekaart windenergie op zee (Routekaart 2030) uiteengezet. Het kabinet wil een volgende stap zetten in de verdere realisatie van windenergie op zee voor de periode 2024 tot en met 2030, en nu een start maken met de voorbereiding daarvan. Het regeerakkoord bevat de opgave om in 2030 door middel van windenergie op zee een extra reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot te realiseren. Deze opgave vertaalt zich in een totale omvang van de windparken op zee van ongeveer 11,5 GW in 2030. Rekening houdend met de bestaande windparken

(ongeveer 1 GW) en de te realiseren windparken uit de routekaart 2023 (circa 3,5 GW), betekent dit dat er tussen 2024 en 2030 windparken bij moeten komen met een gezamenlijk vermogen van circa 7 GW; dit gaat uit van een uitrol van circa 1 GW per jaar. Daarbij is de grootste extra capaciteit te realiseren (te weten 6,1 GW aan extra windparken op zee) door windparken te plaatsen in de gebieden Hollandse Kust (west), Ten noorden van de Waddeneilanden en IJmuiden Ver.

Alle bovengenoemde windenergiegebieden zijn aangewezen in opeenvolgende Rijksstructuurvisies en in Figuur 1 weergegeven.



Figuur 1 Bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de routekaart 2023 (in blauw), windenergiegebieden van de routekaart 2030 (in groen) en overige al aangewezen windenergiegebieden (in geel);

\*NH: Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder (Ministerie EZK).

### 1.3 Net op zee Hollandse Kust (west Beta)

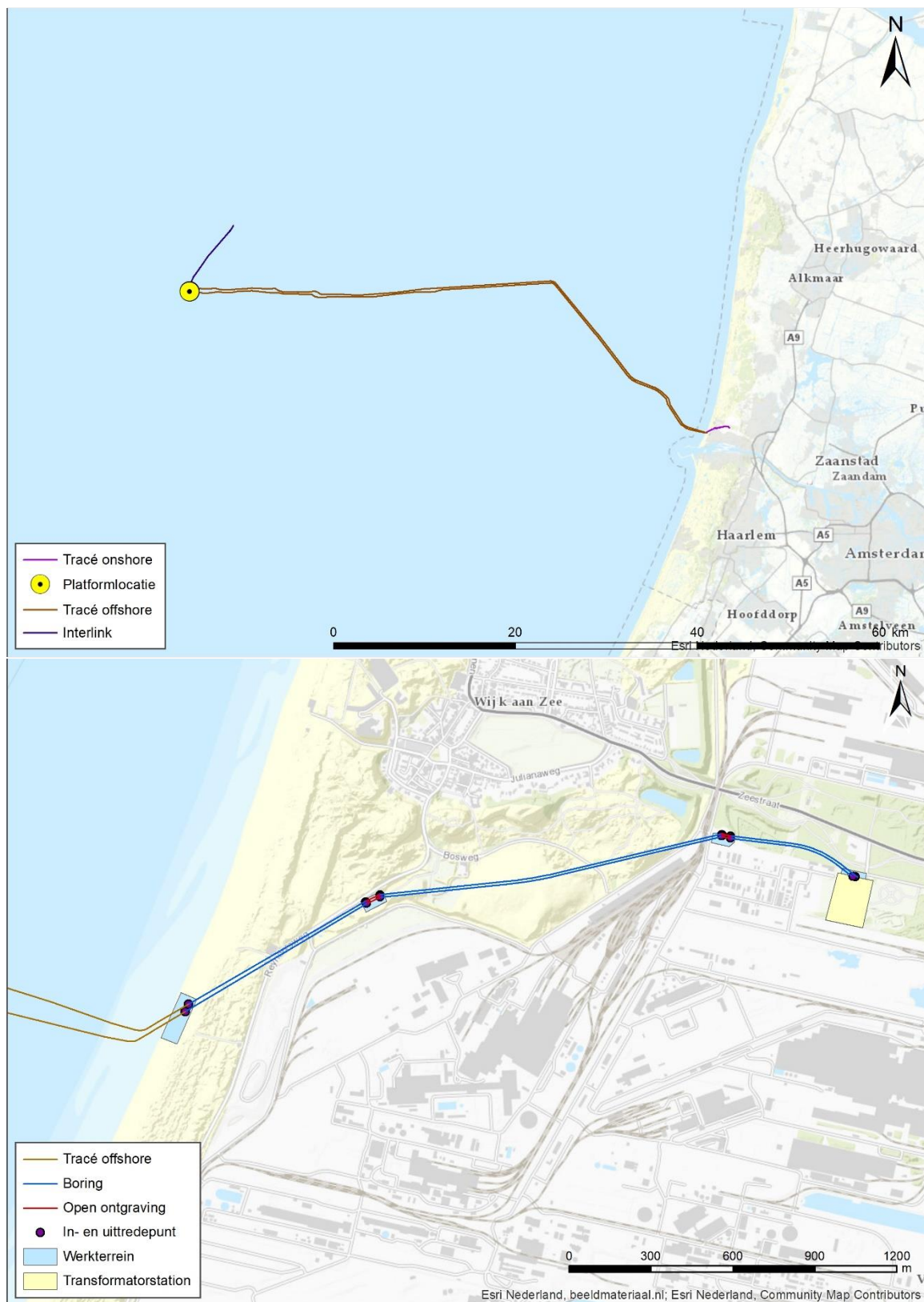
In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het project net op zee Hollandse Kust (west Beta) maakt hier deel van uit. TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken aangewezen als netbeheerder op zee.

TenneT is voornemens om een netaansluiting te realiseren die zorgt voor de stroomverbinding van de windturbines in het zuidelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust (west) op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Dit project heet Net op Zee Hollandse Kust (west Beta). De verbinding is bestemd voor het aansluiten van 700 MW windenergie en bestaat uit het aanleggen van de volgende onderdelen:

1. Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines.
2. Een 66 kV-interlink kabelsysteem tussen het platform Hollandse Kust (west Beta) en platform Hollandse Kust (west Alpha).
3. Twee kabelsystemen op zee voor de aanlanding op het landnetwerk (220kV)

4. Twee mofputten voor de aansluiting tussen de zee- en landkabels.
5. Twee kabelsystemen op land voor de aansluiting naar het transformatorstation (220 kV van het aanlandingspunt tot aan het transformatorstation).
6. De uitbreiding van een transformatorstation waar het voltage van 220kV naar 380kV wordt getransformeerd.

Een overzicht van het projectgebied is weergegeven in Figuur 2 op de volgende pagina.



*Figuur 2: Boven: overzichtskaart kabeltracé Net op zee Hollandse Kust (west Beta) inclusief locatie van het platform en interlinkkabel naar het platform Hollandse Kust (west Alpha). Onder: Ingezoomde kaart van het landtracé inclusief werkterrein, in/uittredepunten en het transformatorstation.*

## 1.4 Doelstelling

Omdat niet op voorhand is uit te sluiten dat het aanleggen van offshore platforms en on- en offshore kabels een (negatief) effect heeft op de in de Wet natuurbescherming beschermde gebieden en soorten is deze Passende Beoordeling opgesteld. Voorliggende rapportage betreft daarmee een toetsing in het kader van de Wet Natuurbescherming, die op 1 januari 2017 in werking is getreden. In deze nieuwe wet zijn de voormalige Natuurbeschermingswet 1998, Flora- en faunawet en Boswet samengevoegd. In deze rapportage vindt een toetsing plaats voor het onderdeel soortbescherming (voorheen Flora- en faunawet).

Behalve toetsing aan de soortbescherming in de Wet natuurbescherming vindt er binnen dit project ook toetsing plaats aan:

- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming
- Natuurnetwerk Nederland
- Kaderrichtlijn Water/Beheerplan Rijkswateren
- Kaderrichtlijn Mariene Strategie

## 2 WET NATUURBESCHERMING

### 2.1 Inhoud van de wet

De Wet natuurbescherming (verder Wnb) is op 1 januari 2017 in werking getreden. De wet is in de plaats gekomen van de Natuurbeschermingswet 1998, de Flora- en faunawet en de Boswet. De wet is ingedeeld in hoofdstukken en kent een algemeen deel (hoofdstuk 1), delen over Natura 2000-gebieden (hoofdstuk 2), soorten (hoofdstuk 3), houtopstanden, hout en houtproducten (hoofdstuk 4), verder delen die gaan over vrijstellingen, beschikkingen en verplichtingen (hoofdstuk 5), financiële bepalingen (hoofdstuk 6), handhaving (hoofdstuk 7), overige bepalingen (hoofdstuk 8) en tot slot een beschrijving van het overgangsrecht (hoofdstuk 9) en een beschrijving van de wijziging van overige wetten (hoofdstuk 10). In navolgende paragrafen is een samenvattende beschrijving van de relevante delen van de wet gegeven.

### 2.2 Algemene bepalingen

De Wnb schrijft een nationale en provinciale natuurvisie voor. De nationale natuurvisie bevat de hoofdlijnen van het rijksbeleid op het gebied van natuur en natuurbescherming (art 1.5). De provinciale natuurvisies beschrijven het provinciale beleid op dit gebied (art 1.7).

De Wnb kent een algemene zorgplicht. Deze houdt in dat eenieder voldoende zorg in acht neemt voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en soorten, ook voor soorten die niet beschermd zijn (art 1.11, lid 1). Dit houdt in ieder geval in dat handelen of nalaten van handelen dat schadelijk kan zijn zo veel mogelijk achterwege gelaten dient te worden (art 1.11, lid 2). Deze algemene zorgplicht geldt altijd en overal, met slechts als uitzondering handelingen die op grond van de Visserijwet worden uitgevoerd (art 1.11, lid 3).

In het eerste hoofdstuk van de wet wordt ook ingegaan op de beschermingsmaatregelen waarvoor gedeputeerde staten van de provincies zorg moeten dragen (art 1.12, lid 1). Het gaat daarbij om:

- de biotopen en leefgebieden van alle in Nederland voorkomende soorten vogels;
- behoud en herstel van soorten, habitats en habitats van soorten van bijlage I, II, IV en V van de Habitatrichtlijn;
- behoud en herstel van soorten die opgenomen zijn op de bij de nationale natuurvisie horende rode lijst.

### 2.3 Soortbescherming

#### Categorieën

De wet maakt onderscheid in drie categorieën van beschermde soorten, namelijk:

- Vogels
- Overige Europees beschermde soorten
- Nationaal beschermde soorten

#### *Vogels*

Alle van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn zijn in Nederland beschermd. De soorten van artikel 1 van Vogelrichtlijn zijn alle vogelsoorten die op het Europese grondgebied van de lidstaten van de EU voorkomen. Het deel daarvan dat van nature in Nederland voorkomt, is dus beschermd (art. 3.1 lid 1).

#### *Overige Europees beschermde soorten*

In deze categorie vallen alle in het wild levende dieren zoals genoemd in:

- bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn,
- bijlage II bij het Verdrag van Bern of;
- bijlage I bij het Verdrag van Bonn; (art. 3.5 lid 1)

en (in hun natuurlijke verspreidingsgebied) planten van soorten, genoemd in:

- bijlage IV, onderdeel b, bij de Habitatrichtlijn of;

- bijlage I bij het Verdrag van Bern; (art. 3.5, lid 5)

De bijlagen zijn zeer uitgebreid en er staan ook veel soorten op genoemd die van nature niet in Nederland voorkomen.

### *Nationaal beschermde soorten*

Naast de soorten waarvan de bescherming op Europees niveau verplicht is gesteld, is er ook een aantal soorten op nationaal niveau beschermd. Dit is dus een “nationale kop” op de Europese bescherming.

Het gaat hierbij om soorten die zeer zeldzaam en/of bedreigd zijn, en waarvan het duurzaam voortbestaan niet is verzekerd als geen beschermingsmaatregelen worden getroffen. De soorten waar het om gaat zijn opgenomen op de bijlage bij de wet (art. 3.10, lid 1 onder a en c).

## **Verbodsbepalingen**

Ten aanzien van vogels verbiedt de wet het opzettelijk doden of vangen (art. 3.1 lid 1), het opzettelijk vernielen van nesten, rustplaatsen en eieren (art. 3.1 lid 2), het rapen of onder zich hebben van eieren

(art. 3.1 lid 3) en het opzettelijk storen van vogels (art. 3.1 lid 4). Het verbod tot opzettelijk storen geldt niet in het geval de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort (art. 3.1 lid 5).

Ten aanzien van de overige Europees beschermde diersoorten verbiedt de wet het opzettelijk doden of vangen (art. 3.5 lid 1), het opzettelijk verstoren (art. 3.5 lid 2), het opzettelijk vernielen of rapen van eieren

(art. 3.5 lid 3) en het beschadigen of vernielen van voortplantingsplaatsen of rustplaatsen (art. 3.5 lid 4).

Ten aanzien van de Europees beschermde plantensoorten verbiedt de wet het opzettelijk te plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen en vernielen (art. 3.5 lid 5).

Ten aanzien van de nationaal beschermde diersoorten geldt slechts een verbod tot het opzettelijk doden of vangen (art. 3.10 lid 1 onder a) en het opzettelijk beschadigen of vernielen van voortplantingsplaatsen of rustplaatsen (art. 3.10 lid 1 onder b). Ten aanzien van de nationaal beschermde plantensoorten geldt een verbod tot opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen (art. 3.10 lid 1 onder c).

## **Gedragcodes, vrijstellingen en ontheffingen**

### *Gedragcode*

De in het voorgaande beschreven verbodsbepalingen zijn niet van toepassing op handelingen die zijn beschreven in en aantoonbaar worden uitgevoerd volgens een door de minister van EZK vastgestelde gedragscode (art. 3.31 lid 1). Het moet dan gaan om handelingen die plaatsvinden in het kader van:

- een bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of berm, of in het kader van natuurbeheer;
- een bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of de bosbouw;
- een bestendig gebruik;
- ruimtelijke ontwikkeling of inrichting.

### *Vrijstelling*

Provinciale staten en de minister van EZK kunnen vrijstelling verlenen van de verbodsbepalingen

(art. 3.3 lid 2-4; 3.8 lid 2-5, 3.10 lid 2). Voor zover het gaat om de hiervoor beschreven verbodsbepalingen, kan in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting een ontheffing worden verleend van de verbodsbepalingen van artikel 3.1, 3.5 en 3.10, dus ten aanzien van alle beschermde soorten.

Een vrijstelling mag alleen worden verleend wanneer aan bepaalde voorwaarden is voldaan. Deze zijn gelijk aan de voorwaarden waaronder een ontheffing verleend kan worden (zie hier onder).



Voor welke soorten een vrijstelling geldt, verschilt per bevoegd gezag (ministerie van EZK en de afzonderlijke provincies). De lijst met vrijgestelde soorten van het ministerie is alleen van toepassing op handelingen waarvoor de minister van EZK het gevoegd gezag is.

### Ontheffing

Voor soorten waarvoor (in de betreffende provincie) geen vrijstelling geldt, moet wanneer niet volgens een gedragscode wordt gewerkt een ontheffing worden aangevraagd wanneer er een handeling wordt uitgevoerd waardoor een verbodsbepalingen van [artikel 3.1, 3.5 of 3.10](#) van de Wnb wordt overtreden ([art 3.3 lid 1,3; 3.8 lid 1,3, 3.10 lid 2](#)). Of deze ontheffing kan worden verleend, hangt af of voldaan wordt aan de voorwaarden. De voorwaarden waaraan moet worden voldaan, verschillen per categorie.

De eerste eis die wordt gesteld, is dat er geen andere bevredigende oplossing mag zijn. Dat betekent -ook in combinatie met de in [artikel 11.1](#) beschreven zorgplicht- dat wanneer een overtreding redelijkerwijs te voorkomen is, en ontheffing niet mogelijk is. De werkzaamheden moeten dan op zodanige wijze worden uitgevoerd dat er geen overtreding van de wet plaatsvindt. Te denken valt aan werken buiten het broedseizoen, of het gebruik van slow start technieken bij heien op zee. Verder kan een ontheffing alleen worden verleend wanneer is aangetoond dat er geen afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding van de betreffende soort. Daarnaast gelden er per categorie verschillende aanvullende voorwaarden.

Voor vogels kan alleen een ontheffing worden verleend in het geval van: ([art 3.3 lid 4](#)):

- In het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid;
- In het belang van de veiligheid van het luchtverkeer;
- Ter voorkoming van belangrijke schade aan gewassen, vee, bossen, visserij of wateren;
- Ter bescherming van flora of fauna;
- Voor onderzoek of onderwijs, het uitzetten of herinvoeren van soorten, of voor de daarmee samenhangende teelt, of;
- Om het vangen, het onder zich hebben of elke andere wijze van verstandig gebruik van bepaalde vogels in kleine hoeveelheden selectief en onder strikt gecontroleerde omstandigheden toe te staan.

Voor overige Europees beschermde soorten kan alleen een ontheffing worden verleend in het geval van ([art 3.8 lid 5](#)):

- In het belang van de bescherming van de wilde flora of fauna, of in het belang van de instandhouding van de natuurlijke habitats;
- Ter voorkoming van ernstige schade aan met name de gewassen, veehouderijen, bossen, visgronden, wateren of andere vormen van eigendom;
- In het belang van de volksgezondheid, de openbare veiligheid of andere dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard en met inbegrip van voor het milieu wezenlijke gunstige effecten;
- Voor onderzoek en onderwijs, her-populatie of herintroductie van deze soorten, of voor de daartoe benodigde kweek, met inbegrip van de kunstmatige vermeerdering van planten, of;
- Om het onder strikt gecontroleerde omstandigheden mogelijk te maken op selectieve wijze en binnen bepaalde grenzen een beperkt, bij de ontheffing of vrijstelling vastgesteld aantal van bepaalde dieren van de aangewezen soort te vangen of onder zich te hebben, onderscheidenlijk een beperkt bij de ontheffing of vrijstelling vastgesteld aantal van bepaalde planten van de aangewezen soort te plukken of onder zich te hebben.

Voor de nationaal beschermde soorten, gelden de voorwaarden die gelden voor de overige Europees beschermde soorten aangevuld met: ([art 3.10 lid 2](#)):

- In het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden, daaronder begrepen het daaropvolgende gebruik van het ingerichte of ontwikkelde gebied;
- Ter voorkoming van schade of overlast, met inbegrip van schade aan sportvelden, schietterreinen, industrieterreinen, kazernes of begraafplaatsen;
- Ter beperking van de omvang van de populatie van dieren, in verband met door deze dieren ter plaatse en in het omringende gebied veelvuldig veroorzaakte schade of in verband met de maximale draagkracht van het gebied waarin de dieren zich bevinden;
- Ter voorkoming of bestrijding van onnodig lijden van zieke of gebrekkige dieren;
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of bosbouw;

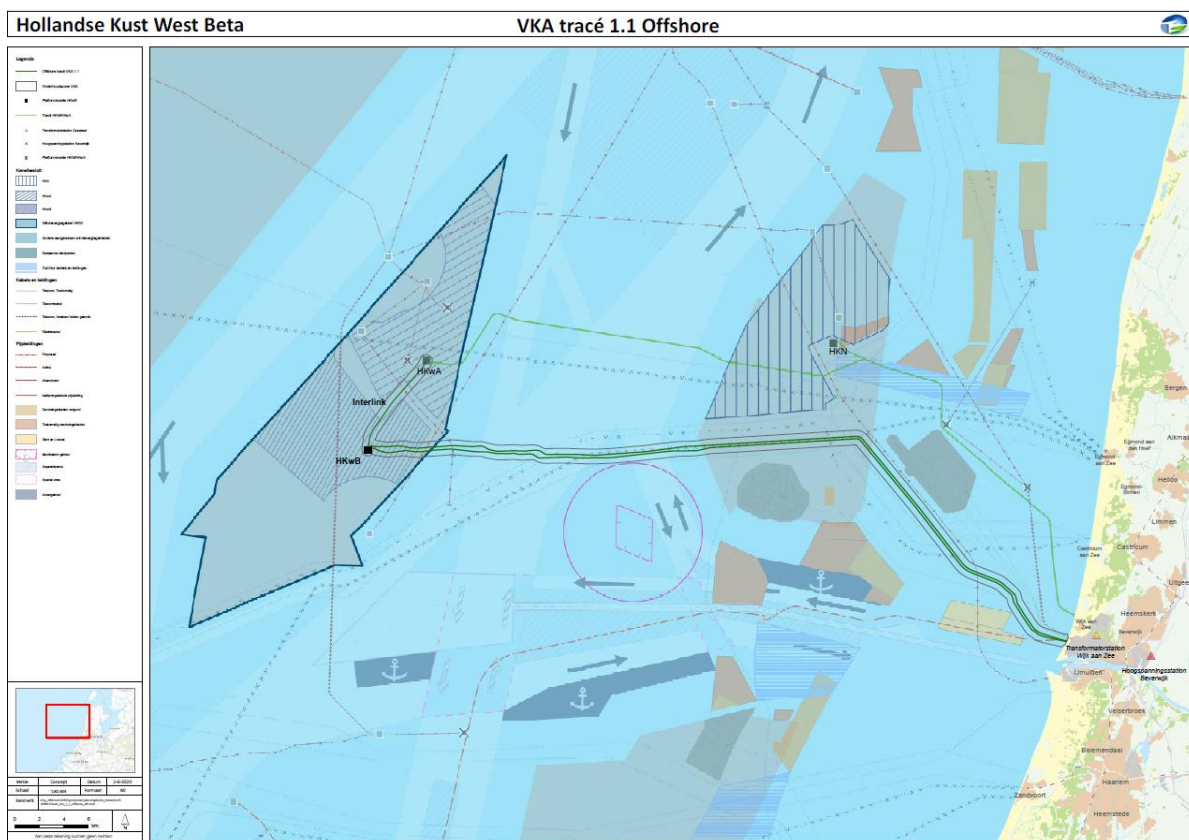
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of bermen, of in het kader van natuurbeheer;
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud van de landschappelijke kwaliteiten van een bepaald gebied, of;
- In het algemeen belang.

### 3 VOORGENOMEN ACTIVITEIT

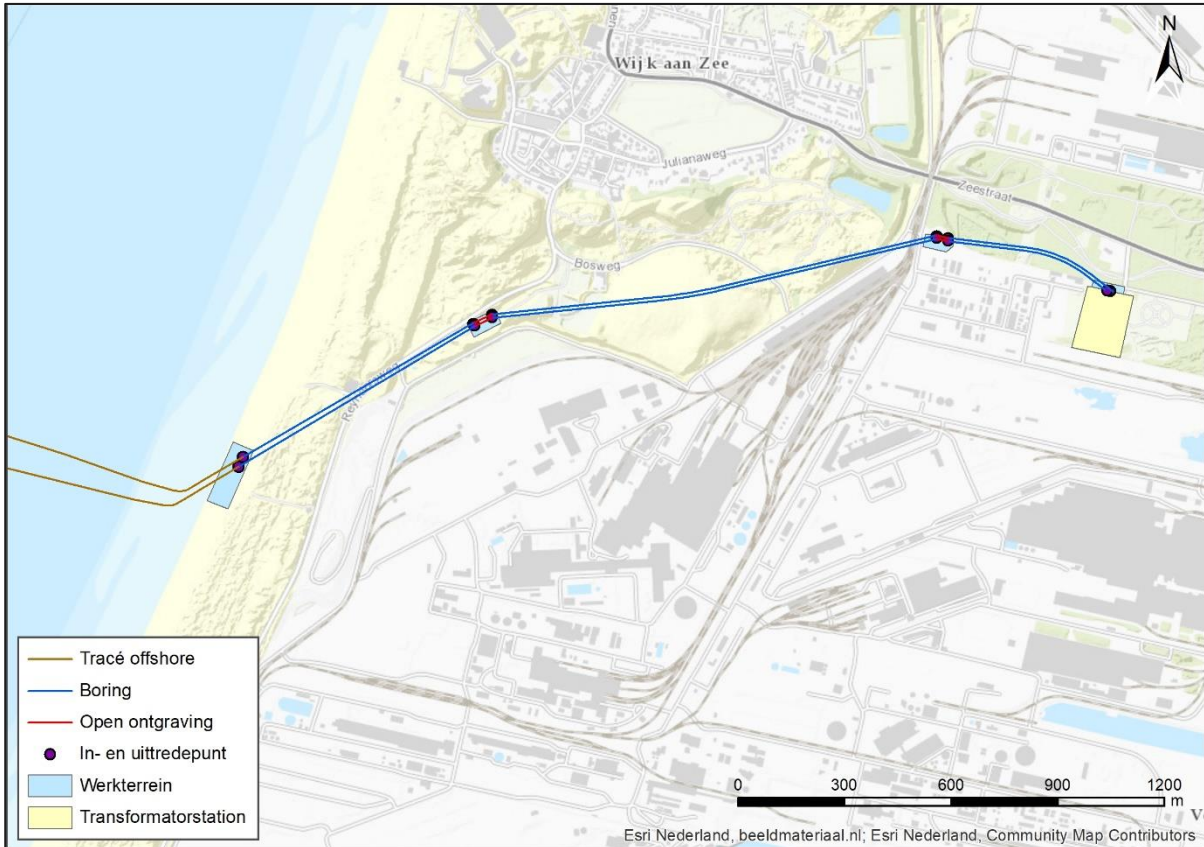
#### 3.1 Overzicht

In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit. De detailuitwerkingen van de verschillende (deel)activiteiten kunnen nog aan veranderingen onderhevig zijn, er is in deze activiteitenbeschrijving daarom uitgegaan van een worst-case scenario. Een uitgebreide omschrijving van de technieken die gebruikt kunnen worden bij aanleg van de alle betrokken onderdelen wordt beschreven in de 'Typical Installation Method Hollandse Kust (west Beta)', in Bijlage 1.

Het platform Hollandse Kust (west Beta) ligt ongeveer 60 kilometer ten westen van IJmuiden, en ten zuiden van het geplande windmolenpark Hollandse Kust (west Alpha). Het windmolenpark zal bij het bestaande hoogspanningsstation Beverwijk op het landnetwerk worden aangesloten. De kabelroute naar het landnetwerk en de ligging van Hollandse Kust (west Beta) t.o.v. de platformen Hollandse Kust (west Alpha) en Hollandse Kust (noord) zijn te zien in Figuur 3. De kabelroute op land is weergegeven in Figuur 4.



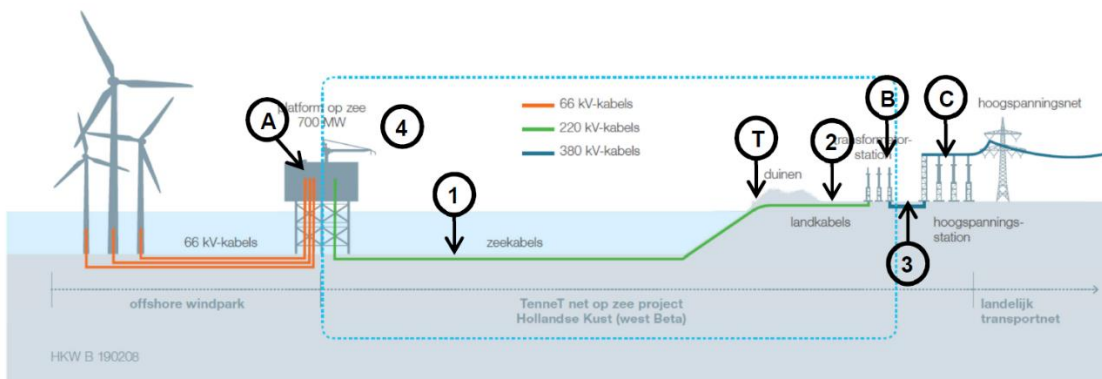
Figuur 3. Overzichtskartaal kabeltracé Hollandse Kust (west Beta) inclusief platform Hollandse Kust (west Beta) en de 66 kV-interlinkkabel naar platform Hollandse Kust (west Alpha).



Figuur 4. Overzicht van de kabelroute vanaf het aanlandingspunt tot de transformator.

Net op zee Hollandse Kust (west Beta) bestaat uit de volgende 6 onderdelen (zie Figuur 5):

1. Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines (A);
2. Een 66 kV-interlink kabelsysteem tussen het platform Hollandse Kust (west Beta) en platform Hollandse Kust (west Alpha) (4);
3. Twee kabelsystemen op zee voor de aanlanding op het landnetwerk (220kV) (1);
4. Twee mofputten voor de aansluiting tussen de zee- en landkabels (T);
5. Twee kabelsystemen op land voor de aansluiting naar het transformatorstation (220 kV van het aanlandingspunt tot aan het transformatorstation) (2);
6. De uitbreiding van een transformatorstation waar het voltage van 220kV naar 380kV wordt getransformeerd (B).



Figuur 5. Overzicht van Net op zee Hollandse Kust (west Beta)

De aansluiting vanaf het transformatorstation op het bestaande hoogspanningstation Beverwijk (C) gaat via een kabelsysteem (380kV) (3) dat wordt gerealiseerd voor project Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha); en maakt daarmee geen onderdeel uit van de scope.

Hoewel er naast de aanlegfase ook sprake is van een gebruiks- en verwijderingsfase wordt in de activiteit beschrijving en de verdere toetsing vooral ingegaan op de aanleg van de verschillende onderdelen. De effecten als gevolg van de aanleg zijn het grootst. Omdat de toetsing uitgaat van een worst-case scenario wordt daarom uitgegaan van de effecten als gevolg van de aanlegfase.

Wanneer in deze Passende Beoordeling gesproken wordt over de voorgenomen activiteit van Net op zee Hollandse Kust (west Beta), dan omvat dit de bovenstaande zes onderdelen.

## 3.2 Platform

Er wordt een platform geplaatst, te weten platform Hollandse Kust (west Beta). Het platform vormt de interface tussen de kabelsystemen van het windpark en de kabelsystemen op zee naar land. Op het platform wordt de, door het windpark gegenereerde, 66kV voltage omgezet naar 220 kV om te transporteren naar land.

De windturbines binnen de kavels van windenergiegebied Hollandse Kust (west) worden aangesloten op platforms van TenneT via de zogeheten parkbekabeling. Deze parkbekabeling maakt geen onderdeel uit van het transmissiesysteem van TenneT en daarmee ook niet van deze passende beoordeling.

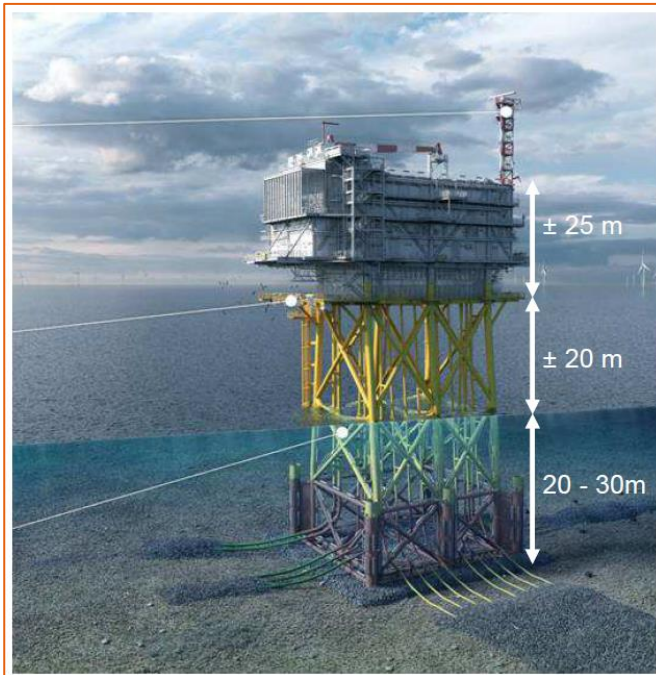
### 3.2.1 Ontwerp

Het platform bestaat uit vier verschillende onderdelen. De vier onderdelen zijn:

- De bovenbouw, ook wel topside genoemd;
- De stalen draagconstructie, ofwel het jacket;
- Funderingspalen;
- Erosiebescherming (steenbestorting) rond het jacket

In Figuur 6 is het generieke design van het platform te zien. Dit design is ook toegepast voor de projecten Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). Hoewel het design gestandaardiseerd is kunnen lokale omstandigheden, zoals wind, golven, waterdiepte, stroming, bodem, etc., leiden tot aanpassingen in het ontwerp, met name op het jacket (draagconstructie), zoals:

- Waterdiepte bij Hollandse Kust (west Beta) zal bepalend zijn voor de afmetingen van het jacket;
- Bodemcondities zullen bepalend zijn voor de afmetingen van de funderingspalen;
- De ligging van de J-tubes op zeebodem-niveau kan licht afwijken gebaseerd op bodem lay-out;
- De omvang van de steenbestorting voor erosiebescherming hangt af van de lokale waterdiepte, stroming en golven;
- Het aantal funderingspalen, dit kunnen er acht zijn in plaats van zes.



Figuur 6: Algemeen platform ontwerp

De geschatte specificatie van de maten en het gewicht van de offshore platform componenten is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Geschatte specificatie platform

	Jacket	Topside	Funderingspalen
<b>Lengte (m)</b>	28	58	60
<b>Breedte (m)</b>	20	20	2,2
<b>Hoogte (m)</b>	50	28	n.a.
<b>Gewicht (ton)</b>	2.900	3.350	180 per funderingspaal

In de topside wordt het merendeel van de installatie geplaatst, in de topside bevinden zich vier dekken inclusief het dakdek waar de platform kraan op staat. Alle ruimtes zijn van buitenaf toegankelijk. Het jacket is de ondersteunende structuur voor de bovenbouw. Hier bevinden zich het kabeldek en de zogenaamde J-tubes, waardoor de kabels van de zeebodem naar het kabeldek worden geleid.

Om te voorkomen dat de jacket en het platform instabiel worden door erosie en om te voorkomen dat de kabels naar het platform door erosie worden bedreigd, wordt de zeebodem rondom de basis van het jacket beschermd door middel van een steenbestorting (scour protection). Deze steenbestorting zal zich uitstrekken onder het jacket, onder de J-tubes en tot ca 15 - 20 meter rondom het platform.

Het platform heeft twee aanmeerplekken voor schepen. Voor het lossen van goederen is een kraan aanwezig. Het platform heeft geen helideck, maar in geval van noodgevallen is "heli histing" mogelijk. Het platform is onbemand en permanente accommodatie is niet aanwezig op de platforms. Alle systemen worden bediend vanaf land. Monitoring en controle op afstand zal mogelijk zijn vanuit het controlecentrum aan land. Lokale monitoring en controle is mogelijk tijdens bemande onderhoudscampagnes.

Op de platforms wordt het spanningsniveau van de parkbekabeling door middel van twee 400 MVA 220/66/66 kV transformatoren omgezet naar het spanningsniveau van de transportkabels. De

parkbekabeling heeft een spanningsniveau van 66 kV. De transportkabels vanaf het platform naar land hebben een spanningsniveau van 220 kV. Het betreft hier wisselstroom kabels (AC).

### 3.2.2 Voorbereiding

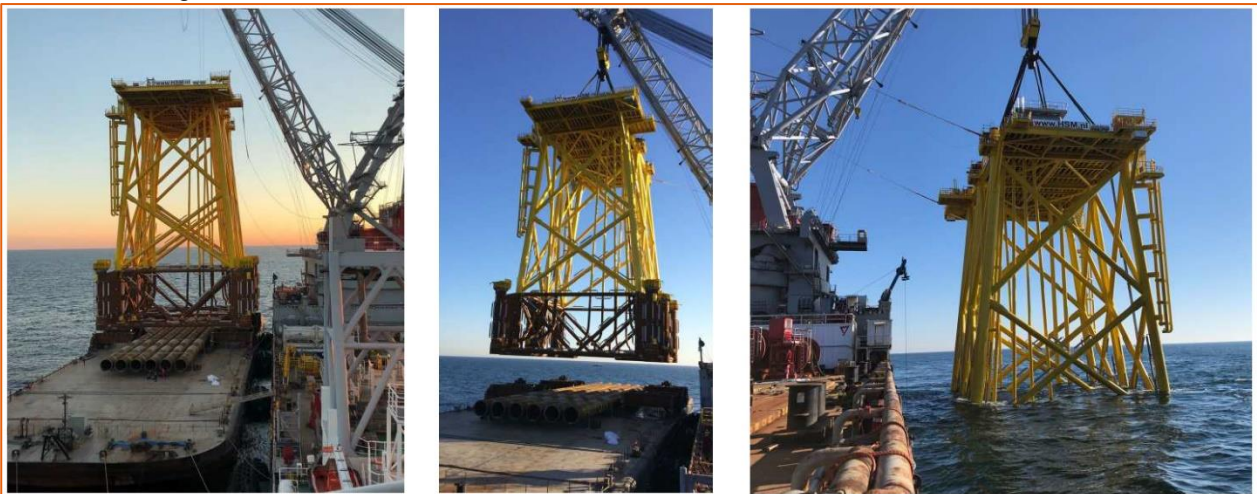
Voorafgaande aan de installatie zullen verschillende locatie onderzoeken uitgevoerd worden, waaronder een bestortingsassessment, een geotechnisch onderzoek met ten minste 1 boring tot ongeveer 80 meter in de zeebodem en 1 sondering (“*cone penetration test*”) per pilaar van het platform.

### 3.2.3 Aanleg

Voorafgaande aan de installatie van het jacket (zie Figuur 7) wordt, indien nodig, de zeebodem vlak gemaakt door middel van baggeren met een baggerploeg en/of hopperzuiger (“*dredging plough*” or “*suction hopper dredger*”). Daarna wordt met gespecialiseerde schepen de steenbestorting aangebracht die erosie onder en rond het jacket moet voorkomen.

De constructie van het jacket vindt plaats op land. Het jacket wordt vervolgens op een transportbak (“*barge*”) naar de site gebracht en met een kraanschip op de steenbestorting geplaatst. Het kraanschip blijft gepositioneerd door haar eigen voortstuwing, of door het plaatsen van 12 ankers op de zeebodem.

Daarna worden met een heiblok de funderingspalen door de jacket sleeves aan de onderzijde van de jacket en door de steenbestorting in de zeebodem geslagen. Dit duurt ongeveer tot een dag per paal. De palen worden daarna met grout vastgemaakt aan de jacket sleeves, waardoor het jacket aan de zeebodem is verankerd. De installatie van het jacket duurt tot ongeveer twee weken, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.



Figuur 7: Impressie van het plaatsen van het jacket.

Als volgende stap in de aanleg van de platforms wordt de topside geïnstalleerd. Ook de constructie van de topside van de platforms vindt plaats op land. De topsides worden door middel van een transportbak (*barge*) naar hun uiteindelijke locatie op zee gesleept. Op locatie zal een kraanschip de topside van de transportbak tillen en op het jacket plaatsen, zie Figuur 8. Vervolgens zal de topside aan het jacket worden vastgelast. De installatie van de topside van een platform duurt ongeveer tot een week, exclusief lassen en mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Nadat het jacket en de topside zijn geïnstalleerd, zal een werkplatform (“*jack-up barge*”) naast het platform worden geplaatst voor ongeveer drie maanden om het werk in de volgende fase te faciliteren, voor de inbedrijfstelling van het platform en het aansluiten van de elektriciteitskabels. Indien nodig kan gedurende deze fase extra steen worden gestort tegen erosie.



*Figuur 8: Impressie van het plaatsen van de topside.*

### 3.2.4 Gebruik en onderhoud

Gedurende het gebruik van het platform wordt er onderhoud gepleegd. Hoelang en hoe vaak dit nodig is hangt van de status van het platform en de aanwezige systemen af. De systemen worden vanaf het land gemonitord. Er zullen jaarlijks ongeveer drie inspecties ter plaatse plaatsvinden waarvan er één gecombineerd wordt met het jaarlijkse onderhoudsbezoek. Iedere drie en zes jaar is er een meer uitgebreide onderhoudscampagne.

Gedurende de levensduur zal de steenbestorting en eventuele aanvullende bescherming voor de kabels regelmatig worden geïnspecteerd. Indien nodig zal aanvullende beschermende steenbestorting geplaatst worden.

### 3.2.5 Verlichtingsplan

Voor het platform is een lichtplan op maat nodig voor de navigatie van scheepvaart en om verstoring op trekvogels en vleermuizen tijdens zowel de gebruiks- als aanlegfase zo veel mogelijk te beperken. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Daarom zal een verlichtingsplan worden opgesteld, dit plan wordt ter goedkeuring aan het Bevoegd Gezag voorgelegd.

Verlichting voor de navigatie voor scheepvaartverkeer is verplicht zodat een eenduidige en duidelijke markering van de waterwegen aanwezig is en een veilige navigatie voor de scheepvaart kan worden gewaarborgd. Voor deze signaalverlichting zal worden aangesloten bij de richtlijnen van ILenT. De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de accubatterijen worden preventief onderhouden en met een monitoringsysteem op afstand bewaakt. Storingen worden direct gesignaleerd en kunnen vervolgens verholpen worden door monteurs ernaartoe te zenden.

Verlichting voor luchtvaart obstructie is vereist om veilige navigatie van luchtvaart te waarborgen. De verlichting wordt gebruikt om botsingen met de luchtvaart te voorkomen. De luchtvaart obstructielampen worden aan hoge structuren op het platform, zoals antennemasten en kranen, bevestigd. De lampen dienen voldoende helder te zijn zodat deze van kilometers afstand voor het luchtvaartverkeer zichtbaar zijn.



### 3.2.6 Veiligheidsplan

Een veiligheidsplan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, zodat er snel en efficiënt gereageerd kan worden bij calamiteiten. Het plan geeft maatregelen aan die in deze voorkomende gevallen genomen moeten worden. Die voorvallen worden bedoeld die een ernstige bedreiging vormen voor de veiligheid van de op het werk aanwezige personen, van de scheepvaart of visserij, voor de verontreiniging van de zee, dan wel voor de bescherming van de natuur en milieu. Niet alleen zal ingegaan worden op de bestrijding van dergelijke voorvallen, maar ook op de beperking van de gevolgen van deze voorvallen. Details hierover worden opgenomen in de waterwetvergunning.

In het veiligheidsplan wordt aangegeven hoe bij verschillende calamiteiten zal worden gehandeld. Een onderscheid wordt gemaakt tussen calamiteiten met personeel (tijdens bouw en operatie), met scheepvaart en visserij en met milieucalamiteiten. Tot slot wordt een bereikbaarheidsschema weergegeven dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet.

In het geval van noodgevallen, leveren UPS-systemen (Uninterruptible Power Supply) met accu het benodigde vermogen zodat de veiligheid en het functioneren van de verschillende aanwezige systemen kan worden gegarandeerd, zodat dit niet kan leiden tot een onderbreking van de productie van elektriciteit.

Daarnaast kunnen tijdelijke diesel generatoren op het platform geplaatst worden voor het opstarten van de installaties en in het geval dat de netaansluiting verloren is. De dieselgenerator en andere oliehoudende apparaten, worden voorzien van een drainagesysteem om olie lekkage naar zee te voorkomen. De opvangbak wordt ontworpen met een capaciteit overeenkomende met de vloeistofcapaciteit van een transformator plus extra capaciteit voor het mogelijk aanwezige regenwater. Het afvoersysteem wordt zo ontworpen dat de inhoud van een hoofdtransformator kan worden verzameld en afgevoerd.

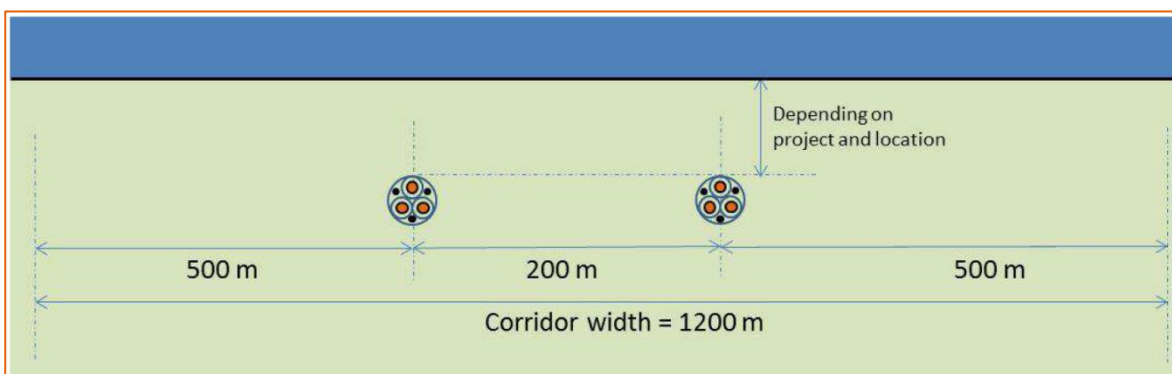
Het platform is uitgerust met een automatisch en handmatig brandalarm. Als er brand uitbreekt wordt er een inert gas gebruikt om te blussen. Dit gas verwijdert zuurstof uit de lucht en is niet schadelijk voor het milieu. In de transformator kamers wordt blusschuim gebruikt in plaats van gas omdat de transformatoren vol olie zitten. Als er olie lekt wordt die opgevangen in een tank.

## 3.3 Kabels op zee

### 3.3.1 Route kabels

Voor de twee 220 kV-exportkabels geldt dat er op zee 200 meter afstand tussen de kabelroutes aangehouden wordt en een post-constructie exclusie zone ("post construction exclusion zone") buiten de kabels van 500 meter voor onderhoud en reparaties aan de kabels. De totale corridor breedte is dus 1200 meter, zie Figuur 9. Op het strand aangekomen zal de afstand tussen de kabels worden verkleind tot 30 meter bij de aanlanding van de kabels, met een post-constructie exclusie zone aan de buitenzijde van de kabels van 50 meters, wat resulteert in een totale corridor breedte van 130 meter.

Tussen de platformen van Hollandse Kust (west Beta) en Hollandse Kust (west Alpha) wordt een 66-kV interlink kabel gelegd. De totale corridor breedte van de interlink kabel is 1000 meter. Voor het aanleggen van de interlink kabel wordt dezelfde procedure en methoden gevolgd als voor het aanleggen van de 220kV-exportkabels. Deze procedure en methoden worden in de onderstaande paragrafen behandeld.



Figuur 9: Corridorbreedte 220kV-zeekabels.

## 3.3.2 Aanleg kabels

### 3.3.2.1 Kabelroute en diepgang

Om de zeekabels te beschermen tegen invloeden van buitenaf, zoals scheepsankers en bodemvisserij, en om andere gebruikers van de zeebodem te beschermen wordt de kabel ingegraven.

Bij het onderzoek over hoe de route van de kabel gaat lopen zijn minimaal de volgende punten meegenomen in de overweging voor een voorkeursalternatief (VKA).

- Wettelijke vereisten
- Commerciële werkzaamheden, verboden gebieden, obstructies, andere kabels en pijpleidingen
- Geologie, samenstelling van zeebodem
- Meteorologische en mariene omstandigheden
- De natuurlijke omgeving
- Bathymetrie en zeebodembewegingen
- Kans op niet ontplofte munitie
- Eventuele historische geschiedkundige vondsten
- Aanwezigheid van vervuiling in de zeebodem

Hoe diep de kabels van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) begraven worden is afhankelijk van

- Voorschriften vanuit vergunning
- Te verwachten lokale zeebodem verschuivingen tijdens de levensduur van de kabels
- Te verwachten penetratiediepgang van de zeebodem door invloeden van buitenaf (scheepsankers etc.)

De Nederlandse wet en/of vergunningen schrijven voor dat er tot 3 kilometer uit de kust een minimale gronddekking van 3 meter is. Verder dan 3 kilometer uit de kust wordt een minimale gronddekking van 1 meter voorgeschreven. Om die minimale gronddekkingen over de levensduur van de kabel te kunnen behouden zullen de kabels bij de aanleg dieper worden geïnstalleerd daar waar verlagings van de zeebodem wordt verwacht. Daarmee wordt ook onderhoud op de begraafdiepte van de kabels over de levensduur tot een praktisch minimum beperkt en wordt het risico op schade aan de kabels door externe bedreigingen over langere duur beperkt. De maximale gronddekking is afhankelijk van hoe warm de kabels worden in relatie tot de thermische weerstand van het omliggende sediment.

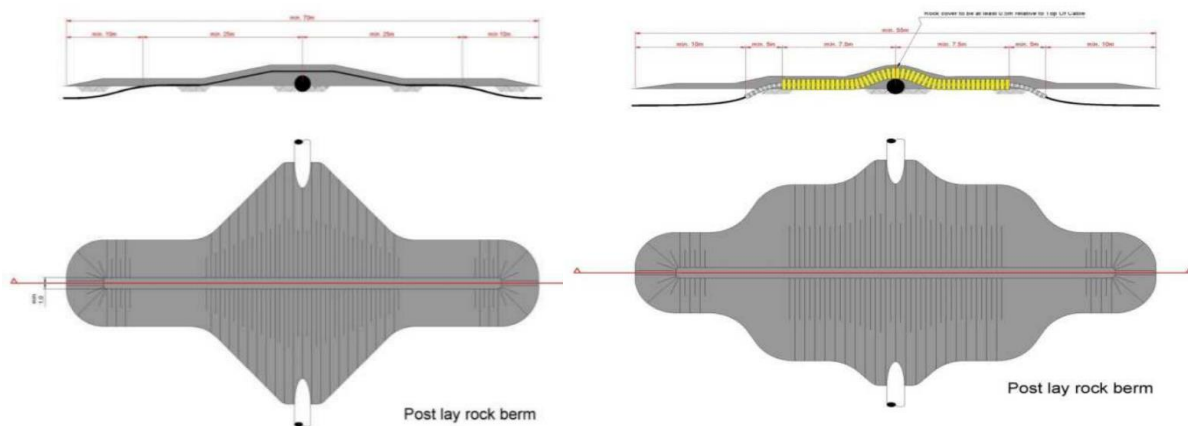
### 3.3.2.2 Kruisen van overige kabels en pijpleidingen

Er wordt speciale aandacht besteedt bij het kruisen van andere activa zoals kabels en leidingen. Het dieper graven van deze activa voordat de TenneT kabels worden geïnstalleerd kan niet worden uitgevoerd zonder een serieus risico op beschadiging. Het maken van een boorkanaal onder de kabels/leidingen is ook geen optie vanwege verzwakking van de TenneT kabel en buitensporige kosten. Daarom zullen in deze gevallen de TenneT kabels over de bestaande kabels en leidingen worden gelegd aan de hand van een kruisingsstructuur. Hierbij is de minimale verticale scheiding tussen de TenneT kabels en de bestaande kabels/leidingen 0,3 – 1 meter afhankelijk van hoe de kabels elkaar kunnen beïnvloeden.

Er zijn twee soorten structuren die geschikt zijn voor dit soort kruisingen waarbij de kabels worden gescheiden van elkaar (zie ook Figuur 10):

- Scheiding door het plaatsen van stenen, buitenste beschermlaag is steen
- Scheiding door een scheidingssysteem, buitenste beschermlaag is steen. Het meest gebruikelijke scheidingssysteem is een betonnen mat.

Welk structuur gebruikt wordt is afhankelijk van de kruisingsovereenkomsten tussen de betrokken partijen. Verlaten telecomkabels worden na overeenstemming met de eigenaar geknipt en verwijderd.



Figuur 10: Typische kruising met behulp van steen (links) en een scheidingssysteem (rechts)

### 3.3.2.3 Route survey

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt altijd een survey plaats langs de kabelroute. Het doel van dit zeebodemonderzoek is om de bathymetrie te updaten, scannen op mogelijke obstakels en om vast te stellen welke installatie methoden gebruikt kunnen worden langs de route. Aan de hand van het onderzoek kan de kabelroute geoptimaliseerd worden binnen de beschikbare corridor. Hierbij wordt rekening gehouden met meerdere factoren, waaronder het tot een (praktisch) minimum beperken van het baggeren van zandgolven/banken voorafgaande aan het installeren van de kabels, om de optimale locatie voor het kruisen van andere kabels te bepalen, om de noodzaak tot onderhoud van de begraafdiepte over de levensduur van de kabels ten gevolge van zeebodemmobiliteit tot een praktisch minimum te beperken en om obstakels (niet gesprongen explosieven, wrakken, debris etc.) te vermijden.

### 3.3.2.4 Voorbereidingen kabelaanleg

Na het zeebodemonderzoek kunnen de volgende stappen plaats vinden:

- Klaring van de route: een grapnel is een haak (sleepanker) waarmee afval, oude kabels en overige rommel van het betreffende stuk zeebodem wordt verwijderd.
- Verwijderen van niet meer in gebruik zijnde telecom kabels: De kabels zullen naar dek worden getrokken, waar een gedeelte breed genoeg voor kabels voor Net op zee Hollandse Kust (west Beta) zal worden verwijderd. De uiteindes van de telecom kabels zullen terug op de bodem geplaatst worden, met gewicht aan de uiteindes bevestigd.
- Voorbereiden mobiele zeebodem: op de bodem van de zee komen langs het tracé morfodynamische zandgolven van verschillende hoogte voor. Deze ribbels zijn mobiel van aard en beïnvloeden daardoor de begraafdiepte van de kabel. Ook kunnen deze ribbels het begraven van de kabel belemmeren, omdat sommige begraafinstrumenten hinder ondervinden van deze ribbels. Om de kabel op een juiste diepte te kunnen begraven zonder door de ribbels gehinderd te worden, zullen, waar nodig, deze secties gebaggerd worden, met gebruik van een sleepkop hopperzuiger (hopper). De breedte van de te baggeren sleuf moet breed genoeg zodat de kabelbegraafapparaten kunnen passeren. Dit is typisch zo'n 14 meter per kabel. Voor de taluds aan weerszijden wordt uitgegaan van een verhouding 1:4. De breedte boven in de sleuven hangt zodoende van de baggerdiepte ten opzichte van de zeebodem af. Er is een sedimentatiestudie uitgevoerd om de verspreiding van het bodemmateriaal na baggeren te onderzoeken.
- Pre-trenching run: als er gebaseerd op de beschikbare bodeminformatie, een risico is dat de benodigde graafdiepte niet wordt bereikt, zal een pre-trenching run overwogen worden. Dezelfde graafinstallaties zullen gebruikt worden, zonder kabel, op de benodigde secties van de routes. Als de pre-trenching run niet succesvol lijkt, kan voor-baggeren of voorsnijden overwogen worden, afhankelijk van de lokale eisen met betrekking tot graafdiepte en vergunningen.

### 3.3.2.5 Installatie van de kabels

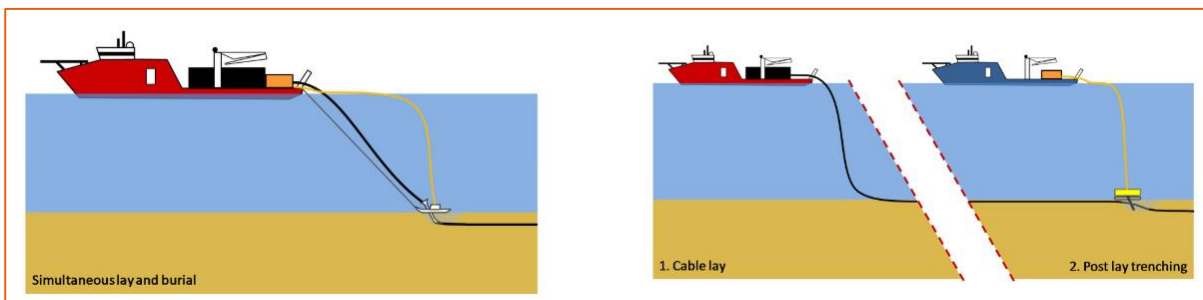
Voor het aanleggen van de kabel op zee kan gekozen worden voor twee verschillende aanlegstrategieën (Figuur 11):

#### 'Simultaneous Lay and Burial' (SLB)

In deze methode wordt de kabel tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Dit gebeurt vanaf hetzelfde schip. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het tracé slechts één keer langsgegaan hoeft te worden. Een ander voordeel van deze methode is dat bij de installatie grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt.

#### 'Post Lay Burial' (PLB)

In deze methode wordt eerst de kabel op de zeebodem gelegd door een kabellegschip. Pas naderhand wordt de kabel ingegraven door een schip met de installaties voor het ingraven van de kabel. Een voordeel is dat het leggen van kabels ongeveer twee keer zo snel gaat als bij methode SLB. Tijdens het leggen van de kabel bestaat een risico op het beschadigd raken van de kabel wanneer het schip te veel beweegt doordat de zee te veel beweegt. Dat is het geval tijdens storm. Daarom is er een voorkeur voor het zo snel mogelijk leggen van de kabel. Het begraven van de kabel kan zonder risico voor de kabel onderbroken worden wanneer het weer daartoe aanleiding geeft.



Figuur 11. 'Simultaneous Lay and Burial' (links) en 'Post Lay Burial' (rechts)

Bij de kust waar de waterdiepte te gering is, gebeurt het baggeren tijdens hoog water met behulp van een baggerschip met een geringe diepgang. Deze gebruiken ankers om te manoeuvreren in ondiep water.

Een grote verscheidenheid aan apparatuur en schepen kan worden gebruikt voor de aanleg van de kabel. Daarbij heeft elke methode zijn eigen voor- en nadelen. Sommige methodes zijn meer geschikt voor losse zandige bodem terwijl andere methodes meer geschikt zijn voor bijvoorbeeld hardere kleiachtige bodems. Dit is afhankelijk van verschillende variabelen: snelheid, kosten, weerbetrouwbaarheid, risico's voor de stabiliteit van de kabel tijdens aanleg, waarschijnlijkheid voor het bereiken van de vereiste diepte, beschikbaarheid, et cetera. Langs de route van de kabels moet een mix van gesteldheid van de zeebodem worden overwonnen. Een greep uit deze specifieke voorwaarden: ondiep en diepere wateren, sterke en stillere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodempluvingen, et cetera. Daarom kunnen langs een kabelroute meerdere aanlegmethoden noodzakelijk zijn om de beoogde begraafdiepten te bereiken. Daarnaast hebben kabelfabrikanten elk hun eigen voorkeur. Om geen voorkeur vast te leggen voor een bepaalde fabrikant, wordt een vergunning aangevraagd voor alle reëel denkbare aanlegmethoden, zoals opgenomen in Tabel 2. In een werkplan wordt later gespecificeerd welke methode en techniek waar wordt toegepast per tracédeel.

Tabel 2: De meest voorkomende ingraaftechnieken

Kabel begraven op zee	
<b>Jetten (jet sledge, jet trencher, vertical injector)</b>	Bij jetten wordt de bodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of door een 'stinger' naar de beoogde diepte wordt geleid. Er is een uiteenlopend aanbod aan jet trenchers, jet sledgers en vertical injectors op de markt. De snelheid die met een trencher behaald kan worden hangt af van het geïnstalleerde vermogen en van de grondsoort waarin de kabel moet worden begraven (SLB- of PLB-methode).
<b>Vertical Injectors</b>	Is in essentie een lange, verticale jet trencher, hangend in een kraan.
<b>ROV jet trenchers</b>	Een op afstand bestuurbare jet trencher is een onderwater robot, bestuurd vanaf een begeleidend vaartuig.
<b>Frezen (chain or wheel cutter trenchers)</b>	Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)freese een sleuf in de bodem getrokken, waarna de kabel in de sleuf kan worden gelegd. Hierna kan de bodem worden afgedekt met het materiaal dat weggefreest is of de gleuf loopt vanzelf dicht. De breedte van de kabelsleuf bij frezen is maximaal 70 cm en heeft een ingraafdiepte van tussen de 1 en 8 m. Bij frezen kan de kabel direct in de sleuf tot op de juiste diepte ingebracht worden of door middel van een extra passage met een jet trencher naderhand op de juiste diepte worden gebracht (SLB- of PLB-methode).
<b>Vibratie ploeg (vibration plough)</b>	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel van een buis wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode)
<b>Ploegen (cable plough)</b>	Een kabelploeg wordt door de grond getrokken terwijl de kabel door de ploeg heen loopt en zo naar de naar de beoogde diepte wordt geleid. Een kabelploeg kan daarbij door waterjets worden ondersteund, met name om in dicht gepakt zand de benodigde trekkracht te verminderen. Met een kabelploeg kan een kabel tot 3 meter begraven worden (SLB-methode). <i>Let op:</i> er kan ook geploegd worden om de zeebodem voorafgaande aan de installatiewerkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.
<b>mass flow excavation</b>	Voor deze methode wordt ook gebruik gemaakt van water om het bodemmateriaal deels te verplaatsen, maar in tegenstelling tot jetten wordt bij mass flow excavation met een lage waterdruk gewerkt. Afhankelijk van de grootte van de zandkorrels van de zeebodem zal door de grote waterstroom meer of minder bodemmateriaal in de omgeving worden verspreid. De afdekking van de kabel met bodemmateriaal na (her)begraven met Mass Flow Excavation is daarmee direct afhankelijk van de korrelgrootte verdeling van het bodem materiaal. Mass Flow Excavation kan alleen effectief worden ingezet voor het (her)begraven van kabels in niet-cohesief bodem materiaal als zand.

### 3.3.2.6 Post installatie

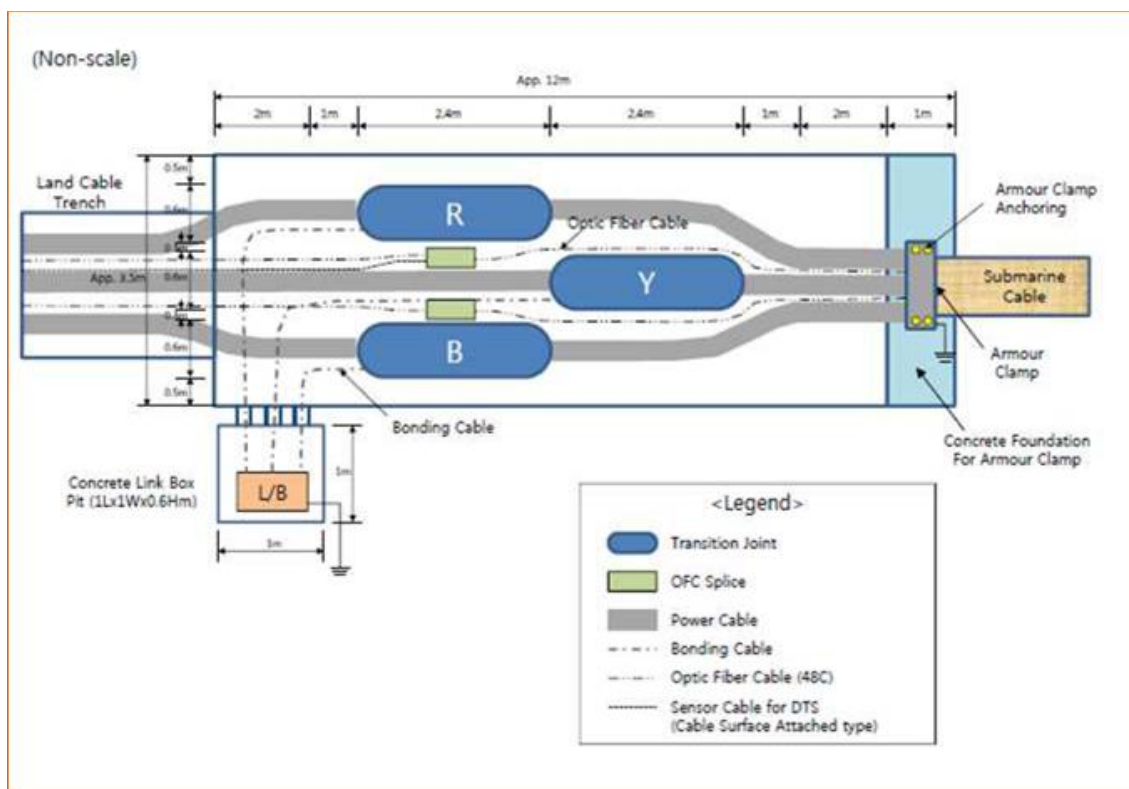
Op secties van de route waar niet voldoende diepte bereikt is, kunnen aanvullende graafactiviteiten uitgevoerd worden met een ROV jet trencher of Mass flow excavation, afhankelijk van de lokale condities. Op locaties waar de kabels niet begraven konden worden, zullen de kabels na het leggen beschermd worden door het plaatsen van stenen. Voor zover mogelijk zal dit vermeden worden, aangezien deze methodiek door erosie in de loop der tijd onderhoud vergt.

## 3.3.3 Gebruik

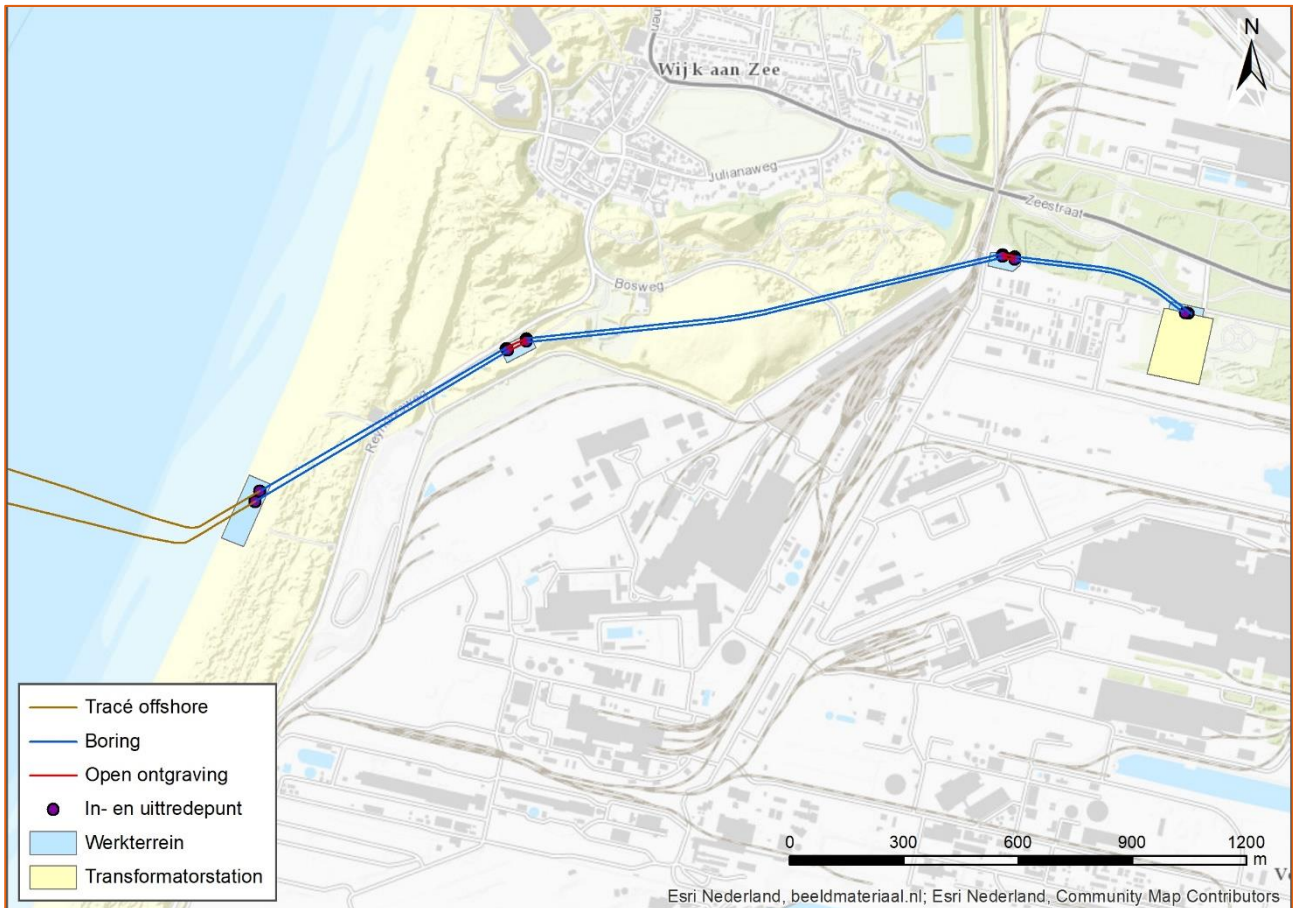
Tijdens de gebruiksfase worden er periodiek inspecties uitgevoerd langs de kabelroutes. Bij schade wordt de kabel gerepareerd en herbegraven. Wanneer dat nodig blijkt in verband met veranderingen van de ligging van de zeebodem, worden de kabels in de zeebodem herbegraven. De steenstortingen op de kabelroute worden wanneer dat nodig blijkt met steen aangevuld, bijvoorbeeld in geval van schade na een hevige storm of na schade ontstaan door gesleepte visnetten.

### 3.4 Mofput

Voor de overgang tussen de zeekabels en de landkabels zal een overgangsmof/transition-joint (overgangsverbinding) noodzakelijk zijn. Dit is een 'kroonsteen' tussen de zee- en landkabel. Deze overgangsmof wordt in een ondergrondse mofput gelegd. Om het systeem te kunnen aarden worden twee cross-bonding boxen aangebracht. Elk kabelsysteem heeft een overgangsmofput nodig dus in totaal zijn er twee overgangsmofputten nodig voor Net op zee Hollandse Kust (west Beta) 220 kV. Afhankelijk van de erosieomstandigheden op het aanlegpunt wordt een ingraafdiepte bepaald. De benodigde ruimte voor de mofput is ongeveer 12 x 4,5 meter per kabelsysteemovergang. Het ontwerp van een mofput is te zien in Figuur 12. De locatie van de overgangsmofputten ligt in het werkterrein op strand of ter hoogte van het werkterrein in de Beeldentuin. De keuze voor de locatie van de overgangsmof wordt in een later stadium genomen. De ligging van de werkterreinen is te zien in Figuur 13.



Figuur 12: Layout van een mofput.



Figuur 13. Locatie mofputten en tracé landkabels naar transformatorstation.

## 3.5 Kabels op land

### 3.5.1 Route kabel

De route van de kabels op land is hierboven weergegeven in Figuur 13. In het landkabelsysteem bevat elke kabel één fase omdat de landkabels op haspels over de weg transporteerbaar moeten zijn; op zee kunnen de zeer dikke 3-fasenkabels op grote schepen worden aangevoerd. Hierdoor zijn op land in totaal zes kabels nodig (twee kabels x drie fasen). Voor het monitoren van o.a. kabeltemperatuur worden ook vier tot zes glasvezelkabels geïncorporeerd. Op het strand dienen de kabelsystemen op minimaal -5m onder NAP te liggen.

Het tracé zal met een boring worden aangelegd vanaf het strand onder de duinen door richting het beeldenpark 'Een Zee van Staal', de Nieuwe Zeeweg en de Ryendersweg. Hier buigt het tracé met een boring in noordoostelijke richting af tot net na de West Viaductweg waar zich het volgende in- en uittredepunt bevindt. Vandaar gaat het tracé via een boring naar de locatie van het transformatorstation (een in- en een uittredepunt) ten zuiden van de Zeestraat.

### 3.5.2 Aanleg

Vanwege lokale omstandigheden zal "Horizontal directional drilling" (HDD, Horizontaal gestuurde boring) de methode zijn om de landkabels aan te leggen.

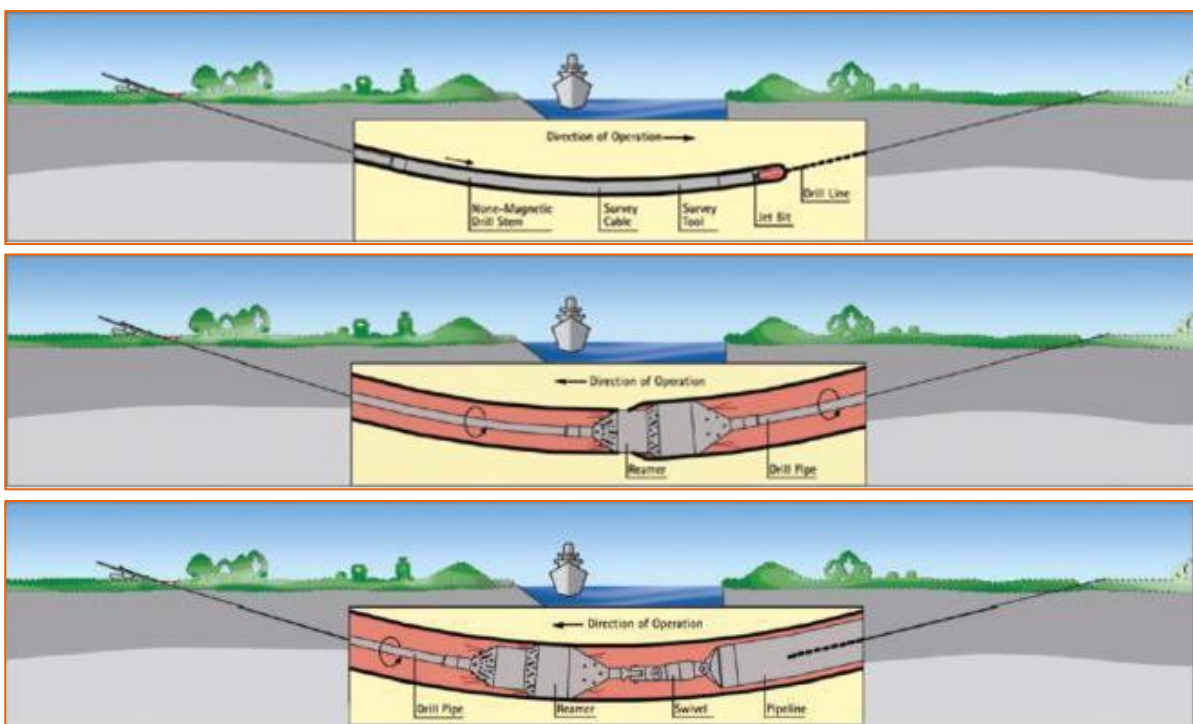
Horizontaal gestuurde boringen (HDD, "Horizontal directional drilling")

Een horizontale boring gebeurt in drie stappen, Figuur 14. In de eerste stap wordt er van het intredepunt naar het uittredepunt geboord. Het boorgat wordt vervolgens uitgeboord door er of één of meerdere keren een verruimende boor doorheen te trekken. Hierbij wordt een boorvloeistof gebruikt die het geboorde sediment transporteert en ervoor zorgt dat het boorgat stabiel blijft. In de laatste stap wordt een mantelbuis door middel van een speciaal boorhoofd aan de boor verbonden. Op die manier wordt de buis in het gat

getrokken. Als de mantelbuis er ligt kan die worden schoongemaakt en kunnen de kabels er vervolgens doorheen getrokken worden. De uitvoertijd van één boring duurt ongeveer twee weken. Maximale lengte van een boring is 1.200 meter vanwege restricties in het kabel transport.

Het maken van de boringen inclusief intrekken van de mantelbuizen en het intrekken van de kabels kunnen gezien worden als twee aparte werkstromen en zullen zeer waarschijnlijk op verschillende momenten plaatsvinden.

De in- en/of uittredepunten worden gegraven en hebben per kabelsysteem een put van 3 x 2 x 2 meter. Ter plaatse van de in- en/of uittredepunten komen mofputten waarin de kabels uit de twee boringen met elkaar worden verbonden. De mofverbindingen worden onder maaiveld aangelegd en zijn na realisatie niet meer te zien. Rondom de in- en/of uittredepunten is een werkterrein nodig van ongeveer 3.600 m<sup>2</sup> voor het plaatsen van de boorapparatuur en benodigd materieel. Het oppervlak kan verschillen en hier wat van afwijken, afhankelijk van locatiespecifieke omstandigheden. De maximale diepte van de boring is verschillend per boring en ligt tussen de 10 meter en 40 meter benden maaiveld.



*Figuur 14: De drie stappen van een horizontale boring.*

Ter voorkoming van een instabiel boorgat en onnodig bentonietverlies is het van belang dat het in- en/of uittredepunt op gelijke hoogte liggen. Vanwege het hoogteverschil tussen strand en het beeldenpark wordt een terp of kofferdam op het strand aangelegd waar de boringen ontvangen kan worden.

Elke drie jaar zullen de mofverbindingen visueel geïnspecteerd worden. De kabelroute wordt elk jaar geïnspecteerd. Elke zes jaar wordt een test uitgevoerd om te controleren of de buitenwand van de landkabels niet beschadigd is. De test wordt uitgevoerd door middel van zogenaamde link boxes die vlak onder het maaiveld liggen, waar een testapparaat op aangesloten kan worden.

Wanneer reparatie van een kabel nodig is, kan dit alleen wanneer deze dicht aan het oppervlak ligt. Omdat het hele tracé met een boring wordt aangelegd, is dit niet aan de orde. Vanwege de diepte kan een geboorde kabel niet meer opgegraven worden. Als deze beschadigd is wordt allereerst geprobeerd om de kabel uit de mantelbuis te trekken en om de kabel te vervangen door een nieuwe kabel. Als dat niet mogelijk blijkt dan zal een nieuwe boring moeten worden uitgevoerd waarna het nieuwe stuk kabel door de nieuwe boring zal worden getrokken. Een kabelreparatie op land kan enkele weken tot maanden duren, afhankelijk van de schade, de omstandigheden, het materieel en het weer.



### 3.6 Transformatorstation

In het transformatorstation zal het voltage van 220kV naar 380kV wordt getransformeerd zodat het kan aansluiten op het bestaande landelijke hoogspanningsnet. Dit zal via de 380 kV kabelsysteem gaan dat wordt gerealiseerd voor project Net op zee Hollandse Kust (noord).

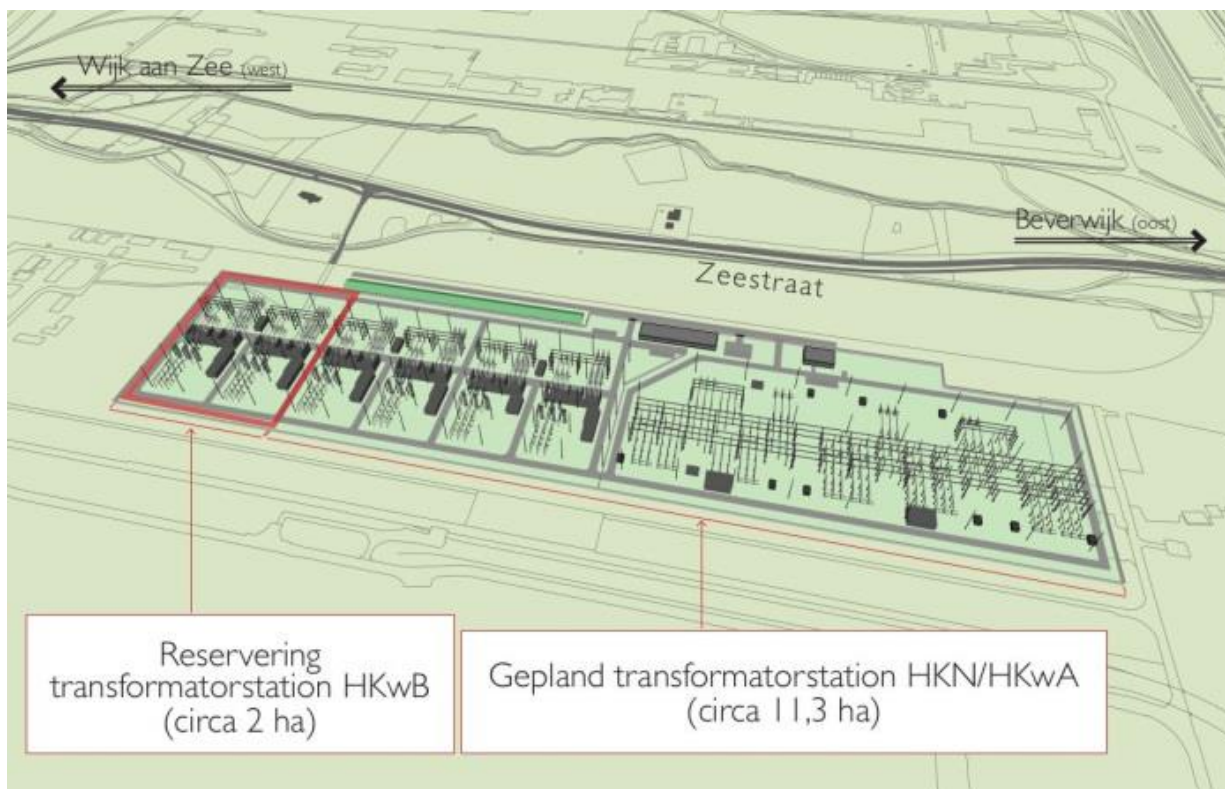
#### 3.6.1 Locatie

De locatie voor het transformatorstation ligt op terrein dat eigendom is van TenneT (Figuur 13). De locatie ligt direct naast de transformatorstations die worden gerealiseerd voor Net op zee Hollandse Kust (noord) en Net op zee Hollandse Kust (west Alpha).

#### 3.6.2 Ontwerp

Het ontwerp van het transformatorstation is gebaseerd op een standaardontwerp voor het Net op Zee en waar nodig aangepast vanwege lokale omstandigheden. Het station omvat 2 transformatoren, reactoren, filters en schakelvelden. De transformatoren worden inpandig gemaakt door deze volledig te omsluiten met vier geluidsisolerende wanden en een dak. De reactoren worden volledig afgeschermd met geluidsisolerende wanden. De bovenkant blijft open voor de noodzakelijke luchtkoeling.

Als voorbeeld is de lay-out van het totale transformatorstation weergegeven in Figuur 15, inclusief Net op zee Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha). Het terrein met de rode lijn eromheen aan de linkerkant van het figuur geeft de locatie weer waar het transformatorstation van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) komt.



Figuur 15: Lay-out van het transformatorstation.

#### 3.6.3 Aanleg

De aanleg bestaat uit twee fases.

1. In de eerste fase wordt de vegetatie verwijderd, het terrein geëgaliseerd, worden de funderingen aangebracht en de benodigde gebouwen gebouwd. Het verwijderen van de vegetatie, egaliseren van het

terrein en het bouwen van het centrale dienstgebouw zijn al gerealiseerd in het project Net op zee Hollandse Kust (noord).

2. De tweede fase omvat de elektrische fase waarin alle elektrische apparatuur, controle en veiligheidssystemen worden geïnstalleerd.

### 3.6.4 Gebruik

Het transformatorstation zal onbemand zijn en de transformatoren worden volledig omsloten met speciaal geluiddempend materiaal zodat de demping maximaal is. Akoestische testen zullen worden uitgevoerd om te verzekeren dat de lokale milieueisen worden nageleefd. Jaarlijks wordt het transformatorstation vier keer geïnspecteerd, waarbij één inspectie gecombineerd wordt met een onderhoudscampagne. Elke drie en zes jaar wordt er groot onderhoud uitgevoerd.

## 3.7 Planning

De verwachting is dat de werkzaamheden tussen 2022 en 2024 worden uitgevoerd.

- **Platform:** Aanleg jackets en fundering voorjaar/zomer 2024. Topside (grootste deel platform) wordt geplaatst in zomer/najaar 2024. Het platform Hollandse Kust (west Beta) is operationeel uiterlijk eerste kwartaal 2026.
- **Kabels op zee & Interlink kabel:** De aanleg vindt plaats rond de zomer en het najaar 2024 voor Net op zee Hollandse Kust (west Beta) gecombineerd. Voor de vergunningaanvragen en daadwerkelijke aanleg start vinden diverse onderzoeken (surveys) plaats.
- **Kabels op land en mofputten:** Periode en duur aanleg is circa een half jaar en wordt voorzien in de eerste helft van 2024
- **Transformatorstation:** De aanlegperiode is ruim 1 jaar (tweede helft 2022 – eerste helft 2024).

## 4 AFBAKENING

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt een afbakening van de gevolgen van de aanleg van het Net op Zee Hollandse Kust (west Beta) plaats. De activiteiten beschreven in het vorige hoofdstuk geven een aantal gevolgen die vervolgens een effect kunnen hebben op populaties beschermde diersoorten. Deze gevolgen zijn:

- vertroebeling, als gevolg van gebaggerd en getrenchd materiaal wat in de waterkolom terecht komt;
- sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van het gebaggerde en getrenchde materiaal;
- verstoring onderwater:
  - ten gevolge van continu geluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
  - ten gevolge van impulsgeluid door het heien voor de aanleg van de platforms;
- verstoring bovenwater als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land;
- habitataantasting door mechanische effecten op land en op zee;
- elektromagnetische velden op land en op zee als gevolg van de aanleg van het kabeltracé;
- verdroging op land als gevolg van bronbemaling of doorboring van een ondoorlatende laag in de bodem;

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg wordt gekeken hoe ver het gevolg reikt, dit gebeurt aan de hand van modellering, bekende verstoringcontouren en/of expert judgement. Dit leidt per gevolg tot een reikwijdte van het gevolg.

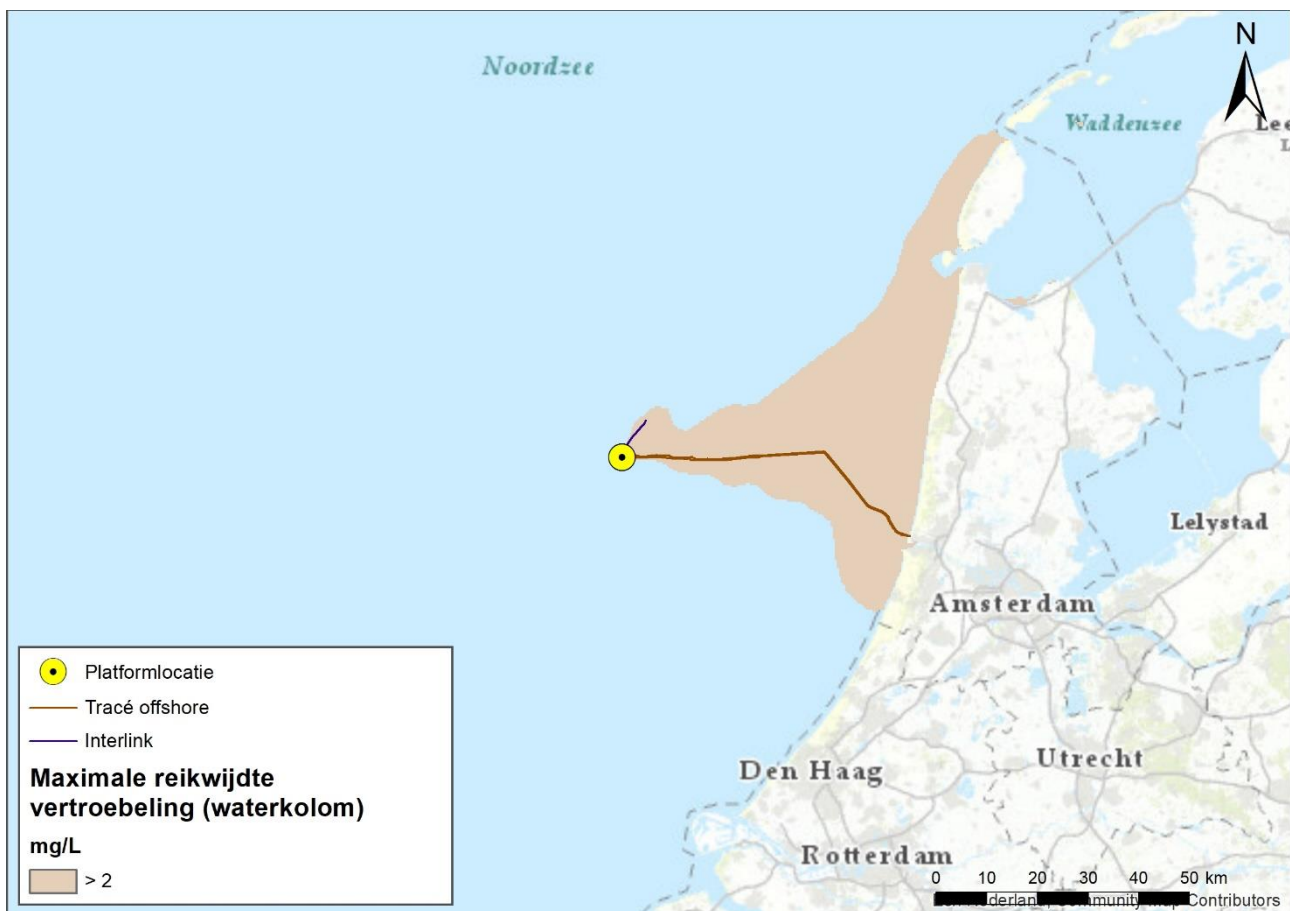
### 4.2 vertroebeling

Bij de aanleg van de zeekabels en het platform wordt gebaggerd en getrenched waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden. Afhankelijk van de sediment samenstelling (met name het slibgehalte) kan dit vertroebeling opleveren.

Vertroebeling leidt tot minder doorzicht in de waterkolom waardoor potentieel:

- primaire productie (als basis van de voedselketen) kan worden geremd,
- filterfeeders in hun voedselopname kunnen worden geremd,
- trekvissen een barrière kunnen ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang richting zoet water belemmert,
- het vangstsucces van zichtjagende vogels kan worden beïnvloed.

De mate waarin vertroebeling optreedt is in een modelstudie onderzocht. In Bijlage 2 is deze vertroebelingstudie opgenomen. Figuur 16 laat zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de slibconcentratie die te onderscheiden is van achtergrondconcentraties (> 2 mg/l) wordt voorspeld. De slibwolk reikt in westelijke richting niet veel verder dan het tracé zelf. Dit komt onder andere doordat er langs de Noordzeekust doorgaans stroming van zuid naar noord is. De slibwolk reikt daarom het verst in noordelijke richting, tot aan Texel en in de Waddenzee.



Figuur 16: Gebied tot waar de dieptegemiddelde slibwolk (> 2 mg/l) ten gevolge van de werkzaamheden.

### 4.3 Sedimentatie

Het sediment dat vrijkomt bij de aanleg van de zee-kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling en op de voedselvoorraad voor op droogvallende platen foeragerende vogels en voor vissen. Het is zeer afhankelijk van soort, locatie, hoeveelheid van de geloosde specie en type specie hoe de bodemdiergemeenschap reageert op verhoogde sedimentatie (Harvey et al. 1998). Baan et al. (1998) geven aan dat het effect van de bedekking wordt bepaald door diverse factoren, te weten de mate van bedekking, de tolerantie van de soort, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur. In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren zijn niet allemaal apart onderzocht. Al in 1988 is door Bijkerk de tolerantie van zeven macrobenthos soorten voor permanente sedimentatie bepaald. Deze lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 5 cm per maand (*Mya*, *Capitella*) en 17 cm per maand (*Macoma*, *Arenicola*, *Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 1 cm per maand (*Mya*) en 35 cm per maand (*Nereis*).

De maximale slibdikte door sedimentatie is modelmatig berekend (Bijlage 1). Figuur 17 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 1 cm per maand (ca 0,33mm per dag) optreedt na de werkzaamheden. Dit is dus de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria*) nog tolereert (Bijkerk, 1988). Dit vindt enkel plaats rondom het kabeltracé en de monding van het Noordzeekanaal.



Figuur 17: Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 0,33 mm per dag uitkomt.

#### 4.4 Verstoring als gevolg van continu geluid onderwater

Bij het varen kan onderwaterverstoring optreden in de vorm van onderwater geluid, met name door cavitatie van de schroefbladen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die aan de romp van het schip en zo uiteindelijk naar het water worden doorgegeven. Dit onderwater geluid is continu, en tijdelijk van aard.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordelingen voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijsschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur (op diep water) varen komt hij uit op maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen. Onderwater geluid plant zich verder voort naarmate het water dieper is. De verstoringsafstand van 5 kilometer is worst-case.

In Figuur 18 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en afbraak van de zeekabels en platforms, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer.



Figuur 18: Onderwaterverstoring ten opzichte van plangebied en Natura-2000 gebied Noordzeekustzone.

## 4.5 Verstoring als gevolg van impulsgeluid onderwater

Naast continu onderwater geluid treedt er ook impulsgeluid op bij de aanleg van de platforms. Onderwater geluid in de vorm van impulsgeluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en in het water zwemmende zeezoogdieren. Impulsgeluid door heiwerkzaamheden kan leiden tot verstoring in de vorm van stress en/of vluchtgedrag en tijdelijke (TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (PTS - Permanent Threshold Shift) gehoorbeschadiging, afhankelijk van de geluidssterkte. Met name vissen en zeezoogdieren zijn gevoelig voor een toename van onderwater geluid. De verstoring is van tijdelijke aard.

Uit onderzoek van TNO blijkt dat de maximale vermijdingsafstand van bruinvissen van dit impulsgeluid 22 kilometer voor is. Dit onderzoek is opgenomen in Bijlage 3. Figuur 19 geeft de reikwijdte van de verstoring weer.



Figuur 19: Reikwijdte van onderwater verstoring als gevolg van impulsgeluid.

## 4.6 Verstoring bovenwater op zee

### 4.6.1 Door geluid en visuele verstoring

De aanwezigheid van baggerschepen, de vaarbewegingen en het verspreiden van baggerspecie kan leiden tot verstoring door bovenwater geluid, en optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Aan continu geluid boven water, zoals scheepsmotoren of machines, kunnen organismen wennen (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008).

Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op vogels: langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende en ruiende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verharen.

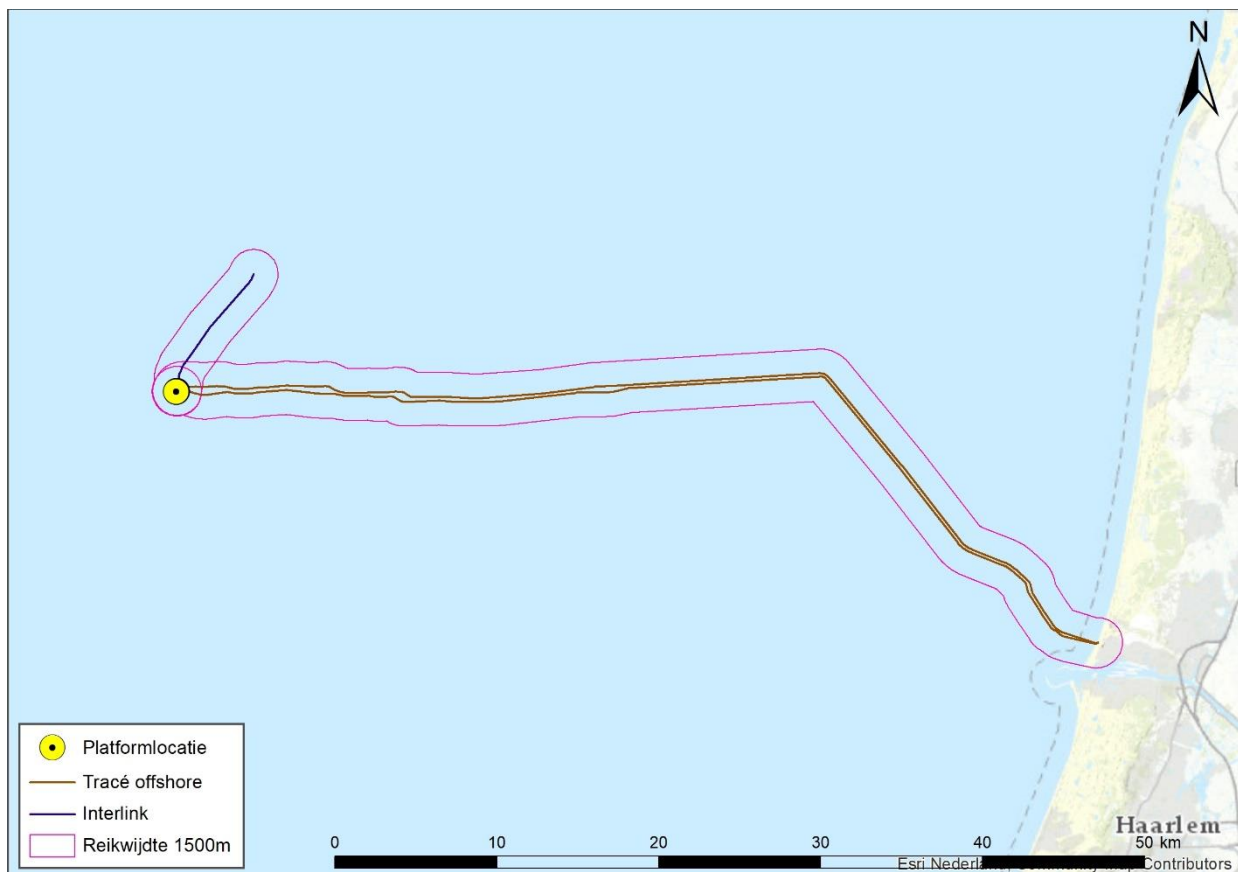
In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door optische verstoring, geluid en/of licht omdat de versturende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. De veroorzaakte verstoring is dan ook vaak een combinatie van geluid, licht en optische verstoring, waarbij de meest verreichende of ernstigste factor als maatgevend wordt gehanteerd. Voor het bepalen van deze effecten op de verstoringgevoelige soorten is in deze rapportage daarom gebruik gemaakt van verstoringafstanden. Naast gebruik van verstoringafstanden zijn ook andere aspecten zoals de aard van de verstoring, de verstoringduur, de verstoringfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed et al., 2011). Per soort(groep) is de storingsfactor die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

Voor vogels is de verstoringgevoeligheid soort specifiek en variabel per periode. Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringafstand van 500 meter voldoende bescherming biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant. Duikende (roodkeelduikers, parelduiker, zwarte

zee-eenden, brilduiker) en ruiende (eidereenden en bergeenden) vogels zijn echter verstoringsgevoeliger. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringsafstand gehanteerd, te weten 1.500 meter (Dirksen et al., 2005; Krijgsveld et al., 2008). Het effect van verlichting op (vogel)soorten hangt af van het gedrag, de locatie en het tijdstip van passeren van de soort. Onder andere het dag- en nachtritme, de rustplaatsen, vliegroutes en broedgedrag bepalen of en wanneer een vogel in de buurt van een verlichtingsbron komt. Extra verlichting 's nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekansen en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). De mogelijke tijdelijke extra effecten van navigatieverlichting van de baggerschepen zijn meegenomen in de verstoringscontouren van de baggerschepen en worden meegenomen in de toetsing.

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die uit de literatuur bekend is, betreft 1.200 meter (Brasseur & Reijnders, 1994), hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag en voorspelbaar verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van Bouma et al. (2012) en Didderen & Bouma (2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter en speelt hierbij bovendien gewinning aan een verstoringsbron een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwater verstoring van zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring (1500 meter) is weergegeven in Figuur 20.



Figuur 20: Bovenwaterverstoring ten opzichte van het plangebied.

#### 4.6.2 Verstoring door licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van de platforms en scheepvaart. Deze lichtverstoring heeft effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en



foeragegedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Of dit ook een effect heeft op de op de gunstige staat en de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003).

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert-judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Hieruit blijkt dat de effecten van licht altijd binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-1500 meter) vallen en daarmee minder relevant is als autonome verstoringsbron (de verstoringsbronnen treden tijdens werkzaamheden vaak alle drie gelijktijdig op).

In de gebruiksfase zal licht mogelijk wel een op zichzelf staande bron van vervuiling zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op de platforms alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. Platforms worden alleen bemand, en dus verlicht bij werkzaamheden. De verlichting van de platforms kan 's nachts verstrend werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan de migratieroutes van vleermuizen verstoren.

Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het langgolvlige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform 'in aanraking' komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

## 4.7 Verstoring op land

### 4.7.1 Geluid

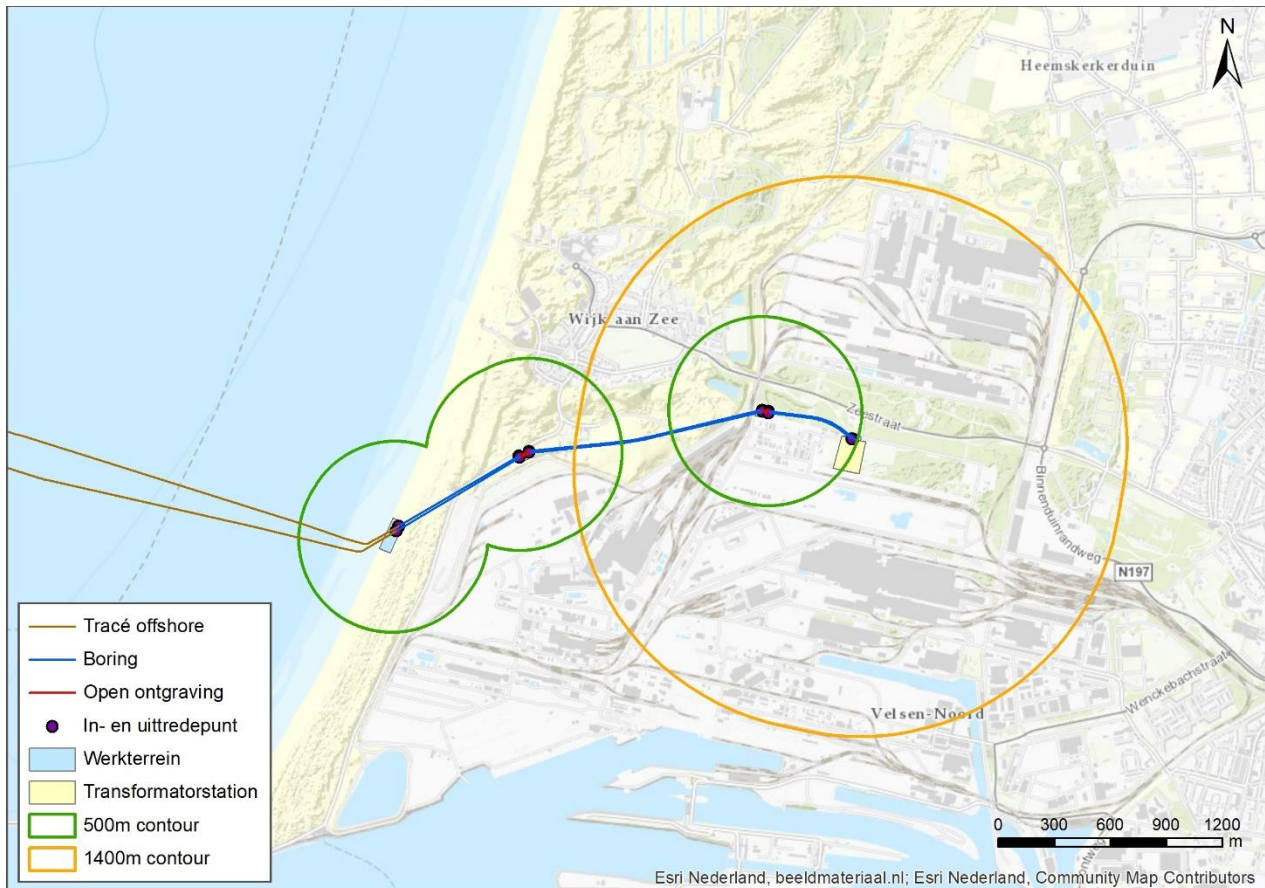
Geluid kan diersoorten verstoren. Deze verstoringen kunnen leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat vervolgens ertoe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt (Hawkins & Popper, 2017). Wel kan gewinning aan verstoring optreden, in het bijzonder bij continue verstoring door bijvoorbeeld geluid (Broekmeyer et al., 2006). Vaak treden geluid-, licht- en visuele verstoring gelijktijdig op en is de specifieke oorsprong van een effect niet altijd goed te duiden.

Verstoring door geluid treedt voor wat betreft de kabel alleen op in de aanlegfase door gebruik van materieel en vrachtverkeer. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstrendende effecten door geluid door de ondergrondse ligging van de kabels. In de gebruiksfase kan van het transformatorstation wel een mate van verstoring uitgaan door geluidproductie.

In de aanlegfase is alleen sprake van continu geluid. Belangrijke geluidbronnen in de aanlegfase zijn graafmachines en boorinstallaties bij het boren van de kabel en de werkzaamheden voor de realisatie van het transformatorstation. In de gebruiksfase is alleen sprake van geluidemissie door het transformatorstation. Geluidgolven verspreiden zich via de lucht, wat tot op een bepaalde afstand kan leiden tot (verhoging van de) geluidbelasting, die tot verstoring van daar aanwezige dieren kan leiden. Van de effecten van verstoring op vogels is relatief veel kennis beschikbaar, onder andere welke soort(groep)en wanneer verstoring ondervinden. Over de dosis-effect relatie van verstoring door geluid op andere soort(groep)en is echter weinig bekend. Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat een toename van het geluid echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel bekend. Hierbij is het aannemelijk dat

soorten die meer afhankelijk zijn van geluid (en gehoor) voor communicatie en foerageren eerder een negatief effect ondervinden dan soorten die dat niet zijn.

Voor het vergelijkbare project Net op zee Hollandse Kust (noord) zijn verstoringscontouren bepaald voor boorwerkzaamheden en bouwwerkzaamheden aan het transformatorstation (Arcadis, 2018). Voor het bepalen van de reikwijdte van het geluid zijn grenswaarden van verstoring van vogels gebruikt. Hieruit blijkt dat de  $42 \text{ dB(A)}_{24\text{eq}}$  van de boorwerkzaamheden op circa 500 meter ligt en voor de bouwwerkzaamheden van het transformatorstation op circa 1.400 meter (zie Figuur 21).



Figuur 21: Contouren van de verstoringsafstanden als gevolg van geluid op land.

## 4.7.2 Licht

Net als bij geluid onshore geldt voor licht dat dit kan leiden tot verstoring van (met name) diersoorten. Over het algemeen wordt gesteld dat een toename van licht belast oppervlak leidt tot een afname van de kwaliteit van het gebied als leefgebied voor soorten (verhoogde kans op predatie, afname voedselbeschikbaarheid en cetera). Of deze afname in kwaliteit ook daadwerkelijk een effect heeft op de gunstige staat en de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera). Vaak treden de verstoringen gelijktijdig op met geluid en visuele verstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden.

Verstoring door licht treedt voor de kabelsystemen (inclusief boorplaatsen) alleen op in de aanlegfase door met name bouwverlichting. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstoring door verlichting door de ondergrondse ligging van de kabels. In de gebruiksfase kan van het transformatorstation wel een mate van verstoring uitgaan door verlichting van de locatie.

Bij de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen gevolgen voor de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat

deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven de drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003).

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting (alle werkzaamheden) niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties. Hieruit blijkt dat de effecten van licht altijd binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring vallen en daarmee minder relevant is als autonome verstoringbron (de verstoringbronnen treden vaak alle drie gelijktijdig op). Overigens is de verwachting dat werkzaamheden alleen overdag plaats vinden, in het winterhalfjaar kan dan echter ook in de ochtend en avond verlichting noodzakelijk zijn.

### 4.7.3 Visuele (optische) verstoring

Net als bij geluid en licht geldt voor visuele verstoring dat dit kan leiden tot verstoring van diersoorten. Dit kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat vervolgens ertoe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt.

Vaak treedt verstoring gelijktijdig op met geluid- en lichtverstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden. Hoewel er geen éénduidige reikwijdte van optische verstoring is, valt dit ruim binnen de contouren van verstoring door licht en geluid. Optische verstoring treedt namelijk hoofdzakelijk op binnen enkele tientallen meters. Bij een open zicht veld misschien tot honderd meter.

Visuele verstoring is alleen relevant in de aanlegfase van de kabel (de boringen), door de aanwezigheid van mensen en materieel. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstoringseffecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

Voor visuele verstoring geldt dat over de dosis-effect relatie van veel soort(groep)en nog maar weinig bekend is (met uitzondering van vogels). Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat aanwezigheid van niet natuurlijke elementen echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel aannemelijk. De verstoring wordt dan ook kwalitatief beoordeeld in hoofdstuk 6.

## 4.8 Habitataantasting (op zee en land)

### 4.8.1 Habitataantasting op zee

Bij de aanleg van de zeekabels wordt de zeebodem ter plaatse gebaggerd en getrencht. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de poten verstoord. Hierdoor kunnen potentieel habitattypen verstoord en aangetast worden. Bij zowel de interlink kabel als de export kabel naar land vindt habitataantasting plaats over de gehele lengte van de werkzaamheden, in een corridor van 1000 meter, de onderhoudszone. De onderhoudszones zijn veiligheidsmarges, op het merendeel van de tracés zal aantasting alleen ter plaatse van de kabels zelfs optreden. Habitataantasting voor het platform treedt op ter plaatse van de poten. Het gaat hierbij om enkele tientallen vierkante meters.

### 4.8.2 Habitataantasting (mechanische effecten) op land

Onder mechanische effecten vallen verstoring als gevolg van betreding, vergraving en insporing van de bodem door zwaar verkeer et cetera, die optreden ten gevolge van menselijke activiteiten. Het gaat in alle gevallen om een fysieke aantasting van de bodem of vegetaties en dergelijke. Dit kan leiden tot directe aantasting of het verdwijnen van groeiplaatsen of leefgebied, wat er weer toe kan leiden dat planten verdwijnen of dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt.

Mechanische aantasting heeft een relatie met oppervlakteverlies. Het verschil is dat oppervlakteverlies een ruimtelijke afname betreft en bij mechanische effecten gaat om een fysieke aantasting, zonder een ruimtelijke component. Het uitgangspunt is dat de boring tijdelijk is en dat na afronding de lokale situatie herstelt. Hierdoor is geen sprake van oppervlakteaantasting. Ook is het uitgangspunt dat een boring niet leidt tot aantastingen van de bodemopbouw, structuur of grondwaterpeilen of -stromingen.

Mechanische effecten worden verdeeld in korte- en langetermijneffecten. Korte termijn effecten treden op bij de daadwerkelijke vergraving of de aantasting van de bodem of vegetatie door andere activiteiten (betreding, berijden etc.). De vegetatie en de bovenste bodemlaag worden aangetast waardoor de oorspronkelijke vegetatie en functie als leefgebied tijdelijk niet beschikbaar is. Afhankelijk van de kwetsbaarheid van de vegetatie of het leefgebied kunnen ook langetermijneffecten optreden.

Vegetaties, leefgebieden of ecosystemen met een lange hersteltijd zijn vaak afhankelijk van specifieke bodem- of groeiplaatsomstandigheden die door vergraving en dergelijke gewijzigd zijn. Een open duinsysteem is onder natuurlijke omstandigheden dynamisch, heeft een beperkte variatie in bodemopbouw en de hierin voorkomende soorten zijn aangepast aan de dynamiek en hier soms zelfs afhankelijk van. Het graven in dergelijke duinen is vergelijkbaar met deze dynamiek en na afronding is nauwelijks hersteltijd nodig. Houtige vegetaties hebben een langere hersteltijd. Niet alleen omdat het tijd kost totdat een boom of struweel weer een vergelijkbare leeftijd hebben, maar ook de bijbehorende bosbodems kennen weinig dynamiek (ze worden nauwelijks verstoord).

Dit gevolg is alleen van toepassing op die onderdelen waar (mogelijk) sprake is van aantasting van habitattypen, groeiplaatsen of leefgebied. De benodigde ruimte voor een boring varieert enigszins en is deels afhankelijk van de fysiek beschikbare ruimte. Voor de locatie in de duinen (beeldentuin) is ruim 3.600 m<sup>2</sup> nodig. Een deel wordt daadwerkelijk vergraven voor de boring en aansluiting van de kabels, de rest van het werkgebied is voor opslag van materieel en werkruimte.

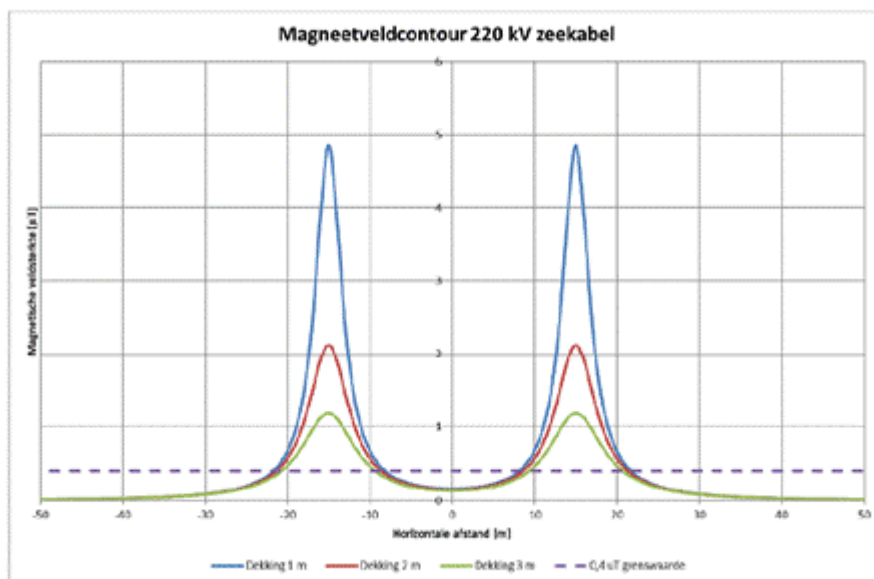
## **4.9 Elektromagnetische velden (op zee en op land)**

### **4.9.1 Velden**

In de gebruiksfase wordt de kabel onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Door de mantel om de kabel heen zal dit veld buiten de kabel niet waarneembaar zijn en geen effect hebben op organismen. Door het stromen van de elektrische lading ontstaat ook een magnetisch veld. Dit veld is wel buiten de kabel waarneembaar. Op zee induceert het langstromende water een geïnduceerd elektrisch veld (iEF). Een dergelijk iEF treedt ook op wanneer er een organisme langs de kabel zwemt. De sterkte van het geïnduceerde elektrische veld hangt af van de stroomsterkte, in de kabel is de ontwerpstroomsterkte 1010 Ampère, de rekenstroom per circuit is 606 Ampère. In de volgende twee paragrafen wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald.

### **4.9.2 Elektromagnetische velden op zee**

De reikwijdte van het magnetisch veld in de waterkolom is afhankelijk van de diepte waarop de kabel is ingegraven en het spanningsniveau. Het magnetische veld reikt tot een afstand van maximaal 50 meter rondom de kabel (Figuur 22). Bij de berekeningen van het magneetveld van de driefasige AC-kabel is de fysieke draaiing van de drie aders niet meegenomen. De draaiing in deze kabelverbinding zorgt voor een lager magneetveld dan zonder deze draaiing, zoals op land. In modelberekeningen van de AC-kabels (uitgevoerd volgens de handreiking RIVM voor het berekenen van magneetveldzones) komt het magneetveld hierdoor hoger uit dan dat het in de praktijk is.



Figuur 22: Magneetveldzone 220kV zee kabel

Olsson, et al. (2010) lieten zien dat een kabel in zee met een spanning van 145 kV en een stroomsterkte van 500A vlak boven de kabel een elektrisch veld induceert met een spanning van 3.9 mV/m. Dit is bij een stroomsnelheid van 2,57 m/s. Normandeau, et al. (2011) lieten zien dat dit veld snel afneemt, en op een afstand van 10 meter van de kabel al met een factor 10 is verminderd. Het werkelijke geïnduceerde veld is sterk afhankelijk van de spanning en stroomsterkte op de kabel, de (variërende) stroomsnelheden van het water en langs zwemmende organismen. Het bepalen van de veldsterkte is moeilijk en er is weinig bekend over de exacte effecten van deze velden op organismen (Snoek, et al., 2016). Omdat iEF afhankelijk zijn van het magnetische veld wordt aangenomen dat wanneer het magnetisch veld geen effect heeft, het iEF dat ook niet heeft.

### 4.9.3 Elektromagnetische velden op land

Een mogelijk effect in de gebruiksfase is het effect van elektromagnetische velden op organismen op land, wat kan leiden tot gedrag- of groeiaanpassingen. Het elektromagnetische veld hangt af van hoogte van de spanning, de sterkte van de stroom door de kabels, van de afstand tussen de kabels en de configuratie van de geleiders van de kabels.

Er is in de praktijk (in het veld) weinig onderzoek verricht naar mogelijke effecten van elektromagnetische velden op flora en fauna. Een onderzoek van Duke Engineering & Services (2001) stelt dat op basis van literatuuronderzoek geconcludeerd kan worden dat geen substantiële/relevante effecten optreden. Daarnaast geldt onderstaande kwalitatieve beoordeling.

Omdat het kabeltracé op land geheel geboord wordt, waarbij de kabels diep in de ondergrond liggen, kan dit effect alleen optreden direct rondom de aansluitpunten waar de kabels van de verschillende boringen aan elkaar gekoppeld worden. Dit zijn de boorlocaties, waar de kabels naar het oppervlak komen en vervolgens weer dieper de ondergrond in gaan. De boorlocaties liggen deels op plekken met weinig tot geen natuurwaarden of op plekken met een hoge dynamiek. Plekken met een hoge dynamiek ondervinden van nature veel verstoring en zijn daardoor niet verstoringgevoelig. Op het strand is een dusdanige dynamiek van water, wind en stroming dat de effecten van de kabels hier verwaarloosbaar zijn.

Het volgende punt waar de kabels ondiep in de ondergrond liggen, is in het beeldenpark. Dit ligt wel in de duinen waar natuurwaarden aanwezig zijn. Op basis van de reikwijdte van de velden (bijlage 4) en de afwezigheid van negatieve effecten zoals beschreven door Duke Engineering & Services (2001), worden effecten hier ook uitgesloten. Tot slot is de maximale reikwijdte van het elektromagnetische veld dusdanig klein dat het per definitie geen effect kan hebben op het vlieggedrag van trekvogels. Gedurende de seizoenstrek gebruiken vogels het aardmagnetisch veld om zich te oriënteren, dit veld is vele malen groter

en dat van de kabels is alleen lokaal aanwezig. Dit kan nooit leiden tot effecten op de trekroutes van deze vogels. Dit potentiële effect wordt dan ook niet verder onderzocht in deze Passende Beoordeling.

#### 4.10 Verdroging (op land)

Verdroging kan in de aanlegfase optreden wanneer voor de boringen bronbemaling toegepast wordt. Daarnaast kan de aanwezigheid van objecten onder de grond van invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden of kan bij een boring een ondoorlatende laag doorboord worden. Er wordt ook van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de doorluchting van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermisting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Verdroging treedt alleen op in de aanlegfase wanneer bij boorlocaties en aansluitpunten bronbemaling noodzakelijk is. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige versturende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. In het ontwerp van de boring wordt met kwel en infiltratie rekening gehouden en de boring wordt afgedicht met mud/boorspoeling, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

Vanwege de lage grondwaterstanden langs het tracé (ten opzichte van het maaiveld) is enkel bemaling nodig bij de in- en uitredepunten op het strand.

Uit het indicatief bemalingsadvies blijkt dat nergens bemaling noodzakelijk is, die leidt tot een grondwaterstanddaling in het gebied. In de duinen bevindt het grondwater (de GHG of Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand) zich dieper onder het maaiveld dan de benodigde drooglegging. Bemaling is mogelijk alleen noodzakelijk bij het aansluitpunt op het strand. Omdat de mofput hier onder de vloedlijn ligt, heeft de zee een zeer grote invloed. Bij vloed staat de mofput onder water (en is bemaling niet mogelijk). Alleen bij eb kan bemalen worden. De mofput kan tijdelijk drooggelegd worden, maar door de grote invloed van de zee is geen sprake van een significante grondwaterstanddaling in de omgeving.

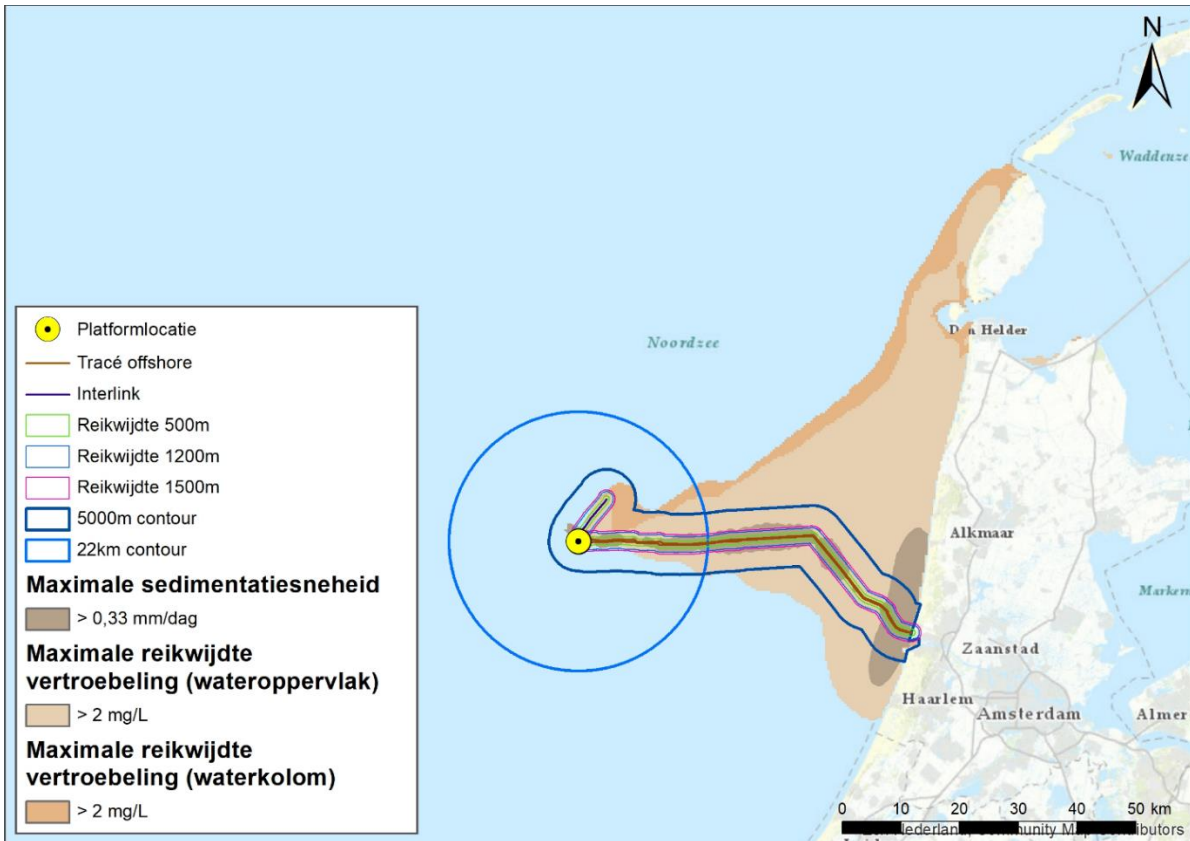
## 4.11 Samenvatting reikwijdte activiteiten

In Tabel 3 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. In Figuur 23 en Figuur 24 zijn de reikwijdtes samengevat in kaarten.

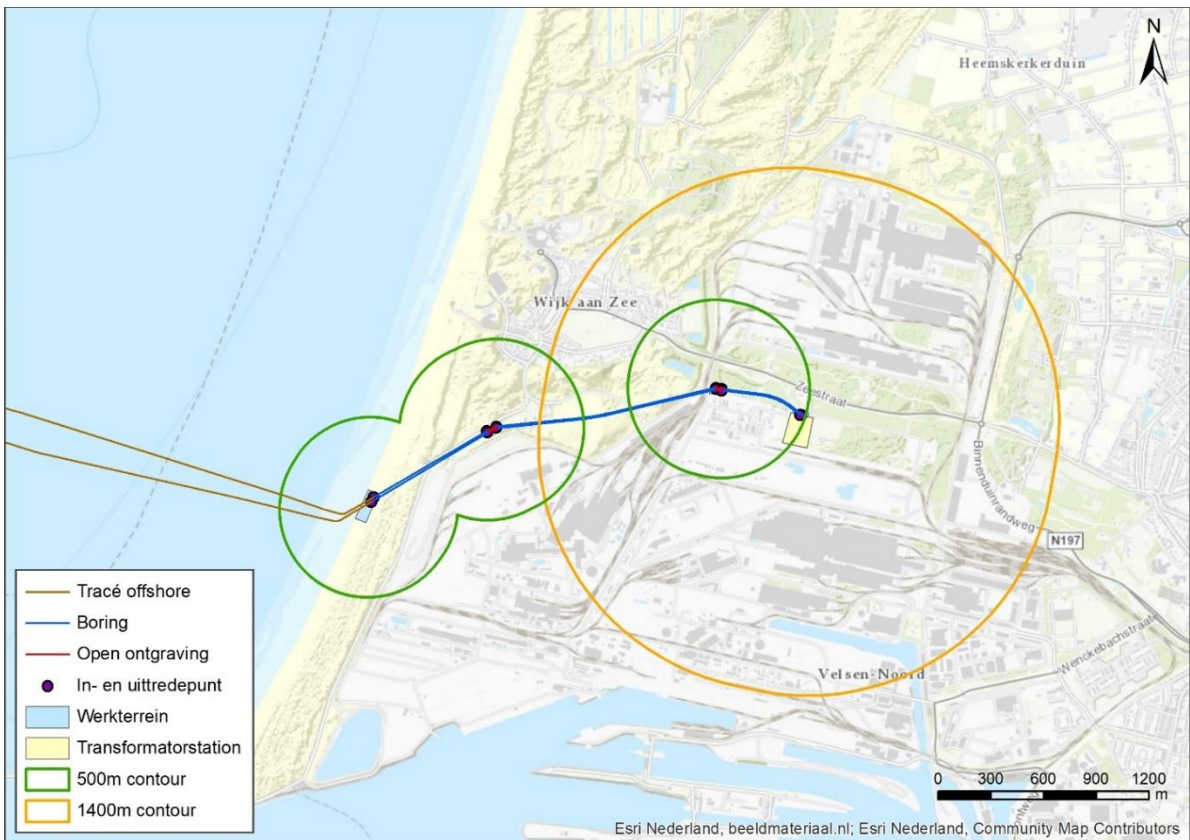
Tabel 3: Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit.

Gevolg		Op zee / op land	Maximale reikwijdte
<b>Vertroebeling</b>		Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Slibwolk reikt vanaf de kust tot het meest westelijke uiteinde van het tracé, en van ongeveer 20 kilometer ten zuiden van de werkzaamheden tot het noorden van Texel.</li> </ul>
<b>Sedimentatie</b>		Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sedimentatie treedt op rondom het tracé en de monding van het Noordzeekanaal</li> </ul>
<b>Verstoring onderwater</b>	Continu geluid	Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rondom kabels en platform</li> <li>Zeezoogdieren en trekvissen: 5.000 meter</li> </ul>
	Impulsgeluid	Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rondom platform</li> <li>Zeezoogdieren en trekvissen: 22 kilometer</li> </ul>
<b>Verstoring bovenwater</b>	Geluid en visueel	Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>500 meter voor foeragerende vogels en vogels op hoogwatervluchtplaatsen</li> <li>1200 meter voor zeehonden</li> <li>1500 meter voor gevoelige vogels</li> </ul>
	Licht	Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>150 meter voor de schepen van de kabelaanleg</li> <li>Bij de platforms</li> </ul>
<b>Verstoring op land</b>	Geluid	Land	<ul style="list-style-type: none"> <li>Boorwerkzaamheden circa 500 meter</li> <li>Bouwwerkzaamheden transformatorstation circa 1.400 meter</li> </ul>
	Licht	Land	<ul style="list-style-type: none"> <li>0,1 lux-grens van bouwverlichting niet verder dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties</li> </ul>
	Visueel	Land	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geen gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. De verstoring wordt kwalitatief beoordeeld en valt binnen de verstoringcontouren van geluid en licht.</li> </ul>
<b>Habitataantasting</b>		Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>1200 meter corridors voor de kabeltracés</li> <li>Ter plaatse van de platformpoten</li> </ul>
		Land	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bij boorlocaties 2.000 m<sup>2</sup> tot 3.000 m<sup>2</sup></li> <li>Rond het uitredepunt maximaal oppervlak van 225 m<sup>2</sup></li> </ul>
<b>Elektromagnetische velden</b>		Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>50 meter rondom de kabel</li> </ul>
		Land	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geen effect</li> </ul>
<b>Verdroging</b>		Land	<ul style="list-style-type: none"> <li>Er is geen sprake van verdroging.</li> </ul>

In het volgende hoofdstuk is op basis hiervan bepaald welke beschermde soorten (soortgroepen) er binnen de invloedsfeer van de werkzaamheden voorkomen.



Figuur 23: Samenvatting reikwijdte gevolgen werkzaamheden op zee.



Figuur 24: Samenvatting reikwijdte gevolgen werkzaamheden op land.



## **5 AANWEZIGHEID VAN BESCHERMDE SOORTEN**

### **5.1 Methode**

#### **5.1.1 Fasering onderzoek**

Het onderzoek naar beschermde soorten op zee is als volgt uitgevoerd:

- Er is een bureauonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit bureauonderzoek is een beeld gevormd welke beschermde soorten voorkomen in de omgeving van het plangebied.

Het onderzoek naar beschermde soorten op land is in verschillende fases uitgevoerd:

- Eerst is een bureauonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit bureauonderzoek is een beeld gevormd welke beschermde soorten voorkomen in de omgeving van het plangebied.
- Vervolgens een soortgerichte inventarisatie uitgevoerd. Hierbij zijn de locaties waar een ingreep plaats vindt onderzocht op aanwezigheid van beschermde soorten. Bij deze veldbezoeken is ook gelet op de habitatgeschiktheid voor beschermde soorten. De uitkomst van dit onderdeel is een inventarisatie van aanwezige beschermde soorten en de mogelijke functie van het plangebied (de werkterreinen) voor deze beschermde soorten.

#### **5.1.2 Bureauonderzoek**

##### **5.1.2.1 Op zee**

Voor het bureauonderzoek naar de aanwezige soorten op zee is voor de soortgegevens is gekeken naar de verspreidingsgegevens van de afgelopen tien jaar, waarbij de nadruk lag op de laatste vijf jaar.

##### **5.1.2.2 Op land**

Bij het bureauonderzoek naar de aanwezige soorten op land is gekeken naar bestaande verspreidingsgegevens, potentieel leefgebied op basis van luchtfoto's en de specifieke locatie van de boorlocaties. Omdat dit bureauonderzoek in de beginfase van het opstellen van het MER is uitgevoerd, is een groter gebied onderzocht. Niet alleen omdat nog verschillende alternatieven mogelijk waren, maar ook omdat de uitvoermethode en het exacte tracé nog niet bekend was. Omdat de verschillende alternatieven uit het MER een groot gebied omvatten, is ook een groot gebied betrokken in deze studie. Hiermee is tevens de kans op het missen van gegevens aanzienlijk klein geworden.

Voor het bureauonderzoek is gebruik gemaakt van gegevens uit de NDFF, maar ook andere openbaar beschikbare gegevens van onder andere de Provincie Noord-Holland, de Natura 2000-beheerplannen, verspreidingsatlassen en specifiek soort(groep) gerichte inventarisaties. Voor het Tata Steel terrein is tevens gebruik gemaakt van natuurinventarisaties die hier in 2015 tot 2017 uitgevoerd zijn in (o.a. Van den Tempel & Ronde, 2017; Witteveldt & Van den Tempel, 2016).

Op deze manier is een redelijk compleet beeld verkregen van de potentiële verspreiding van beschermde soorten. Deze input wordt gebruikt om het veldwerk uit te voeren.

#### **5.1.3 Veldonderzoek**

Het veldonderzoek voor het onshore deel is uitgevoerd in drie fasen:

- In het voorjaar en zomer van 2019 (mei tot juli) is het tracé onderzocht op aanwezigheid van beschermde soorten (Tabak, 2019) De focus lag hierbij vooral op de soortgroepen flora, reptielen en amfibieën en vlinders. De reikwijdte is gebaseerd op het destijds bekende tracé.

Bij de veldinventarisaties en habitatgeschiktheidsbeoordeling is op de werklocatie alleen de zandhagedis aangetroffen als strikt beschermde soort. Voor de overige soorten is beoordeeld dat het terrein geen geschikt leefgebied is. Nader onderzoek naar reptielen, vlinders of vleermuizen is hier niet noodzakelijk bevonden. Als gevolg zijn geen uitgebreide methode-beschrijvingen per soortgroep opgenomen, omdat deze niet uitgevoerd zijn.

## 5.2 Beschermde soorten (op zee)

### 5.2.1 Vogels

Aan de Nederlandse kust en op het Nederlandse deel van de Noordzee komen diverse soorten (zee)vogels voor. Elk jaar verzorgt Rijkswaterstaat een telling van zeevogels op het Nederlandse deel van de Noordzee. Tabel 5 laat de resultaten zien van de tellingen van 2018-2019. Naast deze lijst komen er ook veel verschillende soorten vogels langs de kustzone voor.

Tabel 5: Soorten en aantallen vogels tijdens zes monitoringsvluchten in 2018-2019 op het totale NCP (Fijn et al., 2019)

Soort	Aantal waarnemingen	Aantal individuen	Gemiddelde groepsgrootte	Maximale groepsgrootte
Species	Number of observations	Number of individuals	Average group size	Maximum group size
roodkeelduiker	137	195	1,4	21
ijsduiker	3	3	1,0	1
fuut	13	29	2,2	10
noordse stormvogel	579	1.254	2,2	115
stormvogeltje	2	2	1,0	1
jan van gent	970	1.780	1,8	200
grote zilverreiger	1	4	4,0	4
aalscholver	70	843	12,0	600
wilde eend	2	3	1,5	2
tafeleend	1	1	1,0	1
wintertaling	1	1	1,0	1
slobeend	1	1	1,0	1
zwarte zee-eend	107	15.904	148,6	3.000
grote zee-eend	3	23	7,7	20
eider	5	14	2,8	7
grote jager	24	27	1,1	3
kleine jager	7	7	1,0	1
<i>kleine/middelste jager</i>	1	1	1,0	1
kleinste jager	1	1	1,0	1
drieteenmeeuw	2.392	4.798	2,0	200
dwergmeeuw	307	1.218	4,0	110
kokmeeuw	55	114	2,1	9
stormmeeuw	374	813	2,2	130
geelpootmeeuw	2	2	1,0	1
pontische meeuw	1	1	1,0	1
zilvermeeuw	417	1.457	3,5	200
kleine mantelmeeuw	1.404	4.879	3,5	400
grote mantelmeeuw	346	1.259	3,6	150
<i>ongedet. grote meeuw</i>	24	1.191	49,6	600
<i>ongedet. kleine meeuw</i>	8	11	1,4	3
<i>ongedet. mantelmeeuw</i>	4	7	1,8	4
<i>ongedet. burgemeester</i>	1	1	1,0	1
<i>ongedet. meeuw</i>	4	1.001	250,3	400
grote stern	633	1.161	1,8	40
visdief	995	2.655	2,7	45
<i>visdief/noordse stern</i>	5	55	11,0	26
dwergstern	1	1	1,0	1
zwarte stern	4	4	1,0	1
zeekoet	4.720	13.912	2,9	65
alk	756	1.773	2,3	16
<i>alk/zeekoet</i>	99	214	2,2	11
papegaaiduiker	28	35	1,3	3
kleine alk	2	2	1,0	1
zwarte zeekoet	1	1	1,0	1

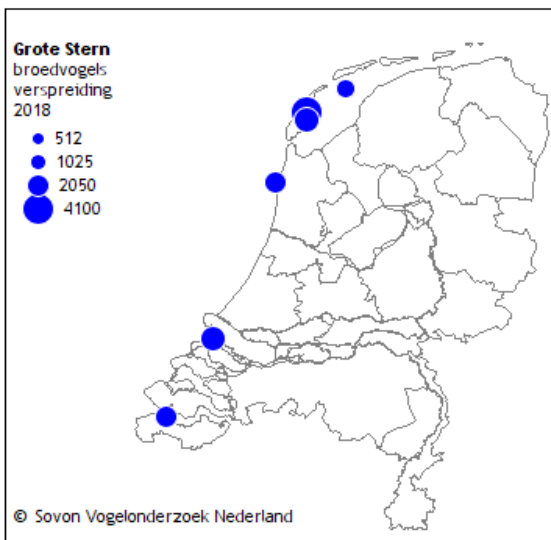
In de volgende subparagrafen wordt per soortgroep een korte beschrijving gegeven met enkele voorbeelden voor de talrijkste soorten of voor soorten waarvoor het studiegebied bijzonder belang is.

### 5.2.1.1 Sterns

Sterns broeden gewoonlijk in de kustgebieden en foerageren op open water. Voorkomende soorten in Nederlandse wateren zijn bijvoorbeeld de noordse stern (*Sterna paradisaea*), grote stern (*Thalasseus sandvicensis*), dwergstern (*Sternula albifrons*) en de visdief (*Sterna hirundo*). De soorten zijn typische zichtjagers op vis en zijn afhankelijk van het doorzicht van het water voor het vinden van hun prooi.

#### **Grote stern**

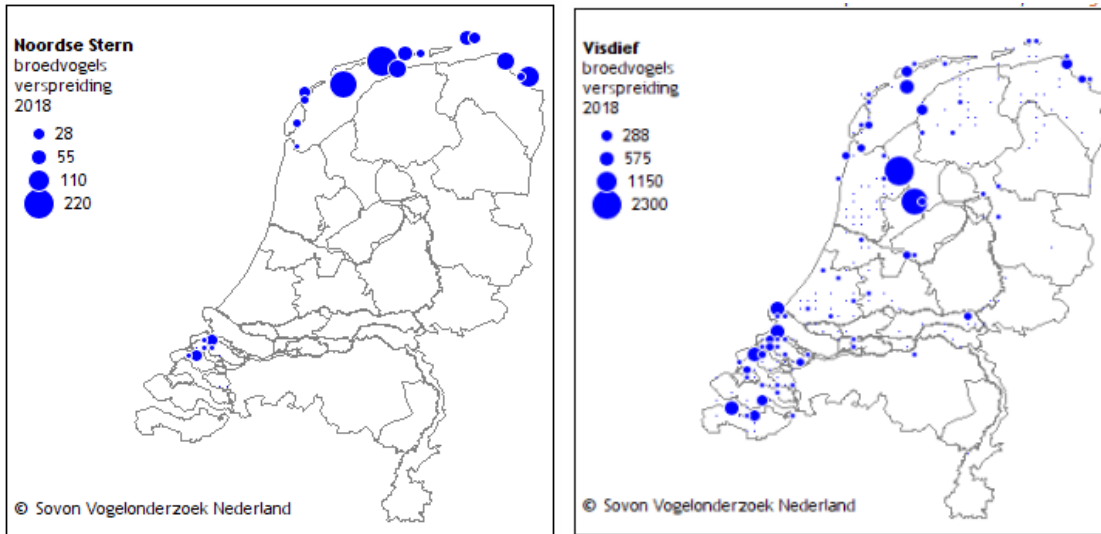
Grote sterns zijn grofweg van half maart tot half november aanwezig in ons land, in de wintermaanden blijven er soms ook dieren overwinteren. Het aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 17.100 – 17.300 (Fijn et al., 2019). De grote stern verblijft in Nederland in broedkolonies, welke voornamelijk bij de Westerschelde, het Haringvliet, de Harger- en Pettemerpolder in Noord Holland en op Texel zijn gelegen (Fijn et al., 2018, ). Het belangrijkste voedsel van de grote stern tijdens het verblijf in Nederland (haringachtigen en zandspiering) wordt gevangen in een brede zone voor de kust (<50 km) (Fijn et al., 2019). In de winter vertrekken de sterns naar Afrika.



Figuur 25. Verspreiding broedvogels van de grote stern. Bron: Sovon, 2018

#### **Noordse stern**

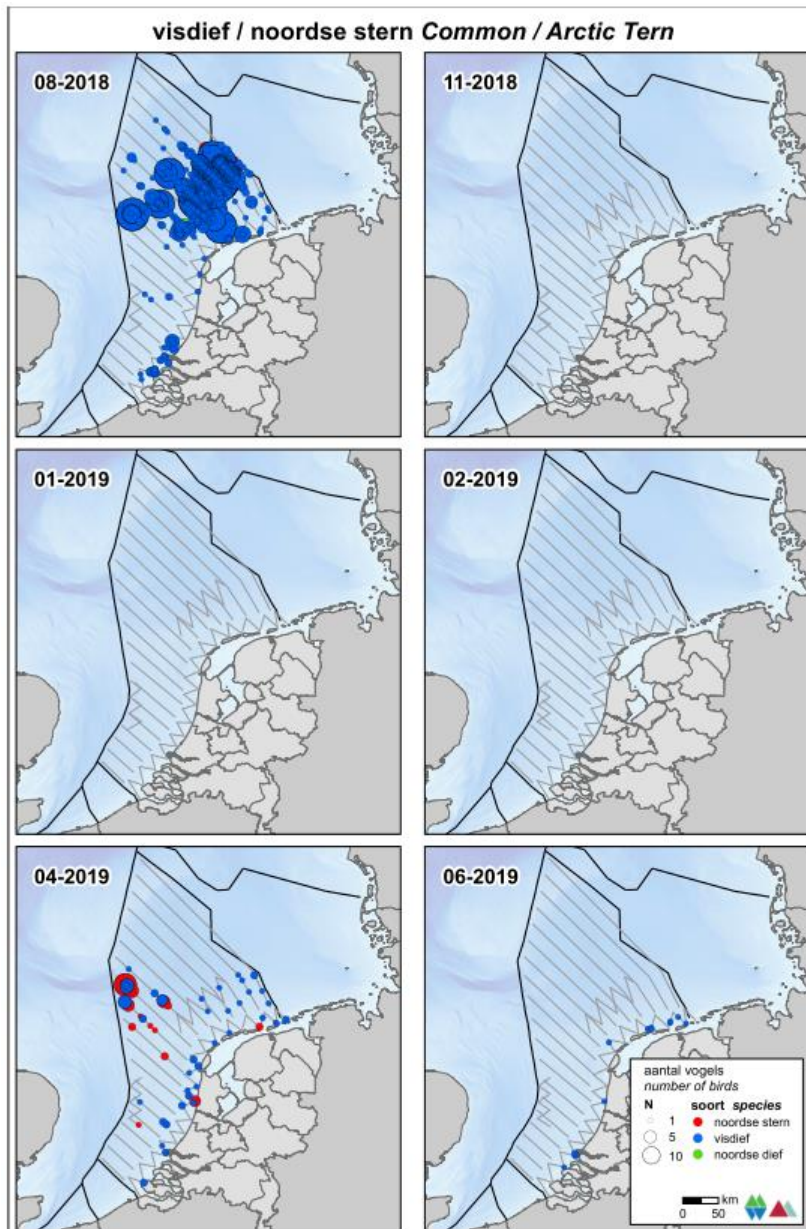
De Noordse stern is samen met de visdief in de Noordzee een doortrekker en zomergast. Ze zijn grofweg vanaf april tot oktober in Nederland. De broedpopulatie is niet heel groot en wordt geschat op 770-840 broedparen (Boele et al., 2018 uit Fijn et al., 2019). De Noordse Stern broedt voornamelijk in de Waddenzee. De grootste broedpopulaties bevinden zich de Griend, Engelsmanplaat en Eemshaven, maar ook op de Waddeneilanden, waaronder Texel, Figuur 26. In augustus trekt de soort verder en gaat hij weg van de Noordzee.



Figuur 26: Verspreiding broedvogels van de noordse stern (links) en visdief (rechts), bron: Sovon, 2018.

### Visdief

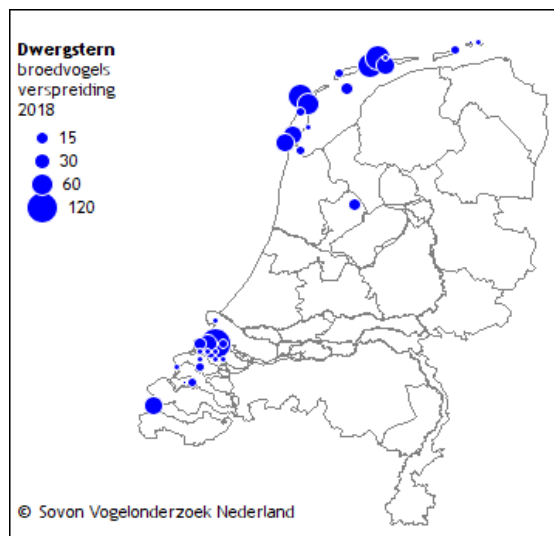
Visdief (*Sterna hirundo*) is een koloniebroeder met voorkeur voor eilanden en kustgebieden. De visdief overwintert in Zuid-Europa en Afrika en is aanwezig in Nederland tussen eind maart en begin oktober, met pieken op het NCP in oktober, Figuur 27. De visdief broed voornamelijk in de Delta, de Waddenzee en het IJsselmeer, (Figuur 26 & Fijn et al., 2019). Kleine broedpopulatie komen verspreid door het land voor, waaronder ook langs de kust van Noord-Holland en Texel. De staat van instandhouding van de visdief als broedvogel in Nederland is zeer ongunstig. De Nederlandse broedpopulatie visdiefjes wordt geschat op 14.000-15.600 broedparen (Fijn et al., 2019). De trend is negatief met tussen 1990 en 2017 een significante afname van minder dan 5% per jaar.



Figuur 27: Verspreiding van de visdief en Noordse stern op het NCP in 2018 – 2019, uit (Fijn et al., 2019)

### Dwergstern

De dwergstern (*Sternula albifrons*) is de minst voorkomende sternsoort in Nederland. De populatie is ruwweg van half april tot half september in Nederland. De broedpopulatie wordt in 2018 geschat op zo'n 800 dieren (Sovon Vogelonderzoek Nederland, 2018). De broedkolonies bevinden zich vooral in het Deltagebied (ongeveer 2/3 van de populatie) en het Waddengebied (ongeveer 1/3 van de populatie) (Figuur 28).



Figuur 28: Verspreiding broedvogels van de dwergstern. Bron: Sovon, 2018

### 5.2.1.2 Meeuwen

Het Nederlandse kust- en zeegebied is van belang voor verschillende meeuwensoorten: onder andere de kleine mantelmeeuw, kokmeeuw, zilvermeeuw, drieteenmeeuw, zwartkopmeeuw en dwergmeeuw. Meeuwen foerageren voornamelijk op open water maar zijn ook opportunistisch in hun foeragegedrag, op stranden en in bewoond gebied kunnen ze ook voorkomen.

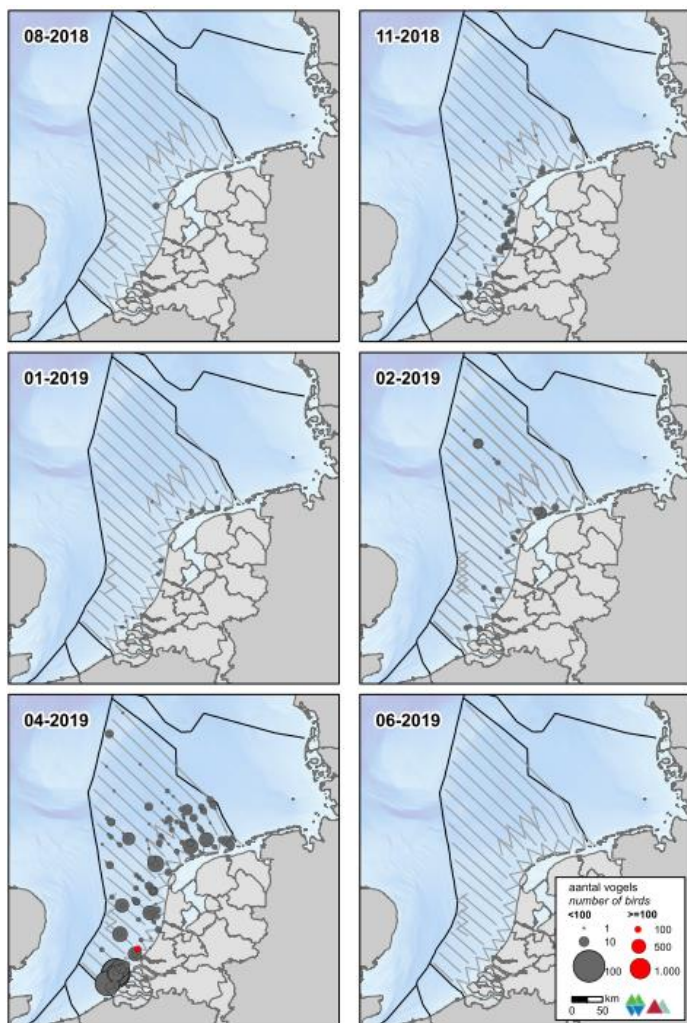
#### **Dwergmeeuw**

De dwergmeeuw (*Hydrocoloeus minutus*) is een kleine meeuwsoort. Hij jaagt op insecten, vissen en kreeftjes. Het broedgebied strekt zich uit van Finland tot ver in Siberië, met voorposten naar het westen tot in Nederland. Overwinteren doen dwergmeeuwen op grote zoetwatermeren zoals op het IJsselmeer en de Kaspische Zee, maar vooral op zee; van de Oostzee in het noorden en de Middellandse Zee in het zuiden tot in de omgeving van Newfoundland. Vooral in de maanden april-mei en oktober-november trekken dwergmeeuwen door over ons land (Ministerie van LNV, 2008b). Hier is de dwergmeeuw is voornamelijk op open wateren, zoetwatermeren, moerassen en rivieren te vinden (Ministerie van LNV, 2008b).

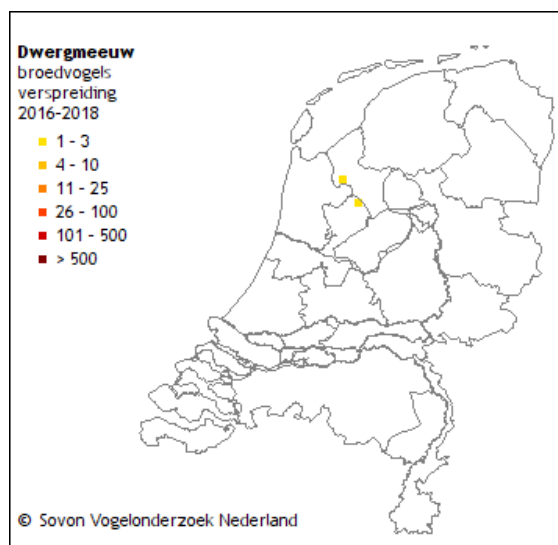
Tijdens de trek van het voorjaar 2019 werd het aantal exemplaren op het NCP geschat op 34.100 (Fijn et al., 2019). Dit is een aanzienlijk deel van de totale Europese broedpopulatie (72.000-174.0000 exemplaren) dat tweemaal per jaar door de Noordzee trekt.

De dwergmeeuw komt met name voor in de trektijd (oktober/november en april) in een brede strook evenwijdig aan de kust, Figuur 29 (Fijn et al., 2019). In augustus en juni zijn geen dwergmeeuwen waargenomen op het NCP. Op de Bruine Bank zijn alleen in november en april rond de honderd dwergmeeuwen aangetroffen. Uit trendanalyses van het CBS op basis van de MWTL-data blijkt dat de aflopen 12 jaar de trend in aantallen dwergmeeuwen op de Nederlandse Noordzee stabiel is.

De verspreiding en tellingen van de dwergmeeuw zijn te zien in Figuur 29. Dwergmeeuwen komen tegenwoordig in Nederland nog slecht zeer sporadisch tot broeden. De locaties van de enkele aantallen broedparen in Nederland zijn weergegeven in Figuur 30. Ze bevinden zich bij de Markermeerdijken en boven Andijk.



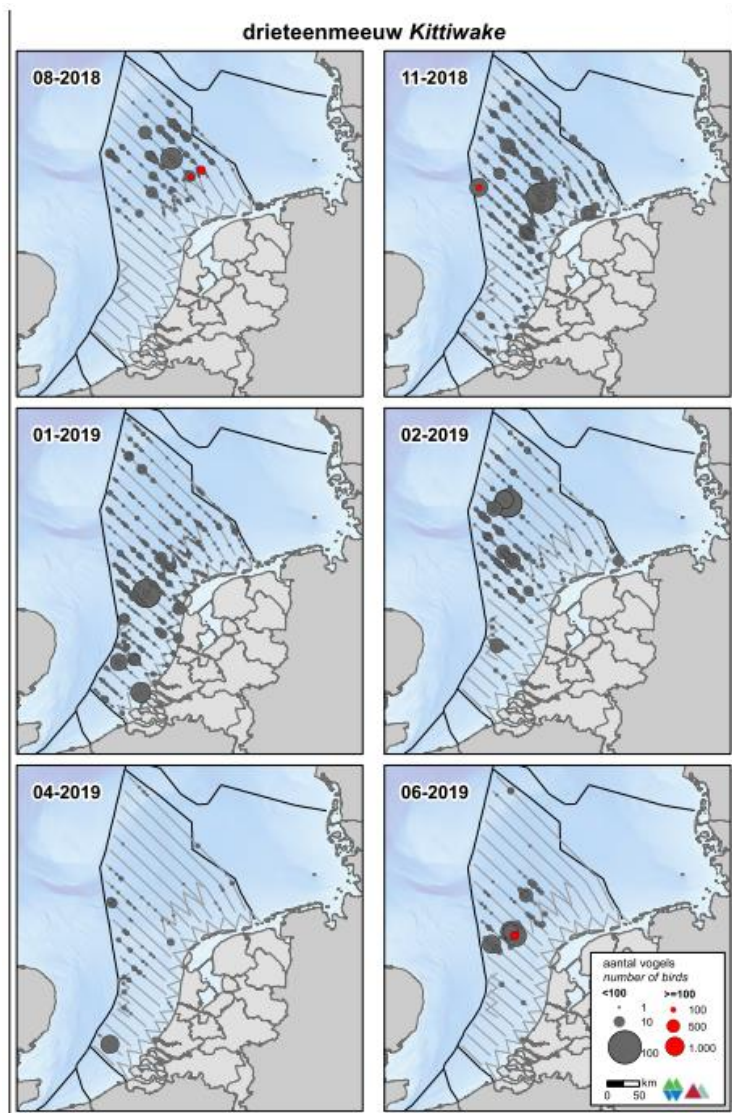
Figuur 29: Verspreiding van de dwergmeeuw op het NCP in het seizoen 2018/2019 (Fijn et al., 2019)



Figuur 30: Verspreiding broedvogels van de dwergmeeuw. Bron: Sovon 2020

### **Drieteenmeeuw**

De drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*) is de meest voorkomende meeuwensoort op het NCP als wintergast (Fijn et al., 2019) De populatiegrootte was in november 2019 op zijn grootst met 68.700 -107.8000 exemplaren, zie Figuur 31. Met name het Friese Front, maar ook de Bruine Bank zijn van belang voor deze soort. Op de Bruine Bank zijn de hoogste aantallen in januari geteld, dit waren er ongeveer 980 – 3.400. De drieteenmeeuw broedt op olieplatformen uit de kust op het NCP (Leopold, 2017). Hij broedt met name op de Noordzee aan de zuidwest kant van het Friese Front.



Figuur 31. Verspreiding van de drieteenmeeuw op het NCP in het seizoen 2018/2019 (Fijn et al., 2019)

### 5.2.1.3 Eenden

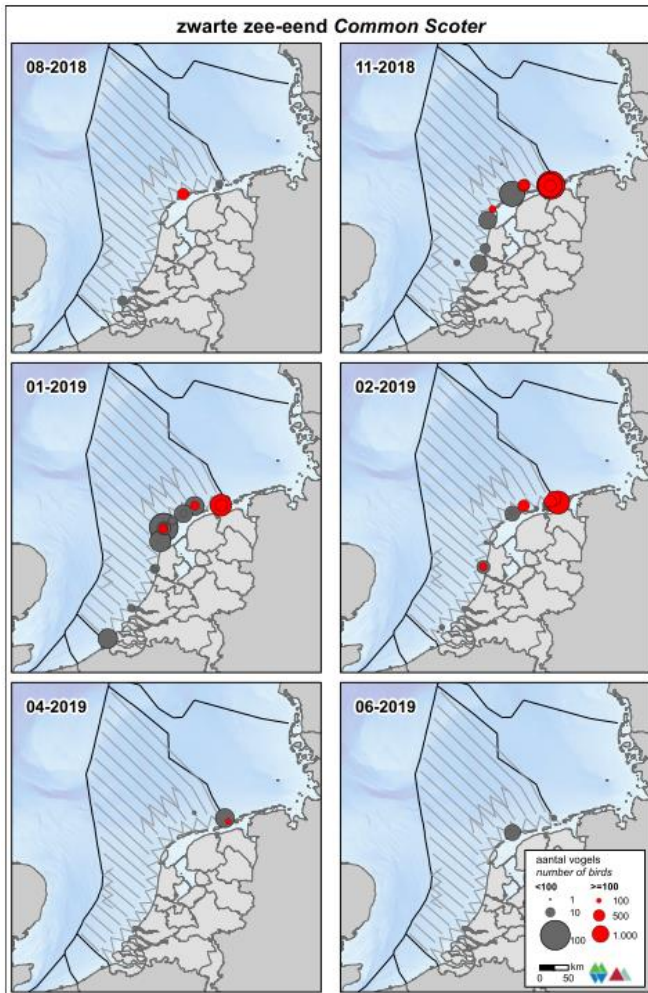
Aan de kust en op het open water komen verschillende soorten eenden voor zoals de topper, eider, zwarte zee-eend, kuifduiker en brilduiker. Deze soorten leven voornamelijk van bodemdieren, waarbij vooral in ondiep water gefoerageerd wordt. Daarnaast komen ook andere soorten eenden voor, zoals de middelste zaagbek, de bergeend en de wilde eend. Open water kan naast foerageergebied ook als rust- of ruigebied functioneren. Daarnaast kunnen de kustgebieden als hoogwatervluchtplaatsen dienen voor de aanwezige eendensoorten. De eendensoort die met de grootste aantallen waargenomen is in 2019/2019 op het NCP is de zwarte zee-eend.

#### **Zwarte zee-eend**

De zwarte zee-eend (*Melanitta nigra*) komt het hele jaar voor in Nederland. De soort is afhankelijk van schelpdierbanken als voedselvoorziening en is in de afgelopen 25 jaar flink achteruitgegaan in aantallen (Arts, et al., 2016). Echter in maart 2016 werden er voor het eerst sinds jaren weer zeer hoge aantallen



gezien (Arts et al., 2016). Figuur 32 laat de verspreiding zien tijdens het 2018-2019 monitoringsseizoen van Rijkswaterstaat. In totaal zijn er in het seizoen van 2018/2019 15.904 individuen geteld op het NCP. Zwarte zee-eenden kunnen in het gebied voorkomen (Figuur 32) en verblijven om te ruien. Tijdens de rui zijn de dieren extra gevoelig voor verstering omdat ze hun vliegvermogen verliezen, de ruiperiode duurt van augustus t/m oktober. De dieren hebben een broedgebied in Rusland, waar ze vanaf mei naar toe vliegen (Smit & de Jong, 2011).



Figuur 32: Verspreiding van de zwarte zee-eend op het NCP in het seizoen 2018/2019 (Fijn et al., 2019)

Buiten de broedtijd is de zwarte zee-eend een kustminnende zeevogel. In Nederland is het een doortrekker: een wintergast in groot aantal en een zomergast in vrij klein aantal. In sommige jaren blijven groepen van enkele honderden tot duizenden zwarte zee-eenden in de zomer ruien.

De zwarte zee-eend zoekt voedsel in de onderwaterbodem (benthos) en is een voedselspecialist. Zijn belangrijkste voedselbron was tot voor kort *Spisula*, die hij gewoonlijk tot op een diepte van 5-15 m opviste. Deze soort is achteruitgegaan. Nu wordt vooral gefoerageerd op *Ensis* en andere soorten van mesheften. De zwarte zee-eenden zijn afhankelijk van een aantal belangrijke schelpenbanken waar hun prooidieren in grote concentraties voorkomen. Rust op deze cruciale foerageergebieden is van groot belang. In sommige jaren concentreren zich in de zomer tot enkele duizenden ruiende zwarte zee-eenden in onze kustwateren.

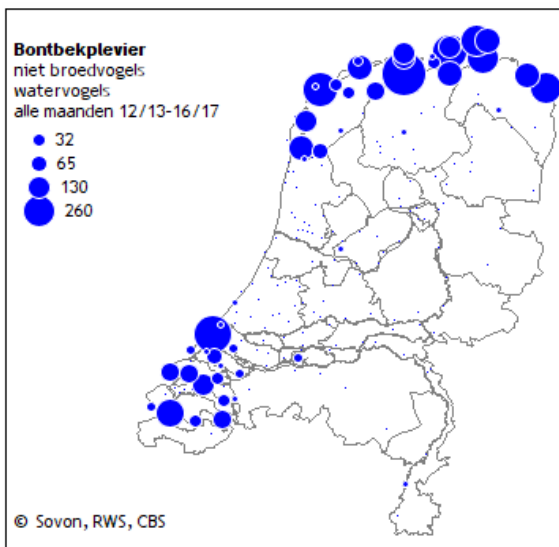
#### 5.2.1.4 Steltlopers

Het Nederlandse kustgebied is van belang voor meerdere soorten steltlopers. Dit zijn onder andere de bontbekplevier, bonte strandloper, drieteenstrandloper, kanoetstrandloper, scholekster, steenloper, strandplevier, en zilverplevier. Deze vogels gebruiken de gebieden als foerageergebied en doortrekgebied en komen voor op al dan niet begroeide slikken en platen, stranden en binnen en buitendijkse graslanden.

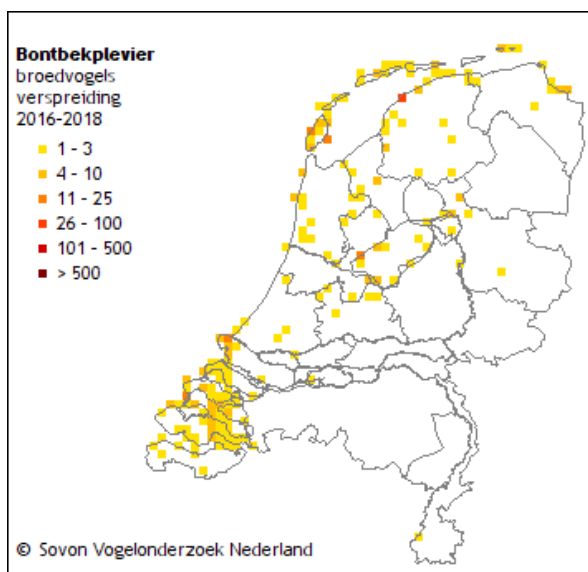
Uitzondering is de steenloper, die vooral op harde substraten, zoals dijken, voorkomt. Met hoogtij maken de steltlopers gebruik van hoogwatervluchtplaatsen, zoals de dijken en platen.

### **Bontbekplevier**

Bontbekplevieren kunnen het hele jaar worden waargenomen, maar zijn in de wintermaanden schaars. Buiten de broedtijd is de bontbekplevier sterk gebonden aan zout water en intertidengebieden, voornamelijk in het Wadden- en Deltagebied (Ministerie van LNV, 2008a). Vele duizenden doortrekkers pleisteren in Waddenzee en Deltagebied Figuur 33. De voorjaars trek piekt hier in maart en vooral in mei, wanneer hoog noordelijk broedende vogels ons land passeren. In augustus en september zijn opnieuw grote aantallen aanwezig. In het binnenland is de soort schaars. De landelijk getelde aantallen namen sinds 1975 geleidelijk toe, wat vooral voor rekening van het Waddengebied komt (Sovon, 2017). De meeste broedparen bevinden zich in het Wadden – en Deltagebied, Figuur 34. Langs de Noordzeekustzone komen ook enkele broedvogels voor.



Figuur 33: Verspreiding van de bontbekplevier als niet broedvogel in de periode 12/13 - 16/17 (Sovon, 2017).



Figuur 34: Verspreiding van de bontbekplevier als broedvogel in de periode 2016-2018

### 5.2.1.5 Duikers

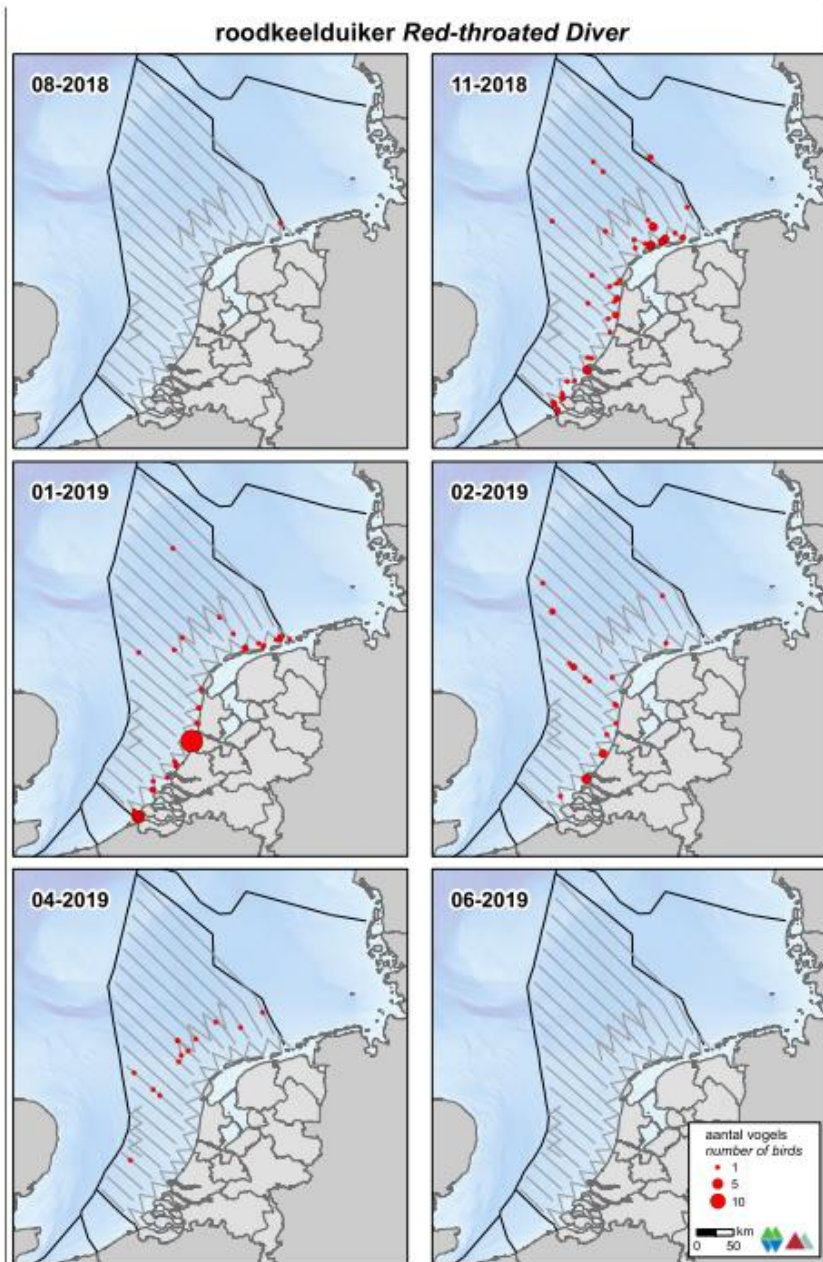
In het Nederlandse deel van de Noordzee komen verschillende soorten duikers voor zoals de roodkeelduiker en de parelduiker. De roodkeelduiker (*Gavia stellata*) komt alleen in de winter voor in Nederland, van oktober tot mei. Ook de parelduiker (*Gavia arctica*) is een wintergast in Nederland, van september tot mei is de soort aanwezig langs de kust en op open water

#### **Roodkeelduiker**

De roodkeelduiker (*Gavia stellata*) is in Nederland een doortrekker en wintergast in vrij kleine tot vrij grote aantallen in de kustwateren van de Noordzee. Voornamelijk tussen oktober en mei is de soort in de Noordzeekust te vinden (Sovon, 2016). De roodkeelduiker broedt niet in Nederland, maar de overwinterende populatie in Noordwest-Europa wordt geschat op 150.000 – 450.000 exemplaren (Fijn et al., 2019). In de winter foerageren de duikers op vis in ondiepe (<30 meter) kustwateren. De belangrijkste overwinteringsgebieden in de Noordzee bevinden zich in het zuidoosten van de Noordzee (Fijn et al., 2018). De tellingen van Rijkswaterstaat in augustus en november 2018 en januari, februari, april en juni 2019 zijn weergegeven in Figuur 35. Zoals te zien, ligt het zwaartepunt van de aanwezigheid van de roodkeelduiker tussen november en februari. De hoeveelheid waarnemingen nam in april al flink af, tot geen enkele waarneming in juni en augustus. In november werden er veel roodkeelduikers waargenomen ten noorden van de Waddeneilanden, in januari zijn de grootste concentraties waargenomen langs de Hollandse kust.

De roodkeelduiker foerageert en rust in de kustzone van de Noordzee, voornamelijk in losse groepsverbanden. De roodkeelduiker foerageert in zeegaten en geulen tussen de Waddeneilanden en in de Waddenzee voornamelijk in troebel kustwater en zandige bodem. Het kustwater heeft een minder hoge saliniteit dan het water van de open zee (Ministerie van LNV, 2008d).

De roodkeelduiker eet enkel vissen zoals kabeljauwachtigen, zeedonderpadden, harnasmannetjes, haring, sprout en zandspiering (Ministerie van LNV, 2008d; Verdaat, 2006).



Figuur 35: Verspreiding van de roodkeelduiker op het NCP in het seizoen 2018/2019 (Fijn et al., 2019)

### Parelduiker

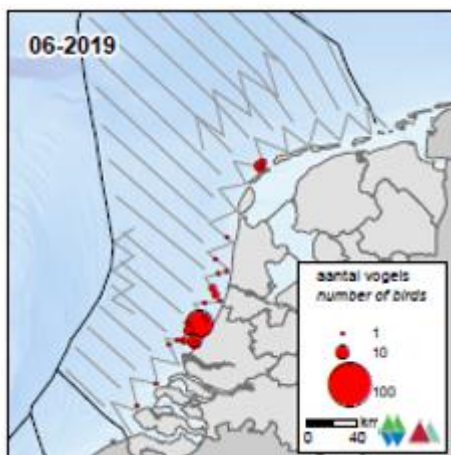
De parelduiker (*Gavia arctica*) lijkt sterk op de veel talrijkere roodkeelduiker en wordt hier vaak mee verward. Als de vogels in het winterkleed zijn, hebben juist de roodkeelduikers duidelijke witte vlekjes of 'parels' op de rug. De parelduiker heeft die parels in het zomerkleed wanneer hij niet in Nederland is. De parelduiker is wat forser dan de roodkeelduiker en heeft een zwaardere, rechte snavel. De parelduiker is aan zee schaarser dan de roodkeelduiker. Duikers zijn moeilijk te monitoren, omdat ze een groot deel van de tijd onder water doorbrengen (Fijn, et al., 2016). De parelduiker nestelt 's zomers op meren in noordelijke bossen en toendra's. De dichtstbijzijnde broedpopulatie bevindt zich in noordoost Schotland en zuid Scandinavië (Ministerie van LNV, 2008c).

De parelduiker komt vooral voor in de tot 30 m diepe kustzone van de Noordzee en kiest daar waarschijnlijk een leefgebied uit dat vergelijkbaar is met het leefgebied van de roodkeelduiker. Anders dan de roodkeelduiker komt de parelduiker echter ook kleine aantallen voor op grote binnenwateren. De ecologische vereisten van parelduikers buiten het broedseizoen zijn nauwelijks bekend. De parelduiker is afhankelijk van vis. Welke prooi ze in Nederland kiezen is onbekend. Uit onderzoek in de Oostzee blijkt dat de parelduikers alle vissen eten die door hun keelgat passen (Ministerie van LNV, 2008c).

### 5.2.1.6 Aalscholvers en genten

#### **Aalscholver**

Aalscholvers komen aan de hele Nederlandse kust (en in het binnenland) voor. In Nederland is de vogel het gehele jaar aanwezig, als broedvogel, doortrekker of overwinteraar. De Nederlandse broedpopulatie wordt geschat op ca. 21.450 broedparen, waarvan een deel wegtrekt in de winter. Daarnaast is Nederland het overwinteringsgebied van grote aantallen aalscholvers uit met name Noord-Europa (bijv. Denemarken) en Oost-Europa (bijv. Duitsland en Polen) (Fijn et al., 2018). De meeste van de in Nederland broedende aalscholvers trekken in het najaar naar Frankrijk en verder naar het zuiden, tot aan Noord-Afrika. Maximum aantallen bereikt de soort in ons land tijdens de najaarstrek in september. De aantallen in november-februari zijn relatief laag. Tijdens de monitoring van Rijkswaterstaat in 2018 en 2018 lag het zwaartepunt van de aanwezige aalscholvers aan de kust in juni 2019, met een geschatte populatie van 1.700 exemplaren, Figuur 36 (Fijn et al., 2019).

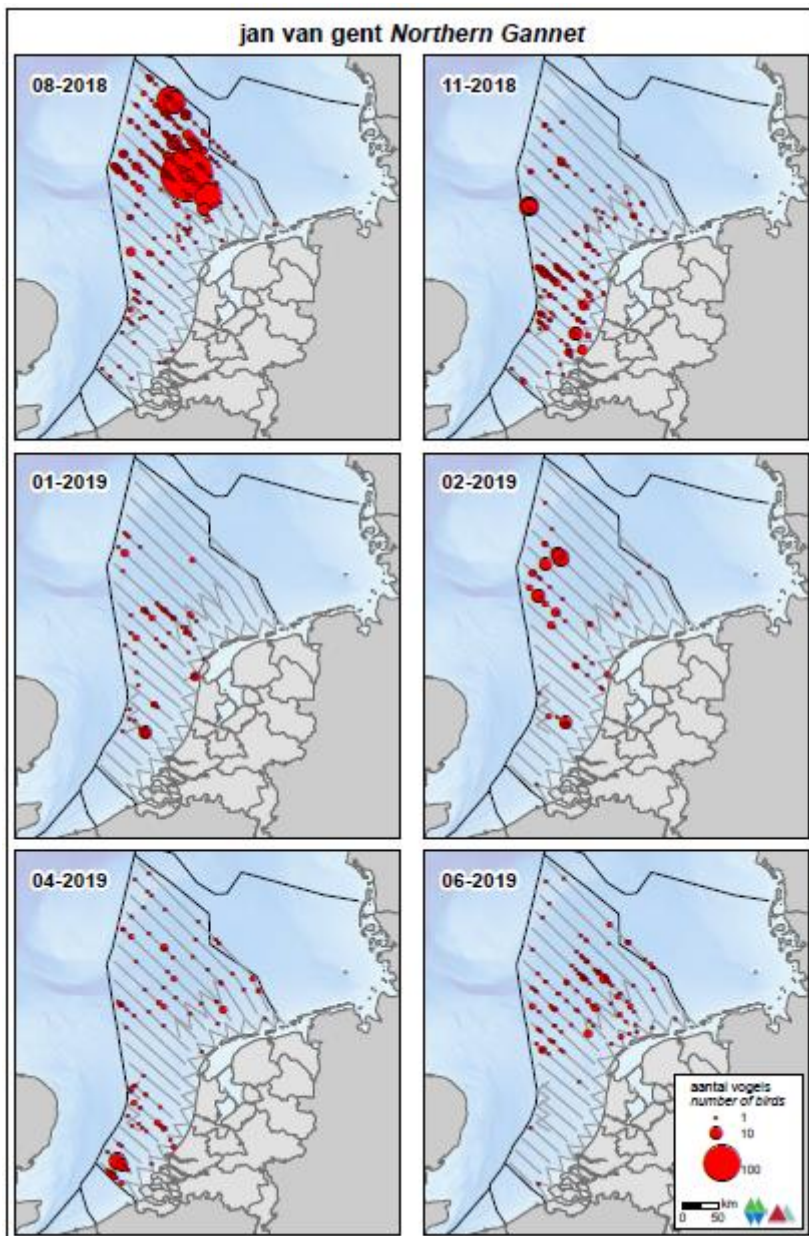


*Figuur 36. Verspreiding van aalscholvers tijdens de monitoringsvlucht in juni 2019 op het totale NCP (Fijn et al., 2019)*

In ons land zijn aalscholvers zowel te zien in zoete als zoute wateren met goede vispopulaties. Omdat het verenkleed van de aalscholver beperkt waterdicht is, is de soort gebonden aan de kust voor droge rustplaatsen en wordt hij op het NCP buiten de 12-mijlszone vrijwel niet aangetroffen (Fijn et al., 2019). Alleen in augustus zijn er aalscholvers aangetroffen op het NCP, ca. 190. De grootste aantallen bereikt de soort op grotere meren en plassen en in het Deltagebied, de Waddenzee en in de daaraan grenzende kustzone van de Noordzee. De soort is opportunistisch wat betreft zijn prooikeuze en de selectie van de visgrootte, hij past zich aan het lokale voedselaanbod aan voor zo ver zijn keel dat toelaat. In zoete wateren wordt voornamelijk in scholen levende vis als spiering, baars, pos, blankvoorn en karperachtigen gegeten. In zoute wateren eet de aalscholver vooral platvis (schol), maar ook zandspiering, kleine zeenaald en driedoornige stekelbaars. Vaak vissen aalscholvers samen in matig helder water, waarbij de school van onderaf tegen het licht gejaagd wordt. Het voedselgebied (grote, voedselrijke, visrijke binnen- of kustwateren) ligt maximaal 15-20 km van de nestplaats. De aalscholver jaagt als eenling op individuele vis of groepsgewijs op scholen vis. Vermesting die resulteert in algenbloei leidt tot voor de aalscholver ongeschikt viswater. Het water heeft dan te weinig doorzicht en een te eenzijdig voedselaanbod. Meestal bevinden die locaties zich op grote afstand van potentiële verstoringsbronnen, het zijn bijv. eilandjes met bomen, in het water staande hoogspanningsmasten, onbewoonde wad- en zandplaten en rustig gelegen Noordzeestranden. De aalscholvers leggen grote afstanden af bij het op en neer vliegen tussen slaap- en rustplaats en voedselgebieden, soms vliegen ze daarbij tientallen kilometers ver.

### Jan-van-gent

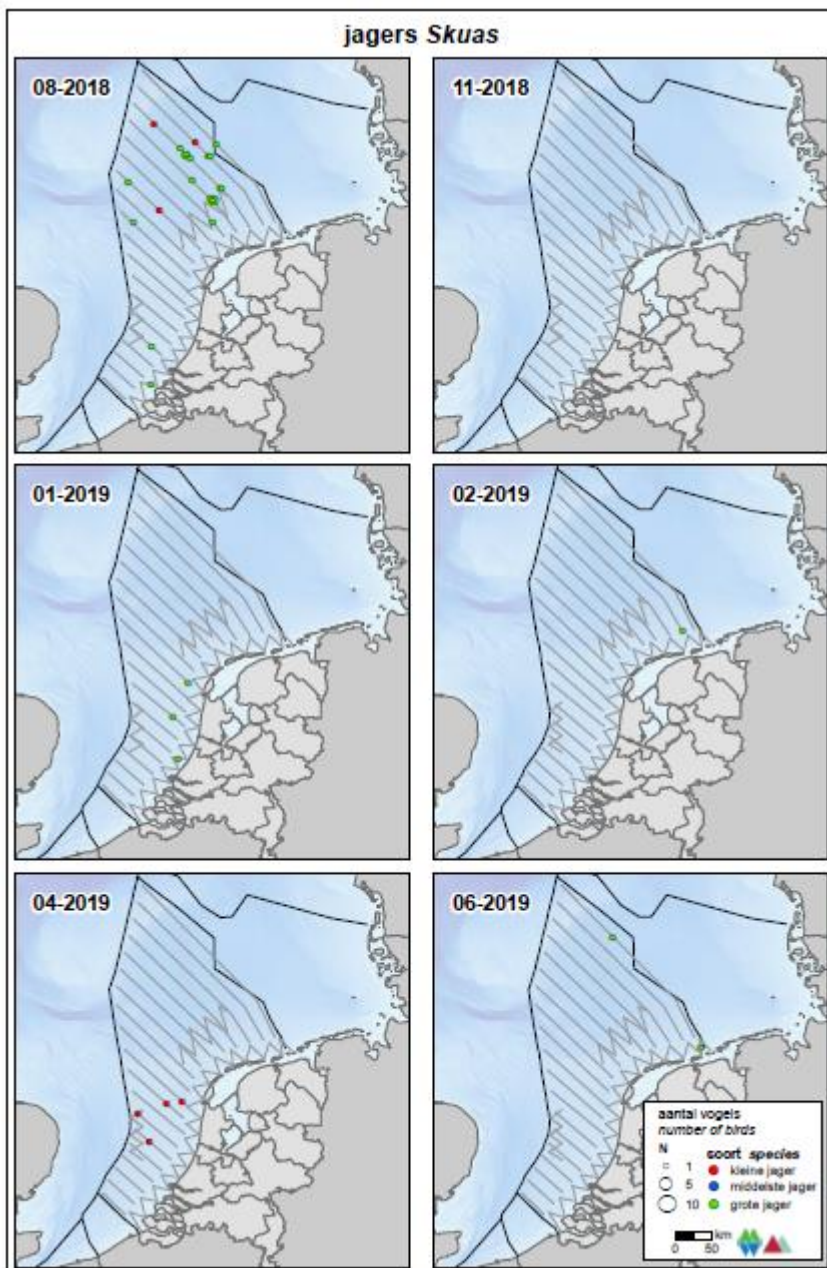
De jan-van-gent (*Morus bassanus*) is een echte zeevogel die aan de kust nauwelijks voorkomt. De soort is het hele jaar aanwezig maar het zwaartepunt ligt tussen september en half november. Net als de aalscholver is de jan-van-gent een echte viseter; de aantallen gaan omhoog bij een hoger voedselaanbod van bijvoorbeeld jonge haring. De Noordzeepopulatie wordt geschat op 390.000 paar, echter in Nederland zijn geen broedgevallen bekend. De broedpopulaties bevinden zich met name in Groot-Brittannië. In het seizoen 2018/2019 werden op het NCP worden buiten de 12 mijl zone de grootste concentraties aan jan-van-genten waargenomen in augustus 2018 (ca. 41.9000), Figuur 37.



Figuur 37: Jan-van-gent tellingen in 2018 en 2019 (Fijn et al., 2019)

### 5.2.1.7 Grote jager

De grote jager (*Stercorarius skua*) is een vogel van de open zee. Hij foerageert op open zee en in de kustwateren. Het is een opportunistische soort met een gevarieerd dieet. Vooral vis, zelf gevangen (onder meer spiering) of als visafval van trawlers (o.m. schelvis, wijting, kever). Ook steelt de grote jager vis van andere zeevogels (w.o. jan-van-gent, alken), daarbij achtervolgt hij zijn slachtoffers net zolang totdat ze hun prooi loslaten of uitbraken. De grote jager doodt ook vogels (vooral drieteenmeeuw, papegaaiduiker), verder eet et dier pijlkrans en aas. De grote jager gebruikt het Nederlands Continentaal Plat (NCP) om te foerageren en migreert in het najaar via Nederlandse kustwateren richting open zeegebieden in Zuidwest-Europa en Noordwest-Afrika (R. G. Jak et al., 2009). De ruiperiode begint in augustus en loopt parallel met de najaarstrek. In september werden hogere aantallen grote jagers op de Bruine Bank waargenomen (R. S. A. Van Bemmelen et al., 2012). Echter tijdens de zes monitoringsvluchten in het seizoen van 2018/2019 is de grote jager niet waargenomen op de Bruine Bank, Figuur 38 (Fijn et al., 2019)



Figuur 38 Grote jager tellingen in 2018 en 2019 (Fijn et al., 2019)

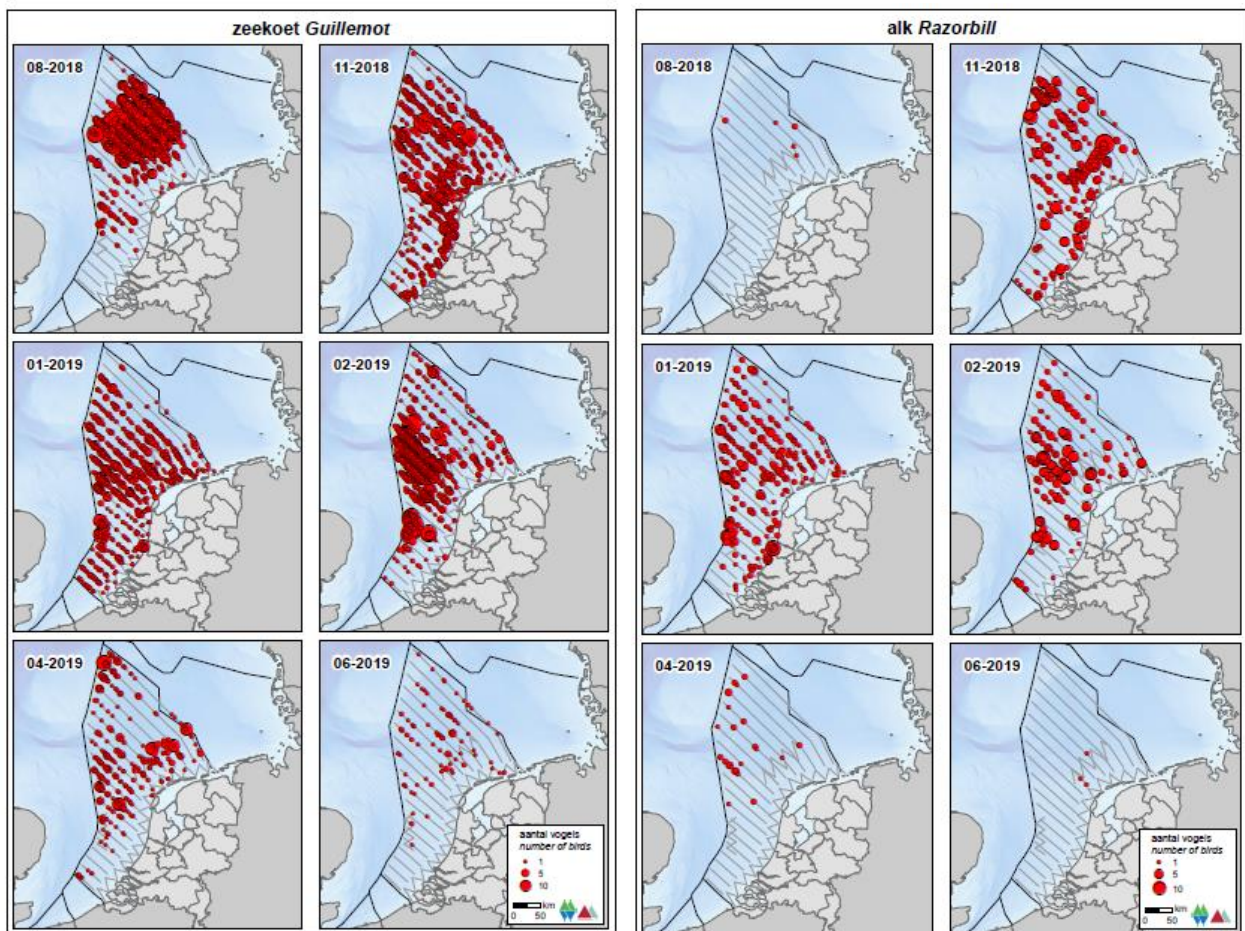
*Zeekoeten en alken*

De Zeekoet (*Uria aalge*) is de talrijkste overwinterende vogel op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). De Zeekoet is vooral in het najaar in grote aantallen aanwezig op de Noordzee. Zeekoeten komen over de hele Noordzee voor, maar dichtheden dicht langs de Nederlandse kust zijn lager dan verder op zee. Net als pinguïns jagen Zeekoeten onder water naar voedsel, tussen gemiddeld 20 en 50 meter diepte, waarbij ze hun vleugels gebruiken voor de voorstuwing. Zeekoeten eten vooral vis, maar ook inktvis en wormen. Belangrijke prooisoorten zijn zandspiering en haringachtigen in de zomer en grondels, zeenaalden en kabeljauwachtigen in de winter. Zeekoeten worden door scheepsbewegingen verstoord. Vaak reageren ze op naderende schepen door te duiken of soms door weg te vliegen. Ook laten ze andere tekenen van stress zien. Samen duidt dit erop dat schepen het natuurlijk gedrag van zeekoeten verstoren. Het gevolg van deze verstoring is dat de tijd die nodig is om te eten en te rusten wordt gereduceerd, waardoor de vogels in conditie achteruit kunnen gaan (Jak et al., 2009).

De alk (*Alca torda*) komt vrij algemeen voor op het NCP. Vanaf november wordt de alk op de Zuidelijke Noordzee en de kustzone gezien. Vooral in november, januari en februari komen alken verspreid voor over het NCP (Fijn et al., 2019).

In Figuur 39 zijn de verspreidingen van de alk en zeekoet tussen 2018-2019 weergegeven.

Zowel alken als zeekoeten ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (R. van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari/maart, voor de zeekoet iets eerder. De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari/maart, voor de zeekoet iets eerder. Concentraties ruiende zeekoeten en alken worden gevonden in het Friese Front en op de Bruine Bank (Bemmelen et al., 2012).

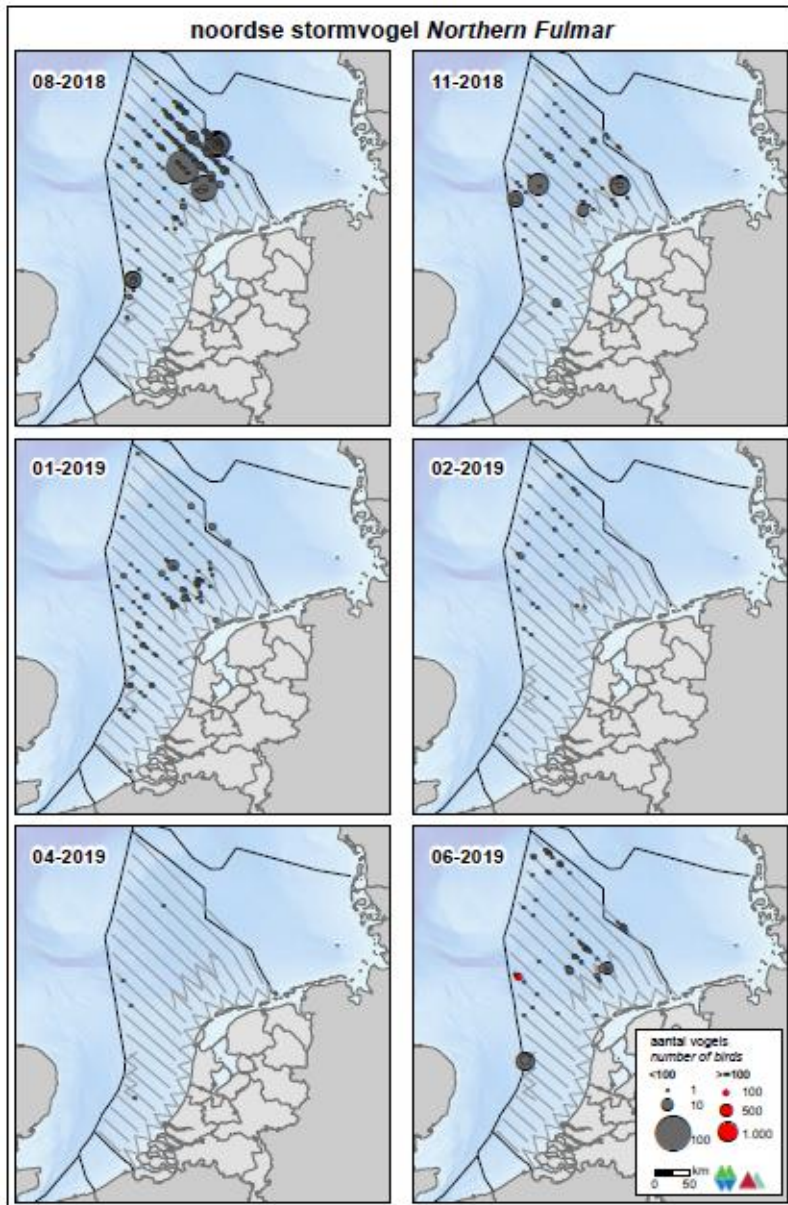


Figuur 39. Verspreiding van de zeekoet (links) en alk (rechts) op het NCP in het seizoen 2018/2019 (Fijn et al., 2019)



### 5.2.1.8 Noordse stormvogel

De noordse stormvogel is een vrij algemeen voorkomende soort op de Nederlandse Noordzee. De Atlantische populatie wordt geschat op 2.700.000 – 4.100.000 exemplaren, de Noordwest-Europese populatie op 535.000 broedparen (Fijn et al., 2018). De noordse stormvogel is een pelagische soort die de kustzone zoveel mogelijk mijdt, ook in 2018-2019 (Fijn et al., 2019). Geschatte populatiegroottes op open water liepen in 2018 en 2019 uiteen van ca. 680 exemplaren in april 2019 tot ca. 50.700 in augustus 2018, Figuur 40.



Figuur 40. Verspreiding van de noordse stormvogel op het NCP in het seizoen 2018/2019 (Fijn et al., 2019)

### 5.2.1.9 Trekvogels

Er trekken veel vogelsoorten over de Noordzee. Vooraanstaand is dit de eerder beschreven dwergmeeuw die over de gehele Noordzee trekt. Ook andere meeuwensoorten, waaronder de stormmeeuw, zilvermeeuw en mantelmeeuw zijn in mindere mate over het gehele NCP waargenomen. Ook kunnen stern en steltlopers in de maanden tussen april en augustus over de Noordzee trekken (Fijn et al., 2011). Met name de niet-zeevogels trekken bij voorkeur onder gunstige weersomstandigheden over grote zee-oppervlakten. Zangvogels en steltlopers vliegen tijdens deze dagen vaak op honderden meters hoogte tot wel meer dan 2 km. Onder minder gunstige omstandigheden (bijv. met tegenwind) vliegen de vogels lager. Vlieghoogtes van rond de 100 meter zijn dan niet ongebruikelijk. Incidentele botsing met het platform, dat 50 – 100 meter boven het

water uitsteekt, is dan in principe mogelijk, maar de kans hierop is verwaarloosbaar en zal verder in deze Soortenbeschermingstoets niet worden behandeld. Verlichting op het platform kan wel een aantrekkelijke werking op de trekvogels hebben. Dit mogelijke effect wordt behandeld in hoofdstuk 6.1.1.4

## 5.2.2 Vleermuizen

Een aantal vleermuizen vliegt ook boven het NCP. Hier jagen de vleermuizen dan op insecten. Insecten worden aangetrokken door structuren als boten en windturbines. Overdag schuilen vleermuizen op boorplatformen en in windparken. Het gaat om de ruige dwergvleermuis, de rosse vleermuis en de tweekleurige vleermuis. Deze soorten zijn verspreid over de gehele Noordzee (Noordzeeloket, 2017). De aanwezigheid van de ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis op zee is sterk seizoensgebonden wat erop duidt dat de soorten die worden waargenomen aan het migreren zijn (Lagerveld et al., 2017). Tussen 2013 en 2019 heeft ringonderzoek aangetoond dat vleermuizen de Noordzee met succes kunnen oversteken (Bat Conservation Trust, 2020). In het onderzoek van Lagerveld et al. (2017) werden op offshore locaties de hoogste aantallen vleermuizen waargenomen tijdens de migratie periode naar de winterverblijven (eind augustus/september). Tijdens migratie periode in het voorjaar wanneer de vrouwtjes terug keren om kraamkolonies werden vleermuizen waargenomen tussen maart en juni. In juli en begin augustus werden de waarnemingen zeldzaam.

## 5.2.3 Zeezoogdieren

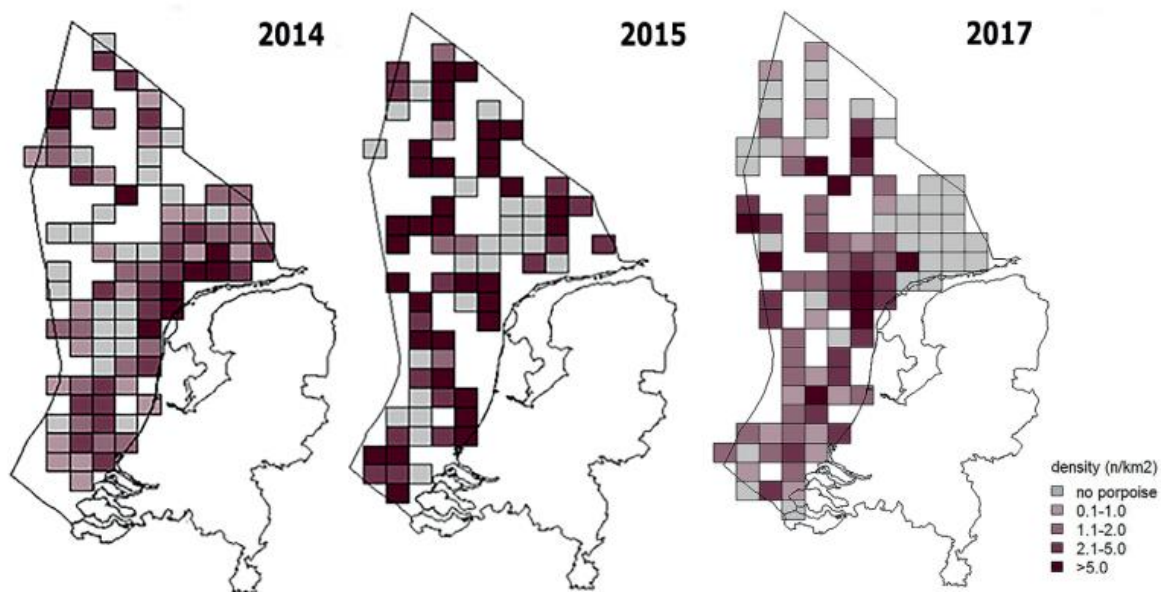
In het Nederlands Continentaal Plat komen verschillende soorten zeezoogdieren voor. De meest voorkomende beschermende soorten zijn de bruinvis, de gewone zeehond en de grijze zeehond. Deze soorten zijn het jaar rond te vinden op het NCP.

### 5.2.3.1 Bruinvis

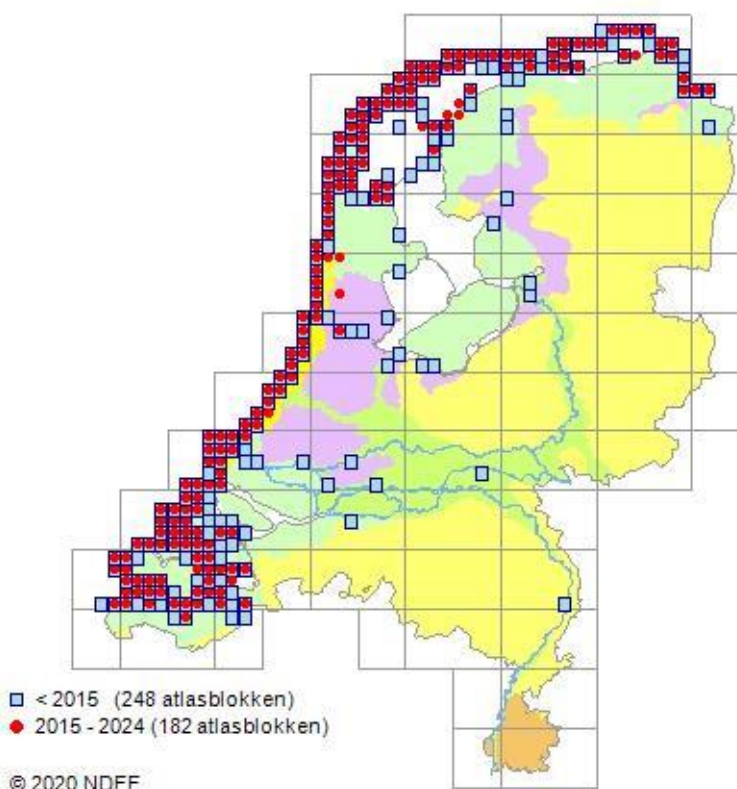
De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een van de kleinste walvisachtigen (kleiner dan 2 meter) en komt algemeen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee en aangrenzende kustwateren. Veelal worden de dieren alleen of in kleine groepjes waargenomen, soms worden groepen van enkele tientallen dieren waargenomen. Bruinvissen hebben een brede prooikeuze maar eten vooral vissen en inktvissen, het voedsel verschilt sterk regionaal en is afhankelijk van plaatselijk voedselaanbod.

Het belangrijkste leefgebied van de bruinvis omvat de kustwateren van de gematigde en subarctische delen van het noordelijke halfrond. Op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) nemen vanaf begin jaren negentig van de twintigste eeuw de frequentie van de waarnemingen en de gemelde aantallen toe. Een stijging in zomeraantallen en observaties van kalfjes suggereert dat het NCP steeds belangrijker wordt als voortplantingsgebied voor bruinvis (Geelhoed & Scheidat, 2018). De Nederlandse bruinvissen zijn onderdeel van de algemene populatie in de zuidelijke Noordzee en er vindt migratie plaats naar Britse en vermoedelijk ook naar Duitse wateren. De migratiebewegingen van bruinvissen tussen de kustwateren en de open zee als ook die op grotere schaal, zijn voor de zuidelijke Noordzee zeer onduidelijk (Ministerie van Economische Zaken, 2014a).

Wageningen Marine Research telt jaarlijks vanuit een vliegtuig het aantal bruinvissen op het NCP. De meest recent gepubliceerde telling is die van 2017. De totaalschattingen van het aantal bruinvissen varieerde tussen 2012 en 2017 van minstens 40.000 tot meer dan 75.000 dieren (Geelhoed & Scheidat, 2018). De dichtheden van bruinvissen gedurende de laatste drie zometellingen is weergegeven in Figuur 41.



Figuur 41: Dichtheidsverspreiding van bruinvissen (dieren/km<sup>2</sup>) per 1/9 ICES blok, metingen van zomer 2014, 2015 en 17. Blokken met te weinig observaties zijn niet opgenomen. Figure 3 uit (Geelhoed & Scheidat, 2018).



Figuur 42: Verspreiding van de bruinvis (NDFF, 2020).

De actuele kennis over verspreiding en dieet geven, vanwege de wijde verspreiding, onvoldoende aanleiding om in het Nederlandse deel van de zuidelijke Noordzee specifieke voortplantingsgebieden, geboortegronden of foerageergebieden te identificeren (Ministerie van Economische Zaken, 2014a). Er is ook weinig bekend over de redenen achter de grote variatie in leefgebied, Figuur 42. Mogelijk speelt voedselaanbod hierbij een rol.

De bruinvis komt boven water om adem te halen en tijdens het jagen van ongeveer 4-6 minuten waargenomen, hierbij duikt de soort tot wel 200m. De bruinvis maakt gebruik van echolocatie voor navigatie op korte afstand en voor het vinden van voedsel. Zijn dieet bestaat uit kleine vissen en in het Nederlandse deel van de Noordzee wordt vooral rondvis zoals de wijting en sprat gegeten. Daarnaast eten ze ook haring, kabeljauw of kleine kreeftachtigen. Een bruinvis eet dagelijks ongeveer 10% van zijn lichaamsgewicht aan vis (5kg) (De Zoogdierverseniging, 2019).

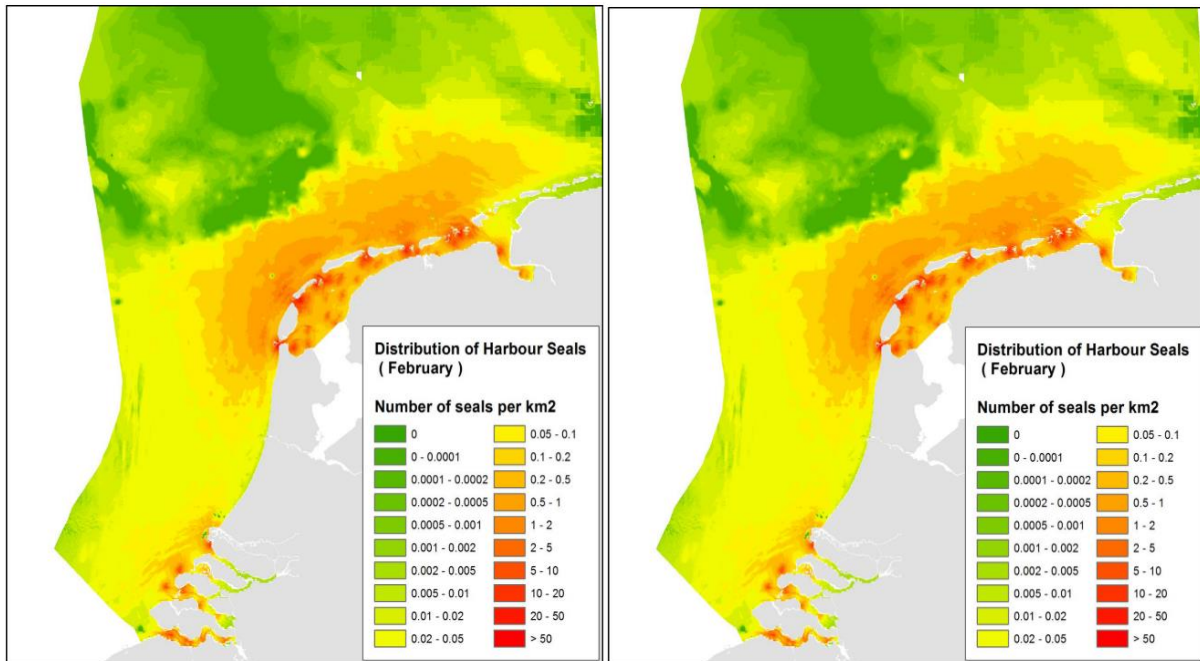
### 5.2.3.2 Gewone zeehond

De gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is het meest voorkomende zoogdier in de Nederlandse kustwateren. Binnen de zeehondenfamilie (Phocidae) is de gewone zeehond (*Phoca vitulina*) een relatief kleine soort waarbij mannetjes 1,5 tot 2 m lang worden en tot 120 kg kunnen wegen, vrouwtjes zijn iets kleiner en lichter. De gewone zeehond zoekt zijn voedsel in de kustwateren en verder op zee. Hierbij trekken ze in de winter soms tot wel 100 km de zee op om te foerageren. De soort is een carnivoor en voedt zich met uiteenlopende soorten vis, weekdieren en kreeftachtigen. Rond het begin van de zomer (mei-juli) worden de jongen geboren, deze kunnen vrijwel gelijk zwemmen. Het jong wordt ongeveer een maand lang gezoogd. Deze zoogperiode is kritiek en verstoring van de populaties dient dan met name voorkomen te worden (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). In de zomer (augustus) vindt de verharingsperiode plaats, tijdens deze periode zijn de zeehonden eveneens verstoringsgevoelig.

Hoewel de populatieomvang van de gewone zeehond in Nederland een zeer positieve trend vertoont is de landelijke staat van instandhouding van de gewone zeehond (uit voorzorg) als matig ongunstig beoordeeld. Dit is gebaseerd op een ongunstig toekomstperspectief door het potentiële effect van menselijke activiteiten in de Waddenzee, Noordzee en Delta. Het is nog onvoldoende duidelijk wat het effect is van deze activiteiten (zand- en schelpwinning, visserij, toerisme, windmolenparken) op de populatieontwikkelingen.

De meeste gewone zeehonden blijven in het gebied waar ze bekend zijn en ook is er weinig seizoenstrek. Wel treedt uitwisseling op tussen de verschillende gebieden waar de soort voorkomt, met name door jonge dieren. Sommige dieren vertonen zwerfgedrag en kunnen voor een langere periode wegblijven of zich in andere gebieden vestigen. Zo kan er migratie van en uitwisseling met andere regio's in de Noordzee plaatsvinden, zoals met populaties in Groot-Brittannië, Bretagne of de Duitse Waddenzee. In Nederland komt het overgrote deel, hedendaags rond de 90%, van de gewone zeehonden voor in de Waddenzee.

De algehele verspreiding van gewone zeehonden in de Nederlandse kustwateren is weergegeven in Figuur 43 (Aarts et al., 2016). De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van zeehonden weer die (foerageer)tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland. De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. Het model is een combinatie van een habitatmodel en teldata van zeehonden op ligplaatsen in de Waddenzee en Delta gebieden. De dichtheden zeggen wat over de gebruiksfunctie van het gebied voor de zeehonden. Langs de bovenzijde van de Waddeneilanden, in het rode gebied, ligt een belangrijk foerageergebied voor de zeehonden. Uit zenderdata (Aarts et al., 2016) is bekend dat de zeehonden uit de Waddenzee tot honderden kilometers uit de kust op het NCP foerageren. Met name in de winterperiodes maken de zeehonden vaker langere foerageertochten, zoals te zien is in de hogere dichtheid in het plangebied in februari, zie Figuur 43.



*Figuur 43. De kaart geeft de gemodelleerde verspreiding van zeehonden weer die tochten maken vanaf ligplaatsen in Nederland (Aarts et al., 2016). De waarden staan voor aantal zeehonden per vierkante kilometer. De verspreiding in september is links weergegeven en de verspreiding in februari rechts.*

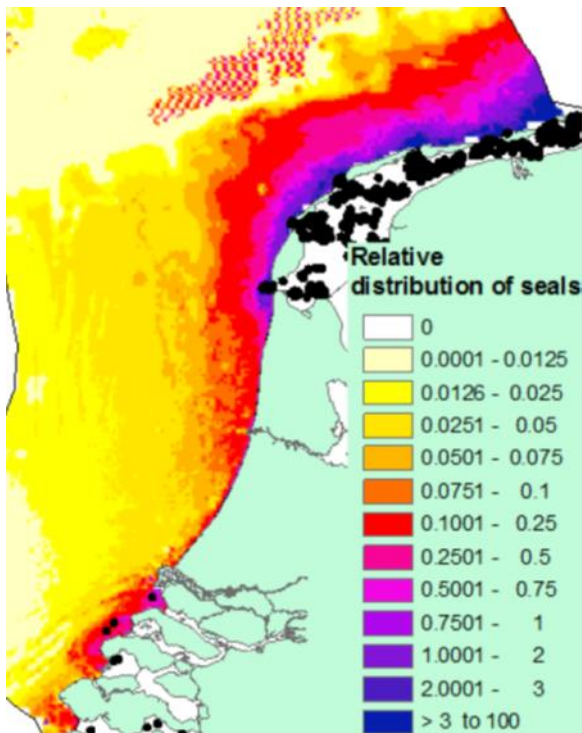
### 5.2.3.3 Grijs zeehond

De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) verdween in de Middeleeuwen en is pas sinds begin jaren tachtig terug in Nederland in de Waddenzee. Sinds 2003 wordt de soort ook weer aangetroffen in het Deltagebied. De mannetjes zijn tot 2,5 m lang en wegen 170 tot 350 kg; de vrouwtjes zijn net boven de twee meter lang en wegen 120 tot 220 kg. De grijze zeehond vertoont hiërarchisch gedrag met dominante mannetjes en harems van een tiental vrouwtjes. Grijze zeehonden zijn minder kustgebonden en honkvast dan de gewone zeehond en kunnen tot honderden kilometers van de kust foerageren. Tijdens de voortplanting die in Nederland van november-januari plaats vindt en de daaropvolgende verharingsperiode (maart tot april) trekken de dieren meer naar de kust, vanwege de ligplaatsen die permanent droog liggen. Tijdens deze verharings- en zoogperiode bestaan ligplaatsen van grijze zeehonden uit rotskusten, zand- en kiezelstranden die tijdens normaal hoogwater niet onderlopen. Dit is belangrijk omdat de pups niet goed kunnen zwemmen en gedurende de zoogperiode van tenminste drie weken als ook tot een ruime maand hierna op hun ligplaatsen blijven (Ministerie van Economische Zaken, 2014c). Gedurende deze periode is verstoring nadelig. Hoger gelegen stranden en duinen bieden betere bescherming tegen overstroming, maar zijn minder geschikt als ligplaatsen omdat pups van grijze zeehonden daar doorgaans eerder worden verstoord (Ministerie van Economische Zaken, 2014c).

Het verspreidingsgebied van de grijze zeehond bevat de kusten in gematigde en koudere delen van de Noordelijke Atlantische Oceaan. De grijze zeehond heeft de gehele Noordzee als leefgebied. Gericht op het voorkomen van achteruitgang zijn de doelstellingen voor het leefgebied en de populatie op behoud gezet.

#### *Noordzeekustzone*

Grijze zeehonden komen voor in de Noordzeekustzone. De gemodelleerde verspreiding van zeehonden op het NCP is weergegeven in Figuur 44 (Brasseur & Geelhoed, 2011). De kaart geeft de gemodelleerde voorspelling van relatieve zeehondendichtheid op basis van habitatkenmerken. De dichtheden zeggen met name iets over de gebruiksfunctie van het gebied voor de zeehonden. Langs de bovenzijde van de eilanden, in het blauwe gebied, ligt bijvoorbeeld een belangrijk foerageergebied voor de zeehonden. Uit zenderdata (Brasseur & Geelhoed, 2011) is bekend dat de zeehonden uit de Waddenzee tot honderden kilometers uit de kust op het NCP foerageren.



Figuur 44: Gemodelleerde voorspelling van relatieve zeehondendichtheid (grijze en gewone) op basis van habitatkenmerken op het NCP volgens (Brasseur & Geelhoed, 2011)

#### 5.2.3.4 Overige zeezoogdieren

De dwergpotvis, gestreepte dolfin, gewone spitsdolfin, gewone vinvis, grijze dolfin, kleine zwaardwalvis, narwal, noordse vinvis, orka, potvis, walrus en witflankdolfin zijn niet relevante soorten voor het studiegebied. Deze soorten zijn niet recentelijk (<5 jaar) met regelmaat waargenomen in de Nederlandse kustwateren (Website NDFF, 2020) en voornamelijk als verdwaald, zwak of dood aangetroffen. Deze zoogdiersoorten worden daarom niet meegenomen in deze beoordeling. Hieronder volgt een korte beschrijving van zeezoogdieren die in de afgelopen 5 jaar, van 2015 tot 2020, in mindere mate of sporadisch zijn waargenomen in de Nederlandse kustwateren.

De bultrug (*Megaptera novaeangliae*) is een middelgrote baleinwalvis die tot ongeveer 17 meter lang kan worden. De bultrug leeft voornamelijk in Arctische wateren maar migreert naar warme wateren om te bevallen en het jong groot te brengen, tijdens deze periode vast de walvis. Waar deze soort eerst zeer zeldzaam was, wordt deze steeds vaker als (dwaal)gast waargenomen in de Nederlandse wateren. De laatste jaren zijn er jaarlijks 2 á 3 exemplaren gezien, die enige tijd voor de Nederlandse kust verbleven (Waarneming.nl, 2017a). Dit waren solitaire (jong)volwassen dieren die voornamelijk foerageerden in onze wateren op waarschijnlijk grote scholen haring

De gewone dolfin (*Delphinus delphis*) is een slanke, tot 2,5 meter lange dolfinsoort met een lange snuit en een karakteristiek geelachtig tot roomwit 'zandloperpatroon' op de flanken. Ze zijn de meest algemeen voorkomende dolfinen in het Middellandse Zeegebied maar zijn sporadisch te vinden in de Noordzee die dan ook de noordgrens is van zijn areaal. De (schaarse) waarnemingen tussen 2015 en 2020 waren dan ook veelal van solitaire individuen (Waarneming.nl, 2017b). Gewone dolfinen zijn echte groepsdieren, het feit dat voornamelijk solitaire en gestrande dieren in onze wateren worden aangetroffen geeft aan dat het gaat om afwijkend gedrag van verdwaalde of zieke individuen.

De griend (*Globicephala melas*) is een zwarte, tot ruim 6,5 meter lange dolfinachtige met een bolle kop, een zeer korte snuit en lange dun uitlopende sikkelvormige borstvinnen. Grienden die in Nederland aangetroffen worden komen oorspronkelijk uit de Noordelijke Atlantische Oceaan. In Nederlandse kustwateren zijn er in 2015 en 2018 waarnemingen gedaan van 1 (2018) tot 8 á 10 (2015) dieren (website NDFF, 2019).

De tuimelaar (*Tursiops truncatus*) is een forse, tot bijna 4 meter lange, overwegend bruingrijs gekleurde dolfin met een vrij korte, stompe snuit. De tuimelaar was vroeger te vinden in de Nederlandse kustwateren die de noordgrens vormt van zijn areaal. De tuimelaar verdween in de jaren '60 door afsluiting van de

Zuiderzee door de Afsluitdijk en de daarmee gepaarde stop van de paaitrek van de Zuiderzeeharing. Sindsdien zijn tuimelaars, afgezonderd van enkele solitaire zwervers, redelijk zeldzaam geworden in de Nederlandse kustwateren. De Schotse en Engelse tuimelaars trekken de laatste jaren steeds verder naar het zuiden. De kans dat een groep dan even op bezoek komt in de Nederlandse kustwateren wordt daarmee steeds groter (ecomare.nl). Van 2015 tot 2020 zijn er zes waarnemingen gedaan van solitaire dieren waarvan twee dode aangestrande dieren. Daarnaast werd zeer uitzonderlijk eind 2014 een groep van naar schatting 35 dieren aangetroffen voor de Zeeuwse kust. Ondanks de vele waarnemingen (waarneming.nl) is het moeilijk om met zekerheid en kritische blik de tuimelaar te herkennen en niet te verwarren met een witsnuitdolfijn, wat niet alle waarnemingen even betrouwbaar maakt.

De witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*) is een middelgrote, tot 3 meter lange, zwaargebouwde dolfin met een korte snuit. Witsnuitdolfijnen leven verder van de kust en is een soort van de koudere zeeën en komt algemeen voor rond Schotland, IJsland en Noorwegen. De Noordzee ligt hiermee op de zuidgrens van het areaal van deze dolfinensoort. De witsnuitdolfijn is hedendaags de meest voorkomende dolfinensoort en na de bruinvis de meest voorkomende walvisachtige in de Nederlandse Noordzee (Ecomare.nl, 2017). Van 2014 tot 2019 zijn er waarnemingen bekend met aantallen van 1 tot 7 dieren rond Den Haag en aan Wijk aan Zee (Website NDFF, 2020). Het blijft moeilijk om de gewone dolfin, witsnuitdolfijn en witflankdolfijn goed te definiëren waardoor veel waarnemingen niet met zekerheid goedgekeurd kunnen worden. De witsnuitdolfijn is wel een regelmatige gast in Nederlandse wateren. Bevestigde waarnemingen zijn echter te schaars en zijn status als gast in de Nederlandse wateren in combinatie met zijn voorkeur voor diepere wateren duidt erop dat de kans op aantreffen van de witsnuitdolfijn in het studiegebied specifiek alsnog zeer gering is.

De bultrug, gewone dolfin, griend, tuimelaar, en witsnuitdolfijn worden klaarblijkelijk allen slechts sporadisch waargenomen in de Nederlandse kustwateren en zeker in het studiegebied van Hollandse Kust (west Beta). De kans op eventuele verstoring is dan ook verwaarloosbaar te noemen. Om deze reden worden deze soorten niet verder meegenomen in de effectenbeoordeling.

## 5.2.4 Vissen

De visbiodiversiteit in de Noordzee is groot. Onder de Wnb geldt de zorgplicht voor alle vissen in het plangebied. Om een afgebakende situatieschets te kunnen geven is in deze paragraaf alleen aandacht besteed aan beschermde vissoorten, ter illustratie van de effecten op alle vissen. Vanuit de Wnb-soortenbescherming zijn de houting en de steur beschermde soorten. Onder de Wnb-gebiedsbescherming zijn zeeprick, rivierprick en fint beschermd.

Vanuit de Europese habitatrichtlijn zijn de houting en de steur beschermde soorten. Andere beschermde soorten onder de Wnb zijn beekdonderpad, beekprick, elrits, gestippelde alver, grote modderkruiper en kwabaal. Tijdens jaarlijkse monitoring op verschillende plekken in het Noordzeekanaal in 2014 tot 2018 zijn deze soorten niet gevangen (Goverse, 2018; Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal, 2017a, 2017b). Naar aanleiding van de verspreidingskaarten RAVON en de kenmerken van het leefgebied worden de beekdonderpad, beekprick, elrits, gestippelde alver, grote modderkruiper en kwabaal ook niet verwacht in het studiegebied.

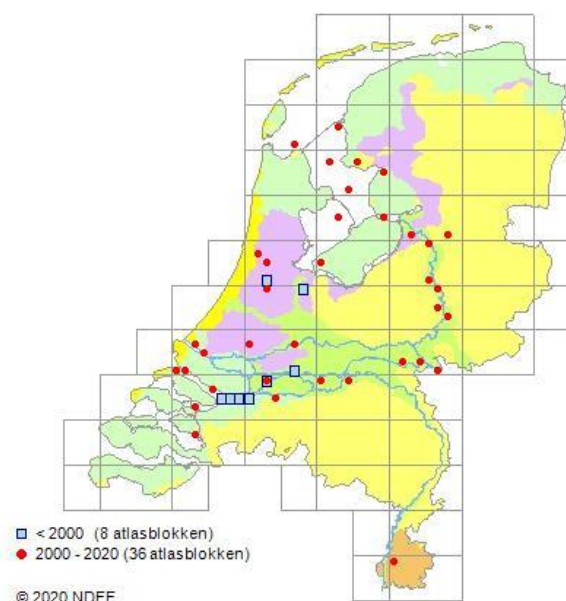
### 5.2.4.1 Steur

De Atlantische steur (*Acipenser sturio*) behoort tot de familie van de steuren en is een anadrome trekvis die in volwassen stadium in de kustwateren leeft. Voor de voortplanting trekken de dieren in het voorjaar de rivieren op waarbij vele honderden kilometers kunnen worden afgelegd. Uit historische gegevens bleek dat de paaitrek plaatsvindt tussen half mei en einde juli, met een hoogtepunt eind juli. De paai geschiedt in diepe snelstromende delen op een bodem bestaande uit grof grind en stenen. Jonge steuren zakken na ongeveer twee jaar de rivier af om op te groeien in het estuarium van de desbetreffende rivier, waarna ze uitzwerven over de kustwateren (RAVON, 2018). Onvolwassen vissen trekken ook jaarlijks vanuit zee het estuarium in en verblijven daar gedurende enkele maanden maar paaien niet. Oorspronkelijk kwam de Atlantische steur voor in de meeste Europese kustwateren, met uitzondering van de Baltische Zee en Oostzee en de hierop uitmondende grote rivieren. In Nederland leefde de soort vroeger langs de Noordzeekust, in de Waddenzee, de Zuiderzee en in de grotere rivieren (Rijn, Maas, IJssel, Eems, Schelde) en hun estuaria. Tegenwoordig is voor zover bekend het Gironde-Garonne-Dordogne stroomgebied in Frankrijk de enige rivier waar de Atlantische steur zich nog voortplant. Met een zekere regelmaat worden in Nederland steuren gevangen door beroepsvissers. Dit betreft echter in vele gevallen exotische steursoorten of hybriden die de

herintroductie van de inheemse steur bemoeilijken. Als onderdeel van het herintroductieprogramma van de steur zijn er in 2012 een vijftigtal steuren, afkomstig uit een kweekprogramma met dieren uit de Gironde delta in Frankrijk, in de Waal en Nieuwe Maas uitgezet. In 2015 zijn nogmaals enkele tientallen steuren uitgezet in de Rijn. Een gestage natuurlijke zoet-zout overgang is nodig aangezien juveniele steuren op jonge leeftijd gevoelig zijn voor hoge zoutconcentraties en een gestage gradiënt nodig hebben om terug te zwemmen naar zee. Het Schelde estuarium heeft nog een volledige zoet-zout overgang, waardoor het geschikt gebied is als opgroeiplaats voor juveniele steuren en daarmee kan bijdragen aan zijn herintroductie (De Kok & Meijer, 2012). De Atlantische steur wordt met uitsterven bedreigd en behoort tot de Nederlandse rode lijst. Er zijn echter succesvolle herpopulatieprogramma's gestart. Er zwemmen meerdere inheemse en uitheemse soorten steuren door de Nederlandse wateren, echter enkel de inheemse Europese Atlantische steur is beschermd.

#### 5.2.4.2 Houting

De houting (*Coregonus oxyrinchu*) behoort tot de familie van de zalmen en is een anadrome trekvis die in volwassen stadium in de kustwateren leeft. Rond november trekt de houting de rivieren op om zich voort te planten. Volwassen vissen trekken in scholen in het najaar de rivieren op en paaien in de herfst en wintermaanden niet al te ver landinwaarts. Er wordt gepaaid boven kiezel of zandbodems met een matige stroming. Eitjes hebben veel zuurstof nodig en kunnen daarom niet tegen een bodem met veel slib waarin ze verstikken. De eitjes komen aan het begin van het voorjaar uit. De jonge houtingen laten zich in de loop van de zomer afzakken richting riviermondingen en de kustzone (RAVON, 2020). Houting kwam oorspronkelijk voor in rivieren en kustwateren van de Noordzee, Oostzee en Baltische zee waaronder het stroomgebied van de Rijn, Maas, Schelde en Eems. Door het normaliseren van rivieren, verslechtering van de waterkwaliteit en overbevissing verdween de soort aan het begin van de 20e eeuw bijna overal. Alleen in het Deense riviertje de Vidå resteerde een kleine populatie. Ouderdieren van deze populatie zijn vanaf 1999 tot 2006 gebruikt voor een herintroductie in de Rijn, waarbij opgekweekte juveniele dieren in Duitsland werden uitgezet. Dit heeft geresulteerd in een nieuwe populatie waarvan de volwassen dieren zich ophouden in het IJsselmeer, de benedenrivieren en Nederlandse kustgebieden zoals de Waddenzee en Voordelta. Van deze populatie is vastgesteld dat ze zich door natuurlijke voortplanting in stand houdt. De houting is afhankelijk van het estuariene karakter van de Nederlandse delta en de daarbij behorende geleidelijk zoet-zoutovergangen. De kust- en deltawateren, waaronder de Schelde, hebben in het verleden een belangrijke rol gespeeld voor de houting en zullen dit voor de toekomst ook doen. Houting wordt als 'gevoelig' beschouwd door de Nederlandse rode lijst (RAVON, 2020). Er zijn succesvolle herpopulatieprogramma's gestart, waardoor er weer een kleine populatie houting in Nederland is gevestigd. De verspreiding is weergegeven in Figuur 45. Volgens de visatlas wordt de Houting niet gevangen in het deel van de Noordzee voor de kust van Wijk aan Zee waar het tracé voor Hollandse Kust ligt (Heesen et al., 2015). In het Noordzeekanaal is de Houting de laatste jaren ook niet gevangen, (Figuur 45; van Keeken et al., 2016).



Figuur 45: Verspreiding houting 2000-2020. Bron: RAVON, 2020.



## 5.3 Beschermde soorten (op land)

### 5.3.1 Aangetroffen soorten

Langs de het kabeltracé komen verschillende biotopen voor waar beschermde plant- en diersoorten in voor kunnen komen. Vooral in de duinen is het aantal (beschermde) soorten hoog.

Op basis van aanwezige biotopen en verspreidingsgegevens, zijn in onderstaande tabel (Tabel 4) per soortgroep de soorten opgenomen die in de duinen en langs de rest van het kabeltracé richting het transformatorstation voorkomen. Per soort(groep) is aangegeven waar de soorten waargenomen zijn en of dit gebied betreft nabij het kabeltracé.

Tabel 4: Beschermde soorten uit de omgeving van het kabeltracé

Soorten	Biotoop of gebied	Nabij kabeltracé aangetroffen
<b>Vogels</b>		
Groot aantal soorten, waaronder Rode lijst-soorten Geen soorten met jaarrond beschermde nestlocaties	Duinen, binnenduinrand(bossen), open graslandgebieden en rurale gebieden op bedrijventerreinen	
<b>Zoogdieren</b>		
Boommarter, bunzing, hermelijn, wezel	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes	
Eekhoorn	Alle (duin)bosgebieden	
Baardvleermuis, franjestaart, gewone grootoorvleermuis, ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes	Foerageergebied in duinen
Gewone dwergvleermuis, laatvlieger	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes, ook in stedelijk gebied	Foerageergebied in duinen
Meervleermuis, tweekleurige vleermuis en watervleermuis	Alle duingebieden, ook lagere delen en waterrijke gebieden	Foerageergebied in duinen
<b>Reptielen</b>		
Zandhagedis	Alle duingebieden	Primaire duinen en binnenduinrand (begroeid duin)
<b>Amfibieën</b>		
Rugstreeppad	Alle duingebieden en ook in de polders	Tata Steel-terrein
<b>Insecten</b>		
Aardbeivlinder, bruine eikenpage, duinparelmoervlinder, grote parelmoervlinder, grote vos,	Vrijwel beperkt tot de natuurterreinen in de duinen. Dichtheid varieert per soort van relatief algemeen tot zeer schaars	
Kommavlinder	Vrijwel beperkt tot de natuurterreinen in de duinen. Dichtheid varieert per soort van relatief algemeen tot zeer schaars	
<b>Flora</b>		

Soorten	Biotoop of gebied	Nabij kabeltracé aangetroffen
Circa 20 soorten, vooral kenmerkende soorten van duinvegetaties	Belangrijkste verspreiding in de duingebieden. Dichtheid varieert per soort van relatief algemeen tot zeer schaars	
<b>Ongewervelden overig</b>		
Nauwe korfslak	Beperkt tot de (beboste) duingebieden ten noorden van Tata Steel of verder noordelijk nabij Castricum en Egmond aan Zee en ten zuiden van Aerdenhout. Geen waarnemingen bekend uit de directe omgeving van de werkterreinen (ook geen historische). Tevens ontbreekt geschikt leefgebied binnen of nabij het plangeb.	

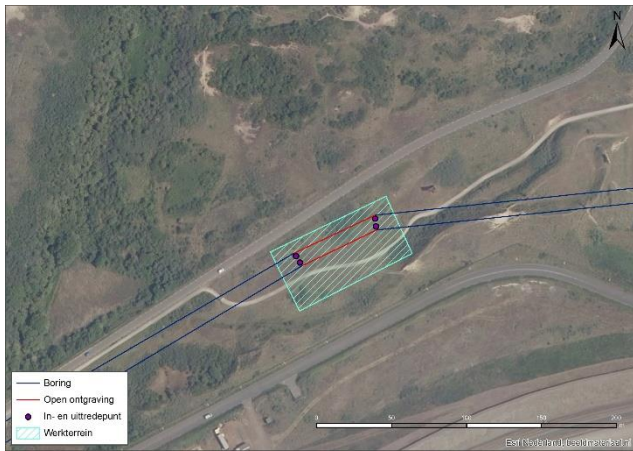
### 5.3.2 Per werklocatie

Omdat het hele kabeltracé middels een boring aangelegd wordt, zijn effecten alleen te verwachten op de boorlocaties. Daarnaast kunnen effecten optreden door de aanleg van het transformatorstation. Per werklocatie (bij de in- en uittrede punten) wordt in onderstaande tabel toegelicht of en welke beschermde soorten aangetroffen zijn.

Tabel 5 Beschermde soorten uit de omgeving van het tracé.

Locatie	Resultaat
	<p><i>Boorlocatie vanaf het strand</i> Geen beschermde soorten aanwezig en geen geschikt leefgebied door de hoge recreatiedruk.</p> <p>NB: werkzaamheden blijven altijd buiten de duinvoet als gevolg van voorkomen effecten op Natura 2000.</p>

## Locatie



## Resultaat

### *Boorlocatie en aansluiting transitiefot nabij beeldenpark "Een Zee van Staal"*

Rijk gestructureerde duinvegetatie bestaande uit open duinstruweel afgewisseld met grassen en open zand

Er is geschikt leefgebied aanwezig voor de zandhagedis

Voor andere beschermde soorten, met uitzondering van vogels is de locatie niet geschikt vanwege het ontbreken van geschikte biotopen of specifieke habitateisen.

Rode lijst soorten Bitterkruidbremraap en Hondskruid zijn aangetroffen

Vervolgstappen nodig voor broedvogels, zandhagedis



### *Boorlocatie nabij West Viaductweg*

Dicht, droog grasland, met uitzondering van vogels geen beschermde soorten aanwezig.

Vervolgstappen nodig voor broedvogels.



### *Transformatorstationslocatie*

Terrein van TenneT met ruigte en gras.

Foerageergebied vleermuizen, broedgebied algemene vogelsoorten. Geen jaarrond beschermde nesten.

Vervolgstappen nodig voor broedvogels.

## 5.3.2.1 Zandhagedis

Zandhagedis is een vrij robuust gebouwde hagedis die tot 21 centimeter in lengte kan worden. Hij heeft voornamelijk geleedpotigen (zoals insecten). De soort is in Nederland sterk gebonden aan duin- en heide gebieden. In kalkrijke duinen komt de soort voornamelijk voor in open duin struweel. In de kalkarme duinen bevindt hij zich vooral in droge struikheideterreinen. Hij prefereert een habitat waarbij de bodem bestaat uit zand en een mozaïek van rijk gestructureerde duinvegetatie. De kwetsbare perioden van zandhagedis zijn

de voortplantingsperiode en de winterrustperiode. De kwetsbare voortplantingsperiode loopt van april tot en met augustus. De kwetsbare winterrustperiode loopt van half september tot en met maart (Bij12, 2017).

#### 5.3.2.2 Rugstreeppad

Rugstreeppad is een bekende soort uit het duingebied, maar komt rondom Wijk aan Zee en Heemskerk relatief in lage dichtheid voor. Rugstreeppad is een typische pionierssoort die vooral te vinden is op terreinen met een hoge natuurlijke of door mensen ingebrachte dynamiek, zoals duinen of bouwterreinen. De soort heeft een voorkeur voor snel opwarmende bodemplaatsen en ondiep (tijdelijk) water, bij voorkeur vegetatieloos en zonder concurrentie van andere amfibieën of van waterinsecten. Regenplassen en sporen van zware voertuigen waar regenwater in is blijven staan, vormen ideaal voortplantingswater. In brede en grotere watergangen komt rugstreeppad niet voor, met mogelijke uitzondering de ondiepe oeverzones. Ook in licht brak water kan de soort zich voortplanten. Rugstreeppadden zijn alleen gedurende de voortplanting in het water aanwezig, verder verblijft de soort op het land. Zomer- en winterverblijfplaatsen bevinden zich in losgrondige zanderige bodems om zich in te graven. Ook kunnen ze schuilen onder elementen zoals tegels, pellets en tractorbanden of in muizenholletjes.

#### 5.3.2.3 Beschermde vlindersoorten

Hoewel binnen de begrenzing van het werkterreinen in de duinen kommavlinder en duinparelmoervlinder niet aangetroffen zijn, kunnen individuen hier niet te allen tijde uitgesloten worden. Van beide vlindersoorten zijn geen recente waarnemingen bekend uit de duinen rondom de in- en/of uittredepunten en gezien de ligging en de aanwezige vegetatie, is de kans op opduiken ter plekke laag. Het zal alleen gaan om langs vliegende exemplaren. Recente vliegplaatsen van deze soorten liggen op meer dan een kilometer ten noorden van Wijk aan Zee. Bij gericht onderzoek in 2015 binnen het aanliggende terrein Tata Steel zijn deze soorten ook nergens waargenomen. Deze soorten worden niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

#### 5.3.2.4 Broedvogels

Op nagenoeg alle locaties waar enige vorm van opgaande vegetatie aanwezig is (struweel, bomen(rijen) of oevervegetaties), kunnen diverse algemeen tot schaars in Nederland voorkomende vogelsoort broeden. Het gaat dan bijvoorbeeld om soorten als zwartkop, merel, fitis, wilde eend, waterhoen of ekster.

## 6 EFFECTBESCHRIJVING

In dit hoofdstuk worden de effecten van de in hoofdstuk 4 geïdentificeerde gevolgen van de activiteit op in hoofdstuk 5 genoemde soorten die aanwezig zijn in het projectgebied beschreven. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen land en zee. De effecten worden per soortgroep of soort beschreven. De toetsing aan de Wet Natuurbescherming (onderdeel soortbescherming) vindt in het volgende hoofdstuk plaats.

### 6.1 Op zee

#### 6.1.1 Vogels en vleermuizen

##### 6.1.1.1 Vertroebeling

Vertroebeling heeft geen effect op andere vogels dan vogels die op zicht jagen zoals sternsoorten, futen zaagbekken en aalscholvers. Indirecte effecten, zoals die van vertroebeling op schelpdieren die door vogels opgegeten worden, zijn verwaarloosbaar. Deze zijn daarom niet beschreven.

#### Effecten op het vangstsucces van sternsoorten

In het studiegebied foerageren diverse zichtjagende sternsoorten. Broedkolonies van de dwergstern, noordse stern en grote stern en visdief bevinden zich in het studiegebied. Om het mogelijke effect te bepalen is het noodzakelijk in te schatten hoelang en in welke intensiteit er vertroebeling optreedt op verschillende locaties het studiegebied. De resultaten van de hiervoor uitgevoerde slibmodelstudie zijn in de onderstaande paragraaf weergegeven. Daarnaast is het ook van belang deze concentratieverhogingen te beoordelen ten opzichte van de achtergrondconcentraties, dit wordt na de uitleg en visualisatie van het slibmodel behandeld.

#### Modelstudie

Met behulp van het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de baggerwerkzaamheden gesimuleerd. De resultaten zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Bijlage 2 Slibmodelleerstudie Net op Zee Hollandse Kust (west Beta) beschrijft deze studie.

Voor de fasering is het volgende aangenomen: de aanleg van de twee kabels en de 66kV-interlink kan worden gedaan binnen een jaar over een periode van 4 à 5 maanden. De kabels worden als volgt aangelegd, vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de eerste kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (3 km van de kust af) begonnen worden met de offshore kabel naar het platform. Na het baggeren van de eerste kabel zal dezelfde volgorde worden aangehouden voor de tweede kabel. Vervolgens zal de 66kV-interlink worden gebaggerd.

Bij het berekenen van de vertroebeling en sedimentatie is gewerkt met een verschillende valsnelheid. Voor vertroebeling is gewerkt met een realistische ondergrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de mate van vertroebeling op basis van de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Bij sedimentatie is gewerkt met een realistische bovengrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de sedimentatiesnelheid en de maximale sedimentatie laagdikte.

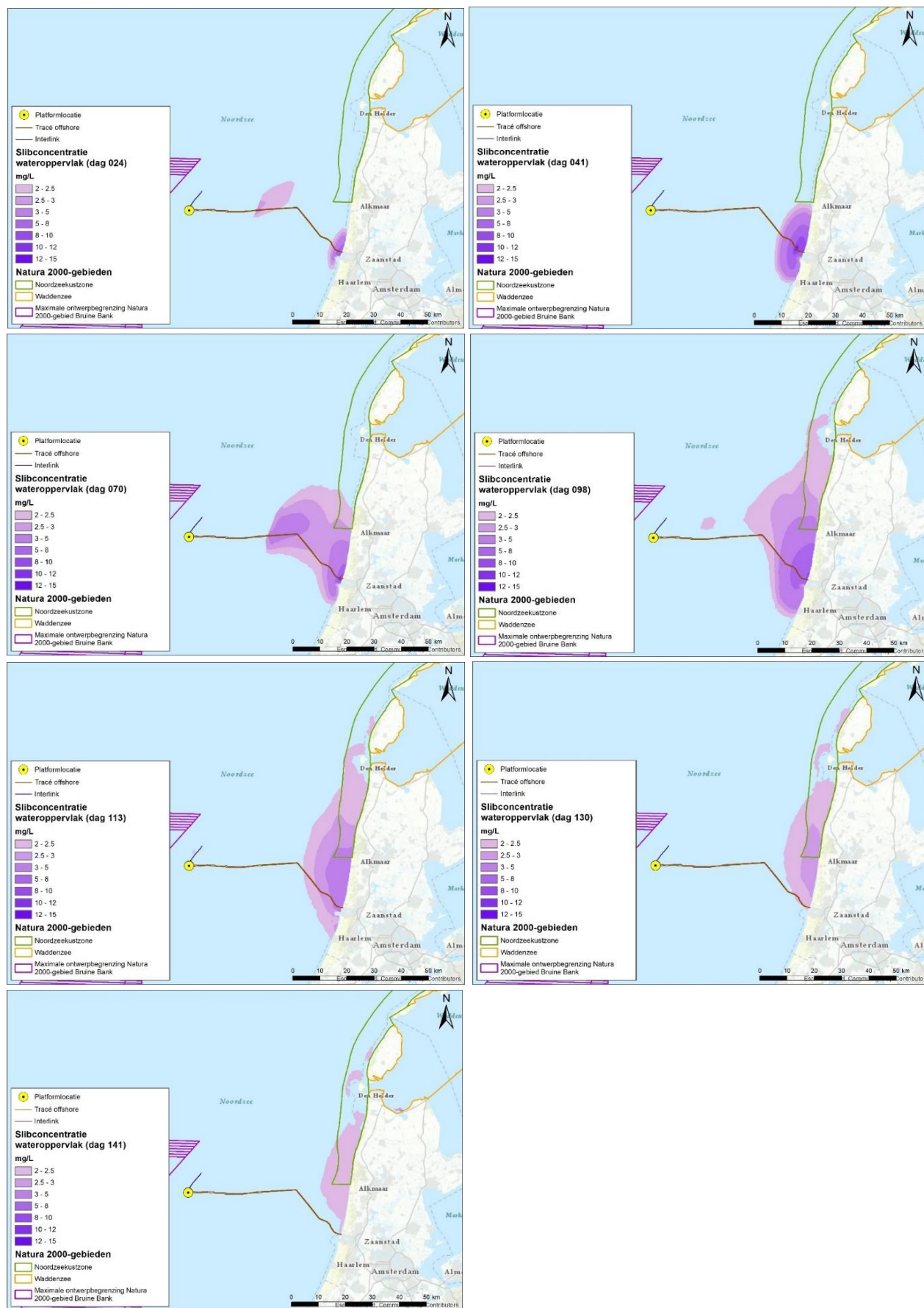
De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter. Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie. Er is een ondergrens van 2 mg/l gehanteerd, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie en de ondergrens van een meetbaar verschil. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet beschouwd is. Er is gekeken naar de dieptegemiddelde vertroebeling in de waterkolom en de vertroebeling aan het wateroppervlak, de bovenste 1 à 2 meter van de waterkolom. Vooral deze laatste is van belang voor zichtjagende vogels.

Als simulatieperiode is de periode van 1 november tot 1 maart gebruikt, deze gebruikte periode is niet relevant voor de effectbeschrijving.

### **Vertroebeling in de ruimte in het bovenste deel van de waterkolom**

In Figuur 46 is het verloop van de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom in de tijd weergegeven. Uit deze figuren valt het volgende af te leiden.

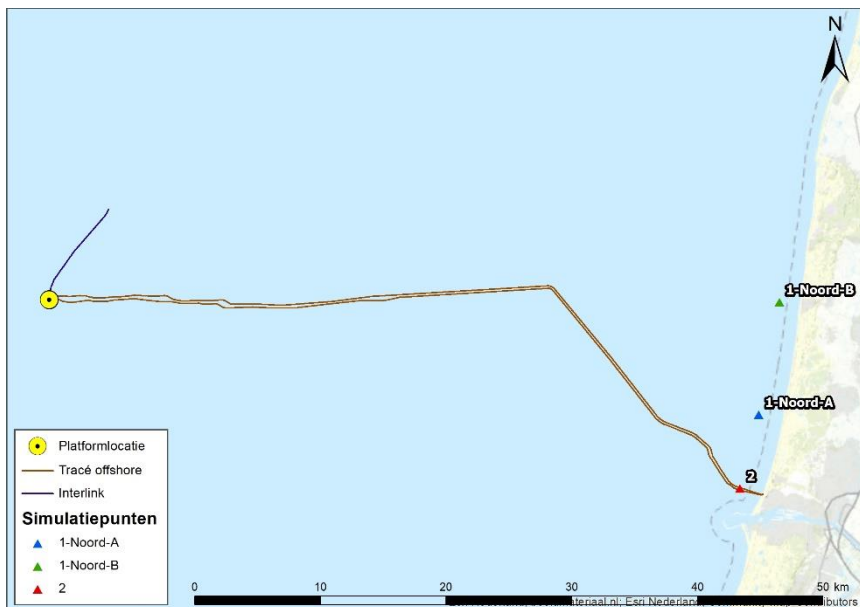
- De grootste slibpluim wordt veroorzaakt door werkzaamheden ter plaatse van het stuk ter hoogte van de kust (de aanlanding).
- Dit zijn de plekken langs het tracé waar baggerwerkzaamheden plaatsvinden. Het trenchen op andere tracé delen veroorzaakt nauwelijks een slibpluim.
- Ook halverwege de kust en het platform ontstaat een wat grotere pluim.
- De vertroebeling heeft de hoogste concentraties dicht bij het tracé en dunt daarna uit.
- De vertroebeling beslaat het meeste oppervlak in één dag op dag 98.
- Vertroebeling in Natura-2000gebied de Waddenzee vindt plaats in kleine pluimen van 2 – 2,5 m/g per liter en verdwijnt relatief snel weer.
- De slibpluim bereikt het Natura-2000 gebied Noordzeekustzone na dag 41 en de Noordzeekustzone blijft tot het einde van de werkzaamheden in enige mate vertroebeld.



Figuur 46. Verspreiding van vertroebeling door de tijd in wateroppervlakte, van links naar rechts dag 24, 41, 70, 98, 113, 130 en 141.

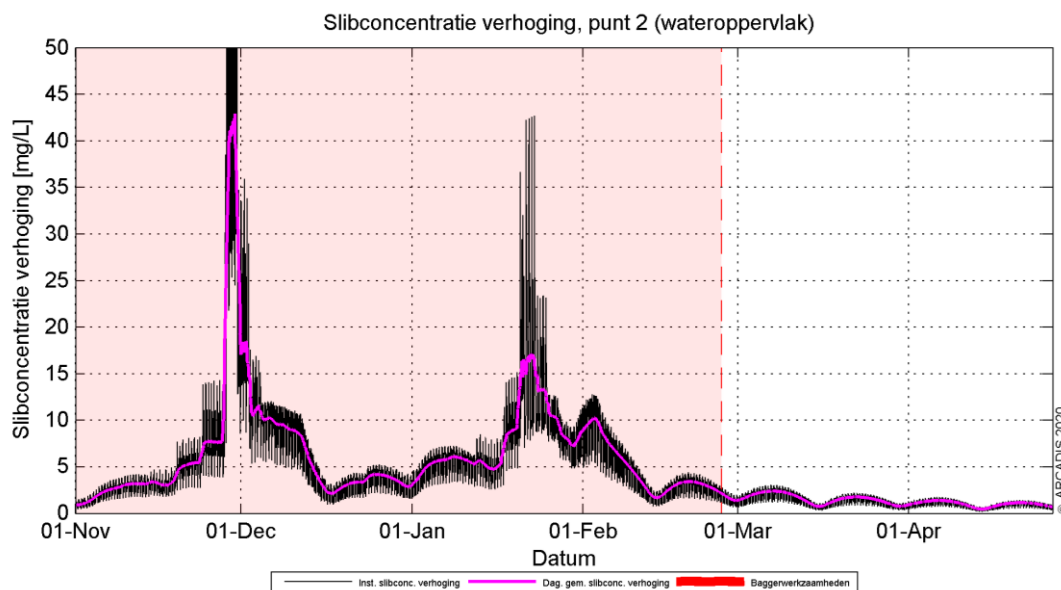
### Vertroebeling in tijd in het bovenste deel van de waterkolom

In Figuur 48, Figuur 49 en Figuur 50 zijn de slibconcentraties aan het wateroppervlak in de loop van de simulatieperiode weergegeven op punt 1-Noord-A en punt 1-Noord-B en punt 2. Figuur 47 geeft de ligging van deze punten weer. In de figuren is de zwarte grafiek de instantane concentratieverhoging (10 minuten waarde) opgenomen, de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uren waarde). Het roodroze gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd, het einde van de baggerperiode wordt met een rode stippellijn aangegeven.



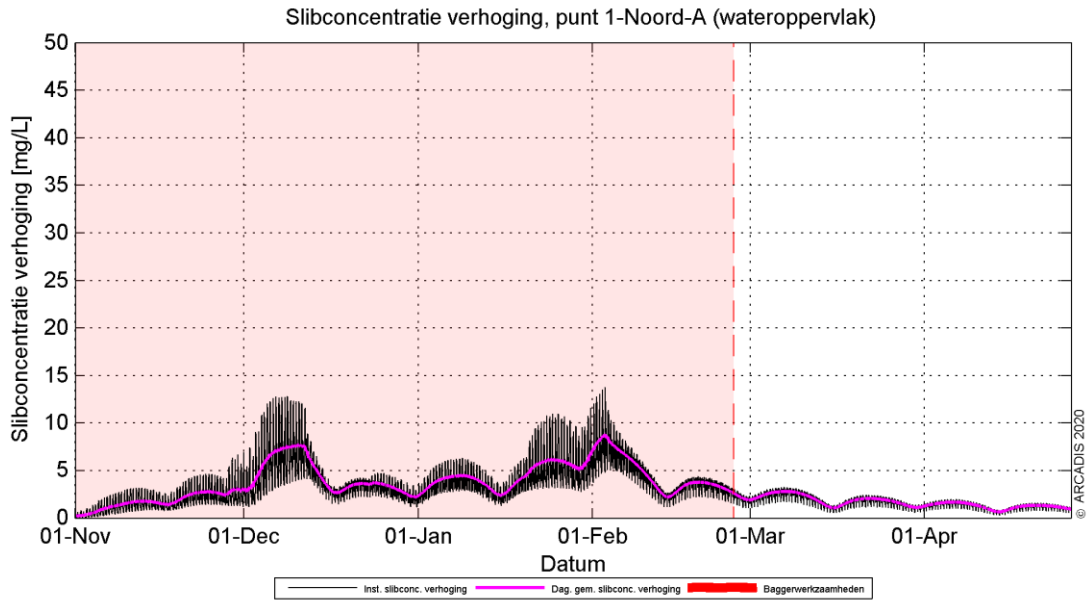
Figuur 47: Locaties punten met waarvan een tijdreeks is gepresenteerd.

De grootste toename in concentratie valt uiteen in twee pieken. Dit komt overeen met de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd van de twee kabels, dicht bij dit observatiepunt. Na de werkzaamheden dempt de concentratieverhoging is op punt 2 in een tijdsbestek van halve maand weer uit naar orde 5 mg/l. Binnen een maand na het beëindigen van de werkzaamheden van de tweede kabel is de toename van de concentratie onder de 2 mg/l gezakt.

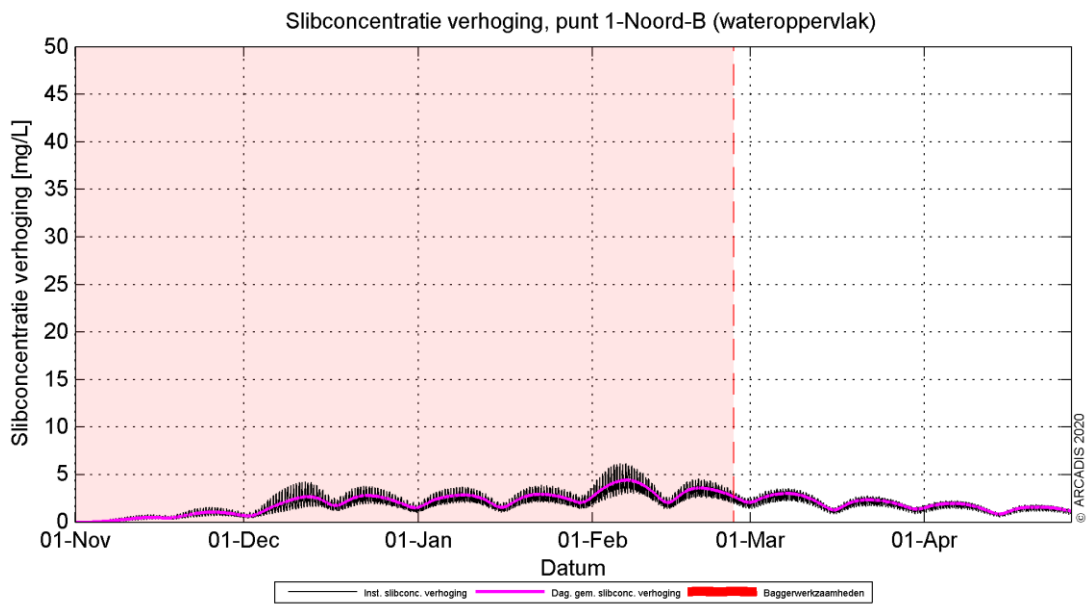


Figuur 48: Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 2.





Figuur 49: Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 1-Noord-A.



Figuur 50: Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 1-Noord-B.

## Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld ca. 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 6: Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007).

Tabel 6: Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007).

Omstandigheid	Achtergrondconcentraties zwevende stof (mg/l), kuststrook
jaarlijks gemiddeld	20-30
winter gemiddeld	30-100
zomer gemiddeld	10-20
gedurende kalm weer	5-10
na stormperiode	30-100

De achtergrondconcentraties (in mg/l aan het oppervlak, maandgemiddeld) in de westelijke Waddenzee zijn fors lager dan de oostelijke delen van de Waddenzee, maar nog altijd hoger dan in de kustzone Noord-Holland (Deltares, 2015). In de wintermaanden zien we vrij consistent achtergrondconcentraties van 30 mg/l in de geulen tot 80-100 mg/l op de platen. Afgaande op de maand april, neemt dit richting de zomer af tot 15 mg/l in de geulen en 30-50 mg/l op de platen.

## Broedkolonies en slibwolk

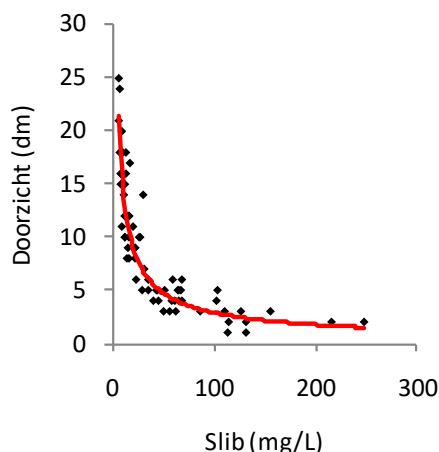
Zoals in paragraaf 5.2.1.1 is uiteengezet liggen de broedkolonies van de dwergstern, noordse stern op Texel. De visdief en grote stern broeden ook op Texel en verder aan de westkant van Noord-Holland. De actieradius waarin gevoerageerd wordt verschilt per sternsoort. De actieradius vanaf de broedlocatie voor foerageren van de diverse sternsoorten staat weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7: Actieradius sternsoorten

Soort	Actieradius	Referentie
<b>Dwergstern</b>	3 km	(Del Hoyo et al., 1996)
<b>Visdief</b>	10 km	(Becker & Ludwigs, 2004; Stienen & Brenninkmeijer, 1992)
<b>Grote stern</b>	40 km	(Brenninkmeijer & Stienen, 1992; Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2015)
<b>Noordse stern</b>	25 km	(Boele et al., 2015 uit Fijn et al, 2016)

De slibwolk bereikt het foerageergebied van de vogels die op Texel en langs de kust van Noord-Holland broeden. Figuur 46 laat de ontwikkeling in de tijd van de vertroebeling in de waterkolom rond Texel zien. Rondom Texel en tot 30 kilometer ten zuiden van Den Helder ligt de verhoging maximaal tussen 2 en 2,5 mg/l.

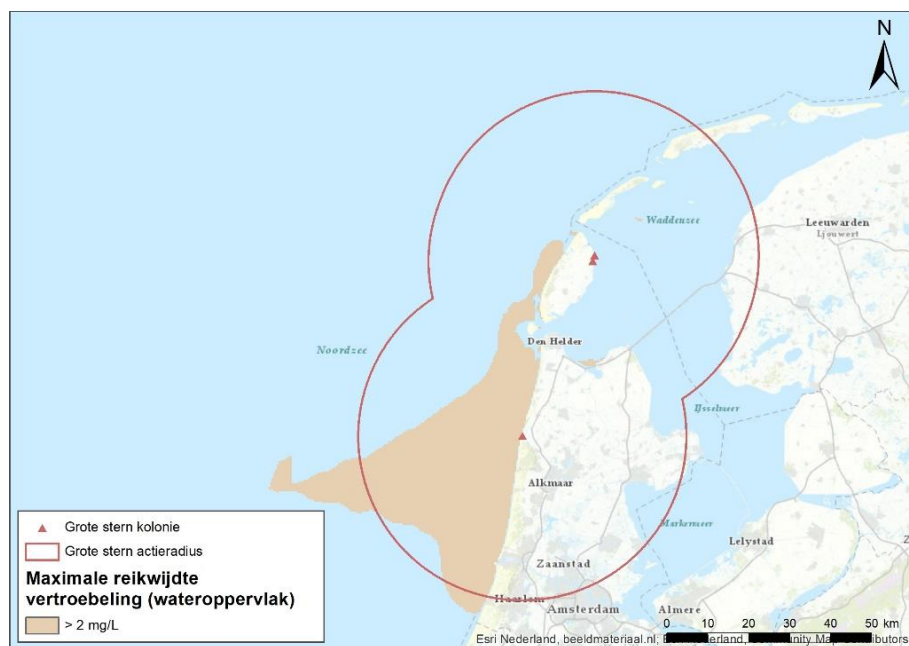
Voor zichtjagers in broedkolonies als de grote stern, dwergstern, noordse stern en de visdief is het doorzicht van het water van wezenlijk belang voor het vangstsucces. Het doorzicht wordt onder meer door het slibgehalte in het water bepaald. In het kader van het EU project GEOVALLEY zijn relaties tussen slib en doorzicht bepaald (Kater et al., 2012). Figuur 51 geeft de gevonden relatie weer.



Figuur 51: Slibconcentratie-doorzicht relatie bij Borssele Noordhol, de rode lijn geeft het model weer.

### Grote stern

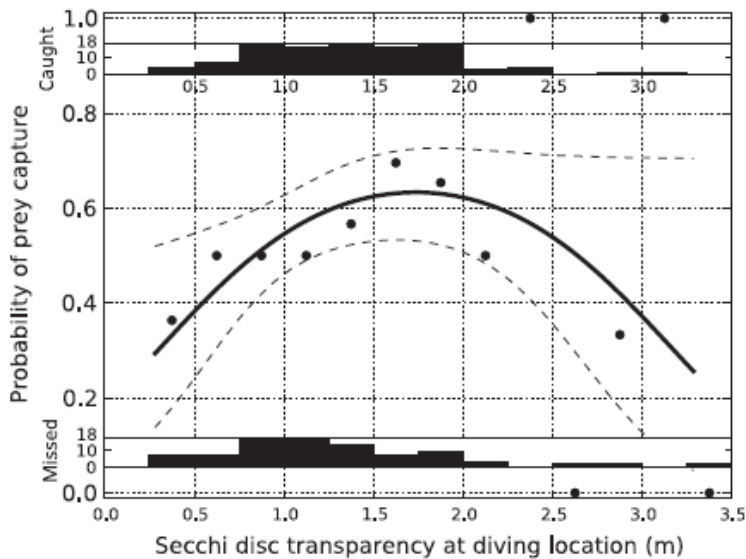
Figuur 52 geeft het bereik van de slibwolk weer in relatie tot de broedlocaties en de actieradius van de grote stern. De actieradius van de grote stern is dusdanig groot dat deze soort nauwelijks effect zal ondervinden van de beperkte slibtoevoeging rondom Texel. De kolonie in Noord-Holland daarentegen ervaart een aantal dagen een iets verlaagd vangsucces of langere vliegafstand. De periode van toevoeging van slib is relatief kort (7 achtereenvolgende dagen)



Figuur 52: Actieradius van grote stern rondom de bekende broedkolonies.

Het merendeel van de grote sterns komt tussen begin april en begin mei aan in hun broedgebied. Vanaf dat moment worden de grote sterns afhankelijk van foerageren in onder andere de Noordzeekustzone. De eilegperiode start kort na bezetting van het broedgebied. Er kunnen gedurende 2½ maand eieren worden bebroed in de kolonie (april-juli). Na uitkomst verzorgen beide ouders de jongen. Vijfentwintig tot dertig dagen na uitkomst zijn de jongen vliegvlug (Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982). De jongen trekken na het uitvliegen naar hetzelfde gebied als de adulte vogels om daar te leren foerageren. Deze gedeeltelijke afhankelijkheid van de ouders bij de voedselvoorziening duurt minimaal vier maanden.

Het effect op de grote stern is afgeleid door het model voor vangstsucces van de grote stern (Baptist & Leopold, 2010) in relatie tot doorzicht op de modelresultaten toe te passen. Deze relatie is weergegeven in Figuur 53.



Figuur 53: Relatie doorzicht en vangstsucces van de Grote stern (Baptist & Leopold, 2010).

Uitgaande van een homogeen over het de Noordzeekustzone verdeelde achtergrondconcentratie is het vangstsucces van de grote stern in de huidige situatie door het hele effectgebied gelijk. Er is uitgegaan van de achtergrondconcentratie in de zomer, omdat de grote stern is aangewezen als broedvogel en aanwezig is gedurende de zomermaanden. Uitgaande van de achtergrondconcentratie in de zomer van 10 mg/l is het vangstsucces in het gebied 61%. Door de toevoeging van het slib door het inbaggeren van de kabel daalt dit vangstsucces met minder dan 1%.

Baptist & Leopold (2007) hebben een berekening gemaakt van de effecten van vertroebeling door zandwinning op het vangstsucces van grote sterns. Daarbij zijn zij ervan uitgegaan dat een individuele grote stern (deel uit makend van een paartje) 15 prooien per dag moet vangen om jongen groot te brengen en zichzelf te voeden. De foerageertijd wordt bepaald door de tijd die het kost om een vis te vangen en de vliegafstand naar het nest of het jong. Door de grote actieradius van de grote stern heeft dit laatste een belangrijke invloed op de mogelijkheid om voldoende vis aan te voeren. De foerageertijd zelf is afhankelijk van het aantal duiken dat de stern moet maken om succesvol een vis te vangen. Deze tijd wordt beïnvloed door veranderingen in doorzicht.

In de zomer moeten de sterns bij de genoemde afname van het vangstsucces 0,05 keer meer duiken per prooi. Bij 15 prooien betekent dit minder dan 1 duik extra op dagbasis.

Uit waarnemingen aan foeragerende grote sterns in de Westerschelde bleek dat deze tot 77 keer per uur naar prooien kunnen duiken (Brenninkmeijer et al., 2002). Een toename van het aantal dagelijkse duiken van 1 duik valt daarmee ruim binnen de mogelijkheden die de sterns hebben om voldoende voedsel te vangen. De toename van de vertroebeling leidt daarmee niet tot meetbare effecten op de grote stern.

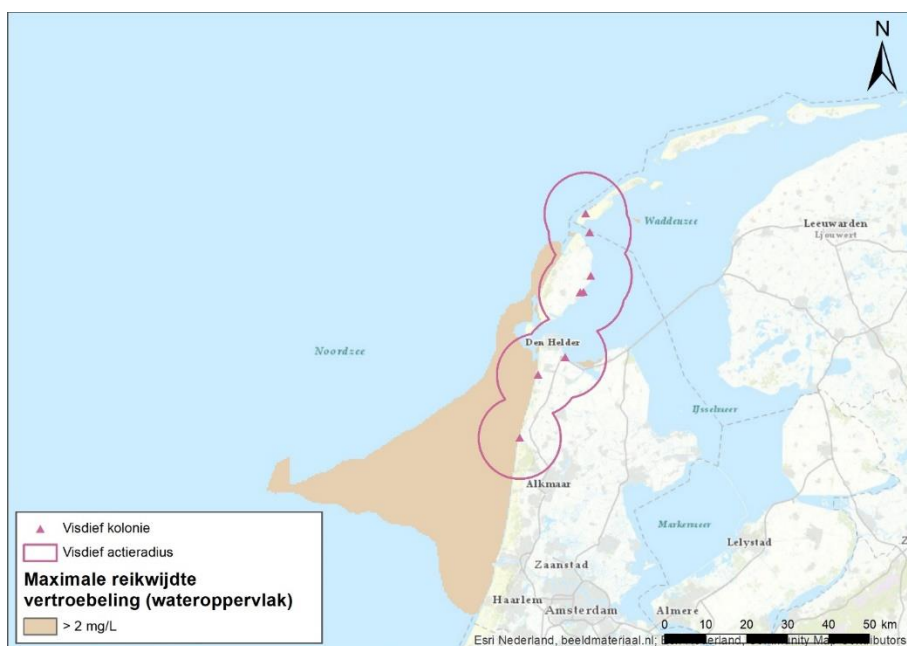
## Visdiefje

In Figuur 54 wordt slibwolk in relatie tot de broedlocaties en actieradius van deze soort gepresenteerd. De periode van toevoeging van slib is relatief kort (7 dagen). Bij het opstellen van het ecoprofiel voor de visdief in 1992 werd door Stienen en Brenninkmeijer het volgende geconstateerd: "Het is niet bekend binnen welke range van turbiditeit de visdief kan foerageren." (Stienen & Brenninkmeijer, 1992). Een korte literatuursurvey door de wetenschappelijke literatuur na 1992 geeft geen duidelijk uitsluitsel over de minimale zichtdiepte die visdiefen nodig hebben. In de samenvatting van bestaande kennis over de visdief van Becker & Ludwigs (2004) staat dat het foerageerpatroon en succes afhankelijk is van omgevingsfactoren zoals daglengte, weer (met name wind) en getij. Een (minimum) doorzicht voor vangstsucces wordt niet

genoemd. In het onderzoek naar foerageergedrag van sterns in de westelijke Westerschelde in 2002 (Brenninkmeijer et al.) werd geconcludeerd dat de visdief een significant hoger vis- en foerageersucces heeft in water met een doorzicht groter dan 180 cm. Bij de effectbepaling voor de visdief wordt uitgegaan van de achtergrondconcentratie in de zomermaanden, omdat deze soort als broedvogel is beschermd en gedurende die periode aanwezig is. De visdief is met deze achtergrondconcentratie in de huidige situatie in het gehele estuarium in staat zijn prooien te vangen.

Visdieven broeden van half mei tot eind augustus (Becker & Ludwigs, 2004). Visdieven broeden gemiddeld 23 dagen, met een maximum van 32 dagen (Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982). Na 22 tot 28 dagen na uitkomst hebben de kuikens het vliegvlugge stadium bereikt. Daarna worden de jongen nog minstens zes weken door hun ouders verzorgd en gevoerd, maar het duurt waarschijnlijk twee tot drie maanden voordat de jongen echt onafhankelijk zijn van hun ouders (Becker & Ludwigs 2004). Het instandhoudingsdoel voor de visdief in de Waddenzee richt zich op de broedvogelpopulatie. De visdief kan zich maximaal 10 km van het nest af begeven om voedsel voor de jongen te verzamelen (Becker & Ludwigs, 2004; Stienen & Brenninkmeijer, 1992).

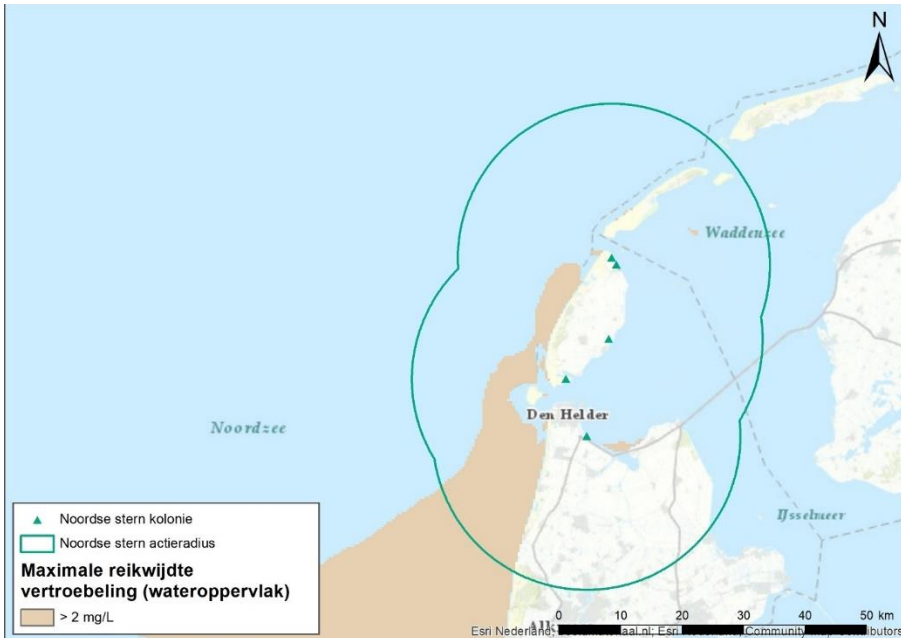
Omdat er geen duidelijke grens voor de visdief aanwezig is wordt voor de visdief een zelfde reductie in vangstpercentage verondersteld als voor de grote stern. Dit betekent een afname van het vangstsucces minder dan 1%, hetgeen waarschijnlijk tot een of twee duiken extra per dag gedurende een paar dagen leidt om voldoende voedsel te kunnen verzamelen.



*Figuur 54: Actieradius van visdief rondom de bekende broedlocaties.*

### Noordse stern

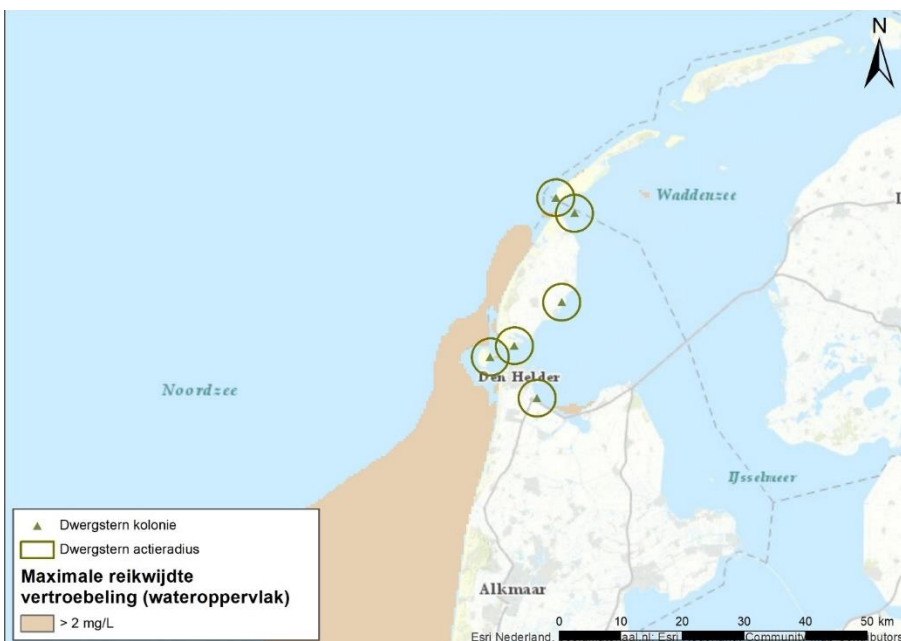
Figuur 55 laat de relatie tussen de slibwolk en de broedlocaties en de actieradius van de noordse stern zien. De broedkolonies bevinden zich aan de Waddenzee kant waar nauwelijks vertroebeling optreedt. Er blijft voor de noordse sterns voldoende areaal over om gedurende de vertroebeling te kunnen foerageren.



Figuur 55: Actieradius van noordse stern rondom de bekende broedlocaties.

### Dwergstern

De dwergstern heeft een beperkte actieradius. De slibwolk bereikt het foerageergebied van deze soort niet (Figuur 56). De dwergsternkolonies ondervinden daarom geen effecten van vertroebeling.



Figuur 56: Actieradius van dwergstern rondom de bekende broedlocaties.

### 6.1.1.2 Indirecte effecten via habitataantasting en sedimentatie

Mogelijke zou schade aan schelpdierbanken kunnen zorgen voor indirecte effecten op beschermde vogelsoorten in de vorm van voedseltekorten. Hierbij gaat het om benthos-etende vogelsoorten zoals de zwarte zee-eend die in februari in het gebied aanwezig is, zie Figuur 32. De schelpdierbanken kunnen effecten ondervinden aan de hand van habitataantasting, sedimentatie. Deze zullen hieronder worden besproken.

#### *Sedimentatie*

Het slib dat in de waterkolom terecht is gekomen wordt afgezet op de bodem. Bodemdieren kunnen beïnvloed worden door bedekking met sediment wat kan doorwerken op het voedselaanbod voor vogels. Het is zeer afhankelijk van soort, locatie, hoeveelheid van de geloosde specie en type specie hoe de bodemdiergemeenschap reageert op verhoogde sedimentatie (Harvey et al., 1998). Baan et al. (Baan et al., 1998) geven aan dat het effect van de bedekking wordt bepaald door diverse factoren, te weten de mate van bedekking, de tolerantie van de soort, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur. De specifieke effecten van deze factoren zijn niet allemaal apart onderzocht.

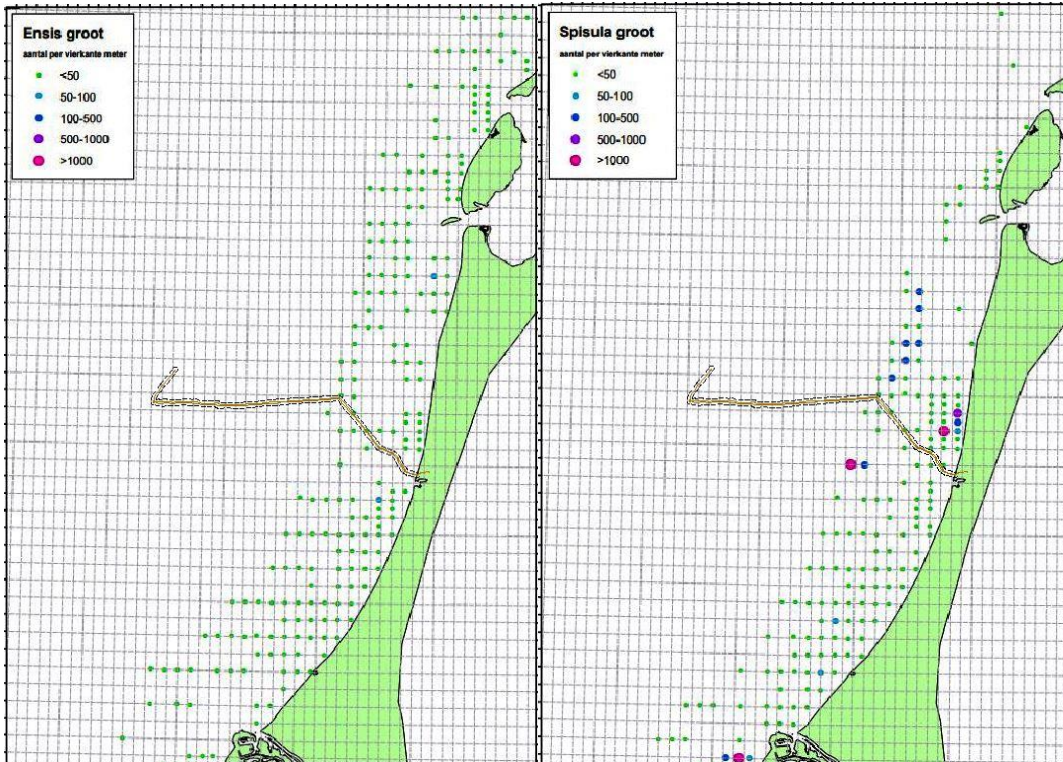
Al in 1988 is door Bijkerk (Bijkerk, 1988) de tolerantie van zeven macrobenthos soorten voor permanente sedimentatie bepaald. Deze lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 5 cm per maand (*Mya*, *Capitella*) en 17 cm per maand (*Macoma*, *Arenicola*, *Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 1 cm per maand (*Mya*) en 35 cm per maand (*Nereis*).

Sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag (1 cm per maand) van het door het verspreiden opgewervelde slib vindt enkel plaats rondom de aan te leggen zeekabels. Dit betekent dat in het grootste deel van de kustzone het grootste deel van het benthos de sedimentatie goed kan bijhouden en de bodemdierpopulatie niet wordt beïnvloed, er voldoende voedsel voor vogels (zoals duikeenden) beschikbaar blijft.

#### *Habitataantasting*

Schelpdieren worden in de Nederlandse kustwateren jaarlijks gemonitord. Er zijn langs de gehele kust 893 locaties bemonsterd in het voorjaar van 2019, 1 april tot en met 17 juni, (Perdon et al., 2019). Hierbij is ook het kustgebied, dat interessant is voor vogels zoals de zwarte zee-eend, rondom het tracé van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) uitvoerig bemonsterd. Uit deze monitoring blijkt dat er geen relevante schelpdierbanken aanwezig zijn direct langs het tracé. Er zijn relatief weinig mesheften (*Ensis* sp.) en halfafgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) rondom het tracé gevonden, zie Figuur 57. Beide schelpensoorten fungeren als belangrijkste voedselbron voor zwarte zee-eend, zie .Ook voor andere mosselen (*Mytilus edulis*), venusschelpen (*Chamelea striatula*), otterschelpen (*Lutraria lutraria*) of zaagjes (*Donax vittatus*) zijn in relatief lage aantallen gevonden (Perdon et al., 2019). In 2019 zijn geen kokkels (*Cerastoderma edule*) in de kustzone aangetroffen. Hierdoor is het gebied waar de aantasting plaats vindt niet van essentieel belang voor de duikende vogels.

Doordat de effecten van habitataantasting en sedimentatie op het gebied tijdelijk zijn en omdat er rondom het gebied voldoende vergelijkbare alternatieven aanwezig zijn, kunnen significante indirecte effecten op vogelsoorten worden uitgesloten.



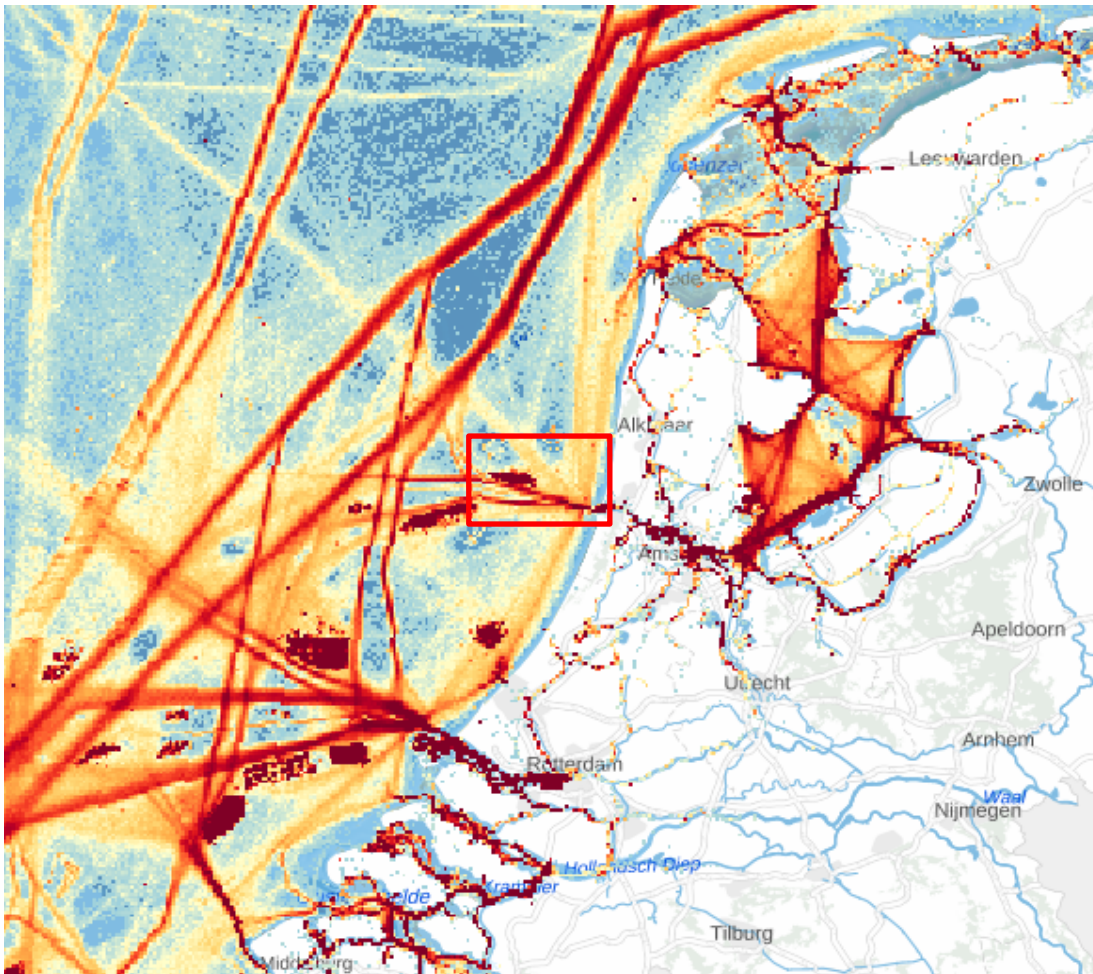
Figuur 57: Overzicht van aantal grote mesheften (links) en half afgeknotte strandschelp (rechts) per m<sup>2</sup> in 2019, Figuur aangepast uit Perdon et al (2019). De categorie groot betekent > 16 mm voor mesheften en groter dan >18 mm voor strandschelp Het tracé is weergegeven in het bruin

### 6.1.1.3 Bovenwaterverstoring

Effecten op vogels kunnen vooral optreden door visuele verstoring van foeragerende (op open water en op droogvallende platen en slikken), rustende (op open water of op hvp's), ruiende (op droogvallende platen of open water) of broedende vogels. De kans hiertoe is het grootst wanneer schepen tijdens werkzaamheden te dicht naderen. Door Jongbloed et al. (Jongbloed et al., 2011) is afgeleid dat voor de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringsafstand van 500 meter voldoende zekerheid biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water. Deze afstand is representatief voor foeragerende en rustende steltlopers als ook broedvogels, waarvan de verstoringsafstand minder ver reikt. Voor ruiende bergeenden (en duikers) wordt een verstoringsafstand gehanteerd van 1500 meter.

Zoals beschreven in paragraaf 5.2.1 is er geen enkele soortgroep die zich enkel op of rondom de locatie bevindt waar werkzaamheden plaatsvinden. Alle soorten die mogelijk effecten kunnen ondervinden van bovenwaterverstoring hebben leefgebieden langs de gehele Nederlandse kust. Van de duikers, alkachtigen en zee-eenden die zich op het open water bevinden zijn het voornamelijk alken en zwarte zee-eenden die binnen de verstoringscontouren van de activiteiten voorkomen, zie Figuur 32 en Figuur 39. In dit gebied, dat in het verlengde van het Noordzeekanaal ligt, vindt al verstoring plaats door de reguliere scheepvaart, zie Figuur 58. Hierdoor zal enige mate van gewenning aan voorbijvarende schepen optreden bij de aanwezige vogels in het gebied. De aanwezigheid van de schepen die ingezet worden voor het uitvoeren van de werkzaamheden voegen weinig aan deze verstoring toe. Bovendien bewegen zij traag en voorspelbaar waardoor er geen plotselinge schrikreactie zal zijn.





Figuur 58. Scheepvaart intensiteit rondom het plangebied (omkaderd in rood) in 2017. Bron MARIN via informatiehuismarien.nl

#### 6.1.1.4 Verstoring door licht op zee

Uit het hoofdstuk 4.6.2 blijkt dat de effecten van de verstoring door licht tijdens de ontwikkelingsfase minder of gelijk zullen zijn aan de verstoring door geluid of visuele verstoring. Ook zullen deze drie typen verstoringen veelal tegelijkertijd samen voorkomen. De verstoringafstanden die daarom worden aangehouden voor Geluid en Visuele verstoring zouden tijdens de aanlegfase ook voldoende moeten zijn voor verstoring op vogels door licht. Deze zijn ook geldig voor vleermuizen.

Tijdens de gebruiksfase zijn er permanent lampen aanwezig op het platform. Ook als er geen mensen aanwezig zijn in verband met navigatie van scheepvaart. Hiervoor zijn mitigerende maatregelen mogelijk.

#### Mitigerende maatregelen

Voor het platform wordt een lichtplan op maat gemaakt. Deze is nodig voor de navigatie van scheepvaart en om verstoring op trekvogels en vleermuizen tijdens zowel de gebruiks- als aanlegfase zo veel mogelijk te beperken. Als werkverlichting zodanig wordt opgesteld, ingericht en naar buiten toe wordt afgeschermd dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen wordt de verstoring door licht teruggebracht tot verwaarloosbaar effect. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk en wordt daarom in het nog te volgen ecologische werkprotocol verder uitgewerkt. Effecten als gevolg van lichtvervuiling van de platforms op vogels en vleermuizen zijn doormiddel van dit verlichtingsplan uitgesloten.

Verlichting voor de navigatie voor scheepvaartverkeer is verplicht zodat een eenduidige en duidelijke markering van de waterwegen aanwezig is en een veilige navigatie voor de scheepvaart kan worden gewaarborgd. Voor deze signaalverlichting zal worden aangesloten bij de richtlijnen van ILenT. Hiermee zijn ook deze effecten op vogels en vleermuizen uitgesloten.

## 6.1.2 Zeezoogdieren

### 6.1.2.1 Continu onderwatergeluid

Het gebied wat verstoord wordt als gevolg van continu geluid, is maar een zeer klein deel van het totale areaal dat beschikbaar is. De tijdelijke toename van verstoring van een klein deel van het leefgebied heeft geen gevolgen voor de fitness van individuele dieren en de populaties.

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd reikt vijf kilometer ver, kan hooguit op individuele zeehonden of bruinvis een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - temporary threshold shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. Hierdoor zijn effecten als gevolg van externe werking ook uit te sluiten. Doordat de verstoring door continu geluid tijdelijk van aard is en er geen ononderbroken geluidsbarrière volledig parallel aan de kust aanwezig is, wordt migratie en uitwisseling tussen verschillende populaties niet geblokkeerd.

### 6.1.2.2 Impuls onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van impuls onderwatergeluid op zeehonden en bruinvissen. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie en de berekende verstoringsafstanden. Ook geldt er in het kader van de effectbeoordeling voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid. Dit wordt besproken in deze paragraaf.

#### Modelstudie en drempelwaarde

Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls is door TNO een berekening met AQUARIUS 4.0 gemaakt (Bijlage 3). De centrale locatie van het platform is als bronlocatie genomen.

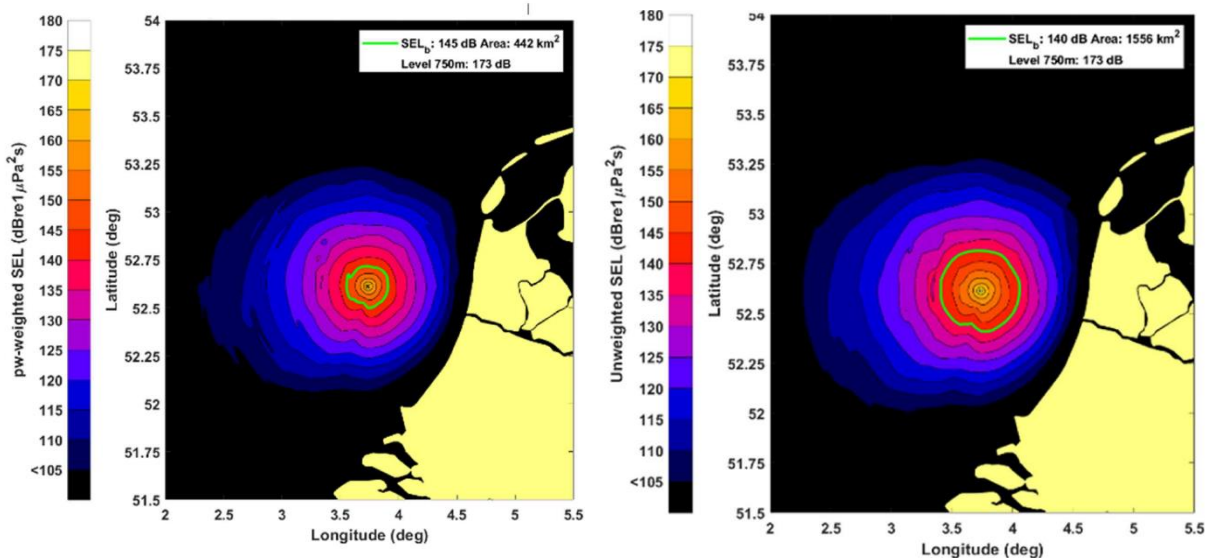
Voor de berekening is verder uitgegaan van een maximale hei-energie van 2000 kJ. Voor jacket-palen is de maximale hei-energie meestal lager dan deze waarde ( $\pm 900$  kJ), waardoor de gehanteerde hei-energie als "worst-case" kan worden beschouwd. Verder wordt uitgegaan van 8 jacketpalen, met een paaldiameter van 3 meter. Wind boven zee en golven verstoren het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt, vooral bij hogere frequenties. Eerdere versies van Aquarius bevatten daarom een model voor een toenemend propagatieverlies bij toenemende windsnelheid. In de validatiestudie (Binnerts et al, 2016) en de daarop gebaseerde modelupdate (de Jong et al, 2018) werd geconstateerd dat het propagatieverlies door dat model overschat werd. In deze modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosd, en is zodoende worst-case scenario.

#### Verstoringsafstand

Volgens de methodiek van het Kader Ecologie en Cumulatie (Heinis et al, 2019) wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden worden verstoord wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid dat de volgende drempelwaarden (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) overschrijdt:

- zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1  $\mu$ Pa2s
- bruinvis ongewogen breedband SELss van 140 dB re 1  $\mu$ Pa2s

Uit de modelberekeningen is het totale oppervlakte bepaald van het gebied waaruit verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 422 km<sup>2</sup> en voor bruinvissen 1.556 km<sup>2</sup> (zie Figuur 59). Op basis van dit oppervlak van 422 km<sup>2</sup> is ook de reikwijdte in hoofdstuk 4 bepaald. De radius van deze verstoringscontour is namelijk maximaal 22 km.



Figuur 59. Berekende geluidskarten (SELs) en verstoringscontouren voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts) voor het heien van de fundering van het platform Hollandse Kust (west Beta)

### Geluidsnormen

De geluidsnorm die wordt gehanteerd voor het heien van het platform Hollandse Kust (west Beta) is de uniforme geluidsnorm van SELs = 168 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (750 m) voor de transformatorplatforms van windparken na 2023 (Heinis, et al., 2019).

Het geluidsniveau op 750 meter afstand rond de heilocatie is maximaal de waarden van ongewogen breedband SELs van 173 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ , bij heien met een maximale hamerklapenergie van 2000 kJ.

Volgens deze berekeningen is er zodoende een risico dat de SELs op 750 m bij het heien van de jacketpalen 5 dB hoger is dan de gestelde geluidsnorm. Deze overschrijding is naar verwachting makkelijk te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel zoals een bellenscherm (zie conclusie TNO rapport in Bijlage 3). Een andere mitigerende maatregel zou het heien met een lagere energie kunnen zijn. Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen.

Omdat de overschrijding van de geluidsnorm 'slechts' 5 decibel is kan al wel worden gesteld dat met het nemen van mitigerende maatregelen en het narekenen hiervan een overschrijding uit te sluiten is.

### Effecten van impulsgeluid op zeehonden

Bij het heien dienen een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden de kans om weg te zwemmen uit het verstoorte gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 4,9 m/s (De Jong & Binnerts, 2018). Aan deze maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Door de heiwerkzaamheden is een areaal van 422  $\text{km}^2$  tijdelijk niet beschikbaar als leef en foerageergebied. Het platform bestaat volgens het standaard design uit 4 palen. Het definitieve ontwerp kan ook 6 of 8 palen hebben. Uit voorzorg is uitgegaan van 8 (ook in de geluidsberekeningen van TNO). Het heien van één paal

duurt een dag. Het gebied is daarom 4 tot maximaal 8 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen om de geluidsnorm te halen kan dit areaal nog kleiner worden.

Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in en rondom de Waddenzee en zoute Delta. De werklocatie is geen veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie. Tussen het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord-naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade.

Met toepassing van alle mitigerende maatregelen kunnen effecten van impulsgeluid op zeehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van significante effecten op populatieniveau.

### Effecten van impulsgeluid op bruinvissen

Bij het heien dienen een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven). Hierdoor krijgen bruinvissen de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 3,4 m/s (De Jong & Binnerts, 2018).

Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoorbeschadiging van bruinvissen nabij de heilocatie zoveel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten echter verder zwemmen dan zeehonden (omdat deze dieren gevoeliger zijn) en bovendien zwemmen de dieren langzamer. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest kan het zich toch in het verstoorde gebied bevinden. Daarom is het optreden van permanente gehoorbeschadiging en een dodelijk effect op dieren niet uitgesloten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen. Om dit te bereiken is gerekend hoeveel bruinvisverstoringdagen er per activiteit met de geluidsnorm na 2023 nodig zijn, zowel voor het heien van het platform als de uit te voeren kabelsurveys. Als er binnen dit aantal dagen wordt gebleven én aan de norm wordt voldaan valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie.

Tabel 8: ID 49 uit Bijlagetabel 8-2 uit het KEC. Uitgangspunten voor de KEC-berekeningen. Uitkomst is het aantal toegewezen bruinvisverstoringdagen als gevolg van het heien (Heinis et al., 2019).

ID	Naam	Jaar	Capaciteit (MW)	Aantal heipalen	Norm (dB)	Bruinvis verstoringdagen
49	HKW Beta Platform	2024	-	6	168	4451

Om te bepalen of het plaatsen van de funderingspalen binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringdagen uitgerekend.

Het totale oppervlakte waarover verstoring plaatsvindt betreft een oppervlakte van 1.556 km<sup>2</sup>. Volgens het meest recente KEC (Kader Ecologie en Cumulatie), is de bruinvisdichtheid in de omgeving van het plangebied maximaal 0,721/km<sup>2</sup> in het voorjaar (januari-mei), 0,698/km<sup>2</sup> in de zomer (juni – augustus) en 0,444/km<sup>2</sup> in het najaar (september – december) (Heinis et al., 2019).

Uit de activiteitbeschrijving blijkt dat er 1 dag geheid wordt per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal acht palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal acht heidagen nodig. Afhankelijk van wanneer de activiteiten plaatsvinden komt het maximale aantal bruinvisverstoringdagen daarmee respectievelijk op:

- 8975 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (8 \* 1556 \* 0,721)
- 8689 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in de zomer plaatsvindt (8 \* 1556 \* 0,698)
- 5527 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (8 \* 1556 \* 0,444)

Dit is een overschrijding van het toegewezen aantal bruinvisverstoringdagen.

Tabel 18. Nr's 104 en 107 uit Bijlagentabel 8-3 uit het KEC. Uitgangspunten voor de KEC-berekeningen. Uitkomst is het aantal toegewezen bruinvisverstoringdagen als gevolg van het uitvoeren van geofysische surveys (Heinis et al., 2019)

Nr	Naam	Aantal dagen	Bruinvisverstoringdagen
104	GS kabeltrace HKW beta	9	243
107	GS kabeltrace HKW beta	9	243

Om te bepalen of het uitvoeren van de surveys van het kabeltracé binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringdagen uitgerekend. Voor het uitvoeren van geofysische surveys voor het kabeltracé wordt uitgegaan van een globale survey, later gevolgd door een gedetailleerde survey (Heinis et al., 2019). Om te bepalen of deze activiteit binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringdagen uitgerekend per survey voor het kabeltracé.

De lengte van het tracé is (inclusief interlink) 73,2 km, met een corridorbreedte van 1,2 km. Dit is een oppervlak van circa 88 (87,84) km<sup>2</sup>. Er wordt aangenomen dat per dag 10 km<sup>2</sup> zeebodem wordt gesurveyd en dat dit resulteert in een verstoringsoppervlak van 36 km<sup>2</sup> per etmaal (Heinis et al., 2019).

- 229 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt  $(88 / 10 * 36 * 0,721)$
- 222 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in zomer plaatsvindt  $(88 / 10 * 36 * 0,698)$
- 141 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt  $(88 / 10 * 36 * 0,444)$

De geofysische surveys vallen binnen het toegestane aantal bruinvisverstoringdagen. Op basis van de huidige berekeningen van TNO wordt én de geluidsnorm én het toegestane aantal bruinvisverstoringdagen overschreden voor plaatsing van het platform. Deze overschrijding van de geluidsnorm is naar verwachting makkelijk te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel zoals een bellenscherm (zie conclusie TNO rapport in bijlage 3). Een andere mitigerende maatregel zou het heien met een lagere energie kunnen zijn. Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden in voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Door het reduceren van het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorte areaal en daarmee het aantal bruinvisverstoringdagen minder. Als er bovendien maar 4 palen geheid worden in de zomer of het najaar valt het aantal bruinvisverstoringdagen ook met het huidige verstoorte areaal binnen het gestelde aantal dagen.

- 4488 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt  $(4 * 1556 * 0,721)$
- 4345 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in de zomer plaatsvindt  $(4 * 1556 * 0,698)$
- 2764 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt  $(4 * 1556 * 0,444)$

Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen en het uitwerken en narekenen hiervan voor aanvang van de heiwerkzaamheden kunnen onacceptabele effecten op de bruinvispopulatie worden uitgesloten.

### 6.1.2.3 Elektromagnetische velden

Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden magnetische velden waarnemen (Normandeau et al., 2011). Walvissen en dolfinen, waar de bruinvissen toe behoren, gebruiken magnetisme om zich te oriënteren en te navigeren. Veranderingen in het magnetische veld kunnen tot oriëntatie problemen leiden, waardoor migratie verstoord wordt (Normandeau et al., 2011). Een mogelijk probleem bij de velden is dat zeezoogdieren die erdoor willen zwemmen een barrière kunnen ondervinden (wanneer het waarneembare deel van het veld tot aan het wateroppervlakt reikt) of gedesoriënteerd raken.

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug, gewone dolfin en de tuimelaar hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam (Kirschvink, *et al.*, 1986; Normandeau et al., 2011; Zoeger *et al.*, 1981). Dit mineraal werd door Zoeger *et al.* (1981) gevonden in het brein van een gewone dolfin, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De witsnuitdolfijn is gevoelig voor magnetische velden, maar er wordt verder niet gemeld bij welke radius dit is (Gill *et al.*, 2005). Naast dit rapport is er op het moment niets bekend over de gevoeligheid van de witsnuitdolfijn voor elektromagnetische velden. Van de witflankdolfijn, van hetzelfde geslacht als de witsnuitdolfijn is bekend dat ze eerder stranden wanneer het magnetisch veld van de aarde meer varieert dan  $0.05\mu\text{T}$  gemeten vanaf een hoogte van 350-400 meter boven het wateroppervlak. Dit geldt ook voor de gewone dolfijn, de tuimelaar en de griend (Fisher & Slater, 2010; Kirschvink *et al.*, 1986). Voor alle soorten walvissen en dolfijnen, waaronder de bruinvis, wordt verondersteld dat zij veranderingen in het aardmagnetische veld vanaf  $0.05\mu\text{T}$  gemeten vanaf een hoogte van 350-400 meter boven het wateroppervlak waarnemen (Kirschvink, 1990).

Grootste probleem bij de velden is dat vissen of zeezoogdieren die erover heen willen zwemmen een barrière ondervinden (wanneer het waarneembare deel van het veld tot aan het wateroppervlak reikt) of gedesoriënteerd raken. Uitgaande van een gemiddelde stroombelasting van 500 Ampère op de kabel ligt de grens van  $0.05\mu\text{T}$  op een afstand van 14,1 meter (ingraafdiepte 6 meter) tot 15,3 meter (ingraafdiepte 1 meter) (DNV GL, 2015). Dit is ruim onder bovenstaande 350 tot 400 meter boven het wateroppervlak.

Bruinvissen kunnen mogelijk, net als dolfijnen, magneetvelden met een lage sterkte waarnemen. Wat het gevolg is van het waarnemen van het veld is niet bekend. Een overzicht gemaakt voor de Europese Commissie (Thomson 2015) geeft ook duidelijk aan dat er over het effect en de drempelwaarden van elektromagnetische velden eigenlijk alleen nog maar kennisleemtes bestaan. Met de berekeningen kan vastgesteld worden dat in de diepere delen van het kabel tracé er boven magnetisch veld in ieder geval tijdens gemiddelde belasting een kolom water is waar bruinvissen doorheen kunnen zwemmen zonder het magnetische veld waar te nemen. In de ondiepere delen zal het veld wel worden waargenomen, het is echter onduidelijk waar de overgang tussen waarnemen en een echt effect ligt. Dit betekent dat het veld wellicht af en toe een bruinvis naar het bovenste deel van de waterkolom zal brengen, maar dat er verondersteld kan worden dat er geen echte barrièrewerking optreedt. Een onderzoek van Teilmann *et al.* (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en dus ook kabels liggen. Al betekent dit niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis en andere walvissoorten met vergelijkbare gevoeligheid voor magnetische velden.

Hoewel individuele walvissen gevolgen kunnen ondervinden van het elektromagnetisch veld is er geen sprake van een barrière-effect of effecten die merkbaar zijn op de lange termijn.

## 6.1.3 Vissen

### 6.1.3.1 Vertroebeling

Trekvisen kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. De vertroebeling voor de kust heeft potentieel een barrière werking tijdens de migratie van trekvisen. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende visen de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaats vindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrière werking is op de trekvisen.

De onder Europese habitatrichtlijn beschermde houting en steur zijn anadrome trekvisen. Dit geldt ook voor andere trekvisen in het gebied waarvoor vanuit gebiedsbescherming instandhoudingsdoelstellingen zijn opgesteld; de rivierprik, zeebek en fint. Anadrome visen zijn visen die vanuit de zee de rivieren (in dit geval het Noorseekanaal en via het Marsdiep en de Waddenzee naar het noordelijk binnenland) optrekken om te paaien om vervolgens daarna weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang. De vertroebeling voor de kust heeft potentieel een barrière werking tijdens de migratie van deze trekvisen. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende visen de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaats vindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrière werking is op de trekvisen.

#### ***Migratie perioden***

Voor de steur geldt dat de paaitrek plaatsvindt tussen half mei en einde juli, met een hoogtepunt eind juli. Onvolwassen visen trekken ook jaarlijks vanuit zee het estuarium in en verblijven daar gedurende enkele maanden maar paaien niet. Jonge steuren zakken na ongeveer twee jaar de rivier af om op te groeien in het estuarium van de desbetreffende rivier, waarna ze uitzwerven over de kustwateren (RAVON, 2018). Rond november trekt de houting de rivieren op om zich voort te planten. Volwassen visen trekken in

scholen in het najaar de rivieren op en paaien in de herfst en wintermaanden niet al te ver landinwaarts. De eitjes komen aan het begin van het voorjaar uit. De jonge houtingen laten zich in de loop van de zomer afzakken richting riviermondingen en de kustzone (RAVON, 2020).

De zeeprík migreert in het voorjaar stroomopwaarts voor de voortplanting (Bjerselius et al., 2000; Maitland, 1980) die in mei en juli plaatsvindt. Adulte dieren sterven na het paaien. De jonge zeepríkken trekken na hun metamorfose aan het einde van de zomer, na vijf tot acht jaar als larve te hebben geleefd, als adult terug naar zee.

De rivierprík trekt eerder stroomopwaarts dan de zeeprík, van het najaar tot vroege voorjaar. De voortplanting vindt plaats van maart tot mei. De jonge rivierpríkken trekken na hun metamorfose tot adult, na circa vier jaar als larve te hebben geleefd, begin winter terug naar zee (Kelly & King, 2001).

Rond mei verzamelen volwassen paairijpe finten zich in estuaria om stroomopwaarts te zwemmen naar de paaiplaatsen in het zoete bovenstroomse gedeelte (Maitland & Hatton-Ellis, 2003). De Noordzeekustzone maakt als overgang van open zee naar binnenwater deel uit van de trekroute (R. Jak & Tamis, 2011). Deze intrek is, zoals bij vele andere trekvissoorten, erg afhankelijk van de watertemperatuur en het zuurstofgehalte (Joachim Maes et al., 2008). Na de paai trekken de volwassen dieren terug naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014). In de nazomer rond augustus en september trekken jonge finten naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014; Maitland & Hatton-Ellis, 2003).

### **Respons van vissen op vertroebeling**

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijn effecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen is sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten aanmerkelijk beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Parsley et al. beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Wilber & Clarke (Wilber & Clarke, 2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l gebruiken met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons maar opvallend is dat bij deze concentraties en duur van blootstelling bij sommige estuariene vissen zelfs geen enkel effect worden gevonden.

In zijn algemeenheid kunnen op vis prederende vissen hinder ondervinden door een verhoogde troebelheid in de vorm van het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979). Maes et al. (J. Maes et al., 1998) beschrijft dat juveniele vis (*Clupeïden* zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in turbide gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde vissoorten, maar ook van een verhoging van de dichtheid omdat de turbiditeitspluim als schuilplek gebruikt wordt. De volwassen finten die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen nadelige effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Kottelat & Freyhof, 2007; Maitland & Hatton-Ellis, 2003; Skóra et al., 2012).

De effecten van een verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden soorten rivierprík en zeeprík is verwaarloosbaar klein. Deze benthische soorten zijn al hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al., 2011) en rivierprík (Joachim Maes & Ollevier, 2005). Parsley et al. (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van

baggerspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen. Maes & Ollevier (Joachim Maes & Ollevier, 2005) beschrijven dat een verhoogde turbiditeit door baggerwerkzaamheden in de Zeeschelde maar een verwaarloosbaar klein effect kan hebben op de rivierprik. Omdat de zeeprik een vergelijkbare fysiologie én levenswijze heeft zal het effect op deze soort ook vergelijkbaar klein zijn.

Pelagische trekvissoorten als fint zullen mogelijk iets gevoeliger zijn voor verhoogde concentraties gesuspendeerd sediment. De volwassen finten die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen nadelige effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Kottelat & Freyhof, 2007; Maitland & Hatton-Ellis, 2003; Skóra et al., 2012).

Echter, alle soorten trekvissen die door het Noordzeekanaal of via Marsdiep en de Waddenzee trekken zijn vertrouwd met vertroebeling. Deze trekvissen zullen normaliter in en na de paaiperiode tot meerdere maanden in het troebele estuarium verblijven en komen tijdens hun paaimigratie naar dit estuarium maar een fractie van de periode in aanraking komen met de slibwolk. Volwassen trekvissen brengen veel van hun tijd door in de brakke wateren van estuaria en riviermondingen. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Dit zou erop kunnen wijzen dat deze vissen zich al aangepast hebben aan water waar het zicht vrij laag. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of –afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; J. Maes et al., 2007; Joachim Maes et al., 2008). Veel trekvissen (behalve salmoniden) migreren tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer, et al. 2013).

Uit alle bovenstaande informatie blijkt dat zicht geen bepalende factor is voor migratie, hierom heeft vertroebeling een verwaarloosbaar effect op migratie van trekvissen.

### 6.1.3.2 Continu en impuls onderwatergeluid

Over de effecten van onderwatergeluid op (trek)vissen is zeer weinig bekend (Popper & Hastings, 2009). Er is een zeer grote variëteit tussen soorten in gevoeligheid voor geluid, waarbij effecten kunnen variëren van niet aanwezig tot ernstige schade in de vorm van gedragsveranderingen, tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging, orgaanschade en zwemblaasschade. Echter door de grote variëteit kan er niet geëxtrapoleerd worden tussen verschillende soorten en situaties, waardoor het vrijwel onmogelijk is een effect juist in te schatten (Popper & Hastings, 2009). Omdat het moeilijk is te generaliseren wordt voor vissen over het algemeen een worst case reikwijdte van 500m aangehouden voor effecten op vissen (o.a. van Duin et al. 2015b, van den Akker & van der Veen, 2013). Bij deze afstand blijft een ruime zone over waarin trekvissen ongehinderd zich kunnen bewegen.

Gehoorgevoelige vissen zullen net als de zeezoogdieren een vermijdingsreactie vertonen voor de ADD. Echter omdat er nog een zeer grote kennisleemte bestaat over de gedragsrespons van verschillende vissoorten op geluid (Hawkings & Popper, 2014, Hawkings et al. 2015) wordt er als worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron toch nog effecten kunnen optreden op vissen. Binnen deze aanname is de worst-case een aantasting van minder dan 0,002% op het totale oppervlak van het NCP en het leefgebied van zoutwatervis (dat in werkelijkheid niet ophoudt bij de grens van het NCP). De kans dat eventueel aanwezige beschermde soorten aangetast worden in de instandhoudingsdoelstellingen is hiermee verwaarloosbaar klein.

### 6.1.3.3 Elektromagnetische velden

Vissen kunnen ook magnetische velden waarnemen (Öhman et al., 2007). Het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is slecht tot niet bekend. Een hypothese is dat sommige vissen hun magnetische velden gebruiken voor oriëntatie en dat hun zwemrichting en zwemsnelheid veranderen kan door het magnetische veld van een kabel. Onduidelijk is of dit dan juist de lokale oriëntatie of de grootschalige oriëntatie verstoord. Er zijn weinig tot geen bruikbare grenzen voor het bepalen van effecten. De beschermde zoutwatervissen in het studiegebied zijn de Atlantische steur en de Noordzeehouting. Over de houting is op het moment niets bekend qua gevoeligheid voor elektromagnetische velden. De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam, elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Verdere informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur zijn tot op heden nog niet gevonden.



Roggen en haaien hebben net als de steur ook ampullen van Lorenzini. Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde 'frequency range' hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en longen zien wanneer deze een veld tegenkwam van 5 Hz bij een spanning gradiënt van 0.01µV/cm (volt per centimeter, de sterkte van een elektrische veld per meter) (Fisher & Slater, 2010). Daarnaast heeft een experiment van (Gill et al., 2009) aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd. Deze reacties waren echter individu specifiek, hierdoor kan er niets gezegd worden over de definitieve effecten van elektromagnetische velden op deze soorten. Het is mogelijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektromagnetische velden, al is er te weinig onderzoek gedaan om dit te onderbouwen. Uit voorzorg wordt er dan ook vanuit gegaan dat de effecten vergelijkbaar zijn met die van de gevoelige bruinvis, waar wel het een en ander over bekend is.

Uit paragraaf 6.1.2.3 over elektromagnetische werking op zeezoogdieren (bruinvissen in het bijzonder) blijkt dat in de diepere delen boven het kabeltracé, tijdens gemiddelde belasting, een kolom water is waar doorheen gezwommen kan worden zonder het magnetische veld waar te nemen. In de ondiepere delen is het echter onduidelijk waar de overgang tussen waarnemen en een echt effect ligt. Dit betekent dat het veld wellicht af en toe een de vissen naar het bovenste deel van de waterkolom zal brengen, maar dat er veronderstelt kan worden dat er geen echte barrièrewerking optreedt. Hoewel individuele trekvisser gevolgen kunnen ondervinden van het elektromagnetisch veld is er geen sprake van een barrière effect of effecten die merkbaar zijn op de lange termijn.

## 6.2 Op land

### 6.2.1 Zandhagedis

#### 6.2.1.1 Mechanische effecten en verstoring

Op basis van het bronnen- en veldonderzoek is vastgesteld dat de boorlocatie nabij beeldenpark Een Zee van Staal leefgebied is van zandhagedis. Hierbij is sprake van directe aantasting van het leefgebied en kan verstoring of het doden van exemplaren bij het vergraven ten behoeve van de bouwlocatie plaatsvinden.

Om negatieve effecten op de soort en overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen dient met de het volgende rekening gehouden te worden:

- De aanwezige zandhagedissen weggevangen en verplaatsten naar geschikt habitat buiten de invloedsfeer van de activiteiten. De beste periode voor het wegvangen is van maart tot en met mei, voordat de ei-afzet plaatsvindt.
- Wanneer de werkzaamheden nabij het beeldenpark worden uitgevoerd tijdens de periode waarin de soort actief is (eind maart tot en met begin oktober), zijn maatregelen noodzakelijk die ervoor zorgen dat zandhagedissen niet op het werkkerrein terecht komen. Dit kan door de rand van het werkkerrein af te schermen met een tijdelijk reptiel-werend scherm. Dit voorkomt het opduiken van de soort van andere locaties uit de omgeving.

Omdat in de huidige vorm het gebied nabij het beeldenpark zich bevindt in geschikt leefgebied voor zandhagedis, is er sprake van aantasting van leefgebied en leiden de werkzaamheden tot tijdelijke beperkingen zoals oppervlakteverkleining en versnippering leefgebied. Na afronding van de werkzaamheden zal het leefgebied zich herstellen. Na-ijleffecten in de vegetatie zijn hierdoor niet te verwachten als gevolg van bijvoorbeeld bodemverdichting. De periode van mindere geschiktheid van het gebied is hierdoor zeer beperkt. De boven genoemde maatregelen zijn gericht op het voorkomen van incidentele schade, echter is kans op verstoring of doden van exemplaren tijdens de werkzaamheden niet uit te sluiten. Voor de zandhagedis is een ontheffingsaanvraag op de verbodsbepalingen hierdoor noodzakelijk.

### 6.2.2 Broedvogels

#### 6.2.2.1 Mechanische effecten en verstoring

Op nagenoeg alle locaties waar enige vorm van opgaande vegetatie aanwezig is (struweel, bomen(rijen) of oevervegetaties), kunnen diverse algemeen tot schaars in Nederland voorkomende vogelsoort broeden. Het gaat dan bijvoorbeeld om soorten als zwartkop, merel, fitis, wilde eend, waterhoen of ekster. Voor alle inheemse vogelsoorten geldt een verbod op handelingen die soort, nesten, eieren of vaste rust- of verblijfplaatsen beschadigen of verstoren. Voor schadelijke werkzaamheden in het broedseizoen wordt geen

onthefing verleend, omdat het uitvoeren van de werkzaamheden buiten het broedseizoen over het algemeen een goed alternatief vormt. Wanneer buiten het broedseizoen het leefgebied dusdanig is aangepast dat het niet meer geschikt is om in te gaan broeden, kan op die locatie gedurende het broedseizoen wel gewerkt worden. Na afronding van de werkzaamheden is de locatie in principe weer beschikbaar om te broeden (al dan niet in een ander seizoen).

De zorgplicht blijft, ongeacht de status van de soorten, wel van kracht. Geadviseerd wordt wel een controle van het plangebied uit te voeren direct voorafgaande aan de werkzaamheden. Enkele vogelsoorten als houtduif kunnen, afhankelijk van de weersomstandigheden het hele jaar door broeden.

## 6.2.3 Rugstreepad

### 6.2.3.1 Mechanische effecten en verstoring

Langs het tracé zijn geen waarnemingen van rugstreepad bekend en ter hoogte van de boorlocaties in de duinen is ook geen open water aanwezig. Op het Tata Steel-terrein is wel een waterelement aanwezig waar een populatie rugstreepadden bekend is (Witteveldt & Van den Tempel, 2016). Deze locatie ligt buiten het plangebied, ten zuiden van de Bosweg.

Door de habitatvoorkeur van rugstreepad voor pioniersomstandigheden met open zand en kleine poelen, hebben bouwterreinen een sterke aantrekkingskracht op deze soort. Omdat de soort ook lange afstanden kan afleggen op zoek naar (nieuw) leefgebied, is het niet uitgesloten dat de soort op plekken waar gebouwd of gegraven wordt, op gaat duiken. Dit geldt voor alle boorlocaties. Indien dat gebeurt, treedt door verdere inrichting en bouwwerkzaamheden verstoring en schade aan individuen op en is sprake van overtreding van verbodsbepalingen.

Om negatieve effecten op de soort en overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen zijn de volgende maatregelen mogelijk:

- Wanneer de werkzaamheden worden uitgevoerd buiten de periode waarin de soort actief is (oktober tot en met maart), is verstoring of zijn slachtoffers niet mogelijk. Het duingebied is nu geen geschikt leefgebied, waardoor vestiging voor overwintering in het najaar niet aannemelijk is. Wanneer na maart de werkzaamheden nog niet afgerond zijn, zie het volgende punt.
- De werkzaamheden worden uitgevoerd tijdens de periode waarin de soort actief is (eind maart tot en met begin oktober): maatregelen treffen die ervoor zorgen dat rugstreepadden niet op het werkterrein terecht komen. Dit kan door de rand van het werkterrein of het terrein met de bekende populatie, af te scherm met een tijdelijk amfibie-werend scherm. Dit dient vóór maart gebeurd te zijn. Dit kan bijvoorbeeld door het plaatsen van schermen van hard kunststof van 50 centimeter hoog en minimaal 10 centimeter ingegraven in de grond. Dit scherm dient regelmatig gecontroleerd te worden op kieren en op overhangende vegetatie. Hierdoor is het opduiken van de soort zo goed als onmogelijk en is het doden van individuen uitgesloten.

Omdat het duingebied in de huidige vorm geen leefgebied is, is geen sprake van aantasting van leefgebied en leidt de tijdelijke afscherming ook niet tot beperking van dit leefgebied (geen oppervlakteverkleining, opsluiten deelpopulatie of versnippering leefgebied), is geen sprake van overtreding van verbodsbepalingen. De maatregel is gericht op het voorkomen van incidentele schade, een ontheffingsaanvraag op de verbodsbepalingen is hierdoor ook niet aan de orde. Onder alle omstandigheden moet voorkomen worden dat nieuw leefgebied ontstaat dat bereikbaar is voor rugstreepadden.

## 6.2.4 Vleermuizen

### 6.2.4.1 Mechanische effecten en verstoring

Op geen van de boorlocaties zijn bomen aanwezig die geschikt zijn als verblijfplaats voor vleermuizen. De duinen zijn wel goed foerageergebied voor diverse soorten uit de omgeving, maar hier worden geen geschikte bomen gekapt of aangetast. De boorwerkzaamheden zijn lokaal en van tijdelijke aard, waardoor van verstoring van essentieel leefgebied eveneens geen sprake is.

Het duinbos op de locatie van het transformatorstation is al gekapt voor de realisatie van het transformatorstation van Hollandse Kust Noord. Het aangrenzende bos is mogelijk wel foerageergebied van diverse soorten uit de omgeving (met name Wijk aan Zee). Omdat dit niet aangetast wordt en in de

omgeving ruim voldoende alternatieven aanwezig zijn, is van aantasting van essentieel foerageergebied geen sprake. Nadere stappen of een ontheffing zijn niet aan de orde.

### **6.2.5 Overige soorten**

Tot slot kunnen de werkzaamheden leiden tot verstoring en (tijdelijke) vernietiging van leefgebied van algemeen in Nederland voorkomende soorten als muizen en kikkers. Voor deze soorten geldt bij ruimtelijke ontwikkelingen een vrijstelling op de ontheffingsplicht. Ten aanzien van de Rode lijst-soorten is het aannemelijk dat het vergraven impact heeft op het leefgebied en de groeiplaatsen (bijvoorbeeld hondskruid), echter zal de gunstige staat van instandhouding van de soorten niet direct in gevaar komen

### **6.2.6 Samenvatting**

Samengevat wordt gesteld dat er kans is op verstoring of vernietiging van (leefgebied van) strikt beschermde en bedreigde soorten. De en- en/of uitredepunten vormen geschikt leefgebied van zandhagedis en rugstreeppad en is een landelijk belangrijke groeiplaats van hondskruid. Het opduiken van zandhagedis gedurende de werkzaamheden, doordat open zandplekken ontstaan in de duinen, kan leiden tot aantasting of doden van exemplaren.

## 7 TOETSING

In dit hoofdstuk wordt beoordeeld of de effecten die optreden als gevolg van de het leggen van de kabels en het heien van het platform ten behoeve van Hollandse Kust (west Beta) kunnen leiden tot overtreding van verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten uit de Wet Natuurbescherming (artikelen 3.1, 3.5 en 3.10).

### 7.1 Effectbeoordeling voor beschermde soorten op zee

#### 7.1.1 (Broed)vogels

In Tabel 12 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen.

Tabel 9: Relevante verbodsbepalingen voor vogels

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Alle soorten	Artikel 3.1 Wnb	Het is verboden vogels als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te storen. Dit verbod is niet van toepassing als de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort.

Als gevolg van de werkzaamheden treedt mogelijk verstoring op van individuele vogels. Doordat de werkzaamheden echter plaats vinden op een zeer klein areaal van het totaal beschikbare habitat voor de Noordzeekust, er voldoende alternatief is voor soorten en van gevoelige soorten (zoals stern) het zwaartepunt van broedlocaties niet in de buurt van het plangebied ligt, is de staat van instandhouding niet in het geding en zijn effecten op vogels uitgesloten.

Overige verbodsbepalingen in artikel 3.1 Wnb zijn niet van toepassing op de uitvoering van de werkzaamheden.

#### 7.1.2 Zeezoogdieren

##### 7.1.2.1 Effecten van impulsgeluid op zeehonden

Uit paragraaf 6.1.2.2 blijkt dat met toepassing van alle mitigerende maatregelen de werkzaamheden hoogstens kunnen leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied, maar dat er geen sprake is van significante effecten op populatieniveau. Met de komst van de Wet natuurbescherming is verstoring van zeehonden niet langer verboden (zie Tabel 10). Daarbij geldt dat er rondom de locatie waar werkzaamheden plaatsvinden geen rustgebieden in de vorm van ligplaatsen liggen. Verbodsbepalingen voor de beide soorten zeehonden worden niet overtreden.

##### 7.1.2.2 Effecten van impulsgeluid op bruinvissen

De verbodsbepaling voor het opzettelijk verstoren van dieren geldt wel voor de dolfinen en walvissen, waartoe de bruinvis behoort. De overige dolfinen en walvissen komen sporadisch of als dwaalgast voor in het gebied en worden niet in de beoordeling meegenomen.

Uit de toetsing van het berekende geluidsniveau op de geluidsnorm (paragraaf 6.1.2.2) blijkt dat deze overschreden wordt en aanvullende maatregelen nodig zijn. Deze maatregelen zijn ook toegelicht in paragraaf 7.3.1, en omvatten:

- Toepassing van een ADD (acoustic deterrent device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. Deze ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

- Uitvoering van project specifieke berekeningen wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale geluidsnorm van Hollandse Kust (west Beta). Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen, waardoor de optimale set van maatregelen waar mee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft zal worden vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen zullen dan in de uitvoering worden toegepast.
- Het meten en monitoren van de daadwerkelijke geluidsbelasting op een afstand van 750 meter op de heilocaties.
- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol (hierin moet ook het verlichtingsplan worden opgenomen).

Met deze maatregelen wordt, met de huidige kennis, de staat van instandhouding van bruinvissen niet aangetast. Dit dient echter tijdens de werkzaamheden verder onderbouwd te worden met het uitvoeren van een monitoringsprogramma. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of de in de KEC voorgestelde mitigerende maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Significante effecten zijn op deze wijze aannemelijk uit te sluiten.

*Tabel 10: Relevante verbodsbepalingen voor gewone en grijze zeehond en bruinvis.*

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
Gewone zeehond	Artikel 3.10 Wnb	Geen relevante verbodsbepaling voor verstoring
Grijze zeehond		
Bruinvis	Artikel 3.5 Wnb	Het is verboden dieren opzettelijk te verstoren

### 7.1.3 Vissen

In Tabel 11 zijn de verbodsbepalingen voor vissen opgenomen.

*Tabel 11: Relevante verbodsbepalingen voor vissen*

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
<b>Houting</b>	Artikel 3.5 Wnb	Het is verboden om dieren opzettelijk te verstoren
<b>Steur</b>		Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren te beschadigen of te vernielen

In tegenstelling tot de situatie onder de Flora- en faunawet, waarbij een groot aantal soorten zeevissen beschermd werd, geldt nu alleen nog voor de houting en de steur een beschermingsregime. Beide soorten komen zeer weinig voor binnen het studiegebied en zijn daarnaast van nature gewend en fluctuerende slibconcentraties. De kans op verstoring van individuele dieren is daarmee verwaarloosbaar.

Op de locaties waar werkzaamheden plaatsvinden komen geen voortplantingsplaatsen van beide soorten voor. Beschadiging of vernieling van voortplantingsplaatsen door werkzaamheden is daarom uitgesloten.

Overige verbodsbepalingen in artikel 3.5 Wnb zijn niet van toepassing op de uitvoering van de werkzaamheden.

## 7.1.4 Vogels

In Tabel 12 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen.

Tabel 12: Relevante verbodsbepalingen voor vogels

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
<b>Alle soorten</b>	Artikel 3.1 Wnb	Het is verboden vogels als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te storen. Dit verbod is niet van toepassing indien de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort

Als gevolg van de werkzaamheden treedt er mogelijk verstoring op van individuele vogels. Doordat de werkzaamheden echter plaats vinden op een zeer klein areaal van het totaal beschikbare habitat voor de Noordzeekust, er voldoende alternatief is voor soorten en van gevoelige soorten (zoals stern) het zwaartepunt van broedlocaties niet in de buurt van het plangebied ligt, is de staat van instandhouding niet in het geding en zijn effecten op vogels uitgesloten.

Overige verbodsbepalingen in artikel 3.1 Wnb zijn niet van toepassing op de uitvoering van de werkzaamheden.

## 7.2 Effecten op beschermde soorten op land

In Tabel 13 zijn de verbodsbepaling van Habitatrichtlijn soorten opgenomen.

Op basis van de effectbeschrijving in paragraaf 6.2 wordt gesteld dat, met uitzondering van de beschermde zandhagedis en algemeen in Nederland voorkomende soorten, de werkzaamheden niet leiden tot aantasting van leefgebied of individuen van beschermde soorten. Ook is er uitzondering van de zandhagedis geen sprake van verstoring van leefgebied van soorten met een ongunstige staat van instandhouding.

Tabel 13: Relevante verbodsbepalingen voor Habitatrichtlijnsoorten

Soort	Relevant artikel Wnb	Relevante verbodsbepalingen
<b>Zandhagedis</b>	Artikel 3.5 Wnb	<p>Het is verboden wild levende dieren van soorten, genoemd in bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn, bijlage II bij het Verdrag van Bern of bijlage I bij het Verdrag van Bonn, in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen.</p> <p>Het is verboden dieren als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te verstoren.</p> <p>Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld in het eerste lid te beschadigen of te vernielen.</p>

Wel geldt dat voor de werkzaamheden in preventieve maatregelen getroffen moeten worden om schade aan soorten te voorkomen. Het gaat om het wegvangen van zandhagedis en het afschermen van de werklocatie om te voorkomen dat zandhagedis of rugstreeppad op het terrein terecht komen.

Ook kunnen de werkzaamheden leiden tot verstoring en (tijdelijke) vernietiging van leefgebied van algemeen in Nederland voorkomende soorten als muizen en kikkers. Voor deze soorten geldt bij ruimtelijke ontwikkelingen een vrijstelling op de ontheffingsplicht. Dit geldt niet voor vogels, van algemene vogelsoorten zijn in het broedseizoen nestplaatsen wel beschermd. De werkzaamheden kunnen leiden tot verstoring of aantasting van deze broedlocaties. Omdat voor verstoring of vernieling van nesten geen ontheffing verleend

wordt, dient dit te allen tijde voorkomen te worden. Dit betekent dat gewerkt moet worden buiten het broedseizoen. Na afronding van de werkzaamheden is de locatie in principe weer beschikbaar om te broeden (al dan niet in een ander seizoen). Het voortbestaan van deze beschermde soorten is niet in het geding.

Uit de inventarisatie blijkt dat in het plangebied van het kabeltracé op land diverse beschermde soorten voorkomen. Voor de meeste aangetroffen beschermde soorten, geldt dat het plan geen negatief effect heeft op verblijfplaatsen of essentieel leefgebied.

Samengevat zijn de zandhagedis en algemeen in Nederland voorkomende soorten aangetroffen waarvoor een vrijstelling geldt op de ontheffingsplicht bij ruimtelijke ontwikkelingen. Voor zandhagedis en rugstreeppad zijn maatregelen noodzakelijk. Bij de rugstreeppad gaat het om gaat om preventieve maatregelen en geen sprake is van aantasting van leefgebied of exemplaren. Voor de zandhagedis dit echter wel het geval en is een ontheffing aan de orde. Samengevat gaat het om het volgende maatregelen:

- Zandhagedis: Wegvangen en verplaatsen van individuen op de boorlocatie nabij beeldenspark Een Zee van Staal en het afschermen van de (tijdelijk) werklocatie
- Rugstreeppad: afschermen van de (tijdelijk) werklocatie om bevolking van de werklocatie te voorkomen.

## 7.3 Mitigerende maatregelen

### 7.3.1 Bruinvissen

Met het oog op effecten op bruinvissen door onderwater verstoring als gevolg van impulsgeluid dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:

- Toepassing van een ADD (acoustic deterrent device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. Deze ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Uitvoering van project specifieke berekeningen wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale geluidsnorm van Hollandse Kust (west Beta). Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen, waardoor de optimale set van maatregelen waar mee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft zal worden vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen zullen dan in de uitvoering worden toegepast.
- Het meten en monitoren van de daadwerkelijke geluidsbelasting op een afstand van 750 meter op de heilocaties.
- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol (hierin moet ook het verlichtingsplan worden opgenomen).

Met bovengenoemde maatregelen ondervindt de gunstige staat van instandhouding (GSI) van bruinvissen als gevolg van heien van de platforms en turbines geen negatieve effecten (Heinis et al., 2019). Dit dient echter tijdens de werkzaamheden verder onderbouwd te worden met het uitvoeren van een monitoringsprogramma. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of de in de voorgestelde mitigerende maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Significante negatieve effecten zijn op deze wijze uitgesloten.

### 7.3.2 Trekvogels en vleermuizen op zee

Er wordt een verlichtingsplan voor de platforms opgesteld en voorgelegd aan het Bevoegd Gezag. De concrete uitwerking hiervan vormt verder geen onderdeel van deze toetsing maar dient in een hierop volgend ecologische werkprotocol verder uitgewerkt te worden.

### 7.3.3 Algemeen op land

Verplaats eventueel aangetroffen soorten binnen het werkgebied, die niet (meer) uit zichzelf het werkgebied kunnen verlaten naar een veilig leefgebied in de directe omgeving waar geen werkzaamheden (meer) uitgevoerd worden. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan egels in winterslaap. Onderstaande maatregelen worden uitgevoerd door of onder begeleiding van een deskundig ecooloog. Dit geldt voor alle soorten vanuit de zorgplicht uit artikel 1.11 van de Wet natuurbescherming, die alle in het wild voorkomende soorten beschermd.

### 7.3.4 Vogels op land

- Voer de werkzaamheden (functievrij maken, bouwrijp maken en houden van het werkterrein) in potentieel broedgebied van vogels uit buiten de broedperiode van vogels (broedperiode loopt globaal vanaf half maart tot en met half juli). Als dit niet mogelijk is, moeten gebieden waar gewerkt wordt, in ieder geval ongeschikt gemaakt worden voorafgaand aan het broedseizoen en ongeschikt gehouden worden totdat de werkzaamheden aanvangen;
- Voorafgaand aan de kap wordt struweel gecontroleerd op de aanwezigheid van nesten van soorten met een jaarrond beschermd nest (bv. sperwer). Indien een nest wordt aangetroffen dient een ontheffing aangevraagd te worden en mitigerende maatregelen getroffen te worden;
- Het verwijderen van vegetatie tijdens het broed- en voortplantingsseizoen kan alleen plaatsvinden nadat een ecooloog heeft vastgesteld door onderzoek dat op het moment van rooien geen sprake is van bewoonde nesten of holtes e.d. van vogels (nesten met eieren, jongen of broedende vogels). Tevens dient vegetatie in de directe omgeving rondom een nest behouden te blijven.

### 7.3.5 Reptielen en amfibieën

- Wegvangen en verplaatsen van zandhagedis op de boorlocatie nabij beeldenpark *“Een Zee van Staal”*
- Verwijdering van eventuele vegetatie vindt plaats voorafgaand aan de ei-afzet (ei-afzet vindt plaats vanaf mei). Dit gebeurt met klein materieel om daarmee de negatieve effecten op beschermde soorten zoveel mogelijk te minimaliseren.
- Scherm het werkterrein tijdig af (voorafgaand aan ei-afzet) met een reptielen- of amfibieën-werend scherm zodat de werkterreinen niet betreden of bevolkt kunnen worden.
- Na het plaatsen van het reptielen- en amfibieënscherm wordt er een gerichte afvangactie uitgevoerd voor zandhagedis (met behulp van reptielenplaatjes). Gevangen dieren worden in de omgeving uitgezet.
- Tijdens het verwijderen van vegetatie wordt het reptielen- en amfibieënscherm aan een zijde van het werkterrein tijdelijk opengezet zodat nog aanwezige dieren het gebied kunnen verlaten. Na de werkzaamheden aan het eind van de dag wordt het scherm weer dichtgezet om te voorkomen dat dieren terug het terrein in komen. Indien aangetroffen dieren het gebied niet zelfstandig verlaten, worden ze gevangen en buiten het plangebied geplaatst door de ecooloog.
- Indien er nog kans is op aanwezigheid van individuen dient niet op koude en regenachtige dagen gewerkt te worden, omdat reptielen onder deze omstandigheden niet vluchten.
- Het reptielenscherm dient gedurende de werkzaamheden minimaal 1 keer in de twee weken gecontroleerd te worden op functionaliteit

### 7.3.6 Zorgplicht

Daarnaast dienen tijdens de werkzaamheden te allen tijde rekening gehouden te worden met de algemene zorgplicht:

- Werk zo veel mogelijk in de richting waarin soorten kunnen vluchten.
- Het materieel moet zorgvuldig en deskundig worden gebruikt, zodat geen onnodige schade wordt veroorzaakt of onnodige verstoring van flora en fauna optreedt.



## 7.4 Conclusie

Uit de toetsing aan de verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten in de Wet natuurbescherming blijkt dat de verbodsbepalingen ten aanzien van verstoring voor zandhagedis worden overtreden. Er treden door de mitigerende maatregelen echter geen significante effecten op. Voor deze soort is wel een ontheffing in het kader van de Wet Natuurbescherming noodzakelijk.

Op zee worden enkel de verbodsbepalingen ten aanzien van verstoring voor bruinvis overtreden. Er treden door de mitigerende maatregelen echter geen significante effecten op. Voor deze soort is wel een ontheffing in het kader van de Wet Natuurbescherming noodzakelijk.

## 8 REFERENTIES

- Aarts, G., Cremer, J., Kirkwood, R., van der Wal, J. T., Matthiopoulos, J., & Brasseur, S. (2016). Spatial distribution and habitat preference of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the Dutch North Sea. Wageningen University & Research Report C118/16, November, 43. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18174/400306>.
- Arcadis. (2018). Passende Beoordeling Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en Hollandse Kust (West Alpha). 079806108 A.4.
- Arends, E., Groen, R., Jager, T., & Boon, A. (2009). Passende beoordeling Wind op Zee.
- Arts, F. A., Lilipaly, S., & Strucker, R. C. W. (2016). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2014/2015.
- Baan, P. J. A., Menke, M. A., Boon, J. G., Bokhorst, M., Schobben, J. H. M., & Haenen, C. P. L. . (1998). Risico Analyse Mariene systemen: versterking door menselijk gebruik. WL-rapport T1660.
- Baptist, M. J., & Leopold, M. F. (2010). Prey capture success of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency. *Ibis*, 152(4), 815–825.
- Bat Conservation Trust. (2020). Surveys. <https://www.bats.org.uk/our-work/national-bat-monitoring-programme/surveys/national-nathusius-pipistrelle-survey>
- Becker, P. H., & Ludwigs, J.-D. (2004). *Sterna hirundo* Common Tern. BWP Update, 6, 91–137.
- Bemmelen, R. S. A. Van, Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). Vogelwaarden van de Bruine Bank.
- Bij12. (2017). Kennisdocument Zandhagedis *Lacerta agilis*.
- Bijkerk, R. (1988). Ontsnappen of begraven blijven.
- Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(3), 557–569. <https://doi.org/10.1139/f99-290>
- Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklipperplaat, de Middelpaalt en de Hooge Platen.
- Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.
- Brasseur, S. M. J. M., & Geelhoed, S. C. V. (2011). Zeezoogdieren op de Noordzee : achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011. Research Gate.
- Breine, J., & Van Thuyne, G. (2014). Opvolging van het visbestand van het Zeeschelde-estuarium met ankerkuilvisserij Resultaten voor 2014.
- Brenninkmeijer, A., Doeglas, G., & de Fouw, J. (2002). Foeragegedrag van sterns in de westelijke Waddenzee in 2002.
- Brenninkmeijer, A., & Stienen, E. W. M. (1992). Ecologisch profiel van de Grote Stern (*Sterna sandvicensis*). RIN-rapport 92/17.
- Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren.
- de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, 5(3), 211–232.

- De Jong, C., & Binnerts, B. (2018). Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115).
- De Kok, J. H. J., & Meijer, M. B. (2012). Geschiktheid van het Rijnsysteem voor de Europese Atlantische steur (*Acipenser sturio*). van Hall Larenstein, Leeuwarden.
- De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60(12), 1517–1526. <https://doi.org/10.1139/f03-123>
- De Zoogdiervereniging. (2019). Bruinvis.
- Del Hoyo, J., Elliot, A., & Sargatal, J. (1996). Handbook of the birds of the world, Vol. 3, Hoatzin to Auks. Lynx Edicions.
- Deltares. (2015). Verkenning slibhuishouding Waddenzee.
- Didderen, K., & Bouma, S. (2012). Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse.
- Dirksen, S., Witte, R. H., & Leopold, M. F. (2005). Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters *Melanitta nigra*.
- Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (*Alosa sapidissima*) Homing to the Connecticut River from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 31(10), 1607–1619.
- Ecomare.nl. (2017). Dolfijnen.
- Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). Vogels binnendijks: de waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels.
- Fijn, R.C., F.A. Arts, B.W.R. Engels, J.W. de Jong, M.P. Collier, A. Gyimesi, M. Hoekstein, R-J. Jonkvorst, S. Lilipaly, P. A. W. (2016). Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2015-2016. Bureau Waardenburg Rapportnr: 16-199.
- Fijn, R.C., F.A. Arts, J.W. de Jong, D. Beuker, B.W.R. Engels, M.S.J. Hoekstein, R-J. Jonkvorst, S. Lilipaly, M. Sluijter, K.D. van Straalen, P. A. W. (2018). Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Coninentaal Plat in 2017-2018.
- Fijn, R. ., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2018). Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2017-2018 .
- Fijn, R. ., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019). Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019. 135.
- Fijn, R. C., Jonkvorst, R. J., Heunks, C., Collier, M. P., Jong, J. De, & Horssen, P. W. Van. (2011). Aerial surveys of seabirds in the Dutch North Sea May 2010 – April 2011 (Issue May 2010).
- Fisher, C., & Slater, M. (2010). Electromagnetic Field Study: Effects of electromagnetic fields on marine species, a literature review.
- Geelhoed, S. C. V., & Scheidat, M. (2018). Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017. 61, 127–136.
- Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Neal, K. J., & Kimber, J. A. (2005). COWRIE 1.5 The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review.

- Gill, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. In Commissioned by COWRIE Ltd (Issue 68).
- Glutz von Blotzheim, U. N., & Bauer, K. M. (1982). Handbuch der Vogel Mitteleuropas. Band 8/2: Charadriiformes III.
- Goverse, E. (2018). Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2018. Stichting RAVON i.o.v. Samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden.
- Harvey, M., Gauthier, D., & Munro, J. (1998). Temporal changes in the composition and abundance of the macro-benthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the anse à Beaufils, baie des Chaleurs, eastern Canada. *Marine Pollution Bulletin*, 36(1), 41–55.
- Haskoning. (2007). Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1.
- Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. *ICES Journal of Marine Science*, 74(3), 635–651.
- Heesen, H. J. L., Daan, N., & Ellis, J. R. (2015). Fish atlas of the Celtic Sea, North Sea, and Baltic Sea.
- Heinis, F., De Jong, C. A. F., Van Benda-Beckmann, S., & Binnerts, B. (2019). Kader Ecologie en Cumulatie - 2018. Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen.
- Jak, R. G., Bos, O. G., Witbaard, R., & Lindeboom, H. J. (2009). Instandhoudingsdoelen Natura 2000-gebieden Noordzee. Rapport C065/09.j.
- Jak, R., & Tamis, J. (2011). Natura 2000-doelen in de Noordzeekustzone Van doelen naar opgaven voor natuurbescherming.
- Jongbloed, R. H., Wal, J. T. van der, Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C.
- Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon *Acipenser ruthenus* (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, 61, 87–92.
- Kater, B. J., Snoek, R. C., Kouwenberg, A., van der Zon, S., & van Hogendorp, D. (2012). Het voorspellen van effecten van veranderingen in doorzicht op het broedsucces van de visdief en de grote stern.
- Kelly, F. L., & King, J. J. (2001). A review of the ecology and distribution of three lamprey species, *Lampetra fluviatilis* (L.), *Lampetra planeri* (Bloch) and *Petromyzon marinus* (L.): a context for conservation and biodiversity considerations in Ireland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 165–185.
- Kirschvink, J. L. (1990). Geomatic sensitivity in cetaceans: an update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).
- Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, 120, 1–24.
- Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, 35(3), 334–350. <https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2>

- Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat.
- Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & van der Winden, J. (2008). Verstoringsgevoeligheid van vogels - Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.
- Lagerveld, S., Gerla, D., van der Wal, J. T., de Vries, P., Brabant, S., Stienen, E., Deneudt, K., Manshanden, J., & Scholl, M. (2017). Spatial and temporal occurrence of bats in the southern North Sea area. November, 52.
- Leopold, M. F. (2017). Seabirds? What seabirds? An exploratory study into the origin of seabirds visiting the SE North Sea and their survival bottlenecks. <https://doi.org/10.18174/416194>
- Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(4), 191–198. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0191:ELP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2)
- Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75(1), 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036>
- Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47(2), 143–151.
- Maes, Joachim, & Ollevier, F. P. (2005). Impact van baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde op de ecologie van de rivierprik.
- Maes, Joachim, Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, 602(1), 129–143.
- Maitland, P. S. (1980). Review of the ecology of lampreys in northern Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(11), 1944–1952.
- Maitland, P. S., & Hatton-Ellis, T. W. (2003). Ecology of the Allis and Twaite Shad. *Conserving Natura. 2000. Rivers, Ecology Series*, 3.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014a). Profielschets Bruinvis (*Phocoena phocoena*) H1351.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014b). Profielschets Gewone zeehond (*Phoca vitulina*) H1365.
- Ministerie van Economische Zaken. (2014c). Profielschets Grijs zeehond (*Halichoerus grypus*) H1364.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, R. (2015). Natura 2000 Deltawateren. Westerschelde & Saeftinghe, Ontwerpbeheerplan 2015-2021.
- Ministerie van LNV. (2008a). Bontbekplevier (*Charadrius hiaticula*) A137.
- Ministerie van LNV. (2008b). Dwergmeeuw (*Larus minutus*) (A177).
- Ministerie van LNV. (2008c). Parelduiker (*Gavia arctica*) A002.
- Ministerie van LNV. (2008d). Roodkeelduiker (*Gavia stellata*) A001.
- Molenaar, J. G. (2003). Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier.
- NDFD. (2020). NDFD Verspreidingsatlas | *Phocoena phocoena* - Bruinvis.
- Noordzeeloket. (2017). Vleermuizen. Wind Op Zee Ecologisch Programma. <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch/documenten->

wozep-0/vleermuizen/

Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species.

Öhman, M. C., Sigra, P., & Westerberg, H. (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio*, 36(8), 630–633. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[630:OWATEO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[630:OWATEO]2.0.CO;2)

Olsson, T., Bergsten, P., Nissen, J., & Larsson, A. (2010). Impact of electric and magnetic fields from sub-sea cables on marine organisms. Vattenfall Power Consultant Report.

Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management*, 31(1), 1–11.

Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, 75(3).

RAVON. (2018). Atlantische steur.

RAVON. (2020). Houting. <https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/noordzeehouting>

Skóra, M., Sapota, M., Skóra, K., & Pawelec, A. (2012). Diet of the twaite shad *Alosa fallax* (Lacépède, 1803) (Clupeidae) in the Gulf of Gdansk, the Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 41(3), 24–32.

Smit, C. J., & de Jong, M. (2011). Aantallen en verspreiding van Elders, Toppers en zee-eenden in de winter van 2010 - 2011.

Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference. 95.

Sovon. (2016). Roodkeelduiker | Sovon.nl.

Sovon. (2017). Bontbekplevier | Sovon.nl.

Sovon Vogelonderzoek Nederland. (2016). Dwergstern.

Stienen, E. W. M., & Brenninkmeijer, A. (1992). Ecologisch profiel van de visdief (*Sterna hirundo*).

Tabak, A. (2019). Veldonderzoek beschermde soorten locaties Natuur op land Hollandse Kust West Beta.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs ( porpoise detectors ) Technical report. Review Literature And Arts Of The Americas, February.

Tricas, T. (2012). Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranch and other marine species.

van Bemmelen, R., Arts, F., & Leopold, M. (2013). Alken en Zeekoeten op het Friese Front.

Van den Tempel, C., & Ronde, V. (2017). Aanvullend natuuronderzoek TATA. Natuurlijke Zaken, Heiloo.

van Keeken, O. A., van Hoppe, M., de Booij, I. J., Hoek, R., de Graaf, M., Griffioen, A. B., Lohman, M., van Os-Koomen, B., Westerink, H. J., & Wiegerink, H. (2016). Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren in 2015. Deel III Data.

Verdaat, H. J. P. (2006). Gebiedsgebruik, gedrag en verstoring van Roodkeelduikers (*Gavia stellata*) in de Voordelta.

Waarneming.nl. (2017a). Bultrug - Megaptera novaeangliae.

Waarneming.nl. (2017b). Gewone Dolfijn - Delphinus delphis.

Website NDFD. (2020). Nationale Databank Flora en Fauna.

Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal. (2017a). Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers. Overzicht en vergelijking resultaten 2014, 2015 en 2016.

Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal. (2017b). Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2017. Monitoring van diadrome vissen met focus op intrekende glasaal en driedoornige stekelbaars. Samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal.

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, 21(4), 855–875. [https://doi.org/10.1577/1548-8675\(2001\)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2)

Witteveldt, M., & Van den Tempel, C. (2016). *Natuuronderzoek TATA steel*. Natuurlijke Zaken, Heiloo.

Zoeger, T., Dunn, J. R., & Fuller, M. (1981). Magnetic Material in the Head of the Common Pacific Dolphin. *Science*, 213(4510), 892–894.

## BIJLAGE 1 TECHNICAL INSTALLATION METHOD



## BIJLAGE 2 SLIBMODELLEERSTUDIE NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)

## BIJLAGE 3 ONDERWATERGELUID HEIEN BETA-PLATFORM VOOR WINDPARK HOLLANDSE KUST WEST

## BIJLAGE 4 STUDIE NAAR HET ELEKTROMAGNETISCH VELD

## COLOFON

### SOORTBESCHERMINGSTOETS NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)

#### KLANT

TenneT

#### AUTEUR

Kees Wesdorp  
Sarina Versteeg  
Bernd van Kuijk  
Chantal Cornelissen  
Arjen Goutbeek  
Belinda Kater

#### PROJECTNUMMER

C05057.000220

#### ONZE REFERENTIE

D10027842:28

#### DATUM

24 maart 2021

#### STATUS

Definitief

#### GECONTROLEERD DOOR

Belinda Kater  
Marien Ecoloog

#### VRIJGEGEVEN DOOR

Belinda Kater  
Marien Ecoloog

#### Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220  
3800 AE Amersfoort  
Nederland  
+31 (0)88 4261261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

**Bijlage 6      Indicatief bemalingsadvies HKwB MER fase 2**



# INDICATIEF BEMALINGSADVIES MER NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)

Achtergronddocument voor grondwatereffecten kabelaanleg  
op land

TenneT TSO en ministerie van Economische Zaken en  
Klimaat

26 MAART 2021



# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>AANLEIDING</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>BESCHRIJVING VOORKEURSALTERNATIEF</b>	<b>4</b>
2.1	Inleiding	4
2.1.1	Ligging voorkeursalternatief	4
2.1.2	Transformatorstation	5
2.2	Bodemgesteldheid	5
2.2.1	Geohydrologie	5
2.3	Grondwaterstand	5
2.4	Mogelijke bemalingslocaties	9
2.5	Benodigde bemaling per ontgravingspunt	9
<b>3</b>	<b>RESULTAAT</b>	<b>12</b>
3.1	Effecten	12
3.2	Vorbereiden melding of vergunningaanvraag	13
	<b>COLOFON</b>	<b>14</b>



## 1 AANLEIDING

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en TenneT zijn voornemens een ondergrondse hoogspanningsverbinding te realiseren van een nieuw windpark op de Noordzee naar een nieuw transformatorstation in de gemeente Beverwijk. De verbinding bestaat uit een platform op zee in het windenergiegebied Hollandse Kust (west), een 66 kV-kabel op zee tussen de platforms Hollandse Kust (west Alpha) en (west Beta), 220 kV-kabels vanaf het platform door de zeebodem en ondergronds naar een nieuw te bouwen transformatorstation op land en de uitbreiding van het transformatorstation (dat gebouwd wordt voor het net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)).

Voor deze verbinding wordt een m.e.r.-procedure (milieueffectrapportage) doorlopen. Onderdeel van de milieueffectrapportage is het deel bodem en water, voor het tracé op land. Om de milieueffectbeoordeling te kunnen doen is een indicatief bemalingsadvies nodig, deze wordt in dit rapport beschreven. Het indicatieve bemalingsadvies bevat de bepaling van debieten, waterbezwaar en de grondwatereffecten die optreden bij de bemaling (onttrekking en lozing van grondwater) voor het voorkeursalternatief van net op zee Hollandse Kust (west Beta). Dit dient twee doelen:

- Onderbouwing of de bemaling wat betreft onttrekkingshoeveelheden m.e.r.-(beoordelings)plichtig is (categorie D15.2 Besluit m.e.r.);
- Onderbouwing van de effecten van de grondwateronttrekking op de omgeving.

De voorliggende rapportage is gebaseerd op in literatuur of databestanden beschikbare regionale gegevens. Deze hebben een voldoende detailniveau voor de doelstelling van deze rapportage. Informatie over grondwaterkwaliteit en bodemopbouw is te vinden in de MER bodem en water.

## 2 BESCHRIJVING VOORKEURSALTERNATIEF

### 2.1 Inleiding

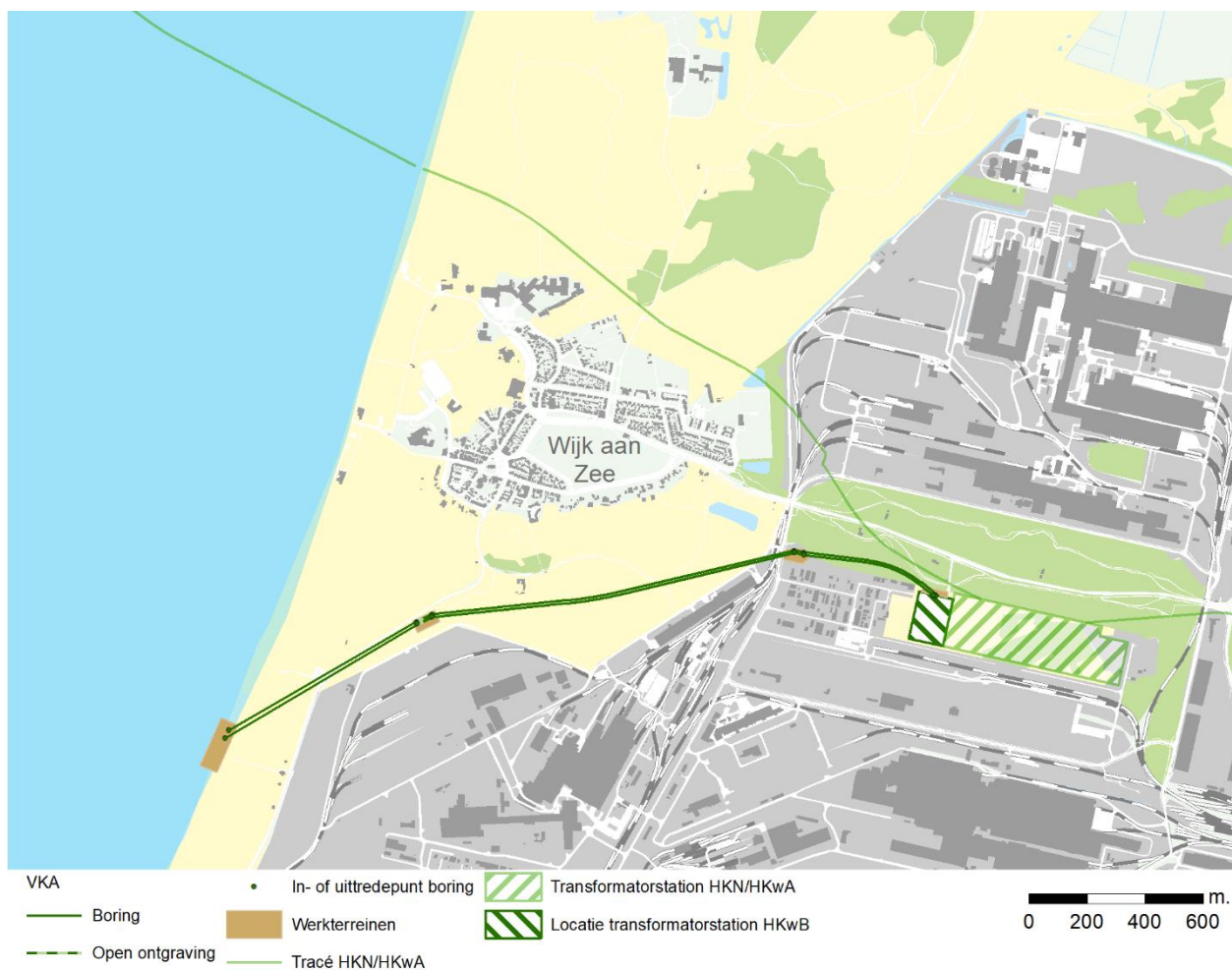
Dit indicatieve bemalingsadvies kijkt naar het landtracé van net op zee Hollandse Kust (west Beta). Dit tracé bestaat uit de volgende onderdelen:

- Een overgangsmof van de zeekabel naar de landkabel.
- De kabels op land, deze bestaan uit twee kabelsystemen van drie fasen (totaal 6 kabels). Voor net op zee Hollandse Kust (west Beta) is ervoor gekozen het hele landtracé te boren vanwege de beperkte ruimte en het kruisen van de duinen, waterkeringen en andere infrastructuur. De kabels liggen dus ondergronds en zijn in de meeste gevallen landschappelijk niet meer waarneembaar. De maximale afstand van een boring is 1,2 km, op het tracé zijn daarom in- en uittredepunten aanwezig.
- Het transformatorstation Wijk aan Zee bij de Zeestraat. Dit is een uitbreiding van het voorgenomen transformatorstation voor net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha).

Bemaling is alleen nodig bij een open ontgraving, voor het boren van een kabel is geen bemaling nodig. Daarom is een bemalingsadvies enkel nodig voor de in- en uittredepunten en het transformatorstation.

#### 2.1.1 Ligging voorkeursalternatief

In Figuur 1 is de ligging van de kabeltracés, de in- en uittredepunten, het voorgenomen transformatorstation (voor Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)) en de uitbreiding van het transformatorstation (voor Hollandse Kust (west Beta)) te zien. Het kabeltracé van het voorkeursalternatief landt zuidelijk van Wijk aan Zee aan en heeft een lengte van 2,7 km van strand tot transformatorstation.



Figuur 1: Overzicht kabeltracé, in- en uittredepunten en transformatorstation

## 2.1.2 Transformatorstation

Bij het transformatorstation wordt de stroom van 220 kV getransformeerd naar 380 kV. Voor uitbreiding van het transformatorstation Zeestraat voor aansluiting van 700 MW voor net op zee Hollandse Kust (west Beta) is ongeveer 2 ha nodig. Voor de aanleg van deze uitbreiding is een ontgraving nodig.

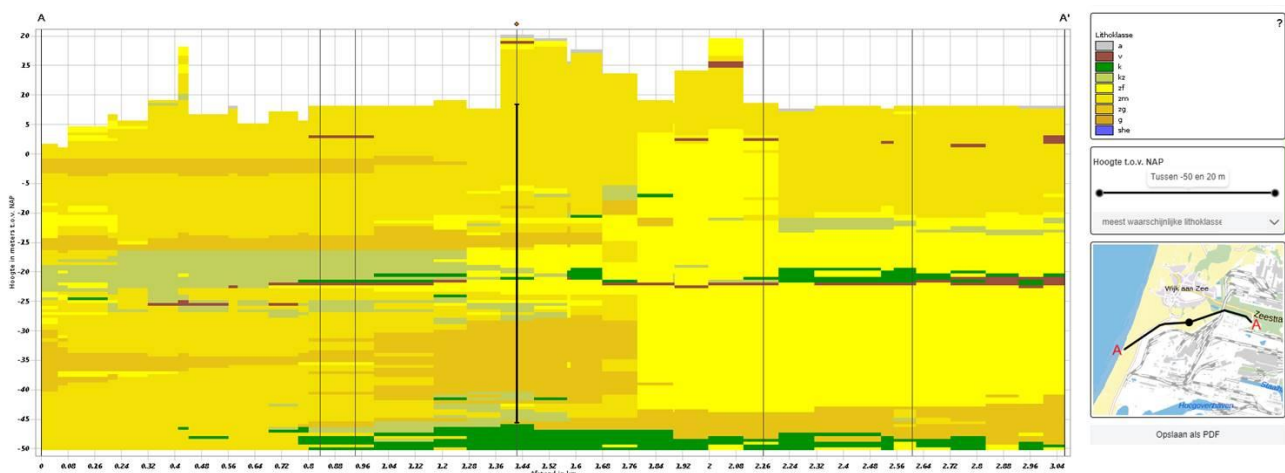
Om te bepalen of bemaling nodig is, is eerst gekeken naar de grondwaterstand op locatie, en vervolgens naar het verschil tussen de grondwaterstand met de voorgenomen ontgravingen.

## 2.2 Bodemgesteldheid

### 2.2.1 Geohydrologie

Voor de bepaling van de doorstroomde dikte van de ondergrond is de lithologische bodemopbouw gebruikt. Op basis van de schematische weergave vanuit GeoTOP is de modelmatig bepaalde lithologische samenstelling tot een diepte van circa -50 m NAP af te leiden ([www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl)). In Figuur 2 is in een dwarsdoorsnede de meest waarschijnlijke lithologische klasse weergegeven.

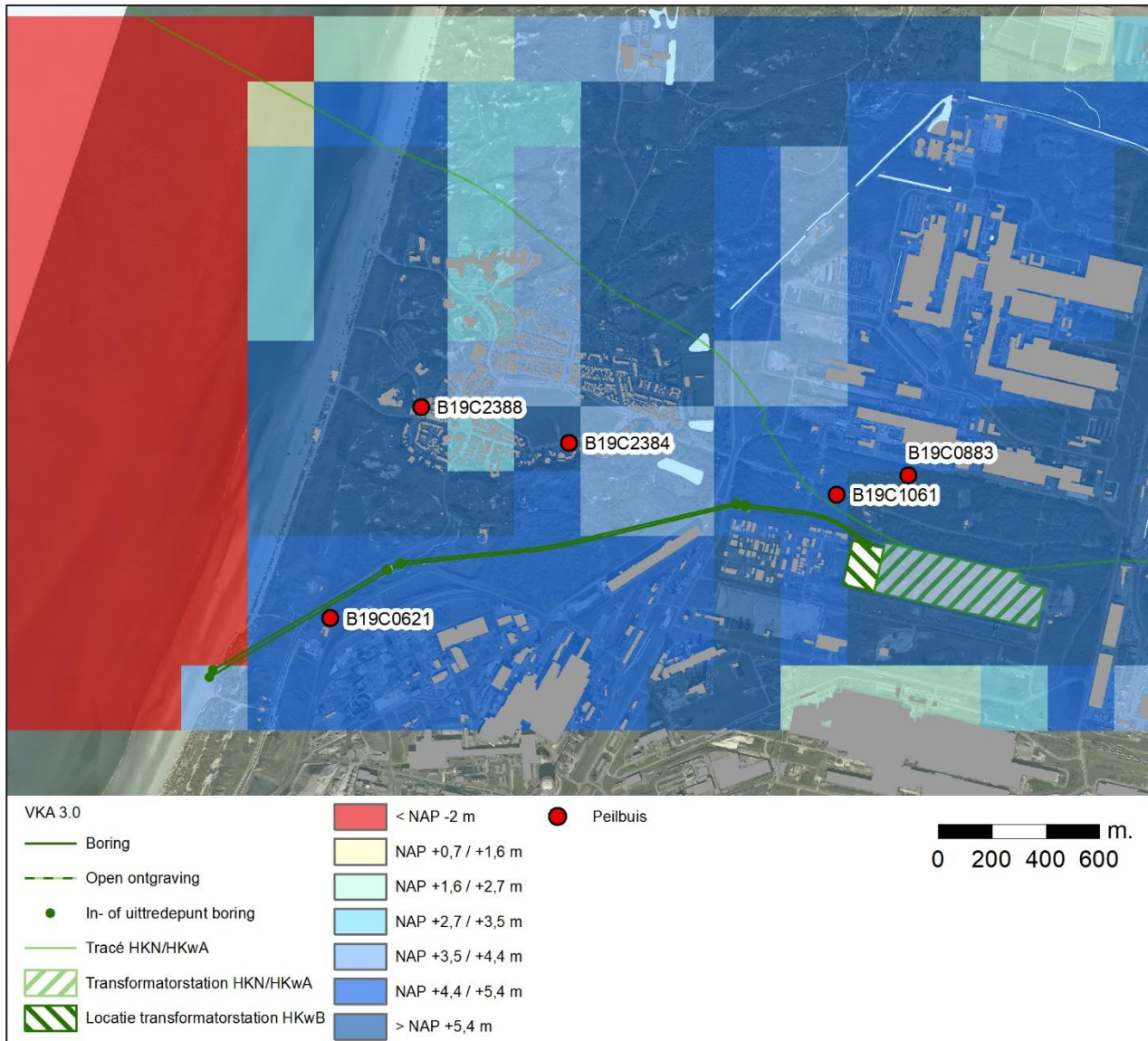
Voor het voorkeursalternatief geldt dat de holocene deklaag de laag vormt waar de bemaling plaatsvindt. Deze laag bestaat voornamelijk uit matig grof zand en fijne zand (zm, zf). Rond NAP -23 bevindt zich een laag bestaande uit kleilig zand (kz), klei (k) en veen (v), als waarde voor doorstroomde dikte wordt daarom 23 m gebruikt.



Figuur 2. Lithologie voor voorkeursalternatief ten zuiden van Wijk aan Zee.

## 2.3 Grondwaterstand

Voor de bepaling van het grondwater waarden is rekening gehouden met twee bronnen: DINOLoket en NHI-data (model LHM3, GHG), zie Figuur 4. De gemiddelde gebruikte grondwaterstanden zijn weergegeven in Tabel 2 (in de conclusie van deze paragraaf). De exacte grondwaterstanden per locatie staan in het volgende hoofdstuk benoemd.

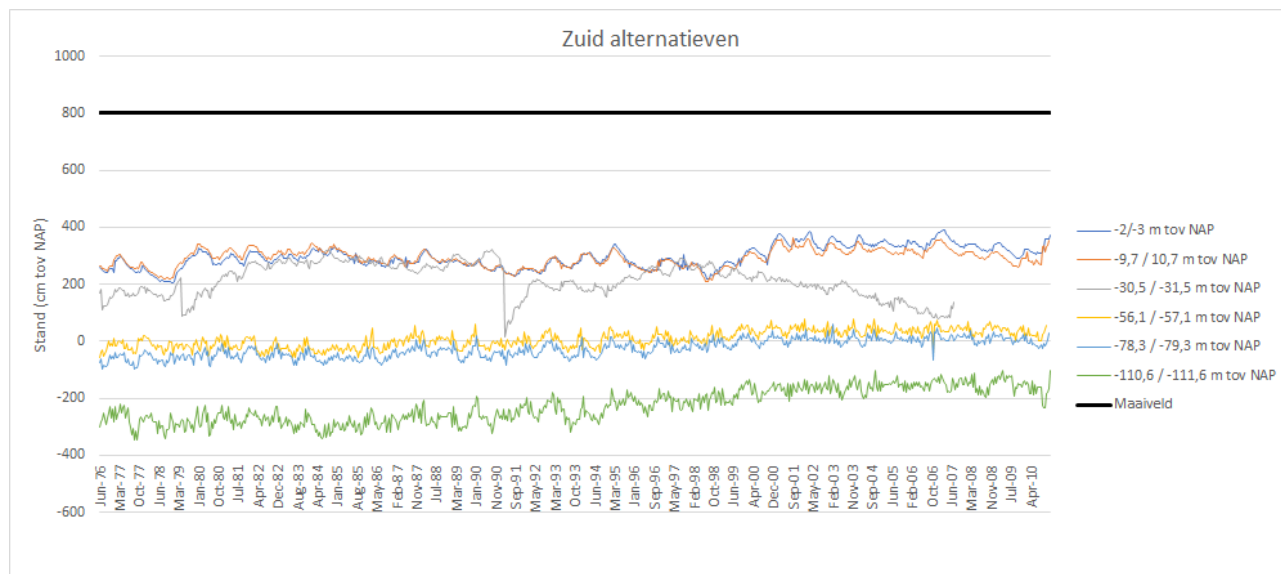


Figuur 3. Locatie van de peilbuizen van DINOloket (rode punten) en de grondwaterstanden (GHG) van het LHM3-model.

### Tracé voorkeursalternatief

In Figuur 4 is de stand van peilbuis B19C0621 in de buurt van het voorkeustracé te zien. Hieruit blijkt dat de grondwaterstand zich circa 4 meter beneden maaiveld bevindt, 4 meter onder NAP. De grondwaterstand is niet gebaseerd op recente gegevens, de laatste metingen zijn van 2010.

Het blijkt dat er een duidelijk lagere stijghoogte in het eerste watervoerend pakket gemeten is dan in het freatisch pakket. Er is dus sprake van een infiltratiesituatie.



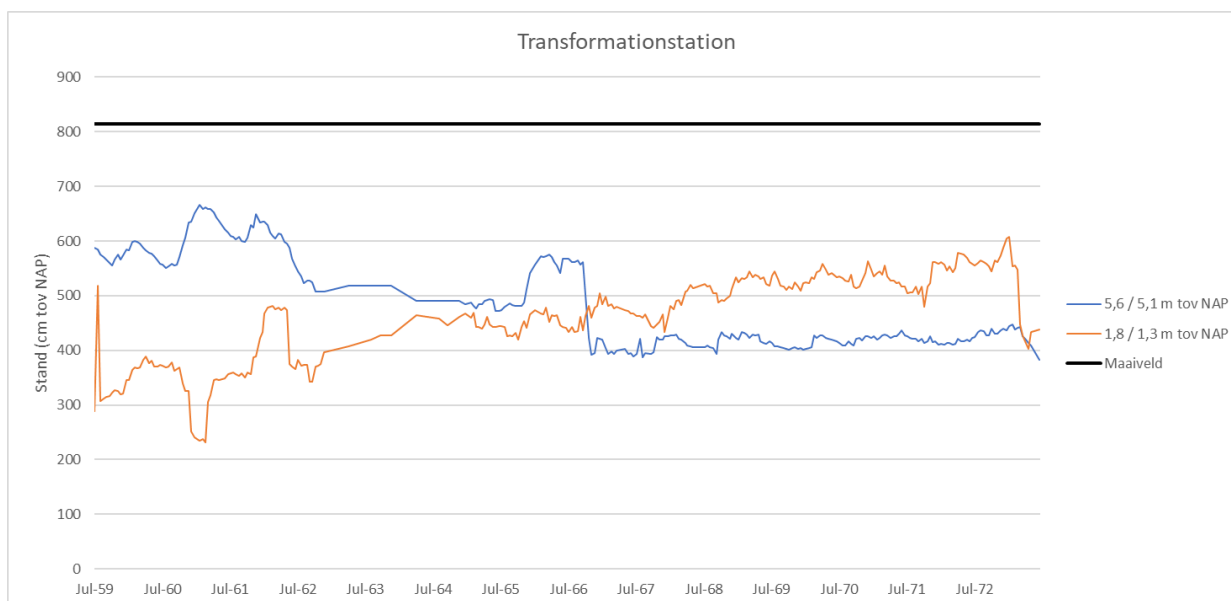
Figuur 4. Gemeten grondwaterstanden in peilbuis B19C0621. De filterinstellingen zijn genoemd in de legenda.

### Transformatorstation

In Figuur 5 is de grondwaterstand in peilbuis B19C1061 en peilbuis B19C0883 nabij het transformatorstation te zien. Dit gebied is waar de hoogste grondwaterstanden zich bevinden. In dit gebied is er een groot verschil in grondwaterstanden tussen het LHM3-model en de DINOloket-gegevens, daarom is uitgegaan van de hoogste waarde, de peilbuis (zie Tabel 2).

Tabel 1. Verschil in grondwaterstanden (GHG) tussen peilbuizen B19C0883 en B19C1061 (DINOloket, zie Figuur 5) en model LHM3 (zie Figuur 3).

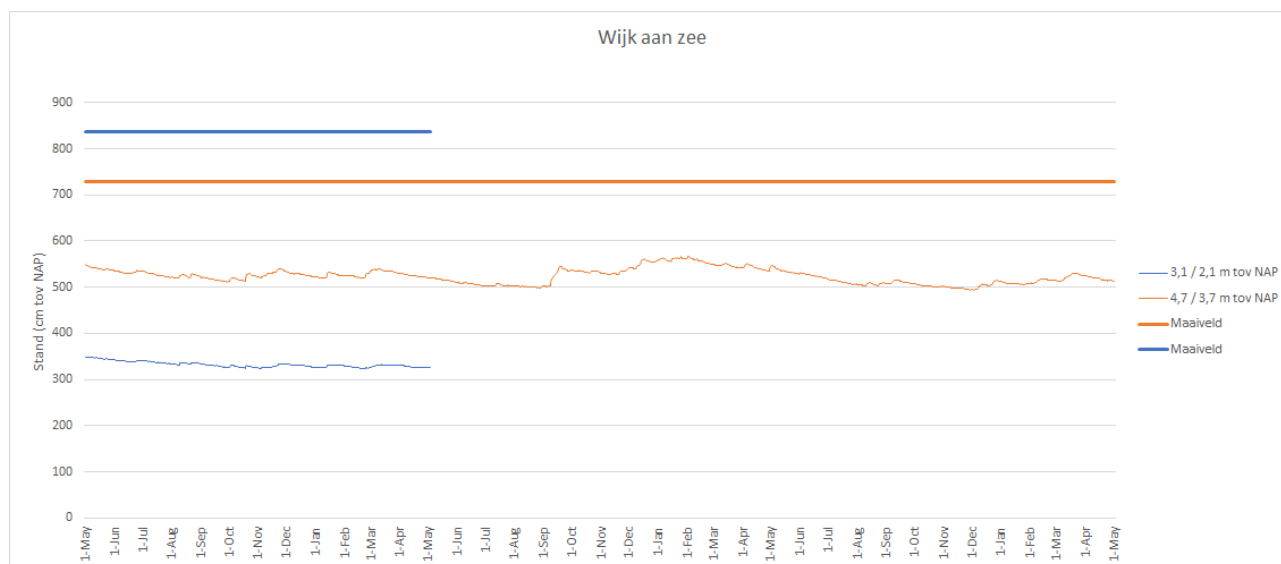
In m – NAP	B19C0883	B19C1061
Peilbuis	7,05	6,38
Model LHM3	5,42	4,66



Figuur 5. Peilbuizen B19C1061 (blauw) en B19C0883 (oranje).

## Wijk aan Zee

De waarden van grondwaterstand in dit duinengebied worden sterk beïnvloed door de topografie. In de gebieden met hoge duinen (peilbuis B19C2388) liggen de grondwaterstanden minder diep onder het maaiveld. Deze peilbuizen zijn voor een periode van 1 tot 3 jaar gemeten, waardoor hier geen GHG berekend kan worden.



Figuur 6. Peilbuizen B19C2388 (blauw) en B19C2384 (oranje).

## Samenvatting

Bij het vergelijken van de waarden van grondwaterstanden tussen model (LHM3) en DINOloket-gegevens valt op dat de waarden in de DINOloket peilbuizen lager zijn dan die van het model ten zuiden van Wijk aan Zee. Voor de bemalingsberekeningen van de in- en uitredepunten van het VKA worden de waarden van het model gebruikt (worst-case benadering).

In de zone van het transformatorstation zijn de waarden van de peilbuizen hoger dan die van het model. Voor de bemalingsberekeningen van het transformatiestation worden de waarden van de peilbuis daarom gebruikt (worst-case benadering).

In paragraaf 2.5 worden de specifieke grondwaterstanden per ontgravingslocatie weergegeven.

Tabel 2. Samenvatting van gebruikte data. Alle waarden zijn weergegeven tov NAP

Locatie	Peilbuis	GHG (gemeten)	GLG (gemeten)	GHG (LHM3-model)	Gebruikte waarde (worst case)
Voorkeursalternatief nabij strand	B19C0621	3,73	2,25	<b>4,7</b>	Model
Voorkeursalternatief tracé	B19C2388 B19C2384	-	-	<b>3,46</b> <b>5,59</b>	Model
Transformatorstation	B19C1061 B19C0883	<b>6,38</b> 7,05	4,10 2,81	4,66 5,42	Peilbuizen

## 2.4 Mogelijke bemalingslocaties

Voor de aansluitpunten van de gestuurde boringen (in- en uittredepunten) en de transformatorstationlocatie dient mogelijk bemaling plaats te vinden als de grondwaterstand ondieper is dan de benodigde ontgraving. Voor de tracés van de kabels zelf is geen bemaling nodig.

### Ontgravingen

Waar de land- en zeekabels op elkaar aangesloten worden, is een overgangsmof (joint) nodig, waarvoor een ontgraving nodig is. De locatie van de overgangsmof ligt op het strand of ter hoogte van het uittredepunt in de Beeldentuin 'Een Zee van Staal'. De keuze voor de locatie van de overgangsmof wordt in een later stadium genomen. De diepte hangt af van de mobiliteit van het zand op locatie. Als uitgangspunt wordt een diepte van 5 meter gebruikt.

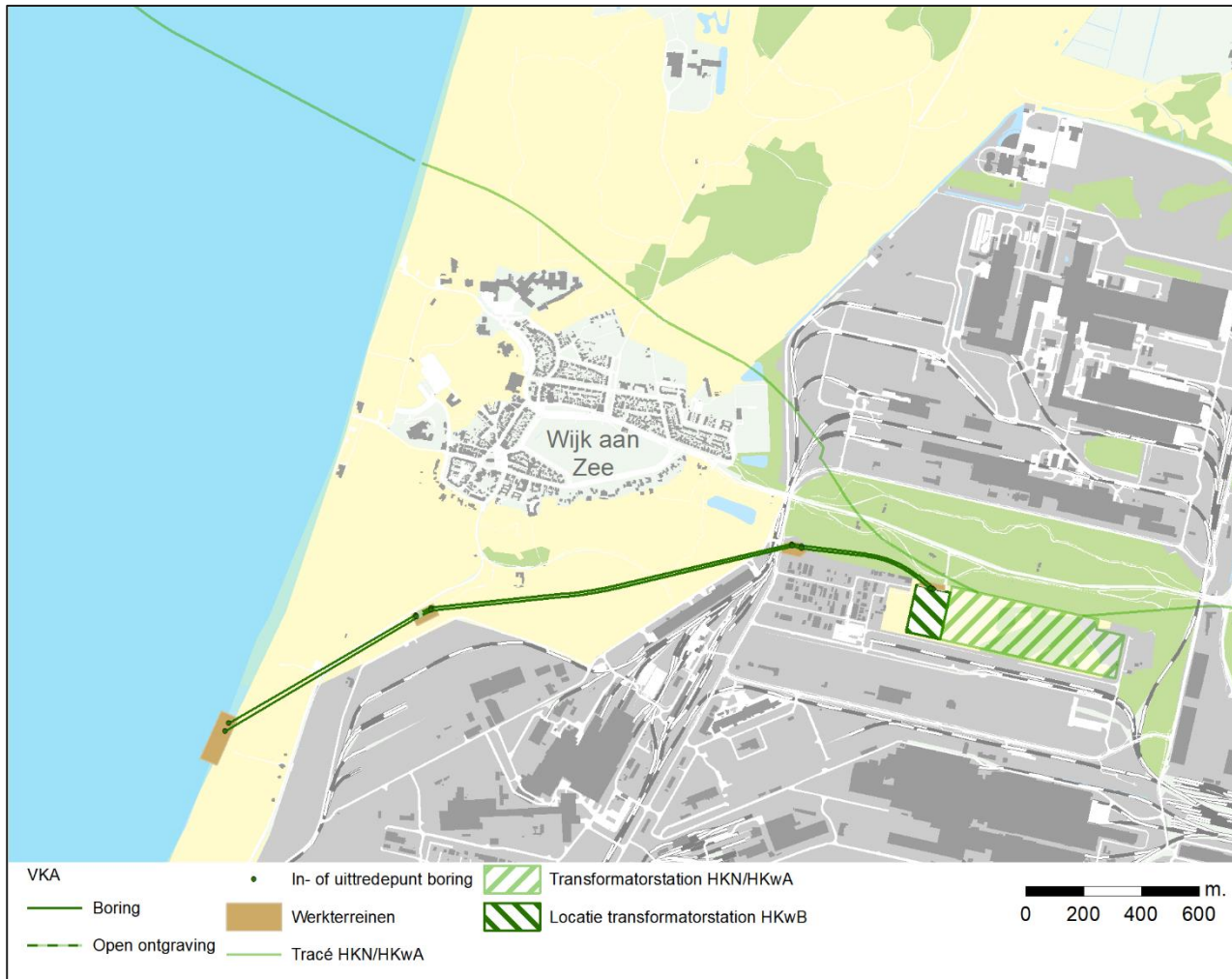
Ter hoogte van het uittredepunt op het strand wordt een tijdelijke voorduin of kofferdam gerealiseerd waarbij maximaal 12.000 m<sup>3</sup> zand het strand opgespoten zal worden.

Bij de in- en uittredepunten tussen twee landtracés is ook een mof nodig om de kabelsystemen te verbinden. Uitgangspunt voor de diepte van de ontgraving bij de in- en uittredepunten is 2 meter.

Ter plaatse van het transformatorstation aan de Zeestraat is een ontgraving nodig ter grootte van de uitbreiding. Als uitgangspunt wordt een diepte van 1,5 meter gebruikt vanwege kelders onder het converterstation.

## 2.5 Benodigde bemaling per ontgravingspunt

Onderstaande tabellen (Tabel 4, 5 en 6) geven voor alle ontgravingspunten het maaiveld, de bodem van de bouwput, de diepte tot waar ontwaterd moet worden (bodem bouwput – 0,3 m) en de grondwaterstand op locatie. In Figuur 9 wordt de nummering van alle ontgravingspunten weergegeven. Punt 1 van alle alternatieven bevinden zich op het strand.



Figuur 7: Overzichtskartaal ontgravingen.

Te zien is dat de grondwaterstanden lager zijn dan de bouwput plus ontwateringsdiepte van 0,30 m, met uitzondering van de locatie op het strand.

Tabel 3. Analyse bemaling voorkeursalternatief.

VKA Aansluitpunten		1 (strand)	2	3	4	5
Maaiveld	m (NAP)	2,56	8,75	8,25	8,2	8,19
Bodem bouwput	m (NAP)	-2,44	6,75	6,25	6,2	6,19
Ontwateringsdiepte (bouwput – 0,3 m)	m (NAP)	-2,73	6,45	5,95	5,9	5,89
GHG	m (NAP)	1,56*	4,73	4,73	4,67	4,67

\* Aangenomen op 1 meter beneden maaiveld.



## Transformatorstation

De vier punten zijn de vier hoeken van de locatie van het nieuwe deel transformatorstation. Voor de berekening gebruiken we de dichtstbijzijnde peilbuis (B19C1061).

Tabel 4. Analyse bemaling. Transformatorstation

Punten		1	2	3	4
Maaiveld	m (NAP)	8,17	8,49	8,79	9,7
Bodem bouwput	m (NAP)	6,67	6,99	7,29	8,2
Ontwateringsdiepte	m (NAP)	6,37	6,69	7,19	8,1
GHG	m (NAP)	6,37	6,37	6,37	6,37

### 3 RESULTAAT

Vanwege de aanwezige grondwaterdieptes en de benodigde ontgravingsdiepte is enkel voor de ontgraving op het strand bemaling nodig. Deze ontgraving bevindt zich nabij de vloedlijn, de invloed van zeewater en getijden zullen hier zo groot zijn dat de onttrekking van water tijdens de werkzaamheden niet als een standaard bemaling gezien wordt. Onttrokken water zal direct aangevuld worden vanuit de zee, en ook wordt onttrokken water direct op de zee geloosd, waardoor dit niet leidt tot nadelige effecten.

Bij het converterstation is uitgegaan van een ontgraving van 1,5 m met een drooglegging van 0,3 m waarbij de geschatte GHG precies op één punt van het converterstation op de ontwateringsdiepte uitkomt. De GHG is een worst case uitgangspunt en geschat voor deze locatie waardoor de verwachting blijft dat er niet bemalen hoeft te worden bij het converterstation.

#### 3.1 Effecten

Dit hoofdstuk omschrijft de mogelijke negatieve effecten en risico's welke kunnen optreden als gevolg van de bemaling. Aangezien enkel op het strand onttrekking van water tijdens de werkzaamheden nodig is, zullen de effecten verwaarloosbaar zijn.

##### **Effecten op het werk**

Op het werk zelf worden geen negatieve effecten verwacht. Er is geen spanningsbemaling nodig.

De tijdelijke voorduin of kofferdam ter hoogte van het uittredepunt op het strand kan zorgen voor minder uitstroom van water uit het boorgat.

##### **Effecten op de omgeving**

De ontgraving in het strand ligt nabij het Natura 2000-gebied. Aangezien deze ontgraving en het grondwater op die locatie sterk beïnvloed wordt door het zeewater, zal het grondwater bij het Natura2000-gebied nagenoeg niet beïnvloed worden.

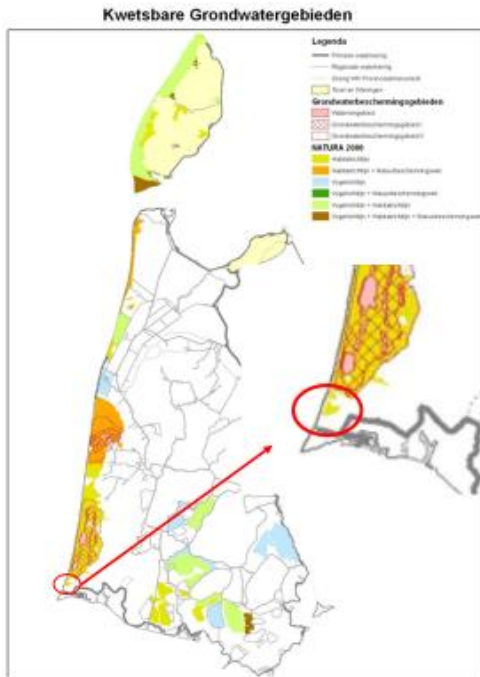
De tijdelijke voorduin of kofferdam ter hoogte van het uittredepunt op het strand kan, door het gewicht van het zandlichaam, zorgen voor zetting die dan permanent is. De zetting is echter zeer lokaal en zal op het strand niet leiden tot ernstige gevolgen.

##### **Bebouwing, fundering, infrastructuur**

De woonkernen worden vermeden, dus er worden geen negatieve effecten verwacht op de infrastructuur en bebouwing.

##### **Grondwaterbeschermingsgebieden**

Volgens het grondwaterbeheerregister van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier komen geen grondwaterbeschermingsgebieden voor binnen het berekende invloedsgebied van de onttrekkingen van water.



Figuur 8. De kwetsbare en beschermde gebieden: drinkwaterbeschermingsgebieden, de zoetwaterbel van Texel, het KRW-grondwaterlichaam van Wieringen en de Natura2000-gebieden.

### Archeologie en aardkundige waarden

De Archeologische Monumentenkaart (AMK) vermeldt dat er in de omgeving van de projectlocatie gebieden aanwezig zijn die zijn aangemerkt als gebieden van archeologische waarde. Deze gebieden zijn minstens 200 m verwijderd van het invloedsgebied van de afwatering of de aansluitpunten van de boring.



Figuur 9. Archeologische Monumentenkaart (AMK).

## 3.2 Voorbereiden melding of vergunningaanvraag

De ontgraving ligt in het beheergebied van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Vanwege de nabijheid van de vloedlijn wordt de onttrekking niet als een bemaling gezien. Voor de lozing van het onttrokken (zee)water tijdens de aanleg op de Noordzee, is mogelijk een melding bij Rijkswaterstaat vereist. Dit hangt af van de hoeveelheid en zal bij uitvoering nader bepaald moeten worden.

## COLOFON

INDICATIEF BEMALINGSADVIES MER NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)  
ACHTERGRONDDOCUMENT VOOR GRONDWATEREFFECTEN KABELAANLEG OP LAND

### KLANT

TenneT TSO en ministerie van Economische Zaken en Klimaat

### AUTEUR

Rianne Boks & Floor Speet

### PROJECTNUMMER

C05057.000220

### ONZE REFERENTIE

### DATUM

26 maart 2021

### STATUS

Definitief

### Arcadis Nederland B.V.

Postbus 56825  
1040 AV Amsterdam  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

## **Bijlage 7      Watertoetsen**



# WATERTOETSEN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)

TenneT

24 MAART 2021



## Contactpersoon



**B.J. (BELINDA) KATER**  
Marien ecoloog

**T** +31 6 46129879

**M** +31 6 46129879

**E** [belinda.kater@arcadis.com](mailto:belinda.kater@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137

8000 AC Zwolle

Nederland

---



# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>7</b>
1.1	Aanleiding	7
1.2	Duurzame energie	7
1.2.1	Redenen	7
1.2.2	Routekaart 2023	7
1.2.3	Routekaart 2030	7
1.3	Net op zee Hollandse Kust (west Beta)	8
<b>2</b>	<b>VOORGENOMEN ACTIVITEIT</b>	<b>10</b>
2.1	Overzicht	10
2.2	Platform	11
2.2.1	Ontwerp	11
2.2.2	Vorbereiding	13
2.2.3	Aanleg	13
2.2.4	Gebruik en onderhoud	14
2.2.5	Verlichtingsplan	14
2.2.6	Veiligheidsplan	14
2.3	Kabels op zee	15
2.3.1	Route kabels	15
2.3.2	Aanleg kabels	16
2.3.2.1	Kabelroute en diepgang	16
2.3.2.2	Kruisen van overige kabels en pijpleidingen	16
2.3.2.3	Route survey	17
2.3.2.4	Vorbereidingen kabelaanleg	17
2.3.2.5	Installatie van de kabels	18
2.3.3	Post-installatie	19
2.3.4	Gebruik	19
2.4	Planning	20
<b>3</b>	<b>AFBAKENING</b>	<b>21</b>
3.1	Inleiding	21
3.2	Vertroebeling	21

3.3	Sedimentatie	22
3.4	Verstoring als gevolg van continu geluid onderwater	23
3.5	Verstoring als gevolg van impuls geluid onderwater	24
3.6	Boven water verstoring	25
3.6.1	Door geluid en visuele verstoring	25
3.6.2	Verstoring door licht	27
3.7	Habitataantasting	27
3.8	Elektromagnetische velden	27
3.9	Samenvatting reikwijdte activiteiten	28
<b>4</b>	<b>KADERRICHTLIJN MARIENE STRATEGIE</b>	<b>31</b>
4.1	Kaderrichtlijn mariene strategie	31
4.1.1	Inleiding	31
4.1.2	Biologische diversiteit	31
4.1.3	Niet-inheemse soorten (exoten)	32
4.1.4	Commerciële vis, schaal- en schelpdieren	33
4.1.5	Voedselwebben	33
4.1.6	Eutrofiëring	33
4.1.7	Integriteit van de zeebodem	34
4.1.8	Hydrografische eigenschappen	35
4.1.9	Vervuilende stoffen	35
4.1.10	Vervuilende stoffen in visproducten	35
4.1.11	Zwerfvuil	36
4.1.12	Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	36
4.2	Effectbeschrijving	37
4.2.1	Vertroebeling	37
4.2.1.1	Modelstudie	37
4.2.1.2	Vertroebeling in de ruimte in het bovenste deel van de waterkolom	38
4.2.1.3	Vertroebeling in de tijd in het bovenste deel van de waterkolom	40
4.2.1.4	Achtergrondconcentraties	40
4.2.1.5	Effecten vertroebeling op primaire productie	41
4.2.1.6	Effecten vertroebeling op trekvissen	42
4.2.1.7	Effecten van vertroebeling op stressrespons vissen	43
4.2.1.8	Effecten vertroebeling op filterfeeders	44
4.2.2	Sedimentatie	45
4.2.3	Verontreiniging	45
4.2.4	Continu onderwatergeluid	46
4.2.5	Impuls onderwatergeluid	46
4.2.5.1	Modelstudie en drempelwaarden	46

4.2.5.2	Verstoringsafstand	47
4.2.5.3	Geluidsnorm	47
4.2.5.4	Effecten van impulsgeluid op zeehonden	48
4.2.5.5	Effecten van impulsgeluid op bruinvissen	48
4.2.5.6	Effecten impulsgeluid op trekvis	50
4.2.6	Habitataantasting en verandering	50
4.2.7	Verzuring en vermisting	50
4.2.8	Elektromagnetische velden	51
4.2.8.1	Effecten elektromagnetische velden op zeezoogdieren	51
4.2.8.2	Effecten elektromagnetische velden op trekvis	51
<b>4.3</b>	<b>Toetsing</b>	<b>52</b>
4.3.1	Biologische diversiteit	52
4.3.2	Exoten	53
4.3.3	Populaties commerciële vis	53
4.3.4	Voedselketens	53
4.3.5	Eutrofiering	54
4.3.6	Integriteit van de zeebodem	54
4.3.7	Hydrografische eigenschappen	54
4.3.8	Vervuilende stoffen	54
4.3.9	Vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie	54
4.3.10	Zwerfvuil	54
4.3.11	Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	54
<b>4.4</b>	<b>Conclusie</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>KADERRICHTLIJN WATER</b>	<b>56</b>
<b>5.1</b>	<b>Kaderrichtlijn water</b>	<b>56</b>
5.1.1	Chemische kwaliteit	57
5.1.2	Ecologische kwaliteit	57
5.1.2.1	Biologie	57
5.1.2.2	Fysisch-chemisch	58
5.1.2.3	Overige relevante chemische stoffen	58
5.1.2.4	Hydromorfologie	59
<b>5.2</b>	<b>Activiteiten en KRW</b>	<b>59</b>
5.2.1	KRW- gebieden	59
5.2.2	KRW- doelstellingen	60
5.2.2.1	Hollandse kust	60
5.2.2.2	Waddenkust (kustwater)	61
5.2.2.3	Waddenzee	62
5.2.2.4	Waddenzee (vastelandskust)	63
<b>5.3</b>	<b>Effectbeschrijving</b>	<b>64</b>

5.3.1	Relevante effecten	64
5.3.2	Vertroebeling	64
5.3.2.1	Effecten vertroebeling op primaire productie	65
5.3.2.2	Effecten vertroebeling op filterfeeders	65
5.3.3	Sedimentatie	66
5.3.4	Habitataantasting	67
5.4	<b>Toetsing</b>	<b>67</b>
5.4.1.1	Hollandse kust (NL95_3A)	70
5.4.1.2	Waddenkust (kustwater)	70
5.4.1.3	Waddenzee	71
5.4.1.4	Waddenzee vastelandskust	72
5.5	<b>Conclusie</b>	<b>73</b>
<b>6</b>	<b>BEHEER EN ONTWIKKELPLAN RIJKSWATEREN</b>	<b>74</b>
6.1	Beheerplan Rijkswateren	74
6.2	Effectbeschrijving	74
6.2.1	Verdroging	74
6.3	<b>Toetsing</b>	<b>75</b>
6.3.1	Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste	75
6.3.2	Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen	75
6.4	<b>Conclusie</b>	<b>75</b>
<b>7</b>	<b>REFERENTIES</b>	<b>76</b>
<b>BIJLAGEN</b>		
<b>BIJLAGE A TECHNICAL INSTALLATION METHOD</b>		<b>81</b>
<b>BIJLAGE B VERTROEBELINGSSTUDIE</b>		<b>82</b>
<b>BIJLAGE C GELUIDSSTUDIE</b>		<b>83</b>
<b>BIJLAGE D STUDIE NAAR HET ELEKTROMAGNETISCH VELD</b>		<b>84</b>
<b>COLOFON</b>		<b>85</b>

## 1 INLEIDING

### 1.1 Aanleiding

In de Routekaart windenergie op zee 2030 (zie 1.2) heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het windpark Hollandse Kust (west) maakt hier deel van uit. Er moet een netaansluiting worden gerealiseerd die zorgt voor de stroomverbinding van de windturbines in het zuidelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust (west) met het landelijke hoogspanningsnet. Dit is het project Net op zee Hollandse Kust (west Beta). De aanleg van deze stroomaansluiting wordt in dit document passend beoordeeld in het kader van de Wet natuurbescherming.

### 1.2 Duurzame energie

#### 1.2.1 Redenen

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie. De eerste is het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot uitstoot van onder meer CO<sub>2</sub>. Te veel CO<sub>2</sub> is een belangrijke oorzaak van klimaatverandering. De tweede reden is dat de fossiele bronnen opraken en Nederland steeds meer energie importeert uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland minder afhankelijk van deze import. In 2019 werd 8,7% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt, in 2018 was dit 7,4% (Centraal Bureau voor de Statistiek, Hernieuwbare Energie in Nederland in 2019, september 2020). De Nederlandse regering heeft met de Europese Unie afgesproken ervoor te zorgen dat er in ons land in 2020 14% en in 2023 16% van de benodigde energie duurzaam wordt opgewekt en om de CO<sub>2</sub>-uitstoot ten opzichte van 1990 met 25% te verminderen. Dit is vastgelegd in de EU-richtlijn 2009/28/EG. Met het ondertekenen van het VN-klimaatakkoord van Parijs (2016) heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De Nederlandse Noordzee kan een grote rol spelen in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het klimaatakkoord van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050. Hiervoor zijn eerste belangrijke stappen gezet met het Energieakkoord uit 2013. Met het Energierapport (Energieakkoord voor duurzame groei, SER, september 2013, kamerstuk 30196, nr. 202), de daaropvolgende Energiedialoog (Kamerstuk 30196, nr. 484, 21 november 2016) en de Energieagenda (Energieagenda “Naar een CO<sub>2</sub>-arme energievoorziening”, 7 december 2016, kamerstuk 31510, nr. 64) is een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn. Het kabinet bouwt met het regeerakkoord hierop voort.

#### 1.2.2 Routekaart 2023

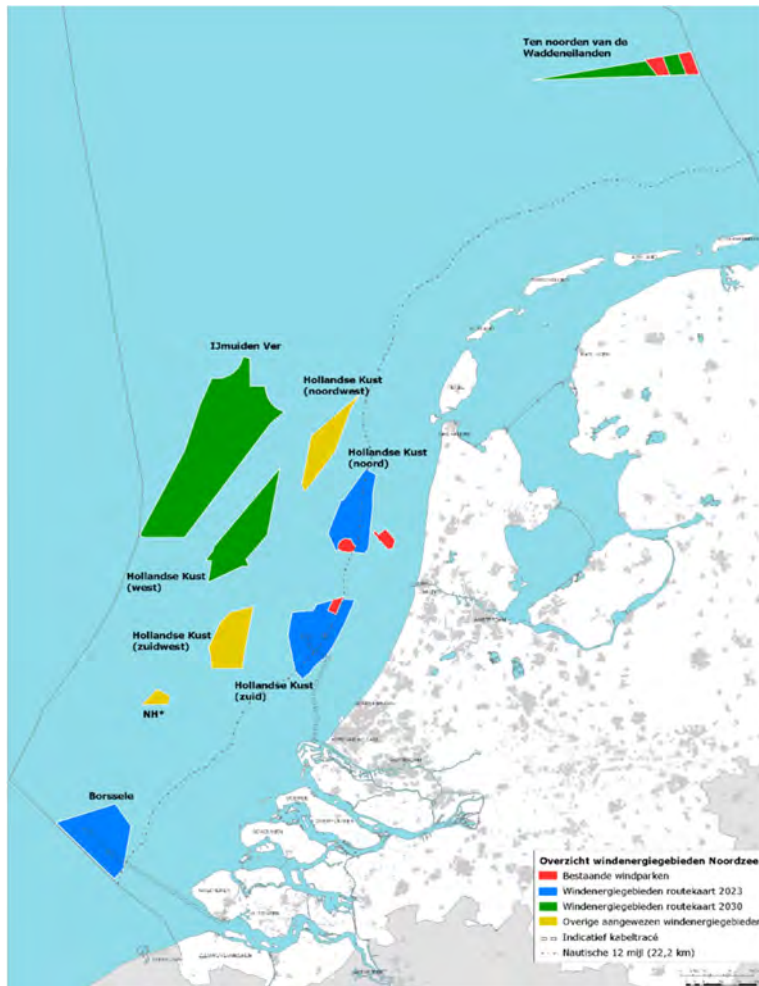
In de Routekaart windenergie op zee 2023 van Ministerie van Infrastructuur en Milieu en ministerie van Economische Zaken (hierna Routekaart 2023) is uiteengezet op welke wijze ongeveer 4,5 gigawatt (GW) aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. De Routekaart 2023 geeft aan dat er 1 GW gerealiseerd is en dat er nog 3,5 GW gerealiseerd moet worden. Er is besloten de 3,5 GW te realiseren in de drie windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). In Borssele en Hollandse Kust (zuid) worden in beide gebieden twee windparken van 700 MW gerealiseerd, in Hollandse Kust (noord) wordt één windpark van 700 MW gerealiseerd. Daarbij is besloten dat het windenergiegebied Borssele als eerste, Hollandse Kust (zuid) als tweede en Hollandse Kust (noord) als derde project gerealiseerd gaat worden. Inmiddels zijn de vergunningen verleend voor het bouwen van windparken in Borssele kavel I t/m V en Hollandse Kust (zuid) kavel I en II. Het Net op Zee naar windpark Borssele is inmiddels aangelegd en is Net op Zee Hollandse Kust (zuid) in uitvoering. Op 13 mei 2020 heeft de Raad van Staten aangegeven dat de platforms op zee, de ondergrondse kabelsystemen en het transformatorstation voor windpark Hollandse Kust (noord) gerealiseerd mogen worden en is gestart met de eerste uitvoerende werkzaamheden.

#### 1.2.3 Routekaart 2030

Op 28 maart 2018 zijn in een kamerbrief de hoofdlijnen voor een nieuwe routekaart windenergie op zee (Routekaart 2030) uiteengezet. Het kabinet wil een volgende stap zetten in de verdere realisatie van windenergie op zee voor de periode 2024 tot en met 2030, en nu een start maken met de voorbereiding daarvan. Het regeerakkoord bevat de opgave om in 2030 door middel van windenergie op zee een extra reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot te realiseren. Deze opgave vertaalt zich in een totale omvang van de windparken op zee van ongeveer 11,5 GW in 2030.

Rekening houdend met de bestaande windparken (ongeveer 1 GW) en de te realiseren windparken uit de routekaart 2023 (circa 3,5 GW), betekent dit dat er tussen 2024 en 2030 windparken bij moeten komen met een gezamenlijk vermogen van circa 7 GW; dit gaat uit van een uitrol van circa 1 GW per jaar. Daarbij is de grootste extra capaciteit te realiseren (te weten 6,1 GW aan extra windparken op zee) door windparken te plaatsen in de gebieden Hollandse Kust (west), Ten noorden van de Waddeneilanden en IJmuiden Ver.

Alle bovengenoemde windenergiegebieden zijn aangewezen in opeenvolgende Rijksstructuurvisies en in Figuur 1 weergegeven.



Figuur 1 Bestaande windparken (in rood), windenergiegebieden van de routekaart 2023 (in blauw), windenergiegebieden van de routekaart 2030 (in groen) en overige al aangewezen windenergiegebieden (in geel);

\*NH: Windenergiegebied ten noorden van de scheepvaartkruising North Hinder (Ministerie EZK)

### 1.3 Net op zee Hollandse Kust (west Beta)

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het project Net op zee Hollandse Kust (west Beta) maakt hier deel van uit. TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken aangewezen als netbeheerder op zee.

TenneT is voornemens om een netaansluiting te realiseren die zorgt voor de stroomverbinding van de windturbines in het zuidelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust (west) op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Dit project heet Net op Zee Hollandse Kust (west Beta). De verbinding is bestemd voor het aansluiten van 700 MW windenergie en bestaat uit het aanleggen van de volgende onderdelen:

1. Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines.
2. Een 66 kV-interlink kabelsysteem tussen het platform Hollandse Kust (west Beta) en platform Hollandse Kust (west Alpha).
3. Twee kabelsystemen op zee voor de aanlanding op het landnetwerk (220kV).
4. Twee mofputten voor de aansluiting tussen de zee- en landkabels.
5. Twee kabelsystemen op land voor de aansluiting naar het transformatorstation (220 kV van het aanlandingspunt tot aan het transformatorstation).
6. De uitbreiding van een transformatorstation waar het voltage van 220kV naar 380kV wordt getransformeerd.

Een overzicht van het projectgebied is weergegeven Figuur 2.



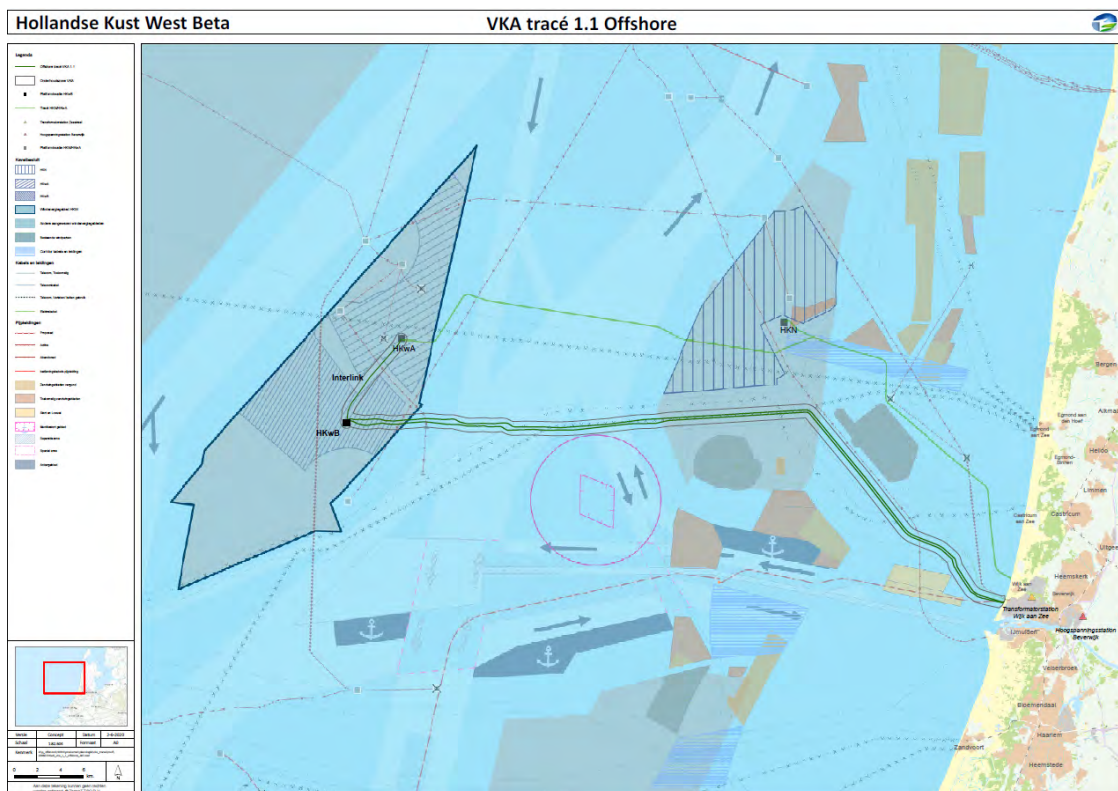
Figuur 2 Overzichtskaart kabeltracé Net op zee Hollandse Kust (west Beta) inclusief locatie van het platform en interlink kabel naar het platform Hollandse Kust (west Alpha)

## 2 VOORGENOMEN ACTIVITEIT

### 2.1 Overzicht

In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit. De detailuitwerkingen van de verschillende (deel)activiteiten kunnen nog aan veranderingen onderhevig zijn, er is in deze activiteitenbeschrijving daarom uitgegaan van een worst-case scenario. Een uitgebreide omschrijving van de technieken die gebruikt kunnen worden bij aanleg van de alle betrokken onderdelen wordt beschreven in de 'Typical Installation Method Hollandse Kust (west Beta)', in Bijlage A.

Windpark Hollandse Kust (west Beta) ligt ongeveer 60 kilometer ten westen van IJmuiden, en ten zuiden van het geplande windmolenpark Hollandse Kust (west Alpha). Het windmolenpark zal bij het bestaande hoogspanningsstation Beverwijk op het landnetwerk worden aangesloten. De kabelroute naar het hoogspanningsnetwerk op land en de ligging van Hollandse Kust (west Beta) t.o.v. de platformen Hollandse Kust (west Alpha) en Hollandse Kust (noord) zijn te zien in Figuur 3.

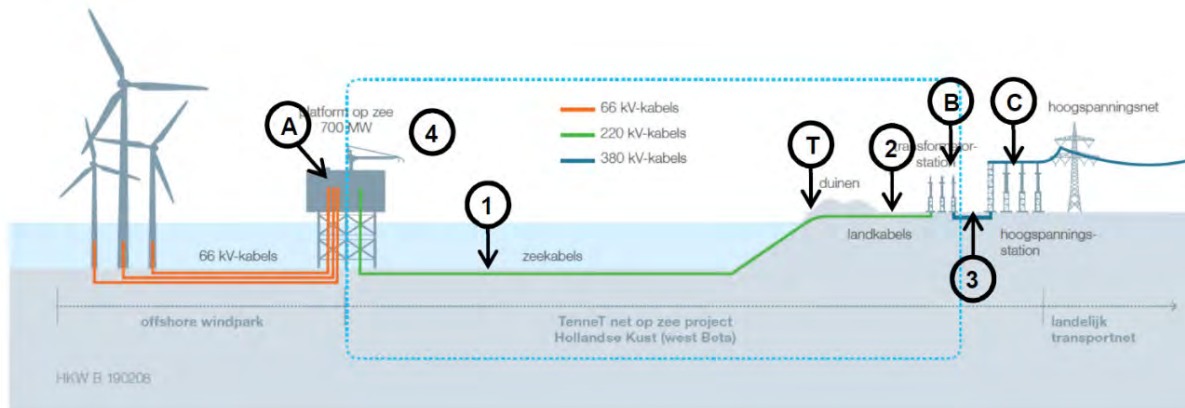


Figuur 3 Overzichtskaart kabeltracé Net op zee Hollandse Kust (west Beta) inclusief platform Hollandse Kust (west Beta) en de 66 kV-interlink kabel naar platform Hollandse Kust (west Alpha)

Net op zee Hollandse Kust (west Beta) bestaat uit de volgende zes onderdelen (zie Figuur 4):

1. Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines (A).
2. Een 66 kV-interlink kabelsysteem tussen het platform Hollandse Kust (west Beta) en platform Hollandse Kust (west Alpha) (4).
3. Twee kabelsystemen op zee voor de aanlanding op het landnetwerk (220kV) (1).
4. Twee mofputten voor de aansluiting tussen de zee- en landkabels (T).
5. Twee kabelsystemen op land voor de aansluiting naar het transformatorstation (220 kV van het aanlandingspunt tot aan het transformatorstation) (2).
6. De uitbreiding van een transformatorstation waar het voltage van 220kV naar 380kV wordt getransformeerd (B).





Figuur 4 Overzicht van Net op zee Hollandse Kust (west Beta)

Wanneer in deze watertoetsen gesproken wordt over de voorgenomen activiteit van Net op zee Hollandse Kust (west Beta), dan omvat dit de eerste drie van de bovenstaande zes onderdelen.

## 2.2 Platform

Er wordt een platform geplaatst, te weten platform Hollandse Kust (west Beta). Het platform vormt de interface tussen de kabelsystemen van het windpark en de kabelsystemen op zee naar land. Op het platform wordt de, door het windpark gegenereerde, 66kV voltage omgezet naar 220 kV om te transporteren naar land.

De windturbines binnen de kavels van windenergiegebied Hollandse Kust (west) worden aangesloten op platforms van TenneT via de zogeheten parkbekabeling. Deze parkbekabeling maakt geen onderdeel uit van het transmissiesysteem van TenneT en daarmee ook niet van deze toetsen.

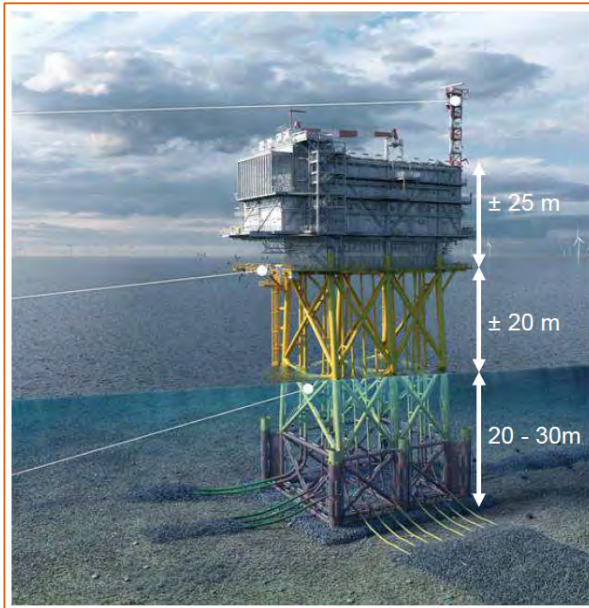
### 2.2.1 Ontwerp

Het platform bestaat uit vier verschillende onderdelen. De vier onderdelen zijn:

- De bovenbouw, ook wel topside genoemd.
- De stalen draagconstructie, ofwel het jacket.
- Funderingspalen.
- Erosiebescherming (steenbestorting) rond het jacket.

In Figuur 5 is het generieke design van het platform te zien. Dit design is ook toegepast voor de projecten Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). Hoewel het design gestandaardiseerd is kunnen lokale omstandigheden, zoals wind, golven, waterdiepte, stroming, bodem, etc., leiden tot aanpassingen in het ontwerp, met name op het jacket (draagconstructie), zoals:

- Waterdiepte bij Hollandse Kust (west Beta) zal bepalend zijn voor de afmetingen van het jacket.
- Bodemcondities zullen bepalend zijn voor de afmetingen van de funderingspalen.
- De ligging van de J-tubes op zeebodem-niveau kan licht afwijken gebaseerd op bodem lay-out.
- De omvang van de steenbestorting voor erosiebescherming hangt af van de lokale waterdiepte, stroming en golven.
- Het aantal funderingspalen, dit kunnen er acht zijn in plaats van zes.



Figuur 5 Algemeen platform ontwerp

De geschatte specificatie van de maten en het gewicht van de offshore platform componenten is weergegeven in Tabel 1

Tabel 1 Geschatte specificatie platform

	Jacket	Topside	Funderingspalen
<b>Lengte (m)</b>	28	58	60
<b>Breedte (m)</b>	20	20	2,2
<b>Hoogte (m)</b>	50	28	n.a.
<b>Gewicht (ton)</b>	2.900	3.350	180 per funderingspaal

In de topside wordt het merendeel van de installatie geplaatst, in de topside bevinden zich vier dekken inclusief het dakdek waar de platform kraan op staat. Alle ruimtes zijn van buitenaf toegankelijk. Het jacket is de ondersteunende structuur voor de bovenbouw. Hier bevinden zich het kabeldek en de zogenaamde J-tubes, waardoor de kabels van de zeebodem naar het kabeldek worden geleid.

Om te voorkomen dat de jacket en het platform instabiel worden door erosie en om te voorkomen dat de kabels naar het platform door erosie worden bedreigd, wordt de zeebodem rondom de basis van het jacket beschermd door middel van een steenbestorting (scour protection). Deze steenbestorting zal zich uitstrekken onder het jacket, onder de J-tubes en tot circa 15 - 20 meter rondom het platform.

Het platform heeft twee aanmeerplekken voor schepen. Voor het lossen van goederen is een kraan aanwezig. Het platform heeft geen helideck, maar in geval van noodgevallen is "heli hosting" mogelijk. Het platform is onbemand en permanente accommodatie is niet aanwezig op de platforms. Alle systemen worden bediend vanaf land. Monitoring en controle op afstand zal mogelijk zijn vanuit het controlecentrum aan land. Lokale monitoring en controle is mogelijk tijdens bemande onderhoudscampagnes.

Op de platforms wordt het spanningsniveau van de parkbekabeling door middel van twee 400 MVA 220/66/66 kV transformatoren omgezet naar het spanningsniveau van de transportkabels. De parkbekabeling heeft een spanningsniveau van 66 kV. De transportkabels vanaf het platform naar land hebben een spanningsniveau van 220 kV. Het betreft hier wisselstroom kabels (AC).

## 2.2.2 Voorbereiding

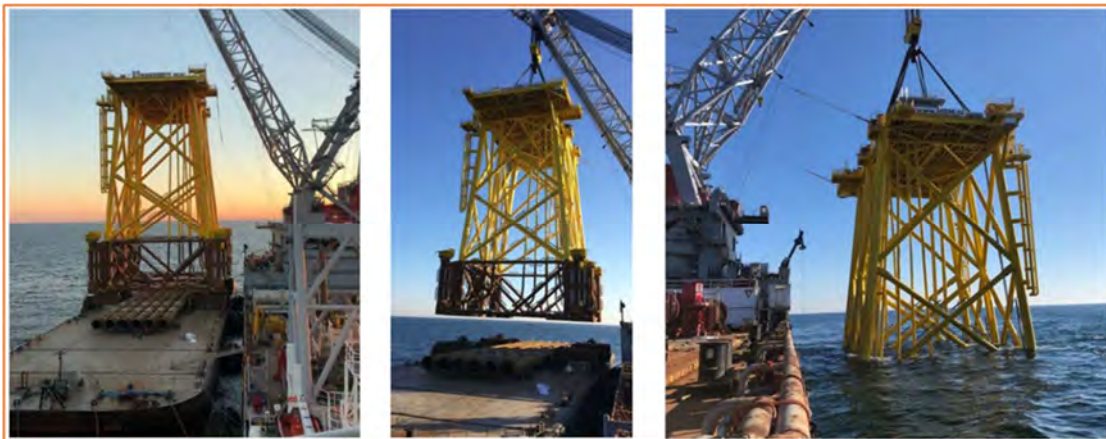
Voorafgaande aan de installatie zullen verschillende locatie onderzoeken uitgevoerd worden, waaronder een bestortingsassessment, een geotechnisch onderzoek met ten minste 1 boring tot ongeveer 80 meter in de zeebodem en 1 sondering (“*cone penetration test*”) per pilaar van het platform.

## 2.2.3 Aanleg

Voorafgaande aan de installatie van het jacket (zie Figuur 6) wordt, indien nodig, de zeebodem vlak gemaakt door middel van baggeren met een baggerploeg en/of hopperzuiger (“*dredging plough*” or “*suction hopper dredger*”). Daarna wordt met gespecialiseerde schepen de steenbestorting aangebracht die erosie onder en rond het jacket moet voorkomen.

De constructie van het jacket vindt plaats op land. Het jacket wordt vervolgens op een transportbak (“*barge*”) naar de site gebracht en met een kraanschip op de steenbestorting geplaatst. Het kraanschip blijft gepositioneerd door haar eigen voortstuwing, of door het plaatsen van 12 ankers op de zeebodem.

Daarna worden met een heiblok de funderingspalen door de jacket sleeves aan de onderzijde van de jacket en door de steenbestorting in de zeebodem geslagen. Dit duurt ongeveer tot een dag per paal. De palen worden daarna met grout vastgemaakt aan de jacket sleeves, waardoor het jacket aan de zeebodem is verankerd. De installatie van het jacket duurt tot ongeveer twee weken, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.



Figuur 6 Impressie van het plaatsen van het jacket

Als volgende stap in de aanleg van de platforms wordt de topside geïnstalleerd. Ook de constructie van de topside van de platforms vindt plaats op land. De topsides worden door middel van een transportbak (*barge*) naar hun uiteindelijke locatie op zee gesleept. Op locatie zal een kraanschip de topside van de transportbak tillen en op het jacket plaatsen, zie Figuur 7. Vervolgens zal de topside aan het jacket worden vastgelast. De installatie van de topside van een platform duurt ongeveer tot een week, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Nadat het jacket en de topside zijn geïnstalleerd, zal een werkplatform (“*jack-up barge*”) naast het platform worden geplaatst voor ongeveer drie maanden om het werk in de volgende fase te faciliteren, voor de inbedrijfstelling van het platform en het aansluiten van de elektriciteitskabels. Indien nodig kan gedurende deze fase extra steen worden gestort tegen erosie.



*Figuur 7 Impressie van het plaatsen van de topside*

## 2.2.4 Gebruik en onderhoud

Gedurende het gebruik van het platform wordt er onderhoud gepleegd. Hoelang en hoe vaak dit nodig is hangt van de status van het platform en de aanwezige systemen af. De systemen worden vanaf het land gemonitord. Er zullen jaarlijks ongeveer drie inspecties ter plaatse plaatsvinden waarvan er één gecombineerd wordt met het jaarlijkse onderhoudsbezoek. Iedere drie en zes jaar is er een meer uitgebreide onderhoudscampagne.

Gedurende de levensduur zal de steenbestorting en eventuele aanvullende bescherming voor de kabels regelmatig worden geïnspecteerd. Indien nodig zal aanvullende beschermende steenbestorting geplaatst worden.

## 2.2.5 Verlichtingsplan

Voor het platform is een lichtplan op maat nodig voor de navigatie van scheepvaart en om verstoring op trekvogels en vleermuizen tijdens zowel de gebruiks- als aanlegfase zo veel mogelijk te beperken. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Daarom zal een verlichtingsplan worden opgesteld, dit plan wordt ter goedkeuring aan het Bevoegd Gezag voorgelegd.

Verlichting voor de navigatie voor scheepvaartverkeer is verplicht zodat een eenduidige en duidelijke markering van de waterwegen aanwezig is en een veilige navigatie voor de scheepvaart kan worden gewaarborgd. Voor deze signaalverlichting zal worden aangesloten bij de richtlijnen van ILenT. De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de accubatterijen worden preventief onderhouden en met een monitoringstelsel op afstand bewaakt. Storingen worden direct gesignaleerd en kunnen vervolgens verholpen worden door monteurs ernaartoe te zenden.

Verlichting voor luchtvaart obstructie is vereist om veilige navigatie van luchtvaart te waarborgen. De verlichting wordt gebruikt om botsingen met de luchtvaart te voorkomen. De luchtvaart obstructielampen worden aan hoge structuren op het platform, zoals antennemasten en kranen, bevestigd. De lampen dienen voldoende helder te zijn zodat deze van kilometers afstand voor het luchtvaartverkeer zichtbaar zijn.

## 2.2.6 Veiligheidsplan

Een veiligheidsplan heeft tot doel betrokkenen voor te lichten, zodat er snel en efficiënt gereageerd kan worden bij calamiteiten. Het plan geeft maatregelen aan die in deze voorkomende gevallen genomen moeten worden.

Die voorvallen worden bedoeld die een ernstige bedreiging vormen voor de veiligheid van de op het werk aanwezige personen, van de scheepvaart of visserij, voor de verontreiniging van de zee, dan wel voor de bescherming van de natuur en milieu. Niet alleen zal ingegaan worden op de bestrijding van dergelijke voorvallen, maar ook op de beperking van de gevolgen van deze voorvallen. Details hierover worden opgenomen in de waterwetvergunning.

In het veiligheidsplan wordt aangegeven hoe bij verschillende calamiteiten zal worden gehandeld. Een onderscheid wordt gemaakt tussen calamiteiten met personeel (tijdens bouw en operatie), met scheepvaart en visserij en met milieucalamiteiten. Tot slot wordt een bereikbaarheidsschema weergegeven dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet.

In het geval van noodgevallen, leveren UPS-systemen (Uninterruptible Power Supply) met accu het benodigde vermogen zodat de veiligheid en het functioneren van de verschillende aanwezige systemen kan worden gegarandeerd, zodat dit niet kan leiden tot een onderbreking van de productie van elektriciteit.

Daarnaast kunnen tijdelijke diesel generatoren op het platform geplaatst worden voor het opstarten van de installaties en in het geval dat de netaansluiting verloren is. De dieselgenerator en andere oliehoudende apparaten, worden voorzien van een drainagesysteem om olie lekkage naar zee te voorkomen. De opvangbak wordt ontworpen met een capaciteit overeenkomende met de vloeistofcapaciteit van een transformator plus extra capaciteit voor het mogelijk aanwezige regenwater. Het afvoersysteem wordt zo ontworpen dat de inhoud van een hoofdtransformator kan worden verzameld en afgevoerd.

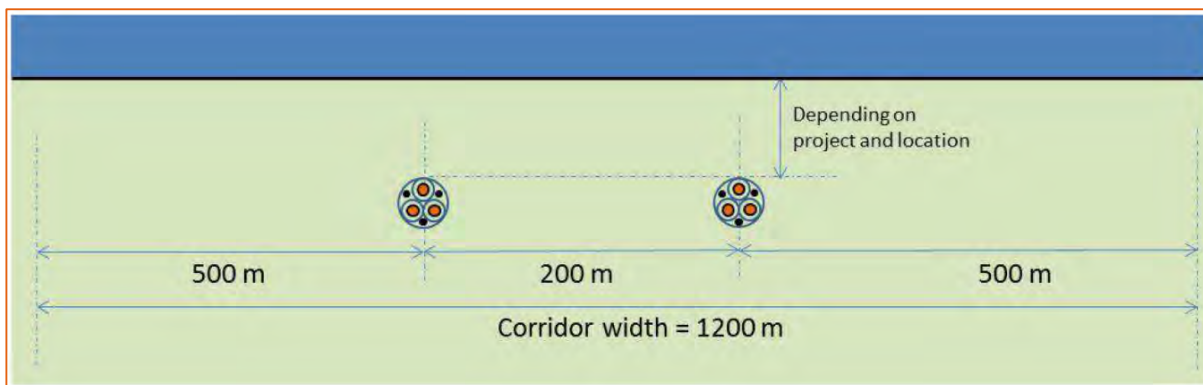
Het platform is uitgerust met een automatisch en handmatig brandalarm. Als er brand uitbreekt wordt er een inert gas gebruikt om te blussen. Dit gas verwijdert zuurstof uit de lucht en is niet schadelijk voor het milieu. In de transformator kamers wordt blusschuim gebruikt in plaats van gas omdat de transformatoren vol olie zitten. Als er olie lekt wordt die opgevangen in een tank.

## 2.3 Kabels op zee

### 2.3.1 Route kabels

Voor de twee 220 kV-exportkabels geldt dat er op zee 200 meter afstand tussen de kabelroutes aangehouden wordt en een post-constructie exclusie zone ("post construction exclusion zone") buiten de kabels van 500 meter voor onderhoud en reparaties aan de kabels. De totale corridor breedte is dus 1200 meter, zie Figuur 8. Op het strand aangekomen zal de afstand tussen de kabels worden verkleind tot 30 meter bij de aanlanding van de kabels, met een post-constructie exclusie zone aan de buitenzijde van de kabels van 50 meters, wat resulteert in een totale corridor breedte van 130 meter.

Tussen de platformen van Hollandse Kust (west Beta) en Hollandse Kust (west Alpha) wordt een 66-kV interlink kabel gelegd. De totale corridor breedte van de interlink kabel is 1000 meter. Voor het aanleggen van de interlink kabel wordt dezelfde procedure en methoden gevolgd als voor het aanleggen van de 220kV-exportkabels. Deze procedure en methoden worden in de onderstaande paragrafen behandeld.



Figuur 8 Corridorbreedte 220kV-zeekabels

## 2.3.2 Aanleg kabels

### 2.3.2.1 Kabelroute en diepgang

Om de zeekabels te beschermen tegen invloeden van buitenaf, zoals scheepsankers en bodemvisserij, en om andere gebruikers van de zeebodem te beschermen wordt de kabel ingegraven.

Bij het onderzoek over hoe de route van de kabel gaat lopen zijn minimaal de volgende punten meegenomen in de overweging voor een voorkeursalternatief (VKA).

- a. Wettelijke vereisten.
- b. Commerciële werkzaamheden, verboden gebieden, obstructies, andere kabels en pijpleidingen.
- c. Geologie, samenstelling van zeebodem.
- d. Meteorologische en mariene omstandigheden.
- e. De natuurlijke omgeving.
- f. Bathymetrie en zeebodembewegingen.
- g. Kans op niet ontplofte munitie.
- h. Eventuele historische geschiedkundige vondsten.
- i. Aanwezigheid van vervuiling in de zeebodem.

Hoe diep de kabels van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) begraven worden is afhankelijk van:

- Voorschriften vanuit vergunning.
- Te verwachten lokale zeebodem verschuivingen tijdens de levensduur van de kabels.
- Te verwachten penetratiediepgang van de zeebodem door invloeden van buitenaf (scheepsankers etc.).

De Nederlandse wet en/of vergunningen schrijven voor dat er tot 3 kilometer uit de kust een minimale gronddekking van 3 meter is. Verder dan 3 kilometer uit de kust wordt een minimale gronddekking van 1 meter voorgeschreven. Om die minimale gronddekkingen over de levensduur van de kabel te kunnen behouden zullen de kabels bij de aanleg dieper worden geïnstalleerd daar waar verlaging van de zeebodem wordt verwacht. Daarmee wordt ook onderhoud op de begraafdiepte van de kabels over de levensduur tot een praktisch minimum beperkt en wordt het risico op schade aan de kabels door externe bedreigingen over langere duur beperkt. De maximale gronddekking is afhankelijk van hoe warm de kabels worden in relatie tot de thermische weerstand van het omliggende sediment.

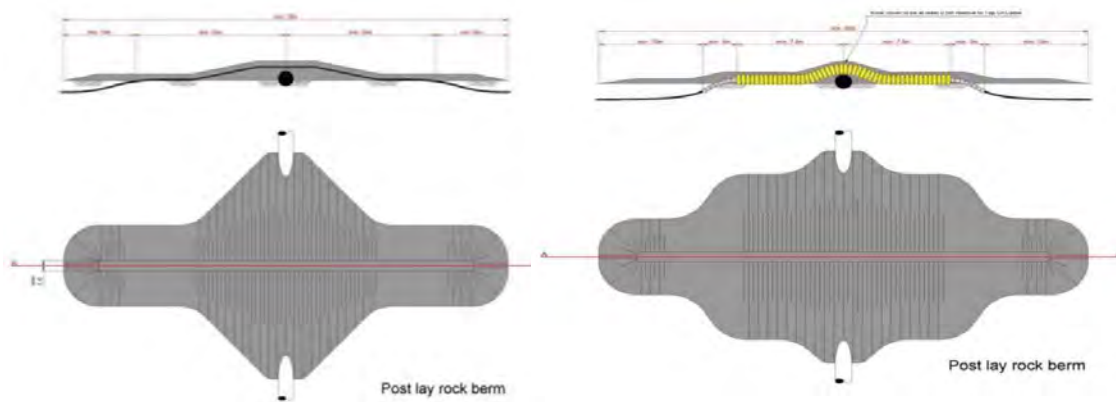
### 2.3.2.2 Kruisen van overige kabels en pijpleidingen

Er wordt speciale aandacht besteedt bij het kruisen van andere activa zoals kabels en leidingen. Het dieper graven van deze activa voordat de TenneT kabels worden geïnstalleerd kan niet worden uitgevoerd zonder een serieus risico op beschadiging. Het maken van een boorkanaal onder de kabels/leidingen is ook geen optie vanwege verzwakking van de TenneT kabel en buitensporige kosten. Daarom zullen in deze gevallen de TenneT kabels over de bestaande kabels en leidingen worden gelegd aan de hand van een kruisingsstructuur. Hierbij is de minimale verticale scheiding tussen de TenneT kabels en de bestaande kabels/leidingen 0,3 – 1 meter afhankelijk van hoe de kabels elkaar kunnen beïnvloeden.

Er zijn twee soorten structuren die geschikt zijn voor dit soort kruisingen waarbij de kabels worden gescheiden van elkaar (zie ook Figuur 9):

- Scheiding door het plaatsen van stenen, buitenste beschermlaag is steen.
- Scheiding door een scheidingssysteem, buitenste beschermlaag is steen. Het meest gebruikelijke scheidingssysteem is een betonnen mat.

Welk structuur gebruikt wordt is afhankelijk van de kruisingsovereenkomsten tussen de betrokken partijen. Verlaten telecomkabels worden na overeenstemming met de eigenaar geknipt en verwijderd.



Figuur 9 Typische kruising met behulp van steen (links) en een scheidingssysteem (rechts)

### 2.3.2.3 Route survey

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt altijd een survey plaats langs de kabelroute. Het doel van dit zeebodemonderzoek is om de bathymetrie te updaten, scannen op mogelijke obstakels en om vast te stellen welke installatie methoden gebruikt kunnen worden langs de route. Aan de hand van het onderzoek kan de kabelroute geoptimaliseerd worden binnen de beschikbare corridor. Hierbij wordt rekening gehouden met meerdere factoren, waaronder het tot een (praktisch) minimum beperken van het baggeren van zandgolven/banken voorafgaande aan het installeren van de kabels, om de optimale locatie voor het kruisen van andere kabels te bepalen, om de noodzaak tot onderhoud van de begraafdiepte over de levensduur van de kabels ten gevolge van zeebodemmobiliteit tot een praktisch minimum te beperken en om obstakels (niet gesprongen explosieven, wrakken, debris etc.) te vermijden.

### 2.3.2.4 Voorbereidingen kabelaanleg

Na het zeebodemonderzoek kunnen de volgende stappen plaats vinden:

- Klaring van de route: een grapnel is een haak (sleepanker) waarmee afval, oude kabels en overige rommel van het betreffende stuk zeebodem wordt verwijderd.
- Verwijderen van niet meer in gebruik zijnde telecom kabels: De kabels zullen naar dek worden getrokken, waar een gedeelte breed genoeg voor kabels voor Net op zee Hollandse Kust (west Beta) zal worden verwijderd. De uiteindes van de telecom kabels zullen terug op de bodem geplaatst worden, met gewicht aan de uiteindes bevestigd.
- Voorbereiden mobiele zeebodem: op de bodem van de zee komen langs het tracé morfodynamische zandgolven van verschillende hoogte voor. Deze ribbels zijn mobiel van aard en beïnvloeden daardoor de begraafdiepte van de kabel. Ook kunnen deze ribbels het begraven van de kabel belemmeren, omdat sommige begraafinstrumenten hinder ondervinden van deze ribbels. Om de kabel op een juiste diepte te kunnen begraven zonder door de ribbels gehinderd te worden, zullen, waar nodig, deze secties gebaggerd worden, met gebruik van een sleepkop hopperzuiger (hopper). De breedte van de te baggeren sleuf moet breed genoeg zodat de kabelbegravingapparaten kunnen passeren. Dit is typisch zo'n 14 meter per kabel. Voor de taluds aan weerszijden wordt uitgegaan van een verhouding 1:4. De breedte boven in de sleuven hangt zodoende van de baggerdiepte ten opzichte van de zeebodem af. Er is een sedimentatiestudie uitgevoerd om de verspreiding van het bodemmateriaal na baggeren te onderzoeken.
- Pre-trenching run: als er, gebaseerd op de beschikbare bodeminformatie, een risico is dat de benodigde graafdiepte niet wordt bereikt, zal een pre-trenching run overwogen worden. Dezelfde graafinstallaties zullen gebruikt worden, zonder kabel, op de benodigde secties van de routes. Als de pre-trenching run niet succesvol lijkt, kan voor-baggeren of voorsnijden overwogen worden, afhankelijk van de lokale eisen met betrekking tot graafdiepte en vergunningen.

### 2.3.2.5 Installatie van de kabels

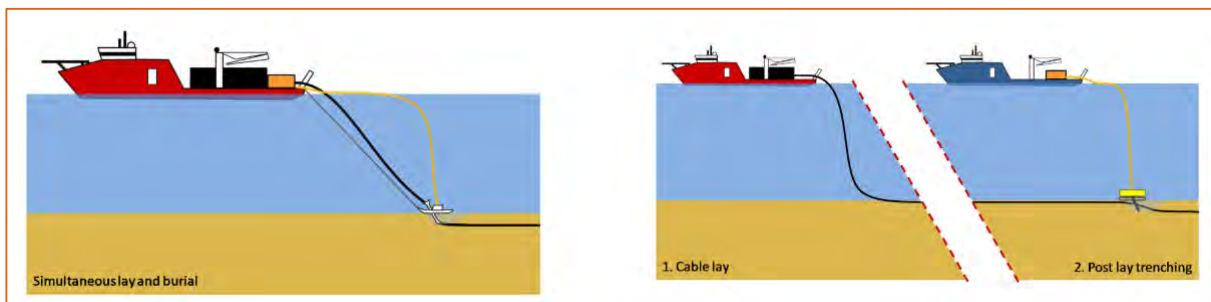
Voor het aanleggen van de kabel op zee kan gekozen worden voor twee verschillende aanlegstrategieën (Figuur 10).

#### 'Simultaneous Lay and Burial' (SLB)

In deze methode wordt de kabel tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Dit gebeurt vanaf hetzelfde schip. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het tracé slechts één keer langsgedaan hoeft te worden. Een ander voordeel van deze methode is dat bij de installatie grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt.

#### 'Post Lay Burial' (PLB)

In deze methode wordt eerst de kabel op de zeebodem gelegd door een kabellegschip. Pas naderhand wordt de kabel ingegraven door een schip met de installaties voor het ingraven van de kabel. Een voordeel is dat het leggen van kabels ongeveer twee keer zo snel gaat als bij methode SLB. Tijdens het leggen van de kabel bestaat een risico op het beschadigd raken van de kabel wanneer het schip te veel beweegt doordat de zee te veel beweegt. Dat is het geval tijdens storm. Daarom is er een voorkeur voor het zo snel mogelijk leggen van de kabel. Het begraven van de kabel kan zonder risico voor de kabel onderbroken worden wanneer het weer daartoe aanleiding geeft.



Figuur 10 'Simultaneous Lay and Burial' (links) en 'Post Lay Burial' (rechts)

Bij de kust waar de waterdiepte te gering is, gebeurt het baggeren tijdens hoog water met behulp van een baggerschip met een geringe diepgang. Deze gebruiken ankers om te manoeuvreren in ondiep water.

Een grote verscheidenheid aan apparatuur en schepen kan worden gebruikt voor de aanleg van de kabel. Daarbij heeft elke methode zijn eigen voor- en nadelen. Sommige methodes zijn meer geschikt voor losse zandige bodem terwijl andere methodes meer geschikt zijn voor bijvoorbeeld hardere kleiachtige bodems. Dit is afhankelijk van verschillende variabelen: snelheid, kosten, weerbetrouwbaarheid, risico's voor de stabiliteit van de kabel tijdens aanleg, waarschijnlijkheid voor het bereiken van de vereiste diepte, beschikbaarheid, et cetera. Langs de route van de kabels moet een mix van gesteldheid van de zeebodem worden overwonnen. Een greep uit deze specifieke voorwaarden: ondiep en diepere wateren, sterke en stillere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolven, et cetera. Daarom kunnen langs een kabelroute meerdere aanlegmethoden noodzakelijk zijn om de beoogde begraafdiepten te bereiken. Daarnaast hebben kabelfabrikanten elk hun eigen voorkeur. Om geen voorkeur vast te leggen voor een bepaalde fabrikant, wordt een vergunning aangevraagd voor alle reëel denkbare aanlegmethoden, zoals opgenomen in Tabel 2. In een werkplan wordt later gespecificeerd welke methode en techniek waar wordt toegepast per tracédeel.



Tabel 2 De meest voorkomende ingraaftechnieken

Kabel begraven op zee	
<b>Jetten (jet sledge, jet trencher, vertical injector)</b>	Bij jetten wordt de bodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of door een 'stinger' naar de beoogde diepte wordt geleid. Er is een uiteenlopend aanbod aan jet trenchers, jet sledgers en vertical injectors op de markt. De snelheid die met een trencher behaald kan worden hangt af van het geïnstalleerde vermogen en van de grondsoort waarin de kabel moet worden begraven (SLB- of PLB-methode).
<b>Vertical Injectors</b>	Is in essentie een lange, verticale jet trencher, hangend in een kraan.
<b>ROV jet trenchers</b>	Een op afstand bestuurbare jet trencher is een onderwater robot, bestuurd vanaf een begeleidend vaartuig.
<b>Frezen (chain or wheel cutter trenchers)</b>	Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)frees een sleuf in de bodem getrokken, waarna de kabel in de sleuf kan worden gelegd. Hierna kan de bodem worden afgedekt met het materiaal dat weggefreest is of de gleuf loopt vanzelf dicht. De breedte van de kabelsleuf bij frezen is maximaal 70 cm en heeft een ingraafdiepte van tussen de 1 en 8 m. Bij frezen kan de kabel direct in de sleuf tot op de juiste diepte ingebracht worden of door middel van een extra passage met een jet trencher naderhand op de juiste diepte worden gebracht (SLB- of PLB-methode).
<b>Vibratie ploeg (vibration plough)</b>	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel van een buis wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode)
<b>Ploegen (cable plough)</b>	Een kabelploeg wordt door de grond getrokken terwijl de kabel door de ploeg heen loopt en zo naar de naar de beoogde diepte wordt geleid. Een kabelploeg kan daarbij door waterjets worden ondersteund, met name om in dicht gepakt zand de benodigde trekkracht te verminderen. Met een kabelploeg kan een kabel tot 3 meter begraven worden (SLB-methode). <i>Let op:</i> er kan ook geploegd worden om de zeebodem voorafgaande aan de installatiewerkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.
<b>mass flow excavation</b>	Voor deze methode wordt ook gebruik gemaakt van water om het bodemateriaal deels te verplaatsen, maar in tegenstelling tot jetten wordt bij mass flow excavation met een lage waterdruk gewerkt. Afhankelijk van de grootte van de zandkorrels van de zeebodem zal door de grote waterstroom meer of minder bodemmateriaal in de omgeving worden verspreid. De afdekking van de kabel met bodemmateriaal na (her)begraven met Mass Flow Excavation is daarmee direct afhankelijk van de korrelgrootte verdeling van het bodem materiaal. Mass Flow Excavation kan alleen effectief worden ingezet voor het (her)begraven van kabels in niet-cohesief bodem materiaal als zand.

### 2.3.3 Post-installatie

Op secties van de route waar niet voldoende diepte bereikt is kunnen aanvullende graafactiviteiten uitgevoerd worden met een ROV jet trencher of Mass flow excavation, afhankelijk van de lokale condities. Op locaties waar de kabels niet begraven konden worden, zullen de kabels na het leggen beschermd worden door het plaatsen van stenen. Voor zover mogelijk zal dit vermeden worden, aangezien deze methodiek door erosie in de loop der tijd onderhoud vergt.

### 2.3.4 Gebruik

Tijdens de gebruiksfase worden er periodiek inspecties uitgevoerd langs de kabelroutes. Bij schade wordt de kabel gerepareerd en herbegraven. Wanneer dat nodig blijkt in verband met veranderingen van de ligging van de zeebodem, worden de kabels in de zeebodem herbegraven. De steenstoringen op de kabelroute worden wanneer dat nodig blijkt met steen aangevuld, bijvoorbeeld in geval van schade na een hevige storm of na schade ontstaan door gesleepte visnetten.

## 2.4 Planning

De verwachting is dat de werkzaamheden tussen 2022 en 2024 worden uitgevoerd.

- Platform: Aanleg jackets en fundering voorjaar/zomer 2024. Topside (grootste deel platform) wordt geplaatst in zomer/najaar 2024. Het platform Hollandse Kust (west Beta) is operationeel uiterlijk eerste kwartaal 2026.
- Kabels op zee & Interlink kabel: De aanleg vindt plaats rond de zomer en het najaar 2024 voor Net op zee Hollandse Kust (west Beta) gecombineerd. Voor de vergunningaanvragen en daadwerkelijke aanleg start vinden diverse onderzoeken (surveys) plaats.

## 3 AFBAKENING

### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt een afbakening van de gevolgen van de aanleg van het Net op Zee Hollandse Kust (west Beta) plaats. De activiteiten beschreven in het vorige hoofdstuk geven een aantal gevolgen die vervolgens een effect kunnen hebben op instandhoudingsdoelen. Deze gevolgen zijn:

- vertroebeling, als gevolg van gebaggerd en getrenched materiaal wat in de waterkolom terecht komt.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van het gebaggerde en getrenchede materiaal.
- Verstoring onderwater:
  - Ten gevolge van continu geluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord.
  - Ten gevolge van impulsgeluid door het heien voor de aanleg van de platforms.
- Verstoring bovenwater als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land.
- Habitataantasting.
- Elektromagnetische velden.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg wordt gekeken hoe ver het gevolg reikt, dit gebeurt aan de hand van modellering, bekende verstoringscontouren en/of expert judgement. Dit leidt per gevolg tot een reikwijdte van het gevolg.

### 3.2 vertroebeling

Bij de aanleg van de zeekabels en het platform wordt gebaggerd en getrenched waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden. Afhankelijk van de sediment samenstelling (met name het slibgehalte) kan dit vertroebeling opleveren.

Vertroebeling leidt tot minder doorzicht in de waterkolom waardoor potentieel:

- Primaire productie (als basis van de voedselketen) kan worden geremd.
- Filterfeeders in hun voedselopname kunnen worden geremd.
- Trekvissen een barrière kunnen ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang richting zoet water belemmert.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels kan worden beïnvloed.

De mate waarin vertroebeling optreedt is in een modelstudie onderzocht. In Bijlage B is deze vertroebelingstudie opgenomen. Figuur 11 laat zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de slibconcentratie die te onderscheiden is van achtergrondconcentraties (> 2 mg/l) wordt voorspeld. De slibwolk reikt in westelijke richting niet veel verder dan het tracé zelf. Dit komt onder andere doordat er langs de Noordzeekust doorgaans stroming van zuid naar noord is. De slibwolk reikt daarom het verst in noordelijke richting, tot aan Texel en in de Waddenzee.



Figuur 11 Gebied tot waar de dieptegemiddelde slibwolk (> 2 mg/l) ten gevolge van de werkzaamheden

### 3.3 Sedimentatie

Het sediment dat vrijkomt bij de aanleg van de zee-kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling en op de voedselvoorraad voor op droogvallende platen foeragerende vogels en voor vissen. Het is zeer afhankelijk van soort, locatie, hoeveelheid van de geloosde specie en type specie hoe de bodemdiergemeenschap reageert op verhoogde sedimentatie (Harvey et al. 1998). Baan et al. (1998) geven aan dat het effect van de bedekking wordt bepaald door diverse factoren, te weten de mate van bedekking, de tolerantie van de soort, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur. In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren zijn niet allemaal apart onderzocht. Al in 1988 is door Bijkerk de tolerantie van zeven macrobenthos soorten voor permanente sedimentatie bepaald. Deze lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 5 cm per maand (*Mya*, *Capitella*) en 17 cm per maand (*Macoma*, *Arenicola*, *Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 1 cm per maand (*Mya*) en 35 cm per maand (*Nereis*).

De maximale slibdikte door sedimentatie is modelmatig berekend. Figuur 12 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 1 cm per maand optreedt na de werkzaamheden. Dit is dus de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria*) nog tolereert (Bijkerk, 1988). Dit vindt enkel plaats rondom het kabeltracé en de monding van het Noordzeekanaal.



Figuur 12 Gebieden waar de sedimentatie per dag boven de grens van 0,33 mm per dag uitkomt

### 3.4 Verstoring als gevolg van continu geluid onderwater

Bij het varen kan onderwaterverstoring optreden in de vorm van onderwater geluid, met name door cavitatie van de schroefbladen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die aan de romp van het schip en zo uiteindelijk naar het water worden doorgegeven. Dit onderwater geluid is continu, en tijdelijk van aard.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordelingen voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijsschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur (op diep water) varen komt hij uit op maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen. Onderwater geluid plant zich verder voort naarmate het water dieper is. De verstoringsafstand van 5 kilometer is worst-case.

In Figuur 13 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de aanleg, onderhoud en afbraak van de zeekabels en platforms, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer.



Figuur 13 Onderwaterverstoring ten opzichte van plangebied

### 3.5 Verstoring als gevolg van impulsgeluid onderwater

Naast continu onderwater geluid treedt er ook impulsgeluid op bij de aanleg van de platforms. Onderwater geluid in de vorm van impulsgeluid kan een effect hebben op in het water levende dieren: vissen en in het water zwemmende zeezoogdieren. Impulsgeluid door heiwerkzaamheden kan leiden tot verstoring in de vorm van stress en/of vluchtgedrag en tijdelijke (TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (PTS - Permanent Threshold Shift) gehoorbeschadiging, afhankelijk van de geluidssterkte. Met name vissen en zeezoogdieren zijn gevoelig voor een toename van onderwater geluid. De verstoring is van tijdelijke aard.

Uit onderzoek van TNO blijkt dat de maximale vermijdingsafstand van bruinvissen van dit impulsgeluid 22 kilometer voor is. Dit onderzoek is opgenomen in Bijlage C. **Error! Reference source not found.** geeft de reikwijdte van deze verstoring weer.



Figuur 14 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impulsgeluid

## 3.6 Boven water verstoring

### 3.6.1 Door geluid en visuele verstoring

De aanwezigheid van baggerschepen, de vaarbewegingen en het verspreiden van baggerspecie kan leiden tot verstoring door bovenwater geluid, en optische verstoring (silhouetwerking). Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuen. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Aan continu geluid boven water, zoals scheepsmotoren of machines, kunnen organismen wennen (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008).

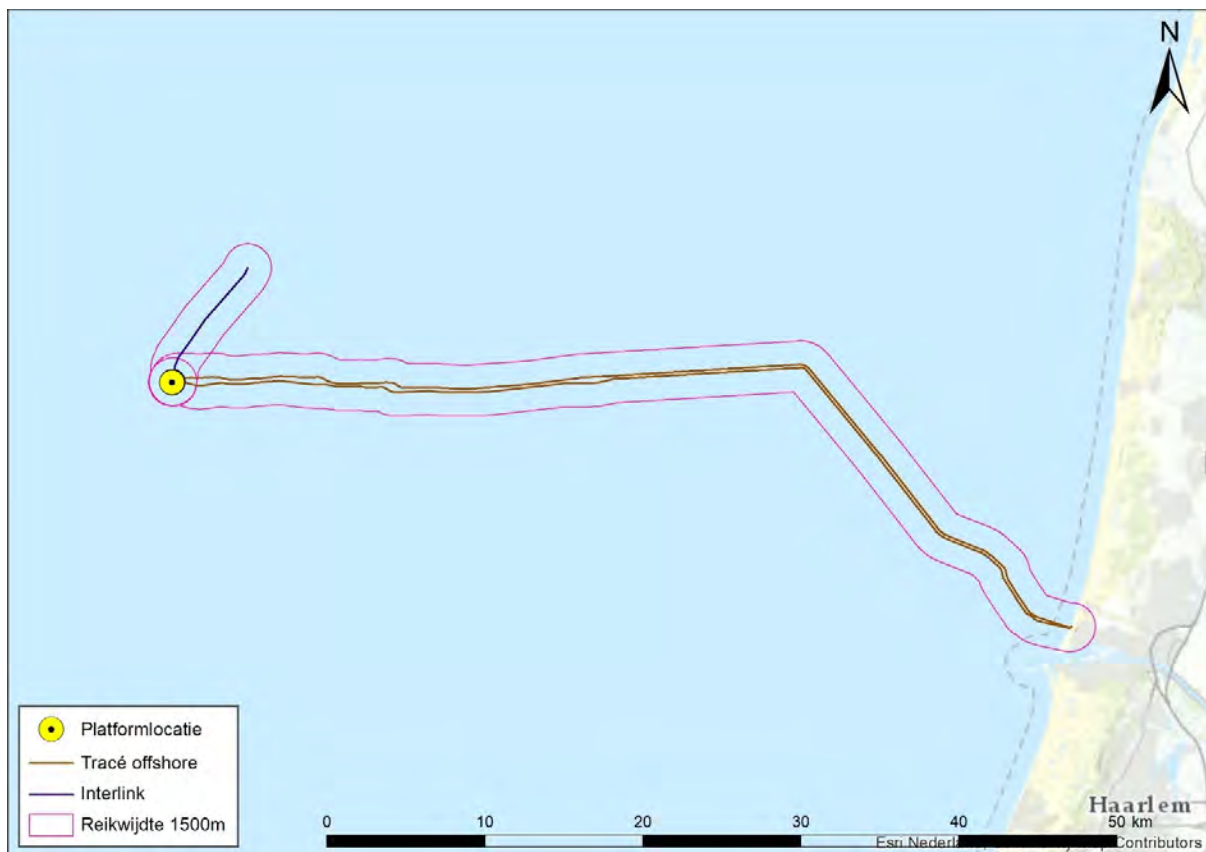
Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op vogels: langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende en ruiende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verharen.

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door optische verstoring, geluid en/of licht omdat de versturende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. De veroorzaakte verstoring is dan ook vaak een combinatie van geluid, licht en optische verstoring, waarbij de meest verreikende of ernstigste factor als maatgevend wordt gehanteerd. Voor het bepalen van deze effecten op de verstoringgevoelige soorten is in deze rapportage daarom gebruik gemaakt van verstoringsafstanden. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de aard van de verstoring, de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed et al., 2011). Per soort(groep) is de storingsfactor die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

Voor vogels is de verstoringsgevoeligheid soort specifiek en variabel per periode. Jongbloed et al. (2011) leidde af dat voor broedvogels, voor vogels op hoogwatervluchtplaatsen en de meeste vogelsoorten op groot open water een verstoringsafstand van 500 meter voldoende bescherming biedt tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant. Duikende (roodkeelduikers, parelduiker, zwarte zee-eenden, brilduiker) en ruiende (eidereenden en bergeenden) vogels zijn echter verstoringsgevoeliger. Voor deze categorie vogels wordt daarom een grotere verstoringsafstand gehanteerd, te weten 1.500 meter (Dirksen et al., 2005; Krijgsveld et al., 2008). Het effect van verlichting op (vogel)soorten hangt af van het gedrag, de locatie en het tijdstip van passeren van de soort. Onder andere het dag- en nachtritme, de rustplaatsen, vliegroutes en broedgedrag bepalen of en wanneer een vogel in de buurt van een verlichtingsbron komt. Extra verlichting 's nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). De mogelijke tijdelijke extra effecten van navigatieverlichting van de baggerschepen zijn meegenomen in de verstoringscontouren van de baggerschepen en worden meegenomen in de toetsing.

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die uit de literatuur bekend is, betreft 1.200 meter (Brosseur & Reijnders, 1994), hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag en voorspelbaar verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van Bouma et al. (2012) en Didderen & Bouma (2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter en speelt hierbij bovendien gewenning aan een verstoringsbron een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring (1500 meter) is weergegeven in Figuur 15.



Figuur 15 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het plangebied



### 3.6.2 Verstoring door licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van de platforms en scheepvaart. Deze lichtverstoring heeft effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en foeragegedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Of dit ook een effect heeft op de op de gunstige staat en de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003).

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert-judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Hieruit blijkt dat de effecten van licht altijd binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-1500 meter) vallen en daarmee minder relevant is als autonome verstoringbron (de verstoringbronnen treden tijdens werkzaamheden vaak alle drie gelijktijdig op).

In de gebruiksfase zal licht mogelijk wel een op zichzelf staande bron van vervuiling zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op de platforms alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. Platforms worden alleen bemand, en dus verlicht bij werkzaamheden. De verlichting van de platforms kan 's nachts verstoring werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan de migratieroutes van vleermuizen verstoren.

Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het langgolvlige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform 'in aanraking' komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

### 3.7 Habitataantasting

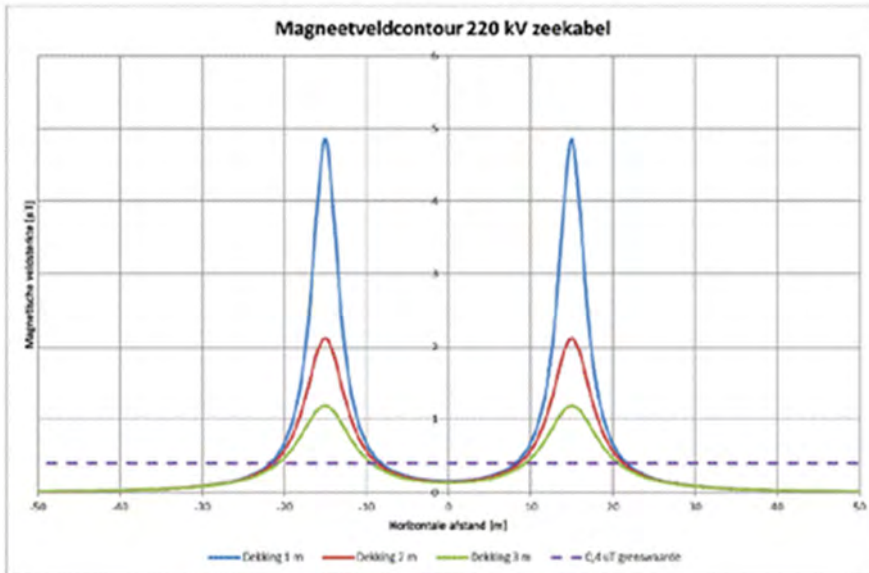
Bij de aanleg van de zeekeblen wordt de zeebodem ter plaatse gebaggerd en getrenched. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de poten verstoord. Hierdoor kunnen potentieel habitattypen verstoord en aangetast worden. Bij zowel de interlink kabel als de export kabel naar land vindt habitataantasting plaats over de gehele lengte van de werkzaamheden, in een corridor van 1000 meter onderhoudszone. De onderhoudszones zijn veiligheidsmarges, op het merendeel van de tracés zal aantasting alleen ter plaatse van de kabels zelfs optreden.

Habitataantasting voor het platform treedt op ter plaatse van de poten. Het gaat hierbij om enkele tientallen vierkante meters.

### 3.8 Elektromagnetische velden

In de gebruiksfase wordt de kabel onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Door de mantel om de kabel heen zal dit veld buiten de kabel niet waarneembaar zijn en geen effect hebben op organismen. Door het stromen van de elektrische lading ontstaat ook een magnetisch veld. Dit veld is wel buiten de kabel waarneembaar. Op zee induceert het langsstromende water een geïnduceerd elektrisch veld (iEF). Een dergelijk iEF treedt ook op wanneer er een organisme langs de kabel zwemt. De sterkte van het geïnduceerde elektrische veld hangt af van de stroomsterkte, in de kabel is de ontwerpstroomsterkte 1010 Ampère, de rekenstroom per circuit is 606 Ampère. In de volgende paragrafen wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald.

De reikwijdte van het magnetisch veld in de waterkolom is afhankelijk van de diepte waarop de kabel is ingegraven en het spanningsniveau. Het magnetische veld reikt tot een afstand van maximaal 50 meter rondom de kabel (Figuur 16). Bij de berekeningen van het magneetveld van de driefasige AC-kabel is de fysieke draaiing van de drie aders niet meegenomen. De draaiing in deze kabelverbinding zorgt voor een lager magneetveld dan zonder deze draaiing, zoals op land. In modelberekeningen van de AC-kabels (uitgevoerd volgens de handreiking RIVM voor het berekenen van magneetveldzones) komt het magneetveld hierdoor hoger uit dan dat het in de praktijk is.



Figuur 16: Magneetveldzone 220kV zeekabel

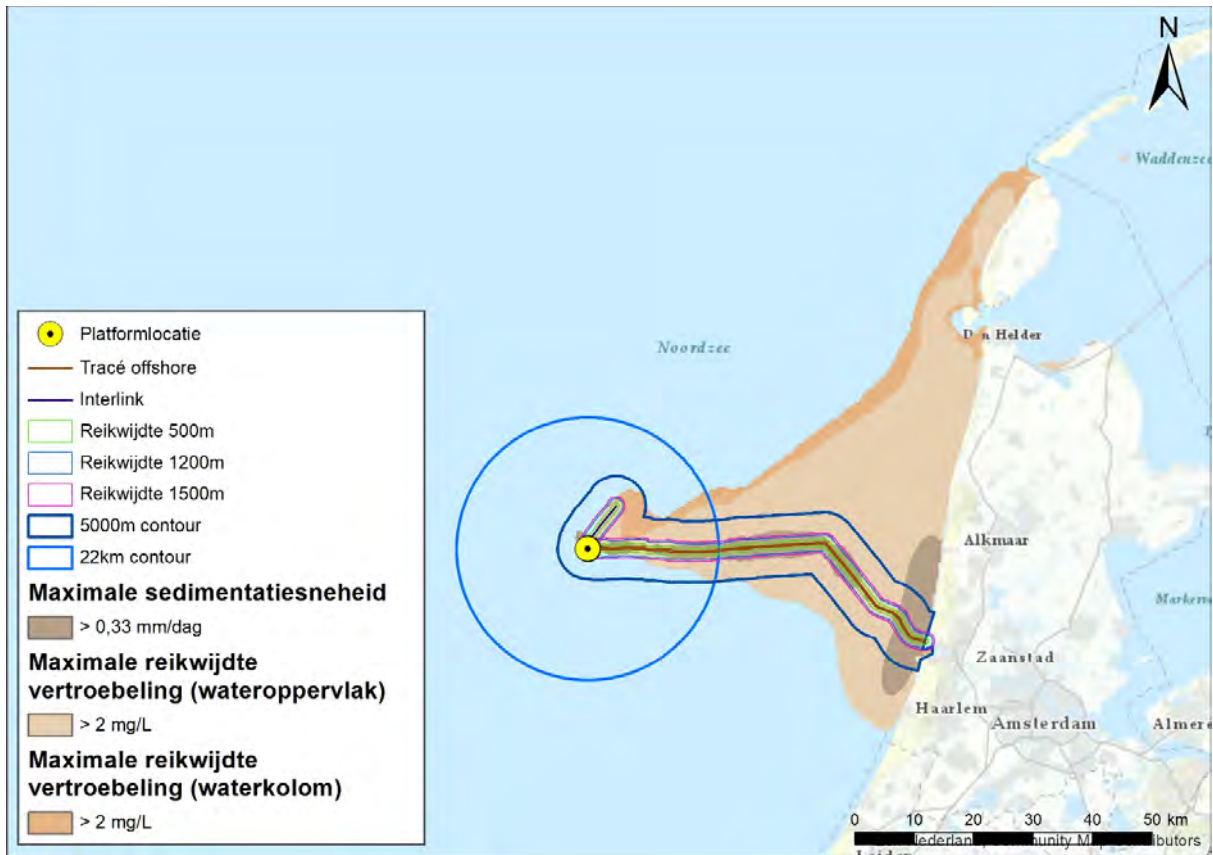
Olsson et al. (2010) lieten zien dat een kabel in zee met een spanning van 145 kV en een stroomsterkte van 500A vlak boven de kabel een elektrisch veld induceert met een spanning van 3.9 mV/m. Dit is bij een stroomsnelheid van 2,57 m/s. Normandeau, et al. (2011) lieten zien dat dit veld snel afneemt, en op een afstand van 10 meter van de kabel al met een factor 10 is verminderd. Het werkelijke geïnduceerde veld is sterk afhankelijk van de spanning en stroomsterkte op de kabel, de (variërende) stroomsnelheden van het water en langs zwemmende organismen. Het bepalen van de veldsterkte is moeilijk en er is weinig bekend over de exacte effecten van deze velden op organismen (Snoek, et al., 2016). Omdat iEF afhankelijk zijn van het magnetische veld wordt aangenomen dat wanneer het magnetisch veld geen effect heeft, het iEF dat ook niet heeft.

### 3.9 Samenvatting reikwijdte activiteiten

In Tabel 3 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. In Figuur 17 zijn de reikwijdtes samengevat in een kaart.

Tabel 3 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit

Gevolg		Op zee / op land	Maximale reikwijdte
<b>Vertroebeling</b>		Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Slibwolk reikt vanaf de kust tot het meest westelijke uiteinde van het tracé, en van ongeveer 20 kilometer ten zuiden van de werkzaamheden tot het noorden van Texel</li> </ul>
<b>Sedimentatie</b>		Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sedimentatie treedt op rondom het tracé en de monding van het Noordzeekanaal</li> </ul>
<b>Verstoring onderwater</b>	Continu geluid	Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rondom kabels en platform</li> <li>Zeezoogdieren en trekvissen: 5.000 meter</li> </ul>
	Impulsgeluid	Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rondom platform</li> <li>Zeezoogdieren en trekvissen: 22 kilometer</li> </ul>
<b>Verstoring bovenwater</b>	Geluid en visueel	Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>500 meter voor foeragerende vogels en vogels op hoogwatervluchtplaatsen</li> <li>1200 meter voor zeehonden</li> <li>1500 meter voor gevoelige vogels</li> </ul>
	Licht	Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>150 meter voor de schepen van de kabelaanleg</li> <li>Bij de platforms</li> </ul>
<b>Habitataantasting</b>		Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>1200 meter corridors voor de kabeltracés</li> <li>Ter plaatse van de platformpoten</li> </ul>
<b>Elektromagnetische velden</b>		Zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>50 meter rondom de kabel</li> </ul>



Figuur 17 Samenvatting reikwijdte gevolgen werkzaamheden op zee

## 4 KADERRICHTLIJN MARIENE STRATEGIE

### 4.1 Kaderrichtlijn mariene strategie

#### 4.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht de lidstaten tot het treffen van de nodige maatregelen om in hun mariene wateren een goede milieutoestand (GMT) te bereiken en/of te behouden (Good Environmental Status, GES). In 2008 heeft het Europese Parlement de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM, Richtlijn 2008/56/EG) aangenomen. Hiermee is een kader vastgesteld waarbinnen de lidstaten de nodige maatregelen nemen om uiterlijk in 2020 in de door hen beheerde zeeën de goede milieutoestand te bereiken, te behouden of te herstellen. De KRM is in 2010 in de Nederlandse wetgeving verankerd door middel van een aanpassing in het Waterbesluit onder de Waterwet.

In 2018 heeft een actualisatie plaatsgevonden van de goede milieutoestand voor de periode 2018 tot 2024. De goede milieutoestand van de zee wordt beschreven door elf descriptorren:

1. Biodiversiteit (vogels, vissen, zeezoogdieren).
2. Niet-inheemse soorten (exoten).
3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren.
4. Voedselwebben.
5. Eutrofiëring.
6. Integriteit van de zeebodem (habitats).
7. Hydrografische eigenschappen.
8. Vervuilende stoffen.
9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten.
10. Zwerfvuil.
11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid.

In de volgende paragrafen wordt per descriptor de goede milieutoestand en bijhorende criteria (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018) beschreven. Deze informatie wordt vervolgens gebruikt als uitgangspunt voor de beoordeling.

#### 4.1.2 Biologische diversiteit

##### Descriptor

De biologische diversiteit wordt behouden. De kwaliteit en het voorkomen van habitats en de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.

##### De goede milieutoestand

###### *Soorten, vogels*

De populatiedichtheden en demografie van vogelpopulaties duiden op gezonde populaties.

###### *Soorten, zeezoogdieren*

De populatiedichtheden en demografie van zeezoogdierpopulaties duiden op gezonde populaties.

###### *Soorten, visgemeenschap*

De populatiedichtheden en demografie van populaties van vissen duiden op gezonde populaties.

###### *Pelagische habitats*

- Wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de plankton gemeenschap binnen de een langjarige bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld.

#### *Benthische habitats*

- Verbetering van de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van benthosoorten.

#### **Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand**

##### *Soorten, vogels*

- Voor elke functionele groep is de populatieomvang van ten minste 75 procent van de soorten boven de drempelwaarde van 1992 (OSPAR- beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populaties van zeevogels moeten voldoen aan de landelijke doelen vanuit de VR (D1C2).
- Voor iedere soort mag een gebrek aan broedsucces in niet meer dan drie van de zes jaar optreden (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).

##### *Soorten, zeezoogdieren*

- Bijvangst van bruinvissen is lager dan 1 procent van de best beschikbare populatieschatting (ASCOBANS) (D1C1).
- De populatie van de grijze zeehond (H1364), gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) vanuit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Geen afname in het geboortecijfer van de grijze zeehond van meer dan 1 procent sinds de laatste assessment en niet meer dan 25 procent afname sinds 1992 (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Voor impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsgeluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen (zie verdere uitwerking bij D11) (D11C1).
- Verspreiding van de bruinvis en de gewone zeehond voldoet aan de gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Relevant is ook de mate waarin het areaal en de kwaliteit van leefgebieden van zeezoogdieren zich ontwikkelen: behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied van de grijze zeehond (H1364), de gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) (HR) (D1C5).

##### *Soorten, visgemeenschap*

- Commerciële vispopulaties: zie D3C1 en D3C2 – Commerciële vissen (D1C2).
- Toename van het aandeel kwetsbare soorten vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populatie van trekvisser moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) uit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Verbeteren van de populatieomvang van haaien en roggen in de Noordzee en vooral in de kustzone (D1C2).
- Toename van het aandeel grote vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Verspreiding van trekvisser in het rivierengebied voldoet aan gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Vermindering barrières in de trekroutes, zodat deze uiterlijk in 2027 geen belemmering zijn voor duurzame populaties in het stroomgebied (KRW) (D1C5).

##### *Pelagische habitats*

- Voor pelagische habitats is de goede milieutoestand bereikt wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de planktongemeenschap binnen een bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D1C6).

##### *Benthische habitats*

- Zie onder descriptor: Integriteit van de zeebodem (paragraaf 4.1.7).

### **4.1.3 Niet-inheemse soorten (exoten)**

#### **Descriptor**

Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

### **De goede milieutoestand**

Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

#### **Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand**

- Dalende trend in het aantal introducties van niet-inheemse soorten per beleidsperiode (zes jaar; OSPAR) (D2C1).

## **4.1.4 Commerciële vis, schaal- en schelpdieren**

### **Descriptor**

Populaties van alle commercieel geëxploiteerde soorten vis en schaal- en schelpdieren blijven binnen veilige biologische grenzen, en vertonen een opbouw qua leeftijd en omvang die kenmerkend is voor een gezond bestand.

### **De goede milieutoestand**

Geleidelijk herstel en behoud van populaties van commerciële visbestanden boven een biomassaniveau dat de maximale duurzame opbrengst kan opleveren.

#### **Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand**

- Voor ieder commercieel bevestigd visbestand geldt dat de sterfte door visserij (F) op de waarde of kleiner dan de waarde blijft die behoort bij een maximale duurzame oogst (Maximum Sustainable Yield, MSY):  $F \leq F_{msy}$  (CFP) (D3C1).
- De biomassa van paaibestanden (Spawning Stock Biomass of SSB) van commercieel bevestigde vis, schaal- of schelpdieren ligt boven het voorzorgniveau MSY Btrigger (in lijn met ICES-vangstadadviezen; CFP) (D3C2).

## **4.1.5 Voedselwebben**

### **Descriptor**

Alle elementen van de mariene voedselketens, voor zover deze bekend zijn, komen voor in normale dichtheden en diversiteit en op niveaus die de dichtheid van de soorten op lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.

### **De goede milieutoestand**

Het effect van menselijke interventies op interacties tussen verschillende trofische niveaus in het voedselweb wordt verminderd.

#### **Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand**

- De diversiteit (soortsamenstelling en de abundantie) van ten minste drie geselecteerde trofische gildes is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gildes en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C1).
- De verhouding in abundantie tussen ten minste drie geselecteerde trofische gildes is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gildes en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C2).
- De groottestructuur (lengte) van de visgemeenschap blijft boven de historische minimumwaarde (D4C3).

## **4.1.6 Eutrofiëring**

### **Descriptor**

Door de mens teweeggebrachte eutrofiëring is tot een minimum beperkt, in het bijzonder de schadelijke effecten ervan zoals verlies van de biodiversiteit, aantasting van het ecosysteem, schadelijke algenbloei en zuurstofgebrek in de bodemwateren.

### **De goede milieutoestand**

- De concentraties van winter DIN en DIP liggen onder het niveau dat wijst op schadelijke eutrofiëringseffecten.
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) ligt niet op een niveau dat wijst op schadelijke effecten van verrijking met nutriënten, conform de beoordeling volgens de KRW en OSPAR.
- Geen zuurstofgebrek ten gevolge van eutrofiëring in onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren.

### **Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand**

#### *Concentraties winter DIN en DIP*

- Kustwateren: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen in de kustwateren aan de normen van de KRW (D5C1).
- Offshore wateren: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen aan de beoordelingswaarden van de OSPAR (D5C1).

#### *Algenbiomassa*

- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de kustwateren is niet hoger dan de goede toestand conform de KRW voor de desbetreffende kustwatertypen (D5C2).
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de offshore wateren voldoen aan de beoordelingswaarden van OSPAR (D5C2).

#### *Geen zuurstofgebrek*

- Kustwateren: de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of de oppervlaktelaag van gemengde wateren in de kustwateren is ten minste met 60 procent zuurstof verzadigd (D5C5).
- Offshore wateren: in de offshore wateren wordt in de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren ten minste 6 mg/l zuurstof gevonden (D5C5).

## **4.1.7 Integriteit van de zeebodem**

### **Descriptor**

Integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen zijn gewaarborgd en dat vooral benthische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.

### **De goede milieutoestand**

#### *Fysieke verstoring*

- Fysieke verstoring van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthosoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

#### *Fysiek verlies*

- Fysiek verlies van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthosoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

### **Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand**

#### *Fysieke verstoring*

- Geen significante toename in de fysieke verstoring in de tijd op de totale zeebodem van de gehele Noordzee en het Nederlands Continentaal Plat (NCP) (D6C2).
- Geen toename in de fysieke verstoring in de tijd over de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C3).
- Voor de habitats die in het kader van de Habitatrichtlijn zijn beschreven, gelden de instandhoudingsdoelen voor deze habitats (D6C3).

#### *Fysiek verlies*

- Geen significant verlies van de natuurlijke zeebodem ten opzichte van de situatie in 2012 als gevolg van menselijke activiteiten (D6C1).



- Geen significant verlies als gevolg van menselijke activiteiten van de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C4).

#### 4.1.8 Hydrografische eigenschappen

##### De goede milieutoestand

Het mariene ecosysteem ondervindt geen negatieve effecten als gevolg van permanente wijzigingen in de hydrografische eigenschappen als gevolg van menselijke activiteiten.

##### Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

#### 4.1.9 Vervuilende stoffen

##### Descriptor

Concentraties van vervuilende stoffen zijn zodanig dat geen verontreinigingseffecten optreden.

##### De goede milieutoestand

- De concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water, sediment of biota), zijn lager dan de concentraties waarbij negatieve effecten kunnen optreden of laten een dalende trend zien.
- De gezondheid van de soorten wordt niet geschaad door verontreinigende stoffen.

##### Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

###### *Concentraties vervuilende stoffen*

- Kustwateren: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water of biota) voldoen aan de milieukwaliteitseisen die bij de KRW worden gebruikt in de 12-mijls zone (voor prioritare stoffen), respectievelijk in de 1-mijlszone (voor de specifiek verontreinigende stoffen) (D8C1).
- Offshore wateren: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (sediment of biota) voldoen aan de milieu-evaluatiecriteria (Environmental Assessment Criteria, EAC) en/of achtergrondevaluatiecriteria (Background Assessment Criteria, BAC) van OSPAR, of ze laten, waar deze streefwaarden nog niet zijn geformuleerd, een dalende trend zien (conform OSPAR) (D8C1).

###### *Gezondheid van de soorten*

- Dalende trend ten opzichte van 2012 van Imposex (D8C2).
- De ruimtelijke omvang en de duur van de significante, ernstige verontreinigingen worden tot een minimum beperkt (D8C3).

#### 4.1.10 Vervuilende stoffen in visproducten

##### Descriptor

Vervuilende stoffen in vis en andere visserijproducten voor menselijke consumptie overschrijden niet de grenzen die door wetgeving van de EU of andere relevante normen zijn vastgesteld.

##### De goede milieutoestand

De niveaus van vervuilende stoffen (waaronder PAK's, dioxinen en zware metalen) in vis en visproducten uit de Noordzee overschrijden de in de EU verordening EG 1881/2006 vastgestelde maximumgehalten niet.

##### Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

### 4.1.11 Zwerfvuil

#### Descriptor

De eigenschappen van, en de hoeveelheden zwerfvuil op zee veroorzaken geen schade aan het kust- en mariene milieu.

#### De goede milieutoestand

- De hoeveelheid zwerfvuil op zee neemt in de loop van de tijd af.
- De hoeveelheid microafval op zee neemt op lange termijn af.
- De hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval ligt op een niveau dat niet schadelijk is voor de gezondheid voor de desbetreffende soorten

#### Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

##### *Zwerfvuil op zee*

- Strand: significante dalende trends in het totaal van de meest voorkomende categorieën afval (die bijdragen aan 80 procent van de totale hoeveelheid afval) die op het strand worden aangetroffen (D10C1).
- Drijvend, korte termijn: een significant dalende trend van het aantal noordse stormvogels met meer dan 0,1 gram plastic deeltjes in de maag gedurende de afgelopen tien jaar (D10C1).
- Zeebodem afval: significante afname van de hoeveelheid afval op de zeebodem (D10C1).

##### *Microafval op zee*

- Nog geen kwantitatieve omschrijving vanwege het ontbreken van een indicator voor microplastics en bijbehorende baseline.

##### *Hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval*

- Zie onder D10C1.

### 4.1.12 Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

#### Descriptor

De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, ligt op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent.

#### De goede milieutoestand

- Impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsieve geluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen.
- Continu geluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en niveaus van achtergrondgeluid zijn zodanig dat ze niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kunnen brengen.

#### Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

##### *Impulsgeluid*

- Voor bruinvissen wordt reductie van populatiegrootte voorkomen door het stellen van een limiet aan het aantal bruinvisverstoringdagen (D11C1).

##### *Achtergrondgeluid*

Voor dit criterium is het nog niet mogelijk om kwantitatieve omschrijvingen van de goede milieutoestand op te stellen (D11C2).

## 4.2 Effectbeschrijving

In hoofdstuk 3 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze hebben. Het kader van de KRM is toegelicht in paragraaf 4.1. Gebaseerd op dit kader is gekeken welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit voor de KRM nader onderzocht moeten worden in dit hoofdstuk, zie Tabel 4. De voorgenomen activiteit wordt vervolgens getoetst aan de KRM in hoofdstuk 4.3.

Tabel 4 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht worden voor de KRM

Gevolg	Effect	Betrokken soortgroepen
<b>Vertroebeling</b>	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrière werking voor trekvissen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primaire productie</li> <li>• Trekvissen</li> <li>• Filterfeeders</li> </ul>
<b>Sedimentatie</b>	Verstikking bodemdieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodemdieren</li> </ul>
<b>Verontreiniging</b>	Herintroductie verontreinigde stoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeezoogdieren</li> <li>• Vissen</li> </ul>
<b>Verstoring door continu geluid onderwater</b>	Verstoring van vissen en zeezoogdieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeezoogdieren</li> <li>• Vissen</li> </ul>
<b>Verstoring door impuls geluid onderwater</b>	Gedragsverandering, gehoorbeschadiging, fysieke schade, sterfte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeezoogdieren</li> <li>• Trekvissen</li> </ul>
<b>Habitataantasting en verandering</b>	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habitattypen</li> <li>• Bodemdieren</li> </ul>
<b>Verzuring en vermesting</b>	Verrijking	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stikstofgevoelige habitattypen</li> </ul>
<b>Elektromagnetische velden</b>	Barrière werking, desoriëntatie, gedragsverandering	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeezoogdieren</li> <li>• Trekvissen</li> </ul>

### 4.2.1 Vertroebeling

#### 4.2.1.1 Modelstudie

Met behulp van het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de baggerwerkzaamheden gesimuleerd. De resultaten zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Bijlage B beschrijft deze studie.

Voor de fasering is het volgende aangenomen: de aanleg van de twee kabels en de 66kV-interlink kan worden gedaan binnen een jaar over een periode van 4 à 5 maanden. De kabels worden als volgt aangelegd, vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de eerste kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (3 km van de kust af) begonnen worden met de offshore kabel naar het platform. Na het baggeren van de eerste kabel zal dezelfde volgorde worden aangehouden voor de tweede kabel. Vervolgens zal de 66kV-interlink worden gebaggerd.

Bij het berekenen van de vertroebeling en sedimentatie is gewerkt met een verschillende valsnelheid. Voor vertroebeling is gewerkt met een realistische ondergrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de mate van vertroebeling op basis van de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Bij sedimentatie is gewerkt met een realistische bovengrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de sedimentatiesnelheid en de maximale sedimentatie laagdikte.

De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter. Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie.

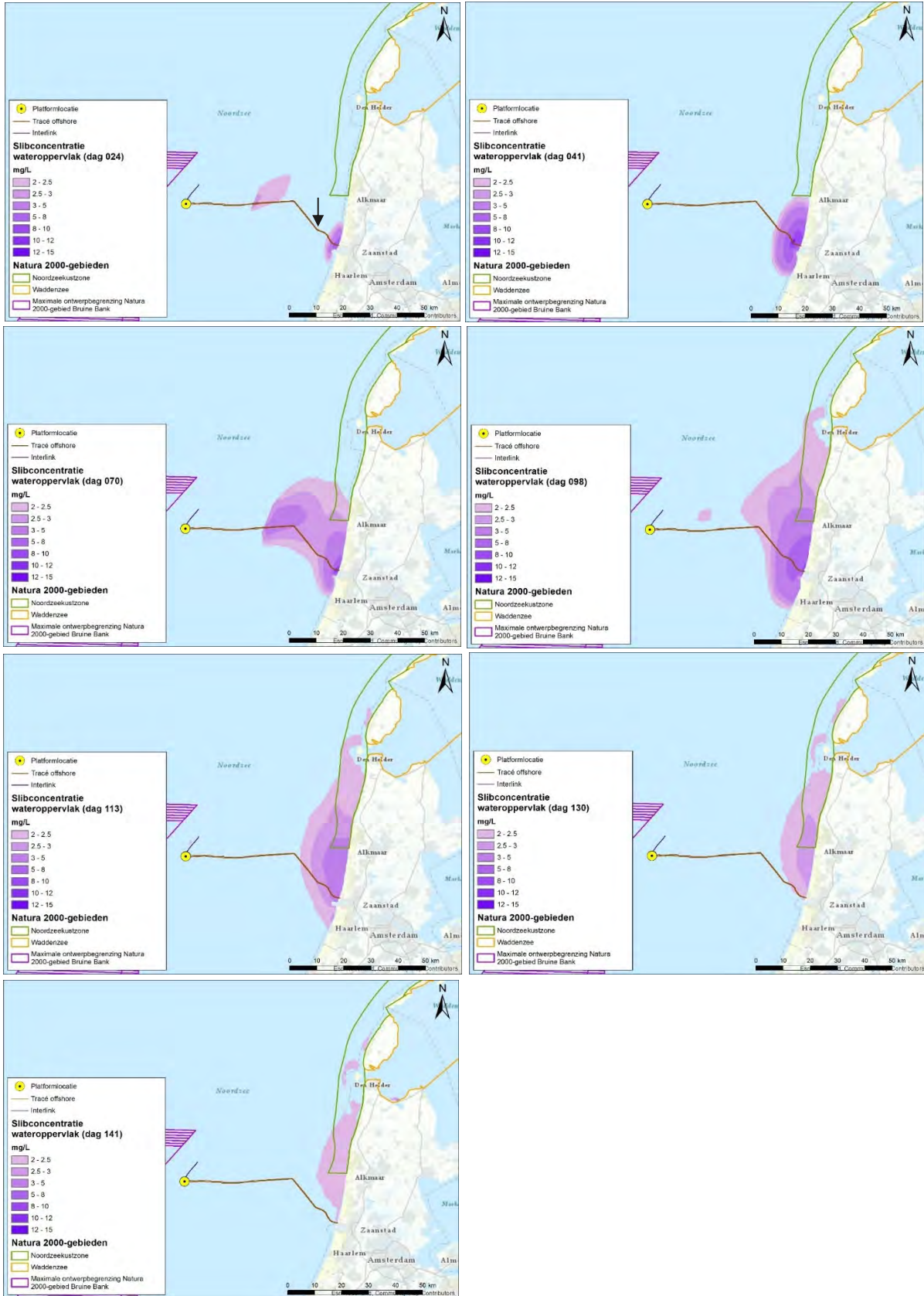
Er is een ondergrens van 2 mg/l gehanteerd, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie en de ondergrens van een meetbaar verschil. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet beschouwd is. Er is gekeken naar de dieptegemiddelde vertroebeling in de waterkolom en de vertroebeling aan het wateroppervlak, de bovenste 1 à 2 meter van de waterkolom.

Als simulatieperiode is de periode van 1 november tot 1 maart gebruikt, deze gebruikte periode is niet relevant voor de effectbeschrijving.

#### 4.2.1.2 Vertroebeling in de ruimte in het bovenste deel van de waterkolom

In Figuur 18 is het verloop van de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom in de tijd weergegeven. In deze figuur is ook met een zwarte pijl de ligging van punt 2 aangegeven, welke van belang is voor de volgende paragraaf. Uit deze figuren valt een aantal samengevatte observaties te doen.

- De grootste slibpluim wordt veroorzaakt door werkzaamheden ter plaatse van het stuk ter hoogte van de kust (de aanlanding).
- Dit zijn de plekken langs het tracé waar baggerwerkzaamheden plaatsvinden. Het trenchen op andere tracé delen veroorzaakt nauwelijks een slibpluim.
- Ook halverwege de kust en het platform ontstaat een wat grotere pluim.
- De vertroebeling heeft de hoogste concentraties dicht bij het tracé en dunt daarna uit.
- De vertroebeling beslaat het meeste oppervlak in één dag op dag 98.

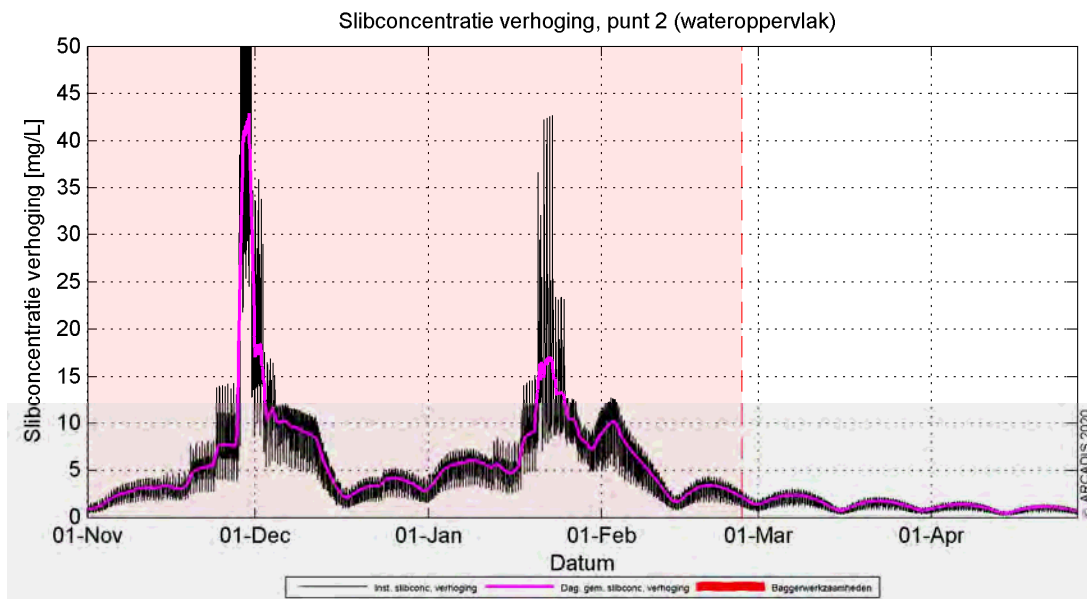


Figuur 18 Verspreiding van vertroebeling door de tijd in wateroppervlakte, van links naar rechts dag 24, 41, 70, 98, 113, 130 en 141. De zwarte pijl geeft de locatie van punt 2 aan

### 4.2.1.3 Vertroebeling in de tijd in het bovenste deel van de waterkolom

In Figuur 19 is de slibconcentratie aan het wateroppervlak in de loop van de simulatieperiode weergegeven op punt 2 (locatie in Figuur 18 op de vorige pagina). Hierin is de zwarte grafiek de instantane concentratieverhoging (10 minuten waarde) opgenomen, de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uren waarde). Het roodroze gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd, het einde van de baggerperiode wordt meteen rode stippellijn aangegeven.

De grootste toename in concentratie valt uiteen in twee pieken. Dit komt overeen met de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd van de twee kabels, dicht bij dit observatiepunt. Na de werkzaamheden dempt de concentratieverhoging in een tijdsbestek van halve maand weer uit naar orde 5 mg/l. Binnen een maand na het beëindigen van de werkzaamheden van de tweede kabel is de toename van de concentratie onder de 2 mg/l gezakt.



Figuur 19 Slibconcentratie aan het wateroppervlak in de tijd op punt 2

### 4.2.1.4 Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld ca. 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007)

Omstandigheid	Achtergrondconcentraties zwevende stof (mg/l), kuststrook
jaarlijks gemiddeld	20-30
winter gemiddeld	30-100
zomer gemiddeld	10-20
gedurende kalm weer	5-10
na stormperiode	30-100

De achtergrondconcentraties (in mg/l aan het oppervlak, maandgemiddeld) in de westelijke Waddenzee zijn fors lager dan de oostelijke delen van de Waddenzee, maar nog altijd hoger dan in de kustzone Noord-Holland (Deltares, 2015). In de wintermaanden zien we vrij consistent achtergrondconcentraties van 30 mg/l in de geulen tot 80-100 mg/l op de platen. Afgaande op de maand april, neemt dit richting de zomer af tot 15 mg/l in de geulen en 30-50 mg/l op de platen.

#### 4.2.1.5 Effecten vertroebeling op primaire productie

Een toename van de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom heeft mogelijk een effect op de primaire productie in het studiegebied. De primaire productie in de Noordzee is in de afgelopen 25 jaar afgenomen, waarschijnlijk doordat de input van nutriënten vanuit de rivieren is gereduceerd en door opwarming van het zeewater (Capuzzo et al., 2018).

De primaire productie hangt af van de beschikbaarheid van nutriënten (de belangrijkste zijn N, P en Si) en zonlicht. Als de gehalten aan opgeloste nutriënten (zeer) laag zijn, dan is er waarschijnlijk sprake van een nutriënten limitatie. Lichtlimitatie treedt op als de hoeveelheid energie die beschikbaar is voor groei (primaire productie) juist genoeg is om de verliestermen (respiratie, sterfte, sedimentatie) te compenseren. Anders dan voor nutriënten geldt voor licht dat de beschikbaarheid sterk varieert over de diepte (de lichtsterkte dooft exponentieel uit) en in de tijd (dag - nacht cyclus). De waarde van de lichtuitdovingscoëfficiënt wordt bepaald door de eigenschappen van het water zelf en de daarin opgeloste stoffen met name anorganisch zwevend stof, levend en dood fytoplankton (organische stof) en humuszuren. In de Noordzee bestaan er duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. In de Noordzeekustzone treedt regelmatig nutriëntlimitatie op. Op dat moment heeft een toevoeging van slib aan de waterkolom geen effect op de primaire productie. Op basis van het achtergrondrapport bij de MER zandwinning (Harezlak et al., 2012) kan worden gesteld dat in sommige gebieden gedurende een groot deel van het voorjaar de productie nutriënt-gelimiteerd is. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat 50% van de tijd de productie licht-gelimiteerd zal zijn, en dus dat slibtoevoeging een effect zal hebben.

Voor een schatting van het effect op de primaire productie wordt de methode ontwikkeld door Consulmij (Consulmij, 2007) gebruikt. Hierin wordt het effect van vertroebeling op de primaire productie berekend op basis van de aanname dat er 'een directe lineaire relatie is tussen de relatieve toename van de concentratie en de afname van de primaire productie (uitgedrukt in %) in de betreffende oppervlakte'.

De afname in primaire productie wordt dus bepaald door de toename in slibconcentratie ten opzichte van de achtergrondwaarde (Tabel 6 geeft de gehanteerde achtergrondwaarde). Deze afname wordt gecorrigeerd voor het deel van het te beschouwen gebied waarin de slibwolk zich bevindt en voor het deel van de tijd dat de slibwolk tijdens de primaire productieperiode aanwezig is.

Tabel 6 Achtergrondwaardes slibconcentratie in de diverse seizoenen in de Noordzee en Waddenzee

Gebied	Lente/zomer	Herfst/winter
Noordzee	15 mg/l	60 mg/l
Waddenzee	15 mg/l	60 mg/l

Voor de Noordzee wordt gekeken tot 10 kilometer uit de kust, aangezien de primaire productie verder op de Noordzee nutriënt gelimiteerd is. Om een schatting te geven van de afname van de primaire productie is dus gekeken naar het totale areaal van de slibwolk in dit deel van het Noordzeegebied en het deel wat de slibwolk uitmaakt van dit gebied (op basis van de worst-case situatie, dus die dag dat de slibwolk het grootste is).

Op basis van deze informatie kan worden uitgerekend wat de totale productie in het primaire productieseizoen is voor dit deel van de Noordzee. Vervolgens wordt gekeken welk deel van het seizoen en welk oppervlakte wordt geremd, en welke niet, en een schatting van de gereduceerde productie gemaakt. Het procentuele verschil hiertussen is de afname in productie. Uitgegaan is van een primair productieseizoen van zes maanden. In dit seizoen wordt de productie constant gehouden.

Verondersteld wordt dat drie van deze zes maanden de productie nutriënt gelimiteerd is. In de winterperiode wordt uitgegaan van 100% lichtlimitatie.

Het effect op primaire productie is voor het scenario met een lage slibvalsnelheid (zie Bijlage B) bepaald. Zoals te zien in Tabel 7 is de procentuele afname van de primaire productie in de Noordzee, tot 10 kilometer uit de kustlijn, in de zomermaanden maximaal 2,9%. In de wintermaanden ligt dit percentage lager.

Tabel 7 Procentuele afname primaire productie in de diverse seizoenen in de Noordzee tot 10 kilometer uit de kust.

Lente/zomer	Herfst/winter
2,9%	0,7%

De remming van primaire productie is klein en zal niet doorwerken in het ecosysteem. Daarmee komt de huidige milieutoestand niet in gevaar.

#### 4.2.1.6 Effecten vertroebeling op trekvissen

Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière-effect ervaren. De trekvissen waar instandhoudingsdoelstellingen voor zijn, zijn allen anadrome trekvissen. Dit zijn vissen die vanuit de zee de rivieren (in dit geval het Noorzeekanaal en via het Marsdiep en de Waddenzee het noordelijk binnenland) optrekken om te paaien om vervolgens daarna weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang. De vertroebeling voor de kust heeft potentieel een barrière werking tijdens de migratie van trekvissen. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaats vindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrière werking is op de trekvissen.

#### Houting en steur

De effecten van een verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden (demersale) soort steur is verwaarloosbaar klein. Deze bentische soort is al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al., 2011). Parsley et al. (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen.

Uit vismonitoring van Wageningen Marine Research (Bos, et al., 2018) blijkt dat houting slechts zeer sporadisch in het studiegebied voorkomt. Houting lijkt voornamelijk voor te komen in het Marsdiep wat door de soort gebruikt wordt als toegang naar het IJsselmeer. De vertroebeling die als gevolg van de werkzaamheden tijdelijk optreedt rond dit gebied is zeer marginaal, rond de 2 mg/l verhoging van de slibconcentratie, in vergelijking met de aanwezige achtergrondconcentratie die gemiddeld 20-30 mg/l bedraagt. De soort is dus reeds gewend aan hogere concentraties vertroebeling.

Barrière werking door vertroebeling op houting en steur als gevolg van vertroebeling is daarom niet aan de orde en significante effecten worden uitgesloten.

#### Zeeprik, rivierprik en fint

De zeeprik migreert in het voorjaar stroomopwaarts voor de voortplanting (Bjerselius et al., 2000; Maitland, 1980) die in mei en juli plaatsvindt. Adulte dieren sterven na het paaien. De jonge zeeprikken trekken na hun metamorfose aan het einde van de zomer, na ongeveer vijf tot acht jaar als larve te hebben geleefd, als adult terug naar zee.

De rivierprik trekt eerder stroomopwaarts dan de zeeprik, van het najaar tot vroege voorjaar. De voortplanting vindt plaats van maart tot mei. De jonge rivierprikken trekken na hun metamorfose tot adult, na circa vier jaar als larve te hebben geleefd, begin winter terug naar zee (Kelly & King, 2001).

Rond mei verzamelen volwassen paarijpe finten zich in estuaria om stroomopwaarts te zwemmen naar de paaiplaatsen in het zoete bovenstroomse gedeelte (Maitland & Hatton-Ellis, 2003).



De Noordzeekustzone maakt als overgang van open zee naar binnenwater deel uit van de trekroute (Jak & Tamis, 2011). Deze intrek is, zoals bij vele andere trekvissoorten, erg afhankelijk van de watertemperatuur en het zuurstofgehalte (Joachim Maes et al., 2008). Na de paai trekken de volwassen dieren terug naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014). In de nazomer rond augustus en september trekken jonge finten naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014; Maitland & Hatton-Ellis, 2003).

Tabel 8 vat de trekperiodes van de verschillende soorten samen. Aan de hand van deze stroomopwaartse migratieperiodes is duidelijk op te maken dat de stroomopwaartse migratie en dus gevoelige periode van winter tot en met midden zomer duurt. Enkel eind zomer rond augustus/september is er geen sprake van stroomopwaartse migratie.

Tabel 8 Overzicht met perioden van stroomopwaartse (geel) en stroomafwaartse (groen) paaitrek van de beschermde vissoorten, naar verwachting is rond het begin van deze periode de grootste kans om de trekkende vissen aan te treffen.

Soort	JAN	FEB	MAA	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC
Zeeprik												
Rivierprik												
Fint												

#### 4.2.1.7 Effecten van vertroebeling op stressrespons vissen

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspenseerd sediment in de waterkolom op vissen is sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten aanmerkelijk beter tegen vertroebeling door gesuspenseerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Parsley et al. beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Wilber & Clarke (Wilber & Clarke, 2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspenseerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l gebruiken met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons maar opvallend is dat bij deze concentraties en duur van blootstelling bij sommige estuariene vissen zelfs geen enkel effect worden gevonden.

In zijn algemeenheid kunnen op vis prederende vissen hinder ondervinden door een verhoogde troebelheid in de vorm van het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979). Maes et al. (J. Maes et al., 1998) beschrijft dat juveniele vis (*Clupeïden* zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in turbide gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde vissoorten, maar ook van een verhoging van de dichtheid omdat de turbiditeitspluim als schuilplek gebruikt wordt. De volwassen finten die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen nadelige effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Kottelat & Freyhof, 2007; Maitland & Hatton-Ellis, 2003; Skóra et al., 2012).

De effecten van een verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden soorten rivierprik en zeeprik is verwaarloosbaar klein. Deze bentische soorten zijn al hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al., 2011) en rivierprik (Joachim Maes & Ollevier, 2005). Parsley et al. (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen. Maes & Ollevier (Joachim Maes & Ollevier, 2005) beschrijven dat een verhoogde turbiditeit door baggerwerkzaamheden in de Zeeschelde maar een verwaarloosbaar klein effect kan hebben op de rivierprik. Omdat de zeeprik een vergelijkbare fysiologie én levenswijze heeft zal het effect op deze soort ook vergelijkbaar klein zijn.

Pelagische trekvissoorten als fint zullen mogelijk iets gevoeliger zijn voor verhoogde concentraties gesuspendeerd sediment. De volwassen finten die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen nadelige effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Kottelat & Freyhof, 2007; Maitland & Hatton-Ellis, 2003; Skóra et al., 2012).

Echter, alle soorten trekvisen die door het Noordzeekanaal of via Marsdiep en de Waddenzee trekken zijn vertrouwd met vertroebeling. Deze trekvisen zullen normaliter in en na de paaiperiode tot meerdere maanden in het troebele estuarium verblijven en komen tijdens hun paaimigratie naar dit estuarium maar een fractie van de periode in aanraking komen met de slibwolk. Volwassen trekvisen brengen veel van hun tijd door in de brakke wateren van estuaria en riviermondingen. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Dit zou erop kunnen wijzen dat deze visen zich al aangepast hebben aan water waar het zicht vrij laag. Daarbij kunnen visen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of –afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; J. Maes et al., 2007; Joachim Maes et al., 2008). Veel trekvisen (behalve salmoniden) migreren tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer, et al. 2013).

Uit alle bovenstaande informatie blijkt dat zicht geen bepalende factor is voor migratie, hierom heeft vertroebeling een verwaarloosbaar effect op migratie van trekvisen.

#### 4.2.1.8 Effecten vertroebeling op filterfeeders

Filterfeeders voeden zich met de verteerbare fracties (fytoplankton, bacteriën, verteerbaar detritus) in het zwevend materiaal. De fysiologische en morfologische adaptaties maken het mogelijk om in troebele omstandigheden te leven (Cattrijsse, 1997).

Zowel mosselen als kokkels kunnen hun eliminatiesnelheid van niet verteerbare delen als hun opname snelheid aanpassen aan de omstandigheden (Kiorboe et al., 1981). Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloed. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/l hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993).

Een recent overzicht van oorzaken van massa mortaliteit onder kokkels wijst niet een verhoogde slibconcentratie als belangrijke oorzaak aan (Burdon et al., 2014). De conclusie is wel dat er weinig bekend is over de lange termijn effecten op de kokkel populatie.

Het nonnetje en de platte slijkgaper ondervinden minder stress van de vertroebeling dan kokkels, omdat deze soorten ook voedsel tot zich kunnen nemen via deposit feeding, waarbij zij materiaal van de bodem opnemen. Zij kunnen bij verhoogde slibconcentraties makkelijker overschakelen naar deze vorm van voedselopname. Over het algemeen worden generalisten minder beïnvloed door de tijdelijke toename in vertroebeling dan specialisten (Hoogeboom & Rotmensen, 1998).

De verhoging van de slibconcentraties is lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Significante effecten op filterfeeders en de daarop prederende organismen zijn dan ook uit te sluiten.

## 4.2.2 Sedimentatie

Zoals toegelicht in paragraaf 3.3 is de maximale slibdikte door sedimentatie modelmatig berekend (Bijlage B). Figuur 12 geeft het gebied weer waar per dag sedimentatie van meer dan 1 cm per maand optreedt na de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria*) nog tolereert (Bijkerk, 1988). Dit vindt enkel plaats rondom het kabeltracé en de monding van het Noordzeekanaal. Het totale oppervlak waar mogelijk verstikking door sediment optreedt, is verwaarloosbaar ten aanzien van het oppervlak van het NCP.

## 4.2.3 Verontreiniging

Door het baggeren en trenchen in het plangebied zouden met het opwervend slib en zand ook verontreinigende stoffen kunnen worden geïntroduceerd in het mariene milieu. Bij de kust bestaat de bodem van het plangebied uit ondiep, fijn zand en verderop uit middeldiep gemengd zand (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2012), zie Figuur 20. Dit is van nature een zeer dynamisch gebied. Dit betekent dat de bovenste zandlagen met regelmaat verschuiven.

Uit de factsheets rondom de concentraties vervuilende stoffen in het sediment van de Noordzee (Rijksoverheid, 2018) blijkt dat de concentraties zware metalen in het doelgebied afnemen, maar nog hoger zijn dan de normale achtergrondconcentraties. Zware metalen worden vooral opgeslagen in diepere sedimentlagen. Ook de concentraties organotin dalen, deze zijn op sommige plekken al niet nauwkeurig meer meetbaar. De concentratie PAK's zijn in de zuidelijke Noordzee onder een schadelijk niveau en de laatste jaren onveranderd gebleven. Voor PBDE's geldt ook dat deze onder een schadelijk niveau zitten en zelfs zo weinig voorkomen dat er geen nauwkeurige meetwaarden te verkrijgen zijn. De concentratie PCB's in het sediment van de Nederlandse Noordzee daalt ook, en voor zes van de zeven gemeten stoffen ligt de concentratie momenteel onder het EAC (Environmental Assessment Criteria).

Van de hierboven genoemde stoffen zijn alleen zware metalen op dit moment in een te hoge concentratie aanwezig in het sediment van de Nederlandse Noordzee. Deze worden vooral opgeslagen in diepere sedimentlagen, hier wordt niet in gebaggerd of getrenched met de voorgenomen activiteiten.

PCB's komen nog wel in aanzienlijke concentraties voor, hoewel de concentraties hiervan al onder het Environmental Assessment Criteria liggen. PCB's binden aan organische koolstof (Werner et al., 2010), dat meer aanwezig is in slib dan in zand. In een groot deel van het voorgenomen tracé is de slibconcentratie relatief laag, in de diepere delen kan dit op sommige plekken iets hoger zijn maar ook deze bodem wordt niet als slibrijk beschouwd. In deze dieper delen wordt slechts in de bovenste meter van het sediment gewerkt. In dit van nature dynamische milieu is dit een laag die ook door natuurlijke omstandigheden zoals golfslag en stormen wordt omgewoeld. Vrijkomende PCB's zullen door hun hydrofobe karakter waarschijnlijk aan het slib gebonden blijven en als sediment weer neerslaan waardoor deze niet in het watermilieu terechtkomen. Hierdoor wordt er ook wat PCB's betreft geen effect op de huidige milieutoestand en de dalende trend van PCB-concentraties verwacht.



H.J. Lindeboom et al., Ecologische atlas Noordzee ten behoeve van gebiedsbescherming (Wageningen, 2008) 55.

*Figuur 20 Habitattypen in het Nederlandse deel van de Noordzee. Bron: H.J. Lindeboom et al., via Kaderrichtlijn Mariene Strategie deel 1*

## 4.2.4 Continu onderwatergeluid

De reikwijdte van continu onderwatergeluid is 5 km, zoals toegelicht in paragraaf 3.4. Figuur 13 toont de reikwijdte van het effect van continu onderwatergeluid als gevolg van de aanleg, onderhoud en afbraak van de zeekabels en platforms, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer.

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, zal hooguit op individuele zeehonden of bruinvis een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - temporary threshold shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen.

## 4.2.5 Impuls onderwatergeluid

De reikwijdte van impuls onderwatergeluid is 22 kilometer voor zeezoogdieren en trekvis, zoals toegelicht in paragraaf 3.5. **Error! Reference source not found.** toont de reikwijdte van de tijdelijke onderwater verstoring als gevolg van impuls geluid.

### 4.2.5.1 Modelstudie en drempelwaarden

Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls is door TNO een berekening met AQUARIUS 4.0 gemaakt (Bijlage C).

De centrale locatie van het platform is als bronlocatie genomen. Voor de berekening is verder uitgegaan van een maximale hei-energie van 2000 kJ. Voor jacket-palen is de maximale hei-energie meestal lager dan deze waarde ( $\pm 900$  kJ), waardoor de gehanteerde hei-energie als "worst-case" kan worden beschouwd. Verder wordt uitgegaan van 8 jacketpalen, met een paaldiameter van 3 meter.

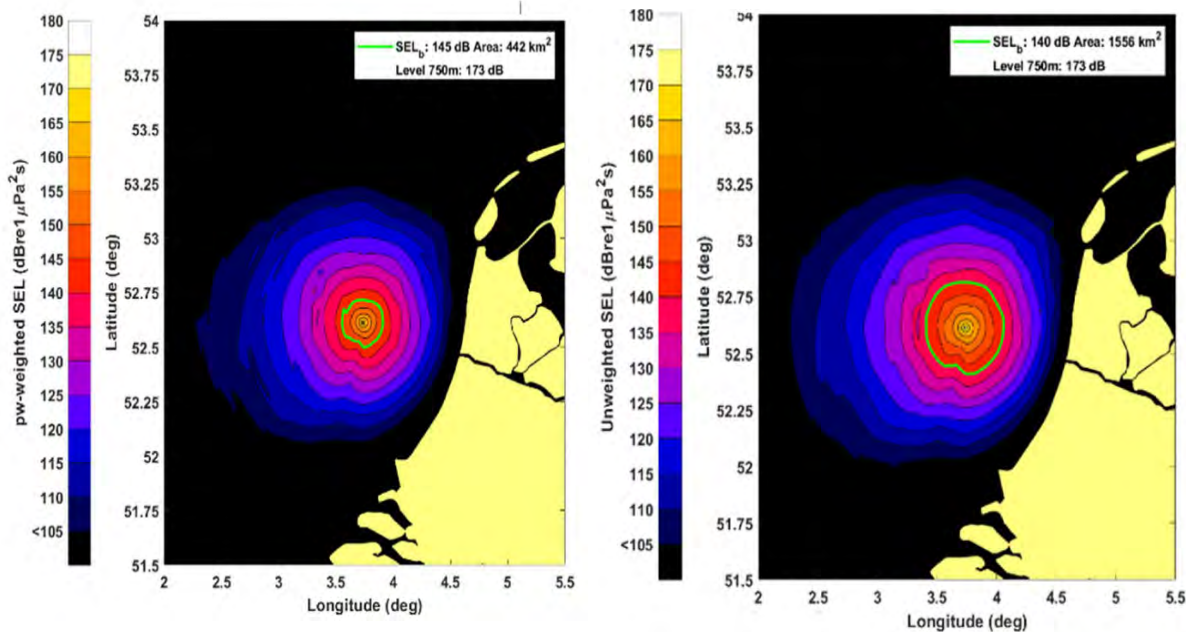
Wind boven zee en golven verstoren het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt, vooral bij hogere frequenties. Eerdere versies van Aquarius bevatten daarom een model voor een toenemend propagatieverlies bij toenemende windsnelheid. In de validatiestudie (Binnerts et al, 2016) en de daarop gebaseerde modelupdate (de Jong et al, 2018) werd geconstateerd dat het propagatieverlies door dat model overschat werd. In deze modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosd, en is zodoende worst-case scenario.

#### 4.2.5.2 Verstoringssafstand

Volgens de methodiek van het Kader Ecologie en Cumulatie (Heinis et al, 2019) wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden worden verstoord wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid dat de volgende drempelwaarden (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) overschrijdt:

- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ .
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 140 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ .

Uit de modelberekeningen is het totale oppervlakte bepaald van het gebied waaruit verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 422  $\text{km}^2$  en voor bruinvissen 1556  $\text{km}^2$  (zie Figuur 21). Op basis van dit oppervlak van 1556  $\text{km}^2$  is ook de reikwijdte in hoofdstuk 4 bepaald. De radius van deze verstoringcontour is namelijk 22 km.



Figuur 21 Berekende geluidskarten (SELss) en verstoringcontouren voor zeehonden (links) en bruinvissen (rechts) voor het heien van de fundering van het platform Hollandse Kust (west Beta)

#### 4.2.5.3 Geluidsnorm

De geluidsnorm die wordt gehanteerd voor het heien van het platform Hollandse Kust (west Beta) is de uniforme geluidsnorm van SELss = 168 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (750 m) voor de transformatorplatforms van windparken na 2023 (Heinis, et al., 2019).

Het geluidsniveau op 750 meter afstand rond de heilocatie is maximaal de waarden van ongewogen breedband SELss van 173 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ , bij heien met een maximale hamerklapenergie van 2000 kJ.

Volgens deze berekeningen is er zodoende een risico dat de SELss op 750 m bij het heien van de jacketpalen 5 dB hoger is dan de gestelde geluidsnorm.

Deze overschrijding is naar verwachting makkelijk te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel zoals een bellenscherm (zie conclusie TNO rapport in Bijlage C). Een andere mitigerende maatregel zou het heien met een lagere energie kunnen zijn voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen.

Omdat de overschrijding van de geluidsnorm 'slechts' 5 decibel is kan al wel worden gesteld dat met het nemen van mitigerende maatregelen en het narekenen hiervan een overschrijding uit te sluiten is.

#### 4.2.5.4 Effecten van impulsgeluid op zeehonden

Bij het heien dienen een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 4,9 m/s (De Jong & Binnerts, 2018). Aan deze maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben. De ADD zal aan blijven gedurende de heiwerkzaamheden, de ADD wordt stilgelegd als het heien voor een periode van meer dan 4 uur wordt stilgelegd en aan het eind van de werkdag.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.000 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Door de heiwerkzaamheden is een areaal van 422 km<sup>2</sup> tijdelijk niet beschikbaar als leef en foerageergebied. Het platform bestaat volgens het standaard design uit 6 tot 8 palen. Uit voorzorg is uitgegaan van 8 palen (ook in de geluidsberekeningen van TNO). Het heien van één paal duurt ongeveer een dag. Het gebied is daarom 6 tot 8 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen om de geluidsnorm te halen kan dit areaal nog kleiner worden.

Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in de Waddenzee en in de zoute Delta. De werklocatie is geen veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie. Tussen het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord-naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade.

Met toepassing van alle mitigerende maatregelen kunnen effecten van impulsgeluid op zeehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van significante effecten op populatieniveau.

#### 4.2.5.5 Effecten van impulsgeluid op bruinvissen

Bij het heien dienen een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven). Hierdoor krijgen bruinvissen de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 3,4 m/s (De Jong & Binnerts, 2018).

Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoorbeschadiging van bruinvissen nabij de heilocatie zoveel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten echter verder zwemmen dan zeehonden (omdat deze dieren gevoeliger zijn) en bovendien zwemmen de dieren langzamer. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest kan het zich toch in het verstoorde gebied bevinden. Daarom is het optreden van permanente gehoorbeschadiging en een dodelijk effect op dieren niet uitgesloten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen. Om dit te bereiken is gerekend hoeveel bruinvisverstoringsdagen er per activiteit met de geluidsnorm na 2023 nodig zijn, zowel voor het heien van het platform als de uit te voeren kabelsurveys. Als er binnen dit aantal dagen wordt gebleven én aan de norm wordt voldaan valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie.

Tabel 9 ID 49 uit Bijlagetabel 8-2 uit het KEC. Uitgangspunten voor de KEC-berekeningen. Uitkomst is het aantal toegewezen bruinvisverstoringdagen als gevolg van het heien (Heinis et al., 2019)

ID	Naam	Jaar	Capaciteit (MW)	Aantal heipalen	Norm (dB)	Bruinvis verstoringdagen
49	HKW Beta Platform	2024	-	6	168	4451

Om te bepalen of het plaatsen van de funderingspalen binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringdagen uitgerekend.

Het totale oppervlakte waarover verstoring plaatsvindt betreft een oppervlakte van 1556 km<sup>2</sup>. Volgens het meest recente KEC (Kader Ecologie en Cumulatie), is de bruinvisdichtheid in de omgeving van het plangebied maximaal 0,721/km<sup>2</sup> in het voorjaar (januari-mei), 0,698/km<sup>2</sup> in de zomer (juni – augustus) en 0,444/km<sup>2</sup> in het najaar (september – december) (Heinis et al., 2019).

Uit de activiteitbeschrijving blijkt dat er 1 dag geheid wordt per paal. De werkzaamheden betreffen het heien van maximaal acht palen voor het platform. In totaal zijn er dus maximaal acht heidagen nodig. Afhankelijk van wanneer de activiteiten plaatsvinden komt het maximale aantal bruinvisverstoringdagen daarmee respectievelijk op:

- 8975 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (8 \* 1556 \* 0,721).
- 8689 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in de zomer plaatsvindt (8 \* 1556 \* 0,698).
- 5527 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (8 \* 1556 \* 0,444).

Dit is een overschrijding van het toegewezen aantal bruinvisverstoringdagen.

Tabel 10 Nr's 104 en 107 uit Bijlagetabel 8-3 uit het KEC. Uitgangspunten voor de KEC-berekeningen. Uitkomst is het aantal toegewezen bruinvisverstoringdagen als gevolg van het uitvoeren van geofysische surveys (Heinis et al., 2019)

Nr.	Naam	Aantal dagen	Bruinvisverstoringdagen
104	GS kabeltracé HKW beta	9	243
107	GS kabeltracé HKW beta	9	243

Om te bepalen of het uitvoeren van de surveys van het kabeltracé binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringdagen uitgerekend. Voor het uitvoeren van geofysische surveys voor het kabeltracé wordt uitgegaan van een globale survey, later gevolgd door een gedetailleerde survey (Heinis et al., 2019). Om te bepalen of deze activiteit binnen het toegewezen aantal dagen blijft zijn de bruinvisverstoringdagen uitgerekend per survey voor het kabeltracé.

De lengte van het tracé is (inclusief interlink) 73,2 km, met een corridorbreedte van 1,2 km. Dit is een oppervlak van circa 88 (87,84) km<sup>2</sup>. Er wordt aangenomen dat per dag 10 km<sup>2</sup> zeebodem wordt gesurveyd en dat dit resulteert in een verstoringsoppervlak van 36 km<sup>2</sup> per etmaal (Heinis et al., 2019).

- 229 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (88 / 10 \* 36 \* 0,721).
- 222 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in zomer plaatsvindt (88 / 10 \* 36 \* 0,698).
- 141 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (88 / 10 \* 36 \* 0,444).

De geofysische surveys vallen binnen het toegestane aantal bruinvisverstoringdagen.

Op basis van de huidige berekeningen van TNO wordt én de geluidsnorm (zie paragraaf 4.2.5.3) én het toegestane aantal bruinvisverstoringdagen voor plaatsing van het platform overschreden. Deze overschrijding van de geluidsnorm is naar verwachting makkelijk te mitigeren met een enkelvoudige mitigerende maatregel zoals een bellenscherm (zie conclusie van het TNO rapport in Bijlage C). Een andere mitigerende maatregel zou het heien met een lagere energie kunnen zijn. Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Door het reduceren van het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorde areaal en daarmee het aantal bruinvisverstoringdagen minder. Als er bovendien maar 4 palen geheid worden in de zomer of het najaar valt het aantal bruinvisverstoringdagen ook met het huidige verstoorde areaal binnen het gestelde aantal dagen.

- 4488 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in voorjaar plaatsvindt (4 \* 1556 \* 0,721).
- 4345 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in de zomer plaatsvindt (4 \* 1556 \* 0,698).
- 2764 bruinvisverstoringdagen wanneer activiteit in najaar plaatsvindt (4 \* 1556 \* 0,444).

Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen en het uitwerken en narekenen hiervan voor aanvang van de heiwerkzaamheden kunnen onacceptabele effecten op de bruinvispopulatie worden uitgesloten.

#### 4.2.5.6 Effecten impulsgeluid op trekvissen

Over de effecten van onderwatergeluid op (trek)vissen is zeer weinig bekend (Popper & Hastings, 2009). Er is een zeer grote variëteit tussen soorten in gevoeligheid voor geluid, waarbij effecten kunnen variëren van niet aanwezig tot ernstige schade in de vorm van gedragsveranderingen, tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging, orgaanschade en zwemblaasschade. Echter door de grote variëteit kan er niet geëxtrapoleerd worden tussen verschillende soorten en situaties, waardoor het vrijwel onmogelijk is een effect juist in te schatten (Popper & Hastings, 2009). Omdat het moeilijk is te generaliseren wordt voor vissen over het algemeen een worst-case reikwijdte van 500 meter aangehouden voor effecten op vissen (o.a. van den Akker & van den Veen, 2013; Van Duin, et al., 2015). Bij deze afstand blijft een ruime zone over waarin trekvissen ongehinderd zich kunnen bewegen. Zeker gezien de ligging van het platform ten opzichte van de kust zal impuls geluid geen barrièrewerking voor trekvissen veroorzaken.

Gehoorgevoelige vissen zullen net als de zeezoogdieren een vermijdingsreactie vertonen voor de ADD. Echter omdat er nog een zeer grote kennisleemte bestaat over de gedragsrespons van verschillende vissoorten op geluid (Hawkins et al., 2015; Hawkins & Popper, 2014) wordt er als worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron toch nog effecten kunnen optreden op vissen. Binnen deze aanname is de worst-case een aantasting van minder dan 0,002% van het totale oppervlak van het NCP en het leefgebied van zoutwatervis (dat in werkelijkheid niet ophoudt bij de grens van het NCP). De kans dat eventueel aanwezige beschermde soorten aangetast worden op een populatieniveau is daarmee verwaarloosbaar klein.

#### 4.2.6 Habitataantasting en verandering

De reikwijdte van habitataantasting is, zoals toegelicht in paragraaf 3.7, over het traject van zowel de interlink kabel als de export kabel naar land over de gehele lengte, in een corridor van 1200 meter en ter plaatse van het platform. Deze corridor bestaat uit een onderhoudszone (500 meter), de afstand tussen de kabels (200 meter), en weer een onderhoudszone. De onderhoudszones zijn veiligheidsmarges, op het merendeel van de tracés zal aantasting alleen ter plaatse van de kabels zelf optreden.

Door het graven van de sleuven en het bouwen van de platforms wordt de habitat en de lokale biodiversiteit beïnvloed. Er zal sprake zijn van lokale, tijdelijke habitataantasting en ook komt er door het uitgraven van de zeebodem zand en slib vrij in de waterkolom. Dit zal echter weer bezinken en de sleuf zal (deels) weer dichtraken. Hierdoor zal in vier tot zes jaar de zeebodem opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Ook rondom het platform zal een habitat terugkomen. Deze zal echter anders zijn dan de oorspronkelijke habitat door de aanwezigheid van metalen aanhechtingsoppervlak en hard substraat. Dit zal zeer lokaal zorgen voor meer biodiversiteit doordat er meer schuil- en aanhechtingsplaatsen zijn voor (bodem)fauna. Dit biedt kansen voor soorten als zeeanemonen, koralen, sponzen en zakpijpen en voor jonge kabeljauw, steenbolk en Noordzeekrab (Ministie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2012; Van der Stap, et al., 2016).

#### 4.2.7 Verzuring en vermesting

De geplande activiteiten zijn niet biochemisch van aard, en als de kabels en het platform zijn geïnstalleerd zullen deze geen nutriënten toevoegen aan het ecosysteem en niet tot eutrofiëring leiden. Wel is het zo dat tijdens de installatie een deel van de uitstoot van de baggerschepen en andere apparatuur stikstofdepositie veroorzaakt. Dit zou vervolgens een vermestende en dus eutrofiërende werking op het ecosysteem kunnen hebben. Met de duur en schaal van de activiteiten ten opzichte van het oppervlak van het NCP is de verwachting dat dit een verwaarloosbaar effect is.



## 4.2.8 Elektromagnetische velden

De reikwijdte van elektromagnetische velden is maximaal 50 meter rondom de kabel.

### 4.2.8.1 Effecten elektromagnetische velden op zeezoogdieren

Tot nu toe is er nog geen informatie beschikbaar over de effecten van elektromagnetische velden op de gewone en grijze zeehond (Tricas, 2012; Bray et al., 2016). Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden magnetische velden waarnemen (Normandeau et al., 2011). Walvissen en dolfijnen, waar de bruinvissen toe behoren, kunnen magnetische velden waarnemen omdat ze dit mogelijk gebruiken als oriëntatie- of navigatiemiddel. Voor alle soorten walvissen en dolfijnen wordt verondersteld dat zij veranderingen in het magnetische veld vanaf 0.05  $\mu\text{T}$  gemeten op 350-400 meter boven het wateroppervlak waarnemen (Kirschvink, 1990). Veranderingen in het magnetische veld kunnen tot oriëntatie problemen leiden, waardoor migratie verstoord wordt (Normandeau et al., 2011).

Een mogelijk probleem bij de velden is dat zeezoogdieren die erover heen willen zwemmen een barrière ondervinden (wanneer het waarneembare deel van het veld tot aan het wateroppervlak reikt) of gedesorienteerd raken. Uitgaande van een gemiddelde stroombelasting van 500 Ampère op de kabel ligt de grens van 0.05  $\mu\text{T}$  op een afstand van 14,1 meter (ingraafdiepte 6 meter) tot 15,3 meter (ingraafdiepte 1 meter) waarnemen (DNV GL, 2015). Dit is ruim onder bovenstaande 350 tot 400 meter boven het wateroppervlak.

Bruinvissen kunnen mogelijk, net als dolfijnen, magneetvelden met een lage sterkte waarnemen. Wat het gevolg is van het waarnemen van het veld is niet bekend. Een overzicht gemaakt voor de Europese Commissie (Thomson 2015) geeft ook duidelijk aan dat er over het effect en de drempelwaarden van elektromagnetische velden eigenlijk alleen nog maar kennisleemtes bestaan. Met de berekeningen kan vastgesteld worden dat in de diepere delen van het kabel tracé er boven magnetisch veld in ieder geval tijdens gemiddelde belasting een kolom water is waar bruinvissen doorheen kunnen zwemmen zonder het magnetische veld waar te nemen. In de ondiepere delen zal het veld wel worden waargenomen, het is echter onduidelijk waar de overgang tussen waarnemen en een echt effect ligt. Dit betekent dat het veld wellicht af en toe een bruinvis naar het bovenste deel van de waterkolom zal brengen, maar dat er verondersteld kan worden dat er geen echte barrièrewerking optreedt. Een onderzoek van Teilmann et al. (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en dus ook kabels liggen. Al betekent dit niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis.

Hoewel individuele zeezoogdieren gevolgen kunnen ondervinden van het elektromagnetisch veld is er geen sprake van een barrière-effect of effecten die merkbaar zijn op de lange termijn.

### 4.2.8.2 Effecten elektromagnetische velden op trekvisseren

Het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is slecht tot niet bekend. Een hypothese is dat sommige vissen hun magnetische velden gebruiken voor oriëntatie en dat hun zwemrichting en zwemsnelheid veranderen kan door het magnetische veld van een kabel. Onduidelijk is of dit dan juist de lokale oriëntatie of de grootschalige oriëntatie verstoort. Er zijn weinig tot geen bruikbare grenzen voor het bepalen van effecten.

De beschermde zoutwatervissen in het studiegebied zijn de Atlantische steur en de houting. Over de houting is op het moment niets bekend qua gevoeligheid voor elektromagnetische velden. De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam, elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Verdere informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur zijn tot op heden nog niet gevonden.

Roggen en haaien hebben beide ampullen van Lorenzini. Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde 'frequency range' hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en longen zien wanneer deze een veld tegenkwam van 5 Hz bij een spanning gradiënt van 0.01  $\mu\text{V}/\text{cm}$  (volt per centimeter, de sterkte van een elektrische veld per meter) (Fisher & Slater, 2010). Daarnaast heeft een experiment van (Gill et al., 2009) aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd.

Deze reacties waren echter individu specifiek, hierdoor kan er niets gezegd worden over de definitieve effecten van elektromagnetische velden op deze soorten. Het is mogelijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektromagnetische velden, al is er te weinig onderzoek gedaan om dit te onderbouwen.

Uit voorzorg wordt er dan ook vanuit gegaan dat de effecten op vissen vergelijkbaar zijn met die van de gevoelige bruinvis. Hoewel individuele trekvisen gevolgen kunnen ondervinden van het elektromagnetisch veld is er geen sprake van een barrière-effect of effecten die merkbaar zijn op de lange termijn.

## 4.3 Toetsing

### 4.3.1 Biologische diversiteit

In hoofdstuk 3 zijn de mogelijke gevolgen van het project beschreven en onderzocht op hun reikwijdte. In hoofdstuk 4.2 zijn de effecten die invloed zouden kunnen hebben op verschillende soorten en groepen van het Noordzee ecosysteem in kaart gebracht en onderzocht. Om een totaaloverzicht van de effecten van de voorgenomen activiteiten op de biologische diversiteit te creëren zijn deze samengevat en gecategoriseerd in Tabel 11. De categorieën zijn als volgt: groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering.

Tabel 11 Effecten op de biologische diversiteit. \*groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
<b>Vertroebeling</b>	Fytoplankton/ Primaire productie	De remming van primaire productie is klein en zal niet doorwerken in het ecosysteem.	
<b>Vertroebeling</b>	Trekvisen	Geen significante effecten	
<b>Vertroebeling</b>	Zichtjagende vogels	Geen significante effecten	
<b>Vertroebeling</b>	Filterfeeders	Geen significante effecten	
<b>Sedimentatie</b>	Bodemdieren	Geen significante effecten	
<b>Onderwatergeluid (continu)</b>	Zeezoogdieren	Geen significante effecten	
<b>Onderwatergeluid (impuls)</b>	Zeezoogdieren, trekvisen	Na mitigerende maatregelen bestaat er nog een verwaarloosbaar kleine kans dat zeezoogdieren of trekvisen schade oplopen. Dit zal op populatieniveau geen effect hebben.	
<b>Elektromagnetische velden</b>	Zeezoogdieren, trekvisen	Zeezoogdieren ondervinden zeer lokaal barrières door elektromagnetische velden, dit heeft geen invloed op de populatie of de noord-zuid migratie. Over de effecten van elektromagnetische velden op trekvisen is weinig bekend maar hier worden geen negatieve effecten verwacht.	
<b>Habitataantasting</b>	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies, zal na 4-6 jaar herstellen.	
<b>Habitatverandering</b>	Bodemdieren, vissen	Op de platformlocaties zal het habitat van een zanderige platte bodem in hard substraat veranderen. Dit biedt aanhechtingsmogelijkheden en schuilplaatsen voor bodemdieren en vissen.	

Uit Tabel 11 blijkt dat er één positief effect optreedt, een paar effecten geen gevolgen hebben en er verder sprake is van tijdelijke negatieve effecten op de biodiversiteit. Onderwatergeluid heeft een tijdelijke impact op het foerageergedrag en gebied van zeezoogdieren, maar geen impact op hun aantallen en verspreiding. Rondom het plangebied zal de primaire productie van fytoplankton niet aanzienlijk worden verlaagd. De hoogte van sedimentatie bereikt geen waarden waarbij grote mortaliteit van macrobenthos optreedt. Bodemdieren zullen zeer lokaal met habitatverlies te maken krijgen. Van nature leven deze dieren al in een zeer dynamisch milieu en na 4 tot 6 jaar zullen zij zich hersteld hebben. Ook zullen er extra kansen worden gecreëerd voor bodemdieren op de platformlocaties. Het systeem waarin deze platforms gebouwd worden is momenteel zeer dynamisch, met een lage biodiversiteit. Die kan door de aanwezigheid van hard substraat en schuilplaatsen worden vergroot. De gebieden waar daadwerkelijk eventuele sterfte en habitatverwoesting verwacht wordt zijn verwaarloosbaar klein ten op zichte van het gehele Noordzeegebied.

Op de lange termijn kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed zullen hebben op de goede milieutoestand voor deze descriptor. Door het toevoegen van hard substraat zou zelfs lokaal een positief effect kunnen ontstaan.

### 4.3.2 Exoten

#### Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase zullen geen exoten worden geïntroduceerd in het systeem. Voor de aanleg zullen schepen met anti-exootsystemen gebruikt worden die voldoen aan de richtlijnen van de IMO (International Maritime Organisation, 2018).

#### Impact activiteiten

De geplande activiteiten zullen een tijdelijke habitatverstoring op de zeebodem veroorzaken. Hierdoor ontstaan er kansen voor leven om zich te vestigen, maar ook kansen voor exoten. Met de aanleg van het platform wordt een geheel nieuwe habitat gecreëerd waar zowel inheemse soorten als exoten zich zouden kunnen settelen. Een voorbeeldgroep waar kansen voor gecreëerd worden zijn koralen. Een aantal koralen vestigt zich niet op een zanderige bodem, maar wel op hard substraat, bijvoorbeeld *Caryophyllia smithii* (Coolen et al., 2015).

De goede milieutoestand voor deze descriptor wordt omschreven als: *Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.* Tijdens de voorgenomen activiteiten worden geen exoten geïntroduceerd, maar er ontstaan wel vestigingskansen voor al in het systeem aanwezige exoten. Dit zal vermoedelijk niet leiden tot een verandering van het ecosysteem ten opzichte van de huidige situatie op de plekken waar alleen sprake is van tijdelijke habitataantasting. De uiteindelijke verhouding (ongewenste) exoten op de platformlocaties is moeilijk te voorspellen. Op bestaande platforms in de Noordzee lijkt de biodiversiteit in evenwicht en worden er zelfs nieuwe gewenste soorten aangetroffen (Coolen et al., 2015; Van der Stap et al., 2016). Zodoende wordt er geen negatieve impact op de goede milieutoestand verwacht.

### 4.3.3 Populaties commerciële vis

De geplande activiteiten zullen geen impact hebben op visserijactiviteiten in het gebied en geen directe invloed hebben op vispopulaties. Na het toepassen van mitigerende maatregelen zullen de vissen in het gebied ook geen hinder ondervinden van geluid door hei-werkzaamheden. Derhalve wordt er geen impact op deze descriptor en de goede milieutoestand verwacht.

### 4.3.4 Voedselketens

De remming in primaire productie die wordt veroorzaakt door de geplande activiteiten valt binnen de natuurlijke variatie in het gebied en zal geen effect hebben op de voedselketens. Door het toevoegen van hard substraat aan het systeem bij het plaatsen van de platforms zal de plaatselijke habitat veranderen. Doordat op hard substraat andere organismes leven zal ook de samenstelling van de voedselketens hier veranderen. Beide effecten vinden slechts op een klein deel van het totale NCP plaats. Overige effecten hebben geen invloed op de mariene voedselketens. Op de lange termijn zullen de geplande activiteiten daarom geen effect hebben op de goede milieutoestand.

### 4.3.5 Eutrofiering

De geplande activiteiten zijn niet biochemisch van aard, en als de kabels en het platform zijn geïnstalleerd zullen deze geen nutriënten toevoegen aan het ecosysteem en niet tot eutrofiëring leiden. Tijdens de installatie veroorzaakt een deel van de uitstoot van de baggerschepen en andere apparatuur stikstofdepositie. Dit zou vervolgens een vermestende en dus eutrofiërende werking op het ecosysteem kunnen hebben. Met de duur en schaal van de activiteiten ten opzichte van het oppervlak van het NCP is de verwachting dat dit een verwaarloosbaar effect is.

### 4.3.6 Integriteit van de zeebodem

Doordat de werkzaamheden zich beperken tot een relatief klein oppervlakte en tijdelijk van aard zijn is er slechts sprake van een tijdelijke aantasting van de integriteit van de zeebodem. Op de lange termijn zullen de activiteiten het bentische ecosysteem niet onevenredig aantasten. De toevoeging van hard substraat bij het platform zou, zoals eerder genoemd, zelfs voor een meer divers bentisch ecosysteem kunnen zorgen door een vergroting van aanhechtingsoppervlak en schuilplaatsen.

### 4.3.7 Hydrografische eigenschappen

Doordat de gegraven geulen weer dichtslibben, worden er bij het leggen van de kabels geen permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen verwacht. Het aanleggen van de platforms is een permanente wijziging. Binnen dit oppervlakte zal de habitatfunctie mogelijk veranderen doordat zacht substraat vervangen zal worden door hard substraat. Hierdoor ontstaan meer aanhechtings- en schuilplaatsen waardoor de habitat geschikter wordt als rustplaats voor vissen. Het gaat hier om een verwaarloosbaar oppervlak in vergelijking met het gehele NCP (41.500 vierkante kilometer). Hierdoor hebben de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed op de goede milieutoestand.

### 4.3.8 Vervuilende stoffen

Als alle veiligheidsmaatregelen bij de aanleg van de platforms en voor het functioneren van de platforms worden nageleefd, worden er geen vervuilende stoffen in het milieu geïntroduceerd. Bij het baggeren en trenchen zouden vervuilende stoffen uit het sediment in het mariene milieu geïntroduceerd kunnen worden. Door de locatie van de werkzaamheden, de geringe diepte en vanwege een lage aanwezigheid van vervuilende stoffen in dit sediment ontstaat er hierdoor geen negatieve impact op de huidige milieutoestand.

Voor deze descriptor is dus geen sprake van verontreinigingseffecten en aantasting van de goede milieutoestand.

### 4.3.9 Vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie

Zoals hierboven vermeld, geldt ook voor deze descriptor dat er bij de werkzaamheden geen verontreinigingen worden veroorzaakt. Dus wordt er ook geen impact op de concentratie vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie verwacht.

### 4.3.10 Zwerfvuil

Zowel de kabels als het platform veroorzaken in de gebruiksfase geen zwerfvuil en hebben dus geen impact op deze descriptor. Het is volgens MARPOL-verdrag 73/78 verboden om afval over boord te gooien in de Noordzee, van de uitvoerder wordt geëist dat deze binnen de geldende wetskaders werkt, en dus wordt er ook tijdens de aanlegfase geen zwerfvuil in zee veroorzaakt.

### 4.3.11 Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid

Door de voorgenomen activiteiten waarbij energie door de kabels wordt getransporteerd ontstaan elektromagnetische velden. Deze zullen mogelijk een barrière voor zeezoogdieren veroorzaken naast de kust, deze is echter niet groot genoeg om tot verstoring van migratiepatronen of tot populatie vermindering te leiden. Over de effecten van elektrische velden op vissen is weinig bekend, mogelijk voelen zij de velden. Indien ze deze voelen zouden ze hier zowel door afgestoten als tot aangetrokken kunnen worden.

Aangezien de elektromagnetische velden een klein areaal van de Noordzee beslaan zal het effect hiervan verwaarloosbaar zijn. Hierdoor kan effect op de goede milieutoestand worden uitgesloten.

Bij de voorgenomen activiteiten wordt zowel continu als impuls onderwatergeluid veroorzaakt. Het continue geluid zal mogelijk leiden tot een tijdelijke verstoring van zeezoogdieren die als er geluid wordt geproduceerd mogelijk elders zullen gaan foerageren. Doordat er mitigerende maatregelen zullen worden genomen, zie paragraaf 4.2.5, zal ook het impuls geluid slechts leiden tot tijdelijke verstoringen. Hierdoor is de toevoer van onderwatergeluid op een niveau waarop er geen schade aan het mariene milieu wordt berokkend, en is er dus geen invloed op de goede milieutoestand.

## 4.4 Conclusie

In Tabel 12 is per descriptor de impact van de geplande activiteiten op de goede milieutoestand weergegeven.

Tabel 12 Overzicht van de invloed van de voorgenomen activiteiten op de goede milieutoestand

Descriptor	Invloed op de goede milieutoestand
<b>Biologische diversiteit</b>	Mogelijke plaatselijke verhoging van de biodiversiteit op de lange termijn.
<b>Exoten</b>	Hoogstwaarschijnlijk neutraal, zowel positieve als negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten
<b>Populaties commerciële vis</b>	Geen
<b>Voedselketens</b>	Geen
<b>Eutrofiëring</b>	Geen
<b>Integriteit van de zeebodem</b>	Geen
<b>Hydrografische eigenschappen</b>	Geen
<b>Vervuilende stoffen</b>	Geen
<b>Vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie.</b>	Geen
<b>Zwerfvuil</b>	Geen
<b>Toevoer van energie</b>	Geen

Uit Tabel 12 kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten op de lange termijn geen en mogelijk zeer lokaal zelfs een positief effect zullen hebben op de goede milieutoestanden die worden nagestreefd in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie.

## 5 KADERRICHTLIJN WATER

### 5.1 Kaderrichtlijn water

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) richt zich op de bescherming rivieren, meren, kustwateren en grondwateren in Europa. De KRW beoogt een bescherming en verbetering van aquatische ecosystemen en stimuleert het duurzame gebruik van water. De KRW biedt hiervoor een kader door het vaststellen van doelen, het monitoren van de kwaliteit en het nemen van maatregelen (STOWA, 2012). De KRW is in Nederland onder andere geïmplementeerd in de Waterwet en de Wet milieubeheer (RWS, 2016).

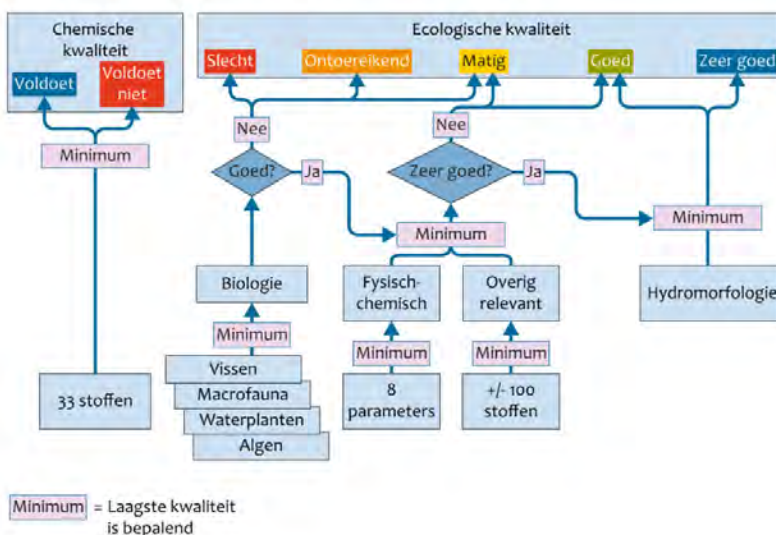
De beoordeling van de KRW is opgebouwd uit de beoordelingen van chemische stoffen, en een ecologische kwaliteit. Deze ecologische kwaliteit bestaat uit fysisch-chemische parameters en het voorkomen van soorten van vier biologische groepen, geloosde verontreinigde stoffen en hydromorfologie (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). Dit is gevisualiseerd in Figuur 22.

Binnen de maatlatten en tussen de maatlatten wordt het 'one out, all out' principe toegepast: als één stof of één biologische maatlat niet voldoet, dan is het oordeel voor de gehele maatlat onvoldoende. Daarmee geeft de KRW een streng oordeel over de Nederlandse kwaliteit.

Doelen voor de kwaliteit worden per waterlichaam vastgesteld. Voor natuurlijke wateren is dit een goede ecologische toestand (GET) vergelijkbaar met een natuurlijke referentie. Deze komen in Nederland nauwelijks voor, naast een klein aantal binnenwateren valt vooral de kustlijn hieronder (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). De KRW geldt van de kustlijn tot één zeemijl uit de kust voor de ecologische doelen en tot twaalf zeemijl uit de kust voor de chemische doelen. (RWS, 2016).

Voor sterk veranderende wateren is een natuurlijke referentie niet haalbaar, daarom is het doel daar een goed ecologisch potentieel (GEP). Voor kunstmatige wateren is er geen natuurlijke referentie, als referentie is er daarom een theoretisch maximaal ecologisch potentieel vastgesteld. Ook hier wordt naar een GEP gestreefd (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). De toetsingskaders voor de KRW zijn daarmee voor elk type waterlichaam anders. Naast de zeer goede ecologische toestand (ZGET of MEP) bestaan er nog vier andere klasse: slecht, ontoereikend, matig en goed. De beschrijvingen van de maatlatten zijn gebaseerd op 'de referenties voor maatlatten (2015-2021) van STOWA.

Beoordeling waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water



Bron: PBL

PBL/mrt14  
www.clo.nl/nl141204

Figuur 22 Beoordelingstabel waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water

### 5.1.1 Chemische kwaliteit

De 'Chemische Kwaliteit' is gebaseerd op de 33 prioritair stoffen. Dit zijn de stoffen die in alle Europese wateren met voorrang moeten worden aangepakt. Deze stoffen zijn schadelijk voor een waterrijk milieu en komen op de lijst als ze in meerdere lidstaten voor problemen zorgen.

De Europese commissie heeft bepaald dat er twee verschillende maatregelen getroffen moeten worden (RIVM, 2017):

- Emissies van Prioritair gevaarlijke stoffen moet stoppen.
- Emissies van overige prioritair stoffen moet verminderen.

### 5.1.2 Ecologische kwaliteit

De 'Ecologische Toestand' is opgebouwd uit de beoordelingen van de 'Biologische kwaliteit', de 'Algemene Fysisch-chemische kwaliteit', de 'Overig relevante verontreinigende stoffen' en 'Hydromorfologie'. De biologische kwaliteit is meestal bepalend voor de ecologische kwaliteit. Alleen als die goed is, dan worden de beoordelingen van de fysisch-chemische kwaliteit en de kwaliteit van de overig relevante stoffen beschouwd voor het onderscheid tussen een (zeer) goede en een matige ecologische kwaliteit. Voor het onderscheid tussen een zeer goede en een goede kwaliteit moet ook de hydromorfologie goed zijn (Compendium voor de Leefomgeving, 2014).

#### 5.1.2.1 Biologie

De biologische kwaliteit van water wordt bepaald door het meten van vier maatlatten: vis, waterplanten, macrofauna en fytoplankton.

##### **Fytoplankton**

De maatlat fytoplankton (algen) wordt alleen beschreven voor meren, overgangs- en kustwateren. Hier wordt een combinatie gebruikt van abundantie en soortsaamenstelling. Voor abundantie gelden klassen (met klassegrenzen). Voor soortsaamenstelling is een referentielijst, vooral gebaseerd op de bloei van ongewenste soorten. Hierbij speelt ook de eerdergenoemde abundantie een rol. De scores voor beide deelmaatlatten worden gemiddeld. Als een van de twee niet kan worden berekend geldt de andere als eindoordeel.

##### **Waterflora**

De maatlat overige waterflora bestaat in meren en rivieren uit abundantie, soortsaamenstelling en fyto bentos. De relatie tussen waterkwaliteit en waterplanten is afhankelijk van de groeivorm van planten. Daarom is het voorkomen van verschillende groeivormen gebruikt als maat voor abundantie en is uitgedrukt in bedekkingspercentage van het begroeibare areaal. Dit ligt bij submerse groeivormen op 3 meter diepte en voor drijfblad begroeiing op de 1 meter dieptegrens. Als dieptebereik niet kan worden vastgesteld, geldt er 10 meter uit de oever. Daarnaast geldt voor kroos, draadwieren en flab de aanvullende bepaling dat afwezigheid beide kan leiden tot een goede ecologische toestand, of een zodanig slechte toestand dat er niks meer groeit. De deelmaatlatten worden gewogen gemiddeld. Soortsaamenstelling wordt gebruikt voor planten. En bestaat uit een lijst referentiesoorten per watertype die in de klasse schaars, frequent of dominant kunnen voorkomen. De deelmaatlat fyto bentos wordt gebruikt als indicator van de trofische toestand en verzuringstoestand. Indicatoren hebben afhankelijk van de score klasse waarden. Het gemiddelde van de drie wordt berekend om een waarde te krijgen die bijdraagt aan de maatlat biologie.

In overgangs- en kustwateren (en brakke meren) bestaan de deelmaatlatten uit abundantie en soortsaamenstelling van schorren/kwelders en zeegras. Bij schorren/kwelders wordt er gekeken naar het areaal als maat voor kwantiteit en de verdeling van vegetatiezones als maat voor kwaliteit. Voor zeegras geldt dat de abundantie wordt gemeten door het percentage begroeibaar areaal waar zeegras te vinden is. Een zeegrasveld is pas een zeegrasveld als minimaal 5% van een gebied bedekt is.

### Macrofauna

Ook voor macrofauna geldt een andere beoordeling van meren en rivieren ten opzichte van overgangs- en kustwateren. De ecologische toestand wordt beschreven door middel van indicatorsoorten die staan voor positief of negatief in een watersysteem. Ook hierbij geldt dat naar soortensamenstelling en abundantie wordt gekeken.

In zoete kustwateren bleek bovenstaande methode niet onderscheidend genoeg was. De maatlat gebruikt geen soorten maar genera als diversiteitsmaatlat, waarop ook exoten meetellen. Daarnaast worden niet alle monsters samengenomen, maar wordt er onderscheid gemaakt tussen hoofdstroom, zijstromen, oppervlakte en diepe monsters. Potentieel moet een zoet en zout deel worden gecombineerd voor deze wateren.

In overgangs- en kustwater is het voorkomen van soorten met name bepaald door het voorkomen van geschikte habitats. Het is noemenswaardig dat er voor het meten van deze maatlaten grote verschillen zijn tussen alle Europese lidstaten en dat de methode nog wel eens aangepast wil worden. Momenteel wordt er binnen de geschikte Habitats gekeken naar soortenrijkdom, Shannon-index en AMBI-index.

### Vis

De maatlat voor vis maakt gebruik van referentiesoorten die de visstand kunnen beoordelen en gekoppeld zijn aan monsteringsmethodes. De focus ligt hier vooral op de visgemeenschap en niet op individuele (zeldzame) soorten. Ook hier speelt dus de soortensamenstelling en de abundantie van soorten in deze samenstelling een grote rol, maar ook de leeftijdsopbouw van vissen in een populatie is van belang voor de deelmaatlatscore.

#### 5.1.2.2 Fysisch-chemisch

De Fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn voor alle klasse uitgewerkt in de maatlaten. Ze zijn ondersteunend aan de biologische kwaliteitselementen. De metingen hebben pas impact bij een klasse matig of hoger. In het kader van achteruitgang voorkomen staan echter toch alle parameters beschreven. Het eindresultaat van de maatlat is afhankelijk van het laagst-scorende kwaliteitselement.

Kwaliteitselement	Indicatoren	Eenheid	Meetperiode
Thermische omstandigheden	dagwaarde	°Celsius	21 juni tot en met 20 september
Zuurstofhuishouding	verzadiging	%	1 april tot en met 30 september
Zoutgehalte*	chloriniteit	g Cl/l	1 april tot en met 30 september
Verzuringgraad*	pH	-	1 april tot en met 30 september
Nutriënten	totaal-P	mg P/l	1 april tot en met 30 september***
	totaal-N	mg N/l	1 april tot en met 30 september***
	DIN	µmol N/l	1 december tot en met 28 februari****
Doorzicht**	SD (Secchi schijf)	m	1 april tot en met 30 september

\* niet voor overgangs- en kustwateren

\*\* niet voor rivieren

\*\*\* meren en rivieren zonder M32

\*\*\*\* overgangs- en kustwateren en M32 (voor deze zoute wateren is alleen een norm voor stikstof (DIN) afgeleid omdat geen ecologische relatie voor fosfor (DIP) is gevonden).

*Figuur 23 Verplichte algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen uit de KRW-bijlage v. 1.1 en daarbij gekozen indicatoren en eenheden (naar Heins et al., 2004)*

#### 5.1.2.3 Overige relevante chemische stoffen

Naast de chemische stoffen die beoordeeld moeten worden in de chemische beoordeling zijn er stoffen die alleen in Nederland voor problemen zorgen. Dit zijn de overig relevante verontreinigende stoffen (ong. 100). Deze stoffen worden per stroomgebied vastgesteld (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; RIVM, 2017). Ze behoren ondanks hun fysisch-chemische natuur thuis in de maatlat ecologische kwaliteit.



### 5.1.2.4 Hydromorfologie

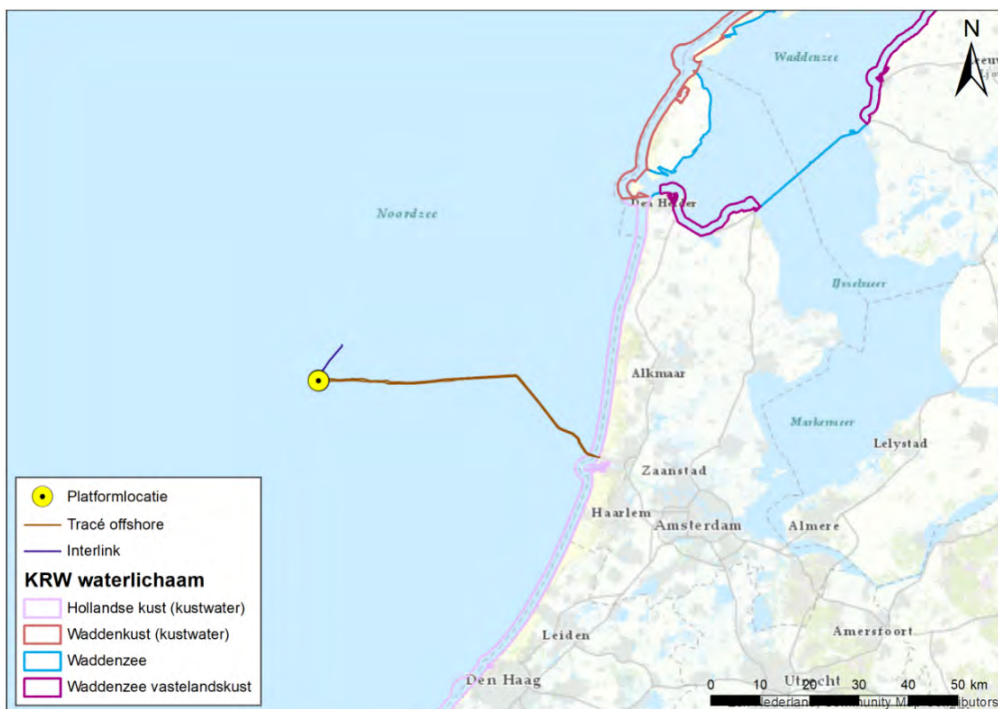
Binnen ecologische kwaliteit wordt de beoordeling voor de hydromorfologie alleen gebruikt om een onderscheid te maken tussen een goede en een zeer goede toestand. Hij wordt daarom ook alleen beschreven voor de hogere klasse. Voor sterk veranderde en kustmatige waterlichamen heeft de hydromorfologische toestand zelfs geen invloed op de uitkomst van de maatlat omdat de hoogst mogelijke score GEP of hoger is (STOWA, 2012).

## 5.2 Activiteiten en KRW

### 5.2.1 KRW- gebieden

Figuur 24 toont de locatie van de te realiseren werkzaamheden ten opzichte van KRW-waterlichamen. De werkzaamheden lopen op 1 locatie door een KRW-waterlichaam. Dit waterlichaam is de Hollandse kust (NL95\_3A Hollandse kust). De chemische KRW-doelen gelden tot 12 mijl uit de kust en de ecologische KRW-doelen gelden tot 1 mijl uit de kust.

In het noorden kunnen gevolgen van de werkzaamheden raken aan KRW-waterlichamen Waddenkust (kustwater), Waddenzee en Waddenzee vastelandskust.



Figuur 24 KRW-waterlichamen in de buurt van het kabeltracé

Door de aanleg kunnen er mogelijk negatieve effecten optreden voor de ecologische en chemische doelstellingen van de KRW in deze gebieden. Naast een KRW-status maken deze waterlichamen vaak ook nog onderdeel uit van andere beschermingsgebieden (Tabel 13). Het KRW-gebied waar het kabeltracé mee in aanraking komt, heeft een aantal andere eigenschappen, weergegeven in Tabel 14.

Tabel 13 Beschermingsstatus van de KRW-gebieden die in aanraking komen met het kabeltracé

KRW-gebied	Beschermde gebieden
Hollandse kust (NL95_3A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habitatrichtlijn</li> <li>Noordzeekustzone (NL_HAB_7); Waddenzee (NL_HAB_1).</li> <li>Vogelrichtlijn (Noordzeekustzone NL_HAB_7); Waddenzee (NL_HAB_1).</li> <li>Zwemwater</li> </ul>

Tabel 14 Het type en de status van KRW-waterlichamen op het kabeltracé

KRW-gebied	Water type	Status
Hollandse kust (NL95_3A)	Open polyhalien kustwater (K1)	Natuurlijk

## 5.2.2 KRW- doelstellingen

Voor alle waterlichamen zijn doelstellingen vastgelegd op de bijpassende ecologische en chemische kwaliteit. Ook is de huidige chemische en ecologische kwaliteit (laatst beschikbare data) en de prognose voor 2021 en 2027 beschikbaar (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).

Niet alle parameters zijn toepasbaar op alle waterlichamen. Parameters met “ NVT “ (niet van toepassing) geven aan welke parameters niet toepasbaar zijn voor dat watertype. Deze informatie is afkomstig uit factsheets, beschikbaar gesteld door Rijkswaterstaat.

### 5.2.2.1 Hollandse kust

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Hollandse kust zijn weergegeven in Tabel 15 en Tabel 16. Dit betekent dat voor KRW-waterlichaam Hollandse kust alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging gebruikt worden. Van de ecologische parameters zijn de deelmaatlaten fytoplankton en macrofauna van toepassing.

Tabel 15 Laatste bekende toestand van de fysisch-chemische parameters Hollandse kust (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Hollandse kust			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
DIN (mg N/l) (Winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Temperatuur (gr. C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) zomergemiddelde	NVT	NVT	NVT

Tabel 16 Laatst bekende toestand van de ecologische deelmaatlaten (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Hollandse kust			
Ecologische Kwaliteitselement	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Macrofauna	Goed	Matig	Goed
Overige waterflora	NVT	NVT	NVT
Vis	NVT	NVT	NVT
Fytoplankton	Goed	Goed	Goed

### 5.2.2.2 Waddenkust (kustwater)

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Waddenkust (kustwater) zijn weergegeven in Tabel 17 en Tabel 18. Dit betekent dat voor dit KRW alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging gebruikt worden. Van de ecologische parameters zijn de deelmaatlaten macrofauna, overige waterflora en fytoplankton van toepassing.

Tabel 17 Laatst bekende toestand van de fysisch-chemische parameters (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Waddenkust (kustwater)			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
DIN (mg N/l) (Winterperiode)	Goed	Goed	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Temperatuur (gr. C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT

Tabel 18 Laatst bekende toestand van de ecologische deelmaatlaten (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Waddenkust (kustwater)			
Ecologische Kwaliteitselement	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Macrofauna	Goed	Goed	Goed
Overige waterflora	NVT	NVT	NVT
Vis	NVT	NVT	NVT
Fytoplankton	Matig	Matig	Goed

### 5.2.2.3 Waddenzee

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Waddenzee zijn weergegeven in Tabel 19 en Tabel 20. Dit betekent dat voor dit KRW-waterlichaam alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging gebruikt worden. Van de ecologische parameters zijn de deelmaatlaten macrofauna, overige waterflora en fytoplankton van toepassing.

Tabel 19 Laatst bekende toestand van de fysisch-chemische parameters (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Waddenzee			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
DIN (mg N/l) (Winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Temperatuur (gr. C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT

Tabel 20 Laatst bekende toestand van de ecologische deelmaatlaten (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Waddenzee			
Ecologische Kwaliteitselement	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Macrofauna	Goed	Goed	Goed
Overige waterflora	Ontoereikend	Ontoereikend	Goed
Vis	NVT	NVT	NVT
Fytoplankton	Matig	Goed	Goed

#### 5.2.2.4 Waddenzee (vastelandskust)

De gegevens voor de fysisch-chemische en ecologische parameters voor de Waddenzee (vastelandskust) zijn weergegeven in Tabel 21 en

Tabel 22 en in Figuur 13 en **Error! Reference source not found.** Dit betekent dat voor dit KRW-waterlichaam alleen de fysisch-chemische parameters DIN, temperatuur en zuurstofverzadiging gebruikt worden. Van de ecologische parameters zijn de deelmaatlaten macrofauna, overige waterflora en fytoplankton van toepassing.

Tabel 21 Laatst bekende toestand van de fysisch-chemische parameters (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Waddenzee (vastelandskust)			
Fysisch-chemische Parameters	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Fosfor totaal (mg P/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Stikstof totaal (mg N/l) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
DIN (mg N/l) (Winterperiode)	Matig	Matig	Goed
Zoutgehalte (mg Cl/l) zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Temperatuur (gr. C) (max. waarde)	Goed	Goed	Goed
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	NVT	NVT	NVT
Zuurstofverzadiging (%) 25(zomergemiddelde)	Goed	Goed	Goed
Doorzicht (m) zomergemiddelde	NVT	NVT	NVT

Tabel 22 Laatst bekende toestand van de ecologische deelmaatlaten (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020)

Toestand Waddenzee (vastelandskust)			
Ecologische Kwaliteitselement	Toestand 2019	2021	Doelbereik 2027
Macrofauna	Goed	Goed	Goed
Overige waterflora	Matig	Matig	Goed
Vis	NVT	NVT	NVT
Fytoplankton	Matig	Goed	Goed

## 5.3 Effectbeschrijving

### 5.3.1 Relevante effecten

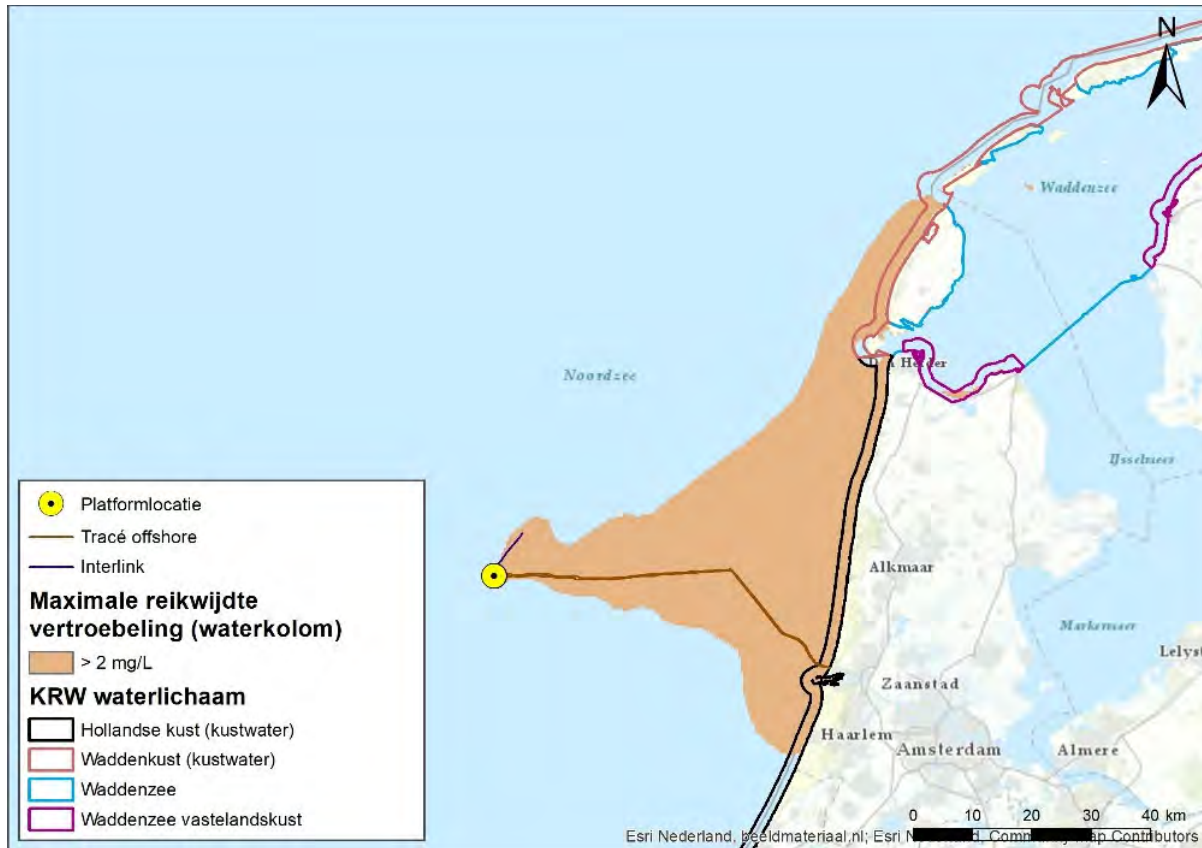
In hoofdstuk 3 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze hebben. Het kader van de KRW is toegelicht in 5.1 en 5.2. Gebaseerd op dit kader is gekeken welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit voor de KRW nader onderzocht moeten worden in dit hoofdstuk, zie Tabel 23. De voorgenomen activiteit wordt vervolgens getoetst aan de KRW in hoofdstuk 5.4.

Tabel 23 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht dienen te worden voor de KRW

Gevolg	Effect	Betrokken soortgroepen
<b>Vertroebeling</b>	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, afname filtercapaciteit filterfeeders	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primaire productie</li> <li>• Filterfeeders</li> </ul>
<b>Sedimentatie</b>	Verstikking bodemdieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macrofauna</li> </ul>
<b>Habitataantasting</b>	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macrofauna</li> </ul>

### 5.3.2 Vertroebeling

De reikwijdte van vertroebeling is toegelicht in paragraaf 3.2 en de studie die hiernaar gedaan is en de resultaten zijn toegelicht in paragraaf 4.2.1.1, 4.2.1.2 en 4.2.1.3. Figuur 29 toont de maximale reikwijdte van de vertroebeling ten opzichte van de ligging van KRW-waterlichamen. Zoals te zien raakt de vertroebeling KRW-waterlichaam Hollandse kust en in het noorden KRW-waterlichamen de Waddenkust (kustwater), Waddenzee en Waddenzee vastelandskust.



Figuur 25 Maximale reikwijdte vertroebeling in de waterkolom t.o.v. KRW-waterlichamen

### 5.3.2.1 Effecten vertroebeling op primaire productie

De effecten van vertroebeling op primaire productie zijn toegelicht in paragraaf 4.2.1.3. In deze paragraaf is ook de methode toegelicht waarmee een schatting van het effect van vertroebeling op de primaire productie gemaakt kan worden. Deze zelfde methode is toegepast om een schatting te geven van het effect van vertroebeling op de primaire productie in de KRW-waterlichamen. De resultaten staan in Tabel 24.

Per gebied wordt de hoogste berekende afname in een locatie in het gebied van de slibwolk door vertaald naar het hele oppervlak van de slibwolk in dit gebied. In de directe omgeving van het kabeltracé treedt de hoogste mate van vertroebeling op en met afstand van het tracé neemt ook de mate van vertroebeling af (zie Figuur 18). Het tracé loopt door KRW-waterlichaam Hollandse kust, waar deze hoogste waarde van vertroebeling door vertaald is naar het gehele oppervlak dat bedekt wordt met de slibwolk. De genoemde procentuele afnames in primaire productie zijn zodoende worst-case percentages.

Tabel 24 Procentuele afname primaire productie in de diverse seizoenen in de Noordzeekustzone en Waddenzee

KRW-waterlichaam	Lente/zomer	herfst/winter
Hollandse kust (kustwater)	6.5%	1.6%
Waddenkust (kustwater)	1.3%	0.33%
Waddenzee	<0.1%	<0.1%
Waddenzee vastelandskust	0.36%	<0.1%

### 5.3.2.2 Effecten vertroebeling op filterfeeders

Het effect van vertroebeling op filterfeeders is beschreven in paragraaf 4.2.1.8.

Concluderend is de verhoging van de slibconcentraties lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Significante effecten op filterfeeders en de daarop prederende organismen zijn dan ook uit te sluiten.

### 5.3.3 Sedimentatie

Zoals toegelicht in paragraaf 3.3 is de maximale sedimentatiesnelheid per dag modelmatig berekend (de volledige studie is te vinden in Bijlage B). Figuur 26 geeft het gebied weer waar een sedimentatiesnelheid van meer dan 0,33 mm per dag optreedt als gevolg van de werkzaamheden, in relatie tot KRW-waterlichaam Hollandse kust. Deze sedimentatiesnelheid wordt binnen KRW-lichaam Hollandse kust bereikt bij de monding van het Noordzeekanaal en tot ongeveer 10 kilometer ten zuiden en ongeveer 20 kilometer ten noorden daarvan. In paragraaf 3.3 is toegelicht waarom deze sedimentatiesnelheid werd gekozen, aangezien dit in de buurt zit van de maximale snelheid die de gevoeligste soort (strandgaper, *Mya arenaria*) van onderzochte macrobenthos nog tolereert op de langere termijn (Bijkerk, 1988). Deze gevoeligste soort heeft 50% mortaliteit bij een bedekking van slib op een diepte 3 cm. Deze gevoeligheid is echter sterk afhankelijk van het type sediment. Met depositie van fijn of grof zand heeft de strandgaper 50% mortaliteit op respectievelijk 6 cm en ruim 24 cm diepte (Turk & Risk, 1981).

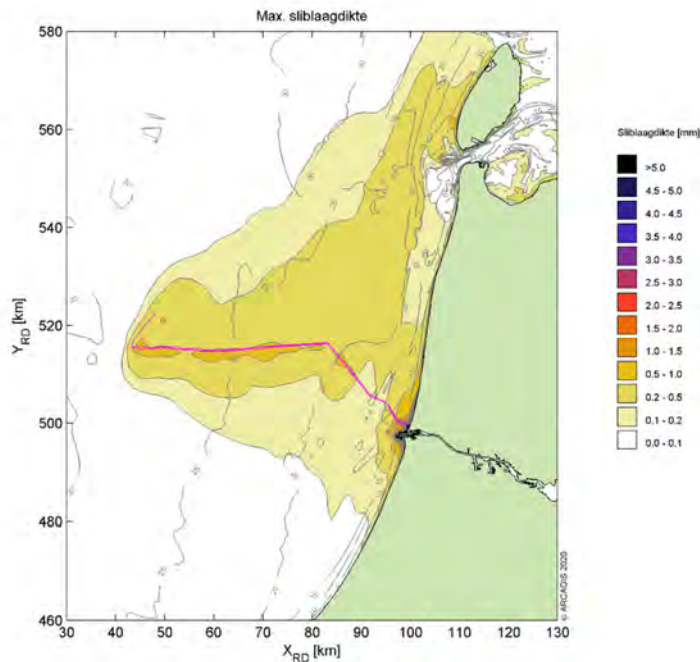
De periode van sedimentatie als gevolg van de voorgenomen werkzaamheden zal van relatief korte duur zijn. De totale sedimentatielaag als gevolg van de werkzaamheden is vrijwel overal minder dan 1 mm, behalve lokaal bij de monding van het Noordzeekanaal waar het tussen de 1 en 1.5 mm zal zijn, zie Figuur 27. Dit gebied is relatief klein en bevindt zich direct op of nabij het tracé. Benthos zal hier meer effect ondervinden van habitataantasting dan van sedimentatie. In het merendeel van het gebied waar sedimentatie plaatsvindt zal minder dan 0.5 mm sediment neerslaan. Zoals hiervoor toegelicht vindt sterfte bij de gevoeligste soort macrobenthos plaats bij hogere sedimentatiewaardes van enkele centimeters.

Significante effecten als gevolg van sedimentatie op het macrobenthos zijn dan ook uit te sluiten.



Figuur 26 Lokale maximale sedimentatiesnelheid in relatie tot het KRW-waterlichaam Hollandse kust





Figuur 27 Maximale totale sedimentatie als gevolg van de voorgenomen werkzaamheden

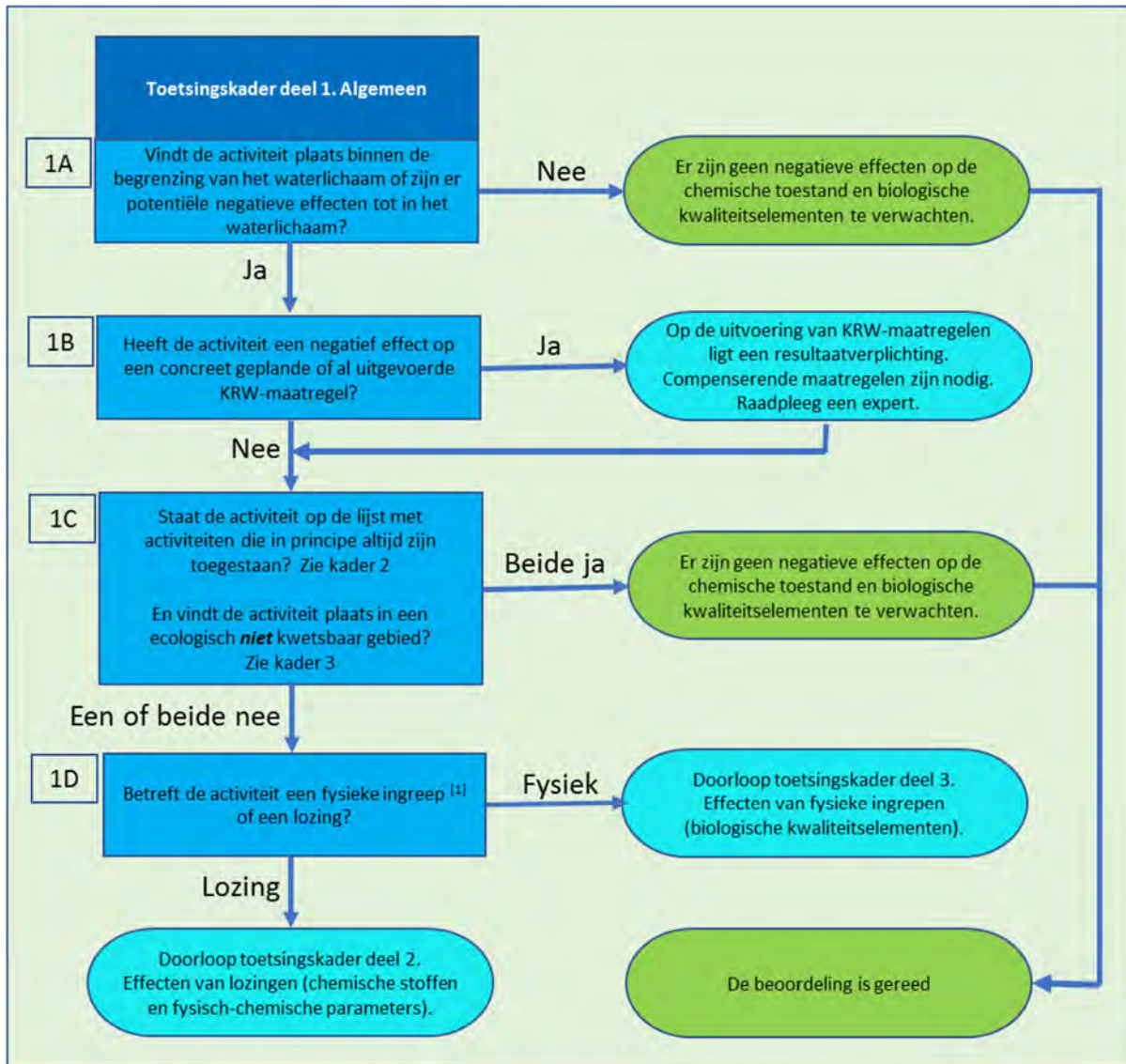
### 5.3.4 Habitataantasting

De reikwijdte van habitataantasting is, zoals toegelicht in paragraaf 3.7, over het traject van de export kabel naar land over de gehele lengte in een corridor van 1200 meter en zal op het merendeel van de tracés alleen ter plaatse van de kabels zelf optreden.

De effecten van habitataantasting zijn beschreven in paragraaf 4.2.6. Door het graven van de sleuven en het bouwen van de platforms wordt de habitat en de lokale biodiversiteit beïnvloed in KRW-waterlichaam Hollandse kust. Er zal sprake zijn van lokale, tijdelijke habitataantasting en ook komt er door het uitgraven van de zeebodem zand en slib vrij in de waterkolom. Dit zal echter weer bezinken en de sleuf zal (deels) weer dichttraken. Hierdoor zal in vier tot zes jaar de zeebodem opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna.

### 5.4 Toetsing

Voor het bepalen van de effecten van de werkzaamheden aan de Kaderrichtlijn Water wordt volgens het 'Toetsingskader waterkwaliteit' een stapsgewijze beoordeling uitgevoerd. De eerste stap van deze toetsing is het algemene deel van het toetsingskader, welke bestaat uit het onderstaande stroomschema, zie Figuur 28.



Figuur 28 "Toetsingskader deel 1. Algemeen" uit het Toetsingskader Waterkwaliteit

Wanneer het algemene deel van het toetsingskader (Figuur 28) wordt doorlopen voor Net op Zee Hollandse Kust (west Beta) blijkt:

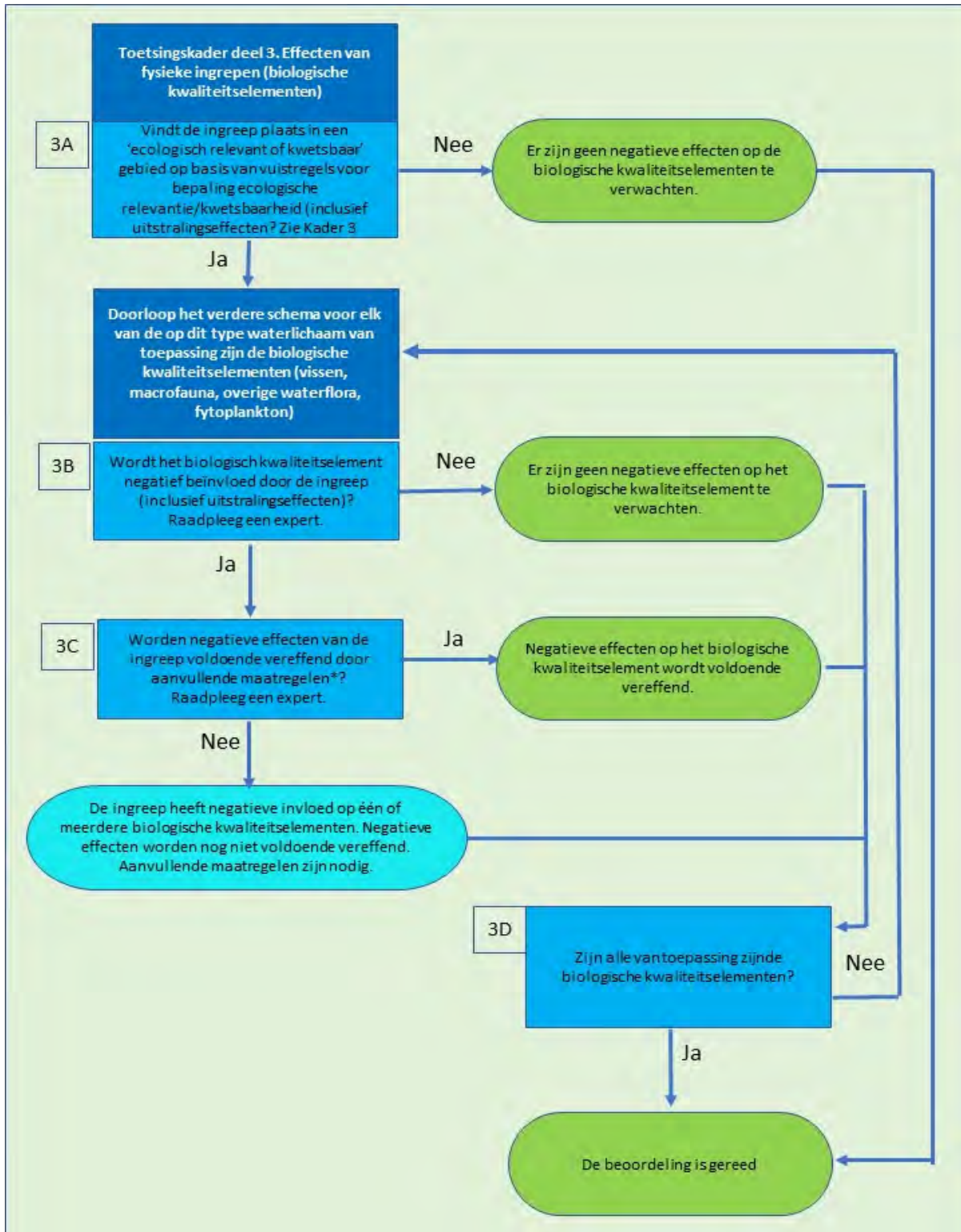
1A. De locatie van de ingreep is beschreven in hoofdstuk 2. De ligging van het tracé ten opzichte van KRW-waterlichamen is te zien in Figuur 24. Er vinden ingrepen plaats binnen de begrenzing van het KRW-waterlichaam Hollandse kust. Ook zijn er potentiële uitstralingseffecten tot in KRW-waterlichamen Waddenkust (kustwater), Waddenzee en Waddenzee vastelandskust.

1B De activiteit heeft geen negatief effect op concreet geplande of al uitgevoerde KRW-maatregelen.

1C Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst. De geplande werkzaamheden vallen in een ecologisch kwetsbaar gebied, aangezien de ingreep plaatsvindt in kustwateren en invloed heeft op het gebied buiten de vaargeulen.

1D De activiteit betreft een fysieke ingreep.

Uit bovenstaande blijkt dat als vervolgstap "Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)" doorlopen moet worden.



Figuur 29 Toetsingskader deel 3. Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)

Het als vervolgstap te doorlopen stroomschema, "Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)" is te zien in Figuur 29.

3A. De ingreep vindt plaats in een kustwater, KRW-waterlichaam de Hollandse kust, en heeft invloed op het gebied buiten de vaargeulen, aangezien de kabels daar aangelegd worden. De ingreep vindt zodoende plaats in een ecologisch relevant of kwetsbaar gebied.

Ook zijn er, vanwege het gevolg vertroebeling van de werkzaamheden, uitstralingseffecten naar de KRW-waterlichamen de Waddenkust (kustwater), Waddenzee en Waddenzee vastelandskust.

De volgende stappen (3B, 3C en 3D) dienen doorlopen te worden voor elk van de van toepassing zijnde biologische kwaliteitselementen voor elk van de waterlichamen, en wordt voor elk van de KRW-waterlichamen doorlopen in de volgende paragrafen.

#### 5.4.1.1 Hollandse kust (NL95\_3A)

Op basis van het eerste stroomschema lijkt dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, 'Fytoplankton' en 'Macrofauna'.

##### Fytoplankton

Tabel 25 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton \*groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
<b>Vertroebeling</b>	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

Rondom het plangebied zal de primaire productie van fytoplankton niet aanzienlijk worden verlaagd. Fytoplankton zal weinig hinder ondervinden door de tijdelijke toename van vertroebeling door opgewerveld slib, de remming van de primaire productie is verwaarloosbaar. Hierdoor zijn de effecten beperkt en zal er geen significant effect zijn op de ecologische KRW-deelmaatlat fytoplankton.

##### Macrofauna

Tabel 26 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna \*groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
<b>Vertroebeling</b>	Filterfeeders	Geen significante effecten	
<b>Sedimentatie</b>	Bodemdieren	Geen significante effecten	
<b>Habitataantasting</b>	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies, zal na 4-6 jaar herstellen.	

Bodemdieren zullen zeer lokaal met habitatverlies of verstikking door sedimentatie te maken krijgen. Van nature leven deze dieren al in een zeer dynamisch milieu en na 4 tot 6 jaar zullen zij zich hersteld hebben. De gevolgen van vertroebeling zijn lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Omdat er geen permanente schade optreedt aan habitat en er dus geen verlies van habitat is voor macrofauna t.o.v. de huidige situatie hebben de voorgenomen werkzaamheden in de Hollandse kust (NL95-3A) geen effect top de KRW-deelmaatlat macrofauna.

#### 5.4.1.2 Waddenkust (kustwater)

Op basis van het eerste stroomschema lijkt dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam, door het uitstralingseffect van vertroebeling. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam. Voor dit KRW-waterlichaam zijn de ecologische kwaliteitselementen fytoplankton en macrofauna van toepassing. Van de gevolgen van de ingreep bereikt alleen vertroebeling de begrenzing van dit waterlichaam (zie paragraaf 5.3).

## Fytoplankton

Tabel 27 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Waddenkust (kustwater) \*groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
<b>Vertroebeling</b>	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

Rondom het plangebied zal de primaire productie van fytoplankton niet aanzienlijk worden verlaagd. Fytoplankton zal weinig hinder ondervinden door de tijdelijke toename van vertroebeling door opgewerveld slib, de remming van de primaire productie is verwaarloosbaar. Hierdoor zijn de effecten beperkt en zal er geen significant effect zijn op de ecologische KRW-deelmaatlat fytoplankton.

## Macrofauna

Tabel 28 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Waddenkust (kustwater) \*groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
<b>Vertroebeling</b>	Filterfeeders	Geen significante effecten	

De verhoging van de slibconcentraties is lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Negatieve effecten op het biologisch kwaliteitselement macrofauna in de Waddenzee is dan ook uit te sluiten.

### 5.4.1.3 Waddenzee

Op basis van het eerste stroomschema lijkt dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam, door het uitstralings-effect van vertroebeling. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam. Voor dit KRW-waterlichaam zijn de ecologische kwaliteitselementen fytoplankton, macrofauna en overige waterflora van toepassing. Van de gevolgen van de ingreep bereikt alleen vertroebeling de begrenzing van dit waterlichaam (zie paragraaf 5.3).

## Fytoplankton

Tabel 29 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Waddenzee \*groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
<b>Vertroebeling</b>	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

De primaire productie van fytoplankton zal niet aanzienlijk worden verlaagd. Fytoplankton zal weinig hinder ondervinden door de tijdelijke toename van vertroebeling door opgewerveld slib, de remming van de primaire productie is verwaarloosbaar. Hierdoor zijn de effecten beperkt en zal er geen significant effect zijn op de ecologische KRW-deelmaatlat fytoplankton in KRW-waterlichaam Waddenzee.

## Macrofauna

Tabel 30 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Waddenzee \*groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	

De verhoging van de slibconcentraties is lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Negatieve effecten op het biologisch kwaliteitselement macrofauna in de Waddenzee is dan ook uit te sluiten.

## Overige waterflora

De vertroebeling zal de locatie van toegewezen overige waterflora in KRW-waterlichaam Waddenzee (intergetijde en bovenwater vegetatie) nauwelijks bereiken. Hiervoor zou een combinatie moeten optreden van hoog tij en een piek in de vertroebeling. De gevolgen van vertroebeling op overige waterflora in dit waterlichaam als gevolg van de geplande werkzaamheden zijn dusdanig verwaarloosbaar dat de ingreep geen negatieve invloed op dit biologische kwaliteitselement in de Waddenzee vastelandskust heeft.

### 5.4.1.4 Waddenzee vastelandskust

Op basis van het eerste stroomschema lijkt dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het waterlichaam, door het uitstralingseffect van vertroebeling. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam. Voor dit KRW-waterlichaam zijn de ecologische kwaliteitselementen fytoplankton, macrofauna en overige waterflora van toepassing. Van de gevolgen van de ingreep bereikt alleen vertroebeling de begrenzing van dit waterlichaam (zie paragraaf 5.3).

## Fytoplankton

Tabel 31 Relevante effecten voor kwaliteitselement Fytoplankton in KRW-waterlichaam Waddenzee vastelandskust \*groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	

De primaire productie van fytoplankton zal niet aanzienlijk worden verlaagd. Fytoplankton zal weinig hinder ondervinden door de tijdelijke toename van vertroebeling door opgewerveld slib, de remming van de primaire productie is verwaarloosbaar. Hierdoor zijn de effecten beperkt en zal er geen significant effect zijn op de ecologische KRW-deelmaatlat fytoplankton in KRW-waterlichaam Waddenzee vastelandskust.

## Macrofauna

Tabel 32 Relevante effecten voor kwaliteitselement Macrofauna in KRW-waterlichaam Waddenzee vastelandskust \*groen positieve verandering, neutraal geen impact, oranje tijdelijke negatieve verandering, rood permanente negatieve verandering

Effect	Soortgroep	Impact	Categorie*
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	

De verhoging van de slibconcentraties is lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Negatieve effecten op het biologisch kwaliteitselement macrofauna in de Waddenzee vastelandskust is dan ook uit te sluiten.

### **Overige waterflora**

De vertroebeling zal de locatie van toegewezen overige waterflora in KRW-waterlichaam Waddenzee vastelandskust (intergetijde en bovenwater vegetatie) nauwelijks bereiken. Hiervoor zou een combinatie moeten optreden van hoog tij en een piek in de vertroebeling. De gevolgen van vertroebeling op overige waterflora in dit waterlichaam als gevolg van de geplande werkzaamheden zijn dusdanig verwaarloosbaar dat de ingreep geen negatieve invloed op dit biologische kwaliteitselement in de Waddenzee vastelandskust heeft.

## **5.5 Conclusie**

Met betrekking tot de effecten van het ingraven van kabels in het gebied Hollandse kust (NL95\_3A) zijn er geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van het KRW-waterlichaam. Met betrekking tot de ecologische kwaliteit kan er beperkte invloed zijn op de primaire productie (fytoplankton) en op macrofauna. Met betrekking tot fytoplankton en macrofauna zijn er echter geen nadelige effecten te verwachten van een tijdelijke toename in vertroebeling. Effecten die potentieel optreden zijn van tijdelijke aard en zullen ook om die reden geen nadelig effect hebben op de hoeveelheid potentieel areaal voor fytoplankton en macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de ecologische KRW-maatlat van het waterlichaam.

Voor de KRW-waterlichamen de Waddenkust (kustwater), Waddenzee en Waddenzee vastelandskust zijn geen effecten gevonden die nadelig zijn voor de kwaliteit van deze KRW-waterlichamen. Van de optredende gevolgen van het ingraven van de kabels reikt alleen vertroebeling tot deze gebieden, wat met betrekking tot de ecologische kwaliteit beperkte invloed zou kunnen hebben op de primaire productie (fytoplankton) en op macrofauna. Met betrekking tot fytoplankton en macrofauna zijn er echter geen nadelige effecten te verwachten van een tijdelijke toename in vertroebeling. Effecten die potentieel optreden zijn van tijdelijke aard en zullen ook om die reden geen nadelig effect hebben op de hoeveelheid potentieel areaal voor fytoplankton en macrofauna. Er wordt daarom geen nadelig effect verwacht op de ecologische KRW-maatlat van deze waterlichamen.

## 6 BEHEER EN ONTWIKKELPLAN RIJKSWATEREN

### 6.1 Beheerplan Rijkswateren

De Waterwet omschrijft in artikel 6.21 in samenhang met 2.1 het toetsingskader voor de beslissing op de aanvraag. Een vergunning wordt geweigerd, voor zover verlening daarvan niet verenigbaar is met de doelstellingen in artikel 2.1 of de belangen, bedoeld in artikel 6.11.

In artikel 2.1 Waterwet zijn de algemene doelstellingen aangegeven die richtinggevend zijn bij de uitvoering van het waterbeheer:

1. Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste.
2. In samenhang met de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen.
3. De vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Deze doelstellingen vormen in onderlinge samenhang het toetsingskader bij vergunningverlening van Rijkswaterstaat (RWS). De doelstellingen zijn geconcretiseerd via normen en beleid ten aanzien van veiligheid, waterkwantiteit, waterkwaliteit en maatschappelijke functieervulling door watersystemen, in de Waterwet, in aanvullende regelgeving, in water- en beheerplannen op grond van hoofdstuk 4 van de Waterwet en in beleidsregels. De vastgestelde normen en het beleid zijn richtinggevend bij de toetsing of een aangevraagde handeling verenigbaar is met de doelstellingen voor het waterbeheer.

Onderstaande toetsing is gericht op voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschade. Daarnaast wordt er ook getoetst aan de maatschappelijke functies van het watersysteem. De toetsing aan de chemische en ecologische waterkwaliteit is gelijk aan de toetsing van de KRW (Hoofdstuk 5) en wordt hier niet nogmaals behandeld.

### 6.2 Effectbeschrijving

Van de werkzaamheden heeft met name de aanleg van kabels in het ondiepe gedeelte van de kustzone effect op het toetsingskader van de BPRW. De aanleg van kabels zal met name effect hebben op de primaire productie en op trekvisserij. Daarnaast kan er hinder ondervonden worden door geluid en verdroging. Verdroging wordt hieronder besproken. Het effect op primaire productie wordt behandeld in paragraaf 4.2.1.5. Het effect van vertroebeling op trekvisserij en de hinder van geluid zijn besproken in de toetsing KRM, in paragrafen 4.2.1.6 en 4.2.5.6.

#### 6.2.1 Verdroging

Verdroging kan in de aanlegfase optreden wanneer voor de boringen bronbemaling toegepast wordt. Daarnaast kan de aanwezigheid van objecten onder de grond van invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden of kan bij een boring een ondoorlatende laag doorboord worden. Er wordt ook van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een toename van invloed van leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de doorluchting van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermisting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Verdroging treedt alleen op in de aanlegfase wanneer bij boorlocaties en aansluitpunten bronbemaling noodzakelijk is. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels.



Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. In het ontwerp van de boring wordt met kwel en infiltratie rekening gehouden en de boring wordt afgedicht met mud/boerspoeiing, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

Vanwege de lage grondwaterstanden langs het tracé (ten opzichte van het maaiveld) is enkel bemaling nodig bij de in- en uitredepunten op het strand.

Uit het indicatief bemalingsadvies blijkt dat nergens bemaling noodzakelijk is, die leidt tot een grondwaterstanddaling in het gebied. In de duinen bevindt het grondwater (de GHG of Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand) zich dieper onder het maaiveld dan de benodigde drooglegging. Bemaling is mogelijk alleen noodzakelijk bij het aansluitpunt op het strand. Omdat de mofput hier onder de vloedlijn ligt, heeft de zee een zeer grote invloed. Bij vloed staat de mofput onder water (en is bemaling niet mogelijk). Alleen bij eb kan bemalen worden. De mofput kan tijdelijk drooggelegd worden, maar door de grote invloed van de zee is geen sprake van een significante grondwaterstanddaling in de omgeving.

## 6.3 Toetsing

### 6.3.1 Voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste

Het voornemen is getoetst aan de doelstellingen uit artikel 2.1 van de Waterwet. Voldoende water, niet te veel én niet te weinig, is cruciaal voor het goed functioneren van Nederland. De grote rivieren en het IJsselmeer staan daarbij centraal. Het waterbeheer is erop gericht om wateroverlast, watertekort, droogte en verzilting te voorkomen en nadelige gevolgen te beperken.

In de effectbeschrijving is aangetoond dat de activiteit niet tot verdroging leidt.

### 6.3.2 Vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen

Het Nationaal Waterplan kent verschillende gebruiksfuncties aan de Rijkswateren toe die specifieke eisen stellen aan het beheer of gebruik van het betreffende rijkswater. De functies zijn nader uitgewerkt in het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2016 – 2021 (BPRW).

Voor de Noordzee gelden de volgende functies:

- Natuur.
- Olie en gaswinning.
- Windenergie.
- Winning bouwgrondstoffen.
- Visserij.
- Recreatie (duikers, sportvissers en andere watersporten).
- Militair oefengebied.

Uitgangspunt van het BPRW is dat in beginsel aan de eisen van de gebruiksfuncties wordt voldaan wanneer de basisfuncties veiligheid, voldoende water en schoon & gezond water op orde zijn. Zoals aangegeven in de bovenstaande paragrafen heeft het project geen (onaanvaardbare) gevolgen voor het voorkomen en beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste en de bescherming en verbetering van de chemische en ecologische waterkwaliteit.

## 6.4 Conclusie

Met betrekking tot de Rijkswateren aan de Hollandse kust kan er geconcludeerd worden dat er geen negatief effect optreedt op het beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste. Daarnaast hebben de werkzaamheden ook geen effect op de vervulling van de maatschappelijke functies van het watersysteem.

## 7 REFERENTIES

- Akker van den, S., & Veen van den, L. (2013). Sound solutions, construction of offshore wind farms without underwater noise.
- Arcadis. (2018). Passende Beoordeling Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en Hollandse Kust (West Alpha). 079806108 A.4.
- Arends, E., Groen, R., Jager, T., & Boon, A. (2009). Passende beoordeling Wind op Zee.
- Baptist, M. J., & Leopold, M. F. (2010). Prey capture success of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency. *Ibis*, 152(4), 815–825.
- Becker, P. H., & Ludwigs, J.-D. (2004). *Sterna hirundo* Common Tern. BWP Update, 6, 91–137.
- Bijkerk, R. (1988). Ontsnappen of begraven blijven.
- Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(3), 557–569. <https://doi.org/10.1139/f99-290>
- Bos, O. G., Griffioen, A. B., van Keeken, O. A., Winter, H. V., & Gerla, D. J. (2018). Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2016. Wageningen Marine Research.
- Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelpaats en de Hooge Platen.
- Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.
- Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.3390/jmse4010018>
- Breine, J., & Van Thuyne, G. (2014). Opvolging van het visbestand van het Zeeschelde-estuarium met ankerkuilvisserij Resultaten voor 2014.
- Brenninkmeijer, A., Doeglas, G., & de Fouw, J. (2002). Foeragegedrag van sterns in de westelijke Waddenzee in 2002.
- Brenninkmeijer, A., & Stienen, E. W. M. (1992). Ecologisch profiel van de Grote Stern (*Sterna sandvicensis*). RIN-rapport 92/17.
- Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren.
- Burdon, D., Callaway, R., Elliott, M., Smith, T., & Wither, A. (2014). Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle *Cerastoderma edule* (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 150(PB), 271–280.
- Capuzzo, E., Lynam, C. P., Barry, J., Stephens, D., Forster, R. M., Greenwood, N., McQuatters-Gollop, A., Silva, T., Leeuwen, S. M., & Engelhard, G. H. (2018). A decline in primary production in the North Sea over 25 years, associated with reductions in zooplankton abundance and fish stock recruitment. *Global Change Biology*, 24(1).
- Cattrijsse, A. (1997). Vissen in troebel water.

Compendium voor de Leefomgeving. (2014). Europese Kaderrichtlijn Water | Compendium voor de

Leefomgeving.

Consulmij. (2007). Ecologische effectenstudie. Deelrapport 2. Ten behoeve van de MER's en de PB's voor de verdieping en uitbreiding van de Eemshaven en de verruiming van de vaarweg Eemshaven - Noordzee.

Coolen, J. W. P., Lengkeek, W., Lewis, G., Bos, O. G., Van Walraven, L., & Van Dongen, U. (2015). First record of *Caryophyllia smithii* in the central southern North Sea: artificial reefs affect range extensions of sessile benthic species. *Marine Biodiversity Records*, 8, e140. <https://doi.org/DOI:10.1017/S1755267215001165>

de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, 5(3), 211–232.

De Jong, C., & Binnerts, B. (2018). Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115).

De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60(12), 1517–1526. <https://doi.org/10.1139/f03-123>

Del Hoyo, J., Elliot, A., & Sargatal, J. (1996). *Handbook of the birds of the world, Vol. 3, Hoatzin to Auks*. Lynx Edicions.

Didderen, K., & Bouma, S. (2012). Reacties van zeehonden op baggerschepen. *Suppletiewerkzaamheden bij Renesse*.

Dirksen, S., Witte, R. H., & Leopold, M. F. (2005). Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters *Melanitta nigra*.

Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (*Alosa sapidissima*) Homing to the Connecticut River from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 31(10), 1607–1619.

Duin, van C. F., Jaspers, C. J., Arends, S., Bilt van de, S., & Sain de, M. (2015). Milieueffectrapport kavelbesluit II windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling. Projectnummer: 337839, Referentienummer: GM-0156561.

Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijs: de waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.

Essink, K. (1993). Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems - Dollard estuarium en de Waddenzee: eindrapport van het project Baghwad\*3.

Fijn, R.C., F.A. Arts, B.W.R. Engels, J.W. de Jong, M.P. Collier, A. Gyimesi, M. Hoekstein, R-J. Jonkvorst, S. Lilipaly, P. A. W. (2016). Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2015-2016. Bureau Waardenburg Rapportnr: 16-199.

Fisher, C., & Slater, M. (2010). *Electromagnetic Field Study: Effects of electromagnetic fields on marine species, a literature review*.

Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Neal, K. J., & Kimber, J. A. (2005). COWRIE 1.5 The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review.

Gill, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub- sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. In Commissioned by COWRIE Ltd (Issue 68).

Glutz von Blotzheim, U. N., & Bauer, K. M. (1982). *Handbuch der Vogel Mitteleuropas. Band 8/2: Charadriiformes III*.

Harezlak, V., van Rooijen, A., Friocourt, Y., van Kessel, T., & Los, H. (2012). Modelberekeningen slib en primaire productie. Achtergrondrapport MER winning suppletiezand Noordzee 2013 t/m 2017.

Hawkins, A. D., Pembroke, A. E., & Popper, A. N. (2015). Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25, 39–64.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2014). Assessing the impact of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *Acoustics Today*.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. *ICES Journal of Marine Science*, 74(3), 635–651.

Heinis, F., De Jong, C. A. F., Van Benda-Beckmann, S., & Binnerts, B. (2019). Kader Ecologie en Cumulatie - 2018. Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen.

Hoogeboom, B. P., & Rotmensen, G. J. (1998). De effecten van het storten van Boorspecie in de Westerschelde. Doelstudie in het kader van de MER Boorspecies Westerscheldetunnel. RApport IRKZ-98.013.

International Maritime Organisation. (2018). Anti-fouling systems.

Jak, R., & Tamis, J. (2011). Natura 2000-doelen in de Noordzeekustzone Van doelen naar opgaven voor natuurbescherming.

Jongbloed, R. H., Wal, J. T. van der, Tamis, J. E., Jonker, S. I., Koolstra, B. J. H., & Schobben, J. H. M. (2011). Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. IMARES Rapport C170/11 ARCADIS rapport 075990726:C.

Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon *Acipenser ruthenus* (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, 61, 87–92.

Kelly, F. L., & King, J. J. (2001). A review of the ecology and distribution of three lamprey species, *Lampetra fluviatilis* (L.), *Lampetra planeri* (Bloch) and *Petromyzon marinus* (L.): a context for conservation and biodiversity considerations in Ireland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 165–185.

Kiorboe, T., Mohlenberg, F., & Nohr, O. (1981). Effect of suspended bottom material on growth and energetics in *Mytilus edulis*. *Marine Biology and Ecology*, 61, 283–286.

Kirschvink, J. L. (1990). Geomatic sensitivity in cetaceans: an update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, 120, 1–24.

Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, 35(3), 334–350. <https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2>

Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat.

Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.

Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(4), 191–198. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0191:ELP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2)

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75(1), 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036>

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47(2), 143–151.

Maes, Joachim, & Ollevier, F. P. (2005). Impact van baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde op de ecologie van de rivierprik.

Maes, Joachim, Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, 602(1), 129–143.

Maitland, P. S. (1980). Review of the ecology of lampreys in northern Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(11), 1944–1952.

Maitland, P. S., & Hatton-Ellis, T. W. (2003). Ecology of the Allis and Twaite Shad. *Conserving Natura. 2000. Rivers, Ecology Series*, 3.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2020). Factsheet KRW - behorende bij Stroomgebiedbeheerplan SGBP2 2015-2021 Waterlichaam: Hollandse Kust (kustwater).

Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, R. (2015). *Natura 2000 Deltawateren. Westerschelde & Saefinghe, Ontwerpbeheerplan 2015-2021.*

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Ministerie van Economische Zaken. (2012). *Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020 deel 1.*

Molenaar, J. G. (2003). Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier.

Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species.

Olsson, T., Bergsten, P., Nissen, J., & Larsson, A. (2010). Impact of electric and magnetic fields from sub-sea cables on marine organisms. *Vattenfall Power Consultant Report.*

Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management*, 31(1), 1–11.

Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, 75(3).

Rijksoverheid. (2018). *Actualisatie Mariene Strategie deel 1.*

RIVM. (2017). *Risico's van stoffen | KRW.*

RWS. (2016). *Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016 - 2021.*

Skóra, M., Sapota, M., Skóra, K., & Pawelec, A. (2012). Diet of the twaite shad *Alosa fallax* (Lacépède, 1803) (Clupeidae) in the Gulf of Gdansk, the Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 41(3), 24–32.

Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference. 95.

Stienen, E. W. M., & Brenninkmeijer, A. (1992). *Ecologisch profiel van de visdief (Sterna hirundo).*

STOWA. (2012). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2015-2021.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs ( porpoise detectors ) Technical report. Review Literature And Arts Of The Americas, February.

Tricas, T. (2012). Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranch and other marine species.

van der Baan, Jos; van Til, S. (2018). Net op Zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)|Slibmodelleerstudie.

Van der Stap, T., Coolen, J. W. P., & Lindeboom, H. J. (2016). Marine Fouling Assemblages on Offshore Gas Platforms in the Southern North Sea: Effects of Depth and Distance from Shore on Biodiversity. PLoS ONE, 11(1).

Werner, D., Hale, S. E., Ghosh, U., & Luthy, R. G. (2010). Polychlorinated Biphenyl Sorption and Availability in Field-Contaminated Sediments. Environmental Science and Technology, 44, 2809–2815.

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. North American Journal of Fisheries Management, 21(4), 855–875. [https://doi.org/10.1577/1548-8675\(2001\)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2)

## BIJLAGE A TECHNICAL INSTALLATION METHOD

PROJECT LEADER J.W.Groefsema BSc.  
 CLIENT Licensing team HKWB  
 AUTHOR J.W. Groefsema  
 DEPARTMENT NLO - Offshore

DATE Februari 25 , 2021  
 VERSION 4.0  
 VERSION DATE Februari 25 , 2021  
 STATUS Final  
 PAGE 1 of 52

# Typical Installation Method Hollandse Kust west Bèta

Overview of the possible installation methods of the HKWB offshore grid

Rev	Date	Change history	Author	Reviewers
1.0	12-06-2019	Definitieve versie	EvD	
1.01	15-08-2019	Review TNW verwerkt	EvD	
1.02	16-04-2020	Update tav HDD onder duinen	BvB/ RvdB	JWG
2.0	03-06-2020	Update gereed voor MER	JWG	
3.0	02-11-2020	Aanpassing tbv vergunningen aanvraag	JWG	
4.0	25-02-2021	Corridor Interlink aangepast	JWG	



<b>1. Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2. Overview offshore grid connection</b>	<b>5</b>
<b>3. Offshore platform</b>	<b>7</b>
3.1 Design	7
3.1.1 Design philosophy	7
3.1.2 Electrical installation	8
3.1.3 Safety and environment	8
3.1.4 Access	8
3.1.5 Approximate dimensions and weight	9
3.1.6 Scour protection	9
3.2 Installation of the offshore platform	9
3.2.1 Preparations before installation	9
3.2.2 Jacket installation and piling	10
3.2.3 Topside installation	12
3.2.4 Interlink cable	12
3.3 Operational phase of the offshore platform	12
3.4 Decommissioning of the offshore platform	13
<b>4. HVAC sea cables</b>	<b>14</b>
4.1 Cable design HVAC 220kV sea export cable	14
4.2 Cable design HVAC 66 kV interlink cable	15
4.3 Cable route design sea cable	15
4.3.1 Design philosophy	15
4.3.2 Crossing third party assets	17
4.3.3 Route survey and basic design	19
4.4 Installation preparations	19
4.4.1 UXO and archaeological survey	19
4.4.2 Route survey	20
4.4.3 Detailed route engineering	20
4.4.4 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run	21
4.4.5 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01	21
4.4.6 Preparing for burial in areas with mobile seabed	22
4.4.7 Pre-trenching run	23
4.5 Installation of the export cables	24
4.5.1 Deep water	24
4.5.2 Near shore	25
4.5.3 Landfall	26
4.5.4 Trenching tools	27
4.6 Post installation activities offshore cables	34

4.7 As built survey	34
4.8 Operational phase offshore cables	36
4.9 Decommissioning offshore cables	36
4.9.1 Cables	36
4.9.2 Crossing structures	36
<b>5. HVAC land cables</b>	<b>37</b>
5.1 Cable design	37
5.2 Cable route design	38
5.2.1 Sea to land cable transition joint	38
5.2.2 Cross bonding Land Cable sections	39
5.3 Cable installation	40
5.3.1 Horizontal directional drilling	41
5.3.2 HDD installation tools	47
5.4 Post installation activities on shore cables	49
5.5 As built survey	49
5.6 Operational phase offshore cables	49
5.7 Decommissioning offshore cables	49
<b>6. Transformer station</b>	<b>50</b>
6.1 Design	50
6.1.1 Lay-out	50
6.1.2 Electrical Installation	50
6.1.3 Safety and environment	50
6.1.4 Access	51
6.1.5 Buildings	51
6.2 Construction phase	51
6.3 Operational phase	52
6.4 Decommissioning	52

## 1. Introduction

By means of the National Energy Agreement, the Dutch government wants to achieve a substantial increase in the share of wind energy in the Netherlands' energy mix. To increase offshore wind energy capacity, the government has initiated Routekaart 2030, which designates three zones in the North Sea for the development of new wind farms.

The offshore wind farms will be connected to the national transmission grid by means of an offshore transmission grid. TenneT has been appointed as operator of the offshore grid by the Ministry of Economic Affairs and Climate.

One of the wind farm zones lies about 60 km West of Ijmuiden, south of the planned Windfarm Hollandse Kust west Alpha, and is referred to as "Hollandse Kust west Bèta" Wind Farm Site (from here on denoted as HKwB). The wind farm site will be connected to the onshore grid at the existing substation Beverwijk. The different route options from the wind farm site to the onshore grid as to be investigated in the Environmental Impact Assessment, are shown in Figure 1.

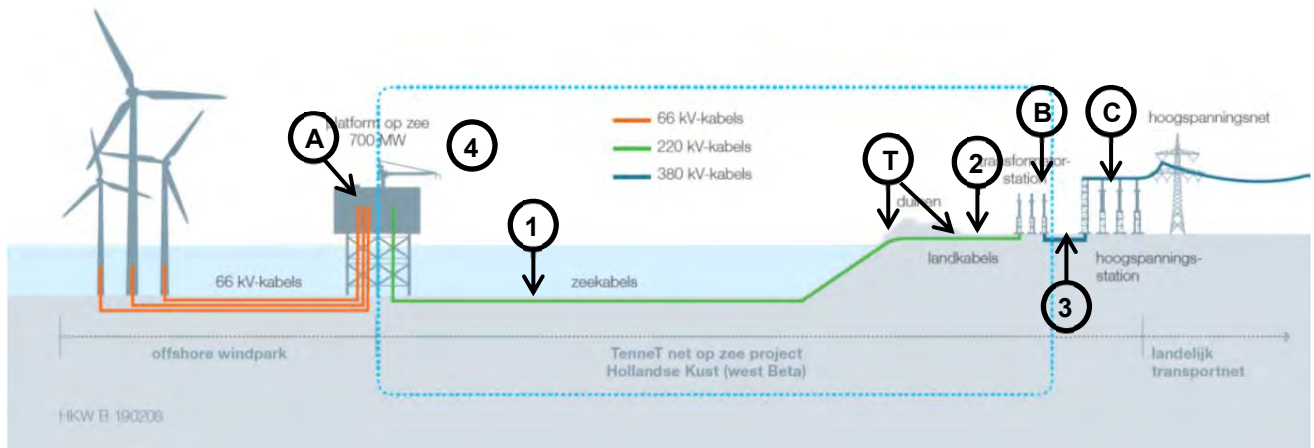


**Figure 1 Chart of the different cable route options from the HKwB windfarm to the onshore grid.**

This Typical Installation Method (TIM) describes the design philosophy of the different components of the offshore grid connection and outlines the corresponding possible installation methods, focussing on the relevant items from spatial and environmental perspective. It can therefore be used as input for the Environmental Impact Assessment and permit applications.

## 2. Overview offshore grid connection

The HKwB offshore grid connection consists of six main parts as shown in Figure 2. The items 'A to C' are the connection points in the grid, the items '1, 2, 3' the cables connecting them. The cable route from 'A' to 'T' is the offshore section and from 'T' to 'B' is the onshore section. The section 'B' to 'C' is the connection between the transformer station and the existing onshore substation.



**Figure 2 Offshore grid Hollandse kust West beta**

### Connection points

- A. Offshore platform
- T. Transition joint
- B. Transformer station
- C. Existing substation

### Cables

1. HVAC 220 kV sea export cables
2. HVAC 220 kV land export cables
3. HVAC 380 kV land cable
4. HVAC 66kV interlink cable

### Offshore platform (A)

The offshore platform is the interface between the offshore wind park cables and the HVAC 220 kV sea export cables leading to shore. It transforms the 66 kV wind park generated voltage to the 220 kV for transport to shore. The platform contains the electrical equipment required to transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on- and of the platform.

### Transition joint (T)

The transition joint is the interface between the HVAC 220 kV sea export cables and the HVAC 220 kV land export cables. Here, the connection from one HVAC 220 kV sea export cable to three single core HVAC 220 kV land export cables is made. The transition joint will be located either on the beach or behind the dunes.

## Transformer station (B)

The transformer station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the transformer station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the transformer station.

## Existing Onshore substation (C)

The onshore 380 kV substation forms the interface between the HVAC 380 kV land cables and the existing TenneT high voltage grid. Here the power produced by the offshore wind farms is connected to the TenneT high voltage grid. HKwB will be connected to the onshore grid at the existing substation Beverwijk. This connection will be realized in the project Hollandse Kust Noord.

## HVAC 220 kV land and sea export cables (1 & 2)

Two export cable systems are connecting the HKwB platform to the transformer station and can be divided in two main sections, where the first section is the land section and the second the sea section.

1. Land section: HVAC 220 kV land cables from the HKwB transformer station up to the transition joint.
2. Sea section: HVAC 220 kV sea cables from the transition joint to the HKwB platform.

The connection from the transformer station to the beach will be mainly covered with HDD drillings,). Two options are evaluated to determine the optimal location for the transition joints between the land and sea cables.

## HVAC 380 kV land cable (3)

For the HKwB project the existing connection of two 380kV circuits realized by the project Hollandse kust Noord will be used.

## HVAC 66 kV Interlink Sea cable (4)

Between the HKwB and HKwA platform a 66 kV interlink sea cable will be realized as a redundant power supply both ways for the platforms.

### 3. Offshore platform

The offshore platform consists out of four main parts:

1. The topside: this is the part of the platform where most of the installations are located. It contains four decks, including the roof where the platform crane is situated. All rooms are accessible via outside gangways.
2. The jacket: this is the supporting structure for the topside which also includes the cable deck and all the J-tubes that carry the sea cables from the seafloor to the topside.
3. Foundation piles: the skirt piles secure the jacket structure to the seabed.
4. The erosion protection around the jacket: which ensures that erosion will not threaten the stability of the jacket and platform and that the currents around the jacket will not endanger the cables from and to the platform.

#### 3.1 Design

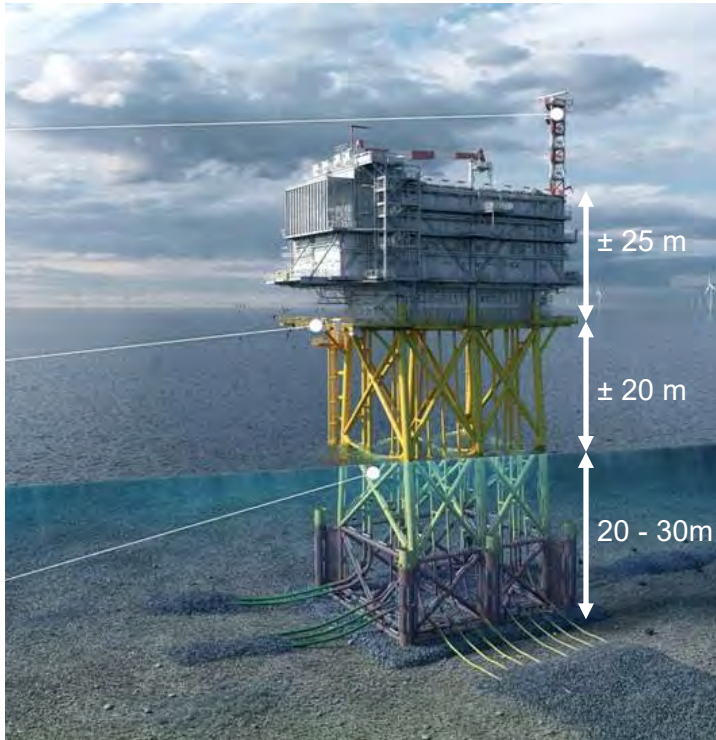
##### 3.1.1 Design philosophy

TenneT has made a basic design for the offshore platform (see Figure 3). This basic design is already applied for the Borssele, Hollandse Kust (zuid) and Hollandse Kust noord and west Alpha projects and will also be used for the HKwB offshore platform. Key elements of this basic design are:

1. The offshore platform contains all necessary systems, (high voltage, auxiliary, secondary- and safety) required to transport the required 700 MW
2. It contains systems to ensure the safety on- and of the platform.
3. the platform will be unmanned, with no living quarters (only emergency supplies)
4. the platform auxiliary systems shall be fully automated.
5. Remote monitoring and control shall be possible from the onshore control centre. Local monitoring and control shall be possible during manned maintenance campaigns
6. No helideck, all logistics will be done with a boat.
7. A rock placement around the base of the jacket to avoid erosion around the legs and to safeguard the cables against longer free spans and as such against the impact of vortex induced vibrations.

Although the design is standardized, local conditions (wind, waves, water depth, currents, soil etc.) can result in alterations on the standardized platform concept, however mainly on the jacket structure, such as:

- The water depth at HKwB will determine the exact jacket dimensions.
- Soil conditions will determine the pile dimensions.
- J-tube lay-out at seabed level can slightly deviate based on field lay-out.
- The extents of the erosion protection by rock placement depends on the local water depths and on the local current and wave conditions
- Number of legs (e.g. six instead of four)



**Figure 3 Standardized 700 MW AC offshore substation concept (scour protection is not depicted)**

### 3.1.2 Electrical installation

The Offshore Wind Farm is connected to the offshore platform via 66 kV sea cables that enter the platform via J-tubes. The cable ends connected to the 66 kV GIS bays (Gas Insulated Switchgear). From there the voltage is increased to 220 kV by the two 400 MVA 220/66/66 kV transformers and via the 220 kV GIS bays to the 220 kV export cables.

### 3.1.3 Safety and environment

The platform is unmanned since all the systems are controlled from onshore. By reducing the amount of systems (LEAN design), the required maintenance campaigns are limited. In case of a fire, inert gas is used as extinguishing agent. This gas removes the oxygen from the air and is not harmful to the environment. In the transformer rooms foam is used as extinguishing agent since the transformers are filled with oil. Any leaking oil from the transformers is collected in a tank.

### 3.1.4 Access

The platform is designed without a helideck. Access to the platform is guaranteed via two boat landings plus the opportunity to use a 'walk-to-work' solution. In case of an emergency, Heli hoisting from the roof deck is possible.

### 3.1.5 Approximate dimensions and weight

	Jacket	Topside	Foundation piles
Height	50 metres	28 metres	n.a.
Length	28 metres	58 metres	60 metres
Width	20 metres	20 metres	2,2 metres
Weight	2.900 metric tons	3.350 metric tons	180 metric ton per pile

**Table 1. Approximate dimensions and weight for offshore platform components.**

### 3.1.6 Scour protection

The scour protection around the jacket will be designed such that it fits the local conditions. The design aims at a maintenance free scour protection over the lifetime of the platform. The scour protection provides a stable base for the cables to and from the platform, which ensures that the free spans between the J tubes and the rock bed around the platform does not increase in length. That way the vortex induced vibrations in the cables can be kept below a safe threshold. The cables to and from the platform will be protected against external damage for the section over the scour protection as well as for a part of the area where edge scour will occur around the scour protection.

## 3.2 Installation of the offshore platform

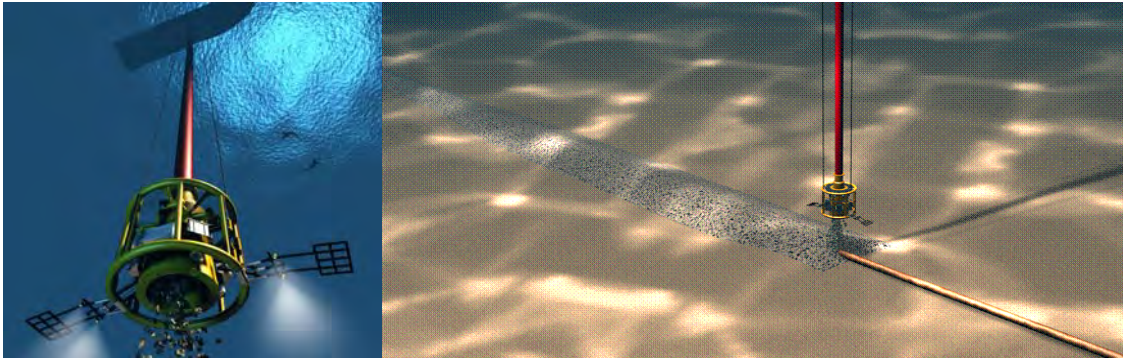
### 3.2.1 Preparations before installation

Prior to the installation of the jacket a site survey is executed that includes but is not limited to: bathymetry, magneto survey, sub bottom profiler. Based on the results a UXO identification and clearance campaign can be required to clear the area from potential UXOs. For the design of the foundation (dimensions and penetration depth) a geotechnical survey is executed that includes at least one drill to approximate 80 meters below seafloor and one cone penetration test (CPT) per footing of the platform.

A scour assessment will be performed in order to determine the extent of the scour holes which are to be anticipated as a result of the waves and currents around the jacket.. Based on the results of the scour assessment for the Borssele and the Hollandse Kust (zuid) platforms as well as based on the common practice in the North Sea and the German Bight, it is expected that a scour protection around the HKwB platform will be required. This scour protection will extend under the jacket, under the J-tubes and up to approximately 15 - 20 meters outside the legs of the jacket.

If the seabed at the location of the platform is not sufficiently level, the seafloor will be levelled using a dredging plough or suction hopper dredger. After level, the scour protection can be installed. The scour protection is installed by a rock installation vessel that drops the rocks via a fall pipe onto the seabed, see Figure 4. This will take approximately one week (excluding possible waiting on weather)





**Figure 4 Rock installation by a Fall Pipe Vessel using a Fall Pipe Remotely Operated Vehicle**

After the placement of the jacket, additional rock can be placed to protect specific parts of the jacket, using a specific type of Fall Pipe Vessel, which places rock via an inclined pipe, see Figure 5



**Figure 5 Rock installation vessel with inclined fallpipe**

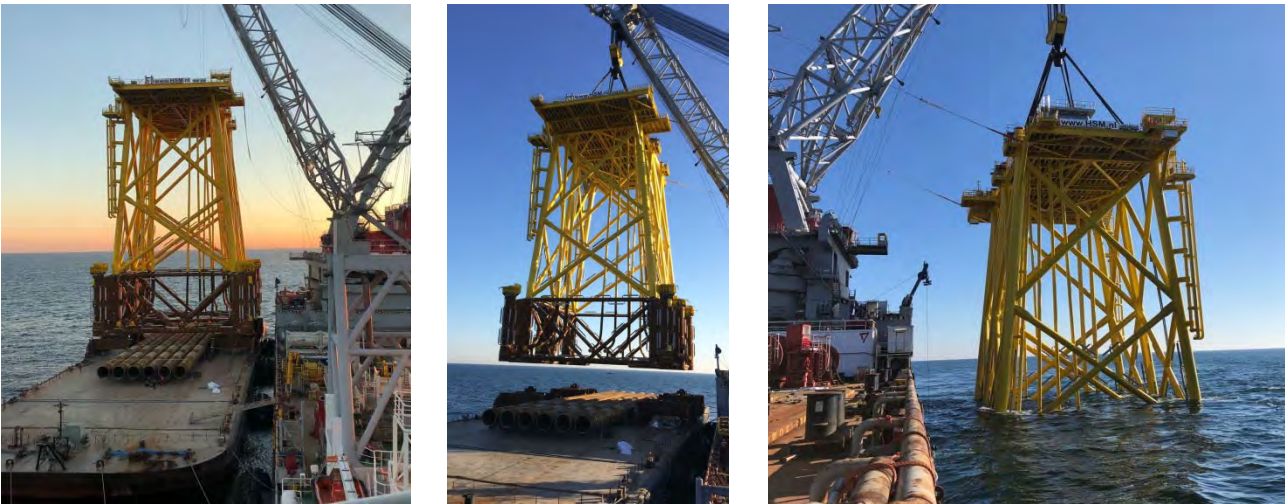
### 3.2.2 Jacket installation and piling

The jacket will be manufactured at a yard and after completion be loaded onto a barge which will be tugged to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the jacket of the barge and lower the jacket onto the seabed. The heavy lifting vessel operates either via dynamic positioning<sup>1</sup> or by using anchors. In case of the latter, tugboats will position and lower a total of 12 anchors (the exact number of anchors depends per vessel) to the seabed. By tensioning and releasing specific anchors, the installation vessel manoeuvres to the exact required location.

---

<sup>1</sup> Dynamic positioning (DP) is a computer-controlled system to automatically maintain a vessel's position and heading by using its own propellers and thrusters

The jacket is lowered onto the rock bed of the scour protection. The “mud mats”, which are plates at the base of the legs of the jacket provide stability to the jacket during this temporary installation phase.



**Figure 6 Installation of jacket**

Once the jacket is in place, piling can begin. The pile is lowered into the pile sleeve after which the hammer is set on the top the pile, see Figure 7. Driving of a pile into the seabed to the required depth can take about a day per pile. After the piles are driven into the soil to their required depth, the connection between the pile and the pile sleeve is grouted to ensure a solid connection between the piles and the jacket. From that moment the piles can support the jacket and the mud mats lose their function. As soon as the jacket is supported by the piles instead of by the mud mats, the jacket is well protected against the influence of storms and high currents. Total installation time of the jacket is approximately two weeks. This is excluding possible waiting of weather.



**Figure 7 Piling of jacket**

### 3.2.3 Topside installation

The top side is realised at a yard as well. After its completion the topside will be loaded onto a barge which is towed to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the topside of the barge and place it onto the jacket, see Figure 8 .



**Figure 8 Installation of topside**

Once the topside is placed on the jacket the connections between the jacket and topside are welded. Installation of the topside takes approximately one week, this is excluding the time for welding as mentioned above and possible waiting on weather.

During the post installation works after the jacket and topside are installed, a jack-up barge will be positioned beside the platform to facilitate all required works for the commissioning of the platform and grid connection for an estimated time of three months. If required, additional rock placement can take place at this stage as well, to ensure stability of the pipes of the jacket.

### 3.2.4 Interlink cable

The HKwB platform will have a 66kV connection with the HKwA platform. The goal of this 66kV interlink connection is to create a redundancy in the power supply of both platforms. The route of this interlink cable will be determined based on the results of the route surveys. Further on in this document the specifications are given.

## 3.3 Operational phase of the offshore platform

During the operational phase of the offshore platform maintenance campaigns will take place. The extent of the campaigns differs per campaign and is partially depended on the condition of the platform and it's systems. Monitoring of the systems is performed onshore. Annually three visual inspections will be performed of which one is combined with the annual maintenance campaign. Every three and six years an extensive maintenance campaign is performed.

During its lifetime the scour protection and any additional protection to the cables around the platform will be surveyed frequently. If so required additional rock will be placed to protect the platform and the protection to the cables.

### 3.4 Decommissioning of the offshore platform

After the life span of about 30 years of the offshore platform, the jacket and topside will be removed in case it's not being used for any other function. This will be done in the reversed order of the installation described in the paragraph above. However, in case of disproportionate damage to the environment as a result of their removal, the parts of the piles in the seabed and scour protection will remain on the seabed.

## 4. HVAC sea cables

In this chapter information is provided on the design and installation of High Voltage AC (HVAC) 220 kV sea export cables, which connect the HKwB offshore platform and the transition joint.

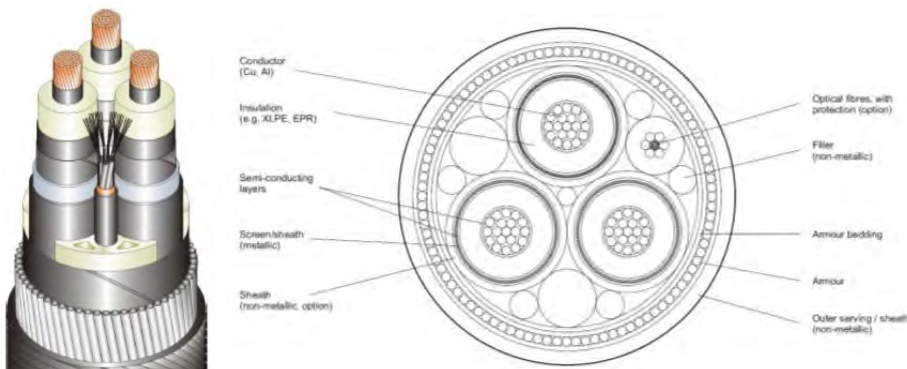
### 4.1 Cable design HVAC 220kV sea export cable

The HVAC 220 kV sea export cable system consists of one 3-core combined cable per circuit and thus the HKwB sea cable system consists of two 3-core cables. Key elements of the sea export cable are:

	220 kV (export) cable
Nominal voltage	220 kV
Outer diameter	250 – 300 mm
Conductor cross section	800 – 1800 mm <sup>2</sup>
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Extruded lead or smooth aluminium welded sheath
Outer sheath	Steel armouring wires and black polypropylene yarns.

**Table 2: Key elements of the sea export cable.**

A typical cross section of a HVAC 3-core sea cable is shown in Figure 9.



**Figure 9 Typical 3-core HVAC 220 kV sea export cable cross section (ref. DNVGL-RP-0360)**

Furthermore, 1-3 fibreglass cables are integrated in the 220kV Sea export cable.

Exact dimensions of the cables will be determined by the contractor based on the exact cable routing, burial depth and soil conditions.

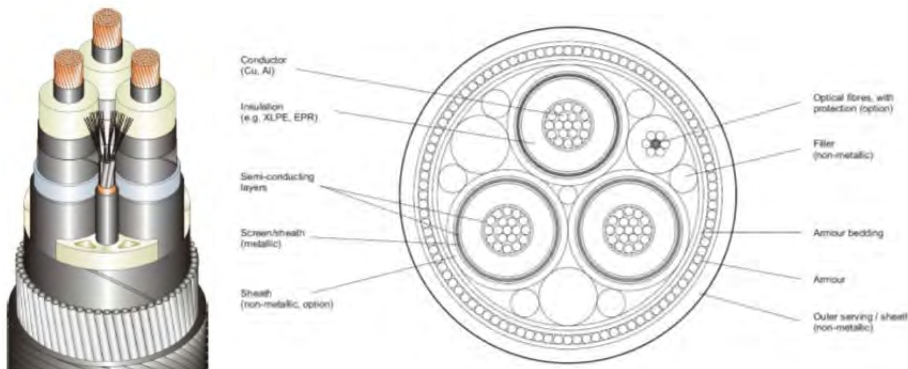
## 4.2 Cable design HVAC 66 kV interlink cable

The HVAC 66 kV sea cable system consists of one 3-core combined cable per circuit and thus the HKwB sea cable interlink system consists of one 3-core cables. Key elements of the sea export cable are:

66 kV (export) cable	
Nominal voltage	66 kV
Outer diameter	150 – 250 mm
Conductor cross section	500 - 800 mm <sup>2</sup>
Material conductor	Aluminium (Al)
Insulation	Extruded XLPE or EPR
Metal sheath	Various designs
	Steel armouring wires and black polypropylene yarns.
Outer sheath	

**Table 3: Key elements of the 66 kV interlink cable.**

A typical cross section of a HVAC 3-core sea cable is shown in Figure 910.



**Figure 10 Typical 3-core HVAC 66 kV sea cable cross section**

Furthermore, 1-3 fibreglass cables are integrated in the 66kV Sea export cable.

The exact dimensions of the cable will be determined by the contractor based on the exact cable routing, burial depth and soil conditions.

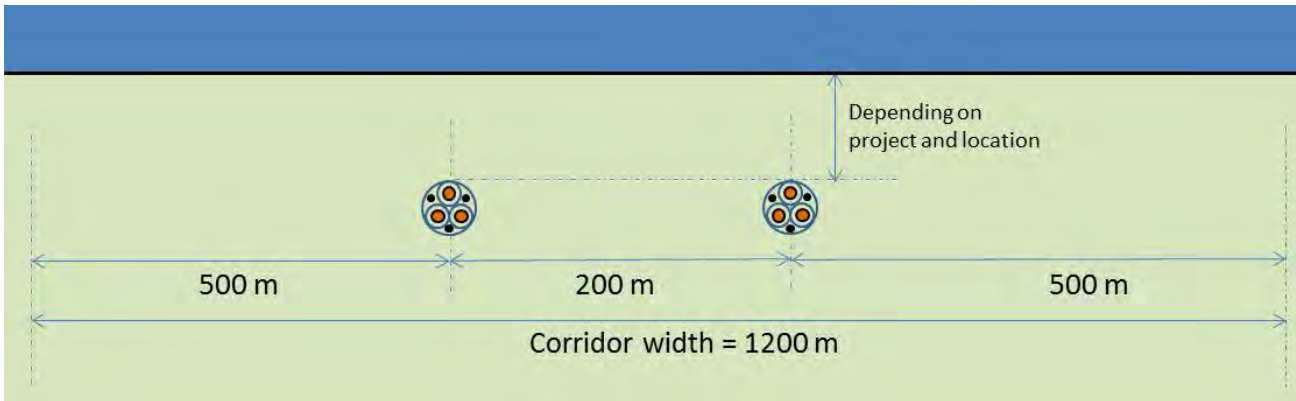
For the interlink the total corridor is 200 meters.

## 4.3 Cable route design sea cable

### 4.3.1 Design philosophy

In the Offshore section the HVAC 220 kV sea export cables have a distance of 200 metres and a post-construction exclusion zone on either side of the outermost cables of 500 meters. For a two-cable system the

total corridor width is thus 1200 meters. See also Figure 10 below.



**Figure 10 Cable corridor offshore section – 2 cable systems**

On the beach the distance between the two cables will be reduced to 30 metres and a post-construction exclusion zone on either side of the outermost cables of 50 metres, resulting in a total corridor width of 130 metres for a two-cable system.

The export cables will be buried to protect the cables against external threats - in particular dragged fishing gear and dragged anchors. The cables are buried as well to protect other users of the seabed against hooking behind the cable and as well to reduce the impact on the environment where needed.

When investigating the cable route, at least the items below should be taken into account.

- Regulatory requirements;
- Commercial operations, restricted areas, obstructions, other cable and pipelines;
- Geology, composition of the seabed;
- Meteorological and marine conditions;
- Natural environment;
- Bathymetry and seabed mobility;
- Likelihood of encountering unexploded ordnance;
- Presence of pollution in the seabed.

The Depth of Burial (DoB) for the HKwB sea export cables will be based on (1) the permit requirements, (2) an assessment of seabed mobility over the lifetime of the cables and (3) an assessment of the penetration into the seabed of external threats (risk Based Burial Depth) For the various sections of the route, the (statistical) threats to the offshore cable in combination with the protection provided by the local soil types are determined. This probabilistic approach of the Risk Based Burial Depths for offshore power cables is in line with the probabilistic approach of the NEN 3656, which applies to offshore pipelines.

As a minimum value the requirements from Dutch law and/or licenses, three metres below seabed up to three km from the low water line and one metre below seabed beyond that line, are taken into account.

Furthermore the following aspects are taken into account:

1. An economical optimal DoB is derived from considering the CAPEX installation costs for various installation depths against the OPEX costs of maintenance. This approach can result in a “bury and would like to forget” approach with regards to the burial depths. It is a “would like to forget” as the models predicting seabed mobility are by no means accurate to the decimetre over the lifetime of a cable. Lessons learnt from preceding projects indicate that a larger initial burial depth, which would avoid maintenance on the burial depth of the cables over their lifetime, is quite likely to result in lower life cycle costs and in a lower impact on the environment over the lifetime compared to initially shallower buried cables.
2. A maximum depth of burial relating to the heating up of offshore cable in relation to the thermal resistivity of the surrounding soils. It is to be noted however, that an increase in the depth of burial by accretion, for instance in the Waddensea, cannot be mitigated. Therefore, the maximum accretion on the cable route will be taken into account for the design of the cables.
3. A minimum depth of burial relating to a maximum allowable seabed heating and the electromagnetic field close to the surface of the seabed, in case such a limitations would be imposed on the offshore cable. At this moment in time there are no such requirements in place in The Netherlands.
4. The DoB will be defined relative to a reference level at or below the seabed. This reference level will either be a threat level determined by assessment of *slow seabed mobility* (mobility of plates, banks and gullies) or a reference level below the *fast moving seabed* features as sand waves, ripples and mega ripples, also called the "Non Mobile Reference Level). Future plans with regard to deepening of navigational channels is taken into account as well for this reference level.

#### 4.3.2 Crossing third party assets

Special attention should be paid at the locations where the export cables cross other assets (cables, pipes) which are in service. Deeper burial into the seabed of the 3<sup>rd</sup> party asset, prior to the installation of the TenneT cables, is not possible without posing a serious risk to the asset to be crossed. Drilling ducts underneath the 3<sup>rd</sup> party asset to be crossed and installing the cables through those ducts, results in a joint in the export cables and in excessive costs. Therefore, the TenneT cables will have to cross over the 3<sup>rd</sup> party asset. At these locations a minimum vertical separation of typically 0.3 to 1.0 meter, depending on the mutual influence of the export cable and the asset crossed is required (over the whole lifetime of the export cables).

Two types of crossing structures are considered suitable for the crossings with in-service subsea assets. Each crossing structure has a means of creating separation between the subsea asset and the power cable of typically 0.3m or more a means of protecting the cable where it is laid over the 3<sup>rd</sup> party subsea asset.

1. Separation by rock placement, outer protection by rock
2. Separation by a separator system around the power cable, outer protection by rock

Which crossing structure will be applied where depends on the outcome of the crossing agreement negotiations.



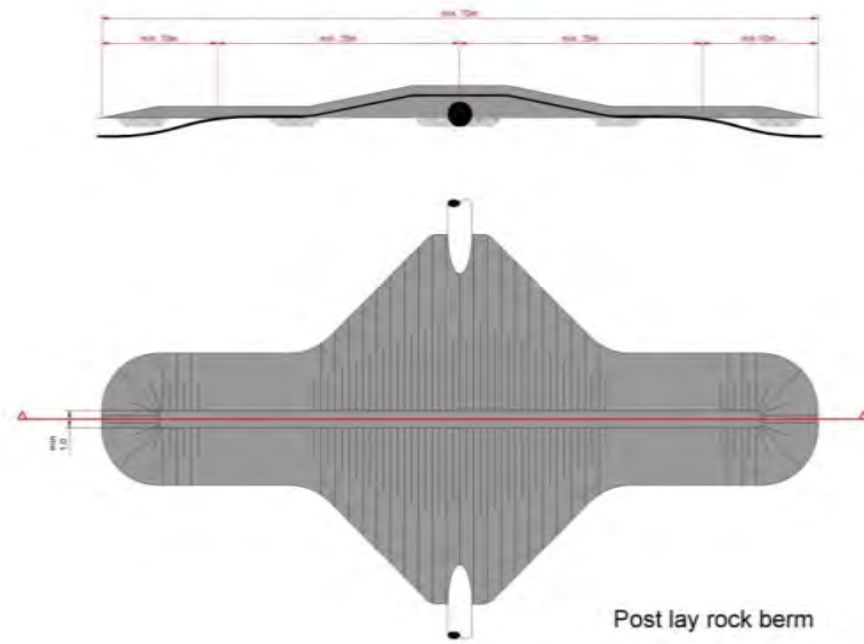


Figure 11 Typical rock - rock crossing structure

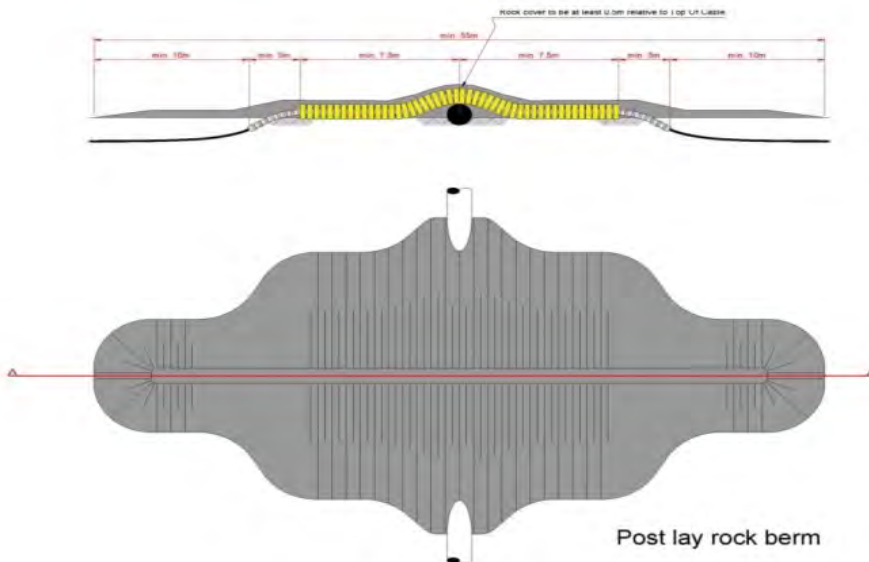


Figure 12 Typical separator - ROCK crossing structure

The outer rock layer of the crossing structures will be designed to be dynamically stable under design storm

and current conditions. This means that some movement of the rock is allowed under design storm conditions as long as the cover of the cable by the rock layer stays sufficient to protect the cables against external threats. The movement of the rock under storm conditions results in less steep side slopes of the rock berm, which stabilises the rock berm. Therefore some displacement of rock increases the stability of the rock berm. Depending on the location and the design storm conditions a stable rock grading is selected. In some cases this might result in berms that consist of multiple layers. This to ensure the large armour rock is supported by a rock bed of smaller rocks to ensure a filter effect that prevents sand from being washed out below. This is necessary to prevent that the armour rock sinks into the seabed over the lifespan of the berm.

On top of the outer rock layer a 0.2m thick sprinkle layer of gravel with a D90 of 80mm or less will have to be placed to minimise the risk on hooking by fishing gear, as required by the SODM (Staatstoezicht op de Mijnen). The rocks of this layer are, due to their small size, not stable under the design storm current and wave conditions. They are primarily intended to fill in the voids of the armour layer underneath.

#### 4.3.3 Route survey and basic design

Several route options for the export cables for the HKWB connection are studied and compared against each other as part of the preferred route alternative study (VKA – VoorKeursAlternatief). After the preferred route alternative is selected, a survey of this route will take place. The bathymetry along the cable route will be measured in detail, seabed mobility will be analysed for the lifetime of the cables, external threats to the cables will be assessed in detail and geotechnical and geophysical investigations will be performed to map the seabed in the light of cable engineering and cable burial. Obstacles along the route will be surveyed as well, amongst which the crossings with in-service and the presence of charted and uncharted out-of-service subsea assets. In case unknown wrecks (not present on current sea-charts or in available wreck data bases) are discovered during the survey or other objects with possible archaeological value, notice will be made and reported to the authorities. Where required and possible, these objects will be avoided by rerouting of the cable route(s) around the object.

Based on the geophysical and geotechnical survey results a basic design for as well the cable as the cable routing is made.

## 4.4 Installation preparations

### 4.4.1 UXO and archaeological survey

Following the Dutch working conditions act (Arbeidsomstandighedenbesluit) both Client (TenneT) and employer (contractor in this case) are responsible to ensure safe working conditions for their employees.

For detection of potentially present unexploded ordnance along the routes of the offshore cables, the requirements of the WSCS-OCE (*Werkveldspecifieke certificatieschema voor het Systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven*) are being followed, see <http://www.explosievenopsporing.nl/dossiers/wscs-oce/>

Prior to the route preparation and cable installation operations a magnetometer survey will be mostly executed, following the recommendations made in the previously executed UXO desk top study. Where UXO's with a low

ferrous content cannot be excluded, for instance the German LMB mines, additional survey techniques will be used to search for that specific type of UXO if required. The results of the offshore UXO survey will be interpreted by an UXO expert to advise on potential UXO's and or other objects/obstructions. Where possible the cables will be rerouted around these potential UXO's and/or objects encountered during this magneto metric survey. Typically 15 - 25m standoff distance is to be kept between the offshore cable route and an UXO. Standoff distances depend, amongst others, on the types of UXO expected and for instance on the installation / burial equipment that will be used. These standoff distances are prescribed in the UXO desk top study.

Potential UXO's which cannot be avoided by rerouting will be investigated by either an ROV (remotely operated vehicle) or by a diver. In case the object is identified as being an UXO, clearance of the UXO, by removal or detonation, will be performed by specialists from the Royal Dutch Navy. Where required, the UXO will be exposed by the UXO survey contractor by removing soil from above it with a dedicated dredge pump.

After the UXO survey and after clearance of potential UXO's which could not be avoided, an ALARP (As Low As Reasonably Practicable) will be provided by the UXO responsible manager for each cable route. For a risk to be ALARP it must be possible to demonstrate that the costs involved in reducing the risk further would be grossly disproportionate to the benefit gained. The ALARP principle arises from the fact that infinite time, effort and money could be spent on the attempt of reducing a risk to zero.

#### 4.4.2 Route survey

Before installation activities commence, a route survey will be conducted by the contractor. The goal of this pre installation survey is to update the bathymetry, to scan the cable route for obstacles and to update the understanding of the particulars of the cable route in relation to the selected installation methods. A particular focus will be on the mobile seabed's (mega ripples, sand waves, mobile banks), on the shallow grounds, on soil types adverse to the selected trenching method(s) (for instance clay, peat, glacial till in case of jet trenching) and on any debris on the seabed.

#### 4.4.3 Detailed route engineering

As soon as the bathymetry of the sea has been surveyed and the mobility of the seabed has been assessed, the routing of the cables will be optimised within the available corridor. The objective of this optimisation is to minimise pre installation seabed intervention by dredging, to optimise the locations for the crossings with other subsea assets and to minimise the maintenance requirement for the burial depth over the lifetime of the cables. Such crossings are preferably made in the troughs between sand waves and not at or near their crests. This optimised route will be investigated for potential UXO's, debris, wrecks and other obstacles. Crossing angles with in-service subsea assets to cross, for instance telecom cables and pipelines, will be optimised for installation purposes as well as brought in line with the particulars of the crossing agreements for each crossing.

The knowledge of the cable routes and possible obstacles along those various alternative cable routes, gathered during the surveys, will be used for detailed route engineering (or "micro rerouting"). Objective for the

micro-route engineering is to reduce the installation risks by avoiding obstacles as for instance potential UXO's and wrecks.

As part of the detailed route engineering the installation Depth of Burial (DoB) of the offshore cables will be set for all route sections. The installation DoB will be determined by the largest required installation depth as following from the DoB criteria as described earlier.

The maximum installation depth will be limited by:

1. Permitted maximum dredging volumes;
2. Technical possibilities available on the market with regards to cable burial depths;
3. Limitations with regards to cable installation techniques following from the permits and from the requirements from stakeholders such as Port Authorities;
4. Local soil conditions (achievable burial depths into hard seabed is limited by available techniques).

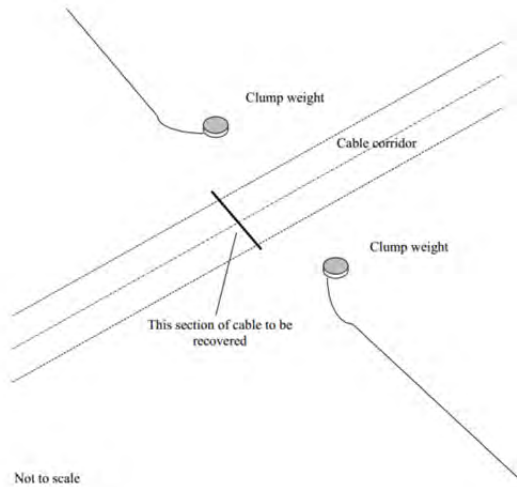
#### 4.4.4 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run

After the pre installation route survey, the route will be cleared of out-of-service cables and any significant debris encountered.

Just before cable installation can commence, a cable route clearance intervention by means of a pre lay grapnel run will be executed in order to remove debris on the seabed surface which pose a threat for offshore cable installation. During the Pre Lay Grapnel Run operation a shallowly penetrating train of grapnels will be dragged over the full length of the centre line of the intended cable routes, with the exception of crossing locations within service 3<sup>rd</sup> party assets. In particular abandoned ropes, wires and fishing nets pose a potential obstruction to cable installation. The Pre Lay Grapnel Run reduces the risk of obstruction during a possible trenching operation. All the removed debris will be brought back to port and be disposed-off in accordance with applicable regulations.

#### 4.4.5 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01

For the crossings with Out-Of-Service subsea telecom cables, the ICPC recommendation 01 "Management of Redundant and Out-Of-Service Cables" will be followed. The OOS cable will be dragged from the seabed to deck. A section will be cut out of the OOS cable long enough to clear the route for the HKN & HKW Alpha cables. The ends of the cut OOS cable will be placed back on the seabed attached to a clump weight to secure the end of the OOS cable to the seabed. Reference is made to Figure 13.



**Figure 13 Partial removal of OOS cables cf ICPC recommendation 01**

#### 4.4.6 Preparing for burial in areas with mobile seabed

As part of the detailed route engineering (see 4.4.3) the routes for the export cables will be assessed regarding seabed mobility. By micro rerouting the individual cable routes in these sections, crests of sand waves and sand banks will be avoided where possible, by rerouting through the troughs between the sand waves and sand banks. This has multiple advantages:

- It reduces the impact on the environment
- It can reduce dredging volumes
- It reduces the maintenance regarding the DoB of the export cables

Where mobile sand waves are to be crossed, pre sweep (dredging) profiles can be designed through the individual sand waves on a “trough to trough” basis. A corridor wide enough for a cable burial tool to pass through (typically width at the bottom in the order of 14 metres) will have to be dredged. The side slopes of the pre swept profiles are to be stable in the period between dredging and cable installation (typically in the order of 1:4 V:H). Therefore, the dredging operations will be scheduled as closely preceding the cable lay and trenching operations as practically possible. A Trailing Suction Hopper Dredger will be used to pre sweep the mobile seabed. Only sand will be dredged as any encountered clays or other cohesive material is considered non mobile over the lifetime of the cable. If any cohesive material is encountered during dredging (which has not been detected during the route survey), the dredging in that section will be stopped at that level.

The dredged seabed material will be disposed of besides of the cable route in order to keep the dredged material in the local mobile seabed system. Typically, a distance of 200m will be kept to the outer most cable route on the downstream side.

The cables will be trenched in the bottom of the pre swept profiles and therefore the cables will be protected in the pre swept profiles immediately after their installation. The pre swept profiles will be backfilled by nature over

time. The time required for sand waves to recover depends on the local tidal currents. It typically varies from weeks close to the coastline, to years at deeper water in the vicinity of amphidromical points, where tidal currents are less.

The dredging is typically executed by Trailing Suction Hopper Dredgers, or "hopper" in short. Hopper dredgers are versatile dredging tools which are capable to work in the challenging conditions with waves and currents in the nearshore section.



**Figure 14 Trailing Suction Hopper Dredger**

#### 4.4.7 Pre-trenching run

In case the burial assessment study, based on the soil information available from the initial cable route survey, indicates a relevant risk on not achieving the required DoB due to soil conditions, a pre-burial run will be considered. During the pre-trenching run the same burial tool, but without cable, will be pulled or manoeuvred along the cable route section selected as is intended to be used for the cable installation. As the cable is not present during that operation and as such is not pressing constrains during the pre-trenching run, the possibilities of using the burial tool are slightly wider. Slower pulling and repeating sections becomes possible.

In sections where the pre-burial run appears not successful, pre-dredging, pre-cutting or a soil strength related reduction in the burial depth can be considered, depending on the local DoB requirements in relation to the permits and the risk based burial depths.

Occasionally pre-cutting of the soil along the route can be applied, where soils, adverse to trenching, such as peat, clay or glacial till pockets, are being reckoned with. It is an operation comparable to trenching, which reduces failure to achieve the required burial depth in identified pockets of adverse soils. For pre-cutting either a cable plough or a chain cutter trencher can be used.

In some occasions soil improvement will be executed along dedicated sections of the route. Soil improvement can be required where the cables will have to be installed in soils with a high thermal resistivity, such as for instance thick layers of peat or some types of clay. Such locations would impose a hot spot to the cable, which can have a negative influence on the transport capacity of the cable. Where soil improvement is applied, the local soil with a high thermal resistivity is dredged away by for instance a TSHD or by another suitable dredging tool, followed by backfilling of the dredged profile by sand, dredged from the immediate vicinity. The cable will be trenched into the backfilled sand. This results both in a well-protected cable as well as in a maintained transport capacity.

## 4.5 Installation of the export cables

The installation sequence of the export cables for the offshore route will be either of the following options:

1. First end pull-in at the offshore substation and working towards location of the transition joint
2. Starting at the location of the transition joint and working towards the offshore substation where a second end pull-in will be performed to the platform.

In either of the options it is possible that there will be offshore joint(s) along the offshore cable route. This however depends on the length of cable that can be stored on the cable installation vessel.

There are several different installation methods and trenching tools available on the market to install the offshore cables. This chapter provides an overview of the expected installation methods in the different parts of the offshore route.

### 4.5.1 Deep water

In general, there are two installation methods for deep water areas:

- Simultaneous Lay and Burial (SLB) is a method in which the cable is laid and buried in one operation. This is done using one vessel and a trenching tool mobilised on the same vessel.
- Post Lay Burial (PLB) starts by laying the cable on the seabed with one vessel. Afterwards a second vessel will bury the cable with a burial tool attached to this second vessel.

Cable lay operations are executed at an approximate pace of up to 500 m/h, while burying the cable, which depends on the soil type and burial depth, can be executed at an approximate pace between 50-200 m/h. SLB requires one single passage of an installation spread over the route and allows for active control of the tension in the cable where it enters the trenching tool. That can be required where larger trenching depths are foreseen. The advantage of PLB is that the laying of the cable will proceed at least twice as fast compared to SLB (up to 500 m/h versus 50-200 m/h). This significantly reduces the risk on cable damage during the lay operations as the probability on adverse weather would be reduced. If necessary, the burial operation can be postponed during bad weather, therefore the risk for the cable as a result of bad weather can be significantly reduced by applying PLB.

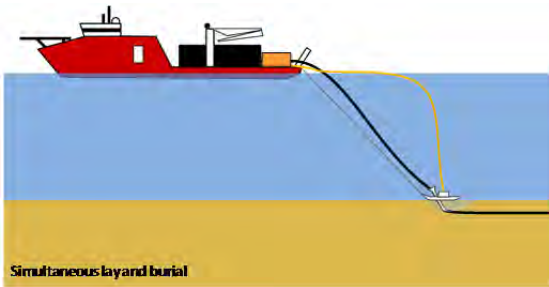


Figure 15 Simultaneous Lay and Burial (SLB)

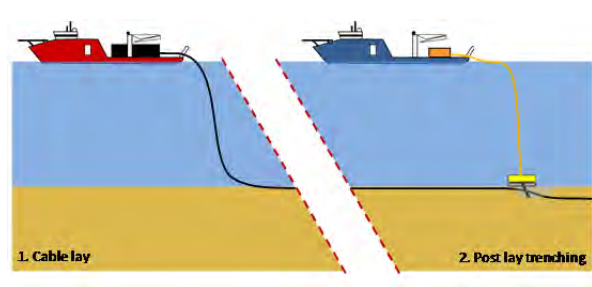


Figure 16 Post Lay Burial (PLB)

Any installation vessel for the offshore section of the sea cable will be a vessel with considerable draft to cope with high seas and maximise the carrying capacity. The latter is needed to minimize the number of offshore cable joints. These vessels have a draft typically between five and ten meters.

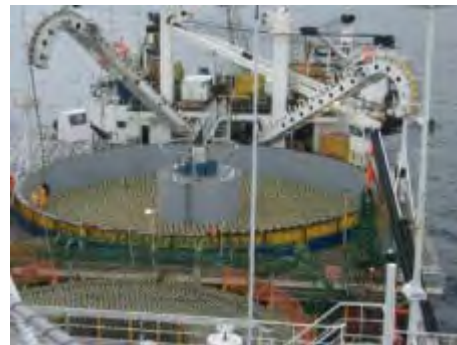


Figure 17 Typical deep water cable installation vessels

#### 4.5.2 Near shore

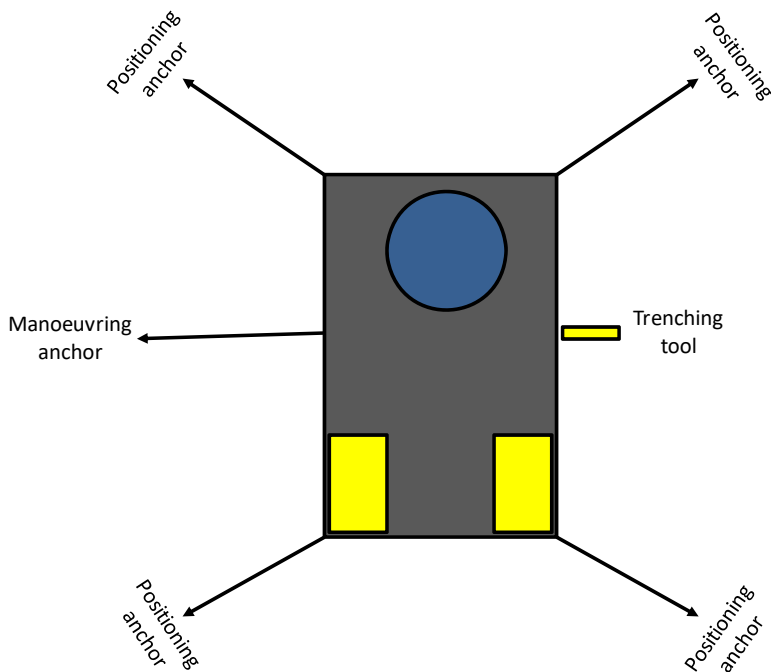
In nearshore sections the deep water vessels are not suitable. These sections require a barge which can be used as cable storage and main operation platform





**Figure 18 Typical nearshore cable lay barges**

Cable lay/burial barges use anchors to manoeuvre in shallow waters or during burial. See Figure 19 for a typical anchor layout that consists of four side anchors (1-4) and a main pull anchor (5). Depending on the actual weather situation, less than all five anchors can be used.



**Figure 19 Typical anchor configuration of a nearshore installation barge**

Note: from each corner of a barge one or two anchors can be deployed. The amount of anchors can as such be up to 9 in total.

#### 4.5.3 Landfall

The transition between sea and land is called the landfall. This section is often challenging due to the surroundings, hydrodynamic conditions and the water depth restrictions. Multiple engineering solutions can be applied. The most favourable solution strongly depends on the local situation and the results from (amongst

others) the soil and site investigation. A number of common solutions/ operations can be identified and are shown below. This list is not a limited list as several variations and combinations are used in the industry.

- A cable pull-in on rollers from a nearshore positioned barge. In some occasions the barge has to be beached at low tide to allow it to come close enough for the pull-in.
- A HDD drilling from the beach to deeper water from where the cable is pulled in through the HDD. A drilling rig will need to be situated on the beach in this case.
- Dredging of a trench to allow a shallow drafted lay-barge to reach the beach.
- Installation of winches and ground anchors in order to apply pulling force to the cable.
- Use of a cofferdam to cross the surf or intertidal zone.
- Digging of a trench with excavators or other ground moving equipment.
- Floating pull-in from a barge or vessel. After the pull-in the cable will need to be buried with a riding or sliding trencher that starts from the beach.
- Pull-in over pre-installed rollers and/ or tensioners positioned on the beach or in the intertidal zone.

The picture below as example shows the cable pull in of the project Borssele. In this case rollers and tensioners are used in combination with a pre-cut trench and post-lay burial at the intertidal zone. In the background the lay-barge is seen. In order to position this barge significant dredge works can be required.



**Figure 20 Cable pull in for project Borssele**

#### 4.5.4 Trenching tools

A wide variety of equipment and vessels can be used to bury the cable into the seabed. Each burial tool has its own (dis)advantages. Some tools are more suited to specific sea or soil conditions than others. Jet trenchers for example operate well in non-cohesive sandy and soft clayey seabed, where chain cutter trenchers and (jet assisted) cable ploughs are better fitted for tougher soil conditions like peat or stiffer clays. Various cable manufacturers operate different types of laying spreads and burial tools, each with their own specific track

record relating to the specific cable types. At tendering stage the contractors will prepare a burial assessment study, based on the provided soil information of the HKwB cable route and on the specifics of the burial tool, which they could offer. In this Burial Assessment Study the specific capabilities of the presented trencher(s) of the contractor are assessed against the installation challenges of the route, the specific soil types and water depths encountered.

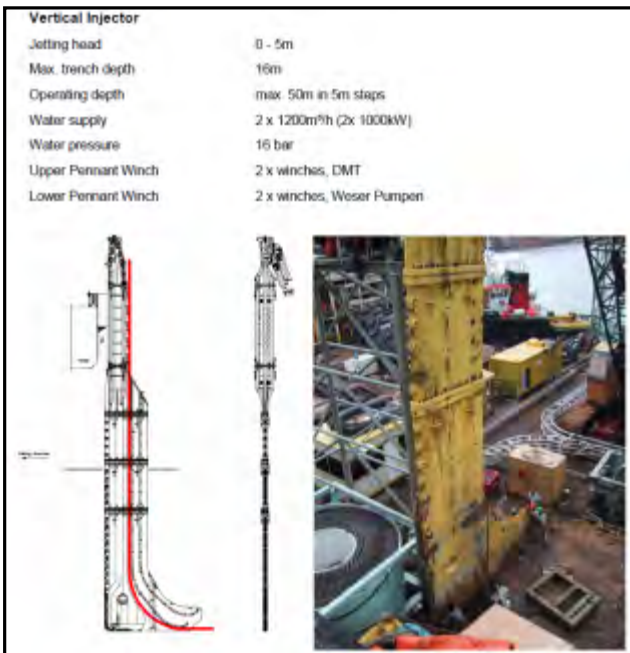
The following customary burial tools are available for the offshore and nearshore sections. It should be noted though that this is not a limitative list. Over the recent year significant lengths of power cable have been installed at sea, which did result as well in interesting further development of existing trenchers. By combining and improving cable burial techniques better performing trenchers have emerged with increased capabilities and a lower risk profile to the cable. These developments are ongoing and therefore changed and improved trencher types are to be anticipated in the future. At this moment the following main trencher types can be identified on the market:

1. Vertical Injectors
2. Jet sledge trenchers
3. ROV jet trenchers
4. Chain or wheel cutter trenchers
5. Cable ploughs
6. Mass flow excavation

#### Vertical injector

In the essence a Vertical Injector is a very long jet trencher which is hanging in a crane, i.e. not supported by the seabed. A vertical injector penetrates soil by means of water jets. The cable is guided to the required depth through a vertical cable duct. It is deployed from a barge; its top end stays above the water line and is kept to the side of the barge or vessel. Vertical Injectors did prove themselves to be reliable cable trenching tools for XLPE cables in non cohesive soils (sand) and soft to medium clays. A Vertical Injector is a simple and robust and specially designed for nearshore operation. Burial depths up to 10 meter have been achieved. Vertical Injectors are typically deployed from a barge on anchors, but it can be deployed as well from a vessel on DP using just a pulling anchor.

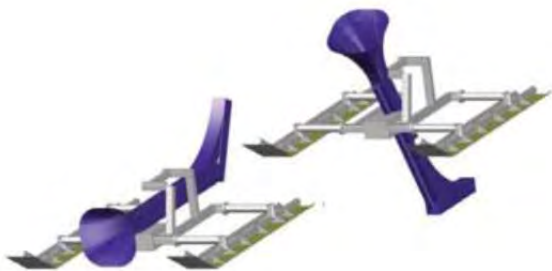
Vertical Injector like trenchers have been used in the Zeeland in the Westerschelde to bury power cables. Without heave compensation Vertical Injectors are not suitable in less sheltered areas.



**Figure 21 Vertical Injector**

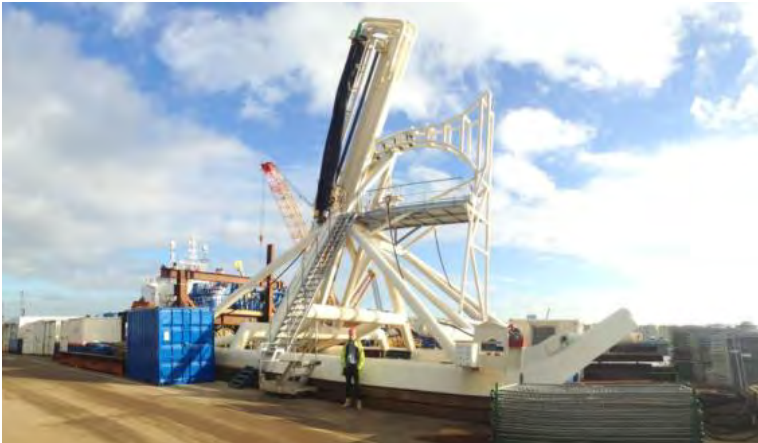
### Jet sledge trenchers

The least complicated cable burial tools available on the market are the jet sledges. They are pulled by a barge or vessel for forward motion. The seabed is penetrated by water jets attached to the jet sledge and the cable is guided to the required depth through a cable duct.



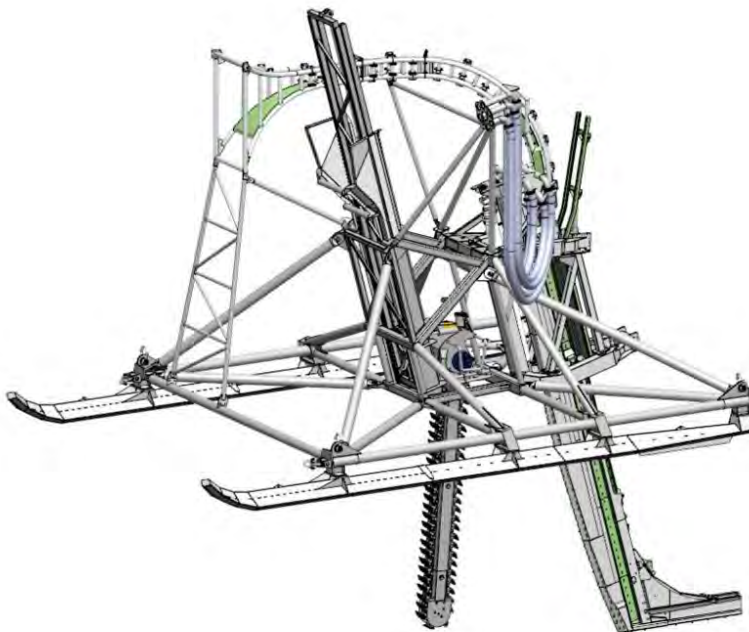
**Figure 22 Typical Jet sledge**

Jet sledges are available in different sizes with a depth of burial range from 1.5m to 3.0m with the Hydroplow or similar (see Figure 22) up to 8m with the BSS2 (see Figure 23). These trenchers are very suitable for non-cohesive soils and for soft clays. In stiffer cohesive soils as clay and peat however, these trenchers struggle to penetrate the ground.



**Figure 23 BSS2 jet sledge**

By adding a chain cutter in front of the cable stinger, jet sledge trenchers can be made suitable for harder and more cohesive soils as well. The BSS3 trencher is an example of a jet sledge trencher with a chain cutter mounted.



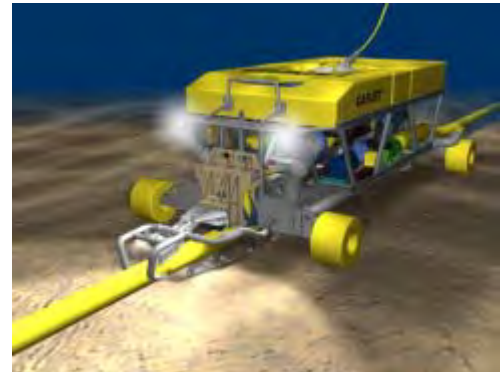
**Figure 24 BSS3 jet sledge trencher with a mounted chain cutter in front of the cable stinger**

Larger jetting sledges as the BSS2 and BSS3 are in the essence Vertical Injectors on a sledge, which makes this type of trencher more suitable in areas with swell.

#### ROV jet trencher

A Remotely Operated Vehicle jet trencher is an underwater robot controlled from a trenching support vessel.

While moving over the before laid cable, a trench is made in the seabed by means of water jets attached to the ROV jet trencher. The cable is guided between the two jetting arms. The cable slides in the trench by its own weight once the seabed under the cable is fluidised. Re-sedimentation and natural backfilling, fills the trench with suspended soils. Jet trenchers can be self-propelled (tracks/skids and/or thrusters), or dragged.



**Figure 25 Typical ROV Jet trencher**

A ROV jet trencher can be fitted as well with a depressor, which presses the cable down to the required installation depth.

#### Chain or wheel cutter trenchers

To cut open cohesive and harder soil layers like clay, peat, glacial till or softer rock as chalk, chain cutters use a driven belt with hard metal cutting teeth or plates (chisels). The cut soil is being transported upwards and out of the trench by the cutter belt or it is placed back in the trench behind the trencher or cased away to the side of the trench. The cable is guided downwards into the cut trench through a blade or stinger, it is depressed by a depressor to the required depth or it is allowed to lower itself by its own weight, depending on the type of cutter trencher.



**Figure 26 Typical Chain cutter**

For harder soil types such as cemented sands and soft rocks, wheel cutters are used. See for instance the TM04 depicted in Figure 27. The chains of chain cutters suffer from wear and tear on the hinges of cutter belt. Wheel cutters do not have that problem. Downside however is that the size of the cutter wheel is limited, which makes wheel cutters less suitable for the burial depths required in mobile seabed situations along the Dutch

coast. As harder soil types however do provide a very decent protection to cables, wheel cutter trenchers are very capable in providing protection to cables in harder soil types.



**Figure 27 TM04 Wheel cutter cable trencher**

#### Vibration plough

Vibration has the capability of fluidising non cohesive soils like sand and of breaking open cohesive soils like clay or peat. A vibration plough fluidises or opens up soil by means of a vibro sword. The cable is guided to the required depth through a duct in the sword.



**Figure 28 Vibration plough deployed from a barge**

In Figure 28 a vibro unit is mounted onto a Vertical Injector, which turns a Vertical Injector into a vibro sword.



**Figure 29** Vibration plough on tracks

The advantage of a vibration plough is that it requires less jetting water thus causing less turbidity and that less pulling force is required to pass through the soil. The downside however is the noise and the disturbance caused by the vibrations, as well as the susceptibility to damage to the trencher by the shear force of the vibrations.

#### Cable plough

The difference between a jet sledge and a cable plough lies in the fact that a cable plough can be pulled through cohesive soils by force, whereas a jet sledge only progresses through loosened sediments. Penetration in the seabed is achieved by a plough blade which digs itself into the soil. The cable is guided through the plough blade to the required burial depth, guided downwards by a cable guide. Optional jets on the plough blade facilitate soil penetration and reduction of pull forces, especially when ploughing in medium to dense sand.



**Figure 30** Sea Stallion cable plough



### Mass Flow Excavation

A Mass Flow Excavation (MFE) tool creates a large, low pressure flow of water which is aimed at the seabed around the cable. This fluidises soil around the cable which allows the cable to sink into the seabed. In medium to coarse sand, as present in front of the Dutch coast, the majority of the fluidised sand stays around the cable and re-sediments back into the trench after the MFE tool has passed over. In finer sand however, as present further offshore in the German Bight, MFE results in a more or less open trench with the cable at the bottom. The tide current and wave action can backfill the trench with surrounding soil material, that might however take some time, depending on the local conditions. This trenching tool has been used successfully for cable (re)burial on several high voltage power cable projects over the last years, amongst others BritNed and NorNed. Mass flow excavation can be executed by a dedicated MFE tool as depicted in Figure 31, as used on BritNed. Mass Flow Excavation is addressed as well as Controlled Flow Excavation.



**Figure 31 Mass flow excavation**

## 4.6 Post installation activities offshore cables

Along sections of the route where the initial cable burial operations did not result in the required burial depths, additional cable burial can be performed either by a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.

At locations where the cables could not be buried into the seabed, for instance at crossing locations or at locations where unexpected obstacles were encountered during the cable trenching operations, the cables can be post lay protected by rock placements. Rock placements however will be avoided as good as possible as rock placements have the tendency to attract erosion on its edges, which will require maintenance over time. Rock can be placed on these cable sections using a fall pipe vessel, which allows for very accurate rock placement.

## 4.7 As built survey

During the installation of the cables the penetration depth of the burial tool can be used as the as-buried survey, provided the cable depth is physically determined by the applied burial tool. This however does not provide information on the cover by soil on top of the cable and if the trencher did not fully follow the seabed,

burial depths derived from the setting of swords or stinger can deviate from the actual burial depth of the cable. After the completion of the installation operations therefore, a dedicated as built survey will be conducted to measure the actual burial depth along the full cable routes.

The dedicated as built survey will establish the bathymetry along the cable route after installation as well as the depth of burial of the cables in terms of cover by soil on top of the cable. There are several methods to establish the depth of burial of subsea power cables<sup>2</sup>:

1. Passive electromagnetic methods which transmit a changing electromagnetic signal into the seabed and measure the response of the cable to this changing field. These methods have a limited penetration depth and are therefore only suitable for shallowly buried cables. Example: TSS440.
2. Active electromagnetic methods which use an electromagnetic tone put on the cable to measure the burial depth of the cable. A tone can typically only be put on a cable when it is not in use, therefore a subsea power cable has to be taken out of operation for such a survey. This survey method however is suitable to measure larger depth of burial of cables compared to the passive method. Example: TSS350, DoBStar and Orion.
3. Electromagnetic methods which use a signal transmitted by a power cable system when it is in use to measure its depth of burial. This method can for instance make use of higher harmonic ripples on direct current interconnectors. Example: DoBStar and Orion and the most recent version of TSS350.
4. Acoustic methods which use the reflections of acoustic signal on the cable to measure its depth of burial. This method however requires relative large instruments and is therefore more complicated and more costly. On the other hand, this technique is capable of detecting cables are larger burial depths compared to the electromagnetic methods. Example: PanGeo SBI.

The permit prescribes the depth of burial of the cables is to be established periodically over the lifetime of the cables, typically once a year over the first three years of its operational lifetime. If the cables have proven to be well buried and the changes in burial depth as a result from seabed mobility have proven not to compromise the minimum burial depths, then the permit allows for a relaxation in the interval of these surveys.

The depth of burial of a cable can change over its lifetime as a result of changes in the seabed. Seabed mobility changes the depth of burial of a cable over time. A subsea power cable does not move within in the seabed. If the changes of the seabed over time are accurately measured, the changes in the depth of burial of the cables can be established based on a comparison between the most recent survey and the as built survey, provided the as built survey has been a continuous and reliable survey. Bathymetrical surveys over a cable route can be performed at significantly lower costs than surveys measuring the depth of burial of the cable in the seabed. From a cost efficiency perspective therefore a continuous and dedicated as built survey of the installed cables will be performed such that the consecutive route surveys to check the burial depths of the cables can be performed by just bathymetrical surveys.

---

<sup>2</sup> A method based on magnetisation of the cable and a measurement of the changing magnetic field when moving over the cable. This system however has shown to be highly dependent on skilled operators and without those present this system has resulted in variations in measured burial depths depending on the direction of sailing. This method has shown to be less reliable and is therefore not used any more on TenneT ONL cables. Example: Innovatum.

## 4.8 Operational phase offshore cables

During the operational phase of the offshore cable two main activities will take place:

1. Periodically survey to determine the depth of burial of the cables. The period in between each survey is determined by the permit (as stated in the previous chapter). When the results of the survey show that the cable is not at the required burial depth, additional cable burial can be performed either by a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.
2. Periodically survey to inspect the status of the crossing structures. As a result of fishing activities and of severe storms, rocks might be displaced on the crossings. When the results of the survey show that the crossing structures are not meeting the requirements, additional rock dumping might be applied.

A third activity that can occur is the repair of a cable failure. In case a cable fails due to internal or external cause, the fault needs to be located and repaired.

## 4.9 Decommissioning offshore cables

### 4.9.1 Cables

At the end of their operational lifetime (30-40 years) the HKwB cables will be removed from the seabed in accordance with the requirements stipulated in the permits. Removal will only be performed when the environmental impact of removal is less than the impact of leaving the cables in place on the environment and on navigation.

The cables can be pulled out of the seabed using a jet trencher where needed. The cables can be cut in sections on deck and brought to shore for material recycling.

### 4.9.2 Crossing structures

At the locations of the crossings with 3<sup>rd</sup> party subsea assets, the crossing structures will be removed. This can involve removal of rock placements by means of a grab dredger. The recovered rock can be brought to land for recycling purposes.

Any remains of out-of-service pipelines or out-of-service cables underneath the HKwB cables can be removed during decommissioning as well, provided the overall impact on the environment benefits from such a removal.

## 5. HVAC land cables

This chapter information is provided on the design and installation of the HVAC 220 kV land export cables, which connect the transformer station with the transition joint

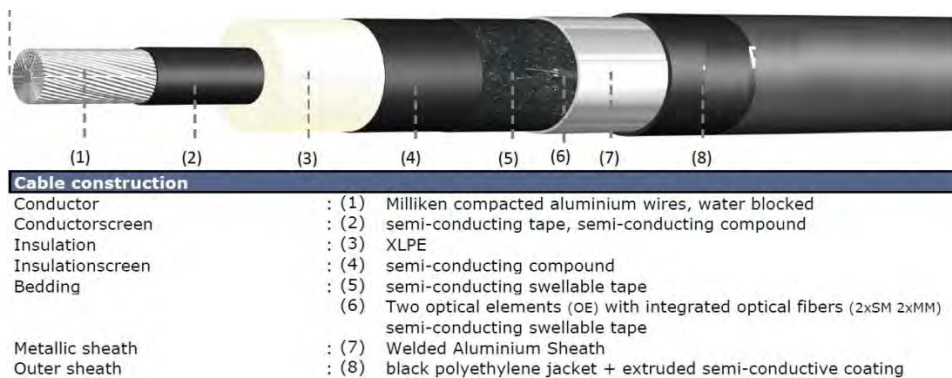
### 5.1 Cable design

The HVAC cables will have specific design that will take into account the cable length and the local soil conditions. The dimensions in the table below are common:

220 kV (export) cable	
Nominal voltage	220 kV
Outer diameter	100 – 150 mm
Conductor cross section	1000 – 1600 mm <sup>2</sup>
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Extruded lead or smooth aluminium welded sheath
Outer sheath	Extruded HDPE incl. extruded semi conductive PE layer

**Table 3. Typical dimensions of HVAC land cables**

A typical cross section of a HVAC 220 kV land export cable is shown in respectively Figure 32.



**Figure 32 Typical HVAC 220 / 380 kV land export cable**

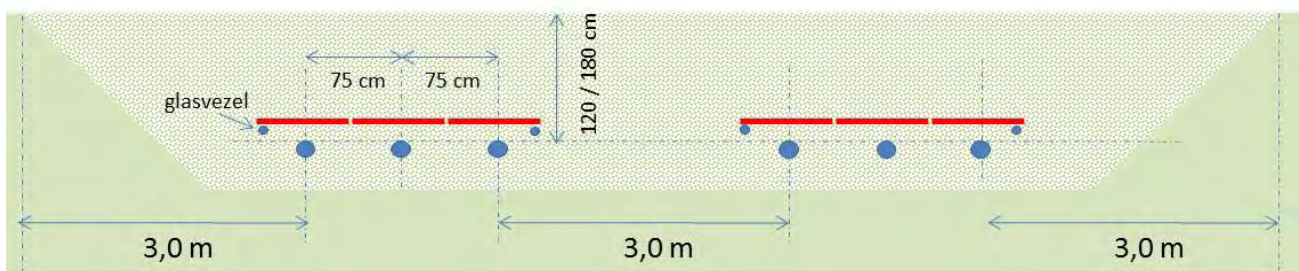
For the purpose of cable temperature monitoring, two or more optical fibres are positioned under the metallic sheath of at least one cable of the cable system.

## 5.2 Cable route design

For HKwB the HVAC 220 kV land export cables consist of two circuits with three single-core high voltage cables and two or three fibre optic cable PE tubes per circuit, resulting in a total of six high voltage cables and four or six fibre optic cable PE tubes

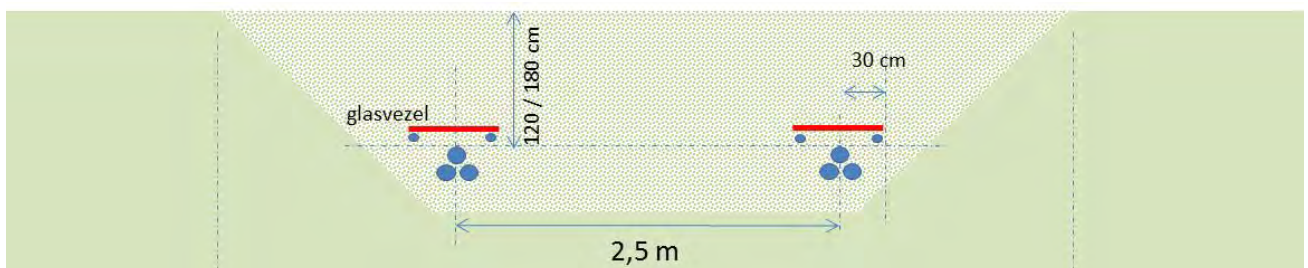
The fibre optic cable is used for the protection and control systems of the platform and wind turbines. These fibres are installed in the PE tubes. The optical fibres used for cable temperature monitoring are integrated under the metallic sheath of the High Voltage cables.

In general the cables will be installed in a flat formation and buried to a depth of 1,2 meter in urban areas or 1,8 meter in agriculture areas. The distances between the cables of one circuit will be 0,75 metres. Distance between two circuits will be three metres. Furthermore a distance of three metres on both sides of cable system has to be taken into account to assure accessibility in case of repairs. Any soil works within this distance is not allowed without approval by TenneT. See also the figure below.



**Figure 33 Preferred trench configuration**

In case of insufficient space, trefoil formation (resulting in a corridor width of 6 meter) is allowed if the ampacity requirements can still be met and if trefoil leads to a lower TOTEX. See Figure 34 below.



**Figure 34 Trench configuration in case of limited space (trefoil formation).**

### 5.2.1 Sea to land cable transition joint

For the transition between the HVAC 220 kV sea export cable and the HVAC 220 kV land export cable a transition joint will be made. Each cable system will have one transition joint, so in total two transition joints for the HKwB 220 kV cable systems. The dimensions, including the concrete base where the transition joint can be mounted on, is approximately 12 x 4,5 metres per transition joint. The burial depth of the transition joint depends on the expected seabed/sand mobility at the transition joint location. For example on a beach where large coastal erosion is present and nourishments are applied, the burial depth of the transition joint will be

greater than on a beach where no mobility is expected over the lifetime of the cable system. In the case the transition joint is not made in a trench, a concrete base is used to secure the HVAC 220 kV sea export cable and the HVAC 220 kV land export cable in order to be able to lift the joint.

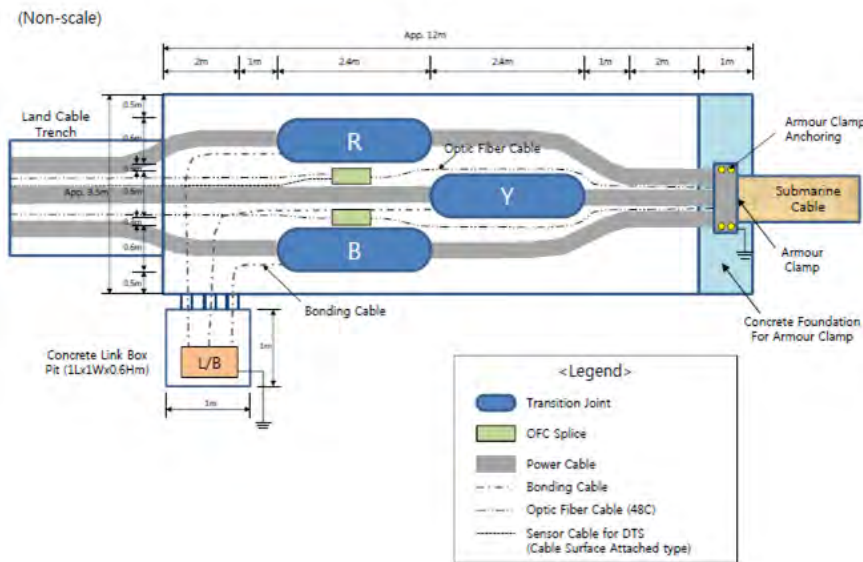


Figure 35 Typical transition joint bay lay-out

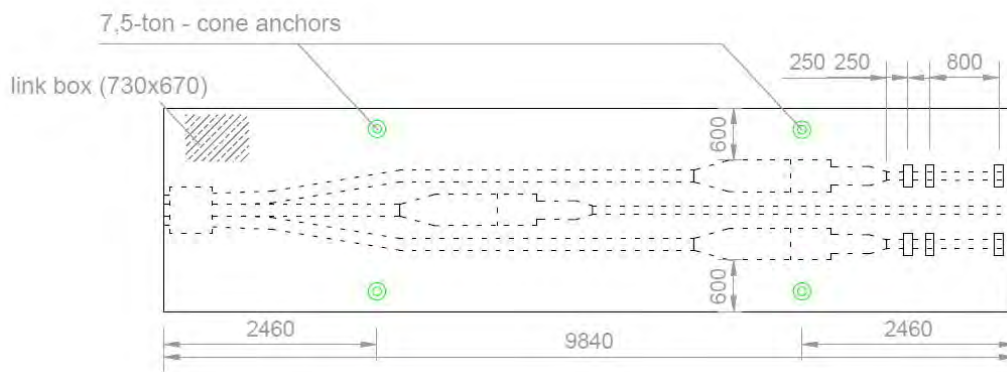
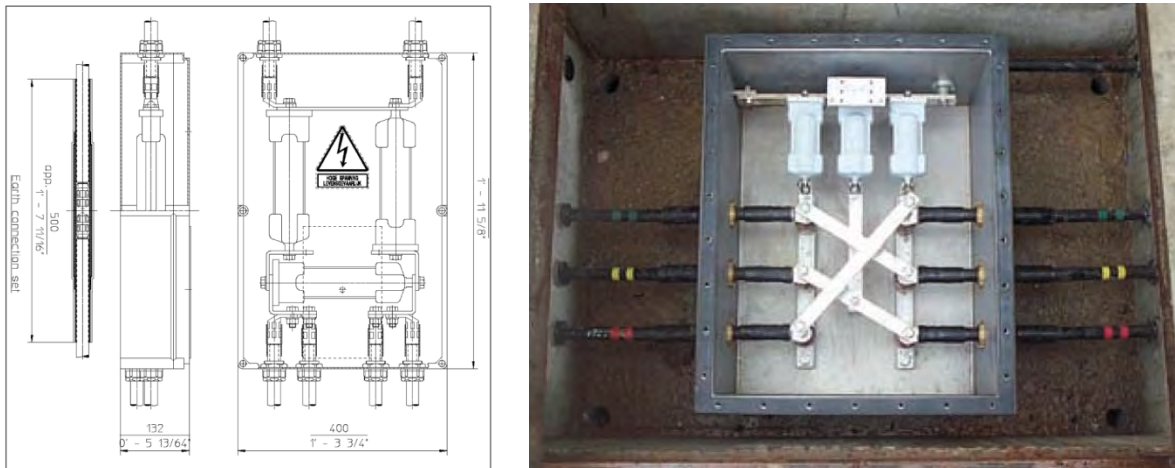


Figure 36 Typical design drawing of the transition joint lifting frame

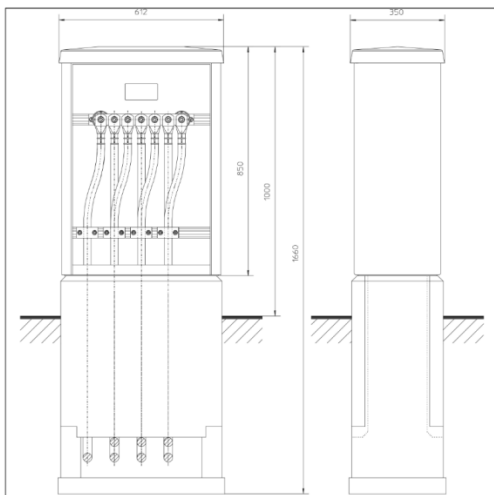
### 5.2.2 Cross bonding Land Cable sections

It is preferred, as far as possible, to carry out all land routes with cross bonding. Cross bonding is used to minimize the losses in the cable system and to increase the transport capacity. In order to achieve an optimum, the route is to be split into three cable sections or a multiplication of three (also called sectioning). The cable lengths per sections should have the same length as much as possible. In order for the cross bonding system to function properly (limitation of sheath voltages), a maximum section length of 2,500 m (defined as two cable lengths) applies.

Just outside of the joints, the earthing-sheaths of the three single core cables are connected in an underground cross bonding box or an 'above ground' earthing box (see the figures below). The underground cross bonding box(covered by a manhole cover) can also be called the minor section and the above ground earthing box 'major section'. Within a 'major section' there must always be three minor sections or a multiplication of three cable sections, thus only two underground cross bonding boxes. The same also applies to the total number of major sections within the cable system.



**Figure 37 Typical cross bonding box (underground)**



**Figure 38 Typical Earthing box**

## 5.3 Cable installation

The routing itself can be executed using three installation methods:

1. by digging an open trench and laying the cable systems in the trench
2. by ploughing

3. by horizontal directional drilling (HDD).

Open trench is the preferred execution method. However, the local circumstances make that HDD is the installation method for HKwB. The length of individual cables onshore will be 1200 metres, connected using joints.

### 5.3.1 Horizontal directional drilling

*This paragraph describes the installation method of a HDD. There are also other drilling methods available on the market to realise a drilling. The Horizontal Directional Drilling is however deemed most likely to be performed in case open trench installation is not feasible and therefore only this option is further elaborated.*

In order to prevent a cable to become too hot the cable ducts will be filled with water. Therefore it is important that the ground levels at the entrance and exit location have delta in height as low as possible. This is an important aspect in selecting optimal locations. This is especially applicable for the outfall drilling from shore to the beach (figure xx).

#### Pipe string assembly

At first, after the construction sites are prepared, the full pipe string length will be assembled in the area close to the point from which the duct will be pushed into the borehole. The assembly consists of welding pieces of approximately 20m HDPE pipe together.



**Figure 39 Pipe string assembly and mirror welding technique in container.**

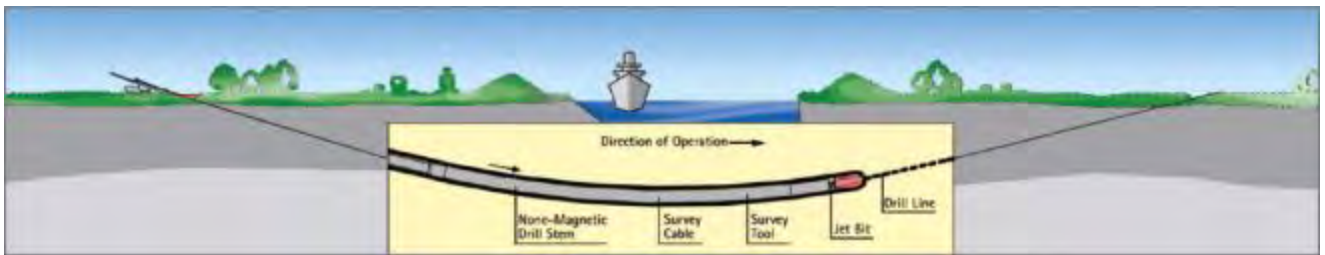
A HDD generally consists of three installation stages:

1. First, a drill bit is pushed through the ground on a designed alignment from an entry point close to the drill rig to an exit point on the other side of the obstacle to be crossed. This is called the pilot drilling. Established surveying and steering techniques are used and proven drill tools are available for a wide range of soil and rock conditions.

The borehole will be filled with drill mud during all stages. This is a mix of water and special clay (Bentonite).

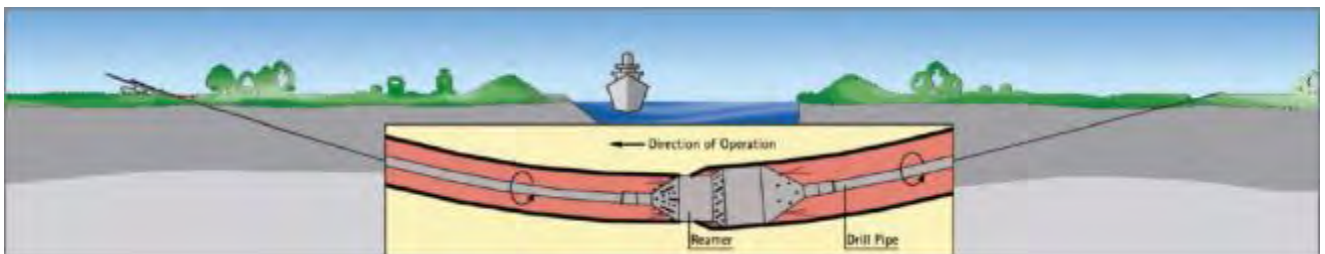


The mud particles prevent the drill mud to infiltrate into the bottom, secondly the drill mud has a larger specific weight than water. These two aspects make that the mud pressure in the borehole is (almost) always higher than the surrounding pressure created by the ground water level. The mud pressure therefore creates extra pressure on the wall from the borehole and keeps it stable and open.

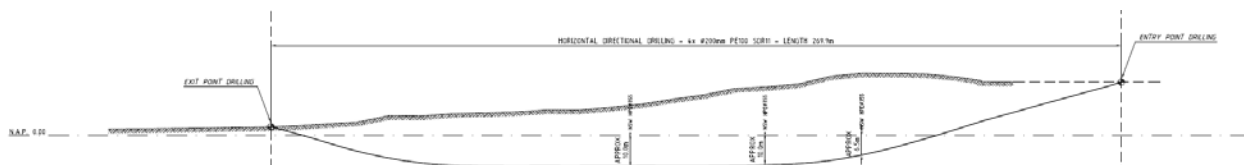


**Figure 40 First stage of a HDD - pilot drill**

2. The pilot drilling is then enlarged by one or more reaming passes until it has reached the desired diameter. For this purpose, suitable tools like barrel reamers, fly cutters or hole openers are used. During the process, drill pipes are continuously added behind the reamer to ensure that there is an entire drill string from the entry to the exit point at all times. Depending on the soil conditions, a mixture of water and bentonite or other additives can be used for hydraulic excavation. This both supports the bore hole and reduces frictional forces, while allowing the excavated material to be transported to a separation plant on the surface.



**Figure 41 Second stage of a HDD – reaming the pilot drill**



**Figure 42 longitudinal profile of a typical outfall drilling.**

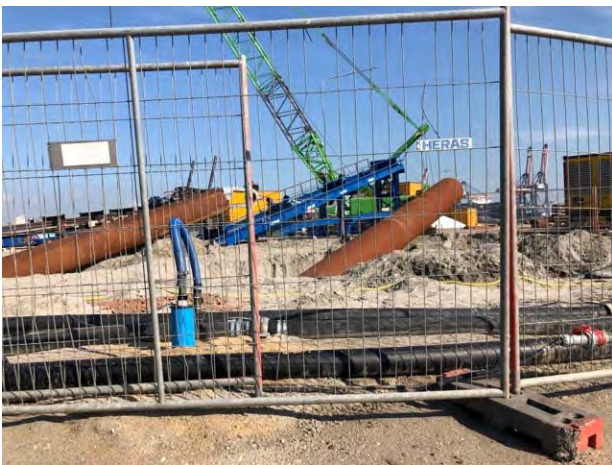
In cases where there is a significant delta between the entrance and exit height it is impossible to maintain a with mud filled borehole. Gravitational forces will make the mud level drop until the lowest open point and flow out until it reaches the lowest exit location (beach location in this case).

Two problems occur:

1. The first section of the tunnel (+/-20m length) is no longer filled with mud and loses inner pressure with a larger risk of collapsing in this area.
2. The total pressure over the total length of the drilling will drop causing a risk of groundwater entering the borehole over a large section causing the walls to collapse.

Both stability problems can result in a HDPE pipe being impossible to pull through the bore hole failing to be installed over the desired trace.

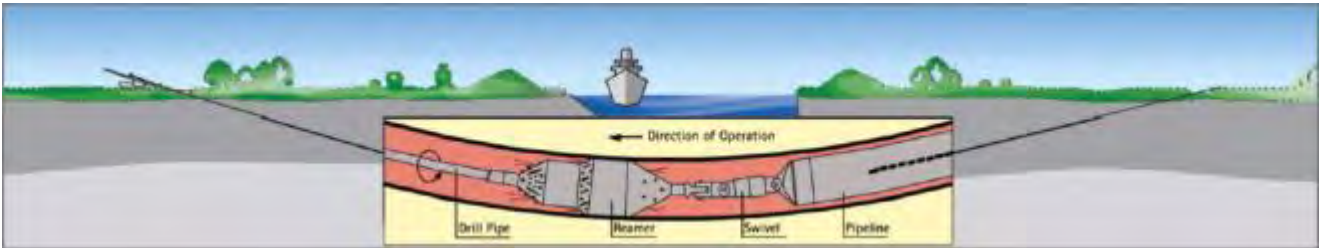
Most obvious prevention measure would be to temporary increase the beach level until it equalizes the entrance location on land (e.g. by creating a mound (terp), possibly reinforced i.e. with sheetpiles and or geo bags). Hence the present ground water level is of influence determining the exact needed height. Ground water research therefore is needed. In advance it is advisable to take a local table mountain between 7 and 9 m into account (NAP +9,50m).





**3.** In the final step of the operation the liner pipe is pulled into the reamed borehole starting at the exit point on the other side of the obstacle. The drill string in the borehole is connected to the pipe by a special pull head with a swivel. As soon as the drill rig has pulled the whole liner into the ground and the pull head arrives at the

entry point, the liner has reached its final and safe position deep in the ground. A second technique is to push the liner through the reamed borehole.



**Figure 42 Third stage of a HDD – pulling of the pipeline**



**Figure 43 Pipe string supply into pipe pusher**

After the HDD itself is finalized the conduit of the HDD will first be cleaned of any debris or sediments by blowing a special pig through the HDD. A pull in wire will be blown through the HDD after which the pulling of the cables can commence. For this the cable is connected to the pull-in wire and then pulled through the HDD using a winch. The execution time of one HDD will be approximately 2 weeks. Maximum length is set on 1200 m due to restrictions of cable transport. Transport of longer cable lengths is possible, as seen on Gemini, however not preferred.



Figure 44 Example of HDD entry and exit point



Figure 45 Welding of HDPE ducts

The standard configuration of the HDDs in the soil is shown in Figure 46

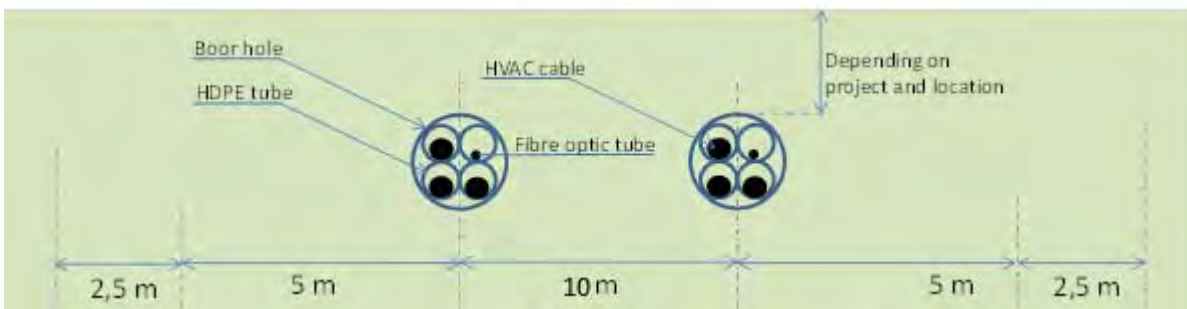


Figure 46 Standard HDD configuration

### 5.3.2 HDD installation tools

For the installation of a HDD various tools are required. Excavation machinery is required to dig the entry and exit pit from where the drilling starts and ends. The main tool is the drilling rig which drills and reams the drilling hole. Depended on the size of the HDD (length and diameter) a maxi rig or a midi rig can be used, see Figure 47. A midi rig will generally be used for drill lengths from 200 to 400 metres and pipe diameters of typically 300 mm. Maxi rigs will typically be used for drill lengths from 400 meter up to 1200 meters.



**Figure 47 Example HDD rigs - [left] midi rig - [right] maxi rig**

The available area required on the side of the drill rig must be sufficient for the rig itself and its ancillary equipment. Temporary area working for both entry and exit point for HDD equipment and conduit pull in arrangements depends on the length and type of drilling equipment. Some typical dimensions are stated below.

HDD length	Area for HDD equipment	Equipment
>1000 m	50 x 50 m = 2500 m <sup>2</sup>	250T and more
500-1000 m	30 x 50 m = 1500 m <sup>2</sup>	100-150T
<500 m	25 x 30 m = 750 m <sup>2</sup>	100T

For temporary storage of conduit sections, including space for welding, approximately the drill length (i.e. 1000m x 20 m = 20.000 m<sup>2</sup>) is needed. Also space for cranes and rollers to be taken into account.

An important part of the ancillary equipment is the mud (drill fluid) installation which consists of the mud tank, recycling unit (separation of cutting from the mud) and the mud pump. The drill fluid is essential for the HDD installation since it fulfils multiple functions such as hydraulic cutting fluid (in case of soft soils), transportation of the drilling cuttings, stabilisation of the bore hole and more. Filtering of the drilling cuttings takes place in the recycling unit. An example of the rig site (entry point) is shown in Figure 48, the exit point in Figure 49.

The pull-in of the HVAC cable in the HDPE duct is done using a guide wire that's installed in the HDPE duct. After connecting the cable to the guide wire, a winch is used to pull the cable through the HDPE duct. Guide rollers and tensioners are used during the pull-in to guide the cable.

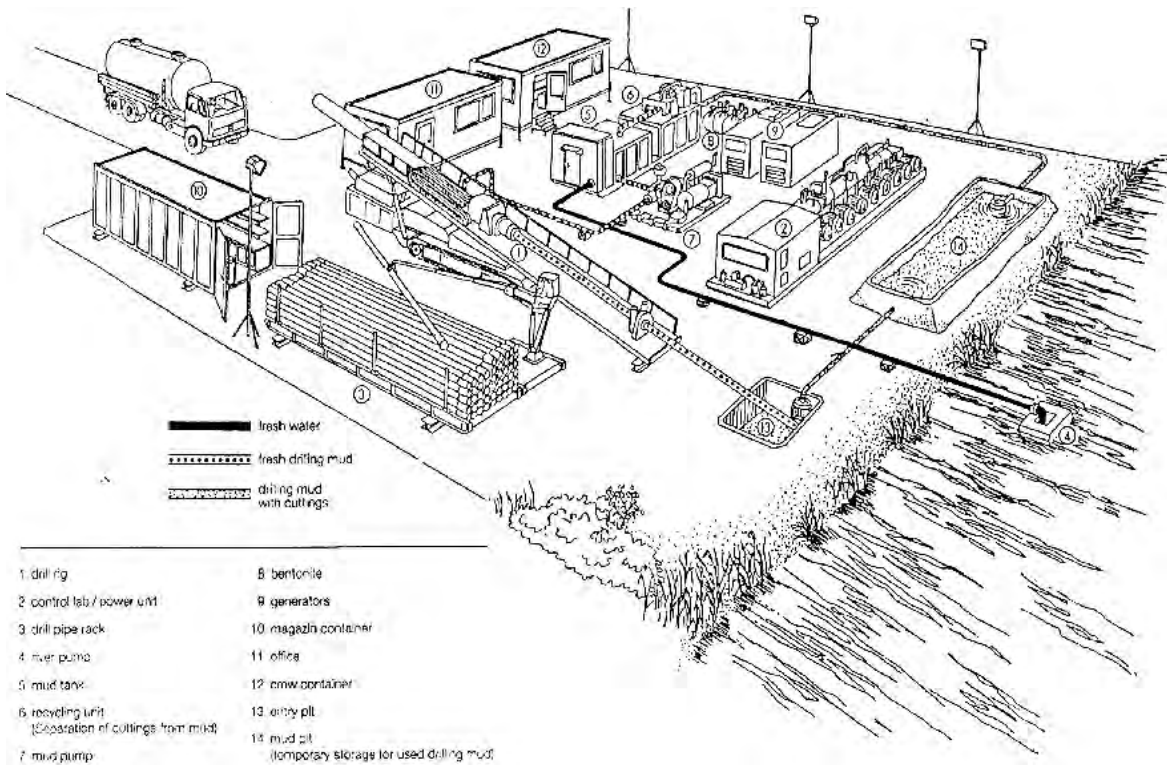


Figure 48 Example lay-out and equipment of entry point HDD side

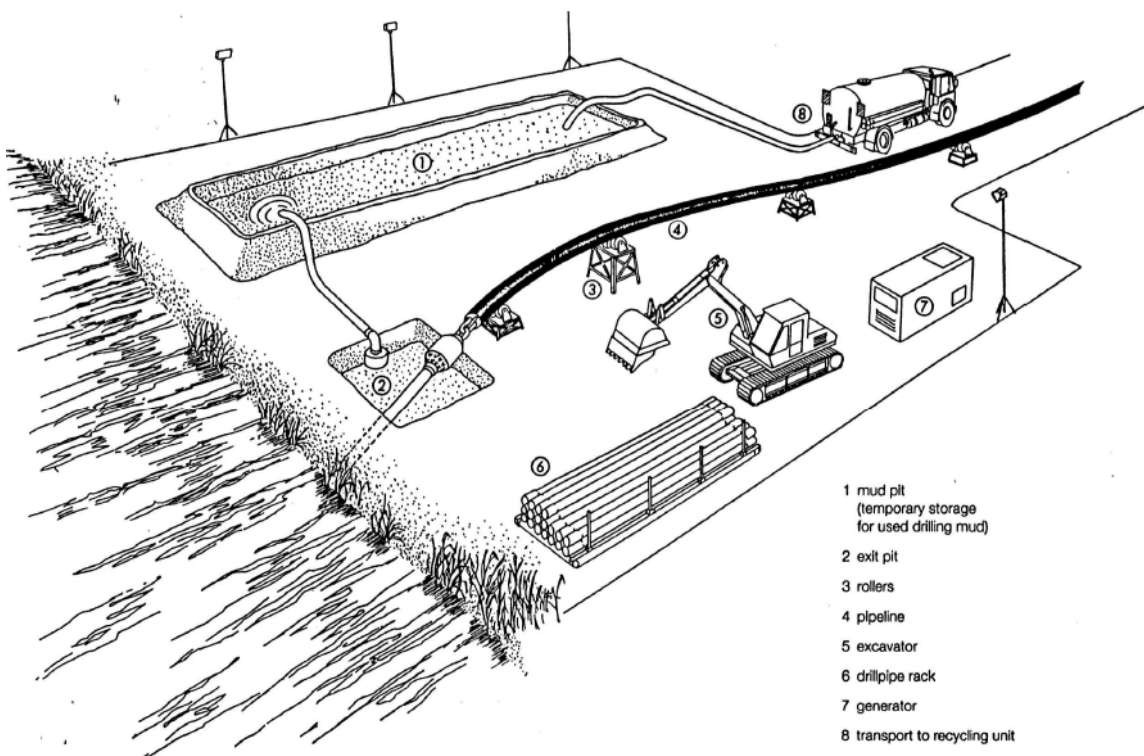


Figure 49 Example lay-out and equipment at the HDD exit point side

#### **5.4 Post installation activities on shore cables**

After installation several measurements will take place before switching on in order to make sure the cable is in good condition.

#### **5.5 As built survey**

Directly after installation the position of the cable will be measured and documented in the as built documents.

#### **5.6 Operational phase offshore cables**

In order to make sure the outer shield of the cables are not damaged every six years a test is performed. Furthermore all joints will be visually inspected every three years and the cable route will be inspected every year.

#### **5.7 Decommissioning offshore cables**

At the end of their operational lifetime (30-40 years) the HKwB cables will be removed in accordance with the requirements stipulated in the permits. Removal will only be performed when the environmental impact of removal is less than the impact of leaving the cables in place on the environment and on navigation.



## 6. Transformer station

The transformer station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the transformer station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the transformer station.

### 6.1 Design

The design of the transformer station will be based on the design of the Borssele transformer station and tailored to site specific conditions. Design and functional requirements are according to regular TenneT standards and requirements.

#### 6.1.1 Lay-out

The following main parts can be identified:

- Outdoor High Voltage equipment
- Transformer Buildings, containing Power Transformers and Reactors
- Medium Voltage Buildings, containing Medium Voltage equipment, reactors and capacitor banks
- Bay houses, containing high voltage bay related secondary systems
- Central Service Building, containing all central auxiliary, secondary- and safety systems including space for the wind farm owners.

#### 6.1.2 Electrical Installation

The 220 kV export cables from the platform are connected in the outdoor switch yard, where also 220 kV shunt reactors are connected. The voltage is increased by the power transformers to 380 kV to enable the connection to the existing onshore 380 kV grid via the 380 kV switchyard and 380 kV cable connection.

Also connected to these power transformers are 33 kV reactors, capacitor banks and earthing-/auxiliary transformers for controlling the reactive power balance in the offshore grid and for power supply of the transformer station. For the possible necessity of protection against harmonic distortion and / or overvoltages in the offshore grid, 220 kV filters are planned and connected to the 220 kV switch yard.

#### 6.1.3 Safety and environment

The transformer station will be unmanned.

The transformers will be fully enclosed (four walls and a roof) with special acoustic material, to maximize the noise reduction. Fluids as oil and rainwater are collected at the bottom of these buildings and drained through an oil/water separator to open water or infiltration system to prevent oil spillage in the environment.

Since several sound sources are installed at the transformer station, acoustic study will be performed to ensure compliance to the local environmental requirements.

An additional item is the possibility that the ground level of the plot needs be elevated due to flooding risks, as seen at the Borssele transformer station. At this moment it's not yet know if ground level elevation is required. If it is the case, then the elevation will most likely be established by depositing sand using dump trucks.

#### 6.1.4 Access

The transformer station will be accessible for normal transport and for heavy transport. For this purpose one or two access roads are foreseen (depending on the spatial situation of the transformer station).

Besides access by TenneT, also third parties (OWP operators) will have access to a specific part of the Central Service Building. For this an additional entrance gate and additional entrance of Central Service Building will be foreseen, to prevent access of third parties to the rest of the transformer station.

#### 6.1.5 Buildings

At the transformer station area various buildings will be constructed. The following buildings are anticipated:

- Central Service building;
- Transformer buildings;
- 33 kV buildings;
- Bay houses.

## 6.2 Construction phase

The transformer station construction consists out of two main parts:

1. The civil part: this includes all ground works, such as elevating the ground level if required, levelling the plot and site preparations. After site preparations are finished, piling of the foundations can begin after which all necessary foundations are cast. The construction of all building is also executed in the civil part.

Ground level works and the central service building will be realized by the project HKN.

2. The electrical part: This includes installing and connecting all electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems.



**Figure 50 Transformer station Borssele during realisation**

### 6.3 Operational phase

During the operational phase of the transformer station maintenance will be executed. The extend of the maintenance consists out of at least four visual inspections per year of which one is combined with the annual maintenance campaign. Every three and six years an extensive maintenance campaign is performed.

### 6.4 Decommissioning

After the life span of 30-50 years of the transformer station the transformer station will be demolished if it's not being used for any other function.

## BIJLAGE B VERTROEBELINGSSTUDIE

# NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)

slibmodelleerstudie

Tennet TSO B.V.

3 JULI 2020



## Contactpersonen

**WOUT VAN DIJK**  
Adviseur Rivier en Kust  
Morfodynamiek

T +31 6 25678998  
M +31 6 25678998  
E wout.vandijk@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.  
P.O. Box 220  
3800 AE Amersfoort  
The Netherlands

---

**JOS VAN DER BAAN**  
Projectmedewerker

M +31 (0)6 2114 2295  
E Jos.vanderBaan@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>4</b>
1.1	Doelstelling	4
1.2	Locatiebeschrijving	4
1.3	Aanpak	6
1.4	Leeswijzer	7
<b>2</b>	<b>REALISATIE KABELTRACÉ</b>	<b>8</b>
2.1	Aanlegmethodiek	8
2.1.1	Algemene methodiek	8
2.1.2	Ingezet materieel	11
2.1.3	Fasering baggerwerkzaamheden	11
2.2	Baggervolumes	11
<b>3</b>	<b>DELFT3D MODEL OPZET</b>	<b>15</b>
3.1	Randvoorwaarden	15
3.2	Rekenroosters en modelbathymetrie	16
3.3	Simuleren van de baggerwerkzaamheden	18
3.4	Sedimenteigenschappen in het model	18
<b>4</b>	<b>MODELRESULTATEN</b>	<b>20</b>
4.1	Vertroebeling	20
4.1.1	Achtergrondconcentratie	20
4.1.2	Baggerpluim	20
4.1.3	Tijdseries	22
4.2	Sedimentatie	25
4.2.1	Sedimentatiesnelheid	25
4.2.2	Sedimentatie laagdikte	25
<b>5</b>	<b>CONCLUSIES</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIE</b>	<b>28</b>

# 1 INLEIDING

Voorliggend rapport beschrijft de slibmodelleerstudie uitgevoerd ter ondersteuning van de Passende Beoordeling welke onderdeel uitmaakt van de milieueffectrapportage voor de windparken Hollandse Kust (west Beta) (HKW Beta). Met name de werkzaamheden omtrent de aanleg van de zeekabels die de netaansluiting zullen vormen van het windenergiegebied op het hoogspanningsnetwerk op land van TenneT TSO B.V. (TenneT) is beschouwd in deze studie.

Deze studie beschrijft de effecten van het baggeren van de kabeltracés op het milieuaspect hydromorfologie. Dit is de lokale hydrodynamiek (waterbeweging, waterstanden, etc.) en de morfologische situatie (de bodemligging, de dynamiek van de bodem, bodemsamenstelling, (achtergrond) sediment concentraties, etc.). De lokale hydromorfologische situatie is sterk bepalend voor het ecologisch potentieel van het gebied. Daarom dienen de ingrepen die effect hebben op de lokale hydromorfologische situatie gekwantificeerd te worden. Er is specifiek gekeken naar de effecten van het baggeren van de kabelgeulen op de tijdelijke verhoging van de slibconcentratie en vervolgens de sedimentatie van het in suspensie gebrachte fijne materiaal.

Vanuit een hydromorfologisch oogpunt hoeft een toename in vertroebeling of lokale sedimentatie niet negatief beoordeeld te worden, maar vanuit het oogpunt “natuur” kan dit anders zijn. Deze beschouwing op basis van ecologische waarden is niet opgenomen in deze bijlage, maar is terug te vinden in de Passende Beoordeling.

## 1.1 Doelstelling

Ten behoeve van de Passende Beoordeling inzake de aanleg van de kabelsystemen naar HKW Beta is een achtergrondstudie uitgevoerd waarin de vertroebeling en sedimentatie als gevolg van de aanleg van de kabel wordt gekwantificeerd. Met deze gegevens kan worden ingeschat of vertroebeling en sedimentatie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden effect zullen hebben op beschermde organismen, vogels, vissen, zoogdieren en bodemdieren. In deze achtergrondstudie zijn enkel de effecten van de kabelaanleg beschouwd. De doorvertaling naar de effecten op de natuur zijn in de Passende Beoordeling gepresenteerd.

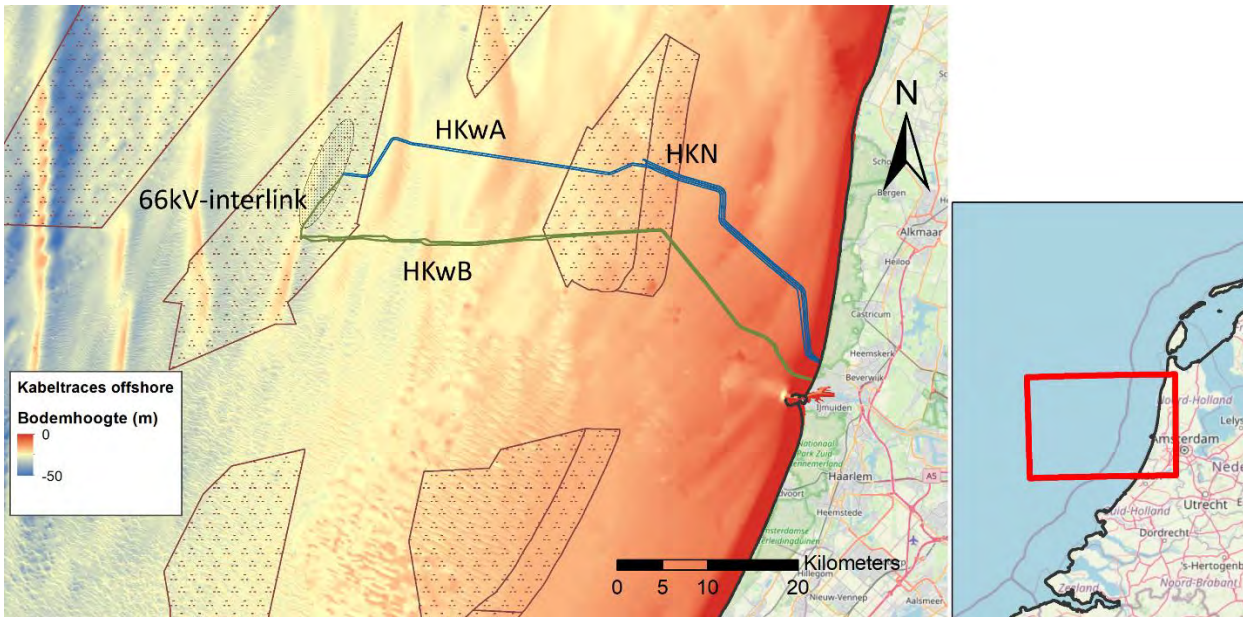
## 1.2 Locatiebeschrijving

Het beoogde windmolenpark in de Noordzee bevindt zich uit de kust ter hoogte van IJmuiden, ten westen van Hollandse Kust Noord (HKN) en ten zuiden van HKW Alpha. De kabels die het energietransport van het windmolenpark naar het vasteland faciliteren, landen aan ten noorden van IJmuiden zoals te zien is in Figuur 1. Vanuit IJmuiden gezien lopen er 2 kabels door de kustzone naar HKW Beta, via windpark HKN. In het bodemprofiel langs het voorkeursalternatief (VKA) van het kabeltracé (4A) zijn vijf verschillende gebieden onderscheiden:

1. Kust: Strand
2. Kust: Actieve zone; brekerbanken
3. Kust: Vooroever
4. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust: Zonder zandgolven
5. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust: Met zandgolven

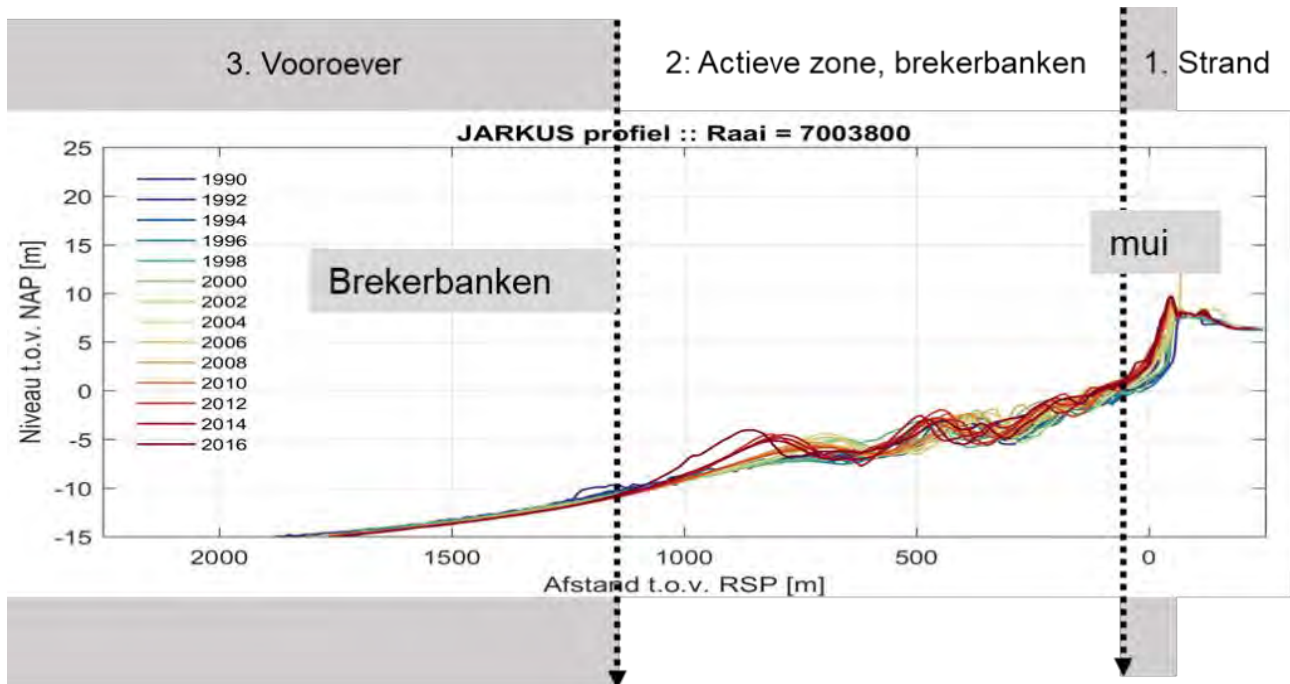
Het grootste gedeelte van de kabels ligt buiten de kustzone en daarmee in de gebieden 4 en 5.





Figuur 1 Locatiebeschrijving windmolenparken en kabeltracés, voorkeursalternatief HKwB en de 66kV-interlink.

De kustzone is gedefinieerd als de eerste drie kilometer loodrecht uit de kustlijn. Onder invloed van golven en getijstrooming is dit een morfologisch dynamisch gebied. Hierdoor spelen er bij het ingraven van de kabel andere afwegingen mee dan in het offshore profiel. Ter illustratie zijn de kustprofielen van het relevante kustdwarsprofiel van de afgelopen 26 jaar weergegeven in Figuur 2.

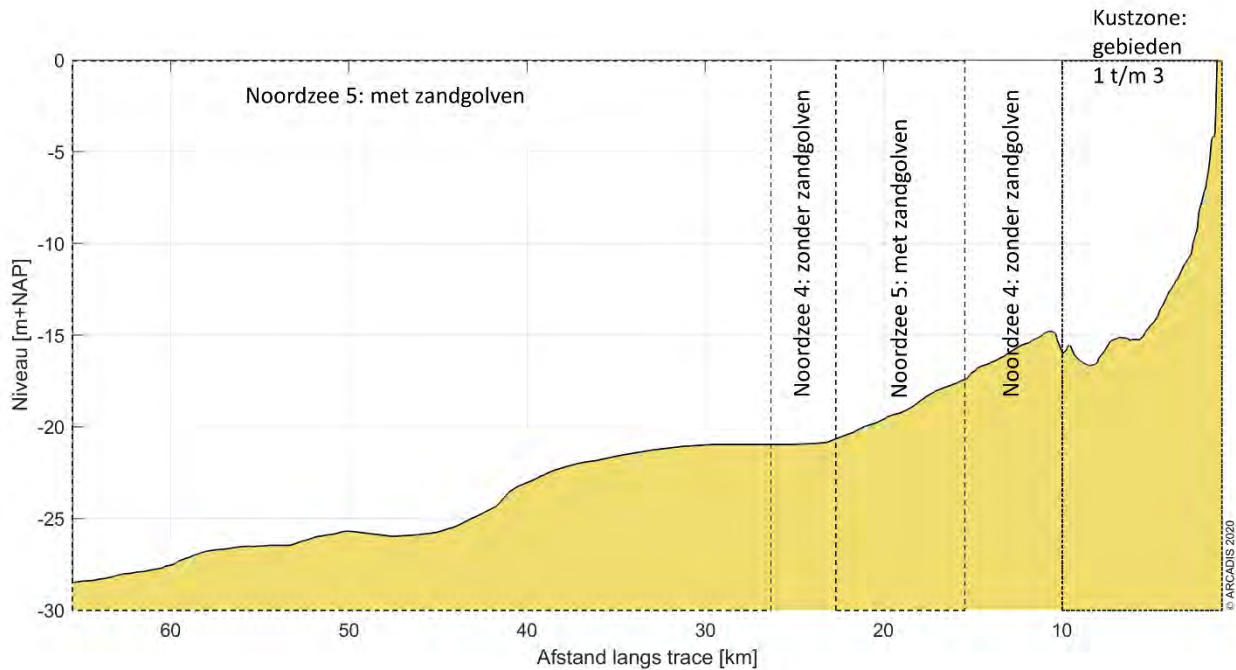


Figuur 2 De drie gebieden die onderscheiden worden in de kustzone

De aanlanding van de kabel (gebied 1) zal worden uitgevoerd door deze af te sluiten van het open water door middel van damwanden. Voor deze studie is aangenomen dat de effecten (vertoebeling, sedimentatie) van de werkzaamheden binnen dit gebied verwaarloosbaar zijn voor de situatie buiten het afgesloten gebied. Deze werkzaamheden zijn daarom niet beschouwd in de analyse in deze studie.

Het volledige langsprofiel is weergegeven in Figuur 3. In de offshore gebieden 4 en 5 worden zandgolven teruggevonden die migreren in de loop der jaren, deze zandgolven liggen op KP 16.0-22.0 en van KP 25.5 tot en met KP 64.5 (platform). Omdat de migratiesnelheid relatief laag is in vergelijking met de tijd die het kost om de kabels in te graven, zijn in de modelleerstudie aannames gedaan voor de locatie van de

zandgolven. In het bepalen van de ingraafdiepte en impliciet daaraan de overdiepte en overbreedte, is de migratie van de zandgolven wel meegenomen.



Figuur 3 De gebiedsindeling van het gebied in de Noordzee waarin een onderscheiding gemaakt wordt tussen gebieden met en zonder zandgolven.

### 1.3 Aanpak

Zoals reeds beschreven heeft deze studie als doel om de effecten van het baggeren op de omgeving in kaart te brengen om een ecologische beschouwing van de impact op natuurwaarden te faciliteren. Het effect dat de baggerwerkzaamheden op de omgeving hebben zal bestudeerd worden met een modelstudie die bestaat uit de volgende vier stappen:

- Beschrijving van de scenario's voor de aanleg van de kabels;
- Beschrijving van de schematisatie van de baggerwerkzaamheden;
- Beschrijving van de randvoorwaarden die gebruikt zijn in het model;
- Beschrijving van de modelresultaten; het effect van het baggeren op de hydromorfologie.

In een eerdere fase (**MER Deel A**) is het af te graven kabeltracé en de benodigde ingraafdieptes reeds bepaald. De algemene aanlegmethodiek en de fasering van de baggerwerkzaamheden zijn nu verder uitgewerkt. Deze uitwerking betreft ook de beschrijving van de uitgangspunten en aannames. Hierbij is getracht om tot een realistische worst-case situatie te komen bij het modelleren van de slibverspreiding. Deze aspecten zijn vervolgens meegenomen in de modelscenario's.

In deze studie is gewerkt met meerdere scenario's. De fasering van het ingraven van de kabels is een onderdeel van de 'aanlegscenario's', hiervoor is 1 scenario doorgerekend en de eigenschappen van het sediment is onderdeel van de 'effectscenario's'. Combinaties van deze scenario's zijn verwerkt in een model. De verschillende scenario's zijn in verder toegelicht in hoofdstuk 2 en 3.

De modelinterpretatie bestaat uit de analyse van de hoeveelheid fijn sediment dat in suspensie wordt gebracht en vervolgens de neerslag van deze fracties uitgedrukt in sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte. Deze aspecten worden bestudeerd om te evalueren wat de ordegrrootte is van de effecten van de baggerwerkzaamheden en hoe ver deze reiken.

## 1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 is ingegaan op de realisatie van het kabeltracé. Dit omvat de aanlegmethodiek en de effecten van de verschillende baggertechnieken op vertroebeling in de waterkolom. Ook is in Hoofdstuk 2 ingegaan op de volumes slib die in de worst-case situatie gebaggerd zullen worden.

Een beschrijving van het effectscenario die gebruikt is in deze studie, is gepresenteerd in Hoofdstuk 3, waar tevens de opzet van het model en de modelschematisatie van de baggerwerkzaamheden is beschreven. Een overzicht van de resultaten komt naar voren in Hoofdstuk 4. Tot slot is een korte beschrijving van de conclusies van de belangrijkste technische analyses opgenomen in Hoofdstuk 5.

## 2 REALISATIE KABELTRACÉ

In dit hoofdstuk worden de baggermethodiek en de baggervolumes beschouwd. Omdat nog niet exact bekend is hoe het werk precies uitgevoerd zal worden, is voor beide aspecten een realistische worst-case benadering toegepast.

Randvoorwaarden voor de dimensies van de baggergeul zijn de morfodynamiek en de parameters overdiepte, overbreedte en minimale 'wet slope', de aanname voor de helling waarbij de bodem stabiel is onder water. Omdat deze randvoorwaarden een variërend baggervolume langs het tracé geven, zijn de randvoorwaarden in dit hoofdstuk inzichtelijk gemaakt. Hiertoe worden de mogelijke aanlegmethodes en een karakteristieke dwarsdoorsnede gepresenteerd. Het volume dat in een worst-case situatie gebaggerd dient te worden, is tot slot gepresenteerd en is vervolgens gebruikt in de modelschematisatie.

### 2.1 Aanlegmethodiek

De bodemvormen in de Noordzee zorgen ervoor dat het ingraven van de kabelsystemen verschilt per (kust)zone. De methode van aanleg is van belang in de bepaling van het af te graven volume. Daaropvolgend beïnvloedt het de hydromorfologie en het ecologisch perspectief in de Noordzee. Voor het tracé in de verschillende gebieden geldt wel de aanname dat het gebaggerde materiaal op enkele honderden meter naast de geul gestort wordt. Op deze manier kan de baggerspecie in de loop van de tijd op een natuurlijke wijze terug naar de geul verplaatst worden. Ook wordt zo tegengegaan dat gebiedsvreemd materiaal in andere (kust)zones wordt geïntroduceerd.

#### 2.1.1 Algemene methodiek

De bijdrage aan de vertroebeling als gevolg van het baggerproces is afhankelijk van de samenstelling van het bodemmateriaal, de methode van baggeren (met of zonder jets/beschermkap) en de lokale omstandigheden (diepte, stroomsnelheid, golven, seizoen, etc.). Tijdens het baggeren mengt het schip water met het bodemsediment en brengt dit middels pompen naar het waterdichte ruim (de beun). In de beun nemen de stroomsnelheden af en kan het grootste deel van het zand-water mengsel bezinken. Water en het overgebleven (fijne) materiaal dat nog in suspensie is kan via een overstort het beun verlaten. Het materiaal dat het beun verlaat zal voor het grootste gedeelte bestaan uit zeer fijn sediment (< 63 µm). Wanneer het beun vol is vaart het schip naar de stortlocatie waar ze het beun leegt middels bodemdeuren (kleppen).

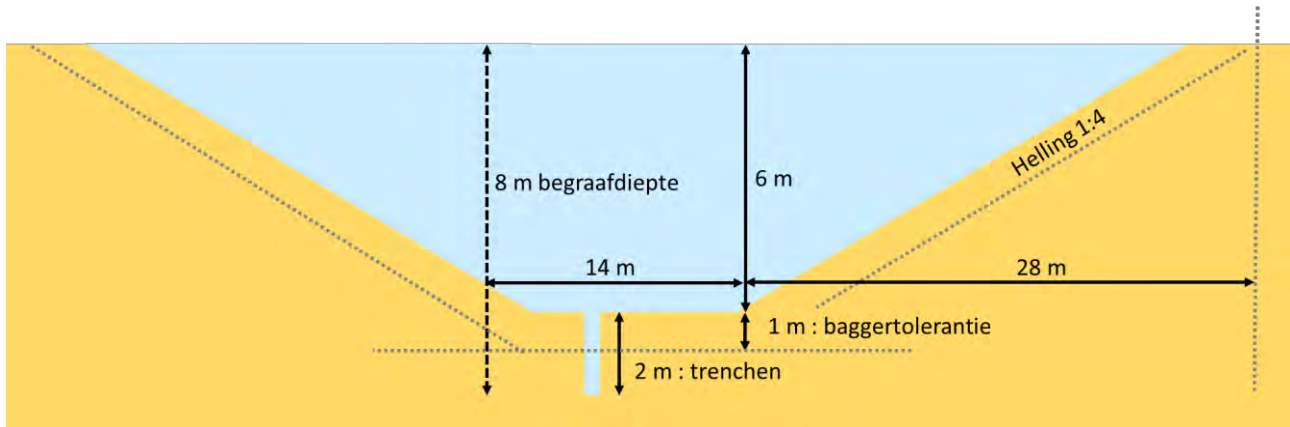
De algemene methodiek in de worst-case benadering is om overal trenchen toe te passen en op sommige stukken eerst de geul te baggeren om vervolgens te trenchen. In de aanwezigheid van zandgolven worden deze eerst afgevlakt door middel van pre-ploughing (voor-ploegen, 'pre-sweepen'), waarna baggeren en trenchen uitgevoerd wordt. Elk van deze baggermethodes is hieronder beschreven.

##### **Pre-ploughing**

Pre-ploughing is het proces dat gezien kan worden als het egaliseren van het zeebed. Het egaliseren van het traject wordt noodzakelijk geacht waar oneffenheden (met name zandgolven) op de bodem zijn ontstaan door stroming. Dit kan uitgevoerd worden met een stalen raam of kistvormige constructie die over de bodem wordt voortgetrokken. De egalisatielengte wordt uitgedrukt in een percentage van de totale lengte van het traject. Een conservatieve aanname hierbij is dat op 45 km van het tracé egalisatie nodig is (KP 16-22 en KP 25.5-64.5). De vertroebeling die hierdoor ontstaat, zit met name in de onderste laag van de waterkolom.

##### **Baggeren**

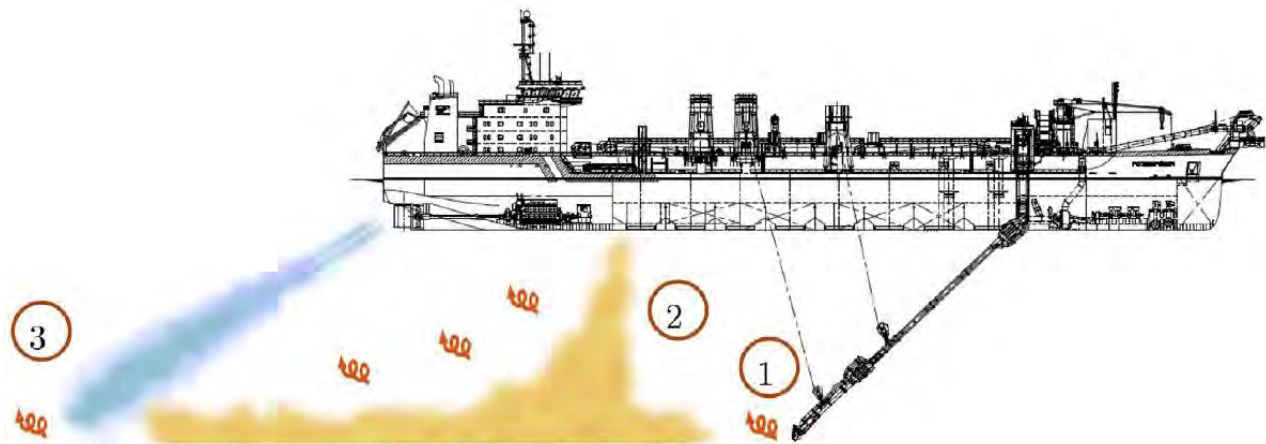
Het op diepte brengen van de kabelgeul zal uitgevoerd worden met sleephopperzuigers (Trailing Suction Hopper Dredger, TSHD). Deze sleephopperzuigers verdiepen afhankelijk van de locatie in het tracé de bodem met maximaal 6 m. De gebaggerde geul heeft een breedte van 14 meter, een wandhelling van 1:4 en een langshelling van 1:10. Deze langshelling wordt toegepast om het verschil in aanlegdiepte van de kabelgeul te overbruggen. Er wordt rekening gehouden met een baggertolerantie van 1 m wat resulteert in een overdiepte en een overbreedte van 2\*1 m. Deze afmetingen zijn schematisch weergegeven in Figuur 4 voor gebied 2. Aan de hand van deze afmetingen is het totaal te baggeren volume berekend. Dit volume wordt beschouwd in paragraaf 2.2.



Figuur 4 Schematisatie van een kabelsleuf die met baggeren en trenchen gecreëerd is (gebied 2).

De hoeveelheid slib en de wijze waarop het slib in de waterkolom in suspensie wordt gebracht tijdens het baggeren is te relateren aan de werkwijze van een sleeplijperzuiger. Figuur 5 toont drie oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleeplijperzuiger.

1. Opwoelen materiaal door de sleepkop;
2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie;
3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeed materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica.



Figuur 5 Schematische weergave van de oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleeplijperzuiger (uit (Becker, et al., 2015)).

1. Opwoelen materiaal door de sleepkop

Het effect van het opwoelen van sediment door de sleepkop is ten opzichte van het effect van de overstort zeer gering. Baggersaars willen de efficiency van het baggerproces zo groot mogelijk maken. Door het toepassen van schermen langs de zuigkop wordt voorkomen dat sediment-arm water wordt aangezogen en de productie afneemt. Door deze schermen ontstaat een onderdruk in de zuigkop waardoor water tussen de schermen en de bodem de zuigkop instroomt. Daardoor zal relatief weinig omgewoeld sediment naar buiten treden.

2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie

Tijdens het vullen van het beun zal voornamelijk de fijne fractie (met een lage bezinksnelheid) het beun via de afvoerinstallatie verlaten. Het grootste deel van dit sediment zal direct via de pluim op de bodem terecht komen. Uit het re-suspensie model TASS volgt dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in suspensie komt (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010; Becker, et al., 2015).

### 3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica

Uit (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) volgt dat voornamelijk bij ondiep water het opwervelen van materiaal van belang kan zijn. De waarnemingen op zeer ondiep water lieten zwevend slib concentraties zien die een factor 10 hoger zijn dan bij iets grotere waterdieptes. Bij ondiep water bevinden de grote stroomsnelheden achter de schroef zich veel dicht bij de bodem waardoor (vers) afgezet materiaal in suspensie wordt gebracht.

In de bestaande literatuur zijn momenteel weinig studies beschikbaar waarin nauwkeurige metingen, van de relatieve orde van grootte van de oppervlakte en de dynamische pluim, worden beschreven. Daardoor is het lastig om met grote zekerheid de effecten van het baggeren te kwantificeren. Desondanks geven de studies (Spearman, de Heer, Aarninkhof, & van Koningsveld) en (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) inschattingen van de percentages sediment in de passieve pluim aan de hand van metingen en het re-suspensiemodel TASS. Daaruit volgt dat in het algemeen lage tot zeer lage percentages sediment in de passieve pluim terecht komen. Modelleren van de pluim toont aan dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in de passieve pluim terecht komt. Indien een "green-valve" wordt toegepast, een systeem om luchtbellen uit de overstort te weren die een negatief effect hebben op de valsnelheid, kunnen die percentages dalen tot 1%. Bij experimenten uitgevoerd in Rotterdam en Den Helder in 2007 zijn percentages gemeten van 2 tot 4%.

Bij het verspreiden van baggerspecie valt het sediment als een jetstroom naar beneden doordat kleppen aan de onderzijde van het baggerschip opengezet worden. Bij het bereiken van de bodem zal de valenergie worden omgezet in turbulentie en zal het sediment zich zijdelings verspreiden langs de bodem. Dit zal vervolgens als een dichtheidsstroom langs de bodem bewegen en een laagdikte hebben van enkele decimeters (van Kessel, 2010). Afhankelijk van de hoeveelheid zand zal deze dichtheidsstroom geleidelijk dunner worden. Door de dichtheidsstroom zal het materiaal in korte tijd over een aanzienlijke afstand (enkele honderden meters) over de bodem verspreid worden. Een relatief klein percentage komt door de turbulentie bij het verspreiden in suspensie boven de dichtheidsstroom. Het simuleren van het in suspensie brengen van het slib langs het tracé op basis van de baggermethodiek zal verder toegelicht worden in paragraaf 3.3.

Voor deze studie zijn waarden aangenomen voor de beschreven verliestermen uitgedrukt in percentages van het in de baggerspecie aanwezige fractie fijn materiaal. Deze zijn weergegeven in Tabel 1. Nota Bene: er is gewerkt met conservatieve aannames.

Tabel 1: Overzicht van verliestermen.

Verliesterm	Percentage van fijne fractie [%]	Opmerking(en)
<b>Opwoeling door sleepkop</b>	5 %	Ingebracht onderin waterkolom
<b>Overstort/overvloei-installatie</b>	20 %	Ingebracht bovenin waterkolom
<b>Opwoeling door scheepsschroef e.d.</b>	0-5 %	Ingebracht onderin waterkolom Verwaarloosbaar in diep water
<b>Verspreiding d.m.v. kleppen</b>	25 %	Driekwart hiervan ingebracht onderin waterkolom (dichtheidsstroom) Een kwart hiervan dieptegemiddeld ingebracht (turbulentie en stortverspreiding)

### Trenchen

Trenchen is een techniek waarbij een smalle, diepe sleuf gebaggerd wordt op de zeebodem. Dit gebeurt door middel van zwaarden en/of jets die de bodem loswoelen en zo een relatief smalle sleuf creëren. Na afgraving tot de gewenste diepte wordt de kabel in de sleuf ingebracht. Na verloop van tijd slaat het opgewoelde sediment weer neer en wordt de kabel deels bedekt. De vertroebeling die hierdoor ontstaat zit met name in de onderste laag van de waterkolom.

## 2.1.2 Ingezet materieel

Het in te zetten materieel op basis van de eerder beschreven aanpak bestaat uit een trencher, één of meerdere sleepopperzuigers en een pre-plough installatie.

In het relatief ondiepe deel van de kustzone (gebied 2) is aangenomen dat er gebruik wordt gemaakt van twee kleinere sleepopperzuigers met een productie van 50.000 m<sup>3</sup> per week. Deze schepen hebben een kleinere diepgang, waardoor minder beunvolume opgeslagen kan worden. Hierdoor moeten ze vaker tussen bagger- en stortlocatie pendelen, waardoor de productie relatief beperkt is. Voor de baggerwerkzaamheden langs de diepere gelegen delen is aangenomen dat twee grotere sleepopperzuigers met een productiviteit van 150.000 m<sup>3</sup> per week ingezet worden om de geul te baggeren. Waar nodig, zullen de zandgolven met een ploeg afgevlakt worden (pre-ploughing).

Zowel in de kustzone als offshore is ook uitgegaan van het gebruik van een trencher. De trencher kan namelijk in korte tijd en met een minimale verplaatsing van sediment een sleuf van 2-3 m diep aanbrengen. Direct in de huidige bodem of centraal in de gebaggerde geul.

Verder is voor de slibmodellering aangenomen dat het gebaggerde sediment binnen enkele honderden meters naast de gebaggerde geul gestort zal worden. Dit geeft aan de ene kant voldoende tijd om de kabels aan te brengen in aan de andere kant tijd kan zo het gedeponeerde materiaal (deels) op een natuurlijke manier terug in de sleuf getransporteerd worden.

De aannames voor de productiviteit van de baggerschepen is enigszins conservatief, door de productiviteit relatief hoog in te schatten. Dit betekent dat relatief veel materiaal in suspensie gebracht wordt wat resulteert in een relatief grote verhoging van de slibconcentratie en een relatief hoge sedimentatiesnelheid. Een lagere baggerproductiviteit zal wel leiden tot een langere periode van uitvoer en een langere duur van de effecten, maar een lagere verhoging van de slibconcentratie en een kleinere sedimentatiesnelheid.

## 2.1.3 Fasering baggerwerkzaamheden

In de slibmodellering zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het kabeltracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is aangenomen dat het baggeren plaatsvindt van oost naar west (van aanlanding bij de kust naar beide windparken), en dat er tegelijk gewerkt wordt in de kustzone (nearshore) en offshore. Hoe dit verder in het model als aanname meegenomen is, staat beschreven in paragraaf 4.3. Door de aannames bij het ingezette materieel blijft de duur van de werkzaamheden per jaar beperkt tot 4 à 5 maanden, inclusief uitdemptijd. Omdat de exacte uitvoeringsmethodiek nog niet bekend is, kan deze volledige periode zowel in de (ecologische) winterperiode als wel in de (ecologische) zomerperiode vallen. Ecologische gezien verdient de winterperiode de voorkeur, omdat dit de ecologisch minst actieve periode van het jaar is. Qua uitvoer verdient juist de zomerperiode voorkeur, aangezien in de winterperiode de hydrodynamische condities doorgaans minder voordelig zijn. In dat geval moet er rekening gehouden worden met een vergrootte onzekerheid in de downtime van de baggerschepen. In deze studie wordt geen keuze gemaakt wat betreft de periode van uitvoer.

## 2.2 Baggervolumes

Welke baggertechnieken toegepast zullen worden in een realistische worst-case situatie verschilt per deelgebied. De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie voor de vijf deelgebieden zijn getoond in Tabel 2 (zie ook Figuren Figuur 1 Figuur 3 voor de ruimtelijke weergave).

Tabel 2 De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de baggermethodes en -volumes per gebied.

Gebied	1: Geen slib	2	3	4	5
Grens	Strand (duin tot muien)	Brekerbanken: actieve zone kustprofiel	Zeewaarts van brekerbanken tot 3 km uit de kust	Vanaf 3 km uit de kust zonder zandgolven	Vanaf 3 km uit de kust met zandgolven
Begraafdiepte	Verplicht: 3 m Actieve zone 5 m: Uitvoering	Verplicht: 3 m Actieve zone: 5 m Uitvoering:	Verplicht: 3 m Target: 4 m	Verplicht: 1 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1 m onder non-mobile reference layer

Gebied	1: Geen slib	2	3	4	5
	8 m diep	8 m diep	Uitvoering: 5 m diep		
Techniek(en)	Damwand 1200 m lang, 15 m breed, 8 m diep	Baggeren 6 m diep + trenchen 2,5 m: totaal 8 m diep	Baggeren 3 m + trenchen 2,5 m: totaal 5 m	Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m
Volume per strekkende meter	120 m <sup>3</sup> / m +3,5 m <sup>3</sup> /m trenchen (aanname)	294 m <sup>3</sup> /m + trenchen 2 m <sup>3</sup> /m (aanname)	120 m <sup>3</sup> /m + trenchen 2 m <sup>3</sup> /m (aanname)	Trenchen 2 m <sup>3</sup> /m (aanname)	50 m <sup>3</sup> /m + trenchen 2 m <sup>3</sup> /m (aanname)
Afgerond	0 m <sup>3</sup> /m	296 m <sup>3</sup> /m	122 m <sup>3</sup> /m	2 m <sup>3</sup> /m	52 m <sup>3</sup> /m

Wanneer de volumes per strekkende meter vermenigvuldigd worden met de lengte van het tracé, worden de totaalvolumes voor het baggeren gevonden. De lengtes van de tracédelen (MER Deel B, Water, Bodem, Zee) zijn gepresenteerd in Tabel 3. In de volumebepaling is aangenomen dat het zandvolume dat wordt weggehaald door trenchen meegenomen wordt in het totaalvolume. In Tabel 4 worden de volumes getoond die gebaggerd worden in een realistische worst-case. Voor windmolenpark HKwB worden twee kabeltracés gerealiseerd, aangegeven met HKwB1 en HKwB2 in Tabel 4. Tussen windmolenpark HKwA en HKwB wordt nog een enkele 66kV-interlink kabel aangelegd.

Pre-ploughing wordt toegepast langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn. Zoals gepresenteerd in de locatiebeschrijving is deze lengte gedefinieerd als gebied 5 in de Noordzee zone. Het deel zonder zandgolven is gedefinieerd als gebied 4. Voor tracés HKwB1 en HKwB2 worden zandgolven over een lengte van 45.000 m afgevlakt, tussen KP 16-22 km en KP 25.5-64.5 km. De 66kV-interlink kabel ligt in zijn geheel in een gebied met zandgolven en over de hele lengte (8,7 km) worden zandgolven afgevlakt.

Het totale baggervolume voor HKwB1, HKwB2 en 66kV-interlink bedraagt 7.014.000 m<sup>3</sup>.

Tabel 3 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de lengte van de tracés per gebied.

	Totale lengte tracé [m]	Lengte in de 3 km kustzone [m]	Gebied 1 [m]	Gebied 2 [m]	Gebied 3 [m]	Lengte Noordzee [m]	Gebied 4 [m]	Gebied 5 [m]
HKwB1	64.261	3.500	400	1.400	1.700	60.761	18.000	42.261
HKwB2	64.607	3.500	400	1.400	1.700	60.607	18.000	42.107
66kV-interlink	8.774	0	0	0	0	8.774	0	8.774

Tabel 4 Volumes te baggeren sediment voor het de kabeltracés in m<sup>3</sup>.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
HKwB1 [m <sup>3</sup> ]	0	400.000	600.000	32.000	2.250.000	3.282.000
HKwB2 [m <sup>3</sup> ]	0	400.000	600.000	32.000	2.250.000	3.282.000
66kV-interlink [m <sup>3</sup> ]	0	0	0	0	450.000	450.000
<b>Totaal [m<sup>3</sup>]</b>		800.000	1.200.000	64.000	4.950.000	7.014.000



Hoewel geen meetgegevens beschikbaar zijn, is bij deze slibverspreidingsstudie aangenomen dat het volumepercentage slib in de gebaggerde beun 10% is van het totaalvolume. Bij de slibverspreidingsstudie ToZ Borssele, HKN en HKWA is een volumepercentage van 10% aangenomen gemiddeld langs het tracé (Arcadis, 2015; Arcadis, 2018). De slibverspreidingsstudie voor Hollandse Kust Zuid maakt gebruik van een zeer conservatief percentage van 20% (Witteveen + Bos, 2017), hoewel niet direct duidelijk of dit een gewichtpercentage of volumepercentage betreft. Bij de milieueffectrapportages voor de Zeezandwinning is gewerkt met een gewichtpercentage van 2,5 tot 3,5 % (Rijkswaterstaat, 2016) wat overeenkomt met een volumepercentage van circa 5 tot 7 %. Het voor deze studie toegepaste volumepercentage van 10 % sluit aan bij de recente slibverspreidingsstudies en is enigszins hoger dan gebruikt bij het MER Zeezandwinning omdat het hier niet uitsluitend zandrijke gebieden betreft. Daarmee is deze aanname realistisch en niet overdreven conservatief.

Zoals in Tabel 5 gepresenteerd is, resulteert dit in een totaal volume gebaggerd slib van 701.400 m<sup>3</sup>.

Tabel 5 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: het volumepercentage slib in m<sup>3</sup>.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
<b>Volumepercentage slib</b>	N.v.t.	10%	10%	10%	10%	
<b>HKwB1 [m<sup>3</sup>]</b>	0	40.000	60.000	3.200	225.000	328.200
<b>HKwB2 [m<sup>3</sup>]</b>	0	40.000	60.000	3.200	225.000	328.200
<b>66kV-interlink [m<sup>3</sup>]</b>	0	0	0	0	45.000	45.000
<b>Totaal [m<sup>3</sup>]</b>		80.000	120.000	6.400	495.000	701.400

Aan de hand van de baggervolumes in Tabel 4 kan een inschatting gemaakt worden van de tijd die de baggerwerkzaamheden in beslag zullen gaan nemen. Hierbij is de productiviteit van de sleehopperzuigers als leidend genomen. Voor bijvoorbeeld het baggeren binnen gebied 2 van HKwB1 met een enkele kleine sleehopperzuiger zal circa 4 weken nodig zijn (200.000 m<sup>3</sup> met een snelheid van 50.000 m<sup>3</sup>/week). Bij de inzet van 2 schepen is dit 2 weken. Het volledige overzicht is gepresenteerd in Tabel 6. Hierbij is gebruik gemaakt van het totale volume per tracédeel ten gevolge van baggeren en pre-ploughen en trenchen. Echter is gebied 4 niet meegenomen in de doorlooptijd voor de baggerwerkzaamheden aangezien hier alleen trenchen is vereist. De doorlooptijd voor het scenario is op basis hiervan beschouwd in Hoofdstuk 3.

Tabel 6 De duur van de baggerwerkzaamheden in weken, afgerond op halve weken.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
Baggerschip	n.v.t.	Kleine sleehopperzuiger	Grote sleehopperzuiger	n.v.t.	Grote sleehopperzuiger	
Productiviteit baggerschip [m <sup>3</sup> /week]	n.v.t.	50.000	150.000	n.v.t.	150.000	
Aantal schepen	n.v.t.	2	2	n.v.t.	2	
HKwB1 [weken]	0	4	2	< 0.5	7.5	13.5
HKwB2 [weken]	0	4	2	< 0.5	7.5	13.5

66kV-interlink [weken]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	1.5	1.5
---------------------------	--------	--------	--------	---	-----	-----

---

### 3 DELFT3D MODEL OPZET

Voor het modelleren van de hydrodynamica en de slibverspreiding in het studiegebied is gebruik gemaakt van het modelleerprogramma Delft3D. Hiermee is het mogelijk deze processen in 3D te simuleren. Bij deze studie is het modelleren in 3D van belang om de effecten van de snelheidsverdeling in de verticaal en de gelaagdheid van de saliniteit mee te kunnen nemen. Ook is het bij een dergelijk aanpak mogelijk onderscheid te maken in de vertroebeling in de verticaal.

Voor de modelopzet is gebruik gemaakt van het Kuststrookmodel. Het Kuststrook model omvat de hele Nederlandse kuststrook en Waddenzeegebied en heeft een vrij fijne resolutie richting de Nederlandse kust. Omdat het windmolenpark HKW Alpha op de rand van het Kuststrook model ligt, is deze rand met 25 kilometer zeewaarts uitgebreid. Het model dat hiermee ontstaan is wordt voorts omschreven als het Detailmodel. Vervolgens zijn de randvoorwaarden voor het Detailmodel gegenereerd met behulp van het Zuidelijke Noordzeemodel (ZUNO v6).

In dit hoofdstuk is in meer detail beschreven hoe beide modellen zijn opgezet en hoe vervolgens de baggerwerkzaamheden zijn geschematiseerd in het Detailmodel. Tot slot is een overzicht opgenomen van de sedimenteigenschappen zoals gebruikt in het Detailmodel.

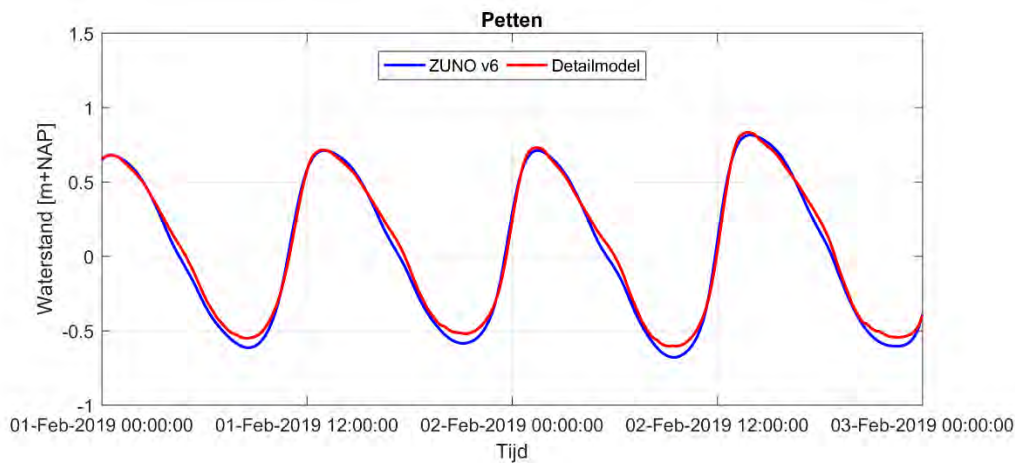
#### 3.1 Randvoorwaarden

Het Detailmodel wordt aangedreven met Riemann-randen in het noorden, zuiden en parallel aan de kust, welke bestaan uit een gecombineerde stromings- en waterstandscomponent. Bij de landwaartse zijde van het modeldomein zijn de relevante rivierafvoeren opgelegd. Ook de debieten bij het spuigemaal te IJmuiden en de spuimiddelen langs de Afsluitdijk zijn als debieten opgelegd.

De Riemann-randen zijn bepaald door het Detailmodel te nesten in het ZUNO-model. Dit model omvat de zuidelijke Noordzee en Het Kanaal, begrensd door de lijnen Aberdeen (Groot-Brittannië) – Hanstholm (Denemarken) in het noorden en Bournemouth (Groot-Brittannië) – Cherbourg (Frankrijk) in het zuidwesten. Het model heeft een relatief grove resolutie en wordt doorgerekend in 2D. Het omvat het Detailmodel welke uitstrekt langs de hele Nederlandse kust en Waddenzeegebied in een fijnere resolutie en meerdere lagen in de verticaal heeft.

Het ZUNO-model wordt op de open randen aangedreven op basis van astronomische getijcomponenten. De getijpropagatie wordt binnen het modeldomein doorgerekend tot de rand van het Detailmodel waar een waterstands- en snelheidssignaal wordt uitgelezen. Op basis hiervan zijn Riemann-randvoorwaarden gegenereerd voor het Detailmodel.

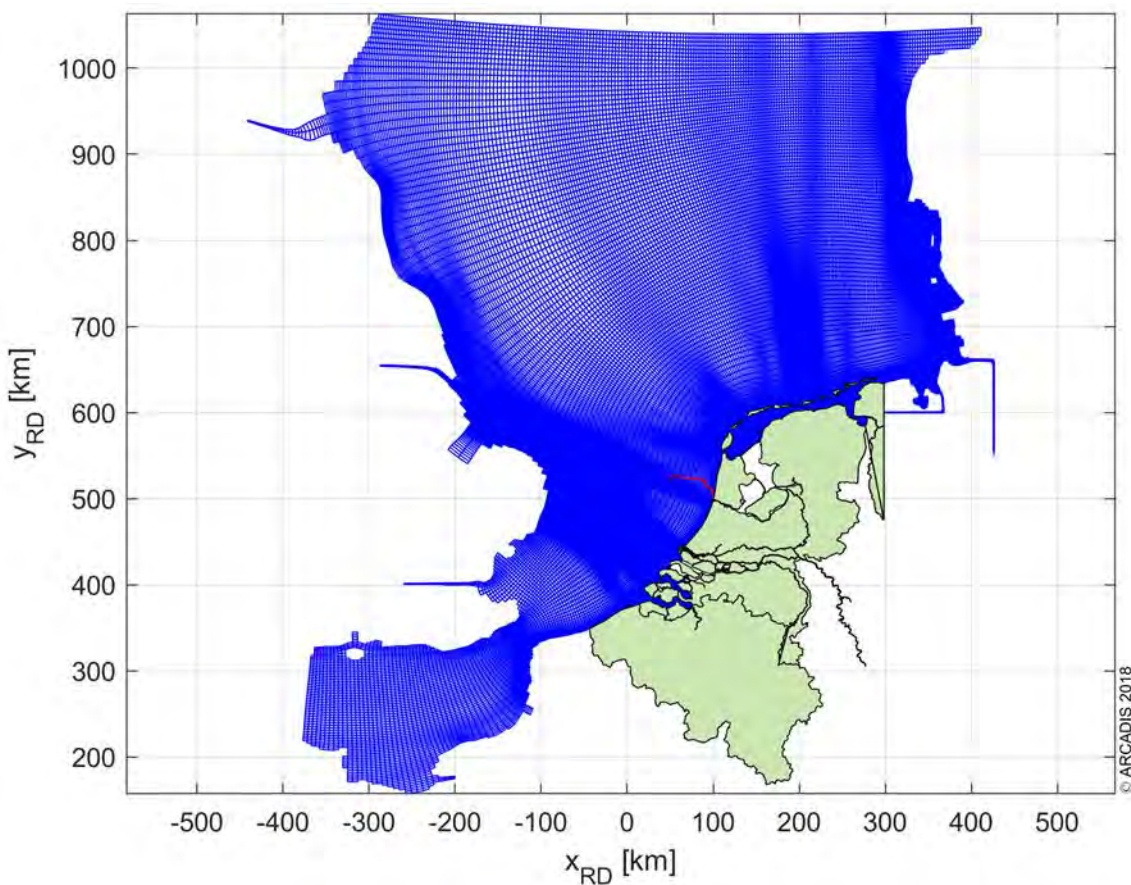
In Figuur 6 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is het waterstandssignaal getoond zoals gesimuleerd bij Petten, een locatie centraal in het Detailmodel en net ten noorden van het studiegebied. De blauwe grafiek is het waterstandssignaal zoals gemodelleerd door het ZUNO-model, rood het Detailmodel. De fase van het getij en de vloedwaterstanden komen zeer goed overeen. De ebwaterstanden vallen in het Detailmodel wat hoger uit. Dit komt doordat de meetpunt in het Detailmodel wat ondieper ligt door de hogere mate van detail van het rekenrooster en daarmee de modelbathymetrie aldaar.



Figuur 6 Waterstandssignaal bij meetpunt Petten.

### 3.2 Rekenroosters en modelbathymetrie

Het ZUNO-model bestaat uit 169 x 485 cellen met een celgrootte van circa 1500 x 1800 m aan de Nederlandse kust ter hoogte van IJmuiden oplopend tot en 1500 x 7500 m richting het offshore gebied. Het rooster is gepresenteerd in Figuur 7.



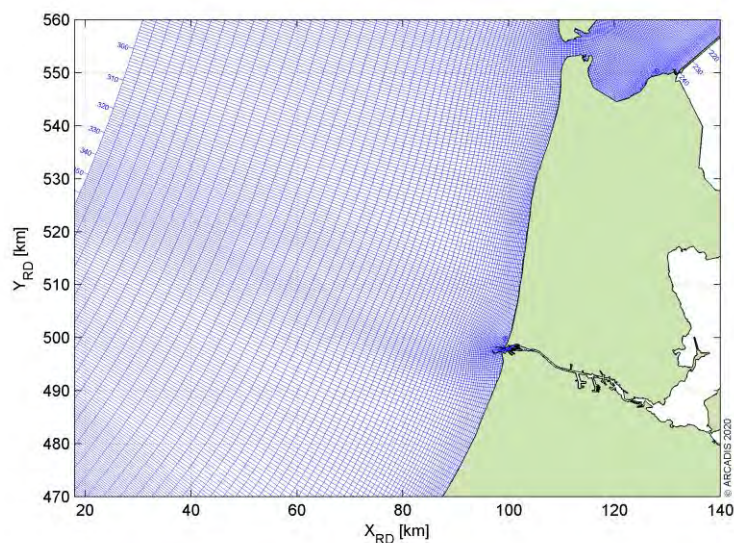
Figuur 7 Het rekenrooster van het ZUNO model.

Het rooster van het Detailmodel bestaat uit 500 x 406 cellen in het horizontale vlak en 6 equidistante sigma lagen in de verticaal. De cellen hebben een resolutie van 250 x 150 m aan de kust, oplopend tot 500 x 1600

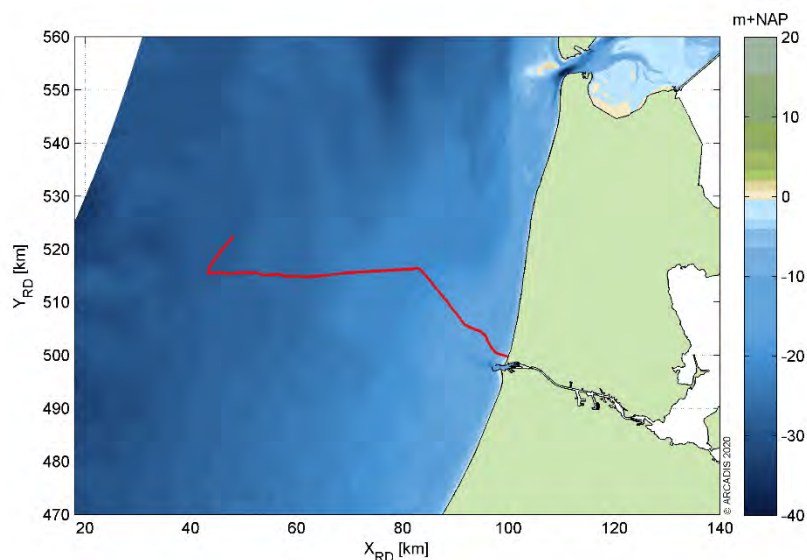
m richting offshore. De laagdiktes inde verticaal zijn bepaald aan de hand van de waterdiepte en bedragen 16,7% van de instantane waterdiepte.

Een 3D model is verkozen boven een 2D model met een fijnere resolutie in het horizontale vlak. Zo is het mogelijk de effecten van het verticale snelheidsprofiel en de gelaagdheid van het zout mee te nemen in de modellering, maar ook kan de baggerschematisatie uitgevoerd worden in 3D. Tot slot kan bij de ecologische beschouwing eenvoudig onderscheid gemaakt worden tussen verschillen in vertroebeling over de verticaal (wateroppervlak, aan de bodem en diepte gemiddeld). Het grovere detail in het horizontale vlak doet geen afbreuk aan de mate van detail van de ecologische beschouwing. Er wordt voornamelijk gewerkt met daggemiddelde waarden van verhogingen in de slibconcentratie. Een tijdsinterval waarbij een roosterresolutie van enkele honderden meters toereikend is voor de weergave van de concentratie- en sedimentatie-arealen van het verspreide materiaal.

Figuur 8 en Figuur 9 tonen respectievelijk het rekenrooster en de modelbathymetrie van het studiegebied.



*Figuur 8 Het rekenrooster van het Detailmodel, ingezoomd op het interessegebied. In het rood zijn de kabeltracés weergegeven.*



*Figuur 9 Het bodemniveau in het interessegebied. In het rood is het kabeltracé weergegeven.*

### 3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden

Voor de baggerwerkzaamheden is in het Delft3D model een sedimentbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn langs het tracé opschuift. De verplaatsingssnelheid van de bron hangt af van de te baggeren hoeveelheden sediment langs het tracé en de in-situ baggerproducties van de schepen. Hoe meer er op een specifieke locatie gebaggerd/gepre-ploughed dient te worden, hoe langer het schip daarover doet en hoe langzamer de sedimentbron opschuift. In de studie is verondersteld dat er gebaggerd wordt tegelijk in de actieve kustzone (tot 3 km van de kustlijn) als het offshore deel (vanaf 3 km van de kustlijn). Hierbij wordt voor beide delen van de kust (oost) naar offshore (west) gebaggerd. Na het baggeren van de geul voor de 1e kabel voor HKwB, zal de geul voor de 2e kabel worden gebaggerd met daaropvolgend de geul voor de 66kV-interlink (tussen HKwB en HKwA). Het is in deze studie aangenomen dat de aanleg in een periode van enkele maanden zal worden uitgevoerd.

Vanwege het feit dat het verspreiden van de baggerspecie op enkele honderden meters van de baggerlocatie plaatsvindt en dit overeenkomt met de horizontale resolutie van het Detailmodel, bevindt de puntbron die het baggeren beschrijft en de puntbron die het verspreiden beschrijft zich doorgaans in dezelfde roostercel. Wel is er altijd onderscheid te maken in welke verticale laag elke puntbron wordt opgelegd. Zie hiervoor ook de specificatie van de verticale positie van elke sedimentbron in paragraaf 2.1.1.

### 3.4 Sedimenteigenschappen in het model

Het gedrag van het slib (cohesief materiaal) wordt berekend met de Partheniades-Krone formule, (Partheniades, 1965) in (Deltares, 2016). Deze formule bepaalt, middels gestelde kritische bodemschuifspanningen, het erosie/sedimentatie gedrag van het slib. Dit houdt in dat als de bodemschuifspanning boven een, voor sedimentatie gestelde, kritische waarde uitkomt, er geen sedimentatie zal plaatsvinden. Onder die gestelde waarde vindt er sedimentatie plaats volgens de Partheniades-Krone formule. Volgens eenzelfde wijze geldt ook; als de bodemschuifspanning kleiner is dan een, voor erosie gestelde, kritische waarde, vindt er geen erosie plaats. Is de lokale bodemschuifspanning groter dan de kritische waarde, dan wordt de hoeveelheid erosie berekend met de Partheniades-Krone formule.

De sedimenteigenschappen van het slib voor in het Detailmodel zijn weergegeven in Tabel 8. Er is gewerkt met één enkele (cohesieve) sediment fractie. Deze slib fractie is representatief voor de fractie met een korrel diameter kleiner dan 63 µm. Wat betreft de gekozen representatieve modelparameters voor deze fractie zijn hoofdzakelijk de gangbare waarden aangehouden. Voor deze studie levert dat een licht conservatieve representatie van de werkelijkheid wat betreft de gesimuleerde slibconcentratieverhoging:

- Op basis van de Navier Stokes formule voor cohesief materiaal (vereenvoudigd door van Rijn (WL | Delft Hydraulics, 2006), is een valsnelheid van 0,5 mm/s representatief voor een fractie van ca. 25 µm. Bij het scenario die gebruikt wordt voor de beschouwing van de verhoging van de slibconcentratie, wordt zelfs een zeer conservatieve valsnelheid van 0,2 mm/s gebruikt, zodat de fijne fractie relatief lang in suspensie blijft.
- Een kritische bodemschuifspanning voor erosie van 0,1 N/m<sup>2</sup> is relatief vrij laag. Dit resulteert in een relatief hoge mate van resuspensie van slib met relatief hogere slibconcentraties in de waterkolom en een langzamere uitdemping van concentratieverhogingen tot gevolg.

De slibfractie van 10 % is gebruikt voor de bepaling van het soortelijk gewicht van de droge stof langs het traject, de zogenaamde droge dichtheid (kg/m<sup>3</sup>). Dit is berekend met de volgende formule (Van Rijn, 1990):

$$\text{Droge dichtheid} = 350 + 1250 * (\text{zandfractie})^2$$

Waarbij de zandfractie ongeveer gelijk is aan 1 minus de slibfractie. Uit de formule volgt een droge dichtheid van de baggerspecie van ca. 1350 kg/m<sup>3</sup>. Voor de droge dichtheid van de slibfractie is de standaardwaarde van 500 kg/m<sup>3</sup> aangehouden.

Tabel 7 Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

Parameter	Waarde	Eenheid
Specifieke dichtheid	2650	[kg/m <sup>3</sup> ]
Droge dichtheid	500	[kg/m <sup>3</sup> ]
Valsnelheid	0,2 - 0,5*	[mm/s]
Kritische bodemschuifspanning voor sedimentatie	1000	[N/m <sup>2</sup> ]
Kritische bodemschuifspanning voor erosie	0,1	[N/m <sup>2</sup> ]
Erosie parameter	0,0001	[kg/m <sup>2</sup> /s]

\* Er zijn twee scenario's opgesteld voor het modelleren van specifieke effecten ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. (Sub)scenario's A en B. Hierbij is de voornaamste verschilparameter de valsnelheid van het fijne materiaal.

#### A. Vertroebelingsscenario

In dit scenario is een lage valsnelheid van het fijne sediment van 0,2 mm/s aangenomen. De resultaten van dit scenario dienen als conservatief voor de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

#### B. Sedimentatiescenario

Bij dit scenario is een hoge valsnelheid van het fijne sediment van 0,5 mm/s aangenomen. De resultaten van dit scenario dienen als conservatief voor de sedimentatiesnelheid en sedimentatiedikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

In totaal zijn er 2 scenario's doorgerekend, bestaande uit een A-variant voor de beschouwing van de vertroebeling en een B-variant voor de beschouwing van de sedimentatie.

## 4 MODELRESULTATEN

In dit hoofdstuk is de additionele vertroebeling inzichtelijk gemaakt aan de hand van de maximale omvang van de baggerpluim tijdens de baggerwerkzaamheden, inclusief de periode van uitdemping. Specifieke locaties langs het kabeltracé en lokale pieken in additionele vertroebeling zijn in meer detail beschouwd aan de hand van tijdseries op de desbetreffende locaties. Hiervoor is gebruik gemaakt van scenario A.

De maximale sedimentatiesnelheid en maximale sedimentatie laagdikte zijn per scenario per jaar weergegeven. Hierbij is gebruik gemaakt van scenario B.

### 4.1 vertroebeling

#### 4.1.1 Achtergrondconcentratie

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld ca. 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007).

Als voorbeeld: bij gebruik van de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 20 mg/l is een absolute toename van de concentratie van 2 mg/l gelijk aan een relatieve toename van 10%.

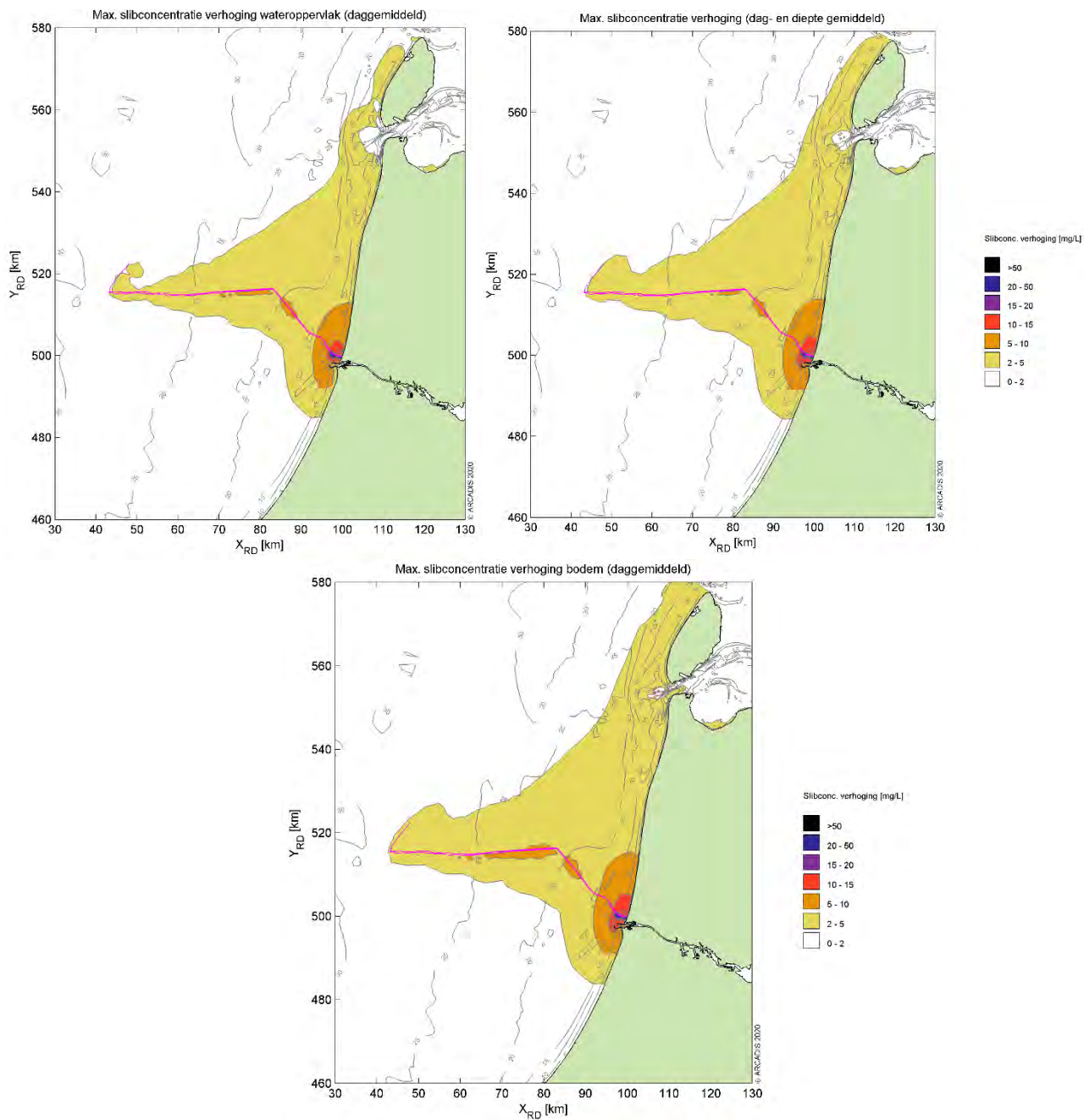
#### 4.1.2 Baggerpluim

Figuur 10 toont het ruimtelijke beeld van de maximale verhoging van de slibconcentratie voor scenario A. Van boven naar onder is de concentratieverhoging in mg/l getoond aan het wateroppervlak, diepte gemiddeld en aan de bodem. De kleurenschaal loopt op van 2 mg/l (geel) tot 50 mg/l (zwart). Het tracé is weergegeven met de magenta lijn.

Over het algemeen wordt de hoogste piekconcentraties bij de bodem waargenomen. Deze treden op langs het tracé, en met name ter hoogte van de kustzone. De concentratieverhoging loopt hier op tot 15-25 mg/l en zeer lokaal tot 25-50 mg/l.

Qua afmeting van het 2 mg/l areaal is te zien dat over een groot gebied 2 mg/l toeneemt, ofwel een 10% verhoging ten opzichte van de achtergrondconcentratie. Hierbij is duidelijk te zien dat dit zowel in kustdwarsrichting als in kustlangsrichting wordt overschreden. In de kustdwarsrichting rijkt de baggerpluim tot aan de 66kV-interlink kabel tussen windparken HKwA en HKwB. In de kustlangsrichting loopt de baggerpluim van zo'n 10 km ten zuiden van IJmuiden tot aan de noordelijke punt van Texel. Als echter gekeken wordt naar het 5 mg/l areaal, blijft de verspreiding van de baggerpluim beperkt tot 10 à 15 km uit het tracé in kustlangsrichting.



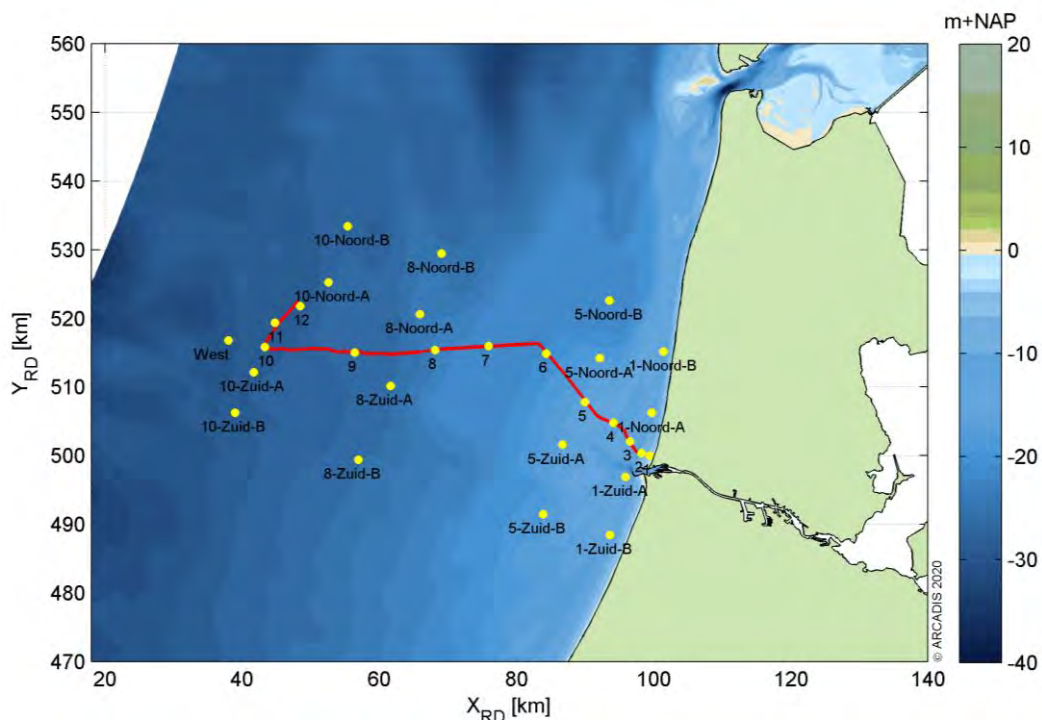


Figuur 10 Maximale omvang baggerpluim voor scenario A.

### 4.1.3 Tijdsseries

Langs het tracé zijn verschillende observatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging in tijdsreeks uitgewerkt is (Figuur 11). Observatiepunten 1 tot en met 12 bevinden zich in de verschillende baggergebieden langs het tracé. Voor het observatiepunt in de verschillende gebieden zijn ook punten ten noorden en ten zuiden toegevoegd om de kustlangse ontwikkelingen van de effecten in kaart te kunnen brengen. Dit is gedaan ter hoogte van observatiepunten 1, 5, 8 en 10. De concentraties gemiddeld over de gehele waterkolom, aan het wateroppervlak en nabij de bodem zijn bestudeerd.

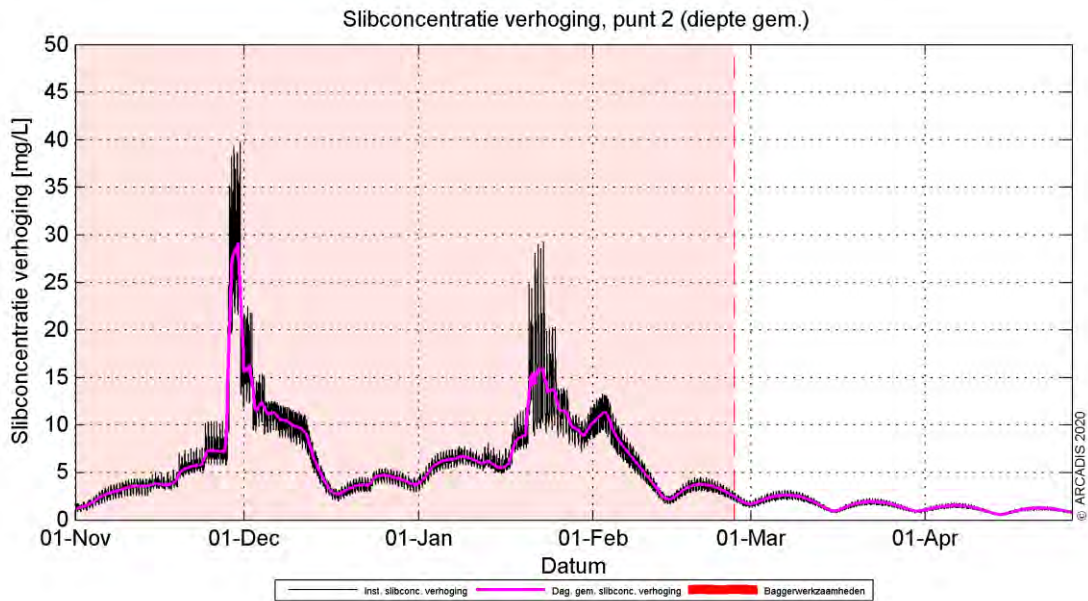
Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is deze voor de simulaties aangenomen in de periode van 1 november tot 1 maart. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.



Figuur 11. Locaties van de observatiepunten in de modelstudie.

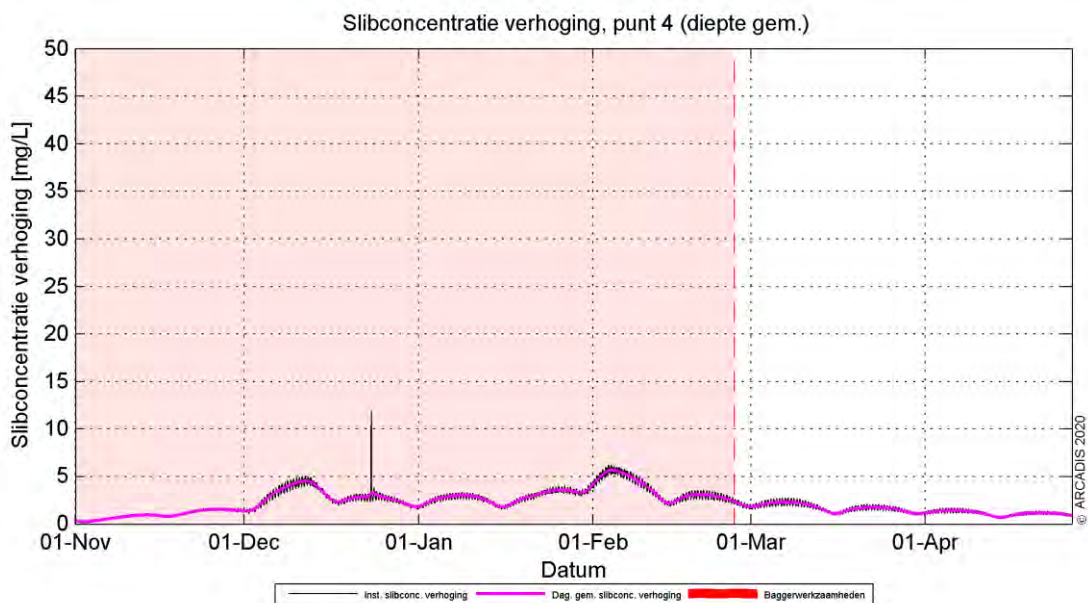
Omdat buiten het tracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het tracé beschouwd. In paragraaf 4.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij de bodem zijn de concentraties namelijk hoger dan aan het wateroppervlak in de waterkolom. De tijdsreeks van deze parameter geven hetzelfde beeld. Om deze paragraaf kort en bondig te houden, worden daarom enkel de dieptegemiddelde resultaten beschreven. Scenario A is gebruikt om de resultaten te beschouwen omdat dit scenario de grootste concentratieverhoging ter hoogte van het tracé genereert (door de lagere valsnelheid van het sediment).

De dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging in de tijd ter hoogte van observatiepunt 2 (de kustzone) is gepresenteerd in Figuur 12. Hierin is de zwarte grafiek de instantané concentratieverhoging (10 minuten waarde) en magenta beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uren waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd. De concentratieverhoging is gedurende bijna de gehele periode hoger dan de gestelde ondergrens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt in de maand december en eind januari. Dit komt overeen met de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd van de twee kabels, dichtbij het observatiepunt. Na de werkzaamheden dempt de concentratieverhoging in een tijdsbestek van halve maand weer uit naar orde 5 mg/l. Binnen een maand na het beëindigen van de werkzaamheden van de tweede kabel is de toename van de concentratie onder de grens van 2 mg/l gezakt.



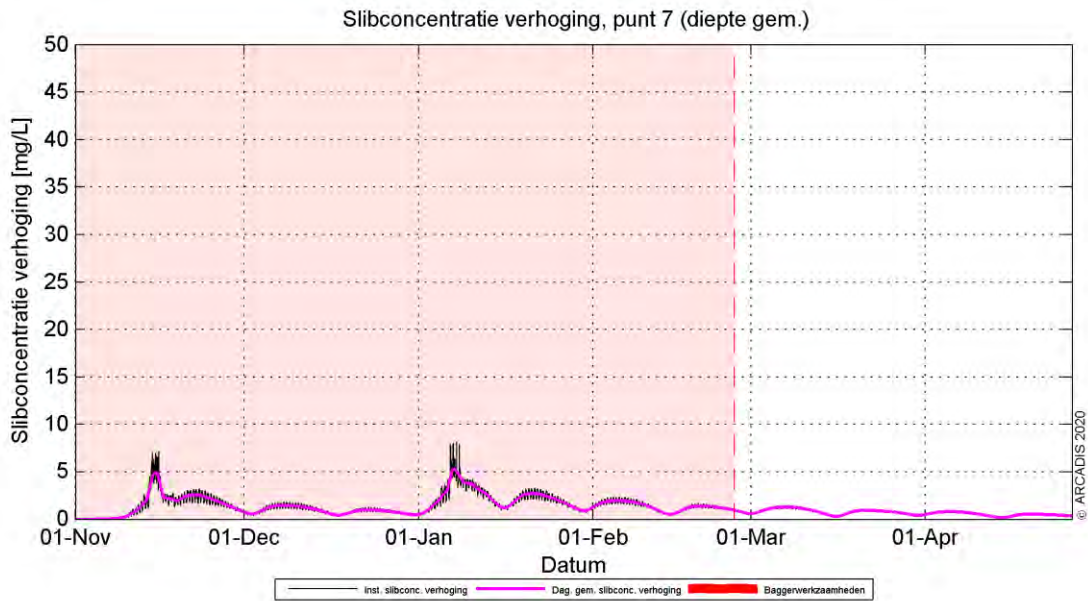
Figuur 12 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 2, Scenario A.

Rond observatiepunt 4 ligt de toename van de concentratie aanzienlijk lager. Er wordt ter hoogte van deze locatie minder gebaggerd als in de kustzone. Trenchen volstaat hier ook tot aan 16.0 km KP (kustprofiel). Dit proces genereert een verwaarloosbare vertroebeling. De concentratieverhoging op deze locatie is voornamelijk toe te schrijven aan de dispersiewolk ten gevolge van de baggerwerkzaamheden in de nabijgelegen kustzone. Dit is deels zichtbaar door de (lagere) pieken die samenvallen met baggerwerkzaamheden bij andere locaties, terwijl hier op deze locatie maar 2 keer getrencht wordt. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 13 is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties meerdere keren boven de grens van 2 mg/l uitkomen. Dit is met name het geval een maand na de eerste baggerwerkzaamheden in het gebied en pas na een halve maand bij het eindigen van de baggerwerkzaamheden neemt deze concentratie af onder de grens van 2 mg/l.

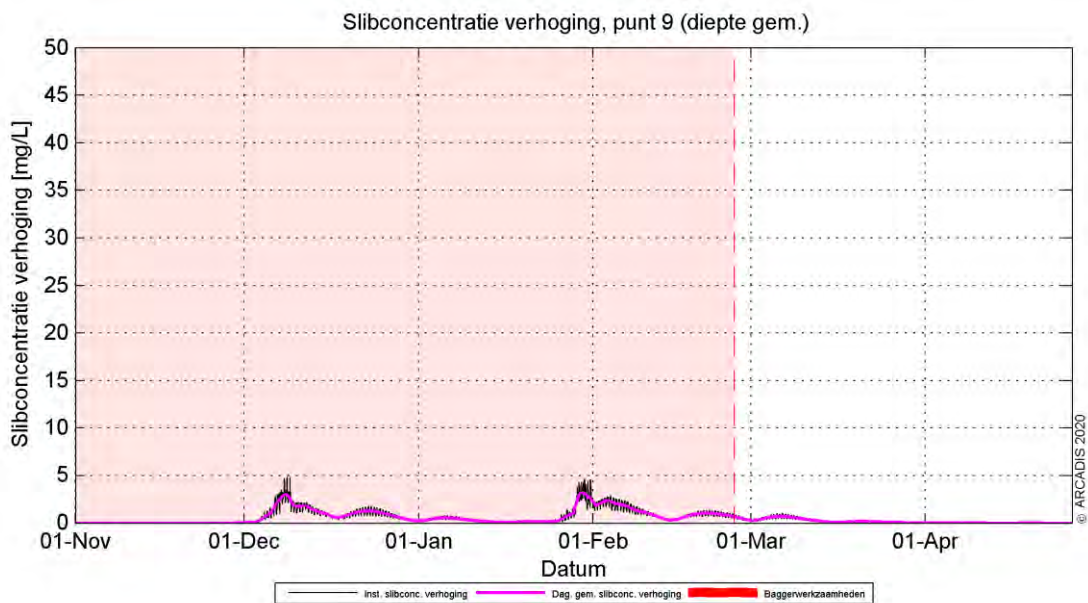


Figuur 13 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 4, Scenario A.

Observatiepunt 7 bevindt zich ter hoogte van het andere windpark HKN en de dieptegemiddelde concentratieverhoging in de tijd is weergegeven in Figuur 14. De werkzaamheden in de kustzone en langs het tracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd voor het gladstrijken van de zandgolven. Op het moment van baggeren neemt de concentratie toe tot boven de 2 mg/l en wanneer de baggerwerkzaamheden meer westelijk plaatsvinden zijn meerdere pieken te vinden, waarschijnlijk als gevolg van variatie in de kustdwarse stroming. Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie al onder de grens van 2 mg/l. Verder op zee is hetzelfde patroon te zien, waarbij tijdens het gladstrijken van de zandgolven door middel van baggeren de concentratie boven de grens van 2 mg/l schiet (zie Figuur 15). Vervolgens binnen enkele weken ligt de concentratie alweer onder de 2 mg/l grens, aangezien de dominante richting van de pluim kustwaarts is.



Figuur 14 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 7, Scenario A



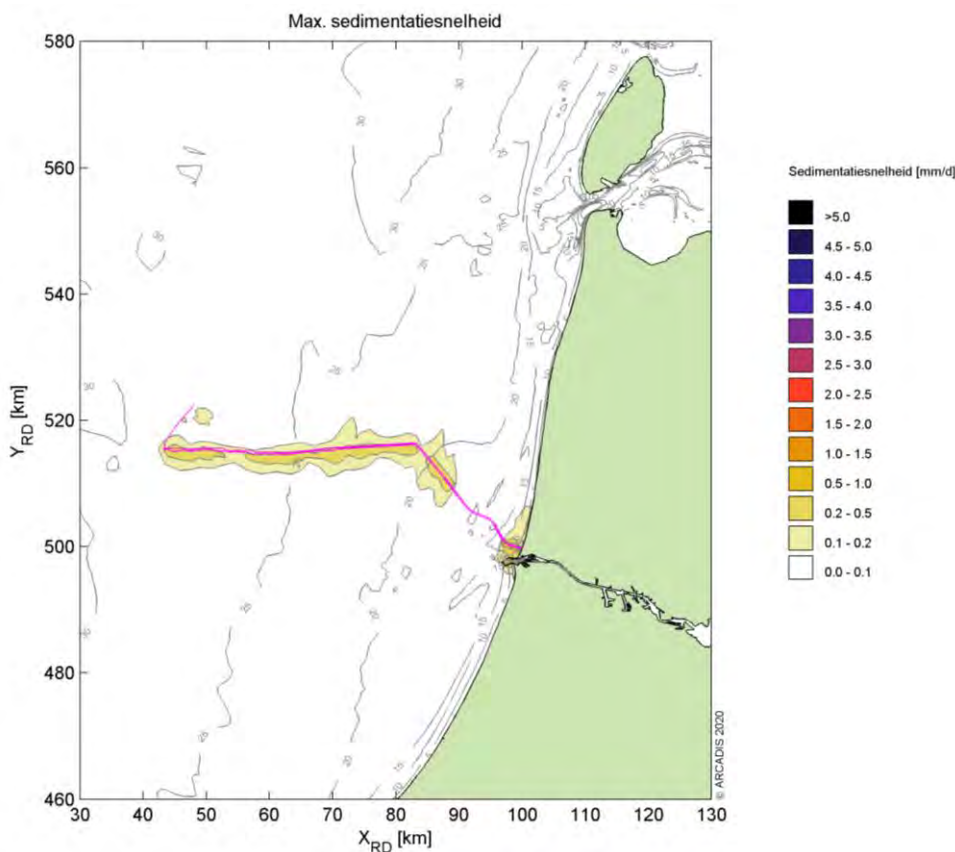
Figuur 15 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 9, Scenario A

De dieptegemiddelde concentratieverhoging in observatiepunten nemen af van de kust af. Een oorzaak is dat de verhoging ten gevolge van de baggerwerkzaamheden verder naar het westen op deze observatiepunten al flink afgenomen is door de verspreiding en verdeeld wordt over een grotere diepte (diepte gemiddeld), dit was ook al zichtbaar bij observatiepunt 4. De grenswaarde van 2 mg/l wordt op deze locaties (observatiepunten 6 tot en met 10) overschreden rond de baggerwerkzaamheden, waarbij zandgolven worden gladgestreken. Voor observatiepunten 4 en 5 is er maar een lichte stijging te zien door het trenchen van de kabel op deze locaties, terwijl verspreiding van concentraties uit de omgeving hier eenzelfde effect hebben en de waarden over een langere periode boven de grens van 2 mg/l blijven. Het proces van trenchen genereert geen significante verhoging van de concentratie.

## 4.2 Sedimentatie

### 4.2.1 Sedimentatiesnelheid

In Figuur 16 is de maximale sedimentatiesnelheid van scenario B getoond. De maximale sedimentatiesnelheid is zeer lokaal en de hoogste sedimentatiesnelheid vindt plaats in de kustzone, waar concentraties ook hoger liggen. In de kustzone ligt de sedimentatiesnelheid op zo'n 0.5-1 mm/dag. Langs het tracé ligt de sedimentatiesnelheid op max 0.5 mm/dag. Het patroon is vergelijkbaar met de sediment concentratie (baggerpluim) als beschreven in paragraaf 4.1.2. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de kustzone waar het lokale baggervolume het grootst is (gebied 2), in mindere mate in gebied 3 en langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn (gebied 5). Echter is de sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1 mm/d.



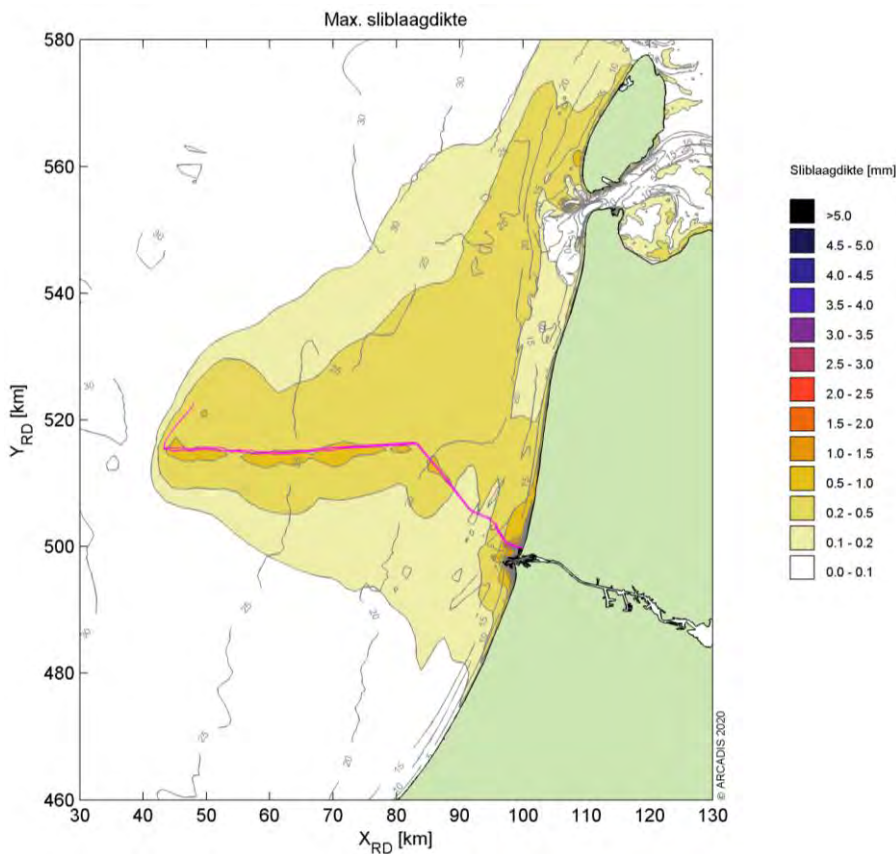
Figuur 16 Maximale sedimentatiesnelheid, Scenario B.

### 4.2.2 Sedimentatie laagdikte

Figuur 17 toont de maximale sliblaagdikte die voorgekomen is gedurende de periode van modelleren die benodigd zijn voor de aanleg. De maximale sliblaagdikte in dit figuur betreft de maximale waarde die gedurende enig punt in dat specifieke jaar per locatie bereikt is. Dit betekent dat een piekwaarde op de ene

locatie niet gelijktijdig op hoeft te treden met de piekwaarde op een andere locatie. Ook kunnen deze pieken weer zijn afgenomen in de tijd (erosie), wat niet in dit figuur naar voren komt.

De sliblaagdikte voor het voorgestelde scenario is langs het gehele tracé tot aan HKwB groter dan de grenswaarde van 0,1 mm. Deze grenswaarde volgt uit de grenswaarde die doorgaans gebruikt wordt bij de ecologische beschouwing. De stromingen in de kust langsrichting zorgen voor verdere verspreiding van het slib. Zo kan het materiaal ook op grotere afstand van het tracé neerslaan. Hierdoor wordt de grenswaarde van 0,1 mm van de laagdikte overschreden voor het gebied 10 km ten zuiden van IJmuiden tot voorbij Texel. Verder is zichtbaar dat een laagdikte groter dan 0,5 mm alleen waargenomen wordt in de directe nabijheid van het tracé en in de buitenhaven van IJmuiden. Dit sluit aan bij de eerdere observaties bij de analyse van de concentratieverhoging en de sedimentatiesnelheid en is te relateren aan de intensiviteitsverdeling van de baggerwerkzaamheden.



Figuur 17 Maximale sedimentatie laagdikte, Scenario B.

## 5 CONCLUSIES

Middels het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de baggerwerkzaamheden voor de aanleg van twee kabels voor HKwB gesimuleerd. Twee effect scenario's zijn er beschouwd, scenario A voor de slibverspreiding en scenario B voor sedimentatiesnelheid. Voor de fasering is het volgende aangenomen: de aanleg van de twee kabels en de 66kV-interlink kan worden gedaan binnen een jaar over een periode van 4 à 5 maanden. De kabels worden als volgt aangelegd, vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de eerste kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (3 km van de kust af) begonnen worden met de offshore kabel naar het platform. Na het baggeren van de eerste kabel zal dezelfde volgorde worden aangehouden voor de tweede kabel. Vervolgens zal de 66kV-interlink worden gebaggerd.

Bij scenario's A en B is gewerkt met een verschillende valsnelheid. Bij scenario A is gewerkt met een realistische ondergrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de mate van vertroebeling op basis van de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Bij scenario B is gewerkt met een realistische bovengrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de sedimentatiesnelheid en de maximale sedimentatie laagdikte.

De resultaten van de combinaties van de scenario's zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

### Vertroebeling

De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter. Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en het storten; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 2 mg/l. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet beschouwd is.

Over het algemeen worden de hoogste piekconcentraties waargenomen in de kustzone en langs het tracé. De concentratieverhoging loopt hier op tot 15-25 mg/l en zeer lokaal tot 25-50 mg/l. De hogere pieken komen voornamelijk voor in de kustzone, doordat hier meer sediment wordt gebaggerd over een kort stuk tracé.

De afmeting van het 2 mg/l areaal is een stuk uitgebreider en strekt zich uit zowel in kustdwarsrichting als in kustlangsricting. In de kustdwarsrichting rijkt de baggerpluim tot aan het platform, 65 km uit de kust. In de kustlangsricting loopt de baggerpluim van 10 km ten zuiden van IJmuiden tot aan de noordelijke punt van Texel. Als echter gekeken wordt naar het 5 mg/l areaal, blijft de verspreiding van de baggerpluim beperkt tot 10 à 15 km uit het tracé in kustlangsricting en op sommige delen langs het tracé zelf.

In het algemeen geldt dat de concentratieverhoging hoger is hoe lager in de waterkolom.

### Sedimentatie

De sedimentatiesnelheid is uitgedrukt in mm/dag. Het gaat hierbij om de sedimentatie van de fijne fractie in de baggerspecie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 0,1 mm/d. Dat wil zeggen dat een sedimentatiesnelheid onder deze grens niet beschouwd is. Er wordt alleen een sedimentatiesnelheid van 0,1 mm/d of meer waargenomen binnen een straal van ca. 4 km van het tracé en in de buitenhaven van IJmuiden. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de kustzone waar het lokale baggervolume het grootst is, en ook de vertroebeling het hoogst. Verder in mindere mate langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn (gebied 5) is de sedimentatiesnelheid meer dan 0,1 mm/d. Echter is de additionele sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1,0 mm/d.

De maximaal waargenomen sedimentatie laagdikte gedurende de gesimuleerde periode is uitgedrukt in mm. De gebruikte ondergrens is hier 0,1 mm. Het 0,1 mm areaal van de maximale sedimentatie laagdikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden beslaat de kuststrook van 10 km ten zuiden van IJmuiden tot iets noordelijker dan Texel. Echter, een laagdikte van meer dan 0,5 mm wordt alleen waargenomen in de directe nabijheid van het tracé en in de buitenhaven van IJmuiden. De laagdikte langs het tracé blijft beperkt tot 3,0 mm en is ook onderhevig aan erosie tijdens en na de baggerwerkzaamheden. De laagdikte in de buitenhaven van IJmuiden kan zeer lokaal oplopen tot enkele centimeters. De erosie van het gesedimenteerde materiaal is hier namelijk relatief beperkt.

## 6 BIBLIOGRAFIE

- Aarninkhof, S., Spearman, J. d., & van Koningsveld, M. (2010). Dredging-induced turbidity in a natural context status and future perspective of the TASS program. *Proceedings WODCON XX*. Beijing, China.
- Arcadis. (2015). *MER Transmissiesysteem op zee Borssele*. Arcadis.
- Deltares. (2016). *Delft3D-FLOW, Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments*. Delft: Deltares.
- Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria*. Haskoning.
- Partheniades, K. (1965). Erosion and Deposition of Cohesive Soils. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE* 91, 105-139.
- Rijkswaterstaat. (2016). *Notitie Reikwijdte en Detailniveau Winning suppletiezand Noordzee 2018-2027*. Rijkswaterstaat.
- Spearman, J., de Heer, A., Aarninkhof, S., & van Koningsveld, M. (sd). Validation of the TASS system for predicting the environmental effects of trailer suction hopper dredgers. *Terra et Aqua, No. 125*.
- van Kessel, T. (2010). *Bedrijfsspecifiek gedeelte Monitoringsplan Groningen Seaports*. Delft: Deltares.
- Van Rijn, L. (1990). *Principles of Sedimentation and Erosion Engineering in Rivers, Estuaries and Coastal Seas*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Witteveen + Bos. (2017). *Net op zee Hollandse Kust (zuid), Aanvulling MER - Aanlanding Maasvlakte Noord*. Witteveen en Bos.
- WL | Delft Hydraulics. (2006). *Zwevend Stof Rijn-Maasmonding*. Delft: WL | Delft Hydraulics.



## COLOPHON

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)  
SLIBMODELLEERSTUDIE

### CLIENT

Tennet TSO B.V.

### AUTHOR

Wout van Dijk

### PROJECT NUMBER

C005057.000220.0820

### OUR REFERENCE

### DATE

8 June 2020

### GECONTROLEERD DOOR

Jos van der Baan

### Arcadis Nederland B.V.

P.O. Box 220  
3800 AE Amersfoort  
The Netherlands  
+31 (0)88 4261261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

## BIJLAGE C GELUIDSSTUDIE

Notitie TNO 2020 M11115

**Aan**Arcadis Nederland B.V.  
T.a.v. Bernd van Kuijk**Van**

Christ de Jong &amp; Bas Binnerts

**Onderwerp**

Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West

**Defence, Safety & Security**Oude Waalsdorperweg 63  
2597 AK Den Haag  
Postbus 96864  
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00  
F +31 70 328 09 61**Datum**

13 juli 2020

**Onze referentie**

DHW-AS-2020-100333429

**Projecnummer**

060.35787/01.07

**Contactpersoon**

Dr. ir. C.A.F. de Jong

**E-mail**

christ.dejong@tno.nl

**Doorkiesnummer**

+31888668034

**1 Inleiding**

Arcadis Nederland BV heeft TNO gevraagd berekeningen uit te voeren van het onderwatergeluid ten gevolge van het heien voor het Beta-platform voor het windpark Hollandse Kust West. Dit betreft berekening van de te verwachten geluidniveaus op 750 m van de heilocatie en van geluidcontouren waarbinnen bruinvissen en zeehonden kunnen worden verstoord door het heigeluid, conform de aanpak zoals beschreven in het Kader Ecologie en Cumulatie (Heinis et al, 2019).

**2 Aanpak**

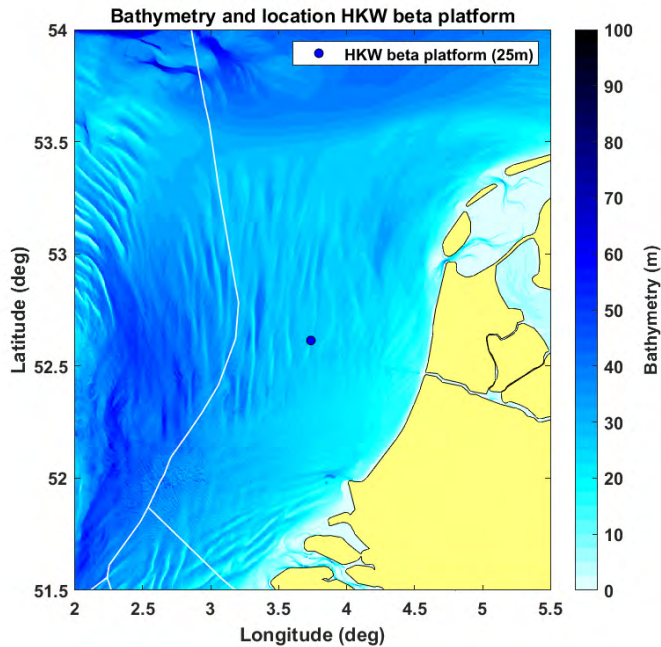
In deze studie is met behulp van het Aquarius 4 voorspellingsmodel (de Jong et al, 2018) uitgerekend wat het te verwachten onderwatergeluidniveau (single strike sound exposure level; SELs) is op 750 m van de heilocatie, en binnen welk oppervlak rond de heilocatie bruinvissen en zeehonden verstoord worden.

**3 Heilocatie**

De locatie is gegeven in Tabel 1 en Figuur 1. Omdat de afstand tussen de palen verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de referentieafstand (750 m) en de berekende verstoringafstanden is alleen de centrale locatie van het platform als bronlocatie genomen.

*Tabel 1: ETRS89 UTM 31N coördinaten van de platformlocatie. Bij de heigeluid-berekeningen is uitgegaan van het 'platform centre', omgerekend naar WGS84 EPSG 4326: longitude: 3.7371 graden en latitude 52.6136 graden*

FID	Shape *	F1	X	Y
0	Point	Platform centre	549905.6	5829544
1	Point	NW corner	549898.8	5829567.1
2	Point	NE corner	549927.8	5829553.5
3	Point	SE corner	549912.5	5829520.9
4	Point	SW corner	549883.5	5829534.4



**Datum**  
13 juli 2020

**Onze referentie**  
DHW-AS-2020-100333429

**Blad**  
2/7

*Figuur 1 De voor de modellering gebruikte bathymetrie (laagste astronomische getij, bron: EMODnet, zie Tabel 3) en platformlocatie.*

#### 4 Invoergegevens

De toegepaste invoergegevens voor de heigeluidberekeningen zijn samengevat in Tabel 2.

*Tabel 2: de in de modellering gebruikte parameters voor heipalen en heihamer.*

	<b>Platformpalen</b>
Aantal palen	8
Paaldiameter	3 m
Wanddikte <sup>1</sup>	36,4 mm
Hei-energie	2000 kJ
Massa ram <sup>2</sup>	100 ton
Massa aambeeld	100 ton
Contactstijfheid	20 GPa

Het TNO rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de onderwater-geluiduitstraling van de heipaal op basis van de eigenschappen van hamer, aambeeld en paal, gebruik makend van het hamermodel van Deeks & Randolph (1993).

<sup>1</sup> Wanddikte  $t$ , in mm, geschat op basis van de API (2014) formule voor de minimale wanddikte:  $t = 0.01D + 6.35$  mm, met  $D$  de paaldiameter in mm.

<sup>2</sup> Bij gebrek aan verdere informatie zijn de massa's van hamer en aambeeld geschat als: aambeeldmassa = hamermassa = hamerenergie  $\times$  (1 ton/20 kJ).

## 5 Aquarius 4 propagatieberekening

Het TNO rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de ruimtelijke verspreiding van het onderwatergeluid onder invloed van gegevens van de omgeving (bathymetrie en geologie).

Tabel 3 geeft een overzicht van de in de berekeningen toegepaste waarden van de omgevingsparameters. De bathymetrie (ten opzichte van het laagste astronomische getij) is verkregen uit het EModNet dataportaal. De overige gegevens zijn gebaseerd op standaardwaarden uit (Ainslie, 2010, tabel 4.18), aangepast naar aanleiding van een eerdere validatie van de berekeningsresultaten van het Aquarius 4 model met meetgegevens van het heien voor een turbinefundatie voor het Gemini offshore wind park (de Jong et al, 2018). Op basis van die validatiestudie kunnen de gegevens als voldoende representatief worden beschouwd voor deze omgeving.

Wind boven zee en golven verstoren het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt, vooral bij hogere frequenties. Eerdere versies van Aquarius bevatten daarom een model voor een toenemend propagatieverlies bij toenemende windsnelheid. In de validatiestudie (Binnerts et al, 2016) en de daarop gebaseerde modelupdate (de Jong et al, 2018) werd geconstateerd dat het propagatieverlies door dat model overschat werd. In de huidige aanpak berekenen we daarom het worst-case scenario waarbij het effect van wind en golven verwaarloosd wordt.

*Tabel 3: Omgevingsparameters voor de geluidpropagatieberekeningen*

Waterdiepte	EMODnet bathymetrie, 1/8 minuut resolutie, <a href="http://www.emodnet-bathymetry.eu/">http://www.emodnet-bathymetry.eu/</a> , zie Figuur 1.
Bodemtype	'medium sand' (Ainslie, 2010; Tabel 4.18; $\phi = 1.5$ )
Bodem geluidsnelheid	1797 m/s
Bodem dichtheid	2136 kg/m <sup>3</sup>
Bodem absorptie (de Jong et al, 2018)	0,88 dB/golflengte voor $f \geq 250$ Hz $\left(\frac{f}{250 \text{ Hz}}\right)^{1.8} \times 0,88$ dB/golflengte voor $f < 250$ Hz
Zeewater geluidsnelheid	1500 m/s
Zeewater dichtheid	1000 kg/m <sup>3</sup>
Windsnelheid (10 m hoogte)	0 m/s

## 6 Drempelwaarden

Volgens de methodiek van het Kader Ecologie en Cumulatie (Heinis et al, 2019) wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden worden verstoord wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid dat de volgende drempelwaarden overschrijdt:

**Bruinvis:** ongewogen breedband SELss van 140 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$

**Zeehond:** Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$

**Datum**

13 juli 2020

**Onze referentie**

DHW-AS-2020-100333429

**Blad**

3/7

**Datum**

13 juli 2020

**Onze referentie**

DHW-AS-2020-100333429

**Blad**

4/7

Hierbij verwijst de term ‘Mpw-gewogen’ naar het toepassen van een frequentieweging volgens het door Southall et al (2017) gedefinieerde filter voor ‘pinnipeds in water’. Deze weging houdt rekening met een bandbreedte van het gehoor van zeehonden onderwater, tussen 75 Hz en 75 kHz.

## 7 Resultaten berekeningen onderwatergeluid

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt op een cirkel met een straal van 750 m rond de heilocatie een maximum waarde van de ongewogen breedband SELs van 173 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ , bij heien zonder mitigatiemaatregelen.

Volgens deze berekeningen is er zodoende een risico dat de SELs op 750 m bij het heien van de jacketpalen zonder mitigatiemaatregelen 5 dB hoger is dan de verwachte geluidsnorm (168 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ , zie Heinis et al, 2019). Daarbij dient opgemerkt te worden dat deze berekening gebaseerd is op realistische ‘worst-case’ aannamen, zie ook sectie 9 van deze notitie. De berekende overschrijding van de norm kan met behulp van in de markt beschikbare maatregelen gemitigeerd worden, zie bijvoorbeeld het overzicht in Tabel 4. De speciaal voor windturbinefundaties ontwikkelde maatregelen in deze tabel (NMS en HSD) zijn niet direct toepasbaar voor platformpalen.

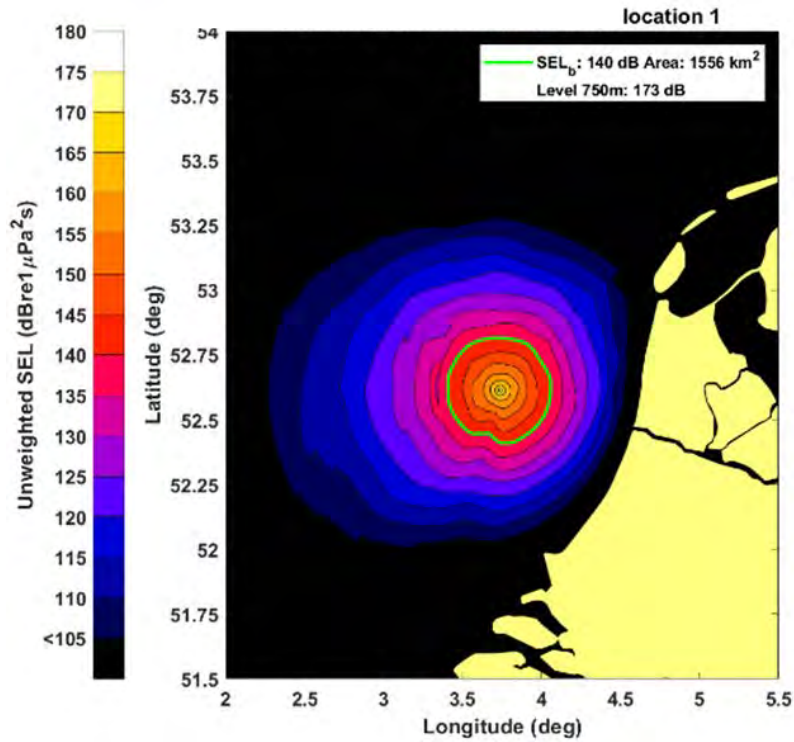
*Tabel 4: overzicht van de bandbreedte aan geluidreducties die eerder zijn behaald met diverse maatregelen (NAS = underwater noise abatement systems; BBC = big bubble curtain; DBBC = double big bubble curtain; NMS = (IHC) noise mitigation system; HSD = hydro sound damper), uit (Verfuss et al, 2019)*

NAS	Water depth	Noise reduction $\Delta$ SEL <sub>ss</sub> (dB)
BBC <sub>(&gt;0.3m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	~ 40 m	7 - 11
DBBC <sub>(&gt;0.3m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	~ 40 m	8 - 13
DBBC <sub>(&gt;0.4m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	~ 40 m	12 - 18
DBBC <sub>(&gt;0.5m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	> 40 m	~ 15-16 (based on 1 pile)
NMS	Up to 40 m	13 - 16
HSD	Up to 40 m	10 - 12
NMS + optimised BBC <sub>(&gt;0.4m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	~ 40 m	17-18
NMS + optimised BBC <sub>(&gt;0.5m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	~ 40 m	18-20
HSD + optimised BBC <sub>(&gt;0.4m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	~ 30 m	15-20
HSD + optimised DBBC <sub>(0.48m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	20-40 m	15-28
HSD + optimised DBBC <sub>(&gt; 0.5m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	< 45 m	18-19

## 8 Verstoringsoppervlak

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt ook de geluidverspreiding rond de bron, bij ongemitigeerd heien, zoals weergegeven in Figuur 2. Deze figuren tonen de (“SELb”) verstoringscontour rond de bron waarbinnen het geluid de drempelwaarde voor verstoring van bruinvissen of zeehonden overschrijdt. Het maximale oppervlak binnen de berekende verstoringscontouren is:

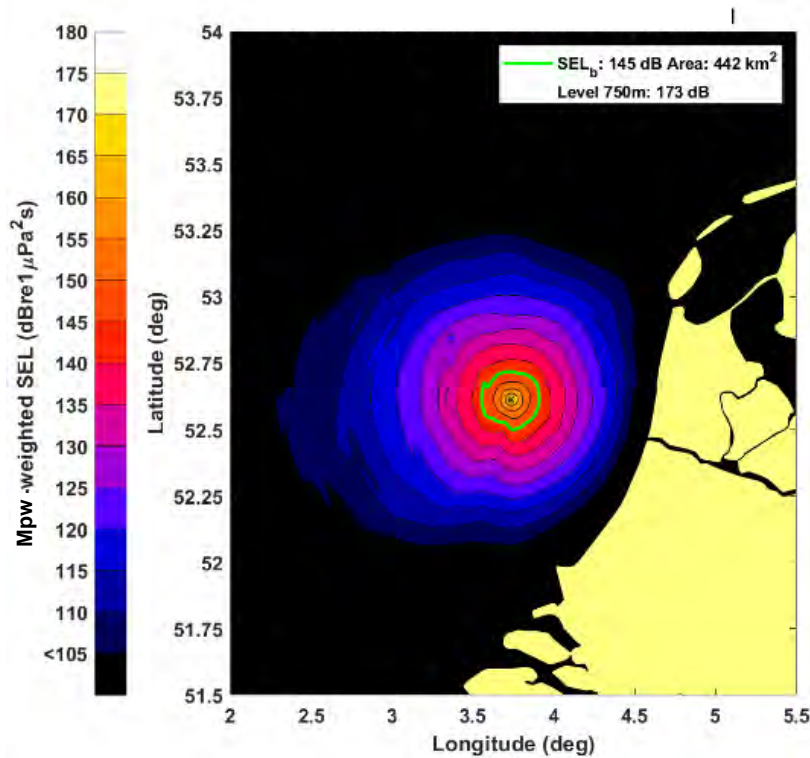
- Verstoringsoppervlak bruinvissen: 1556 km<sup>2</sup>
- Verstoringsoppervlak zeehonden: 442 km<sup>2</sup>



**Datum**  
13 juli 2020

**Onze referentie**  
DHW-AS-2020-100333429

**Blad**  
5/7



Figuur 2 Met Aquarius 4 berekende geluidskarten (SELs) en verstoringscontouren voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder) voor het heien van de fundering voor het Beta-platform voor het windpark Hollandse Kust West.

## 9 Discussie modelonzekerheden

TNO heeft in de afgelopen jaren een suite van Aquarius rekenmodellen ontwikkeld waarmee de onderwatergeluidverspreiding rond een heipaal berekend kan worden. De keuze van een modelversie uit die suite hangt af van de beschikbare informatie en de complexiteit van de berekening. De onzekerheid in de berekende geluidverspreiding zou in theorie af moeten nemen wanneer meer gedetailleerde informatie beschikbaar is. De beperkte modelvalidatie aan de hand van meetgegevens voor het heien van funderingspalen voor offshore windturbines op het Nederlands Continentaal Plat (PAWP, Luchterduinen, Gemini; zie Binnerts et al. 2016) laat zien dat we nog niet goed in staat zijn om die onzekerheid te kwantificeren, omdat we de bijdragen van de diverse parameters aan de onzekerheid niet goed kunnen scheiden. In een eerdere studie bleek de ongewogen breedband SELs uit de (worst-case) Aquarius berekening ongeveer 3 dB hoger te zijn dan de maximaal gemeten waarde.

Voor het bepalen van verstoringsdrempels is in deze studie uitgegaan van de normen zoals in het KEC-2018 gehanteerd. Recente metingen van verstoring van bruinvissen bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018) suggereren dat deze norm mogelijk leidt tot overschatting van aantal verstoorde bruinvissen op basis van de berekende verstoringscontouren (Binnerts et al. 2016) ten opzichte van de daadwerkelijk gemeten verstoring bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018). Een mogelijke verklaring kan zijn dat bruinvissen vooral door de hogere frequenties in het heigeluid verstoord worden, terwijl voornamelijk laagfrequent heigeluid overblijft na propagatie over grotere afstanden. Dat effect zou wellicht in rekening kunnen worden gebracht door middel van een frequentiegewogen geluidniveau, maar die hypothese behoeft nader onderzoek (Tougaard et al. 2015).

## 10 Conclusie

Aquarius 4 berekeningen van het onderwatergeluid bij het ongemitigeerd heien van de funderingspalen voor het Beta-platform leiden, bij een maximale hamerklapenergie van 2000 kJ, tot een ongewogen breedband single strike sound exposure level op 750 m afstand van de heilocatie van 173 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ . De berekende overschrijding van de norm met 5 dB is naar verwachting eenvoudig te mitigeren met een enkelvoudige maatregel zoals een bellenscherm.

**Datum**

13 juli 2020

**Onze referentie**

DHW-AS-2020-100333429

**Blad**

6/7



## 11 Referenties

- Ainslie, 2010: "Principles of Sonar Performance Modeling", Springer-Praxis
- API, 2014: "API Recommended Practice 2A-WSD Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms—Working Stress Design", American Petroleum Institute, [www.api.org](http://www.api.org)
- Binnerts et al, 2016: "Validation of the Aquarius models for prediction of marine pile driving sound", report TNO 2016 R11338.
- Deeks & Randolph, 1993: "Analytical modelling of hammer impact for pile driving", International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol.17: 279-302
- de Jong et al, 2018: "Wozep – WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions", report TNO 2018 R11671.  
([https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/160801/update\\_aquarius\\_models\\_pile\\_driving\\_sound\\_predictions\\_tno\\_2019.pdf](https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/160801/update_aquarius_models_pile_driving_sound_predictions_tno_2019.pdf))
- Geelhoed et al, 2018: "Gemini T-c: aerial surveys and passive acoustic monitoring of harbour porpoises 2015", Wageningen Marine Research report C020/17
- Harwood et al, 2014: "A protocol for implementing the interim population consequences of disturbance (PCOD) approach: quantifying and assessing the effects of UK offshore renewable energy developments on marine mammal populations", Report SMRUL-TCE-2013-014.
- Heinis et al, 2019: "Kader Ecologie en Cumulatie – 2018 Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen".  
([https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157579/kec\\_update\\_2018\\_effecten\\_impulsief\\_geluid\\_op\\_bruinvissen\\_20190124def.pdf](https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157579/kec_update_2018_effecten_impulsief_geluid_op_bruinvissen_20190124def.pdf))
- Southall et al, 2017: "Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations", Aquatic Mammals 33(4): 411-521
- Tougaard et al, 2015: "Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises", Marine Pollution Bulletin 90, 196–208
- Verfuss et al, 2019: "A review of noise abatement systems for offshore wind farm construction noise, and the potential for their application in Scottish waters", Scottish Natural Heritage Research Report No. 1070

**Datum**

13 juli 2020

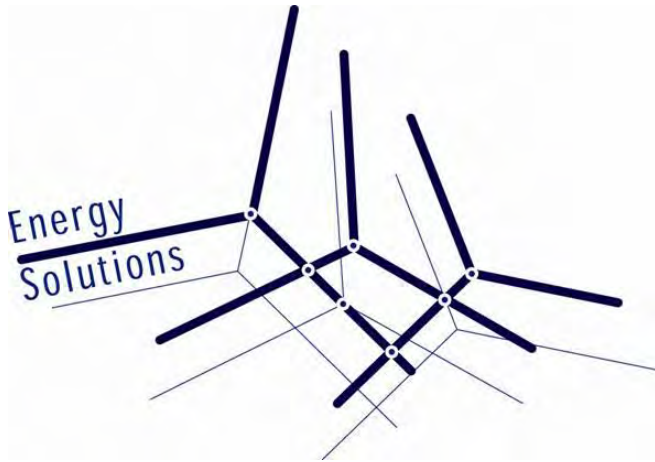
**Onze referentie**

DHW-AS-2020-100333429

**Blad**

7/7

## BIJLAGE D STUDIE NAAR HET ELEKTROMAGNETISCH VELD



TenneT

## Berekening specifieke magneetveldzone

### Hollandse Kust West Beta

#### Revisietabel

Revisie	Datum	Auteur	Opmerkingen
1.2	28-01-2021	J.A. van Oosterom	Bijlage toegevoegd, update tekst
1.1	13-10-2020	J.A. van Oosterom	Update na review
1	29-09-2020	J.A. van Oosterom	

---

Documentnummer: ENSOL-RPT-2020.113  
Auteur: J.A. van Oosterom  
Revisie: 1.2  
Datum: 28 januari 2021  
Gecontroleerd: A. Blanken



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>2</b>
1.1	PROJECT BESCHRIJVING .....	2
<b>2</b>	<b>ACHTERGROND EN UITGANGSPUNTEN .....</b>	<b>3</b>
2.1	MAGNEETVELDEN EN GEZONDHEID .....	3
2.2	BELEIDSADVIES MET BETREKKING TOT HOOGSPANNINGSLIJNEN .....	3
2.3	ZONEBEREKENING .....	3
2.4	DISCLAIMER .....	4
<b>3</b>	<b>UITGANGSPUNTEN BIJ DE BEREKENING .....</b>	<b>5</b>
3.1	UITGANGSPUNTEN .....	5
3.2	INVOER GEGEVENS EN BEREKENDE SITUATIES .....	6
3.2.1	220 kV Zeekabel .....	6
3.2.2	220 kV Land tracé .....	7
<b>4</b>	<b>RESULTATEN BEREKENINGEN .....</b>	<b>8</b>
4.1	RESULTATEN .....	8
4.1.1	220 kV zeekabel ligging zee .....	8
4.1.2	220kV zeekabel ligging op het strand .....	10
4.1.3	220 kV kabel ligging op het strand op de moflocatie (zee- en landkabel) .....	11
4.1.4	220 kV landkabel ligging in platvlak .....	12
4.1.5	220 kV Zeekabel HDD .....	13
4.1.6	220 kV Landkabel HDD Duinboring .....	15
4.1.7	220 kV Landkabel HDD .....	16
<b>5</b>	<b>CONCLUSIE .....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>BIJLAGEN .....</b>	<b>18</b>



# 1 Inleiding

## 1.1 Project beschrijving

Voor het project Hollandse Kust West Beta (HKWb) heeft Energy Solutions van TenneT opdracht gekregen om de magneetveldcontour te berekenen van het 220 kV kabeltracé. Het onshore tracé start bij het 220/380 kV station in IJmuiden en eindigt op het strand waar de offshore verbinding naar het platform van HKWb gaat. Het tracé bestaat uit 2 kabelcircuits. In deze rapportage zijn de resultaten van de magneetveldberekeningen voor deze verbinding samengevat.

Het project HKWb is één van de offshore wind projecten die aangesloten zal worden op het nieuw te bouwen 220/380 kV transformatorstation in IJmuiden. In 2018 zijn er magneetveldberekeningen uitgevoerd voor de tracés van de andere verbindingen van Hollandse Kust West Alpha (HKWa) en Hollandse Kust Noord (HKN) welke op hetzelfde hoogspanningsstation worden aangesloten. Het tracé van HKWb heeft geen invloed op de magneetveldcontour van deze verbindingen. De kabels voor HKWb worden aangesloten op hetzelfde hoogspanningsstation als de verbindingen van HKWa en HKN. Hiervoor is een aparte rapportage opgesteld waarbij de magneetveldcontour van het complete transformatorstation is berekend.



## 2 Achtergrond en uitgangspunten

### 2.1 Magneetvelden en gezondheid

Magneetvelden kunnen het functioneren van het menselijk lichaam beïnvloeden. Boven een bepaalde waarde van de veldsterkte kunnen acute effecten optreden, zoals het 'zien' van lichtflitsen en onwillekeurige spiersamentrekkingen. In de buurt van de elektriciteitsvoorziening gaat het om in de tijd wisselende velden met een frequentie van 50 hertz (Hz). Voor de sterkte van het magneetveld heeft de Europese Unie bij 50 Hz een referentieniveau voor leden van de bevolking van 100 microtesla ( $\mu\text{T}$ ) aanbevolen\*. Beneden het referentieniveau veroorzaakt het magneetveld geen acute effecten.

Het is minder duidelijk wat de effecten van langdurige blootstelling aan lagere sterkte van het magneetveld zijn. Het onderzoek in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen wijst er op dat kinderen die dicht bij een dergelijke hoogspanningslijn wonen, waar het magneetveld sterker is dan verder verwijderd van de hoogspanningslijn, mogelijk extra risico op leukemie lopen. Het (mogelijk) verhoogde risico op kinderleukemie tekent zich af bij langdurige blootstelling aan magneetvelden sterker dan ergens tussen 0,2 en 0,5 microtesla ( $\mu\text{T}$ ).

### 2.2 Beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen

Op grond van deze gegevens en uitgaande van het voorzorgsbeginsel heeft het toenmalige ministerie van VROM in 2005 een beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen aan gemeenten, netbeheerders en provincies uitgebracht. In dat advies wordt aangeraden om zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te vermijden dat er nieuwe situaties ontstaan waarbij kinderen langdurig verblijven in het gebied rond bovengrondse hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger is dan 0,4 microtesla ( $\mu\text{T}$ ) (de magneetveldzone). Het beleidsadvies is in 2008 verduidelijkt en is in 2018 geëvalueerd. Deze evaluatie heeft op het moment nog niet geleid tot een verandering in het voorzorgsbeleid.

### 2.3 Zoneberekening

De manier waarop deze magneetveldzone kan worden berekend, is vastgelegd in de Handreiking van het RIVM.

Om een berekeningsmethode voor de in het beleidsadvies aangegeven magneetveldzone op te kunnen stellen, zijn enkele vereenvoudigingen van het hoogspanningsnet aangenomen. Vereenvoudigingen zijn onvermijdelijk omdat de volledige karakteristieken van de stroom niet altijd en overal in het hoogspanningsnet bekend zijn. Een eerste vereenvoudiging is dat er voor elk circuit met één stroom wordt gerekend. Deze rekenstroom is een schatting voor de maximale, jaargemiddelde stroom die nu of in de toekomst kan optreden. Een tweede vereenvoudiging is dat de stroom door de bliksemraden (en andere geleiders in de buurt van de hoogspanningsverbinding zoals buisleidingen, vangrails en silo's) niet in de berekening wordt meegenomen. Een derde vereenvoudiging is dat de specifieke magneetveldzone, waar mogelijk, wordt voorgesteld door rechte lijnen evenwijdig aan de hoogspanningsverbinding. Een gevolg van deze aannames is dat een berekening volgens deze Handreiking niet de werkelijke sterkte van het magneetveld op een bepaalde locatie op een bepaald tijdstip (zoals die met een momentane meting bepaald zou kunnen worden) weergeeft. Een berekening volgens de Handreiking legt een toekomstgerichte specifieke magneetveldzone vast die past binnen het beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen.

---

\* AANBEVELING VAN DE RAAD van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz — 300 GHz (1999/519/EG)



## 2.4 Disclaimer

Het hoogspanningslijnenbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen.

In deze rapportage zijn ook de magneetveldcontouren (in dit rapport: 0,4  $\mu$ T zones) berekend voor andere delen van het hoogspanningsnet. Bij die berekeningen is de notitie "Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding" als leidraad gebruikt.

Het feit dat in deze rapportage 0,4  $\mu$ T zones en –contouren zijn berekend, betekent niet dat er binnen deze zones een verhoogd gezondheidsrisico te verwachten is. De 0,4  $\mu$ T zones geven aan binnen welke afstand van de hoogspanningsverbinding wordt aangeraden om te vermijden dat er nieuwe gevoelige bestemmingen worden gerealiseerd, mits de hoogspanningsverbinding uit een bovengrondse lijn zou bestaan.



### 3 Uitgangspunten bij de berekening

#### 3.1 Uitgangspunten

Voor het berekenen van de magneetveldcontour zijn de volgende documenten als leidraad gebruikt:

- “*Handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen*”, G. Kelfkens, M.J.M. Pruppers, RIVM, versie 4.1, 26 oktober 2015;
- het document “*Afspraken over de rekenmethodiek voor de “magneetveldzone” bij ondergrondse kabels en hoogspanningstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding*”, 3 november 2011.

Daarnaast worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De magneetveldcontour is berekend op een hoogte van 1 meter boven het maaiveld of zeebodem en weergegeven ten opzichte van de hartlijn van de hoogspanningskabels.
- Bij de berekening wordt uitgegaan van symmetrische fasestromen.
- Voor het berekenen van de magneetveldcontour van de zee-kabels wordt geen rekening gehouden met de samengeslagen constructie en eventuele magnetische afscherming van staaldraadarmering. Indien hier wel rekening mee gehouden wordt, zal de berekende waarde aanzienlijk lager zijn. De in dit rapport berekende magneetveldcontour voor de zee-kabels kunnen daarom als conservatief beschouwd worden.
- Bij de ligging in open ontgraving ter hoogte van moflocaties wordt geen rekening gehouden met eventuele verbrede ligging en/of overlengte van de kabels.





### 3.2 Invoer gegevens en berekende situaties

Voor de berekeningen is als uitgangspunt gebruik gemaakt van de configuratie zoals die is verstrekt door TenneT. De gehanteerde uitgangspunten voor de berekeningen zijn in onderstaande tabellen weergegeven.

#### 3.2.1 220 kV Zeekabel

Tabel 1: Gegevens 220 kV verbinding HKWb zeekabel

Algemeen	
Naam totaal verbinding	220 kV Zeekabel HKWb
Onderzochte locaties	Open ontgraving
Kabeltype	1x3x1600mm <sup>2</sup> Cu
Aantal circuits	2
Aantal kabels per fase	1
Benaming circuits	A, B
Spanning	220 kV
Ontwerpstroom	1010 A
Langdurig gemiddelde belasting	60% (dit is het lange duur gemiddelde op basis van de wind)
Rekenstroom per circuit	606 A
Configuratie	<b>Ligging op de zeebodem</b>
Klokgetal	S R T
Afstand tussen de geleiders	106 mm
Liggingdiepte (zeebodem)	1 – 3 m
Configuratie	<b>Ligging strand</b>
Liggingdiepte	5 – 8 m
Afstand tussen de kabels	30 m
Configuratie	<b>Ligging boring zeekabel</b>
Type mantelbuis boring	HDPE 710 SDR 9
Aantal circuits per boring	1 circuit per boring
Intrede/uittredehoek boring	16 ° / 16 °
Afstand tussen de boringen	30 m (strandzijde) 10 m (landzijde)



## 3.2.2 220 kV Land tracé

Tabel 2: Gegevens 220 kV verbinding HKWb landkabel

Algemeen	
Naam totaal verbinding	220 kV Land tracé HKWb
Onderzochte locaties	Open ontgraving, HDD A, B
Kabeltype	3x1x2500mm <sup>2</sup> Cu
Aantal circuits	2
Aantal kabels per fase	1
Benaming circuits	A, B
Spanning	220 kV
Ontwerpstroom	1010 A
Langdurig gemiddelde belasting	60% (dit is het lange duur gemiddelde op basis van de wind)
Rekenstroom per circuit	606 A
Configuratie	<b>Open ontgraving</b>
Klokgetal	R-S-T T-S-R
Liggingdiepte (maaiveld)	1,2 m & 5 m
Hartafstand tussen de kabels	0,75 m
Hartafstand tussen de circuits	10 m (land) 30 m (strand)
Configuratie	<b>Boring</b>
Type mantelbuis boring	2 x HDPE 250 SDR9
Aantal circuits per boring	1 circuit per boring
Intrede/uittredehoek boring	16 ° / 16 °
Klokgetal	R T S T S R
Afstand tussen boringen	30 m (strandzijde) 10 m (landzijde)

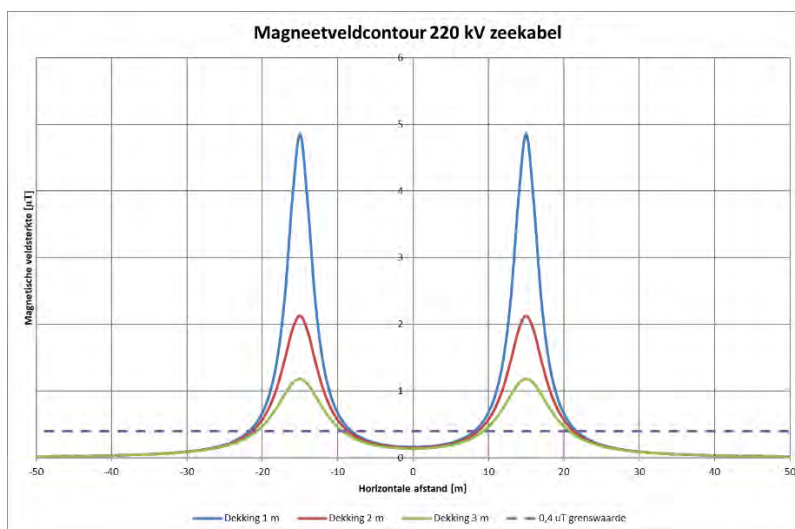
## 4 Resultaten berekeningen

### 4.1 Resultaten

De magneetveldcontour<sup>†</sup> is berekend op 1 meter boven het maaiveld, conform de gegeven uitgangspunten in hoofdstuk 3. In de onderstaande tabellen zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven. Conform de richtlijnen van het RIVM zijn deze waarden voor de zones afgerond op 5 meter. In bijlage 2 is de berekende magneetveldcontour ter hoogte van de in- en uittredepunten van de boringen weergegeven. Voor het uittredepunt aan de zijde van het transformatorstation is de magneetveldcontour van het uittredepunt berekend zonder het effect van het transformatorstation. De magneetveldberekeningen voor het transformatorstation zijn samengevat in een separate rapportage waarbij het effect van de boring is meegenomen.

#### 4.1.1 220 kV zeekabel ligging zee

In de onderstaande figuur is het resultaat van de berekening voor de 220 kV zeekabel weergegeven, In de figuur zijn de berekeningsresultaten bij een dekking van 1, 2 en 3 m. zichtbaar. De hartafstand tussen de circuits 30 m (nabij de kust). Verder op zee zullen de circuits uitwaaien naar een maximale onderlinge afstand van 200 m. De berekening is bij 30 m onderlinge circuit afstand uitgevoerd.



**Figuur 1: Magneetveldcontour 220 kV zeekabel in de zee**

Uit de grafiek blijkt dat de magneetveldcontour van beide kabels elkaar niet overlappen. In de tabel hieronder is de zone per kabel weergegeven.

**Tabel 3: Magneetveldzone 220 kV zeekabel per kabel**

Ligingsdiepte	Stroom [A]	0,4 µT contour Links	0,4 µT contour Rechts
1 m	606	5 m	5 m
2 m	606	5 m	5 m
3 m	606	5 m	5 m

<sup>†</sup> De magneetveldcontour is de afstand vanaf het hart van de verbinding(en) waar binnen de magnetische veldsterkte groter of gelijk is aan 0,4 µT.

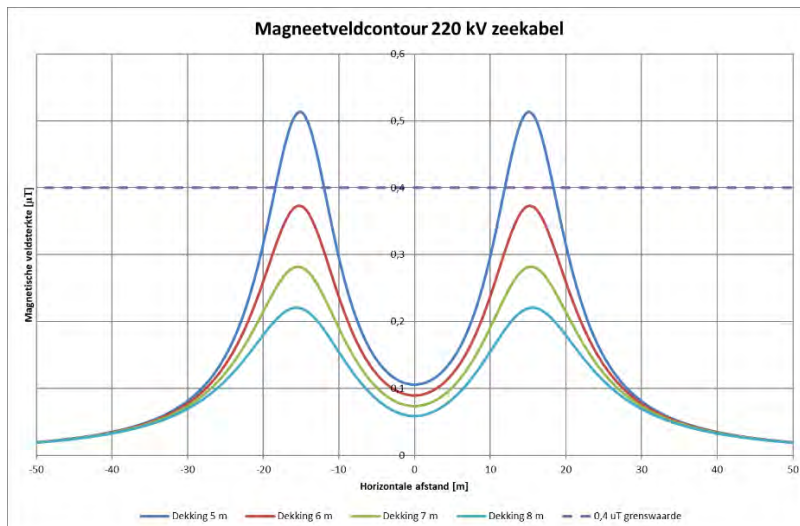


## Magneetveldberekeningen TenneT HKWb

In de praktijk zal de samengeslagen constructie van de zeekabel zorgen voor een aanzienlijk lagere waarde van de magnetische veldsterkte waardoor er mogelijk geen magneetveldcontour voor de zeekabel aanwezig is.

#### 4.1.2 220kV zeekabel ligging op het strand

In de onderstaande figuur is het resultaat van de berekening voor de 220 kV zeekabel op het strand weergegeven. De kabel zal op het strand met een grotere dekking geïnstalleerd worden. In de figuur zijn de berekeningsresultaten zichtbaar bij een ligging met een dekking van 5, 6, 7 en 8 m. Op het strand zal de hartafstand tussen de circuits 30 m bedragen.



**Figuur 2: Magneetveldcontour 220 kV zeekabel ligging strand**

Uit de grafiek blijkt dat de magneetveldcontour van beide kabels elkaar niet overlappen. In de tabel hieronder is de zone per kabel weergegeven.

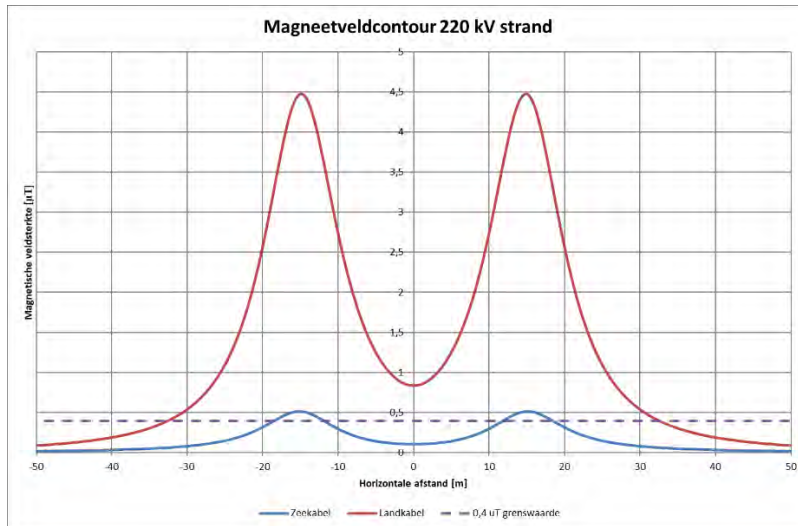
**Tabel 4: Magneetveldcontour 220 kV per zeekabel op het strand**

Liggingdiepte	Stroom [A]	0,4 $\mu\text{T}$ contour Links	0,4 $\mu\text{T}$ contour Rechts
<b>5m</b>	606	5 m	5 m
<b>6m</b>	606	0 m	0 m
<b>7m</b>	606	0 m	0 m
<b>8m</b>	606	0 m	0 m

Bij een liggingdiepte van 6 m is de maximale waarde van de magnetische veldsterkte lager dan 0,4  $\mu\text{T}$ , waardoor er geen magneetveldcontour meer aanwezig is.

#### 4.1.3 220 kV kabel ligging op het strand op de moflocatie (zee- en landkabel)

Ter hoogte van de moflocatie van de overgangsmof tussen zee- en landkabels geldt de berekende situatie zoals aangegeven bij de uitgangspunten met een liggingsdiepte van 5 m. Voor de landkabel is de situatie berekend en weergegeven in onderstaande grafiek.



**Figuur 3: Magneetveldcontour 220 kV zee- en landkabel bij de overgangsmof**

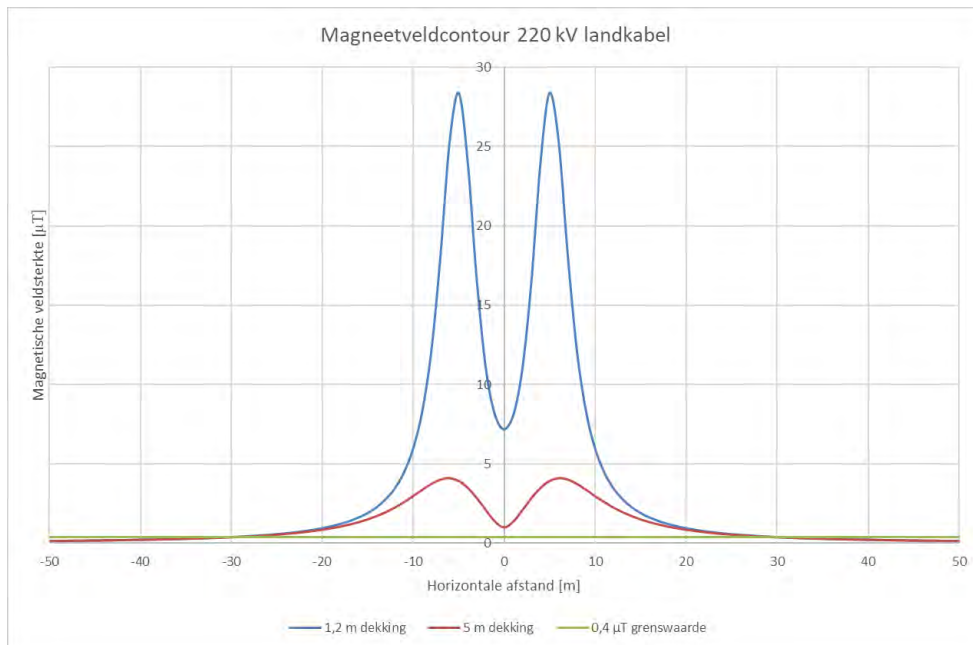
De breedte van de magneetveldcontour is in onderstaande tabel weergegeven. De breedte van de contour wordt bepaald door de landkabelzijde.

**Tabel 5: Magneetveldcontour 220 kV landkabel op het strand bij overgangsmof**

Liggingsdiepte	Stroom [A]	0,4 µT contour Links	0,4 µT contour Rechts
<b>5m (zeekabel)</b>	606	5 m (per kabel)	5 m (per kabel)
<b>5m (landkabel)</b>	606	35 m	35 m

#### 4.1.4 220 kV landkabel ligging in platvlak

Op het strand zal er een overgangsmof tussen zee- en landkabel gemaakt worden. Vanaf deze mof zullen de 220 kV verbindingen bestaan uit landkabel. Voor deze situatie is de magneetveldcontour berekend bij een dekking van 5 m (strand) en 1,2 m (overige locaties in het tracé). De configuratie van de kabel is ligging in plat vlak met een hartafstand tussen de circuits van 10 m .



**Figuur 4: Magneetveldcontour 220 kV landkabel in plat vlak**

De breedte van de magneetveldcontour is in onderstaande tabel weergegeven.

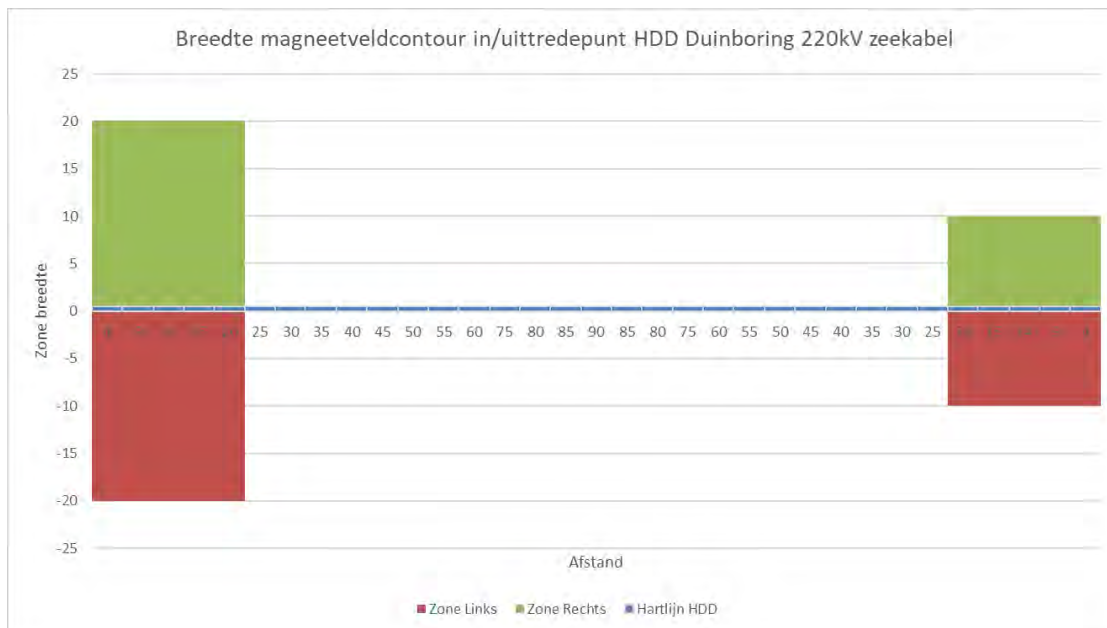
**Tabel 6: Magneetveldcontour 220kV landkabel in platvlak**

Ligingsdiepte	Stroom [A]	0,4 µT contour Links	0,4 µT contour Rechts
<b>1,2m</b>	606	30 m	30 m
<b>5m</b>	606	30 m	30 m

#### 4.1.5 220 kV Zeekabel HDD

Voor het realiseren van de duinkruising wordt een horizontaal gestuurde boring (HDD) gemaakt. Eén van de opties hiervoor is het installeren van de zeekabel in deze boringen en de moflocatie voor de aansluiting op de landkabel aan de oostzijde van de duin te maken. Aan de strandzijde zijn de boringen 30 m uit elkaar geplaatst en aan de landzijde 10 m.

Een eigenschap van een HDD is dat het magneetveld lager wordt naarmate de dekking van de kabels toeneemt. Dit houdt in dat er alleen een magneetveld boven de  $0,4 \mu\text{T}$  aanwezig is bij de in- en uittredepunten van de boringen. Dit gebied is in de onderstaande grafiek weergegeven als functie van de lengte over het maaiveld. Voor de overige lengte van de boring is er geen magneetcontour boven de  $0,4 \mu\text{T}$  aanwezig en daarom niet ingetekend.

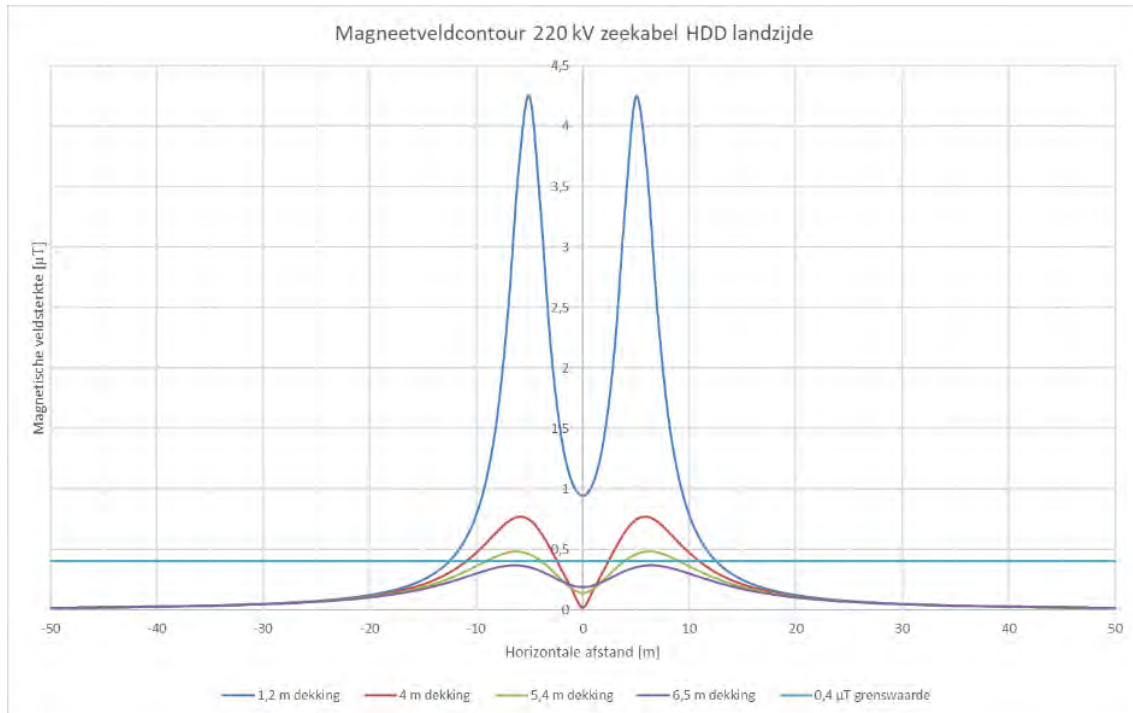


**Figuur 5: Magneetveldcontour in/uittrede HDD 220 kV zeekabel**

De breedte van de magneetveldcontour aan de strandzijde bedraagt 20 m aan beide zijden vanuit het hart van het tracé tussen de boringen en dempt vrij snel uit. Aan de landzijde bedraagt de breedte 10 m. De waarden zijn conform de afspraken afgerond op 5 m nauwkeurig.



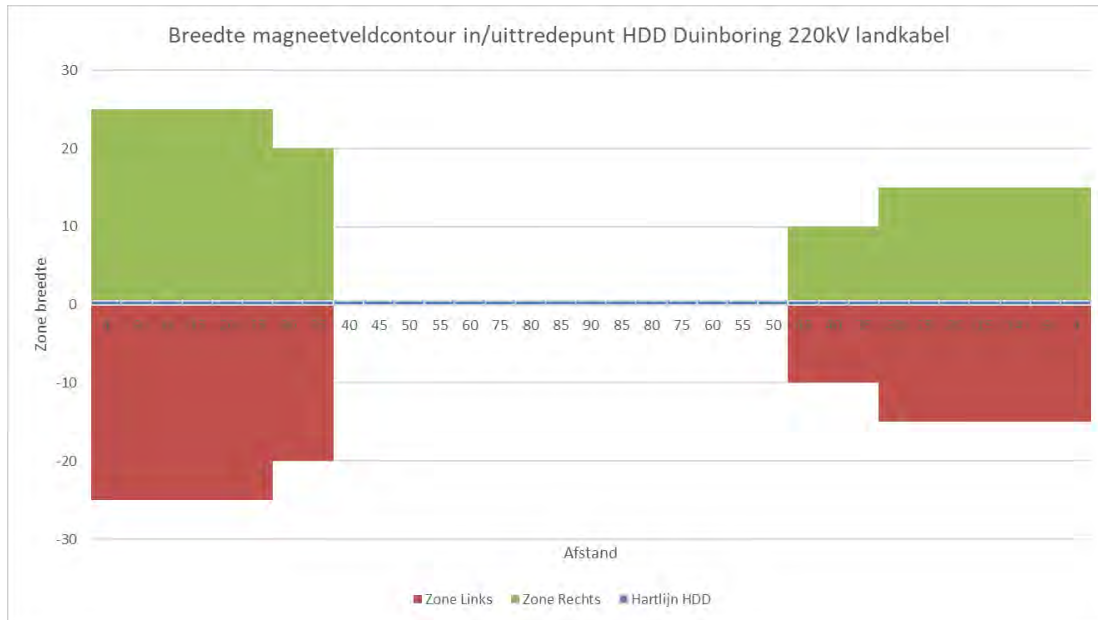
Om het effect van de snelle uitdemping te laten zien is in onderstaande figuur de magneetveldcontour voor verschillende diepten te zien.



**Figuur 6: Magneetveldcontour bij verschillende diepten HDD landzijde**

#### 4.1.6 220 kV Landkabel HDD Duinboring

De tweede optie voor het kruisen van de duinen is het maken van de moflocatie op het strand en het plaatsen van landkabel in de boring onder de duinen. In onderstaande afbeelding is de breedte van de magneetveldcontour weergegeven.

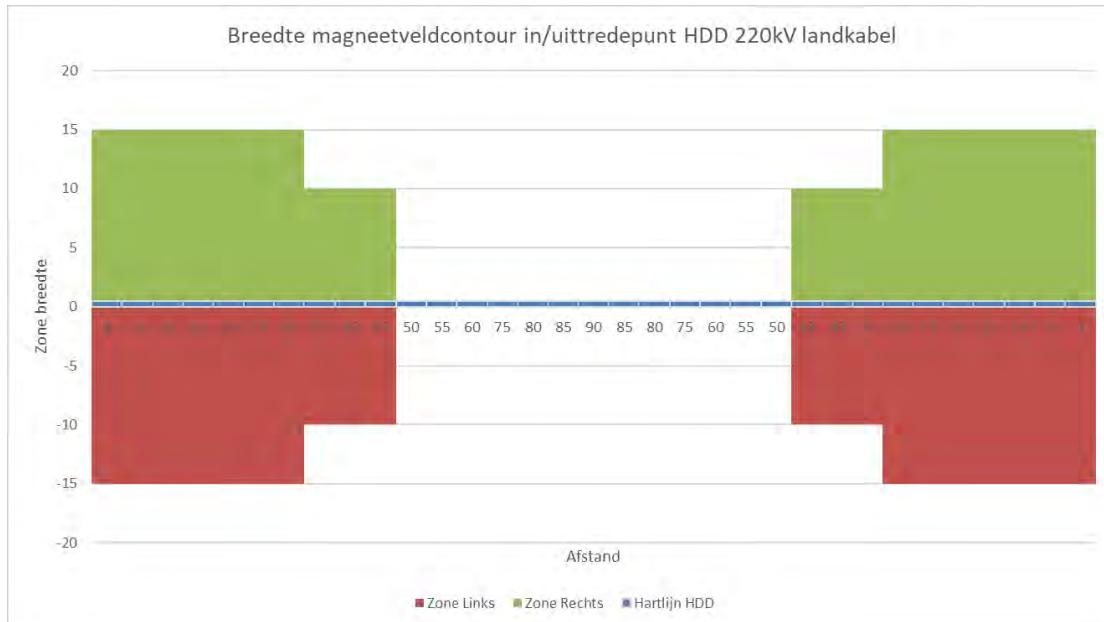


**Figuur 7: Magneetveldcontour in/uittrede HDD 220 kV**

De maximale breedte van de magneetveldcontour aan de strandzijde bedraagt 25 m aan beide zijden vanuit het hart van het tracé tussen de boringen en dempt vrij snel uit. Aan de landzijde bedraagt de breedte maximale breedte 15 m. De waarden zijn conform de afspraken afgerond op 5 m nauwkeurig.

#### 4.1.7 220 kV Landkabel HDD

De boring naar het landstation wordt uitgevoerd met landkabel. In onderstaande figuur is de breedte van de magneetveldcontour voor de in- en uittredepunten van deze boringen weergegeven.



**Figuur 8: Magneetveldcontour in/uittrede HDD 220 kV**

De breedte van de magneetveldcontour is in onderstaande tabel weergegeven.

**Tabel 7: Magneetveldcontour 220 kV landkabel HDD**

Liggingdiepte bovenste HDD	Afstand vanaf in/uittredepunt	Stroom [A]	0,4 $\mu$ T contour Links	0,4 $\mu$ T contour Rechts
1,2m	0	606	15 m	15 m
4,0m	14	606	15 m	15 m
5,4m	15	606	15 m	15 m
6,5m	20	606	15 m	15 m
7,4m	25	606	15 m	15 m
8,4m	30	606	10 m	10 m
9,2m	40	606	10 m	10 m
9,9m	45	606	10 m	10 m
11,1m	50	606	0 m	0 m
11,4m	55	606	0 m	0 m
12,0m	60	606	0 m	0 m

Uit de tabel blijkt dat wanneer de boring op een diepte van 11,1 m -mv bevindt er geen magneetveldcontour aanwezig is.



## 5 Conclusie

Omdat het grootste deel van het tracé door middel van horizontaal gestuurde boringen wordt gerealiseerd, is er maar op een beperkt aantal plaatsen een  $0,4 \mu\text{T}$  magneetveldcontour aanwezig. Deze bevindt zich op de plaatsen waar de kabel in open ontgraving is geïnstalleerd en bij de in- en uitredepunten van de boringen. Op hogere diepten verdwijnt de magneetveldcontour volledig. Binnen de aanwezige magneetveldcontouren zijn geen gevoelige bestemmingen aanwezig.



## 6 Bijlagen

Bijlage 1: Gegevens

Bijlage 2: Kaart met magneetveldcontour in-uitredepunten boringen

Bijlage 3: Overzichtskaart tracé en transformatorstation



## Bijlage 1

# Gegevens hoogspanningsverbinding



## Ontvangen gegevens van TenneT:

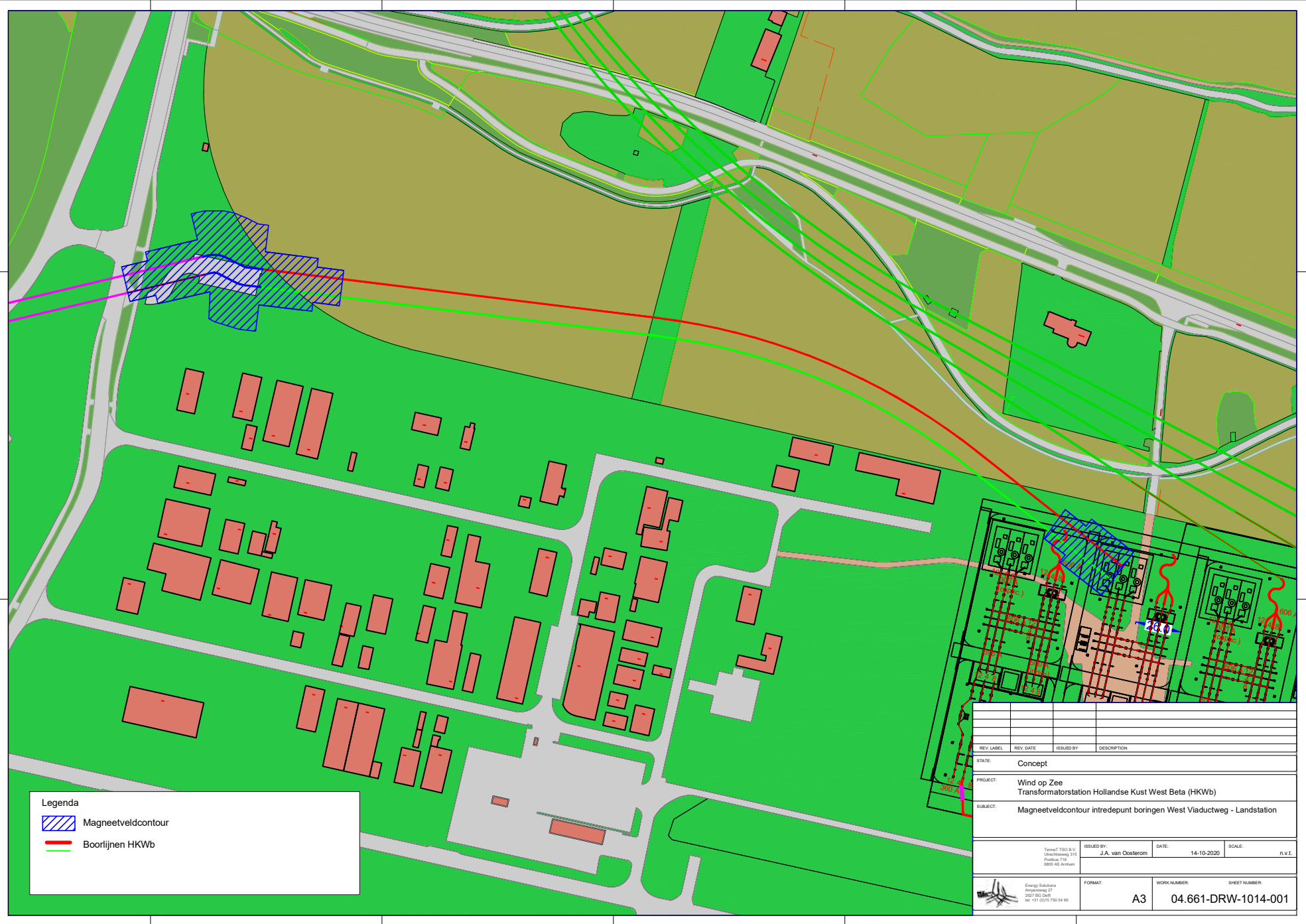
- Phase to phase voltage  $U_{nom}$  : 220 kV
- Nominal frequency : 50 Hz
- Total installed power (MW) : 700 MW
- Power with overplanting : 760 MW
- Overplanting : 8 %
- Design power : Normal condition: 350 MW for each cable circuit  
Overplanting condition: 380 MW per cable circuit
- Design current : 1.000 A for each cable circuit
- Long term average current (load factor) : 600 A (60 % of design current)
- Maximum current at worst case conditions : 1.100A for each cable circuit
- Number of circuits : 2
- 3-phase short-circuit current : 10 kA for 100 ms
- 1-phase short-circuit current : 10 kA for 100 ms





## Bijlage 2

# Kaart met magneetveldcontour In-uittredepunten boringen





**Legenda**

-  Magneetveldcontour
-  Boorlijnen HKWb

REV. LABEL	REV. DATE	ISSUED BY	DESCRIPTION
STATE: Concept			
PROJECT: Wind op Zee Transformatorstation Hollandse Kust West Beta (HKWb)			
SUBJECT: Magneetveldcontour intredepunt boringen West Viaductweg - Landstation			
Ternut TSO B.V. Ulrechtweg 310 Postbus 716 8800 AZ Arnhem		ISSUED BY: J.A. van Oosterom	DATE: 14-10-2020 SCALE: n.v.t.
Energy Solutions Groeningelaan 27 3027 HJ Dordrecht Tel: +31 (0)78 750 54 60		FORMAT: A3	WORK NUMBER: 04.661-DRW-1014-001



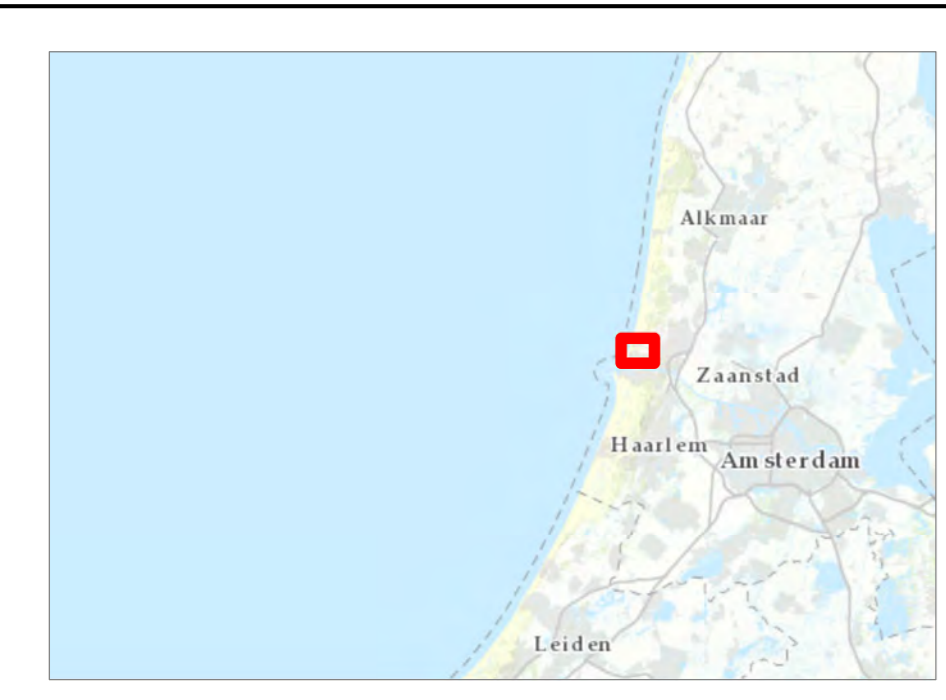


## Bijlage 3

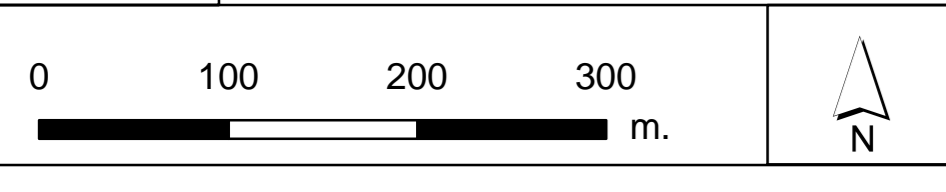
# Overzichtskaart tracé en transformatorstation



- Legenda**
- Tracé VKA 3.0
  - In- of uitredepunt boring
  - Zakelijk rechtstrook VKA 3.0
  - Grens inpassingsplan
  - Tracé HKN/HKWA
  - Locatie transformatorstation HKwB
  - Transformatorstation HKN/HKwA
  - Werkterrein



Versie	VKA 3.0	Datum	5-1-2021
Schaal	1:4.000	Formaat	A0
Kenmerk	A:\p_0ffshore\jkn\w\producten\geologie\vka_tracés\mvd\220120HKwB_vka3_0_onshore_A0.mxd		



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

## COLOFON

### WATERTOETSEN NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)

**KLANT**

TenneT

**AUTEUR**

Chantal Cornelissen

**PROJECTNUMMER**

C05057.000220

**ONZE REFERENTIE**

D10027755:34

**DATUM**

24 maart 2021

**STATUS**

Definitief

**GECONTROLEERD DOOR**

Belinda J. Kater  
Marien Ecoloog

**VRIJGEGEVEN DOOR**

Belinda J. Kater  
Marien Ecoloog

**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)



PROJECT LEADER J.W.Groefsema BSc.  
 CLIENT Licensing team HKWB  
 AUTHOR J.W. Groefsema  
 DEPARTMENT NLO - Offshore

DATE Februari 25 , 2021  
 VERSION 4.0  
 VERSION DATE Februari 25 , 2021  
 STATUS Final  
 PAGE 1 of 52

# Typical Installation Method Hollandse Kust west Bèta

Overview of the possible installation methods of the HKWB offshore grid

Rev	Date	Change history	Author	Reviewers
1.0	12-06-2019	Definitieve versie	EvD	
1.01	15-08-2019	Review TNW verwerkt	EvD	
1.02	16-04-2020	Update tav HDD onder duinen	BvB/ RvdB	JWG
2.0	03-06-2020	Update gereed voor MER	JWG	
3.0	02-11-2020	Aanpassing tbv vergunningen aanvraag	JWG	
4.0	25-02-2021	Corridor Interlink aangepast	JWG	

<b>1. Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2. Overview offshore grid connection</b>	<b>5</b>
<b>3. Offshore platform</b>	<b>7</b>
3.1 Design	7
3.1.1 Design philosophy	7
3.1.2 Electrical installation	8
3.1.3 Safety and environment	8
3.1.4 Access	8
3.1.5 Approximate dimensions and weight	9
3.1.6 Scour protection	9
3.2 Installation of the offshore platform	9
3.2.1 Preparations before installation	9
3.2.2 Jacket installation and piling	10
3.2.3 Topside installation	12
3.2.4 Interlink cable	12
3.3 Operational phase of the offshore platform	12
3.4 Decommissioning of the offshore platform	13
<b>4. HVAC sea cables</b>	<b>14</b>
4.1 Cable design HVAC 220kV sea export cable	14
4.2 Cable design HVAC 66 kV interlink cable	15
4.3 Cable route design sea cable	15
4.3.1 Design philosophy	15
4.3.2 Crossing third party assets	17
4.3.3 Route survey and basic design	19
4.4 Installation preparations	19
4.4.1 UXO and archaeological survey	19
4.4.2 Route survey	20
4.4.3 Detailed route engineering	20
4.4.4 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run	21
4.4.5 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01	21
4.4.6 Preparing for burial in areas with mobile seabed	22
4.4.7 Pre-trenching run	23
4.5 Installation of the export cables	24
4.5.1 Deep water	24
4.5.2 Near shore	25
4.5.3 Landfall	26
4.5.4 Trenching tools	27
4.6 Post installation activities offshore cables	34



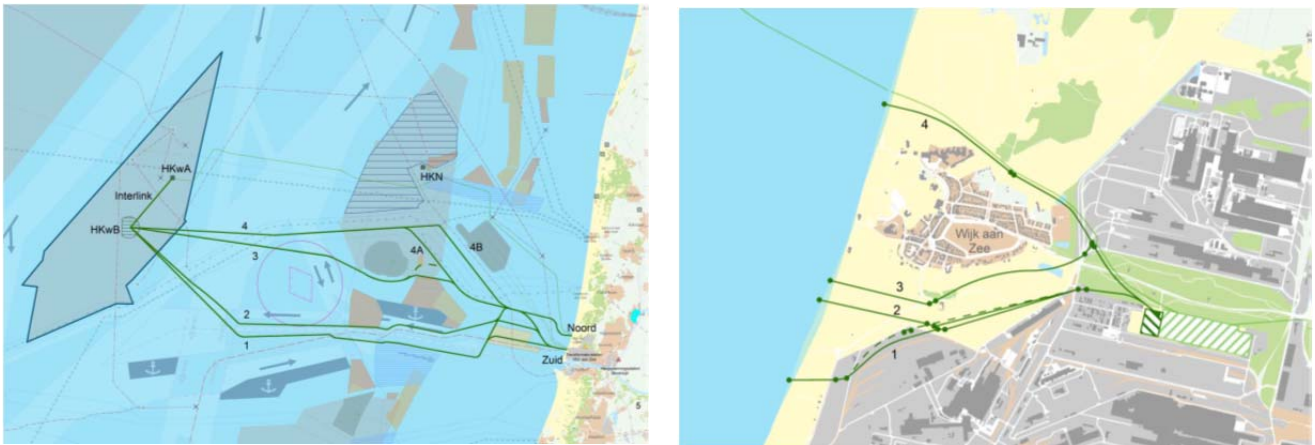
4.7 As built survey	34
4.8 Operational phase offshore cables	36
4.9 Decommissioning offshore cables	36
4.9.1 Cables	36
4.9.2 Crossing structures	36
<b>5. HVAC land cables</b>	<b>37</b>
5.1 Cable design	37
5.2 Cable route design	38
5.2.1 Sea to land cable transition joint	38
5.2.2 Cross bonding Land Cable sections	39
5.3 Cable installation	40
5.3.1 Horizontal directional drilling	41
5.3.2 HDD installation tools	47
5.4 Post installation activities on shore cables	49
5.5 As built survey	49
5.6 Operational phase offshore cables	49
5.7 Decommissioning offshore cables	49
<b>6. Transformer station</b>	<b>50</b>
6.1 Design	50
6.1.1 Lay-out	50
6.1.2 Electrical Installation	50
6.1.3 Safety and environment	50
6.1.4 Access	51
6.1.5 Buildings	51
6.2 Construction phase	51
6.3 Operational phase	52
6.4 Decommissioning	52

## 1. Introduction

By means of the National Energy Agreement, the Dutch government wants to achieve a substantial increase in the share of wind energy in the Netherlands' energy mix. To increase offshore wind energy capacity, the government has initiated Routekaart 2030, which designates three zones in the North Sea for the development of new wind farms.

The offshore wind farms will be connected to the national transmission grid by means of an offshore transmission grid. TenneT has been appointed as operator of the offshore grid by the Ministry of Economic Affairs and Climate.

One of the wind farm zones lies about 60 km West of IJmuiden, south of the planned Windfarm Hollandse Kust west Alpha, and is referred to as "Hollandse Kust west Bèta" Wind Farm Site (from here on denoted as HKwB). The wind farm site will be connected to the onshore grid at the existing substation Beverwijk. The different route options from the wind farm site to the onshore grid as to be investigated in the Environmental Impact Assessment, are shown in Figure 1.

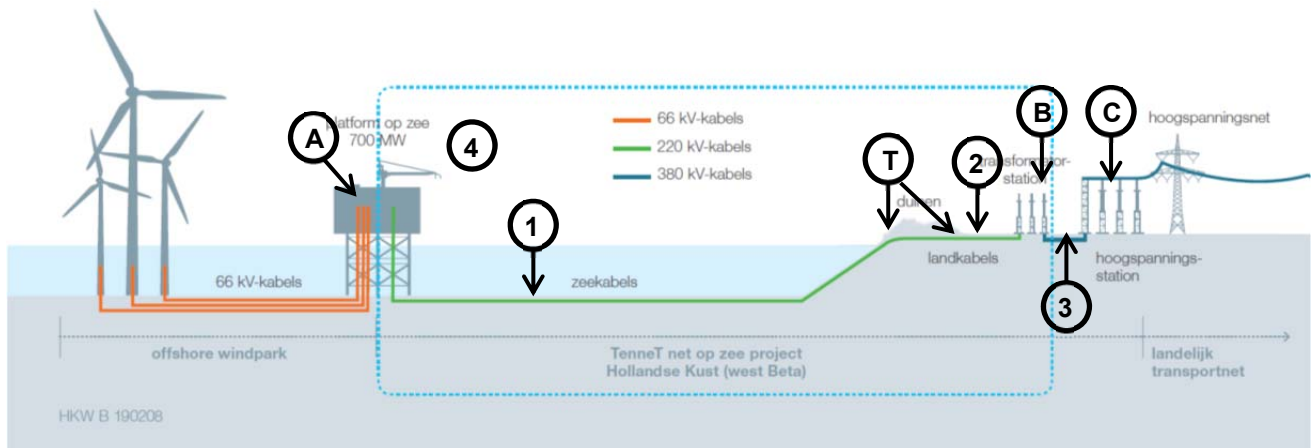


**Figure 1 Chart of the different cable route options from the HKwB windfarm to the onshore grid.**

This Typical Installation Method (TIM) describes the design philosophy of the different components of the offshore grid connection and outlines the corresponding possible installation methods, focussing on the relevant items from spatial and environmental perspective. It can therefore be used as input for the Environmental Impact Assessment and permit applications.

## 2. Overview offshore grid connection

The HKwB offshore grid connection consists of six main parts as shown in Figure 2. The items 'A to C' are the connection points in the grid, the items '1, 2, 3' the cables connecting them. The cable route from 'A' to 'T' is the offshore section and from 'T' to 'B' is the onshore section. The section 'B' to 'C' is the connection between the transformer station and the existing onshore substation.



**Figure 2 Offshore grid Hollandse kust West beta**

### Connection points

- A. Offshore platform
- T. Transition joint
- B. Transformer station
- C. Existing substation

### Cables

1. HVAC 220 kV sea export cables
2. HVAC 220 kV land export cables
3. HVAC 380 kV land cable
4. HVAC 66kV interlink cable

### Offshore platform (A)

The offshore platform is the interface between the offshore wind park cables and the HVAC 220 kV sea export cables leading to shore. It transforms the 66 kV wind park generated voltage to the 220 kV for transport to shore. The platform contains the electrical equipment required to transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on- and of the platform.

### Transition joint (T)

The transition joint is the interface between the HVAC 220 kV sea export cables and the HVAC 220 kV land export cables. Here, the connection from one HVAC 220 kV sea export cable to three single core HVAC 220 kV land export cables is made. The transition joint will be located either on the beach or behind the dunes.

## Transformer station (B)

The transformer station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the transformer station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the transformer station.

## Existing Onshore substation (C)

The onshore 380 kV substation forms the interface between the HVAC 380 kV land cables and the existing TenneT high voltage grid. Here the power produced by the offshore wind farms is connected to the TenneT high voltage grid. HKwB will be connected to the onshore grid at the existing substation Beverwijk. This connection will be realized in the project Hollandse Kust Noord.

## HVAC 220 kV land and sea export cables (1 & 2)

Two export cable systems are connecting the HKwB platform to the transformer station and can be divided in two main sections, where the first section is the land section and the second the sea section.

1. Land section: HVAC 220 kV land cables from the HKwB transformer station up to the transition joint.
2. Sea section: HVAC 220 kV sea cables from the transition joint to the HKwB platform.

The connection from the transformer station to the beach will be mainly covered with HDD drillings,). Two options are evaluated to determine the optimal location for the transition joints between the land and sea cables.

## HVAC 380 kV land cable (3)

For the HKwB project the existing connection of two 380kV circuits realized by the project Hollandse kust Noord will be used.

## HVAC 66 kV Interlink Sea cable (4)

Between the HKwB and HKwA platform a 66 kV interlink sea cable will be realized as a redundant power supply both ways for the platforms.

### 3. Offshore platform

The offshore platform consists out of four main parts:

1. The topside: this is the part of the platform where most of the installations are located. It contains four decks, including the roof where the platform crane is situated. All rooms are accessible via outside gangways.
2. The jacket: this is the supporting structure for the topside which also includes the cable deck and all the J-tubes that carry the sea cables from the seafloor to the topside.
3. Foundation piles: the skirt piles secure the jacket structure to the seabed.
4. The erosion protection around the jacket: which ensures that erosion will not threaten the stability of the jacket and platform and that the currents around the jacket will not endanger the cables from and to the platform.

#### 3.1 Design

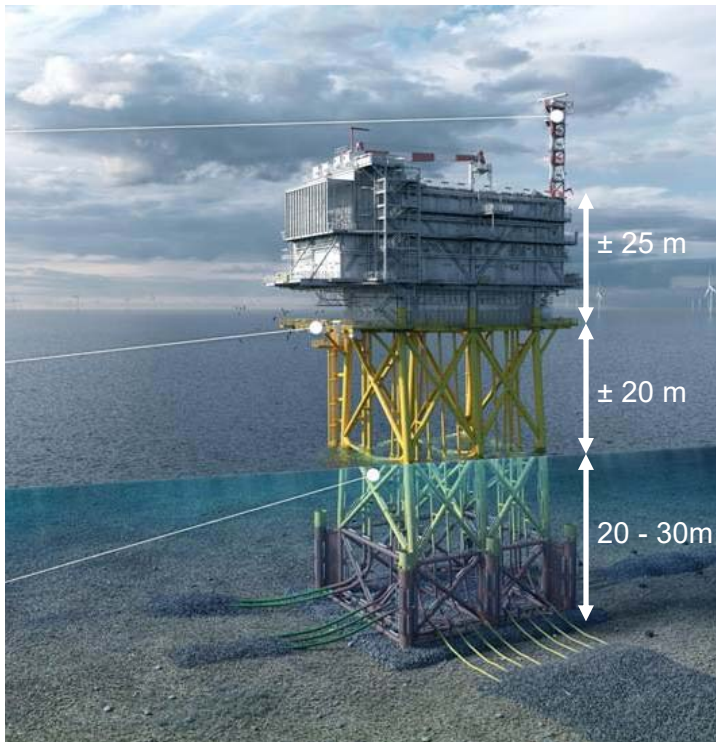
##### 3.1.1 Design philosophy

TenneT has made a basic design for the offshore platform (see Figure 3). This basic design is already applied for the Borssele, Hollandse Kust (zuid) and Hollandse Kust noord and west Alpha projects and will also be used for the HKwB offshore platform. Key elements of this basic design are:

1. The offshore platform contains all necessary systems, (high voltage, auxiliary, secondary- and safety) required to transport the required 700 MW
2. It contains systems to ensure the safety on- and of the platform.
3. the platform will be unmanned, with no living quarters (only emergency supplies)
4. the platform auxiliary systems shall be fully automated.
5. Remote monitoring and control shall be possible from the onshore control centre. Local monitoring and control shall be possible during manned maintenance campaigns
6. No helideck, all logistics will be done with a boat.
7. A rock placement around the base of the jacket to avoid erosion around the legs and to safeguard the cables against longer free spans and as such against the impact of vortex induced vibrations.

Although the design is standardized, local conditions (wind, waves, water depth, currents, soil etc.) can result in alterations on the standardized platform concept, however mainly on the jacket structure, such as:

- The water depth at HKwB will determine the exact jacket dimensions.
- Soil conditions will determine the pile dimensions.
- J-tube lay-out at seabed level can slightly deviate based on field lay-out.
- The extents of the erosion protection by rock placement depends on the local water depths and on the local current and wave conditions
- Number of legs (e.g. six instead of four)



**Figure 3 Standardized 700 MW AC offshore substation concept (scour protection is not depicted)**

### 3.1.2 Electrical installation

The Offshore Wind Farm is connected to the offshore platform via 66 kV sea cables that enter the platform via J-tubes. The cable ends connected to the 66 kV GIS bays (Gas Insulated Switchgear). From there the voltage is increased to 220 kV by the two 400 MVA 220/66/66 kV transformers and via the 220 kV GIS bays to the 220 kV export cables.

### 3.1.3 Safety and environment

The platform is unmanned since all the systems are controlled from onshore. By reducing the amount of systems (LEAN design), the required maintenance campaigns are limited. In case of a fire, inert gas is used as extinguishing agent. This gas removes the oxygen from the air and is not harmful to the environment. In the transformer rooms foam is used as extinguishing agent since the transformers are filled with oil. Any leaking oil from the transformers is collected in a tank.

### 3.1.4 Access

The platform is designed without a helideck. Access to the platform is guaranteed via two boat landings plus the opportunity to use a 'walk-to-work' solution. In case of an emergency, Heli hoisting from the roof deck is possible.

### 3.1.5 Approximate dimensions and weight

	Jacket	Topside	Foundation piles
Height	50 metres	28 metres	n.a.
Length	28 metres	58 metres	60 metres
Width	20 metres	20 metres	2,2 metres
Weight	2.900 metric tons	3.350 metric tons	180 metric ton per pile

**Table 1. Approximate dimensions and weight for offshore platform components.**

### 3.1.6 Scour protection

The scour protection around the jacket will be designed such that it fits the local conditions. The design aims at a maintenance free scour protection over the lifetime of the platform. The scour protection provides a stable base for the cables to and from the platform, which ensures that the free spans between the J tubes and the rock bed around the platform does not increase in length. That way the vortex induced vibrations in the cables can be kept below a safe threshold. The cables to and from the platform will be protected against external damage for the section over the scour protection as well as for a part of the area where edge scour will occur around the scour protection.

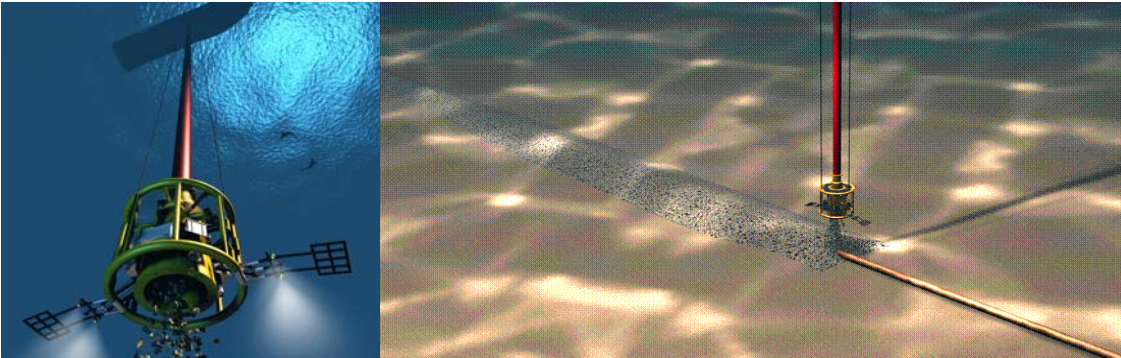
## 3.2 Installation of the offshore platform

### 3.2.1 Preparations before installation

Prior to the installation of the jacket a site survey is executed that includes but is not limited to: bathymetry, magneto survey, sub bottom profiler. Based on the results a UXO identification and clearance campaign can be required to clear the area from potential UXOs. For the design of the foundation (dimensions and penetration depth) a geotechnical survey is executed that includes at least one drill to approximate 80 meters below seafloor and one cone penetration test (CPT) per footing of the platform.

A scour assessment will be performed in order to determine the extent of the scour holes which are to be anticipated as a result of the waves and currents around the jacket.. Based on the results of the scour assessment for the Borssele and the Hollandse Kust (zuid) platforms as well as based on the common practice in the North Sea and the German Bight, it is expected that a scour protection around the HKwB platform will be required. This scour protection will extend under the jacket, under the J-tubes and up to approximately 15 - 20 meters outside the legs of the jacket.

If the seabed at the location of the platform is not sufficiently level, the seafloor will be levelled using a dredging plough or suction hopper dredger. After level, the scour protection can be installed. The scour protection is installed by a rock installation vessel that drops the rocks via a fall pipe onto the seabed, see Figure 4. This will take approximately one week (excluding possible waiting on weather)



**Figure 4 Rock installation by a Fall Pipe Vessel using a Fall Pipe Remotely Operated Vehicle**

After the placement of the jacket, additional rock can be placed to protect specific parts of the jacket, using a specific type of Fall Pipe Vessel, which places rock via an inclined pipe, see Figure 5



**Figure 5 Rock installation vessel with inclined fallpipe**

### 3.2.2 Jacket installation and piling

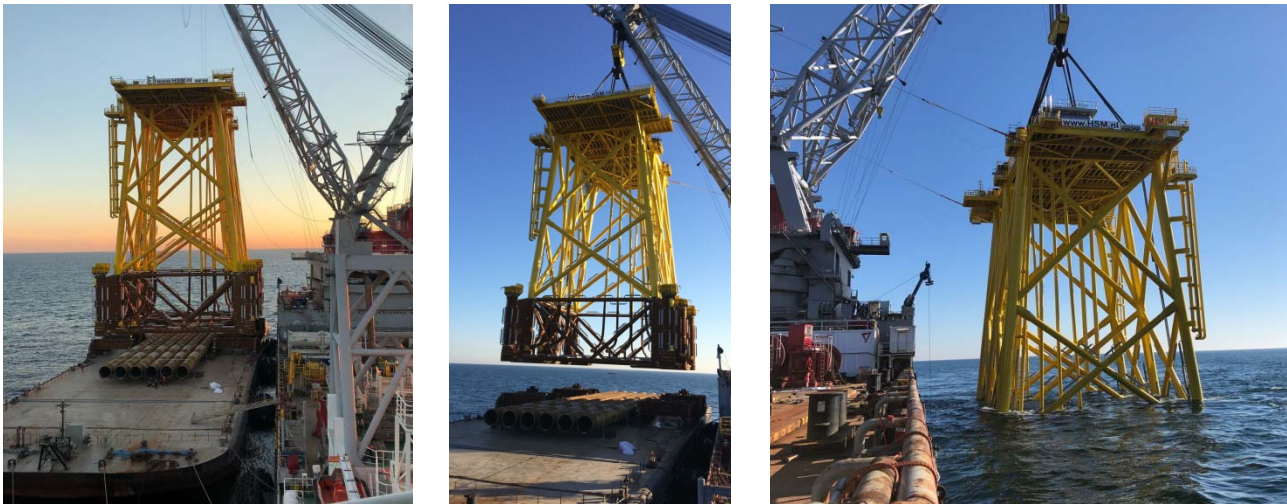
The jacket will be manufactured at a yard and after completion be loaded onto a barge which will be tugged to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the jacket of the barge and lower the jacket onto the seabed. The heavy lifting vessel operates either via dynamic positioning<sup>1</sup> or by using anchors. In case of the latter, tugboats will position and lower a total of 12 anchors (the exact number of anchors depends per vessel) to the seabed. By tensioning and releasing specific anchors, the installation vessel manoeuvres to the exact required location.

---

<sup>1</sup> Dynamic positioning (DP) is a computer-controlled system to automatically maintain a vessel's position and heading by using its own propellers and thrusters



The jacket is lowered onto the rock bed of the scour protection. The “mud mats”, which are plates at the base of the legs of the jacket provide stability to the jacket during this temporary installation phase.



**Figure 6 Installation of jacket**

Once the jacket is in place, piling can begin. The pile is lowered into the pile sleeve after which the hammer is set on the top the pile, see Figure 7. Driving of a pile into the seabed to the required depth can take about a day per pile. After the piles are driven into the soil to their required depth, the connection between the pile and the pile sleeve is grouted to ensure a solid connection between the piles and the jacket. From that moment the piles can support the jacket and the mud mats lose their function. As soon as the jacket is supported by the piles instead of by the mud mats, the jacket is well protected against the influence of storms and high currents. Total installation time of the jacket is approximately two weeks. This is excluding possible waiting of weather.



**Figure 7 Piling of jacket**

### 3.2.3 Topside installation

The top side is realised at a yard as well. After its completion the topside will be loaded onto a barge which is towed to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the topside of the barge and place it onto the jacket, see Figure 8 .



**Figure 8 Installation of topside**

Once the topside is placed on the jacket the connections between the jacket and topside are welded. Installation of the topside takes approximately one week, this is excluding the time for welding as mentioned above and possible waiting on weather.

During the post installation works after the jacket and topside are installed, a jack-up barge will be positioned beside the platform to facilitate all required works for the commissioning of the platform and grid connection for an estimated time of three months. If required, additional rock placement can take place at this stage as well, to ensure stability of the pipes of the jacket.

### 3.2.4 Interlink cable

The HKwB platform will have a 66kV connection with the HKwA platform. The goal of this 66kV interlink connection is to create a redundancy in the power supply of both platforms. The route of this interlink cable will be determined based on the results of the route surveys. Further on in this document the specifications are given.

## 3.3 Operational phase of the offshore platform

During the operational phase of the offshore platform maintenance campaigns will take place. The extent of the campaigns differs per campaign and is partially depended on the condition of the platform and it's systems. Monitoring of the systems is performed onshore. Annually three visual inspections will be performed of which one is combined with the annual maintenance campaign. Every three and six years an extensive maintenance campaign is performed.

During its lifetime the scour protection and any additional protection to the cables around the platform will be surveyed frequently. If so required additional rock will be placed to protect the platform and the protection to the cables.

### 3.4 Decommissioning of the offshore platform

After the life span of about 30 years of the offshore platform, the jacket and topside will be removed in case it's not being used for any other function. This will be done in the reversed order of the installation described in the paragraph above. However, in case of disproportionate damage to the environment as a result of their removal, the parts of the piles in the seabed and scour protection will remain on the seabed.

## 4. HVAC sea cables

In this chapter information is provided on the design and installation of High Voltage AC (HVAC) 220 kV sea export cables, which connect the HKwB offshore platform and the transition joint.

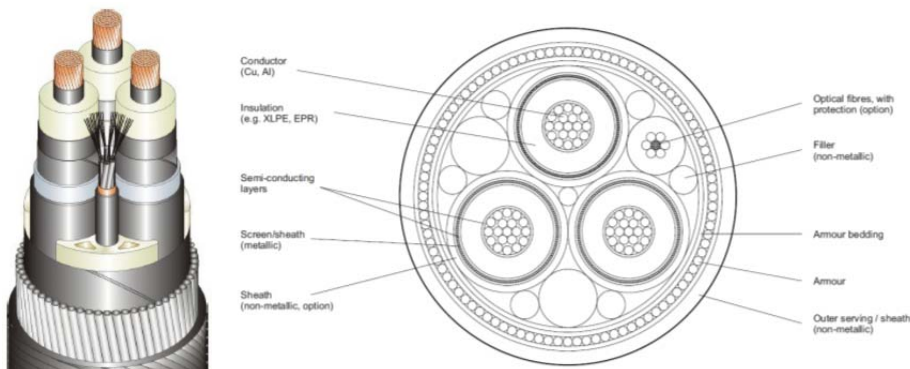
### 4.1 Cable design HVAC 220kV sea export cable

The HVAC 220 kV sea export cable system consists of one 3-core combined cable per circuit and thus the HKwB sea cable system consists of two 3-core cables. Key elements of the sea export cable are:

	220 kV (export) cable
Nominal voltage	220 kV
Outer diameter	250 – 300 mm
Conductor cross section	800 – 1800 mm <sup>2</sup>
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Extruded lead or smooth aluminium welded sheath
Outer sheath	Steel armouring wires and black polypropylene yarns.

**Table 2: Key elements of the sea export cable.**

A typical cross section of a HVAC 3-core sea cable is shown in Figure 9.



**Figure 9 Typical 3-core HVAC 220 kV sea export cable cross section (ref. DNVGL-RP-0360)**

Furthermore, 1-3 fibreglass cables are integrated in the 220kV Sea export cable.

Exact dimensions of the cables will be determined by the contractor based on the exact cable routing, burial depth and soil conditions.

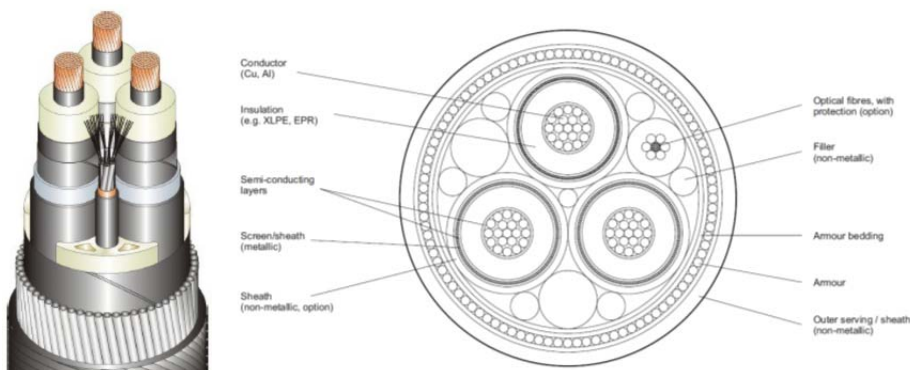
## 4.2 Cable design HVAC 66 kV interlink cable

The HVAC 66 kV sea cable system consists of one 3-core combined cable per circuit and thus the HKWB sea cable interlink system consists of one 3-core cables. Key elements of the sea export cable are:

66 kV (export) cable	
Nominal voltage	66 kV
Outer diameter	150 – 250 mm
Conductor cross section	500 - 800 mm <sup>2</sup>
Material conductor	Aluminium (Al)
Insulation	Extruded XLPE or EPR
Metal sheath	Various designs
	Steel armouring wires and black polypropylene yarns.
Outer sheath	

**Table 3: Key elements of the 66 kV interlink cable.**

A typical cross section of a HVAC 3-core sea cable is shown in Figure 910.



**Figure 10 Typical 3-core HVAC 66 kV sea cable cross section**

Furthermore, 1-3 fibreglass cables are integrated in the 66kV Sea export cable.

The exact dimensions of the cable will be determined by the contractor based on the exact cable routing, burial depth and soil conditions.

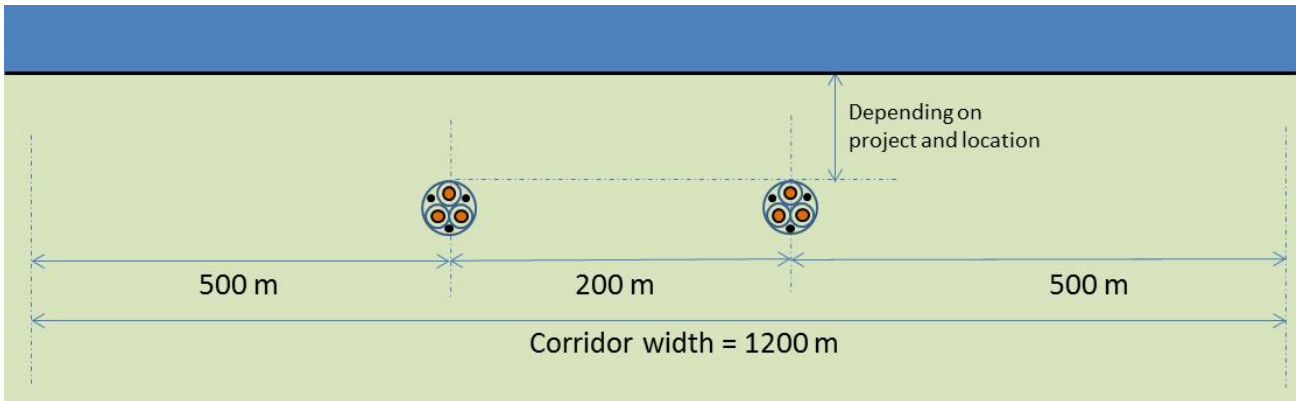
For the interlink the total corridor is 200 meters.

## 4.3 Cable route design sea cable

### 4.3.1 Design philosophy

In the Offshore section the HVAC 220 kV sea export cables have a distance of 200 metres and a post-construction exclusion zone on either side of the outermost cables of 500 meters. For a two-cable system the

total corridor width is thus 1200 meters. See also Figure 10 below.



**Figure 10 Cable corridor offshore section – 2 cable systems**

On the beach the distance between the two cables will be reduced to 30 metres and a post-construction exclusion zone on either side of the outermost cables of 50 metres, resulting in a total corridor width of 130 metres for a two-cable system.

The export cables will be buried to protect the cables against external threats - in particular dragged fishing gear and dragged anchors. The cables are buried as well to protect other users of the seabed against hooking behind the cable and as well to reduce the impact on the environment where needed.

When investigating the cable route, at least the items below should be taken into account.

- Regulatory requirements;
- Commercial operations, restricted areas, obstructions, other cable and pipelines;
- Geology, composition of the seabed;
- Meteorological and marine conditions;
- Natural environment;
- Bathymetry and seabed mobility;
- Likelihood of encountering unexploded ordnance;
- Presence of pollution in the seabed.

The Depth of Burial (DoB) for the HKwB sea export cables will be based on (1) the permit requirements, (2) an assessment of seabed mobility over the lifetime of the cables and (3) an assessment of the penetration into the seabed of external threats (risk Based Burial Depth) For the various sections of the route, the (statistical) threats to the offshore cable in combination with the protection provided by the local soil types are determined. This probabilistic approach of the Risk Based Burial Depths for offshore power cables is in line with the probabilistic approach of the NEN 3656, which applies to offshore pipelines.

As a minimum value the requirements from Dutch law and/or licenses, three metres below seabed up to three km from the low water line and one metre below seabed beyond that line, are taken into account.

Furthermore the following aspects are taken into account:

1. An economical optimal DoB is derived from considering the CAPEX installation costs for various installation depths against the OPEX costs of maintenance. This approach can result in a “bury and would like to forget” approach with regards to the burial depths. It is a “would like to forget” as the models predicting seabed mobility are by no means accurate to the decimetre over the lifetime of a cable. Lessons learnt from preceding projects indicate that a larger initial burial depth, which would avoid maintenance on the burial depth of the cables over their lifetime, is quite likely to result in lower life cycle costs and in a lower impact on the environment over the lifetime compared to initially shallower buried cables.
2. A maximum depth of burial relating to the heating up of offshore cable in relation to the thermal resistivity of the surrounding soils. It is to be noted however, that an increase in the depth of burial by accretion, for instance in the Waddensea, cannot be mitigated. Therefore, the maximum accretion on the cable route will be taken into account for the design of the cables.
3. A minimum depth of burial relating to a maximum allowable seabed heating and the electromagnetic field close to the surface of the seabed, in case such a limitations would be imposed on the offshore cable. At this moment in time there are no such requirements in place in The Netherlands.
4. The DoB will be defined relative to a reference level at or below the seabed. This reference level will either be a threat level determined by assessment of *slow seabed mobility* (mobility of plates, banks and gullies) or a reference level below the *fast moving seabed* features as sand waves, ripples and mega ripples, also called the "Non Mobile Reference Level). Future plans with regard to deepening of navigational channels is taken into account as well for this reference level.

#### 4.3.2 Crossing third party assets

Special attention should be paid at the locations where the export cables cross other assets (cables, pipes) which are in service. Deeper burial into the seabed of the 3<sup>rd</sup> party asset, prior to the installation of the TenneT cables, is not possible without posing a serious risk to the asset to be crossed. Drilling ducts underneath the 3<sup>rd</sup> party asset to be crossed and installing the cables through those ducts, results in a joint in the export cables and in excessive costs. Therefore, the TenneT cables will have to cross over the 3<sup>rd</sup> party asset. At these locations a minimum vertical separation of typically 0.3 to 1.0 meter, depending on the mutual influence of the export cable and the asset crossed is required (over the whole lifetime of the export cables).

Two types of crossing structures are considered suitable for the crossings with in-service subsea assets. Each crossing structure has a means of creating separation between the subsea asset and the power cable of typically 0.3m or more a means of protecting the cable where it is laid over the 3<sup>rd</sup> party subsea asset.

1. Separation by rock placement, outer protection by rock
2. Separation by a separator system around the power cable, outer protection by rock

Which crossing structure will be applied where depends on the outcome of the crossing agreement negotiations.

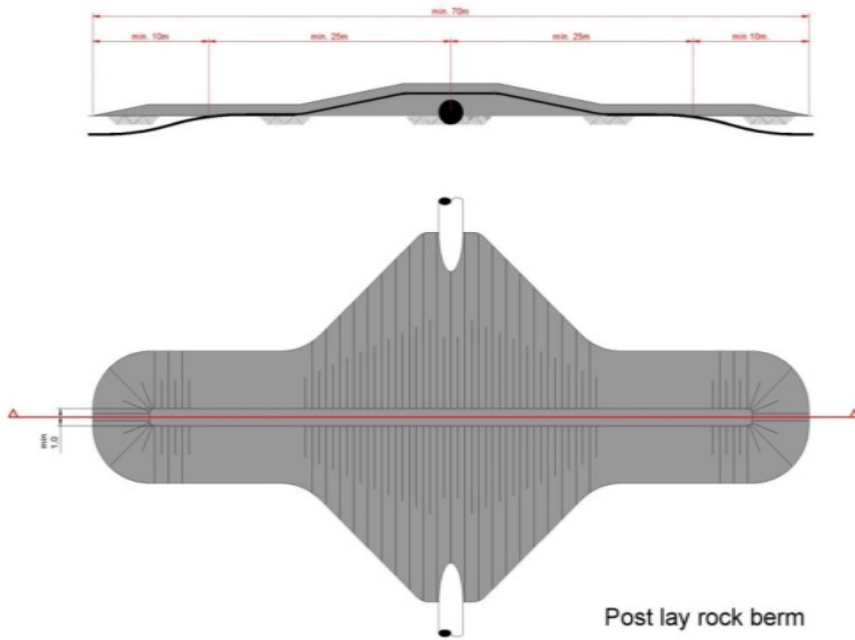


Figure 11 Typical rock - rock crossing structure

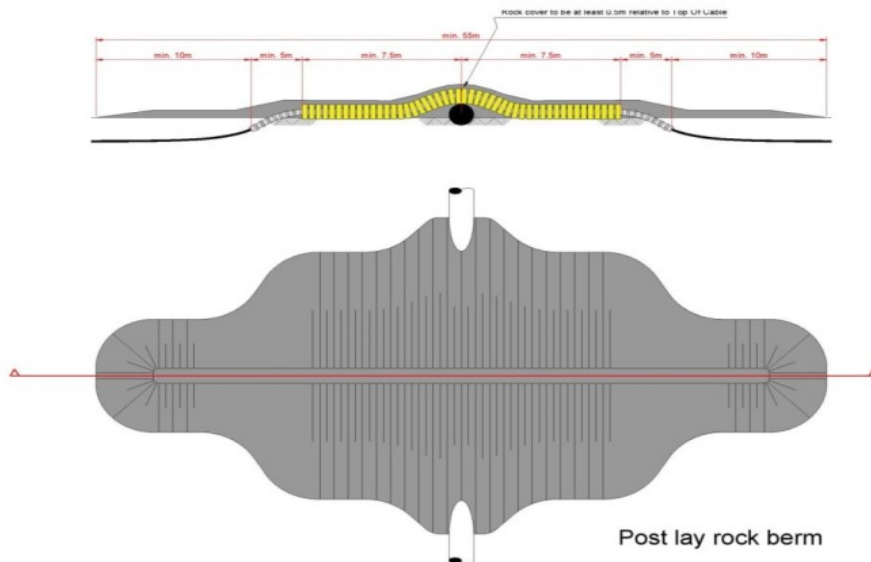


Figure 12 Typical separator - ROCK crossing structure

The outer rock layer of the crossing structures will be designed to be dynamically stable under design storm



and current conditions. This means that some movement of the rock is allowed under design storm conditions as long as the cover of the cable by the rock layer stays sufficient to protect the cables against external threats. The movement of the rock under storm conditions results in less steep side slopes of the rock berm, which stabilises the rock berm. Therefore some displacement of rock increases the stability of the rock berm. Depending on the location and the design storm conditions a stable rock grading is selected. In some cases this might result in berms that consist of multiple layers. This to ensure the large armour rock is supported by a rock bed of smaller rocks to ensure a filter effect that prevents sand from being washed out below. This is necessary to prevent that the armour rock sinks into the seabed over the lifespan of the berm.

On top of the outer rock layer a 0.2m thick sprinkle layer of gravel with a D90 of 80mm or less will have to be placed to minimise the risk on hooking by fishing gear, as required by the SODM (Staatstoezicht op de Mijnen). The rocks of this layer are, due to their small size, not stable under the design storm current and wave conditions. They are primarily intended to fill in the voids of the armour layer underneath.

#### 4.3.3 Route survey and basic design

Several route options for the export cables for the HKWB connection are studied and compared against each other as part of the preferred route alternative study (VKA – VoorKeursAlternatief). After the preferred route alternative is selected, a survey of this route will take place. The bathymetry along the cable route will be measured in detail, seabed mobility will be analysed for the lifetime of the cables, external threats to the cables will be assessed in detail and geotechnical and geophysical investigations will be performed to map the seabed in the light of cable engineering and cable burial. Obstacles along the route will be surveyed as well, amongst which the crossings with in-service and the presence of charted and uncharted out-of-service subsea assets. In case unknown wrecks (not present on current sea-charts or in available wreck data bases) are discovered during the survey or other objects with possible archaeological value, notice will be made and reported to the authorities. Where required and possible, these objects will be avoided by rerouting of the cable route(s) around the object.

Based on the geophysical and geotechnical survey results a basic design for as well the cable as the cable routing is made.

## 4.4 Installation preparations

### 4.4.1 UXO and archaeological survey

Following the Dutch working conditions act (Arbeidsomstandighedenbesluit) both Client (TenneT) and employer (contractor in this case) are responsible to ensure safe working conditions for their employees.

For detection of potentially present unexploded ordnance along the routes of the offshore cables, the requirements of the WSCS-OCE (*Werkveldspecifieke certificatieschema voor het Systeemcertificaat Opsporen Conventionele Explosieven*) are being followed, see <http://www.explosievenopsporing.nl/dossiers/wscs-oce/>

Prior to the route preparation and cable installation operations a magnetometer survey will be mostly executed, following the recommendations made in the previously executed UXO desk top study. Where UXO's with a low

ferrous content cannot be excluded, for instance the German LMB mines, additional survey techniques will be used to search for that specific type of UXO if required. The results of the offshore UXO survey will be interpreted by an UXO expert to advise on potential UXO's and or other objects/obstructions. Where possible the cables will be rerouted around these potential UXO's and/or objects encountered during this magneto metric survey. Typically 15 - 25m standoff distance is to be kept between the offshore cable route and an UXO. Standoff distances depend, amongst others, on the types of UXO expected and for instance on the installation / burial equipment that will be used. These standoff distances are prescribed in the UXO desk top study.

Potential UXO's which cannot be avoided by rerouting will be investigated by either an ROV (remotely operated vehicle) or by a diver. In case the object is identified as being an UXO, clearance of the UXO, by removal or detonation, will be performed by specialists from the Royal Dutch Navy. Where required, the UXO will be exposed by the UXO survey contractor by removing soil from above it with a dedicated dredge pump.

After the UXO survey and after clearance of potential UXO's which could not be avoided, an ALARP (As Low As Reasonably Practicable) will be provided by the UXO responsible manager for each cable route. For a risk to be ALARP it must be possible to demonstrate that the costs involved in reducing the risk further would be grossly disproportionate to the benefit gained. The ALARP principle arises from the fact that infinite time, effort and money could be spent on the attempt of reducing a risk to zero.

#### 4.4.2 Route survey

Before installation activities commence, a route survey will be conducted by the contractor. The goal of this pre installation survey is to update the bathymetry, to scan the cable route for obstacles and to update the understanding of the particulars of the cable route in relation to the selected installation methods. A particular focus will be on the mobile seabed's (mega ripples, sand waves, mobile banks), on the shallow grounds, on soil types adverse to the selected trenching method(s) (for instance clay, peat, glacial till in case of jet trenching) and on any debris on the seabed.

#### 4.4.3 Detailed route engineering

As soon as the bathymetry of the sea has been surveyed and the mobility of the seabed has been assessed, the routing of the cables will be optimised within the available corridor. The objective of this optimisation is to minimise pre installation seabed intervention by dredging, to optimise the locations for the crossings with other subsea assets and to minimise the maintenance requirement for the burial depth over the lifetime of the cables. Such crossings are preferably made in the troughs between sand waves and not at or near their crests. This optimised route will be investigated for potential UXO's, debris, wrecks and other obstacles. Crossing angles with in-service subsea assets to cross, for instance telecom cables and pipelines, will be optimised for installation purposes as well as brought in line with the particulars of the crossing agreements for each crossing.

The knowledge of the cable routes and possible obstacles along those various alternative cable routes, gathered during the surveys, will be used for detailed route engineering (or "micro rerouting"). Objective for the

micro-route engineering is to reduce the installation risks by avoiding obstacles as for instance potential UXO's and wrecks.

As part of the detailed route engineering the installation Depth of Burial (DoB) of the offshore cables will be set for all route sections. The installation DoB will be determined by the largest required installation depth as following from the DoB criteria as described earlier.

The maximum installation depth will be limited by:

1. Permitted maximum dredging volumes;
2. Technical possibilities available on the market with regards to cable burial depths;
3. Limitations with regards to cable installation techniques following from the permits and from the requirements from stakeholders such as Port Authorities;
4. Local soil conditions (achievable burial depths into hard seabed is limited by available techniques).

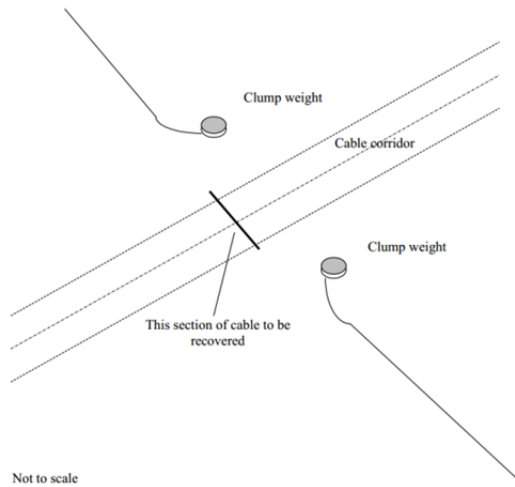
#### 4.4.4 Route Clearance and Pre Lay Grapnel Run

After the pre installation route survey, the route will be cleared of out-of-service cables and any significant debris encountered.

Just before cable installation can commence, a cable route clearance intervention by means of a pre lay grapnel run will be executed in order to remove debris on the seabed surface which pose a threat for offshore cable installation. During the Pre Lay Grapnel Run operation a shallowly penetrating train of grapnels will be dragged over the full length of the centre line of the intended cable routes, with the exception of crossing locations within service 3<sup>rd</sup> party assets. In particular abandoned ropes, wires and fishing nets pose a potential obstruction to cable installation. The Pre Lay Grapnel Run reduces the risk of obstruction during a possible trenching operation. All the removed debris will be brought back to port and be disposed-off in accordance with applicable regulations.

#### 4.4.5 Pre detected OOS cables: ICPC Recommendation number 01

For the crossings with Out-Of-Service subsea telecom cables, the ICPC recommendation 01 "Management of Redundant and Out-Of-Service Cables" will be followed. The OOS cable will be dragged from the seabed to deck. A section will be cut out of the OOS cable long enough to clear the route for the HKN & HKW Alpha cables. The ends of the cut OOS cable will be placed back on the seabed attached to a clump weight to secure the end of the OOS cable to the seabed. Reference is made to Figure 13.



**Figure 13 Partial removal of OOS cables cf ICPC recommendation 01**

#### 4.4.6 Preparing for burial in areas with mobile seabed

As part of the detailed route engineering (see 4.4.3) the routes for the export cables will be assessed regarding seabed mobility. By micro rerouting the individual cable routes in these sections, crests of sand waves and sand banks will be avoided where possible, by rerouting through the troughs between the sand waves and sand banks. This has multiple advantages:

- It reduces the impact on the environment
- It can reduce dredging volumes
- It reduces the maintenance regarding the DoB of the export cables

Where mobile sand waves are to be crossed, pre sweep (dredging) profiles can be designed through the individual sand waves on a “trough to trough” basis. A corridor wide enough for a cable burial tool to pass through (typically width at the bottom in the order of 14 metres) will have to be dredged. The side slopes of the pre swept profiles are to be stable in the period between dredging and cable installation (typically in the order of 1:4 V:H). Therefore, the dredging operations will be scheduled as closely preceding the cable lay and trenching operations as practically possible. A Trailing Suction Hopper Dredger will be used to pre sweep the mobile seabed. Only sand will be dredged as any encountered clays or other cohesive material is considered non mobile over the lifetime of the cable. If any cohesive material is encountered during dredging (which has not been detected during the route survey), the dredging in that section will be stopped at that level.

The dredged seabed material will be disposed of besides of the cable route in order to keep the dredged material in the local mobile seabed system. Typically, a distance of 200m will be kept to the outer most cable route on the downstream side.

The cables will be trenched in the bottom of the pre swept profiles and therefore the cables will be protected in the pre swept profiles immediately after their installation. The pre swept profiles will be backfilled by nature over

time. The time required for sand waves to recover depends on the local tidal currents. It typically varies from weeks close to the coastline, to years at deeper water in the vicinity of amphidromical points, where tidal currents are less.

The dredging is typically executed by Trailing Suction Hopper Dredgers, or "hopper" in short. Hopper dredgers are versatile dredging tools which are capable to work in the challenging conditions with waves and currents in the nearshore section.



**Figure 14 Trailing Suction Hopper Dredger**

#### 4.4.7 Pre-trenching run

In case the burial assessment study, based on the soil information available from the initial cable route survey, indicates a relevant risk on not achieving the required DoB due to soil conditions, a pre-burial run will be considered. During the pre-trenching run the same burial tool, but without cable, will be pulled or manoeuvred along the cable route section selected as is intended to be used for the cable installation. As the cable is not present during that operation and as such is not pressing constrains during the pre-trenching run, the possibilities of using the burial tool are slightly wider. Slower pulling and repeating sections becomes possible.

In sections where the pre-burial run appears not successful, pre-dredging, pre-cutting or a soil strength related reduction in the burial depth can be considered, depending on the local DoB requirements in relation to the permits and the risk based burial depths.

Occasionally pre-cutting of the soil along the route can be applied, where soils, adverse to trenching, such as peat, clay or glacial till pockets, are being reckoned with. It is an operation comparable to trenching, which reduces failure to achieve the required burial depth in identified pockets of adverse soils. For pre-cutting either a cable plough or a chain cutter trencher can be used.

In some occasions soil improvement will be executed along dedicated sections of the route. Soil improvement can be required where the cables will have to be installed in soils with a high thermal resistivity, such as for instance thick layers of peat or some types of clay. Such locations would impose a hot spot to the cable, which can have a negative influence on the transport capacity of the cable. Where soil improvement is applied, the local soil with a high thermal resistivity is dredged away by for instance a TSHD or by another suitable dredging tool, followed by backfilling of the dredged profile by sand, dredged from the immediate vicinity. The cable will be trenched into the backfilled sand. This results both in a well-protected cable as well as in a maintained transport capacity.

## 4.5 Installation of the export cables

The installation sequence of the export cables for the offshore route will be either of the following options:

1. First end pull-in at the offshore substation and working towards location of the transition joint
2. Starting at the location of the transition joint and working towards the offshore substation where a second end pull-in will be performed to the platform.

In either of the options it is possible that there will be offshore joint(s) along the offshore cable route. This however depends on the length of cable that can be stored on the cable installation vessel.

There are several different installation methods and trenching tools available on the market to install the offshore cables. This chapter provides an overview of the expected installation methods in the different parts of the offshore route.

### 4.5.1 Deep water

In general, there are two installation methods for deep water areas:

- Simultaneous Lay and Burial (SLB) is a method in which the cable is laid and buried in one operation. This is done using one vessel and a trenching tool mobilised on the same vessel.
- Post Lay Burial (PLB) starts by laying the cable on the seabed with one vessel. Afterwards a second vessel will bury the cable with a burial tool attached to this second vessel.

Cable lay operations are executed at an approximate pace of up to 500 m/h, while burying the cable, which depends on the soil type and burial depth, can be executed at an approximate pace between 50-200 m/h. SLB requires one single passage of an installation spread over the route and allows for active control of the tension in the cable where it enters the trenching tool. That can be required where larger trenching depths are foreseen. The advantage of PLB is that the laying of the cable will proceed at least twice as fast compared to SLB (up to 500 m/h versus 50-200 m/h). This significantly reduces the risk on cable damage during the lay operations as the probability on adverse weather would be reduced. If necessary, the burial operation can be postponed during bad weather, therefore the risk for the cable as a result of bad weather can be significantly reduced by applying PLB.

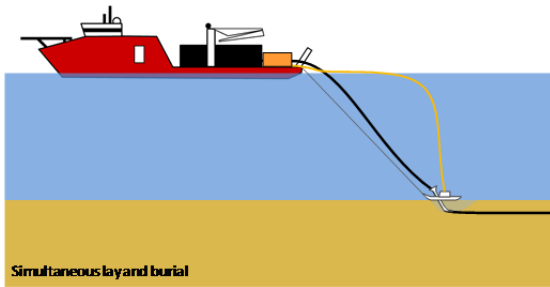


Figure 15 Simultaneous Lay and Burial (SLB)

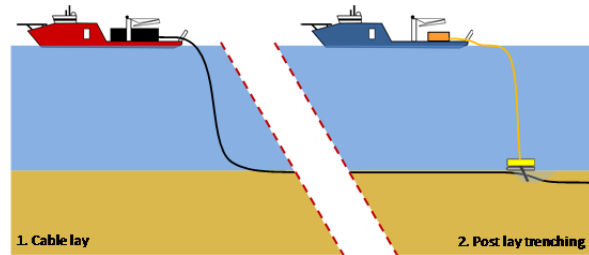


Figure 16 Post Lay Burial (PLB)

Any installation vessel for the offshore section of the sea cable will be a vessel with considerable draft to cope with high seas and maximise the carrying capacity. The latter is needed to minimize the number of offshore cable joints. These vessels have a draft typically between five and ten meters.

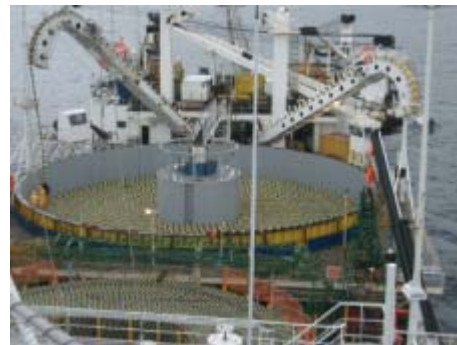


Figure 17 Typical deep water cable installation vessels

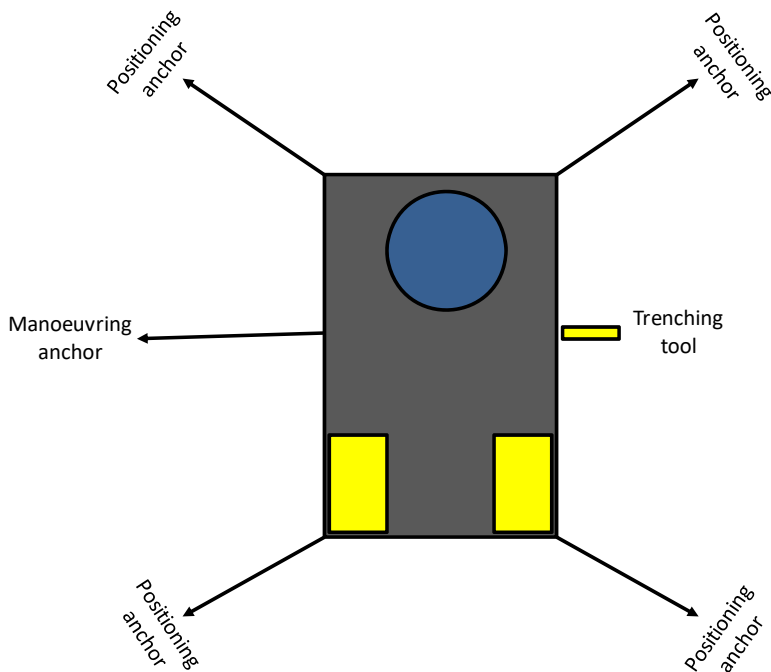
#### 4.5.2 Near shore

In nearshore sections the deep water vessels are not suitable. These sections require a barge which can be used as cable storage and main operation platform



**Figure 18 Typical nearshore cable lay barges**

Cable lay/burial barges use anchors to manoeuvre in shallow waters or during burial. See Figure 19 for a typical anchor layout that consists of four side anchors (1-4) and a main pull anchor (5). Depending on the actual weather situation, less than all five anchors can be used.



**Figure 19 Typical anchor configuration of a nearshore installation barge**

Note: from each corner of a barge one or two anchors can be deployed. The amount of anchors can as such be up to 9 in total.

#### 4.5.3 Landfall

The transition between sea and land is called the landfall. This section is often challenging due to the surroundings, hydrodynamic conditions and the water depth restrictions. Multiple engineering solutions can be applied. The most favourable solution strongly depends on the local situation and the results from (amongst



others) the soil and site investigation. A number of common solutions/ operations can be identified and are shown below. This list is not a limited list as several variations and combinations are used in the industry.

- A cable pull-in on rollers from a nearshore positioned barge. In some occasions the barge has to be beached at low tide to allow it to come close enough for the pull-in.
- A HDD drilling from the beach to deeper water from where the cable is pulled in through the HDD. A drilling rig will need to be situated on the beach in this case.
- Dredging of a trench to allow a shallow drafted lay-barge to reach the beach.
- Installation of winches and ground anchors in order to apply pulling force to the cable.
- Use of a cofferdam to cross the surf or intertidal zone.
- Digging of a trench with excavators or other ground moving equipment.
- Floating pull-in from a barge or vessel. After the pull-in the cable will need to be buried with a riding or sliding trencher that starts from the beach.
- Pull-in over pre-installed rollers and/ or tensioners positioned on the beach or in the intertidal zone.

The picture below as example shows the cable pull in of the project Borssele. In this case rollers and tensioners are used in combination with a pre-cut trench and post-lay burial at the intertidal zone. In the background the lay-barge is seen. In order to position this barge significant dredge works can be required.



**Figure 20 Cable pull in for project Borssele**

#### 4.5.4 Trenching tools

A wide variety of equipment and vessels can be used to bury the cable into the seabed. Each burial tool has its own (dis)advantages. Some tools are more suited to specific sea or soil conditions than others. Jet trenchers for example operate well in non-cohesive sandy and soft clayey seabed, where chain cutter trenchers and (jet assisted) cable ploughs are better fitted for tougher soil conditions like peat or stiffer clays. Various cable manufacturers operate different types of laying spreads and burial tools, each with their own specific track

record relating to the specific cable types. At tendering stage the contractors will prepare a burial assessment study, based on the provided soil information of the HKwB cable route and on the specifics of the burial tool, which they could offer. In this Burial Assessment Study the specific capabilities of the presented trencher(s) of the contractor are assessed against the installation challenges of the route, the specific soil types and water depths encountered.

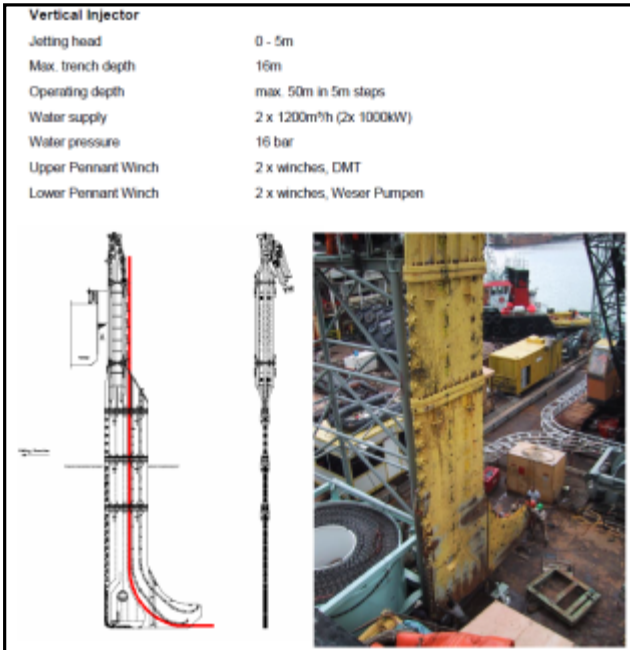
The following customary burial tools are available for the offshore and nearshore sections. It should be noted though that this is not a limitative list. Over the recent year significant lengths of power cable have been installed at sea, which did result as well in interesting further development of existing trenchers. By combining and improving cable burial techniques better performing trenchers have emerged with increased capabilities and a lower risk profile to the cable. These developments are ongoing and therefore changed and improved trencher types are to be anticipated in the future. At this moment the following main trencher types can be identified on the market:

1. Vertical Injectors
2. Jet sledge trenchers
3. ROV jet trenchers
4. Chain or wheel cutter trenchers
5. Cable ploughs
6. Mass flow excavation

#### Vertical injector

In the essence a Vertical Injector is a very long jet trencher which is hanging in a crane, i.e. not supported by the seabed. A vertical injector penetrates soil by means of water jets. The cable is guided to the required depth through a vertical cable duct. It is deployed from a barge; its top end stays above the water line and is kept to the side of the barge or vessel. Vertical Injectors did prove themselves to be reliable cable trenching tools for XLPE cables in non cohesive soils (sand) and soft to medium clays. A Vertical Injector is a simple and robust and specially designed for nearshore operation. Burial depths up to 10 meter have been achieved. Vertical Injectors are typically deployed from a barge on anchors, but it can be deployed as well from a vessel on DP using just a pulling anchor.

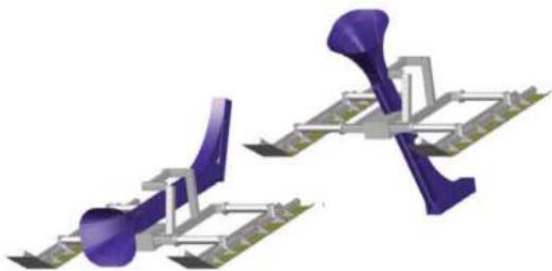
Vertical Injector like trenchers have been used in the Zeeland in the Westerschelde to bury power cables. Without heave compensation Vertical Injectors are not suitable in less sheltered areas.



**Figure 21 Vertical Injector**

### Jet sledge trenchers

The least complicated cable burial tools available on the market are the jet sledges. They are pulled by a barge or vessel for forward motion. The seabed is penetrated by water jets attached to the jet sledge and the cable is guided to the required depth through a cable duct.



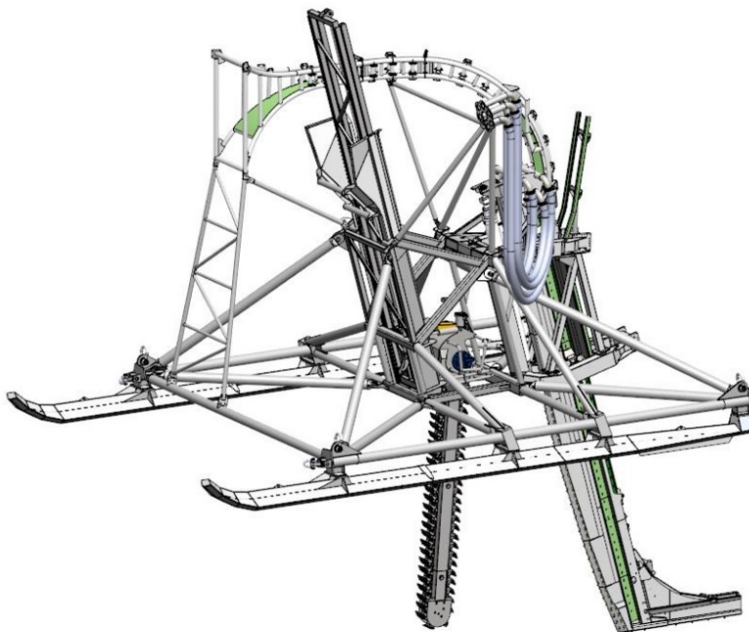
**Figure 22 Typical Jet sledge**

Jet sledges are available in different sizes with a depth of burial range from 1.5m to 3.0m with the Hydroplow or similar (see Figure 22) up to 8m with the BSS2 (see Figure 23). These trenchers are very suitable for non-cohesive soils and for soft clays. In stiffer cohesive soils as clay and peat however, these trenchers struggle to penetrate the ground.



**Figure 23 BSS2 jet sledge**

By adding a chain cutter in front of the cable stinger, jet sledge trenchers can be made suitable for harder and more cohesive soils as well. The BSS3 trencher is an example of a jet sledge trencher with a chain cutter mounted.



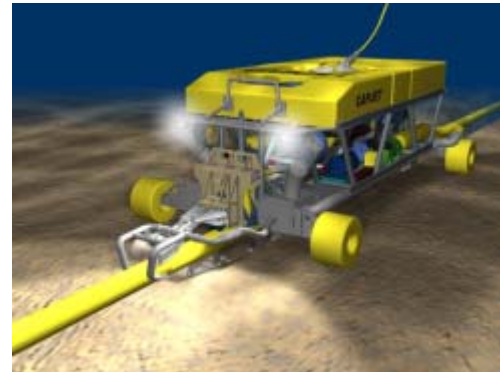
**Figure 24 BSS3 jet sledge trencher with a mounted chain cutter in front of the cable stinger**

Larger jetting sledges as the BSS2 and BSS3 are in the essence Vertical Injectors on a sledge, which makes this type of trencher more suitable in areas with swell.

#### ROV jet trencher

A Remotely Operated Vehicle jet trencher is an underwater robot controlled from a trenching support vessel.

While moving over the before laid cable, a trench is made in the seabed by means of water jets attached to the ROV jet trencher. The cable is guided between the two jetting arms. The cable slides in the trench by its own weight once the seabed under the cable is fluidised. Re-sedimentation and natural backfilling, fills the trench with suspended soils. Jet trenchers can be self-propelled (tracks/skids and/or thrusters), or dragged.



**Figure 25 Typical ROV Jet trencher**

A ROV jet trencher can be fitted as well with a depressor, which presses the cable down to the required installation depth.

#### Chain or wheel cutter trenchers

To cut open cohesive and harder soil layers like clay, peat, glacial till or softer rock as chalk, chain cutters use a driven belt with hard metal cutting teeth or plates (chisels). The cut soil is being transported upwards and out of the trench by the cutter belt or it is placed back in the trench behind the trencher or cased away to the side of the trench. The cable is guided downwards into the cut trench through a blade or stinger, it is depressed by a depressor to the required depth or it is allowed to lower itself by its own weight, depending on the type of cutter trencher.



**Figure 26 Typical Chain cutter**

For harder soil types such as cemented sands and soft rocks, wheel cutters are used. See for instance the TM04 depicted in Figure 27. The chains of chain cutters suffer from wear and tear on the hinges of cutter belt. Wheel cutters do not have that problem. Downside however is that the size of the cutter wheel is limited, which makes wheel cutters less suitable for the burial depths required in mobile seabed situations along the Dutch

coast. As harder soil types however do provide a very decent protection to cables, wheel cutter trenchers are very capable in providing protection to cables in harder soil types.



**Figure 27 TM04 Wheel cutter cable trencher**

#### Vibration plough

Vibration has the capability of fluidising non cohesive soils like sand and of breaking open cohesive soils like clay or peat. A vibration plough fluidises or opens up soil by means of a vibro sword. The cable is guided to the required depth through a duct in the sword.



**Figure 28 Vibration plough deployed from a barge**

In Figure 28 a vibro unit is mounted onto a Vertical Injector, which turns a Vertical Injector into a vibro sword.



**Figure 29** Vibration plough on tracks

The advantage of a vibration plough is that it requires less jetting water thus causing less turbidity and that less pulling force is required to pass through the soil. The downside however is the noise and the disturbance caused by the vibrations, as well as the susceptibility to damage to the trencher by the shear force of the vibrations.

#### Cable plough

The difference between a jet sledge and a cable plough lies in the fact that a cable plough can be pulled through cohesive soils by force, whereas a jet sledge only progresses through loosened sediments. Penetration in the seabed is achieved by a plough blade which digs itself into the soil. The cable is guided through the plough blade to the required burial depth, guided downwards by a cable guide. Optional jets on the plough blade facilitate soil penetration and reduction of pull forces, especially when ploughing in medium to dense sand.



**Figure 30** Sea Stallion cable plough

### Mass Flow Excavation

A Mass Flow Excavation (MFE) tool creates a large, low pressure flow of water which is aimed at the seabed around the cable. This fluidises soil around the cable which allows the cable to sink into the seabed. In medium to coarse sand, as present in front of the Dutch coast, the majority of the fluidised sand stays around the cable and re-sediments back into the trench after the MFE tool has passed over. In finer sand however, as present further offshore in the German Bight, MFE results in a more or less open trench with the cable at the bottom. The tide current and wave action can backfill the trench with surrounding soil material, that might however take some time, depending on the local conditions. This trenching tool has been used successfully for cable (re)burial on several high voltage power cable projects over the last years, amongst others BritNed and NorNed. Mass flow excavation can be executed by a dedicated MFE tool as depicted in Figure 31, as used on BritNed. Mass Flow Excavation is addressed as well as Controlled Flow Excavation.



**Figure 31 Mass flow excavation**

## 4.6 Post installation activities offshore cables

Along sections of the route where the initial cable burial operations did not result in the required burial depths, additional cable burial can be performed either by a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.

At locations where the cables could not be buried into the seabed, for instance at crossing locations or at locations where unexpected obstacles were encountered during the cable trenching operations, the cables can be post lay protected by rock placements. Rock placements however will be avoided as good as possible as rock placements have the tendency to attract erosion on its edges, which will require maintenance over time. Rock can be placed on these cable sections using a fall pipe vessel, which allows for very accurate rock placement.

## 4.7 As built survey

During the installation of the cables the penetration depth of the burial tool can be used as the as-buried survey, provided the cable depth is physically determined by the applied burial tool. This however does not provide information on the cover by soil on top of the cable and if the trencher did not fully follow the seabed,



burial depths derived from the setting of swords or stinger can deviate from the actual burial depth of the cable. After the completion of the installation operations therefore, a dedicated as built survey will be conducted to measure the actual burial depth along the full cable routes.

The dedicated as built survey will establish the bathymetry along the cable route after installation as well as the depth of burial of the cables in terms of cover by soil on top of the cable. There are several methods to establish the depth of burial of subsea power cables<sup>2</sup>:

1. Passive electromagnetic methods which transmit a changing electromagnetic signal into the seabed and measure the response of the cable to this changing field. These methods have a limited penetration depth and are therefore only suitable for shallowly buried cables. Example: TSS440.
2. Active electromagnetic methods which use an electromagnetic tone put on the cable to measure the burial depth of the cable. A tone can typically only be put on a cable when it is not in use, therefore a subsea power cable has to be taken out of operation for such a survey. This survey method however is suitable to measure larger depth of burial of cables compared to the passive method. Example: TSS350, DoBStar and Orion.
3. Electromagnetic methods which use a signal transmitted by a power cable system when it is in use to measure its depth of burial. This method can for instance make use of higher harmonic ripples on direct current interconnectors. Example: DoBStar and Orion and the most recent version of TSS350.
4. Acoustic methods which use the reflections of acoustic signal on the cable to measure its depth of burial. This method however requires relative large instruments and is therefore more complicated and more costly. On the other hand, this technique is capable of detecting cables are larger burial depths compared to the electromagnetic methods. Example: PanGeo SBI.

The permit prescribes the depth of burial of the cables is to be established periodically over the lifetime of the cables, typically once a year over the first three years of its operational lifetime. If the cables have proven to be well buried and the changes in burial depth as a result from seabed mobility have proven not to compromise the minimum burial depths, then the permit allows for a relaxation in the interval of these surveys.

The depth of burial of a cable can change over its lifetime as a result of changes in the seabed. Seabed mobility changes the depth of burial of a cable over time. A subsea power cable does not move within in the seabed. If the changes of the seabed over time are accurately measured, the changes in the depth of burial of the cables can be established based on a comparison between the most recent survey and the as built survey, provided the as built survey has been a continuous and reliable survey. Bathymetrical surveys over a cable route can be performed at significantly lower costs than surveys measuring the depth of burial of the cable in the seabed. From a cost efficiency perspective therefore a continuous and dedicated as built survey of the installed cables will be performed such that the consecutive route surveys to check the burial depths of the cables can be performed by just bathymetrical surveys.

---

<sup>2</sup> A method based on magnetisation of the cable and a measurement of the changing magnetic field when moving over the cable. This system however has shown to be highly dependent on skilled operators and without those present this system has resulted in variations in measured burial depths depending on the direction of sailing. This method has shown to be less reliable and is therefore not used any more on TenneT ONL cables. Example: Innovatum.

## 4.8 Operational phase offshore cables

During the operational phase of the offshore cable two main activities will take place:

1. Periodically survey to determine the depth of burial of the cables. The period in between each survey is determined by the permit (as stated in the previous chapter). When the results of the survey show that the cable is not at the required burial depth, additional cable burial can be performed either by a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.
2. Periodically survey to inspect the status of the crossing structures. As a result of fishing activities and of severe storms, rocks might be displaced on the crossings. When the results of the survey show that the crossing structures are not meeting the requirements, additional rock dumping might be applied.

A third activity that can occur is the repair of a cable failure. In case a cable fails due to internal or external cause, the fault needs to be located and repaired.

## 4.9 Decommissioning offshore cables

### 4.9.1 Cables

At the end of their operational lifetime (30-40 years) the HKwB cables will be removed from the seabed in accordance with the requirements stipulated in the permits. Removal will only be performed when the environmental impact of removal is less than the impact of leaving the cables in place on the environment and on navigation.

The cables can be pulled out of the seabed using a jet trencher where needed. The cables can be cut in sections on deck and brought to shore for material recycling.

### 4.9.2 Crossing structures

At the locations of the crossings with 3<sup>rd</sup> party subsea assets, the crossing structures will be removed. This can involve removal of rock placements by means of a grab dredger. The recovered rock can be brought to land for recycling purposes.

Any remains of out-of-service pipelines or out-of-service cables underneath the HKwB cables can be removed during decommissioning as well, provided the overall impact on the environment benefits from such a removal.

## 5. HVAC land cables

This chapter information is provided on the design and installation of the HVAC 220 kV land export cables, which connect the transformer station with the transition joint

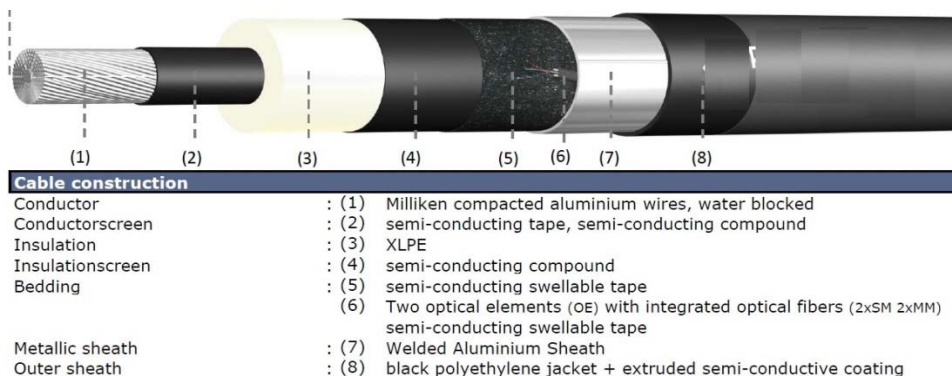
### 5.1 Cable design

The HVAC cables will have specific design that will take into account the cable length and the local soil conditions. The dimensions in the table below are common:

220 kV (export) cable	
Nominal voltage	220 kV
Outer diameter	100 – 150 mm
Conductor cross section	1000 – 1600 mm <sup>2</sup>
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Extruded lead or smooth aluminium welded sheath
Outer sheath	Extruded HDPE incl. extruded semi conductive PE layer

**Table 3. Typical dimensions of HVAC land cables**

A typical cross section of a HVAC 220 kV land export cable is shown in respectively Figure 32.



**Figure 32 Typical HVAC 220 / 380 kV land export cable**

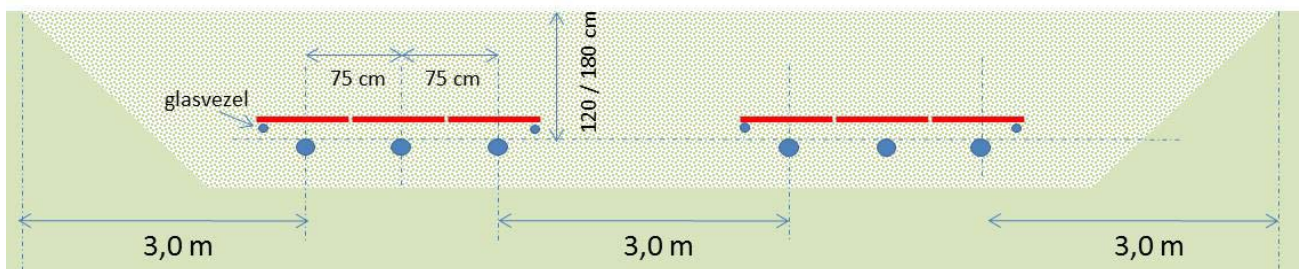
For the purpose of cable temperature monitoring, two or more optical fibres are positioned under the metallic sheath of at least one cable of the cable system.

## 5.2 Cable route design

For HKwB the HVAC 220 kV land export cables consist of two circuits with three single-core high voltage cables and two or three fibre optic cable PE tubes per circuit, resulting in a total of six high voltage cables and four or six fibre optic cable PE tubes

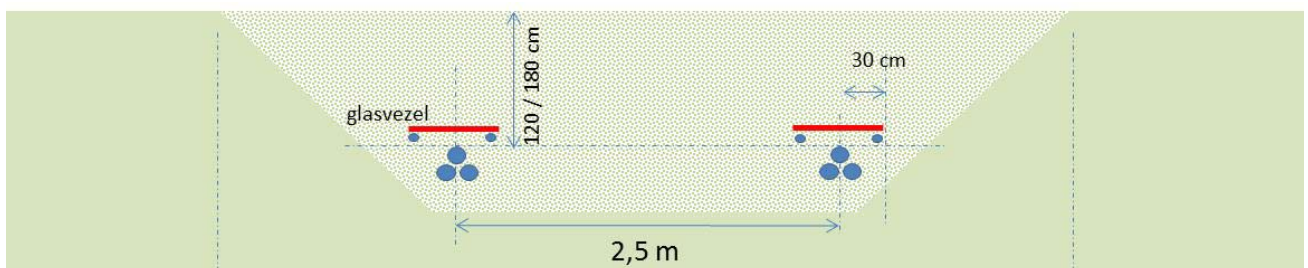
The fibre optic cable is used for the protection and control systems of the platform and wind turbines. These fibres are installed in the PE tubes. The optical fibres used for cable temperature monitoring are integrated under the metallic sheath of the High Voltage cables.

In general the cables will be installed in a flat formation and buried to a depth of 1,2 meter in urban areas or 1,8 meter in agriculture areas. The distances between the cables of one circuit will be 0,75 metres. Distance between two circuits will be three metres. Furthermore a distance of three metres on both sides of cable system has to be taken into account to assure accessibility in case of repairs. Any soil works within this distance is not allowed without approval by TenneT. See also the figure below.



**Figure 33 Preferred trench configuration**

In case of insufficient space, trefoil formation (resulting in a corridor width of 6 meter) is allowed if the ampacity requirements can still be met and if trefoil leads to a lower TOTEX. See Figure 34 below.



**Figure 34 Trench configuration in case of limited space (trefoil formation).**

### 5.2.1 Sea to land cable transition joint

For the transition between the HVAC 220 kV sea export cable and the HVAC 220 kV land export cable a transition joint will be made. Each cable system will have one transition joint, so in total two transition joints for the HKwB 220 kV cable systems. The dimensions, including the concrete base where the transition joint can be mounted on, is approximately 12 x 4,5 metres per transition joint. The burial depth of the transition joint depends on the expected seabed/sand mobility at the transition joint location. For example on a beach where large coastal erosion is present and nourishments are applied, the burial depth of the transition joint will be

greater than on a beach where no mobility is expected over the lifetime of the cable system. In the case the transition joint is not made in a trench, a concrete base is used to secure the HVAC 220 kV sea export cable and the HVAC 220 kV land export cable in order to be able to lift the joint.

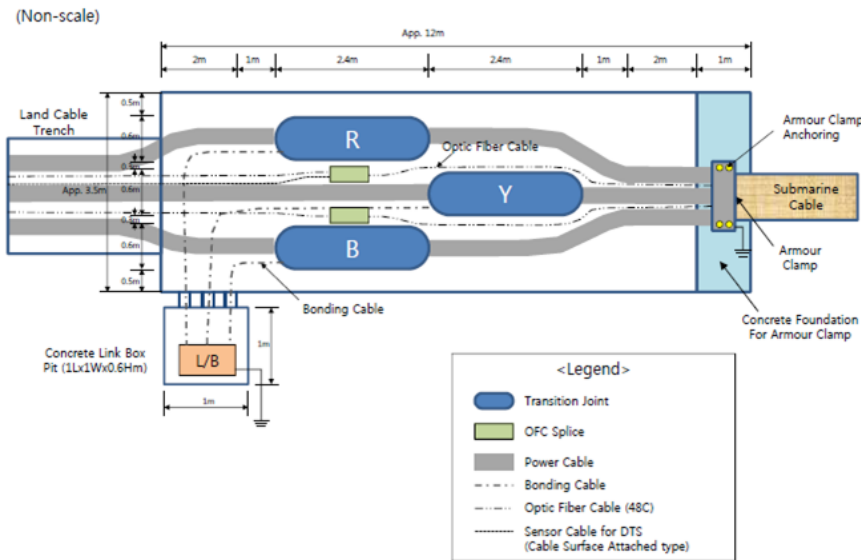


Figure 35 Typical transition joint bay lay-out

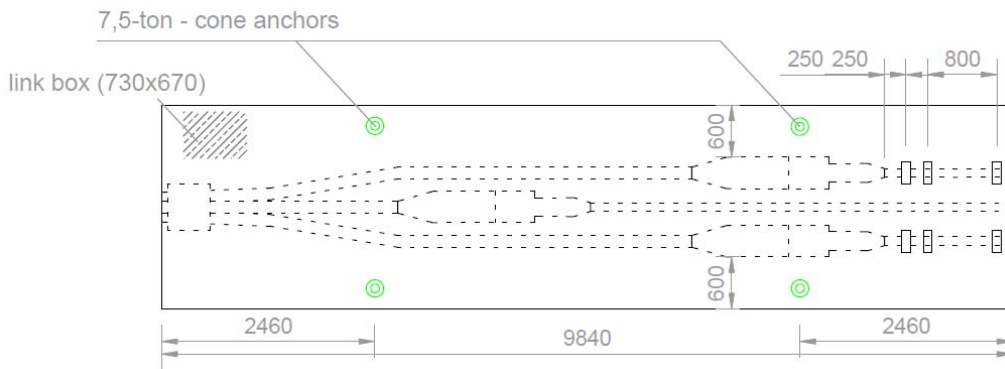
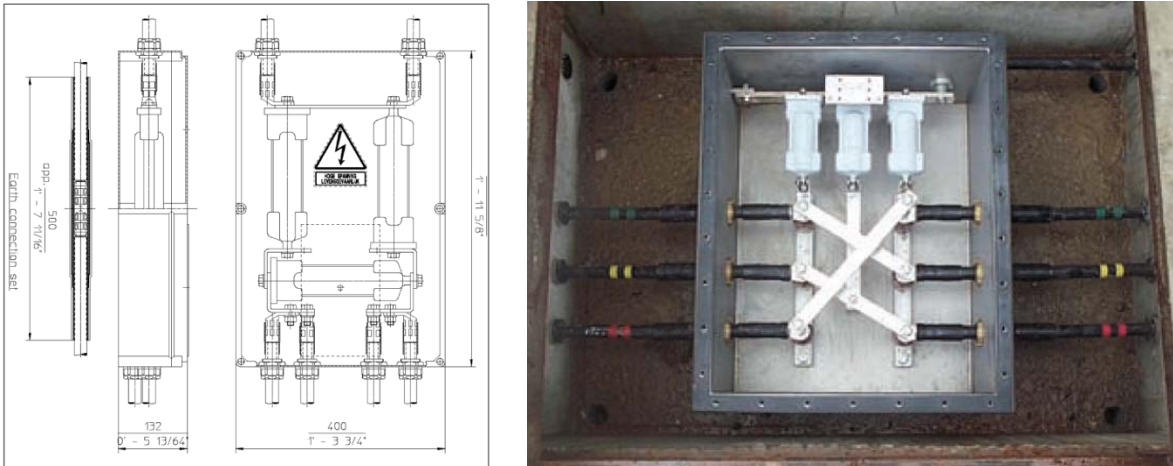


Figure 36 Typical design drawing of the transition joint lifting frame

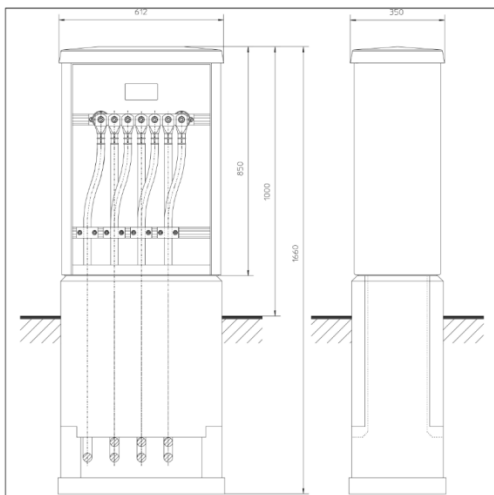
### 5.2.2 Cross bonding Land Cable sections

It is preferred, as far as possible, to carry out all land routes with cross bonding. Cross bonding is used to minimize the losses in the cable system and to increase the transport capacity. In order to achieve an optimum, the route is to be split into three cable sections or a multiplication of three (also called sectioning). The cable lengths per sections should have the same length as much as possible. In order for the cross bonding system to function properly (limitation of sheath voltages), a maximum section length of 2,500 m (defined as two cable lengths) applies.

Just outside of the joints, the earthing-sheaths of the three single core cables are connected in an underground cross bonding box or an 'above ground' earthing box (see the figures below). The underground cross bonding box (covered by a manhole cover) can also be called the minor section and the above ground earthing box 'major section'. Within a 'major section' there must always be three minor sections or a multiplication of three cable sections, thus only two underground cross bonding boxes. The same also applies to the total number of major sections within the cable system.



**Figure 37 Typical cross bonding box (underground)**



**Figure 38 Typical Earthing box**

## 5.3 Cable installation

The routing itself can be executed using three installation methods:

1. by digging an open trench and laying the cable systems in the trench
2. by ploughing

3. by horizontal directional drilling (HDD).

Open trench is the preferred execution method. However, the local circumstances make that HDD is the installation method for HKwB. The length of individual cables onshore will be 1200 metres, connected using joints.

### 5.3.1 Horizontal directional drilling

*This paragraph describes the installation method of a HDD. There are also other drilling methods available on the market to realise a drilling. The Horizontal Directional Drilling is however deemed most likely to be performed in case open trench installation is not feasible and therefore only this option is further elaborated.*

In order to prevent a cable to become too hot the cable ducts will be filled with water. Therefore it is important that the ground levels at the entrance and exit location have delta in height as low as possible. This is an important aspect in selecting optimal locations. This is especially applicable for the outfall drilling from shore to the beach (figure xx).

#### Pipe string assembly

At first, after the construction sites are prepared, the full pipe string length will be assembled in the area close to the point from which the duct will be pushed into the borehole. The assembly consists of welding pieces of approximately 20m HDPE pipe together.



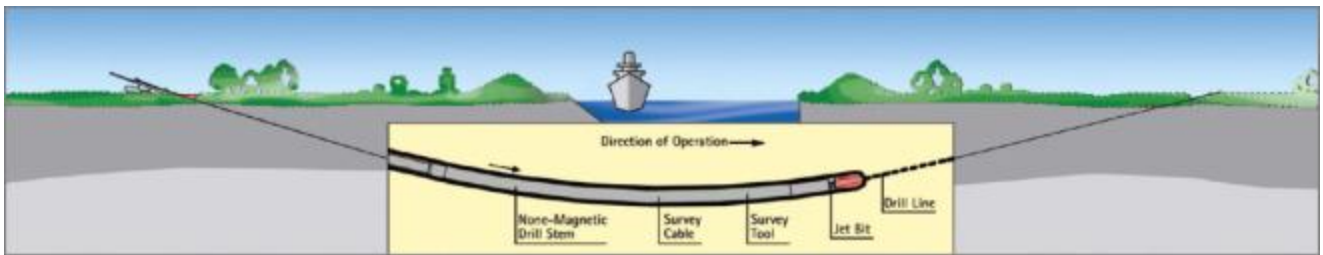
**Figure 39 Pipe string assembly and mirror welding technique in container.**

A HDD generally consists of three installation stages:

1. First, a drill bit is pushed through the ground on a designed alignment from an entry point close to the drill rig to an exit point on the other side of the obstacle to be crossed. This is called the pilot drilling. Established surveying and steering techniques are used and proven drill tools are available for a wide range of soil and rock conditions.

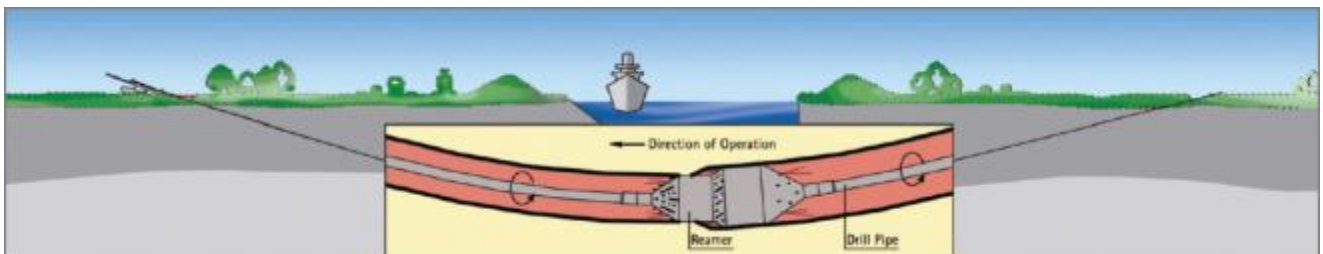
The borehole will be filled with drill mud during all stages. This is a mix of water and special clay (Bentonite).

The mud particles prevent the drill mud to infiltrate into the bottom, secondly the drill mud has a larger specific weight than water. These two aspects make that the mud pressure in the borehole is (almost) always higher than the surrounding pressure created by the ground water level. The mud pressure therefore creates extra pressure on the wall from the borehole and keeps it stable and open.

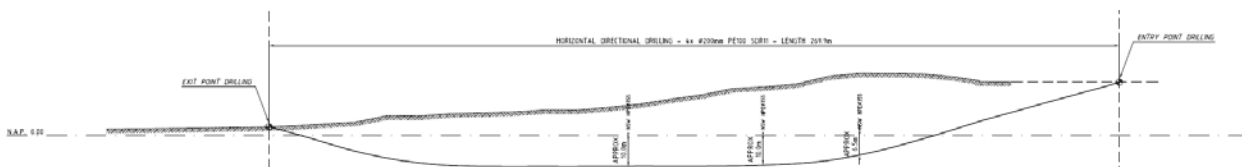


**Figure 40 First stage of a HDD - pilot drill**

2. The pilot drilling is then enlarged by one or more reaming passes until it has reached the desired diameter. For this purpose, suitable tools like barrel reamers, fly cutters or hole openers are used. During the process, drill pipes are continuously added behind the reamer to ensure that there is an entire drill string from the entry to the exit point at all times. Depending on the soil conditions, a mixture of water and bentonite or other additives can be used for hydraulic excavation. This both supports the bore hole and reduces frictional forces, while allowing the excavated material to be transported to a separation plant on the surface.



**Figure 41 Second stage of a HDD – reaming the pilot drill**



**Figure 42 longitudinal profile of a typical outfall drilling.**

In cases where there is a significant delta between the entrance and exit height it is impossible to maintain a with mud filled borehole. Gravitational forces will make the mud level drop until the lowest open point and flow out until it reaches the lowest exit location (beach location in this case).



Two problems occur:

1. The first section of the tunnel (+/-20m length) is no longer filled with mud and loses inner pressure with a larger risk of collapsing in this area.
2. The total pressure over the total length of the drilling will drop causing a risk of groundwater entering the borehole over a large section causing the walls to collapse.

Both stability problems can result in a HDPE pipe being impossible to pull through the bore hole failing to be installed over the desired trace.

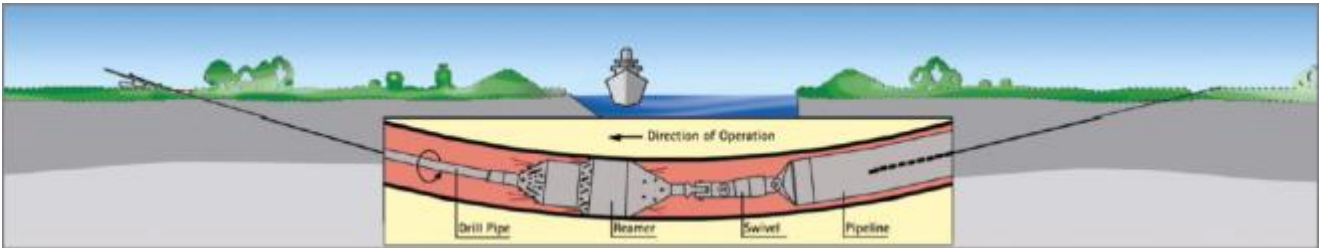
Most obvious prevention measure would be to temporary increase the beach level until it equalizes the entrance location on land (e.g. by creating a mound (terp), possibly reinforced i.e. with sheetpiles and or geo bags). Hence the present ground water level is of influence determining the exact needed height. Ground water research therefore is needed. In advance it is advisable to take a local table mountain between 7 and 9 m into account (NAP +9,50m).





**3.** In the final step of the operation the liner pipe is pulled into the reamed borehole starting at the exit point on the other side of the obstacle. The drill string in the borehole is connected to the pipe by a special pull head with a swivel. As soon as the drill rig has pulled the whole liner into the ground and the pull head arrives at the

entry point, the liner has reached its final and safe position deep in the ground. A second technique is to push the liner through the reamed borehole.



**Figure 42 Third stage of a HDD – pulling of the pipeline**



**Figure 43 Pipe string supply into pipe pusher**

After the HDD itself is finalized the conduit of the HDD will first be cleaned of any debris or sediments by blowing a special pig through the HDD. A pull in wire will be blown through the HDD after which the pulling of the cables can commence. For this the cable is connected to the pull-in wire and then pulled through the HDD using a winch. The execution time of one HDD will be approximately 2 weeks. Maximum length is set on 1200 m due to restrictions of cable transport. Transport of longer cable lengths is possible, as seen on Gemini, however not preferred.



Figure 44 Example of HDD entry and exit point



Figure 45 Welding of HDPE ducts

The standard configuration of the HDDs in the soil is shown in Figure 46

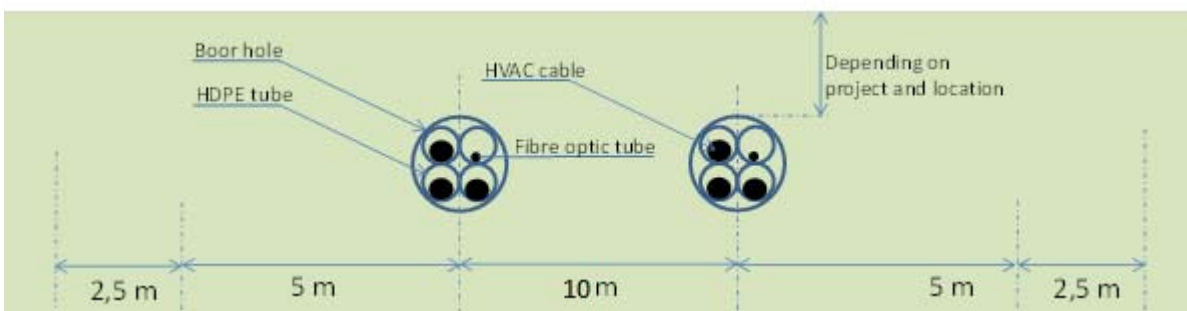


Figure 46 Standard HDD configuration

### 5.3.2 HDD installation tools

For the installation of a HDD various tools are required. Excavation machinery is required to dig the entry and exit pit from where the drilling starts and ends. The main tool is the drilling rig which drills and reams the drilling hole. Depending on the size of the HDD (length and diameter) a maxi rig or a midi rig can be used, see Figure 47. A midi rig will generally be used for drill lengths from 200 to 400 metres and pipe diameters of typically 300 mm. Maxi rigs will typically be used for drill lengths from 400 meter up to 1200 meters.



**Figure 47 Example HDD rigs - [left] midi rig - [right] maxi rig**

The available area required on the side of the drill rig must be sufficient for the rig itself and its ancillary equipment. Temporary area working for both entry and exit point for HDD equipment and conduit pull in arrangements depends on the length and type of drilling equipment. Some typical dimensions are stated below.

HDD length	Area for HDD equipment	Equipment
>1000 m	50 x 50 m = 2500 m <sup>2</sup>	250T and more
500-1000 m	30 x 50 m = 1500 m <sup>2</sup>	100-150T
<500 m	25 x 30 m = 750 m <sup>2</sup>	100T

For temporary storage of conduit sections, including space for welding, approximately the drill length (i.e. 1000m x 20 m = 20.000 m<sup>2</sup>) is needed. Also space for cranes and rollers to be taken into account.

An important part of the ancillary equipment is the mud (drill fluid) installation which consists of the mud tank, recycling unit (separation of cutting from the mud) and the mud pump. The drill fluid is essential for the HDD installation since it fulfils multiple functions such as hydraulic cutting fluid (in case of soft soils), transportation of the drilling cuttings, stabilisation of the bore hole and more. Filtering of the drilling cuttings takes place in the recycling unit. An example of the rig site (entry point) is shown in Figure 48, the exit point in Figure 49.

The pull-in of the HVAC cable in the HDPE duct is done using a guide wire that's installed in the HDPE duct. After connecting the cable to the guide wire, a winch is used to pull the cable through the HDPE duct. Guide rollers and tensioners are used during the pull-in to guide the cable.

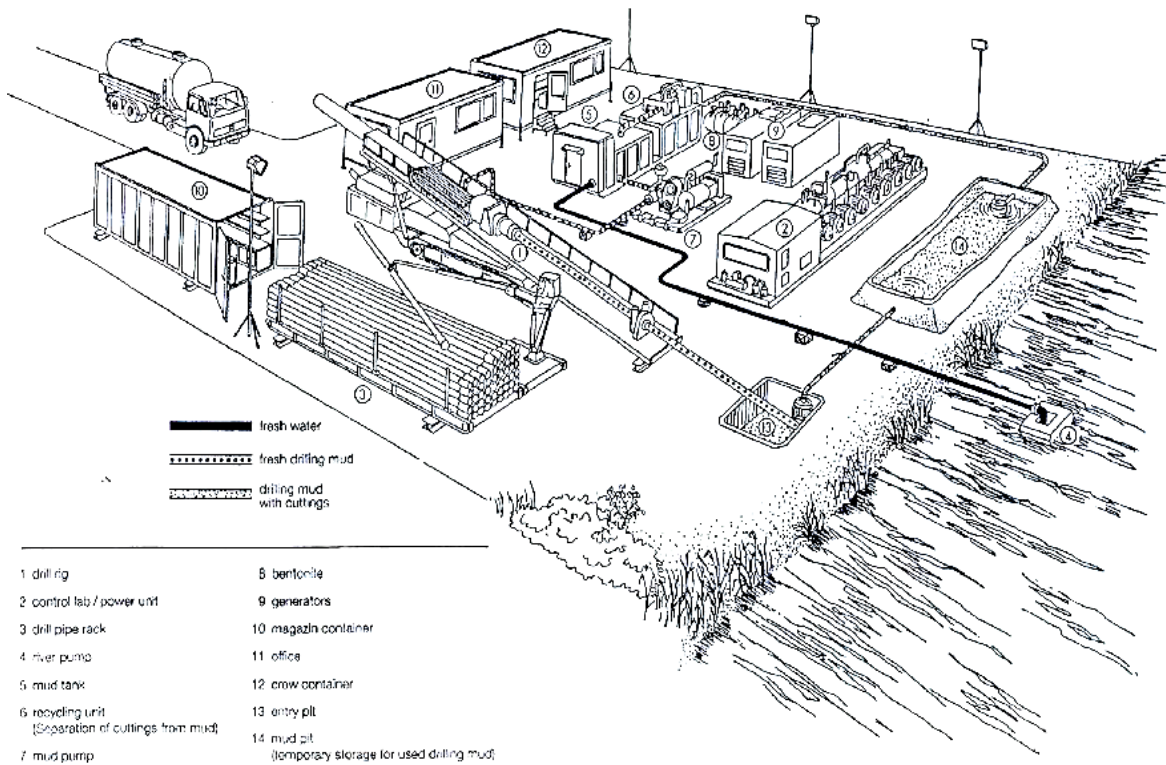


Figure 48 Example lay-out and equipment of entry point HDD side

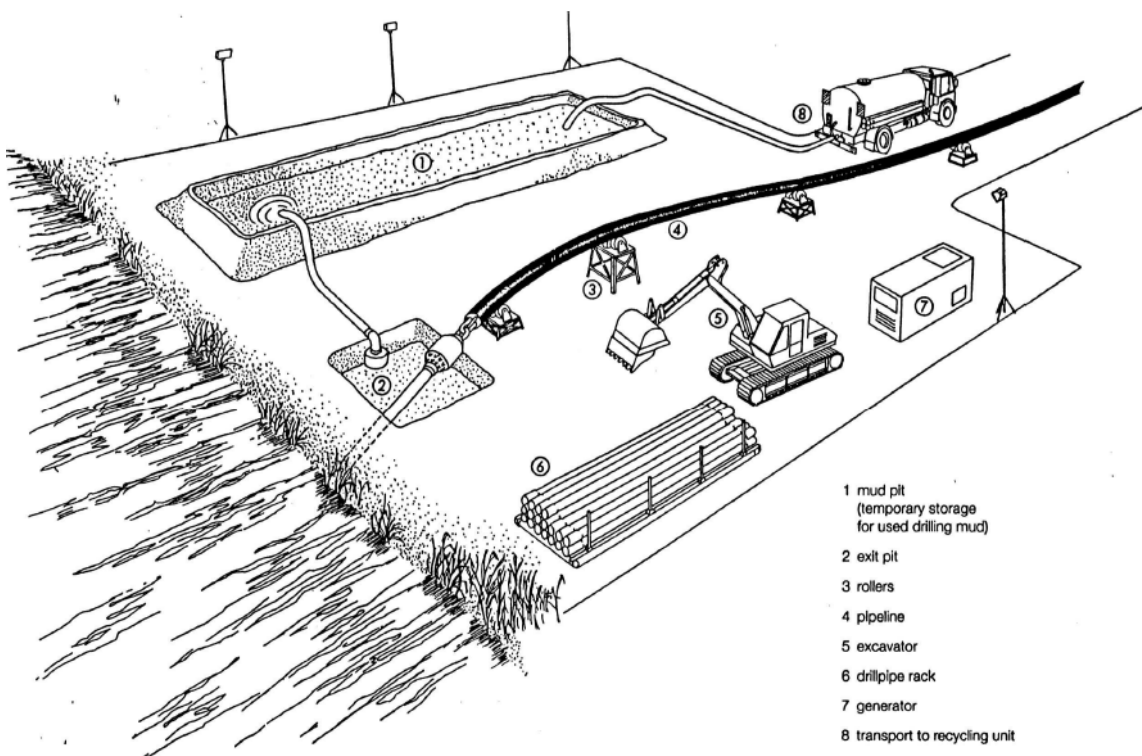


Figure 49 Example lay-out and equipment at the HDD exit point side

#### **5.4 Post installation activities on shore cables**

After installation several measurements will take place before switching on in order to make sure the cable is in good condition.

#### **5.5 As built survey**

Directly after installation the position of the cable will be measured and documented in the as built documents.

#### **5.6 Operational phase offshore cables**

In order to make sure the outer shield of the cables are not damaged every six years a test is performed. Furthermore all joints will be visually inspected every three years and the cable route will be inspected every year.

#### **5.7 Decommissioning offshore cables**

At the end of their operational lifetime (30-40 years) the HKwB cables will be removed in accordance with the requirements stipulated in the permits. Removal will only be performed when the environmental impact of removal is less than the impact of leaving the cables in place on the environment and on navigation.

## 6. Transformer station

The transformer station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the transformer station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the transformer station.

### 6.1 Design

The design of the transformer station will be based on the design of the Borssele transformer station and tailored to site specific conditions. Design and functional requirements are according to regular TenneT standards and requirements.

#### 6.1.1 Lay-out

The following main parts can be identified:

- Outdoor High Voltage equipment
- Transformer Buildings, containing Power Transformers and Reactors
- Medium Voltage Buildings, containing Medium Voltage equipment, reactors and capacitor banks
- Bay houses, containing high voltage bay related secondary systems
- Central Service Building, containing all central auxiliary, secondary- and safety systems including space for the wind farm owners.

#### 6.1.2 Electrical Installation

The 220 kV export cables from the platform are connected in the outdoor switch yard, where also 220 kV shunt reactors are connected. The voltage is increased by the power transformers to 380 kV to enable the connection to the existing onshore 380 kV grid via the 380 kV switchyard and 380 kV cable connection.

Also connected to these power transformers are 33 kV reactors, capacitor banks and earthing-/auxiliary transformers for controlling the reactive power balance in the offshore grid and for power supply of the transformer station. For the possible necessity of protection against harmonic distortion and / or overvoltages in the offshore grid, 220 kV filters are planned and connected to the 220 kV switch yard.

#### 6.1.3 Safety and environment

The transformer station will be unmanned.

The transformers will be fully enclosed (four walls and a roof) with special acoustic material, to maximize the noise reduction. Fluids as oil and rainwater are collected at the bottom of these buildings and drained through an oil/water separator to open water or infiltration system to prevent oil spillage in the environment.

Since several sound sources are installed at the transformer station, acoustic study will be performed to ensure compliance to the local environmental requirements.



An additional item is the possibility that the ground level of the plot needs be elevated due to flooding risks, as seen at the Borssele transformer station. At this moment it's not yet know if ground level elevation is required. If it is the case, then the elevation will most likely be established by depositing sand using dump trucks.

#### 6.1.4 Access

The transformer station will be accessible for normal transport and for heavy transport. For this purpose one or two access roads are foreseen (depending on the spatial situation of the transformer station).

Besides access by TenneT, also third parties (OWP operators) will have access to a specific part of the Central Service Building. For this an additional entrance gate and additional entrance of Central Service Building will be foreseen, to prevent access of third parties to the rest of the transformer station.

#### 6.1.5 Buildings

At the transformer station area various buildings will be constructed. The following buildings are anticipated:

- Central Service building;
- Transformer buildings;
- 33 kV buildings;
- Bay houses.

## 6.2 Construction phase

The transformer station construction consists out of two main parts:

1. The civil part: this includes all ground works, such as elevating the ground level if required, levelling the plot and site preparations. After site preparations are finished, piling of the foundations can begin after which all necessary foundations are cast. The construction of all building is also executed in the civil part.

Ground level works and the central service building will be realized by the project HKN.

2. The electrical part: This includes installing and connecting all electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems.



**Figure 50 Transformer station Borssele during realisation**

### 6.3 Operational phase

During the operational phase of the transformer station maintenance will be executed. The extend of the maintenance consists out of at least four visual inspections per year of which one is combined with the annual maintenance campaign. Every three and six years an extensive maintenance campaign is performed.

### 6.4 Decommissioning

After the life span of 30-50 years of the transformer station the transformer station will be demolished if it's not being used for any other function.

# NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)

slibmodelleerstudie

Tennet TSO B.V.

3 JULI 2020



## Contactpersonen

**WOUT VAN DIJK**  
Adviseur Rivier en Kust  
Morfodynamiek

T +31 6 25678998  
M +31 6 25678998  
E wout.vandijk@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.  
P.O. Box 220  
3800 AE Amersfoort  
The Netherlands

---

**JOS VAN DER BAAN**  
Projectmedewerker

M +31 (0)6 2114 2295  
E Jos.vanderBaan@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>4</b>
1.1	Doelstelling	4
1.2	Locatiebeschrijving	4
1.3	Aanpak	6
1.4	Leeswijzer	7
<b>2</b>	<b>REALISATIE KABELTRACÉ</b>	<b>8</b>
2.1	Aanlegmethodiek	8
2.1.1	Algemene methodiek	8
2.1.2	Ingezet materieel	11
2.1.3	Fasering baggerwerkzaamheden	11
2.2	Baggervolumes	11
<b>3</b>	<b>DELFT3D MODEL OPZET</b>	<b>15</b>
3.1	Randvoorwaarden	15
3.2	Rekenroosters en modelbathymetrie	16
3.3	Simuleren van de baggerwerkzaamheden	18
3.4	Sedimenteigenschappen in het model	18
<b>4</b>	<b>MODELRESULTATEN</b>	<b>20</b>
4.1	Vertroebeling	20
4.1.1	Achtergrondconcentratie	20
4.1.2	Baggerpluim	20
4.1.3	Tijdseries	22
4.2	Sedimentatie	25
4.2.1	Sedimentatiesnelheid	25
4.2.2	Sedimentatie laagdikte	25
<b>5</b>	<b>CONCLUSIES</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIE</b>	<b>28</b>

# 1 INLEIDING

Voorliggend rapport beschrijft de slibmodelleerstudie uitgevoerd ter ondersteuning van de Passende Beoordeling welke onderdeel uitmaakt van de milieueffectrapportage voor de windparken Hollandse Kust (west Beta) (HKW Beta). Met name de werkzaamheden omtrent de aanleg van de zeekabels die de netaansluiting zullen vormen van het windenergiegebied op het hoogspanningsnetwerk op land van TenneT TSO B.V. (TenneT) is beschouwd in deze studie.

Deze studie beschrijft de effecten van het baggeren van de kabeltracés op het milieuaspect hydromorfologie. Dit is de lokale hydrodynamiek (waterbeweging, waterstanden, etc.) en de morfologische situatie (de bodemligging, de dynamiek van de bodem, bodemsamenstelling, (achtergrond) sediment concentraties, etc.). De lokale hydromorfologische situatie is sterk bepalend voor het ecologisch potentieel van het gebied. Daarom dienen de ingrepen die effect hebben op de lokale hydromorfologische situatie gekwantificeerd te worden. Er is specifiek gekeken naar de effecten van het baggeren van de kabelgeulen op de tijdelijke verhoging van de slibconcentratie en vervolgens de sedimentatie van het in suspensie gebrachte fijne materiaal.

Vanuit een hydromorfologisch oogpunt hoeft een toename in vertroebeling of lokale sedimentatie niet negatief beoordeeld te worden, maar vanuit het oogpunt “natuur” kan dit anders zijn. Deze beschouwing op basis van ecologische waarden is niet opgenomen in deze bijlage, maar is terug te vinden in de Passende Beoordeling.

## 1.1 Doelstelling

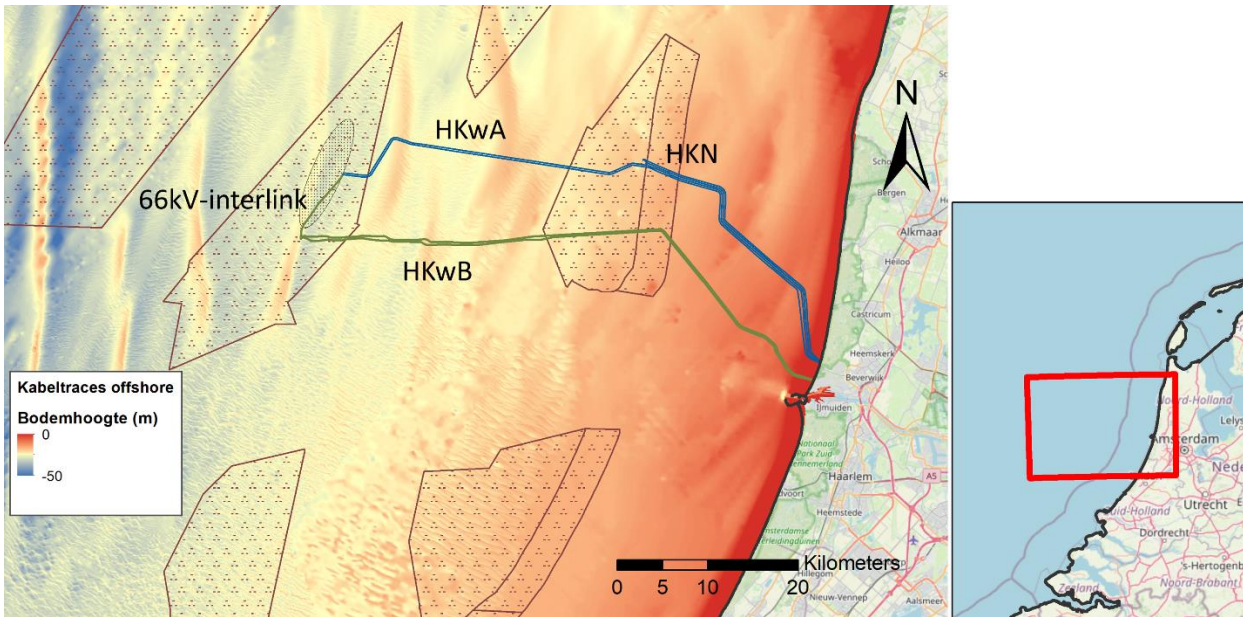
Ten behoeve van de Passende Beoordeling inzake de aanleg van de kabelsystemen naar HKW Beta is een achtergrondstudie uitgevoerd waarin de vertroebeling en sedimentatie als gevolg van de aanleg van de kabel wordt gekwantificeerd. Met deze gegevens kan worden ingeschat of vertroebeling en sedimentatie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden effect zullen hebben op beschermde organismen, vogels, vissen, zoogdieren en bodemdieren. In deze achtergrondstudie zijn enkel de effecten van de kabelaanleg beschouwd. De doorvertaling naar de effecten op de natuur zijn in de Passende Beoordeling gepresenteerd.

## 1.2 Locatiebeschrijving

Het beoogde windmolenpark in de Noordzee bevindt zich uit de kust ter hoogte van IJmuiden, ten westen van Hollandse Kust Noord (HKN) en ten zuiden van HKW Alpha. De kabels die het energietransport van het windmolenpark naar het vasteland faciliteren, landen aan ten noorden van IJmuiden zoals te zien is in Figuur 1. Vanuit IJmuiden gezien lopen er 2 kabels door de kustzone naar HKW Beta, via windpark HKN. In het bodemprofiel langs het voorkeursalternatief (VKA) van het kabeltracé (4A) zijn vijf verschillende gebieden onderscheiden:

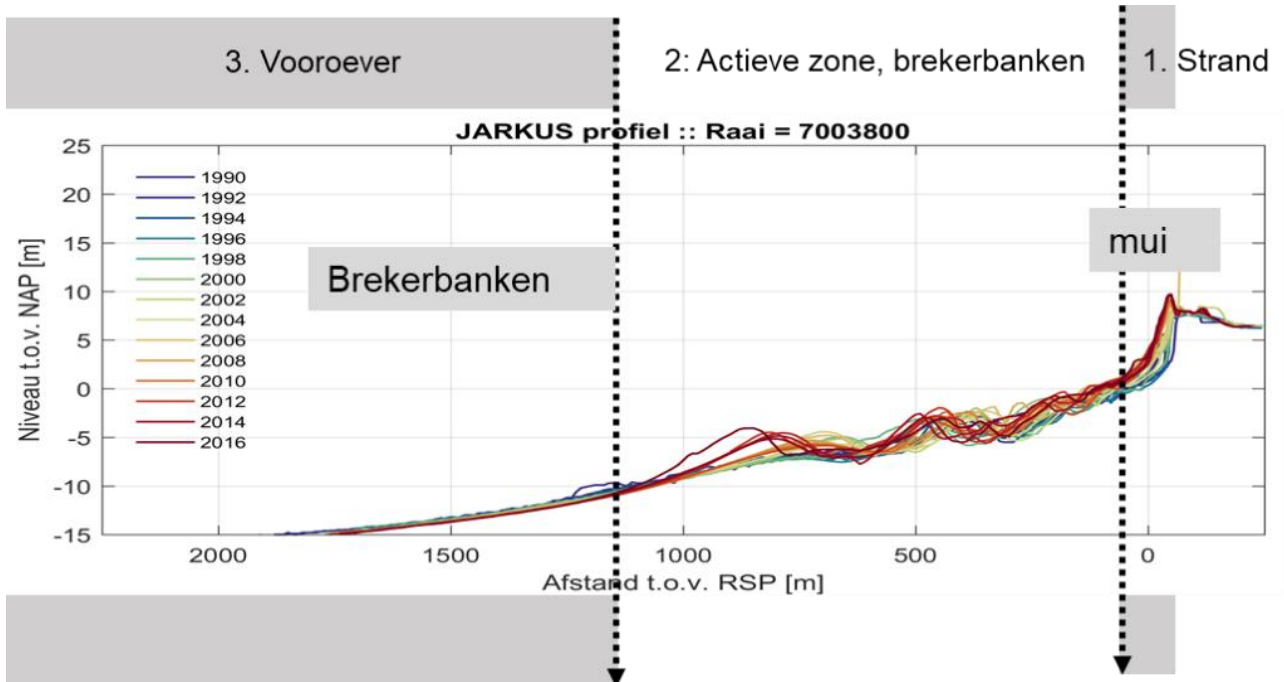
1. Kust: Strand
2. Kust: Actieve zone; brekerbanken
3. Kust: Vooroever
4. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust: Zonder zandgolven
5. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust: Met zandgolven

Het grootste gedeelte van de kabels ligt buiten de kustzone en daarmee in de gebieden 4 en 5.



Figuur 1 Locatiebeschrijving windmolenparken en kabeltracés, voorkeursalternatief HKwB en de 66kV-interlink.

De kustzone is gedefinieerd als de eerste drie kilometer loodrecht uit de kustlijn. Onder invloed van golven en getijstrooming is dit een morfologisch dynamisch gebied. Hierdoor spelen er bij het ingraven van de kabel andere afwegingen mee dan in het offshore profiel. Ter illustratie zijn de kustprofielen van het relevante kustdwarsprofiel van de afgelopen 26 jaar weergegeven in Figuur 2.

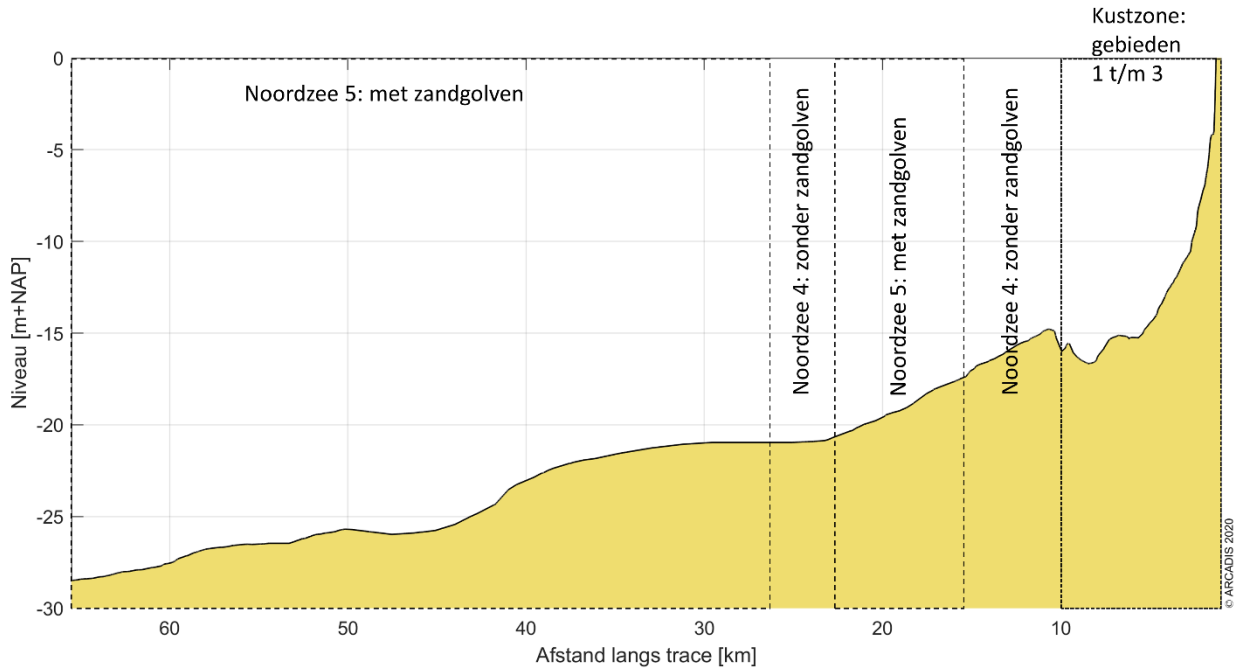


Figuur 2 De drie gebieden die onderscheiden worden in de kustzone

De aanlanding van de kabel (gebied 1) zal worden uitgevoerd door deze af te sluiten van het open water door middel van damwanden. Voor deze studie is aangenomen dat de effecten (vertoebling, sedimentatie) van de werkzaamheden binnen dit gebied verwaarloosbaar zijn voor de situatie buiten het afgesloten gebied. Deze werkzaamheden zijn daarom niet beschouwd in de analyse in deze studie.

Het volledige langspiegel is weergegeven in Figuur 3. In de offshore gebieden 4 en 5 worden zandgolven teruggevonden die migreren in de loop der jaren, deze zandgolven liggen op KP 16.0-22.0 en van KP 25.5 tot en met KP 64.5 (platform). Omdat de migratiesnelheid relatief laag is in vergelijking met de tijd die het kost om de kabels in te graven, zijn in de modelleerstudie aannames gedaan voor de locatie van de

zandgolven. In het bepalen van de ingraafdiepte en impliciet daaraan de overdiepte en overbreedte, is de migratie van de zandgolven wel meegenomen.



Figuur 3 De gebiedsindeling van het gebied in de Noordzee waarin een onderscheiding gemaakt wordt tussen gebieden met en zonder zandgolven.

### 1.3 Aanpak

Zoals reeds beschreven heeft deze studie als doel om de effecten van het baggeren op de omgeving in kaart te brengen om een ecologische beschouwing van de impact op natuurwaarden te faciliteren. Het effect dat de baggerwerkzaamheden op de omgeving hebben zal bestudeerd worden met een modelstudie die bestaat uit de volgende vier stappen:

- Beschrijving van de scenario's voor de aanleg van de kabels;
- Beschrijving van de schematisatie van de baggerwerkzaamheden;
- Beschrijving van de randvoorwaarden die gebruikt zijn in het model;
- Beschrijving van de modelresultaten; het effect van het baggeren op de hydromorfologie.

In een eerdere fase (**MER Deel A**) is het af te graven kabeltracé en de benodigde ingraafdieptes reeds bepaald. De algemene aanlegmethodiek en de fasering van de baggerwerkzaamheden zijn nu verder uitgewerkt. Deze uitwerking betreft ook de beschrijving van de uitgangspunten en aannames. Hierbij is getracht om tot een realistische worst-case situatie te komen bij het modelleren van de slibverspreiding. Deze aspecten zijn vervolgens meegenomen in de modelscenario's.

In deze studie is gewerkt met meerdere scenario's. De fasering van het ingraven van de kabels is een onderdeel van de 'aanlegscenario's', hiervoor is 1 scenario doorgerekend en de eigenschappen van het sediment is onderdeel van de 'effectscenario's'. Combinaties van deze scenario's zijn verwerkt in een model. De verschillende scenario's zijn in verder toegelicht in hoofdstuk 2 en 3.

De modelinterpretatie bestaat uit de analyse van de hoeveelheid fijn sediment dat in suspensie wordt gebracht en vervolgens de neerslag van deze fracties uitgedrukt in sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte. Deze aspecten worden bestudeerd om te evalueren wat de orde grootte is van de effecten van de baggerwerkzaamheden en hoe ver deze reiken.



## 1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 is ingegaan op de realisatie van het kabeltracé. Dit omvat de aanlegmethodiek en de effecten van de verschillende baggertechnieken op vertroebeling in de waterkolom. Ook is in Hoofdstuk 2 ingegaan op de volumes slib die in de worst-case situatie gebaggerd zullen worden.

Een beschrijving van het effectscenario die gebruikt is in deze studie, is gepresenteerd in Hoofdstuk 3, waar tevens de opzet van het model en de modelschematisatie van de baggerwerkzaamheden is beschreven. Een overzicht van de resultaten komt naar voren in Hoofdstuk 4. Tot slot is een korte beschrijving van de conclusies van de belangrijkste technische analyses opgenomen in Hoofdstuk 5.

## 2 REALISATIE KABELTRACÉ

In dit hoofdstuk worden de baggermethodiek en de baggervolumes beschouwd. Omdat nog niet exact bekend is hoe het werk precies uitgevoerd zal worden, is voor beide aspecten een realistische worst-case benadering toegepast.

Randvoorwaarden voor de dimensies van de baggergeul zijn de morfodynamiek en de parameters overdiepte, overbreedte en minimale 'wet slope', de aanname voor de helling waarbij de bodem stabiel is onder water. Omdat deze randvoorwaarden een variërend baggervolume langs het tracé geven, zijn de randvoorwaarden in dit hoofdstuk inzichtelijk gemaakt. Hiertoe worden de mogelijke aanlegmethodes en een karakteristieke dwarsdoorsnede gepresenteerd. Het volume dat in een worst-case situatie gebaggerd dient te worden, is tot slot gepresenteerd en is vervolgens gebruikt in de modelschematisatie.

### 2.1 Aanlegmethodiek

De bodemvormen in de Noordzee zorgen ervoor dat het ingraven van de kabelsystemen verschilt per (kust)zone. De methode van aanleg is van belang in de bepaling van het af te graven volume. Daaropvolgend beïnvloedt het de hydromorfologie en het ecologisch perspectief in de Noordzee. Voor het tracé in de verschillende gebieden geldt wel de aanname dat het gebaggerde materiaal op enkele honderden meter naast de geul gestort wordt. Op deze manier kan de baggerspecie in de loop van de tijd op een natuurlijke wijze terug naar de geul verplaatst worden. Ook wordt zo tegengegaan dat gebiedsvreemd materiaal in andere (kust)zones wordt geïntroduceerd.

#### 2.1.1 Algemene methodiek

De bijdrage aan de vertroebeling als gevolg van het baggerproces is afhankelijk van de samenstelling van het bodemmateriaal, de methode van baggeren (met of zonder jets/beschermkap) en de lokale omstandigheden (diepte, stroomsnelheid, golven, seizoen, etc.). Tijdens het baggeren mengt het schip water met het bodemsediment en brengt dit middels pompen naar het waterdichte ruim (de beun). In de beun nemen de stroomsnelheden af en kan het grootste deel van het zand-water mengsel bezinken. Water en het overgebleven (fijne) materiaal dat nog in suspensie is kan via een overstort het beun verlaten. Het materiaal dat het beun verlaat zal voor het grootste gedeelte bestaan uit zeer fijn sediment ( $< 63 \mu\text{m}$ ). Wanneer het beun vol is vaart het schip naar de stortlocatie waar ze het beun leegt middels bodemdeuren (kleppen).

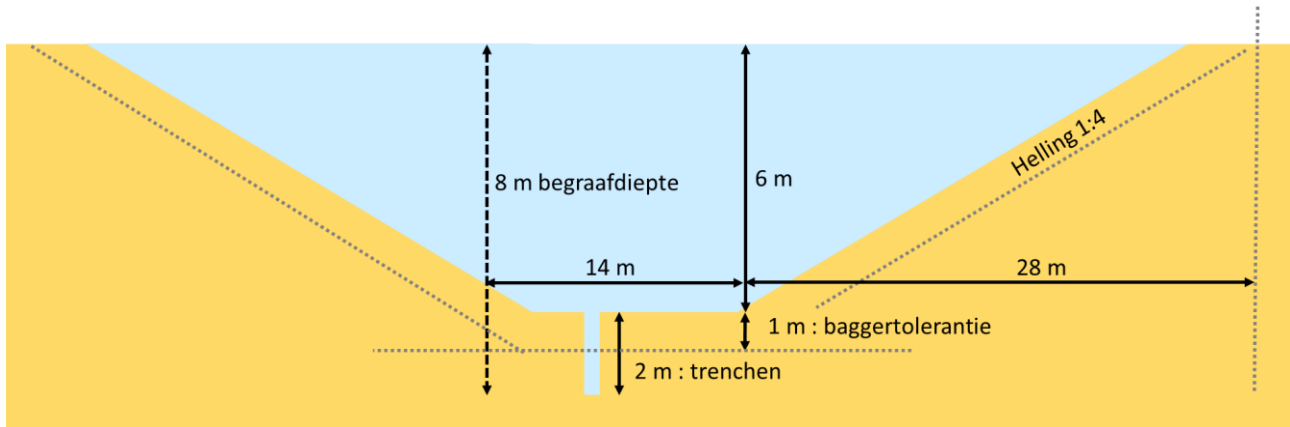
De algemene methodiek in de worst-case benadering is om overal trenchen toe te passen en op sommige stukken eerst de geul te baggeren om vervolgens te trenchen. In de aanwezigheid van zandgolven worden deze eerst afgevlakt door middel van pre-ploughing (voor-ploegen, 'pre-sweepen'), waarna baggeren en trenchen uitgevoerd wordt. Elk van deze baggermethodes is hieronder beschreven.

##### Pre-ploughing

Pre-ploughing is het proces dat gezien kan worden als het egaliseren van het zeebed. Het egaliseren van het traject wordt noodzakelijk geacht waar oneffenheden (met name zandgolven) op de bodem zijn ontstaan door stroming. Dit kan uitgevoerd worden met een stalen raam of kistvormige constructie die over de bodem wordt voortgetrokken. De egalisatielengte wordt uitgedrukt in een percentage van de totale lengte van het traject. Een conservatieve aanname hierbij is dat op 45 km van het tracé egalisatie nodig is (KP 16-22 en KP 25.5-64.5). De vertroebeling die hierdoor ontstaat, zit met name in de onderste laag van de waterkolom.

##### Baggeren

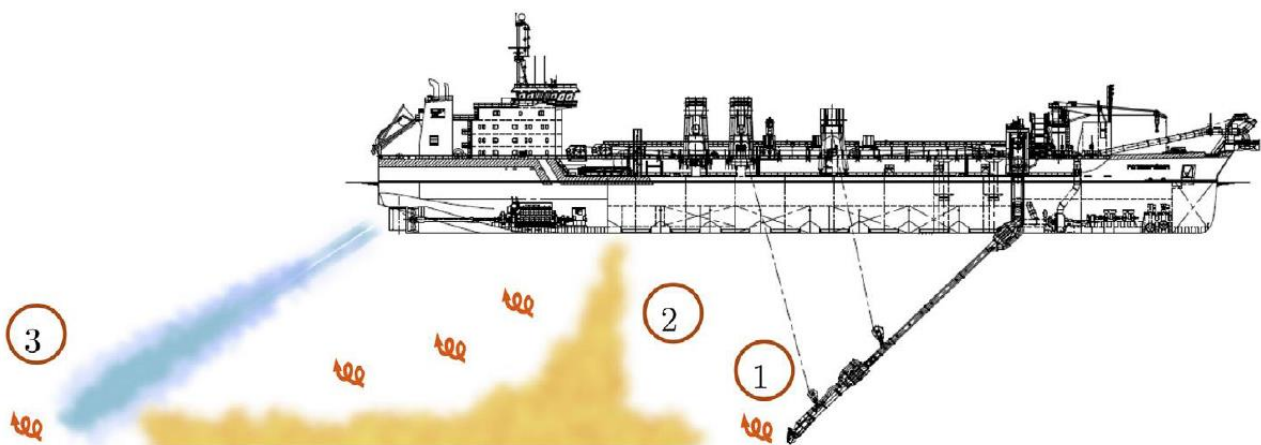
Het op diepte brengen van de kabelgeul zal uitgevoerd worden met sleephopperzuigers (Trailing Suction Hopper Dredger, TSHD). Deze sleephopperzuigers verdiepen afhankelijk van de locatie in het tracé de bodem met maximaal 6 m. De gebaggerde geul heeft een breedte van 14 meter, een wandhelling van 1:4 en een langshelling van 1:10. Deze langshelling wordt toegepast om het verschil in aanlegdiepte van de kabelgeul te overbruggen. Er wordt rekening gehouden met een baggertolerantie van 1 m wat resulteert in een overdiepte en een overbreedte van  $2 \times 1$  m. Deze afmetingen zijn schematisch weergegeven in Figuur 4 voor gebied 2. Aan de hand van deze afmetingen is het totaal te baggeren volume berekend. Dit volume wordt beschouwd in paragraaf 2.2.



Figuur 4 Schematisatie van een kabelsleuf die met baggeren en trenchen gecreëerd is (gebied 2).

De hoeveelheid slib en de wijze waarop het slib in de waterkolom in suspensie wordt gebracht tijdens het baggeren is te relateren aan de werkwijze van een sleeppopperzuiger. Figuur 5 toont drie oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleeppopperzuiger.

1. Opwoelen materiaal door de sleepkop;
2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie;
3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica.



Figuur 5 Schematische weergave van de oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleeppopperzuiger (uit (Becker, et al., 2015)).

1. Opwoelen materiaal door de sleepkop

Het effect van het opwoelen van sediment door de sleepkop is ten opzichte van het effect van de overstort zeer gering. Baggersaars willen de efficiency van het baggerproces zo groot mogelijk maken. Door het toepassen van schermen langs de zuigkop wordt voorkomen dat sediment-arm water wordt aangezogen en de productie afneemt. Door deze schermen ontstaat een onderdruk in de zuigkop waardoor water tussen de schermen en de bodem de zuigkop instroomt. Daardoor zal relatief weinig omgewoeld sediment naar buiten treden.

2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie

Tijdens het vullen van het beun zal voornamelijk de fijne fractie (met een lage bezinksnelheid) het beun via de afvoerinstallatie verlaten. Het grootste deel van dit sediment zal direct via de pluim op de bodem terecht komen. Uit het re-suspensie model TASS volgt dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in suspensie komt (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010; Becker, et al., 2015).

### 3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de sloopschroef en de hydrodynamica

Uit (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) volgt dat voornamelijk bij ondiep water het opwerpen van materiaal van belang kan zijn. De waarnemingen op zeer ondiep water lieten zwevend slib concentraties zien die een factor 10 hoger zijn dan bij iets grotere waterdieptes. Bij ondiep water bevinden de grote stroomsnelheden achter de schroef zich veel dicht bij de bodem waardoor (vers) afgezet materiaal in suspensie wordt gebracht.

In de bestaande literatuur zijn momenteel weinig studies beschikbaar waarin nauwkeurige metingen, van de relatieve orde van grootte van de oppervlakte en de dynamische pluim, worden beschreven. Daardoor is het lastig om met grote zekerheid de effecten van het baggeren te kwantificeren. Desondanks geven de studies (Spearman, de Heer, Aarninkhof, & van Koningsveld) en (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) inschattingen van de percentages sediment in de passieve pluim aan de hand van metingen en het re-suspensiemodel TASS. Daaruit volgt dat in het algemeen lage tot zeer lage percentages sediment in de passieve pluim terecht komen. Modelleren van de pluim toont aan dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in de passieve pluim terecht komt. Indien een "green-valve" wordt toegepast, een systeem om luchtballen uit de overstort te weren die een negatief effect hebben op de valsnelheid, kunnen die percentages dalen tot 1%. Bij experimenten uitgevoerd in Rotterdam en Den Helder in 2007 zijn percentages gemeten van 2 tot 4%.

Bij het verspreiden van baggerspecie valt het sediment als een jetstroom naar beneden doordat kleppen aan de onderzijde van het baggerschip opengezet worden. Bij het bereiken van de bodem zal de valenergie worden omgezet in turbulentie en zal het sediment zich zijdelings verspreiden langs de bodem. Dit zal vervolgens als een dichtheidsstroom langs de bodem bewegen en een laagdikte hebben van enkele decimeters (van Kessel, 2010). Afhankelijk van de hoeveelheid zand zal deze dichtheidsstroom geleidelijk dunner worden. Door de dichtheidsstroom zal het materiaal in korte tijd over een aanzienlijke afstand (enkele honderden meters) over de bodem verspreid worden. Een relatief klein percentage komt door de turbulentie bij het verspreiden in suspensie boven de dichtheidsstroom. Het simuleren van het in suspensie brengen van het slib langs het tracé op basis van de baggermethodiek zal verder toegelicht worden in paragraaf 3.3.

Voor deze studie zijn waarden aangenomen voor de beschreven verliestermen uitgedrukt in percentages van het in de baggerspecie aanwezige fractie fijn materiaal. Deze zijn weergegeven in Tabel 1. Nota Bene: er is gewerkt met conservatieve aannames.

Tabel 1: Overzicht van verliestermen.

Verliesterm	Percentage van fijne fractie [%]	Opmerking(en)
<b>Opwoeling door sleepkop</b>	5 %	Ingebracht onderin waterkolom
<b>Overstort/overvloei-installatie</b>	20 %	Ingebracht bovenin waterkolom
<b>Opwoeling door sloopschroef e.d.</b>	0-5 %	Ingebracht onderin waterkolom Verwaarloosbaar in diep water
<b>Verspreiding d.m.v. kleppen</b>	25 %	Driekwart hiervan ingebracht onderin waterkolom (dichtheidsstroom) Een kwart hiervan dieptegemiddeld ingebracht (turbulentie en stortverspreiding)

### Trenchen

Trenchen is een techniek waarbij een smalle, diepe sleuf gebaggerd wordt op de zeebodem. Dit gebeurt door middel van zwaarden en/of jets die de bodem loswoelen en zo een relatief smalle sleuf creëren. Na afgraving tot de gewenste diepte wordt de kabel in de sleuf ingebracht. Na verloop van tijd slaat het opgewoelde sediment weer neer en wordt de kabel deels bedekt. De vertroebeling die hierdoor ontstaat zit met name in de onderste laag van de waterkolom.

## 2.1.2 Ingezet materieel

Het in te zetten materieel op basis van de eerder beschreven aanpak bestaat uit een trencher, één of meerdere sleepopperzuigers en een pre-plough installatie.

In het relatief ondiepe deel van de kustzone (gebied 2) is aangenomen dat er gebruik wordt gemaakt van twee kleinere sleepopperzuigers met een productie van 50.000 m<sup>3</sup> per week. Deze schepen hebben een kleinere diepgang, waardoor minder beunvolume opgeslagen kan worden. Hierdoor moeten ze vaker tussen bagger- en stortlocatie pendelen, waardoor de productie relatief beperkt is. Voor de baggerwerkzaamheden langs de diepere gelegen delen is aangenomen dat twee grotere sleepopperzuigers met een productiviteit van 150.000 m<sup>3</sup> per week ingezet worden om de geul te baggeren. Waar nodig, zullen de zandgolven met een ploeg afgevlakt worden (pre-ploughing).

Zowel in de kustzone als offshore is ook uitgegaan van het gebruik van een trencher. De trencher kan namelijk in korte tijd en met een minimale verplaatsing van sediment een sleuf van 2-3 m diep aanbrengen. Direct in de huidige bodem of centraal in de gebaggerde geul.

Verder is voor de slibmodellering aangenomen dat het gebaggerde sediment binnen enkele honderden meters naast de gebaggerde geul gestort zal worden. Dit geeft aan de ene kant voldoende tijd om de kabels aan te brengen in aan de andere kant tijd kan zo het gedeponeerde materiaal (deels) op een natuurlijke manier terug in de sleuf getransporteerd worden.

De aannames voor de productiviteit van de baggerschepen is enigszins conservatief, door de productiviteit relatief hoog in te schatten. Dit betekent dat relatief veel materiaal in suspensie gebracht wordt wat resulteert in een relatief grote verhoging van de slibconcentratie en een relatief hoge sedimentatiesnelheid. Een lagere baggerproductiviteit zal wel leiden tot een langere periode van uitvoer en een langere duur van de effecten, maar een lagere verhoging van de slibconcentratie en een kleinere sedimentatiesnelheid.

## 2.1.3 Fasering baggerwerkzaamheden

In de slibmodellering zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het kabeltracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is aangenomen dat het baggeren plaatsvindt van oost naar west (van aanlanding bij de kust naar beide windparken), en dat er tegelijk gewerkt wordt in de kustzone (nearshore) en offshore. Hoe dit verder in het model als aanname meegenomen is, staat beschreven in paragraaf 4.3. Door de aannames bij het ingezette materieel blijft de duur van de werkzaamheden per jaar beperkt tot 4 à 5 maanden, inclusief uitdemptijd. Omdat de exacte uitvoeringsmethodiek nog niet bekend is, kan deze volledige periode zowel in de (ecologische) winterperiode als wel in de (ecologische) zomerperiode vallen. Ecologische gezien verdient de winterperiode de voorkeur, omdat dit de ecologisch minst actieve periode van het jaar is. Qua uitvoer verdient juist de zomerperiode voorkeur, aangezien in de winterperiode de hydrodynamische condities doorgaans minder voordelig zijn. In dat geval moet er rekening gehouden worden met een vergrootte onzekerheid in de downtime van de baggerschepen. In deze studie wordt geen keuze gemaakt wat betreft de periode van uitvoer.

## 2.2 Baggervolumes

Welke baggertechnieken toegepast zullen worden in een realistische worst-case situatie verschilt per deelgebied. De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie voor de vijf deelgebieden zijn getoond in Tabel 2 (zie ook Figuren Figuur 1 Figuur 3 voor de ruimtelijke weergave).

Tabel 2 De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de baggermethodes en -volumes per gebied.

Gebied	1: Geen slib	2	3	4	5
Grens	Strand (duin tot muien)	Brekerbanken: actieve zone kustprofiel	Zeewaarts van brekerbanken tot 3 km uit de kust	Vanaf 3 km uit de kust zonder zandgolven	Vanaf 3 km uit de kust met zandgolven
Begraafdiepte	Verplicht: 3 m Actieve zone 5 m: Uitvoering	Verplicht: 3 m Actieve zone: 5 m Uitvoering:	Verplicht: 3 m Target: 4 m	Verplicht: 1 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1 m onder non-mobile reference layer

Gebied	1: Geen slib	2	3	4	5
	8 m diep	8 m diep	Uitvoering: 5 m diep		
Techniek(en)	Damwand 1200 m lang, 15 m breed, 8 m diep	Baggeren 6 m diep + trenchen 2,5 m: totaal 8 m diep	Baggeren 3 m + trenchen 2,5 m: totaal 5 m	Trenchen 2,5 m	Presweepen + Trenchen 2,5 m
Volume per strekkende meter	120 m <sup>3</sup> / m +3,5 m <sup>3</sup> /m trenchen (aanname)	294 m <sup>3</sup> /m + trenchen 2 m <sup>3</sup> /m (aanname)	120 m <sup>3</sup> /m + trenchen 2 m <sup>3</sup> /m (aanname)	Trenchen 2 m <sup>3</sup> /m (aanname)	50 m <sup>3</sup> /m + trenchen 2 m <sup>3</sup> /m (aanname)
Afgerond	0 m <sup>3</sup> /m	296 m <sup>3</sup> /m	122 m <sup>3</sup> /m	2 m <sup>3</sup> /m	52 m <sup>3</sup> /m

Wanneer de volumes per strekkende meter vermenigvuldigd worden met de lengte van het tracé, worden de totaalvolumes voor het baggeren gevonden. De lengtes van de tracédelen (MER Deel B, Water, Bodem, Zee) zijn gepresenteerd in Tabel 3. In de volumebepaling is aangenomen dat het zandvolume dat wordt weggehaald door trenchen meegenomen wordt in het totaalvolume. In Tabel 4 worden de volumes getoond die gebaggerd worden in een realistische worst-case. Voor windmolenpark HKwB worden twee kabeltracés gerealiseerd, aangegeven met HKwB1 en HKwB2 in Tabel 4. Tussen windmolenpark HKwA en HKwB wordt nog een enkele 66kV-interlink kabel aangelegd.

Pre-ploughing wordt toegepast langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn. Zoals gepresenteerd in de locatiebeschrijving is deze lengte gedefinieerd als gebied 5 in de Noordzee zone. Het deel zonder zandgolven is gedefinieerd als gebied 4. Voor tracés HKwB1 en HKwB2 worden zandgolven over een lengte van 45.000 m afgevlakt, tussen KP 16-22 km en KP 25.5-64.5 km. De 66kV-interlink kabel ligt in zijn geheel in een gebied met zandgolven en over de hele lengte (8,7 km) worden zandgolven afgevlakt.

Het totale baggervolume voor HKwB1, HKwB2 en 66kV-interlink bedraagt 7.014.000 m<sup>3</sup>.

Tabel 3 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: de lengte van de tracés per gebied.

	Totale lengte tracé [m]	Lengte in de 3 km kustzone [m]	Gebied 1 [m]	Gebied 2 [m]	Gebied 3 [m]	Lengte Noordzee [m]	Gebied 4 [m]	Gebied 5 [m]
HKwB1	64.261	3.500	400	1.400	1.700	60.761	18.000	42.261
HKwB2	64.607	3.500	400	1.400	1.700	60.607	18.000	42.107
66kV-interlink	8.774	0	0	0	0	8.774	0	8.774

Tabel 4 Volumes te baggeren sediment voor het de kabeltracés in m<sup>3</sup>.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
HKwB1 [m <sup>3</sup> ]	0	400.000	600.000	32.000	2.250.000	3.282.000
HKwB2 [m <sup>3</sup> ]	0	400.000	600.000	32.000	2.250.000	3.282.000
66kV-interlink [m <sup>3</sup> ]	0	0	0	0	450.000	450.000
<b>Totaal [m<sup>3</sup>]</b>		800.000	1.200.000	64.000	4.950.000	7.014.000

Hoewel geen meetgegevens beschikbaar zijn, is bij deze slibverspreidingsstudie aangenomen dat het volumepercentage slib in de gebaggerde beun 10% is van het totaalvolume. Bij de slibverspreidingsstudie ToZ Borssele, HKN en HKWA is een volumepercentage van 10% aangenomen gemiddeld langs het tracé (Arcadis, 2015; Arcadis, 2018). De slibverspreidingsstudie voor Hollandse Kust Zuid maakt gebruik van een zeer conservatief percentage van 20% (Witteveen + Bos, 2017), hoewel niet direct duidelijk of dit een gewichtpercentage of volumepercentage betreft. Bij de milieueffectrapportages voor de Zeezandwinning is gewerkt met een gewichtpercentage van 2,5 tot 3,5 % (Rijkswaterstaat, 2016) wat overeenkomt met een volumepercentage van circa 5 tot 7 %. Het voor deze studie toegepaste volumepercentage van 10 % sluit aan bij de recente slibverspreidingsstudies en is enigszins hoger dan gebruikt bij het MER Zeezandwinning omdat het hier niet uitsluitend zandrijke gebieden betreft. Daarmee is deze aanname realistisch en niet overdreven conservatief.

Zoals in Tabel 5 gepresenteerd is, resulteert dit in een totaal volume gebaggerd slib van 701.400 m<sup>3</sup>.

Tabel 5 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: het volumepercentage slib in m<sup>3</sup>.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
<b>Volumepercentage slib</b>	N.v.t.	10%	10%	10%	10%	
<b>HKwB1 [m<sup>3</sup>]</b>	0	40.000	60.000	3.200	225.000	328.200
<b>HKwB2 [m<sup>3</sup>]</b>	0	40.000	60.000	3.200	225.000	328.200
<b>66kV-interlink [m<sup>3</sup>]</b>	0	0	0	0	45.000	45.000
<b>Totaal [m<sup>3</sup>]</b>		80.000	120.000	6.400	495.000	701.400

Aan de hand van de baggervolumes in Tabel 4 kan een inschatting gemaakt worden van de tijd die de baggerwerkzaamheden in beslag zullen gaan nemen. Hierbij is de productiviteit van de sleehopperzuigers als leidend genomen. Voor bijvoorbeeld het baggeren binnen gebied 2 van HKwB1 met een enkele kleine sleehopperzuiger zal circa 4 weken nodig zijn (200.000 m<sup>3</sup> met een snelheid van 50.000 m<sup>3</sup>/week). Bij de inzet van 2 schepen is dit 2 weken. Het volledige overzicht is gepresenteerd in Tabel 6. Hierbij is gebruik gemaakt van het totale volume per tracédeel ten gevolge van baggeren en pre-ploughen en trenchen. Echter is gebied 4 niet meegenomen in de doorlooptijd voor de baggerwerkzaamheden aangezien hier alleen trenchen is vereist. De doorlooptijd voor het scenario is op basis hiervan beschouwd in Hoofdstuk 3.

Tabel 6 De duur van de baggerwerkzaamheden in weken, afgerond op halve weken.

Gebied	1	2	3	4	5	Totaal
Baggerschip	n.v.t.	Kleine sleehopperzuiger	Grote sleehopperzuiger	n.v.t.	Grote sleehopperzuiger	
Productiviteit baggerschip [m <sup>3</sup> /week]	n.v.t.	50.000	150.000	n.v.t.	150.000	
Aantal schepen	n.v.t.	2	2	n.v.t.	2	
HKwB1 [weken]	0	4	2	< 0.5	7.5	13.5
HKwB2 [weken]	0	4	2	< 0.5	7.5	13.5

66kV-interlink [weken]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	1.5	1.5
---------------------------	--------	--------	--------	---	-----	-----

---



### 3 DELFT3D MODEL OPZET

Voor het modelleren van de hydrodynamica en de slibverspreiding in het studiegebied is gebruik gemaakt van het modelleerprogramma Delft3D. Hiermee is het mogelijk deze processen in 3D te simuleren. Bij deze studie is het modelleren in 3D van belang om de effecten van de snelheidsverdeling in de verticaal en de gelaagdheid van de saliniteit mee te kunnen nemen. Ook is het bij een dergelijk aanpak mogelijk onderscheid te maken in de vertroebeling in de verticaal.

Voor de modelopzet is gebruik gemaakt van het Kuststrookmodel. Het Kuststrook model omvat de hele Nederlandse kuststrook en Waddenzeegebied en heeft een vrij fijne resolutie richting de Nederlandse kust. Omdat het windmolenpark HKW Alpha op de rand van het Kuststrook model ligt, is deze rand met 25 kilometer zeewaarts uitgebreid. Het model dat hiermee ontstaan is wordt voorts omschreven als het Detailmodel. Vervolgens zijn de randvoorwaarden voor het Detailmodel gegenereerd met behulp van het Zuidelijke Noordzeemodel (ZUNO v6).

In dit hoofdstuk is in meer detail beschreven hoe beide modellen zijn opgezet en hoe vervolgens de baggerwerkzaamheden zijn geschematiseerd in het Detailmodel. Tot slot is een overzicht opgenomen van de sedimenteigenschappen zoals gebruikt in het Detailmodel.

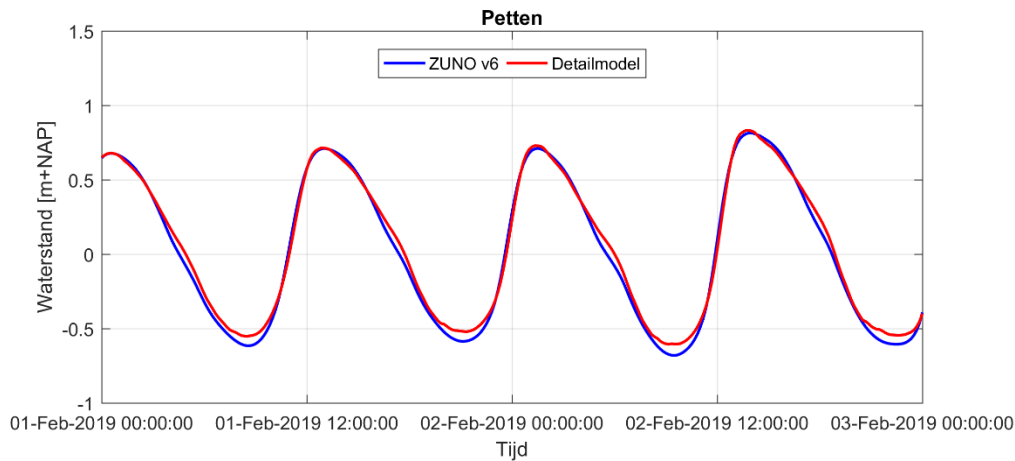
#### 3.1 Randvoorwaarden

Het Detailmodel wordt aangedreven met Riemann-randen in het noorden, zuiden en parallel aan de kust, welke bestaan uit een gecombineerde stromings- en waterstandscomponent. Bij de landwaartse zijde van het modeldomein zijn de relevante rivierafvoeren opgelegd. Ook de debieten bij het spuigemaal te IJmuiden en de spuimiddelen langs de Afsluitdijk zijn als debieten opgelegd.

De Riemann-randen zijn bepaald door het Detailmodel te nesten in het ZUNO-model. Dit model omvat de zuidelijke Noordzee en Het Kanaal, begrensd door de lijnen Aberdeen (Groot-Brittannië) – Hanstholm (Denemarken) in het noorden en Bournemouth (Groot-Brittannië) – Cherbourg (Frankrijk) in het zuidwesten. Het model heeft een relatief grove resolutie en wordt doorgerekend in 2D. Het omvat het Detailmodel welke uitstrekt langs de hele Nederlandse kust en Waddenzeegebied in een fijnere resolutie en meerdere lagen in de verticaal heeft.

Het ZUNO-model wordt op de open randen aangedreven op basis van astronomische getijcomponenten. De getijpropagatie wordt binnen het modeldomein doorgerekend tot de rand van het Detailmodel waar een waterstands- en snelheidssignaal wordt uitgelezen. Op basis hiervan zijn Riemann-randvoorwaarden gegenereerd voor het Detailmodel.

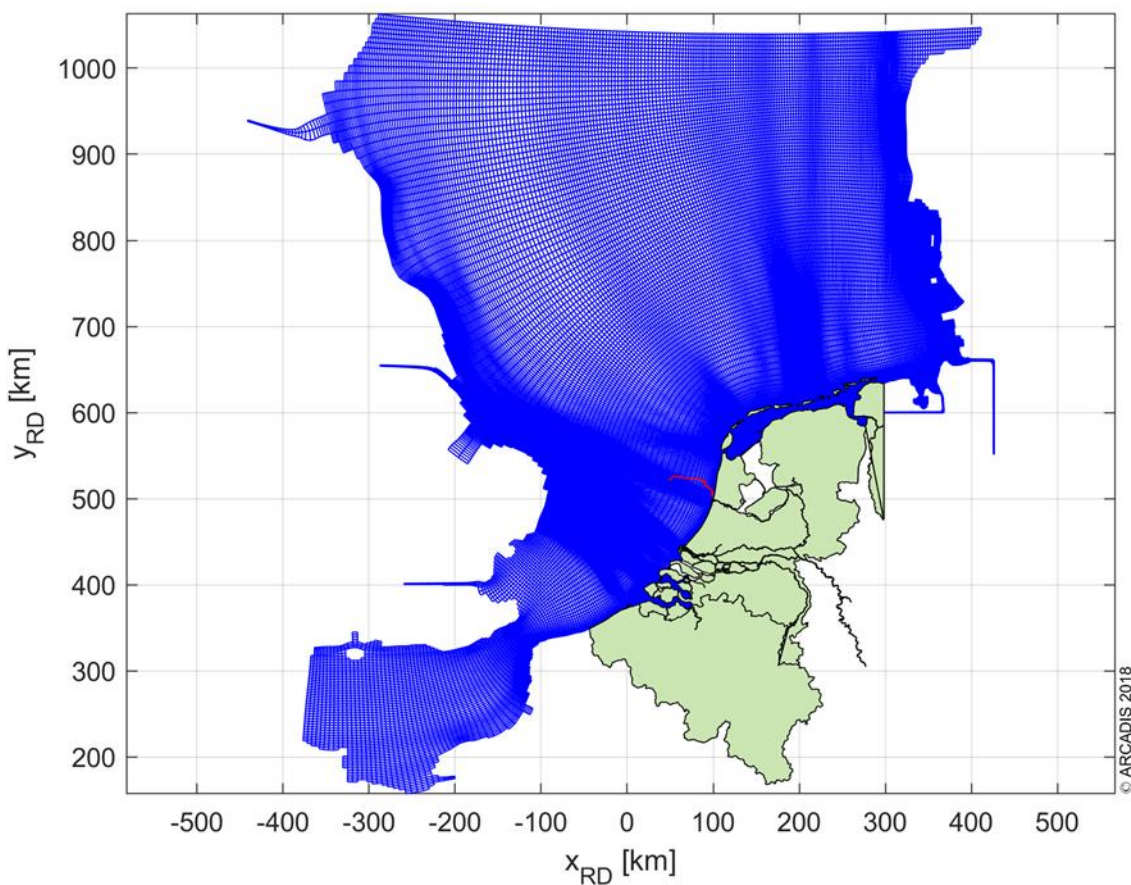
In Figuur 6 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is het waterstandssignaal getoond zoals gesimuleerd bij Petten, een locatie centraal in het Detailmodel en net ten noorden van het studiegebied. De blauwe grafiek is het waterstandssignaal zoals gemodelleerd door het ZUNO-model, rood het Detailmodel. De fase van het getij en de vloedwaterstanden komen zeer goed overeen. De ebwaterstanden vallen in het Detailmodel wat hoger uit. Dit komt doordat de meetpunt in het Detailmodel wat ondieper ligt door de hogere mate van detail van het rekenrooster en daarmee de modelbathymetrie aldaar.



Figuur 6 Waterstandssignaal bij meetpunt Petten.

### 3.2 Rekenroosters en modelbathymetrie

Het ZUNO-model bestaat uit 169 x 485 cellen met een celgrootte van circa 1500 x 1800 m aan de Nederlandse kust ter hoogte van IJmuiden oplopend tot en 1500 x 7500 m richting het offshore gebied. Het rooster is gepresenteerd in Figuur 7.



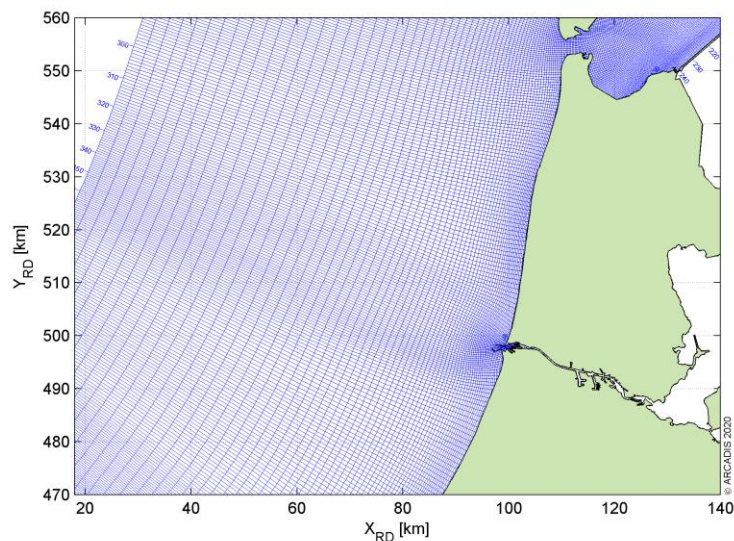
Figuur 7 Het rekenrooster van het ZUNO model.

Het rooster van het Detailmodel bestaat uit 500 x 406 cellen in het horizontale vlak en 6 equidistante sigma lagen in de verticaal. De cellen hebben een resolutie van 250 x 150 m aan de kust, oplopend tot 500 x 1600

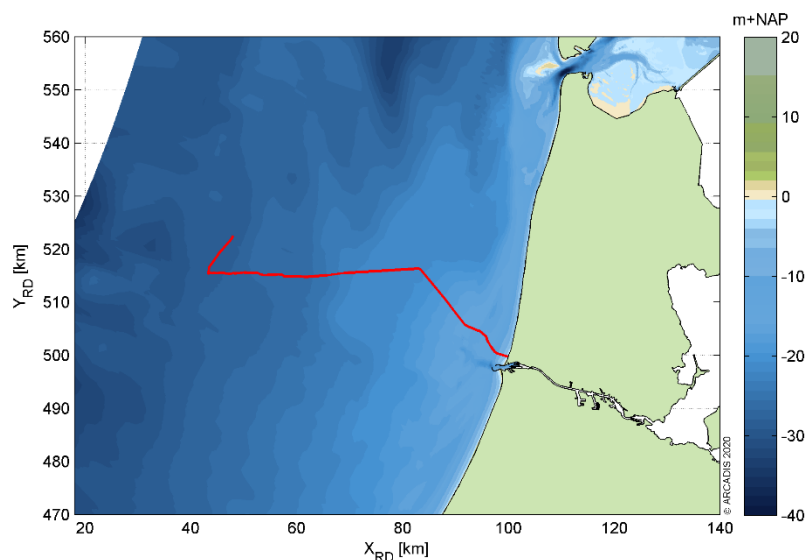
m richting offshore. De laagdiktes inde verticaal zijn bepaald aan de hand van de waterdiepte en bedragen 16,7% van de instantane waterdiepte.

Een 3D model is verkozen boven een 2D model met een fijnere resolutie in het horizontale vlak. Zo is het mogelijk de effecten van het verticale snelheidsprofiel en de gelaagdheid van het zout mee te nemen in de modellering, maar ook kan de baggerschematisatie uitgevoerd worden in 3D. Tot slot kan bij de ecologische beschouwing eenvoudig onderscheid gemaakt worden tussen verschillen in vertroebeling over de verticaal (wateroppervlak, aan de bodem en diepte gemiddeld). Het grovere detail in het horizontale vlak doet geen afbreuk aan de mate van detail van de ecologische beschouwing. Er wordt voornamelijk gewerkt met daggemiddelde waarden van verhogingen in de slibconcentratie. Een tijdsinterval waarbij een roosterresolutie van enkele honderden meters toereikend is voor de weergave van de concentratie- en sedimentatie-arealen van het verspreide materiaal.

Figuur 8 en Figuur 9 tonen respectievelijk het rekenrooster en de modelbathymetrie van het studiegebied.



Figuur 8 Het rekenrooster van het Detailmodel, ingezoomd op het interessegebied. In het rood zijn de kabeltracés weergegeven.



Figuur 9 Het bodemniveau in het interessegebied. In het rood is het kabeltracé weergegeven.

### 3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden

Voor de baggerwerkzaamheden is in het Delft3D model een sedimentbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn langs het tracé opschuift. De verplaatsingssnelheid van de bron hangt af van de te baggeren hoeveelheden sediment langs het tracé en de in-situ baggerproducties van de schepen. Hoe meer er op een specifieke locatie gebaggerd/gepre-ploughed dient te worden, hoe langer het schip daarover doet en hoe langzamer de sedimentbron opschuift. In de studie is verondersteld dat er gebaggerd wordt tegelijk in de actieve kustzone (tot 3 km van de kustlijn) als het offshore deel (vanaf 3 km van de kustlijn). Hierbij wordt voor beide delen van de kust (oost) naar offshore (west) gebaggerd. Na het baggeren van de geul voor de 1e kabel voor HKwB, zal de geul voor de 2e kabel worden gebaggerd met daaropvolgend de geul voor de 66kV-interlink (tussen HKwB en HKwA). Het is in deze studie aangenomen dat de aanleg in een periode van enkele maanden zal worden uitgevoerd.

Vanwege het feit dat het verspreiden van de baggerspecie op enkele honderden meters van de baggerlocatie plaatsvindt en dit overeenkomt met de horizontale resolutie van het Detailmodel, bevindt de puntbron die het baggeren beschrijft en de puntbron die het verspreiden beschrijft zich doorgaans in dezelfde roostercel. Wel is er altijd onderscheid te maken in welke verticale laag elke puntbron wordt opgelegd. Zie hiervoor ook de specificatie van de verticale positie van elke sedimentbron in paragraaf 2.1.1.

### 3.4 Sedimenteigenschappen in het model

Het gedrag van het slib (cohesief materiaal) wordt berekend met de Partheniades-Krone formule, (Partheniades, 1965) in (Deltares, 2016). Deze formule bepaalt, middels gestelde kritische bodemschuifspanningen, het erosie/sedimentatie gedrag van het slib. Dit houdt in dat als de bodemschuifspanning boven een, voor sedimentatie gestelde, kritische waarde uitkomt, er geen sedimentatie zal plaatsvinden. Onder die gestelde waarde vindt er sedimentatie plaats volgens de Partheniades-Krone formule. Volgens eenzelfde wijze geldt ook; als de bodemschuifspanning kleiner is dan een, voor erosie gestelde, kritische waarde, vindt er geen erosie plaats. Is de lokale bodemschuifspanning groter dan de kritische waarde, dan wordt de hoeveelheid erosie berekend met de Partheniades-Krone formule.

De sedimenteigenschappen van het slib voor in het Detailmodel zijn weergegeven in Tabel 8. Er is gewerkt met één enkele (cohesieve) sediment fractie. Deze slib fractie is representatief voor de fractie met een korrel diameter kleiner dan 63 µm. Wat betreft de gekozen representatieve modelparameters voor deze fractie zijn hoofdzakelijk de gangbare waarden aangehouden. Voor deze studie levert dat een licht conservatieve representatie van de werkelijkheid wat betreft de gesimuleerde slibconcentratieverhoging:

- Op basis van de Navier Stokes formule voor cohesief materiaal (vereenvoudigd door van Rijn (WL | Delft Hydraulics, 2006), is een valsnelheid van 0,5 mm/s representatief voor een fractie van ca. 25 µm. Bij het scenario die gebruikt wordt voor de beschouwing van de verhoging van de slibconcentratie, wordt zelfs een zeer conservatieve valsnelheid van 0,2 mm/s gebruikt, zodat de fijne fractie relatief lang in suspensie blijft.
- Een kritische bodemschuifspanning voor erosie van 0,1 N/m<sup>2</sup> is relatief vrij laag. Dit resulteert in een relatief hoge mate van resuspensie van slib met relatief hogere slibconcentraties in de waterkolom en een langzamere uitdemping van concentratieverhogingen tot gevolg.

De slibfractie van 10 % is gebruikt voor de bepaling van het soortelijk gewicht van de droge stof langs het traject, de zogenaamde droge dichtheid (kg/m<sup>3</sup>). Dit is berekend met de volgende formule (Van Rijn, 1990):

$$\text{Droge dichtheid} = 350 + 1250 * (\text{zandfractie})^2$$

Waarbij de zandfractie ongeveer gelijk is aan 1 minus de slibfractie. Uit de formule volgt een droge dichtheid van de baggerspecie van ca. 1350 kg/m<sup>3</sup>. Voor de droge dichtheid van de slibfractie is de standaardwaarde van 500 kg/m<sup>3</sup> aangehouden.

Tabel 7 Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

Parameter	Waarde	Eenheid
Specifieke dichtheid	2650	[kg/m <sup>3</sup> ]
Droge dichtheid	500	[kg/m <sup>3</sup> ]
Valsnelheid	0,2 - 0,5*	[mm/s]
Kritische bodemschuifspanning voor sedimentatie	1000	[N/m <sup>2</sup> ]
Kritische bodemschuifspanning voor erosie	0,1	[N/m <sup>2</sup> ]
Erosie parameter	0,0001	[kg/m <sup>2</sup> /s]

\* Er zijn twee scenario's opgesteld voor het modelleren van specifieke effecten ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. (Sub)scenario's A en B. Hierbij is de voornaamste verschilparameter de valsnelheid van het fijne materiaal.

#### A. Vertroebelingsscenario

In dit scenario is een lage valsnelheid van het fijne sediment van 0,2 mm/s aangenomen. De resultaten van dit scenario dienen als conservatief voor de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

#### B. Sedimentatiescenario

Bij dit scenario is een hoge valsnelheid van het fijne sediment van 0,5 mm/s aangenomen. De resultaten van dit scenario dienen als conservatief voor de sedimentatiesnelheid en sedimentatiedikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

In totaal zijn er 2 scenario's doorgerekend, bestaande uit een A-variant voor de beschouwing van de vertroebeling en een B-variant voor de beschouwing van de sedimentatie.

## 4 MODELRESULTATEN

In dit hoofdstuk is de additionele vertroebeling inzichtelijk gemaakt aan de hand van de maximale omvang van de baggerpluim tijdens de baggerwerkzaamheden, inclusief de periode van uitdemping. Specifieke locaties langs het kabeltracé en lokale pieken in additionele vertroebeling zijn in meer detail beschouwd aan de hand van tijdseries op de desbetreffende locaties. Hiervoor is gebruik gemaakt van scenario A.

De maximale sedimentatiesnelheid en maximale sedimentatie laagdikte zijn per scenario per jaar weergegeven. Hierbij is gebruik gemaakt van scenario B.

### 4.1 vertroebeling

#### 4.1.1 Achtergrondconcentratie

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld ca. 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007).

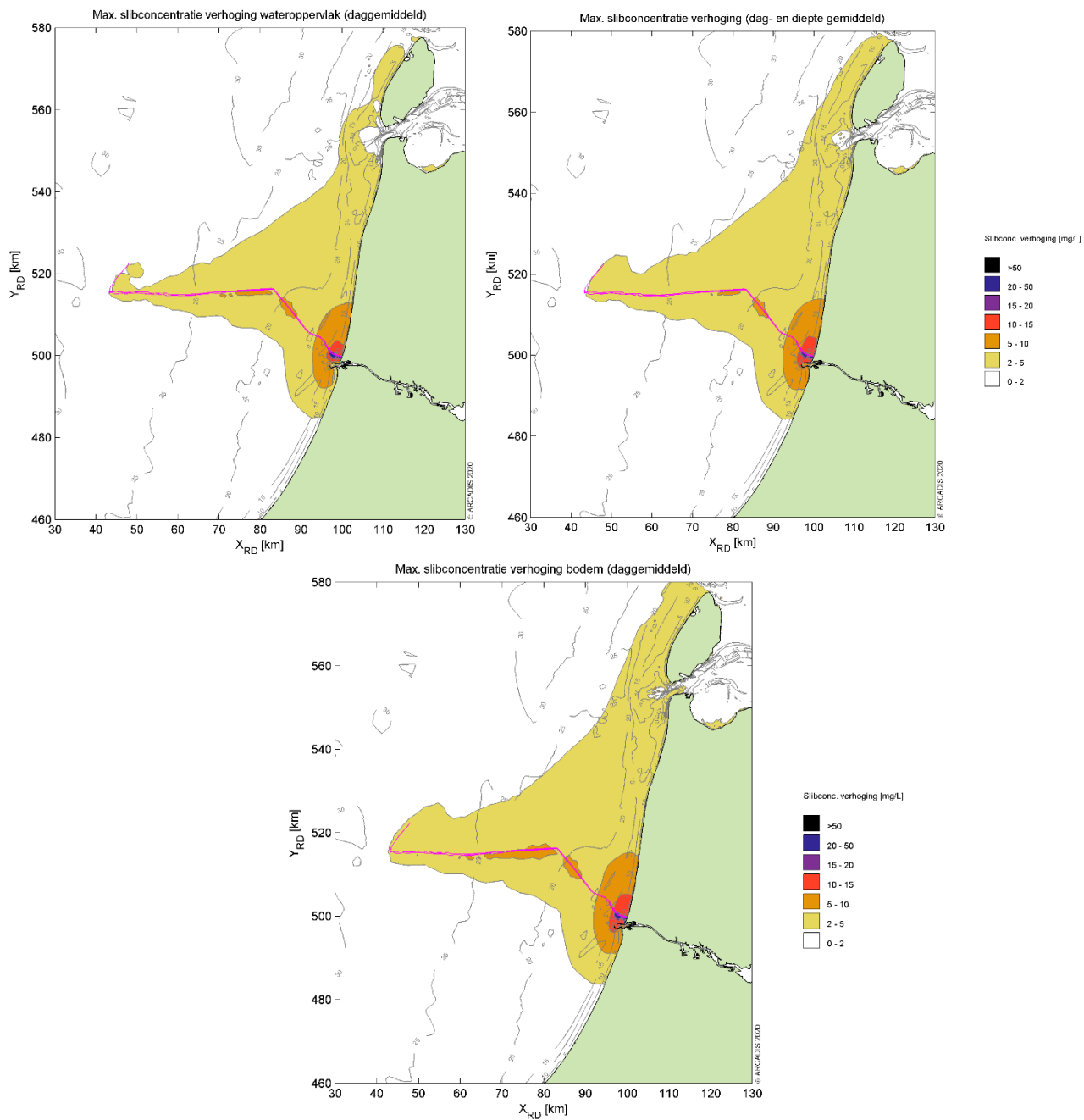
Als voorbeeld: bij gebruik van de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 20 mg/l is een absolute toename van de concentratie van 2 mg/l gelijk aan een relatieve toename van 10%.

#### 4.1.2 Baggerpluim

Figuur 10 toont het ruimtelijke beeld van de maximale verhoging van de slibconcentratie voor scenario A. Van boven naar onder is de concentratieverhoging in mg/l getoond aan het wateroppervlak, diepte gemiddeld en aan de bodem. De kleurschaal loopt op van 2 mg/l (geel) tot 50 mg/l (zwart). Het tracé is weergegeven met de magenta lijn.

Over het algemeen wordt de hoogste piekconcentraties bij de bodem waargenomen. Deze treden op langs het tracé, en met name ter hoogte van de kustzone. De concentratieverhoging loopt hier op tot 15-25 mg/l en zeer lokaal tot 25-50 mg/l.

Qua afmeting van het 2 mg/l areaal is te zien dat over een groot gebied 2 mg/l toeneemt, ofwel een 10% verhoging ten opzichte van de achtergrondconcentratie. Hierbij is duidelijk te zien dat dit zowel in kustdwarsrichting als in kustlangsrichting wordt overschreden. In de kustdwarsrichting rijkt de baggerpluim tot aan de 66kV-interlink kabel tussen windparken HKwA en HKwB. In de kustlangsrichting loopt de baggerpluim van zo'n 10 km ten zuiden van IJmuiden tot aan de noordelijke punt van Texel. Als echter gekeken wordt naar het 5 mg/l areaal, blijft de verspreiding van de baggerpluim beperkt tot 10 à 15 km uit het tracé in kustlangsrichting.

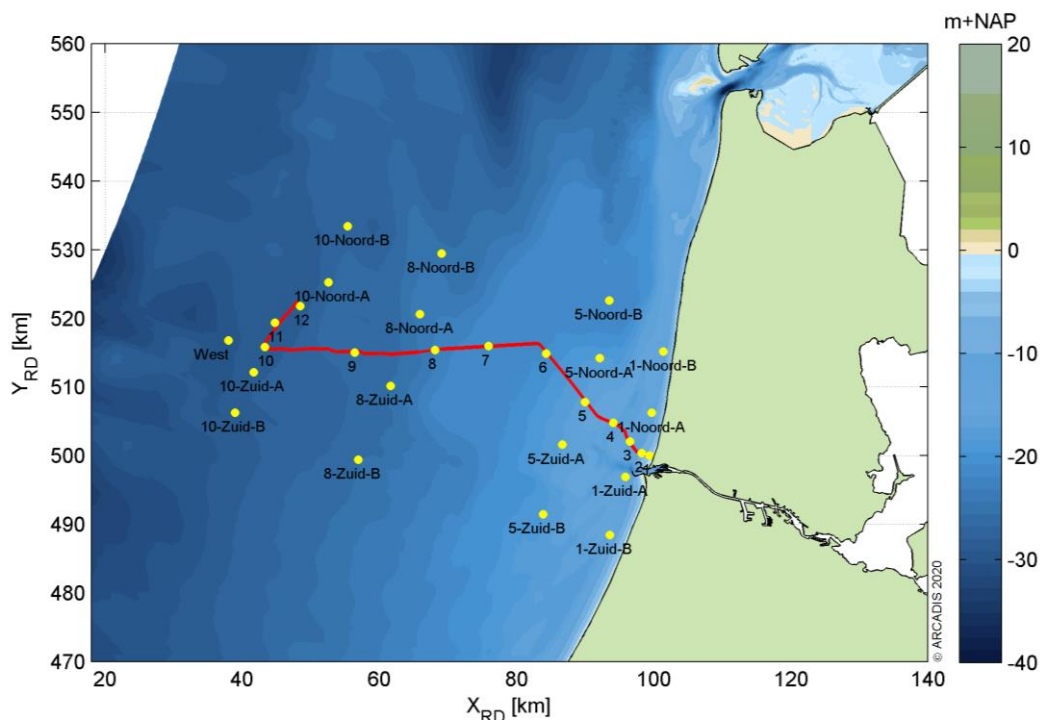


Figuur 10 Maximale omvang baggerpluim voor scenario A.

### 4.1.3 Tijdsseries

Langs het tracé zijn verschillende observatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging in tijdsreeks uitgewerkt is (Figuur 11). Observatiepunten 1 tot en met 12 bevinden zich in de verschillende baggergebieden langs het tracé. Voor het observatiepunt in de verschillende gebieden zijn ook punten ten noorden en ten zuiden toegevoegd om de kustlangse ontwikkelingen van de effecten in kaart te kunnen brengen. Dit is gedaan ter hoogte van observatiepunten 1, 5, 8 en 10. De concentraties gemiddeld over de gehele waterkolom, aan het wateroppervlak en nabij de bodem zijn bestudeerd.

Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is deze voor de simulaties aangenomen in de periode van 1 november tot 1 maart. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.

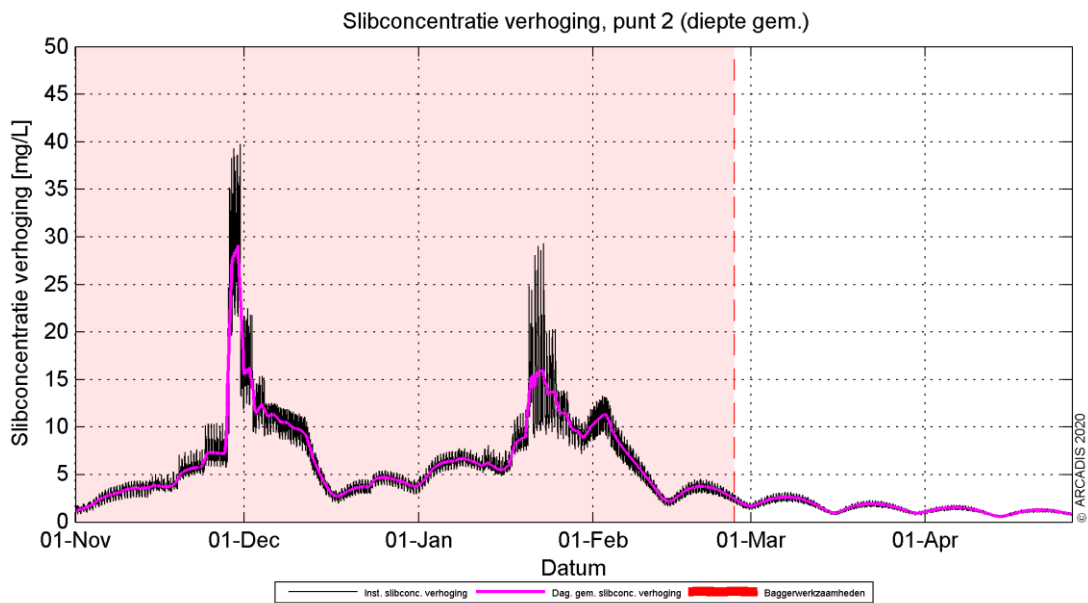


Figuur 11. Locaties van de observatiepunten in de modelstudie.

Omdat buiten het tracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het tracé beschouwd. In paragraaf 4.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij de bodem zijn de concentraties namelijk hoger dan aan het wateroppervlak in de waterkolom. De tijdsreeks van deze parameter geven hetzelfde beeld. Om deze paragraaf kort en bondig te houden, worden daarom enkel de dieptegemiddelde resultaten beschreven. Scenario A is gebruikt om de resultaten te beschouwen omdat dit scenario de grootste concentratieverhoging ter hoogte van het tracé genereert (door de lagere valsnelheid van het sediment).

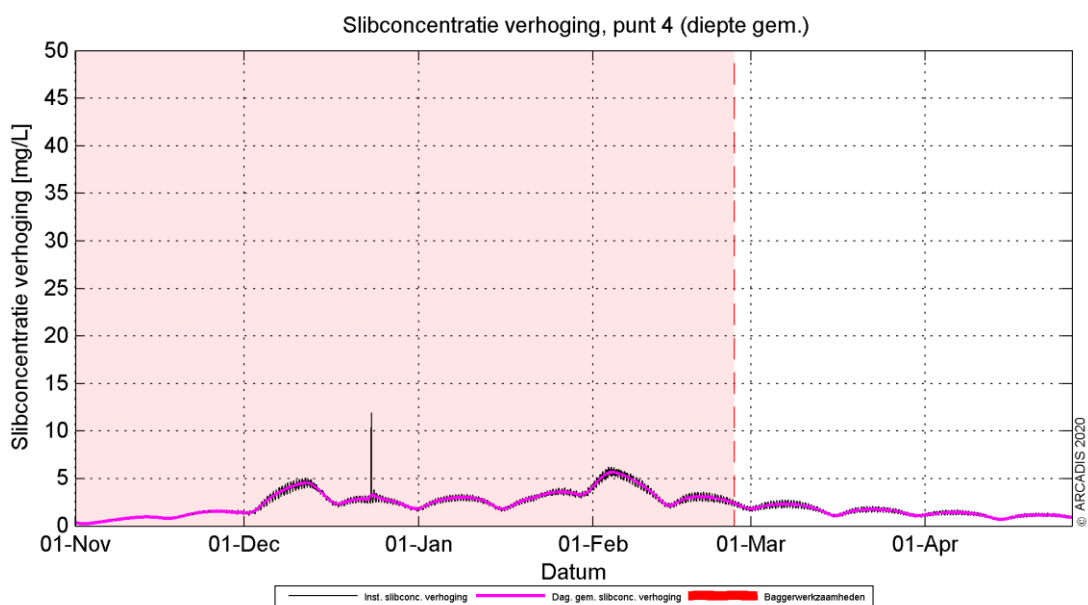
De dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging in de tijd ter hoogte van observatiepunt 2 (de kustzone) is gepresenteerd in Figuur 12. Hierin is de zwarte grafiek de instantané concentratieverhoging (10 minuten waarde) en magenta beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uren waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd. De concentratieverhoging is gedurende bijna de gehele periode hoger dan de gestelde ondergrens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt in de maand december en eind januari. Dit komt overeen met de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd van de twee kabels, dichtbij het observatiepunt. Na de werkzaamheden dempt de concentratieverhoging in een tijdsbestek van halve maand weer uit naar orde 5 mg/l. Binnen een maand na het beëindigen van de werkzaamheden van de tweede kabel is de toename van de concentratie onder de grens van 2 mg/l gezakt.





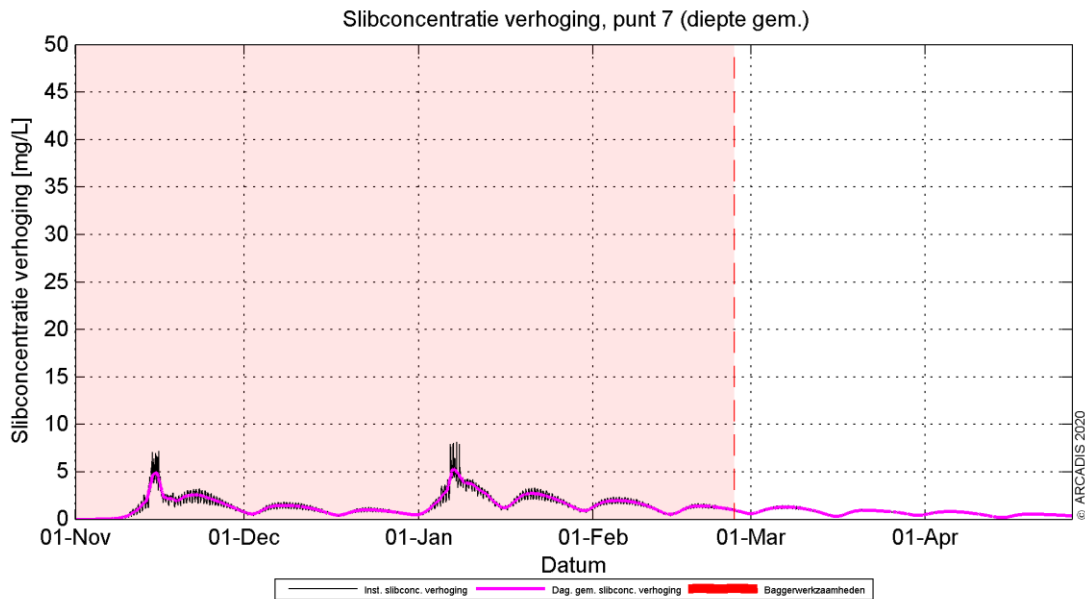
Figuur 12 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 2, Scenario A.

Rond observatiepunt 4 ligt de toename van de concentratie aanzienlijk lager. Er wordt ter hoogte van deze locatie minder gebaggerd als in de kustzone. Trenchen volstaat hier ook tot aan 16.0 km KP (kustprofiel). Dit proces genereert een verwaarloosbare vertroebeling. De concentratieverhoging op deze locatie is voornamelijk toe te schrijven aan de dispersiewolk ten gevolge van de baggerwerkzaamheden in de nabijgelegen kustzone. Dit is deels zichtbaar door de (lagere) pieken die samenvallen met baggerwerkzaamheden bij andere locaties, terwijl hier op deze locatie maar 2 keer getrencht wordt. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 13 is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties meerdere keren boven de grens van 2 mg/l uitkomen. Dit is met name het geval een maand na de eerste baggerwerkzaamheden in het gebied en pas na een halve maand bij het eindigen van de baggerwerkzaamheden neemt deze concentratie af onder de grens van 2 mg/l.

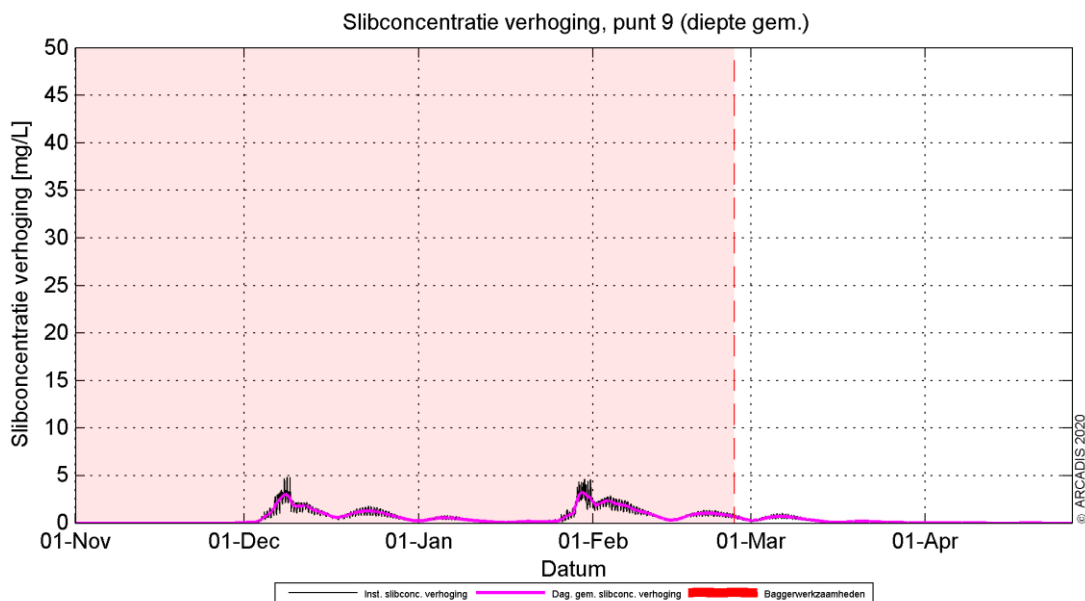


Figuur 13 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 4, Scenario A.

Observatiepunt 7 bevindt zich ter hoogte van het andere windpark HKN en de dieptegemiddelde concentratieverhoging in de tijd is weergegeven in Figuur 14. De werkzaamheden in de kustzone en langs het tracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd voor het gladstrijken van de zandgolven. Op het moment van baggeren neemt de concentratie toe tot boven de 2 mg/l en wanneer de baggerwerkzaamheden meer westelijk plaatsvinden zijn meerdere pieken te vinden, waarschijnlijk als gevolg van variatie in de kustdwarse stroming. Aan het einde van alle baggerwerkzaamheden is de concentratie op deze locatie al onder de grens van 2 mg/l. Verder op zee is hetzelfde patroon te zien, waarbij tijdens het gladstrijken van de zandgolven door middel van baggeren de concentratie boven de grens van 2 mg/l schiet (zie Figuur 15). Vervolgens binnen enkele weken ligt de concentratie alweer onder de 2 mg/l grens, aangezien de dominante richting van de pluim kustwaarts is.



Figuur 14 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 7, Scenario A



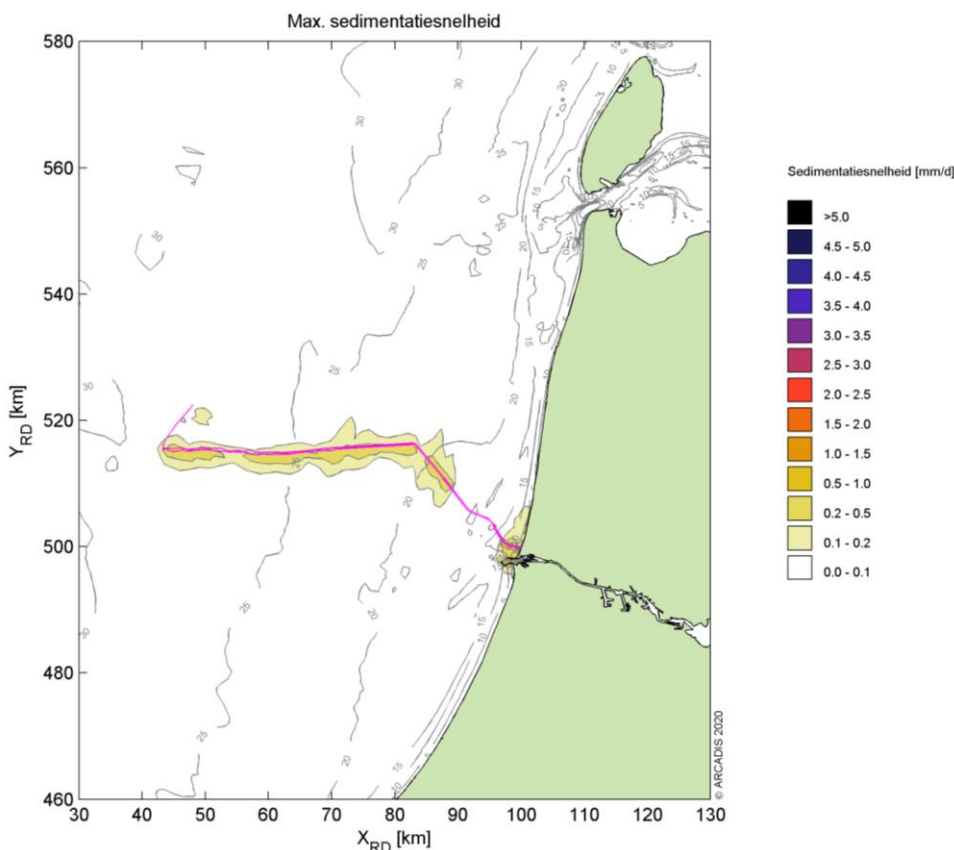
Figuur 15 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 9, Scenario A

De dieptegemiddelde concentratieverhoging in observatiepunten nemen af van de kust af. Een oorzaak is dat de verhoging ten gevolge van de baggerwerkzaamheden verder naar het westen op deze observatiepunten al flink afgenomen is door de verspreiding en verdeeld wordt over een grotere diepte (diepte gemiddeld), dit was ook al zichtbaar bij observatiepunt 4. De grenswaarde van 2 mg/l wordt op deze locaties (observatiepunten 6 tot en met 10) overschreden rond de baggerwerkzaamheden, waarbij zandgolven worden gladgestreken. Voor observatiepunten 4 en 5 is er maar een lichte stijging te zien door het trenchen van de kabel op deze locaties, terwijl verspreiding van concentraties uit de omgeving hier eenzelfde effect hebben en de waarden over een langere periode boven de grens van 2 mg/l blijven. Het proces van trenchen genereert geen significante verhoging van de concentratie.

## 4.2 Sedimentatie

### 4.2.1 Sedimentatiesnelheid

In Figuur 16 is de maximale sedimentatiesnelheid van scenario B getoond. De maximale sedimentatiesnelheid is zeer lokaal en de hoogste sedimentatiesnelheid vindt plaats in de kustzone, waar concentraties ook hoger liggen. In de kustzone ligt de sedimentatiesnelheid op zo'n 0.5-1 mm/dag. Langs het tracé ligt de sedimentatiesnelheid op max 0.5 mm/dag. Het patroon is vergelijkbaar met de sediment concentratie (baggerpluim) als beschreven in paragraaf 4.1.2. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de kustzone waar het lokale baggervolume het grootst is (gebied 2), in mindere mate in gebied 3 en langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn (gebied 5). Echter is de sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1 mm/d.



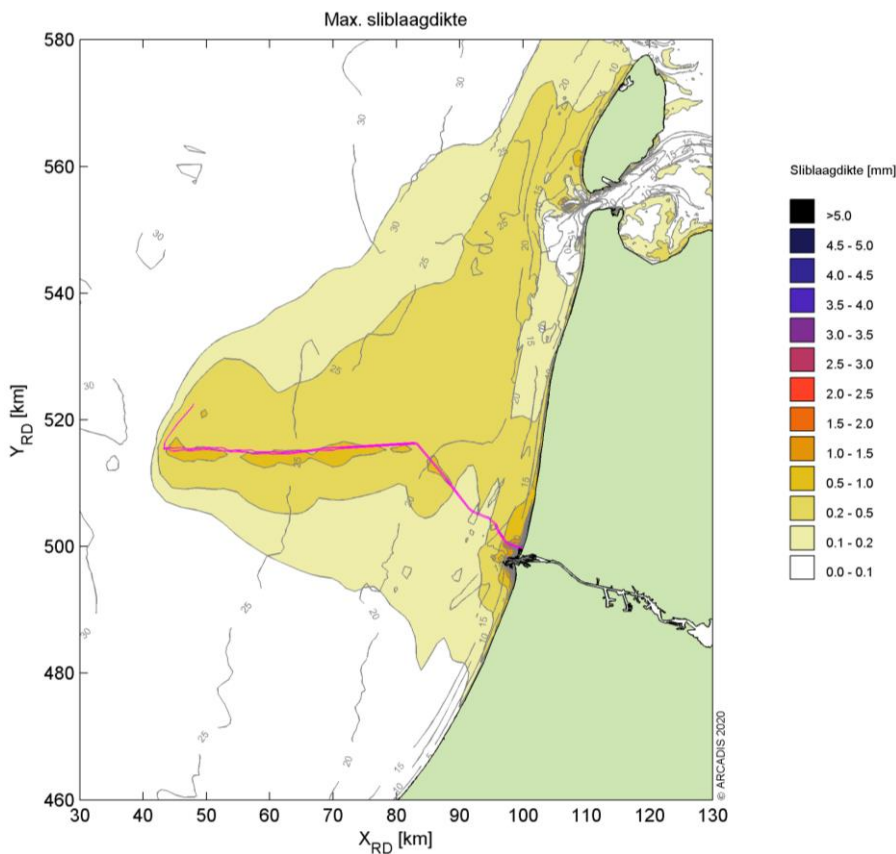
Figuur 16 Maximale sedimentatiesnelheid, Scenario B.

### 4.2.2 Sedimentatie laagdikte

Figuur 17 toont de maximale sliblaagdikte die voorgekomen is gedurende de periode van modelleren die benodigd zijn voor de aanleg. De maximale sliblaagdikte in dit figuur betreft de maximale waarde die gedurende enig punt in dat specifieke jaar per locatie bereikt is. Dit betekent dat een piekwaarde op de ene

locatie niet gelijktijdig op hoeft te treden met de piekwaarde op een andere locatie. Ook kunnen deze pieken weer zijn afgenomen in de tijd (erosie), wat niet in dit figuur naar voren komt.

De sliblaagdikte voor het voorgestelde scenario is langs het gehele tracé tot aan HKwB groter dan de grenswaarde van 0,1 mm. Deze grenswaarde volgt uit de grenswaarde die doorgaans gebruikt wordt bij de ecologische beschouwing. De stromingen in de kust langsrichting zorgen voor verdere verspreiding van het slib. Zo kan het materiaal ook op grotere afstand van het tracé neerslaan. Hierdoor wordt de grenswaarde van 0,1 mm van de laagdikte overschreden voor het gebied 10 km ten zuiden van IJmuiden tot voorbij Texel. Verder is zichtbaar dat een laagdikte groter dan 0,5 mm alleen waargenomen wordt in de directe nabijheid van het tracé en in de buitenhaven van IJmuiden. Dit sluit aan bij de eerdere observaties bij de analyse van de concentratieverhoging en de sedimentatiesnelheid en is te relateren aan de intensiviteitsverdeling van de baggerwerkzaamheden.



Figuur 17 Maximale sedimentatie laagdikte, Scenario B.

## 5 CONCLUSIES

Middels het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de baggerwerkzaamheden voor de aanleg van twee kabels voor HKwB gesimuleerd. Twee effect scenario's zijn er beschouwd, scenario A voor de slibverspreiding en scenario B voor sedimentatiesnelheid. Voor de fasering is het volgende aangenomen: de aanleg van de twee kabels en de 66kV-interlink kan worden gedaan binnen een jaar over een periode van 4 à 5 maanden. De kabels worden als volgt aangelegd, vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de eerste kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (3 km van de kust af) begonnen worden met de offshore kabel naar het platform. Na het baggeren van de eerste kabel zal dezelfde volgorde worden aangehouden voor de tweede kabel. Vervolgens zal de 66kV-interlink worden gebaggerd.

Bij scenario's A en B is gewerkt met een verschillende valsnelheid. Bij scenario A is gewerkt met een realistische ondergrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de mate van vertroebeling op basis van de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Bij scenario B is gewerkt met een realistische bovengrens voor de valsnelheid van het fijne materiaal. Zo ontstaat een realistische worst-case voor de sedimentatiesnelheid en de maximale sedimentatie laagdikte.

De resultaten van de combinaties van de scenario's zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

### Vertroebeling

De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter. Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en het storten; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 2 mg/l. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet beschouwd is.

Over het algemeen worden de hoogste piekconcentraties waargenomen in de kustzone en langs het tracé. De concentratieverhoging loopt hier op tot 15-25 mg/l en zeer lokaal tot 25-50 mg/l. De hogere pieken komen voornamelijk voor in de kustzone, doordat hier meer sediment wordt gebaggerd over een kort stuk tracé.

De afmeting van het 2 mg/l areaal is een stuk uitgebreider en strekt zich uit zowel in kustdwarsrichting als in kustlangsrichting. In de kustdwarsrichting rijkt de baggerpluim tot aan het platform, 65 km uit de kust. In de kustlangsrichting loopt de baggerpluim van 10 km ten zuiden van IJmuiden tot aan de noordelijke punt van Texel. Als echter gekeken wordt naar het 5 mg/l areaal, blijft de verspreiding van de baggerpluim beperkt tot 10 à 15 km uit het tracé in kustlangsrichting en op sommige delen langs het tracé zelf.

In het algemeen geldt dat de concentratieverhoging hoger is hoe lager in de waterkolom.

### Sedimentatie

De sedimentatiesnelheid is uitgedrukt in mm/dag. Het gaat hierbij om de sedimentatie van de fijne fractie in de baggerspecie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 0,1 mm/d. Dat wil zeggen dat een sedimentatiesnelheid onder deze grens niet beschouwd is. Er wordt alleen een sedimentatiesnelheid van 0,1 mm/d of meer waargenomen binnen een straal van ca. 4 km van het tracé en in de buitenhaven van IJmuiden. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de kustzone waar het lokale baggervolume het grootst is, en ook de vertroebeling het hoogst. Verder in mindere mate langs het tracédeel waar zandgolven aanwezig zijn (gebied 5) is de sedimentatiesnelheid meer dan 0,1 mm/d. Echter is de additionele sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1,0 mm/d.

De maximaal waargenomen sedimentatie laagdikte gedurende de gesimuleerde periode is uitgedrukt in mm. De gebruikte ondergrens is hier 0,1 mm. Het 0,1 mm areaal van de maximale sedimentatie laagdikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden beslaat de kuststrook van 10 km ten zuiden van IJmuiden tot iets noordelijker dan Texel. Echter, een laagdikte van meer dan 0,5 mm wordt alleen waargenomen in de directe nabijheid van het tracé en in de buitenhaven van IJmuiden. De laagdikte langs het tracé blijft beperkt tot 3,0 mm en is ook onderhevig aan erosie tijdens en na de baggerwerkzaamheden. De laagdikte in de buitenhaven van IJmuiden kan zeer lokaal oplopen tot enkele centimeters. De erosie van het gesedimenteerde materiaal is hier namelijk relatief beperkt.

## 6 BIBLIOGRAFIE

- Aarninkhof, S., Spearman, J. d., & van Koningsveld, M. (2010). Dredging-induced turbidity in a natural context status and future perspective of the TASS program. *Proceedings WODCON XX*. Beijing, China.
- Arcadis. (2015). *MER Transmissiesysteem op zee Borssele*. Arcadis.
- Deltares. (2016). *Delft3D-FLOW, Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments*. Delft: Deltares.
- Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria*. Haskoning.
- Partheniades, K. (1965). Erosion and Deposition of Cohesive Soils. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE* 91, 105-139.
- Rijkswaterstaat. (2016). *Notitie Reikwijdte en Detailniveau Winning suppletiezand Noordzee 2018-2027*. Rijkswaterstaat.
- Spearman, J., de Heer, A., Aarninkhof, S., & van Koningsveld, M. (sd). Validation of the TASS system for predicting the environmental effects of trailer suction hopper dredgers. *Terra et Aqua, No. 125*.
- van Kessel, T. (2010). *Bedrijfsspecifiek gedeelte Monitoringsplan Groningen Seaports*. Delft: Deltares.
- Van Rijn, L. (1990). *Principles of Sedimentation and Erosion Engineering in Rivers, Estuaries and Coastal Seas*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Witteveen + Bos. (2017). *Net op zee Hollandse Kust (zuid), Aanvulling MER - Aanlanding Maasvlakte Noord*. Witteveen en Bos.
- WL | Delft Hydraulics. (2006). *Zwevend Stof Rijn-Maasmonding*. Delft: WL | Delft Hydraulics.

## COLOPHON

NET OP ZEE HOLLANDSE KUST (WEST BETA)  
SLIBMODELLEERSTUDIE

**CLIENT**

Tennet TSO B.V.

**AUTHOR**

Wout van Dijk

**PROJECT NUMBER**

C005057.000220.0820

**OUR REFERENCE**

**DATE**

8 June 2020

**GECONTROLEERD DOOR**

Jos van der Baan

**Arcadis Nederland B.V.**

P.O. Box 220  
3800 AE Amersfoort  
The Netherlands  
+31 (0)88 4261261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)





Notitie TNO 2020 M11115

**Aan**Arcadis Nederland B.V.  
T.a.v. Bernd van Kuijk**Van**

Christ de Jong &amp; Bas Binnerts

**Onderwerp**

Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West

**Defence, Safety & Security**Oude Waalsdorperweg 63  
2597 AK Den Haag  
Postbus 96864  
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

F +31 70 328 09 61

**Datum**

13 juli 2020

**Onze referentie**

DHW-AS-2020-100333429

**Projecnummer**

060.35787/01.07

**Contactpersoon**

Dr. ir. C.A.F. de Jong

**E-mail**

christ.dejong@tno.nl

**Doorkiesnummer**

+31888668034

**1 Inleiding**

Arcadis Nederland BV heeft TNO gevraagd berekeningen uit te voeren van het onderwatergeluid ten gevolge van het heien voor het Beta-platform voor het windpark Hollandse Kust West. Dit betreft berekening van de te verwachten geluidniveaus op 750 m van de heilocatie en van geluidcontouren waarbinnen bruinvissen en zeehonden kunnen worden verstoord door het heigeluid, conform de aanpak zoals beschreven in het Kader Ecologie en Cumulatie (Heinis et al, 2019).

**2 Aanpak**

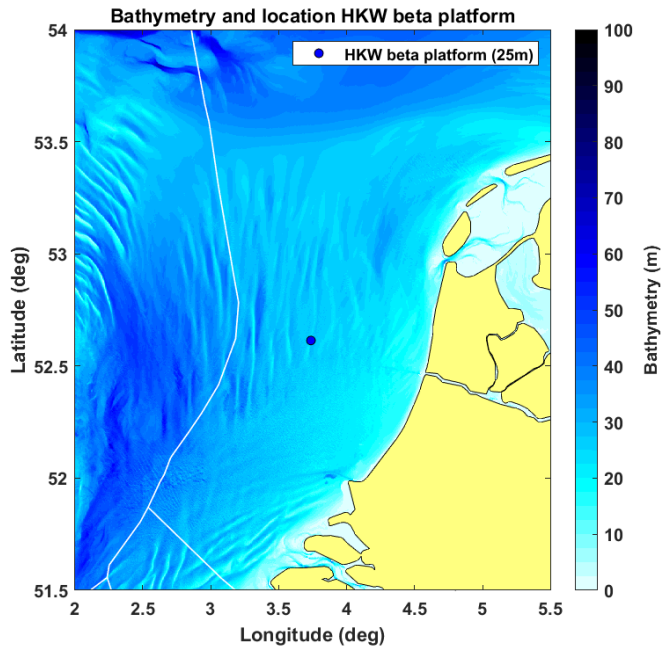
In deze studie is met behulp van het Aquarius 4 voorspellingsmodel (de Jong et al, 2018) uitgerekend wat het te verwachten onderwatergeluidniveau (single strike sound exposure level; SELs) is op 750 m van de heilocatie, en binnen welk oppervlak rond de heilocatie bruinvissen en zeehonden verstoord worden.

**3 Heilocatie**

De locatie is gegeven in Tabel 1 en Figuur 1. Omdat de afstand tussen de palen verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de referentieafstand (750 m) en de berekende verstoringafstanden is alleen de centrale locatie van het platform als bronlocatie genomen.

*Tabel 1: ETRS89 UTM 31N coördinaten van de platformlocatie. Bij de heigeluid-berekeningen is uitgegaan van het 'platform centre', omgerekend naar WGS84 EPSG 4326: longitude: 3.7371 graden en latitude 52.6136 graden*

FID	Shape *	F1	X	Y
0	Point	Platform centre	549905.6	5829544
1	Point	NW corner	549898.8	5829567.1
2	Point	NE corner	549927.8	5829553.5
3	Point	SE corner	549912.5	5829520.9
4	Point	SW corner	549883.5	5829534.4



**Datum**  
13 juli 2020

**Onze referentie**  
DHW-AS-2020-100333429

**Blad**  
2/7

*Figuur 1 De voor de modellering gebruikte bathymetrie (laagste astronomische getij, bron: EMODnet, zie Tabel 3) en platformlocatie.*

#### 4 Invoergegevens

De toegepaste invoergegevens voor de heigeluidberekeningen zijn samengevat in Tabel 2.

*Tabel 2: de in de modellering gebruikte parameters voor heipalen en heihamer.*

	<b>Platformpalen</b>
Aantal palen	8
Paaldiameter	3 m
Wanddikte <sup>1</sup>	36,4 mm
Hei-energie	2000 kJ
Massa ram <sup>2</sup>	100 ton
Massa aambeeld	100 ton
Contactstijfheid	20 GPa

Het TNO rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de onderwater-geluiduitstraling van de heipaal op basis van de eigenschappen van hamer, aambeeld en paal, gebruik makend van het hamermodel van Deeks & Randolph (1993).

<sup>1</sup> Wanddikte  $t$ , in mm, geschat op basis van de API (2014) formule voor de minimale wanddikte:  $t = 0.01D + 6.35$  mm, met  $D$  de paaldiameter in mm.

<sup>2</sup> Bij gebrek aan verdere informatie zijn de massa's van hamer en aambeeld geschat als: aambeeldmassa = hamermassa = hamerenergie × (1 ton/20 kJ).

## 5 Aquarius 4 propagatieberekening

Het TNO rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de ruimtelijke verspreiding van het onderwatergeluid onder invloed van gegevens van de omgeving (bathymetrie en geologie).

Tabel 3 geeft een overzicht van de in de berekeningen toegepaste waarden van de omgevingsparameters. De bathymetrie (ten opzichte van het laagste astronomische getij) is verkregen uit het EModNet dataportaal. De overige gegevens zijn gebaseerd op standaardwaarden uit (Ainslie, 2010, tabel 4.18), aangepast naar aanleiding van een eerdere validatie van de berekeningsresultaten van het Aquarius 4 model met meetgegevens van het heien voor een turbinefundatie voor het Gemini offshore wind park (de Jong et al, 2018). Op basis van die validatiestudie kunnen de gegevens als voldoende representatief worden beschouwd voor deze omgeving.

Wind boven zee en golven verstoren het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt, vooral bij hogere frequenties. Eerdere versies van Aquarius bevatten daarom een model voor een toenemend propagatieverlies bij toenemende windsnelheid. In de validatiestudie (Binnerts et al, 2016) en de daarop gebaseerde modelupdate (de Jong et al, 2018) werd geconstateerd dat het propagatieverlies door dat model overschat werd. In de huidige aanpak berekenen we daarom het worst-case scenario waarbij het effect van wind en golven verwaarloosd wordt.

*Tabel 3: Omgevingsparameters voor de geluidpropagatieberekeningen*

Waterdiepte	EMODnet bathymetrie, 1/8 minuut resolutie, <a href="http://www.emodnet-bathymetry.eu/">http://www.emodnet-bathymetry.eu/</a> , zie Figuur 1.
Bodemtype	'medium sand' (Ainslie, 2010; Tabel 4.18; $\phi = 1.5$ )
Bodem geluidsnelheid	1797 m/s
Bodem dichtheid	2136 kg/m <sup>3</sup>
Bodem absorptie (de Jong et al, 2018)	0,88 dB/golflengte voor $f \geq 250$ Hz $\left(\frac{f}{250 \text{ Hz}}\right)^{1.8} \times 0,88$ dB/golflengte voor $f < 250$ Hz
Zeewater geluidsnelheid	1500 m/s
Zeewater dichtheid	1000 kg/m <sup>3</sup>
Windsnelheid (10 m hoogte)	0 m/s

## 6 Drempelwaarden

Volgens de methodiek van het Kader Ecologie en Cumulatie (Heinis et al, 2019) wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden worden verstoord wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid dat de volgende drempelwaarden overschrijdt:

**Bruinvis:** ongewogen breedband SELss van 140 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$

**Zeehond:** Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$

**Datum**

13 juli 2020

**Onze referentie**

DHW-AS-2020-100333429

**Blad**

3/7

**Datum**

13 juli 2020

**Onze referentie**

DHW-AS-2020-100333429

**Blad**

4/7

Hierbij verwijst de term ‘Mpw-gewogen’ naar het toepassen van een frequentieweging volgens het door Southall et al (2017) gedefinieerde filter voor ‘pinnipeds in water’. Deze weging houdt rekening met een bandbreedte van het gehoor van zeehonden onderwater, tussen 75 Hz en 75 kHz.

## 7 Resultaten berekeningen onderwatergeluid

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt op een cirkel met een straal van 750 m rond de heilocatie een maximum waarde van de ongewogen breedband SELs van 173 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ , bij heien zonder mitigatiemaatregelen.

Volgens deze berekeningen is er zodoende een risico dat de SELs op 750 m bij het heien van de jacketpalen zonder mitigatiemaatregelen 5 dB hoger is dan de verwachte geluidsnorm (168 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ , zie Heinis et al, 2019). Daarbij dient opgemerkt te worden dat deze berekening gebaseerd is op realistische ‘worst-case’ aannamen, zie ook sectie 9 van deze notitie. De berekende overschrijding van de norm kan met behulp van in de markt beschikbare maatregelen gemitigeerd worden, zie bijvoorbeeld het overzicht in Tabel 4. De speciaal voor windturbinefundaties ontwikkelde maatregelen in deze tabel (NMS en HSD) zijn niet direct toepasbaar voor platformpalen.

*Tabel 4: overzicht van de bandbreedte aan geluidreducties die eerder zijn behaald met diverse maatregelen (NAS = underwater noise abatement systems; BBC = big bubble curtain; DBBC = double big bubble curtain; NMS = (IHC) noise mitigation system; HSD = hydro sound damper), uit (Verfuss et al, 2019)*

NAS	Water depth	Noise reduction $\Delta$ SEL <sub>ss</sub> (dB)
BBC <sub>(&gt;0.3m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	~ 40 m	7 - 11
DBBC <sub>(&gt;0.3m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	~ 40 m	8 - 13
DBBC <sub>(&gt;0.4m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	~ 40 m	12 - 18
DBBC <sub>(&gt;0.5m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	> 40 m	~ 15-16 (based on 1 pile)
NMS	Up to 40 m	13 - 16
HSD	Up to 40 m	10 - 12
NMS + optimised BBC <sub>(&gt;0.4m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	~ 40 m	17-18
NMS + optimised BBC <sub>(&gt;0.5m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	~ 40 m	18-20
HSD + optimised BBC <sub>(&gt;0.4m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	~ 30 m	15-20
HSD + optimised DBBC <sub>(0.48m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	20-40 m	15-28
HSD + optimised DBBC <sub>(&gt; 0.5m<sup>3</sup>/(min*m))</sub>	< 45 m	18-19

## 8 Verstoringsoppervlak

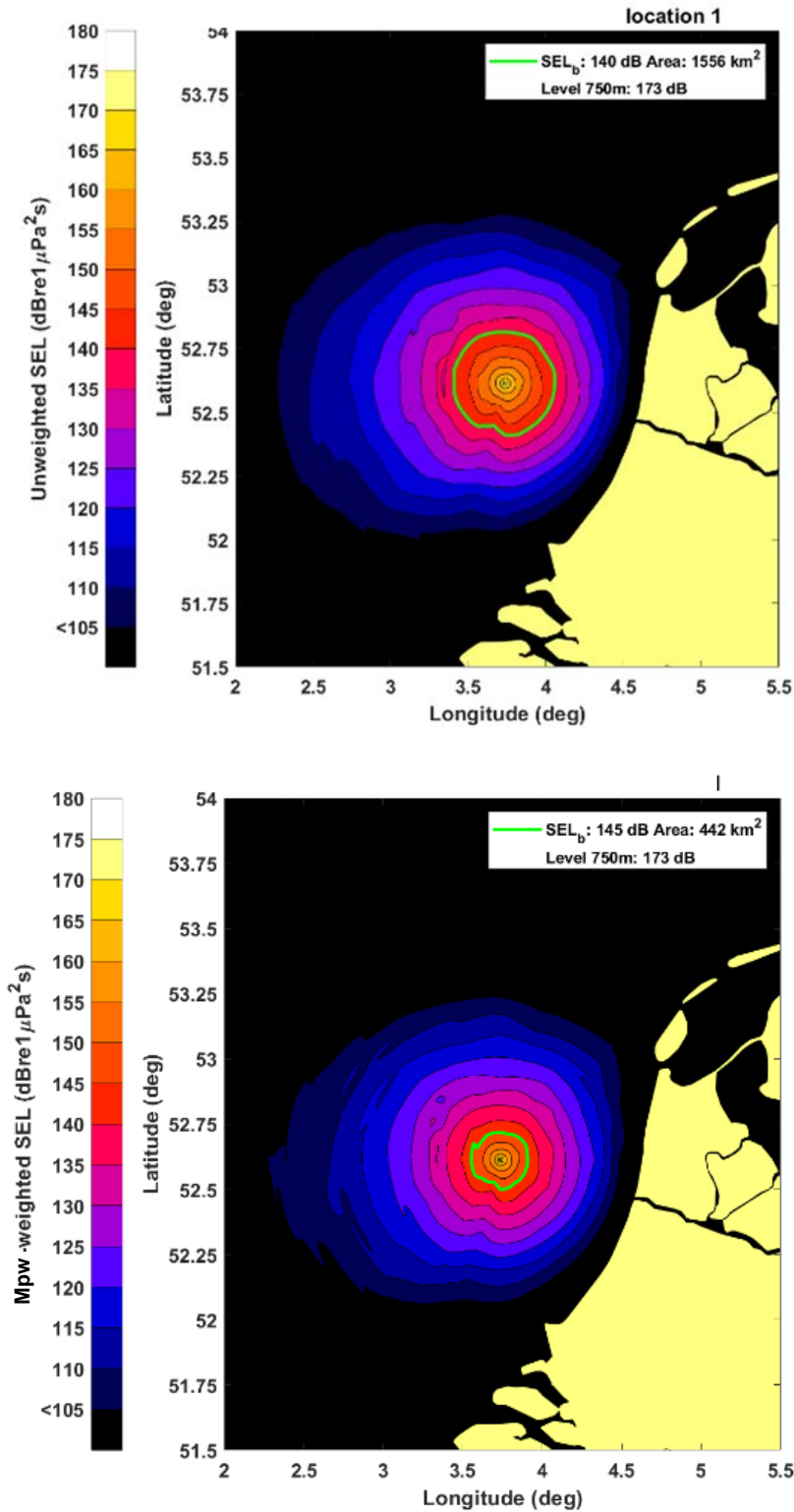
Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt ook de geluidverspreiding rond de bron, bij ongemitigeerd heien, zoals weergegeven in Figuur 2. Deze figuren tonen de (“SELb”) verstoringscontour rond de bron waarbinnen het geluid de drempelwaarde voor verstoring van bruinvissen of zeehonden overschrijdt. Het maximale oppervlak binnen de berekende verstoringscontouren is:

- Verstoringsoppervlak bruinvissen: 1556 km<sup>2</sup>
- Verstoringsoppervlak zeehonden: 442 km<sup>2</sup>

**Datum**  
13 juli 2020

**Onze referentie**  
DHW-AS-2020-100333429

**Blad**  
5/7



Figuur 2 Met Aquarius 4 berekende geluidskarten (SELs) en verstoringscontouren voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder) voor het heien van de fundering voor het Beta-platform voor het windpark Hollandse Kust West.

## 9 Discussie modelonzekerheden

TNO heeft in de afgelopen jaren een suite van Aquarius rekenmodellen ontwikkeld waarmee de onderwatergeluidverspreiding rond een heipaal berekend kan worden. De keuze van een modelversie uit die suite hangt af van de beschikbare informatie en de complexiteit van de berekening. De onzekerheid in de berekende geluidverspreiding zou in theorie af moeten nemen wanneer meer gedetailleerde informatie beschikbaar is. De beperkte modelvalidatie aan de hand van meetgegevens voor het heien van funderingspalen voor offshore windturbines op het Nederlands Continentaal Plat (PAWP, Luchterduinen, Gemini; zie Binnerts et al. 2016) laat zien dat we nog niet goed in staat zijn om die onzekerheid te kwantificeren, omdat we de bijdragen van de diverse parameters aan de onzekerheid niet goed kunnen scheiden. In een eerdere studie bleek de ongewogen breedband SELs uit de (worst-case) Aquarius berekening ongeveer 3 dB hoger te zijn dan de maximaal gemeten waarde.

Voor het bepalen van verstoringsdrempels is in deze studie uitgegaan van de normen zoals in het KEC-2018 gehanteerd. Recente metingen van verstoring van bruinvissen bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018) suggereren dat deze norm mogelijk leidt tot overschatting van aantal verstoorde bruinvissen op basis van de berekende verstoringscontouren (Binnerts et al. 2016) ten opzichte van de daadwerkelijk gemeten verstoring bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018). Een mogelijke verklaring kan zijn dat bruinvissen vooral door de hogere frequenties in het heigeluid verstoord worden, terwijl voornamelijk laagfrequent heigeluid overblijft na propagatie over grotere afstanden. Dat effect zou wellicht in rekening kunnen worden gebracht door middel van een frequentiegewogen geluidniveau, maar die hypothese behoeft nader onderzoek (Tougaard et al. 2015).

## 10 Conclusie

Aquarius 4 berekeningen van het onderwatergeluid bij het ongemitigeerd heien van de funderingspalen voor het Beta-platform leiden, bij een maximale hamerklapenergie van 2000 kJ, tot een ongewogen breedband single strike sound exposure level op 750 m afstand van de heilocatie van 173 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ . De berekende overschrijding van de norm met 5 dB is naar verwachting eenvoudig te mitigeren met een enkelvoudige maatregel zoals een bellenscherm.

**Datum**

13 juli 2020

**Onze referentie**

DHW-AS-2020-100333429

**Blad**

6/7

## 11 Referenties

- Ainslie, 2010: "Principles of Sonar Performance Modeling", Springer-Praxis
- API, 2014: "API Recommended Practice 2A-WSD Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms—Working Stress Design", American Petroleum Institute, [www.api.org](http://www.api.org)
- Binnerts et al, 2016: "Validation of the Aquarius models for prediction of marine pile driving sound", report TNO 2016 R11338.
- Deeks & Randolph, 1993: "Analytical modelling of hammer impact for pile driving", International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol.17: 279-302
- de Jong et al, 2018: "Wozep – WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions", report TNO 2018 R11671.  
([https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/160801/update\\_aquarius\\_models\\_pile\\_driving\\_sound\\_predictions\\_tno\\_2019.pdf](https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/160801/update_aquarius_models_pile_driving_sound_predictions_tno_2019.pdf))
- Geelhoed et al, 2018: "Gemini T-c: aerial surveys and passive acoustic monitoring of harbour porpoises 2015", Wageningen Marine Research report C020/17
- Harwood et al, 2014: "A protocol for implementing the interim population consequences of disturbance (PCOD) approach: quantifying and assessing the effects of UK offshore renewable energy developments on marine mammal populations", Report SMRUL-TCE-2013-014.
- Heinis et al, 2019: "Kader Ecologie en Cumulatie – 2018 Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen".  
([https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157579/kec\\_update\\_2018\\_effecten\\_impulsief\\_geluid\\_op\\_bruinvissen\\_20190124def.pdf](https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157579/kec_update_2018_effecten_impulsief_geluid_op_bruinvissen_20190124def.pdf))
- Southall et al, 2017: "Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations", Aquatic Mammals 33(4): 411-521
- Tougaard et al, 2015: "Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises", Marine Pollution Bulletin 90, 196–208
- Verfuss et al, 2019: "A review of noise abatement systems for offshore wind farm construction noise, and the potential for their application in Scottish waters", Scottish Natural Heritage Research Report No. 1070

**Datum**

13 juli 2020

**Onze referentie**

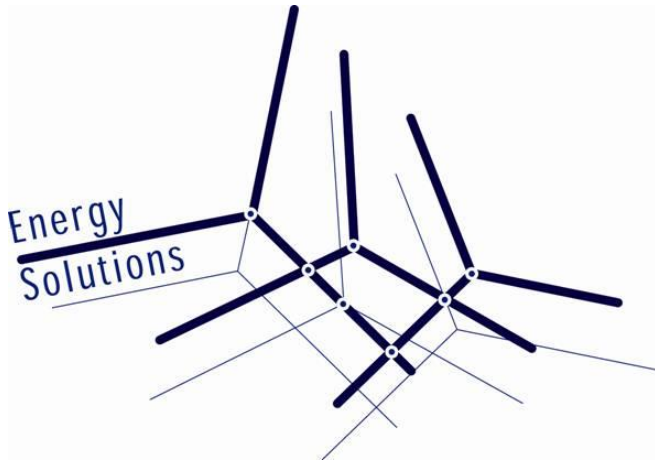
DHW-AS-2020-100333429

**Blad**

7/7







TenneT

## Berekening specifieke magneetveldzone

### Hollandse Kust West Beta

#### Revisietabel

Revisie	Datum	Auteur	Opmerkingen
1.2	28-01-2021	J.A. van Oosterom	Bijlage toegevoegd, update tekst
1.1	13-10-2020	J.A. van Oosterom	Update na review
1	29-09-2020	J.A. van Oosterom	

---

Documentnummer: ENSOL-RPT-2020.113  
Auteur: J.A. van Oosterom  
Revisie: 1.2  
Datum: 28 januari 2021  
Gecontroleerd: A. Blanken



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>2</b>
1.1	PROJECT BESCHRIJVING .....	2
<b>2</b>	<b>ACHTERGROND EN UITGANGSPUNTEN .....</b>	<b>3</b>
2.1	MAGNEETVELDEN EN GEZONDHEID .....	3
2.2	BELEIDSADVIES MET BETREKKING TOT HOOGSPANNINGSLIJNEN .....	3
2.3	ZONEBEREKENING .....	3
2.4	DISCLAIMER .....	4
<b>3</b>	<b>UITGANGSPUNTEN BIJ DE BEREKENING .....</b>	<b>5</b>
3.1	UITGANGSPUNTEN .....	5
3.2	INVOER GEGEVENS EN BEREKENDE SITUATIES .....	6
3.2.1	220 kV Zeekabel .....	6
3.2.2	220 kV Land tracé .....	7
<b>4</b>	<b>RESULTATEN BEREKENINGEN .....</b>	<b>8</b>
4.1	RESULTATEN .....	8
4.1.1	220 kV zeekabel ligging zee .....	8
4.1.2	220kV zeekabel ligging op het strand .....	10
4.1.3	220 kV kabel ligging op het strand op de moflocatie (zee- en landkabel) .....	11
4.1.4	220 kV landkabel ligging in platvlak .....	12
4.1.5	220 kV Zeekabel HDD .....	13
4.1.6	220 kV Landkabel HDD Duinboring .....	15
4.1.7	220 kV Landkabel HDD .....	16
<b>5</b>	<b>CONCLUSIE .....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>BIJLAGEN .....</b>	<b>18</b>



# 1 Inleiding

## 1.1 Project beschrijving

Voor het project Hollandse Kust West Beta (HKWb) heeft Energy Solutions van TenneT opdracht gekregen om de magneetveldcontour te berekenen van het 220 kV kabeltracé. Het onshore tracé start bij het 220/380 kV station in IJmuiden en eindigt op het strand waar de offshore verbinding naar het platform van HKWb gaat. Het tracé bestaat uit 2 kabelcircuits. In deze rapportage zijn de resultaten van de magneetveldberekeningen voor deze verbinding samengevat.

Het project HKWb is één van de offshore wind projecten die aangesloten zal worden op het nieuw te bouwen 220/380 kV transformatorstation in IJmuiden. In 2018 zijn er magneetveldberekeningen uitgevoerd voor de tracés van de andere verbindingen van Hollandse Kust West Alpha (HKWa) en Hollandse Kust Noord (HKN) welke op hetzelfde hoogspanningsstation worden aangesloten. Het tracé van HKWb heeft geen invloed op de magneetveldcontour van deze verbindingen. De kabels voor HKWb worden aangesloten op hetzelfde hoogspanningsstation als de verbindingen van HKWa en HKN. Hiervoor is een aparte rapportage opgesteld waarbij de magneetveldcontour van het complete transformatorstation is berekend.



## 2 Achtergrond en uitgangspunten

### 2.1 Magneetvelden en gezondheid

Magneetvelden kunnen het functioneren van het menselijk lichaam beïnvloeden. Boven een bepaalde waarde van de veldsterkte kunnen acute effecten optreden, zoals het 'zien' van lichtflitsen en onwillekeurige spiersamentrekkingen. In de buurt van de elektriciteitsvoorziening gaat het om in de tijd wisselende velden met een frequentie van 50 hertz (Hz). Voor de sterkte van het magneetveld heeft de Europese Unie bij 50 Hz een referentieniveau voor leden van de bevolking van 100 microtesla ( $\mu\text{T}$ ) aanbevolen\*. Beneden het referentieniveau veroorzaakt het magneetveld geen acute effecten.

Het is minder duidelijk wat de effecten van langdurige blootstelling aan lagere sterkte van het magneetveld zijn. Het onderzoek in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen wijst er op dat kinderen die dicht bij een dergelijke hoogspanningslijn wonen, waar het magneetveld sterker is dan verder verwijderd van de hoogspanningslijn, mogelijk extra risico op leukemie lopen. Het (mogelijk) verhoogde risico op kinderleukemie tekent zich af bij langdurige blootstelling aan magneetvelden sterker dan ergens tussen 0,2 en 0,5 microtesla ( $\mu\text{T}$ ).

### 2.2 Beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen

Op grond van deze gegevens en uitgaande van het voorzorgsbeginsel heeft het toenmalige ministerie van VROM in 2005 een beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen aan gemeenten, netbeheerders en provincies uitgebracht. In dat advies wordt aangeraden om zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te vermijden dat er nieuwe situaties ontstaan waarbij kinderen langdurig verblijven in het gebied rond bovengrondse hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger is dan 0,4 microtesla ( $\mu\text{T}$ ) (de magneetveldzone). Het beleidsadvies is in 2008 verduidelijkt en is in 2018 geëvalueerd. Deze evaluatie heeft op het moment nog niet geleid tot een verandering in het voorzorgsbeleid.

### 2.3 Zoneberekening

De manier waarop deze magneetveldzone kan worden berekend, is vastgelegd in de Handreiking van het RIVM.

Om een berekeningsmethode voor de in het beleidsadvies aangegeven magneetveldzone op te kunnen stellen, zijn enkele vereenvoudigingen van het hoogspanningsnet aangenomen. Vereenvoudigingen zijn onvermijdelijk omdat de volledige karakteristieken van de stroom niet altijd en overal in het hoogspanningsnet bekend zijn. Een eerste vereenvoudiging is dat er voor elk circuit met één stroom wordt gerekend. Deze rekenstroom is een schatting voor de maximale, jaargemiddelde stroom die nu of in de toekomst kan optreden. Een tweede vereenvoudiging is dat de stroom door de bliksemraden (en andere geleiders in de buurt van de hoogspanningsverbinding zoals buisleidingen, vangrails en silo's) niet in de berekening wordt meegenomen. Een derde vereenvoudiging is dat de specifieke magneetveldzone, waar mogelijk, wordt voorgesteld door rechte lijnen evenwijdig aan de hoogspanningsverbinding. Een gevolg van deze aannames is dat een berekening volgens deze Handreiking niet de werkelijke sterkte van het magneetveld op een bepaalde locatie op een bepaald tijdstip (zoals die met een momentane meting bepaald zou kunnen worden) weergeeft. Een berekening volgens de Handreiking legt een toekomstgerichte specifieke magneetveldzone vast die past binnen het beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen.

---

\* AANBEVELING VAN DE RAAD van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz — 300 GHz (1999/519/EG)



## 2.4 Disclaimer

Het hoogspanningslijnenbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen.

In deze rapportage zijn ook de magneetveldcontouren (in dit rapport: 0,4  $\mu\text{T}$  zones) berekend voor andere delen van het hoogspanningsnet. Bij die berekeningen is de notitie “Afspraken over de berekening van de “magneetveldzone” bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding” als leidraad gebruikt.

Het feit dat in deze rapportage 0,4  $\mu\text{T}$  zones en –contouren zijn berekend, betekent niet dat er binnen deze zones een verhoogd gezondheidsrisico te verwachten is. De 0,4  $\mu\text{T}$  zones geven aan binnen welke afstand van de hoogspanningsverbinding wordt aangeraden om te vermijden dat er nieuwe gevoelige bestemmingen worden gerealiseerd, mits de hoogspanningsverbinding uit een bovengrondse lijn zou bestaan.



## 3 Uitgangspunten bij de berekening

### 3.1 Uitgangspunten

Voor het berekenen van de magneetveldcontour zijn de volgende documenten als leidraad gebruikt:

- “*Handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen*”, G. Kelfkens, M.J.M. Pruppers, RIVM, versie 4.1, 26 oktober 2015;
- het document “*Afspraken over de rekenmethodiek voor de “magneetveldzone” bij ondergrondse kabels en hoogspanningstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding*”, 3 november 2011.

Daarnaast worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De magneetveldcontour is berekend op een hoogte van 1 meter boven het maaiveld of zeebodem en weergegeven ten opzichte van de hartlijn van de hoogspanningskabels.
- Bij de berekening wordt uitgegaan van symmetrische fasestromen.
- Voor het berekenen van de magneetveldcontour van de zee-kabels wordt geen rekening gehouden met de samengeslagen constructie en eventuele magnetische afscherming van staaldradermering. Indien hier wel rekening mee gehouden wordt, zal de berekende waarde aanzienlijk lager zijn. De in dit rapport berekende magneetveldcontour voor de zee-kabels kunnen daarom als conservatief beschouwd worden.
- Bij de ligging in open ontgraving ter hoogte van moflocaties wordt geen rekening gehouden met eventuele verbrede ligging en/of overlengte van de kabels.



### 3.2 Invoer gegevens en berekende situaties

Voor de berekeningen is als uitgangspunt gebruik gemaakt van de configuratie zoals die is verstrekt door TenneT. De gehanteerde uitgangspunten voor de berekeningen zijn in onderstaande tabellen weergegeven.

#### 3.2.1 220 kV Zeekabel

Tabel 1: Gegevens 220 kV verbinding HKWb zeekabel

Algemeen	
Naam totaal verbinding	220 kV Zeekabel HKWb
Onderzochte locaties	Open ontgraving
Kabeltype	1x3x1600mm <sup>2</sup> Cu
Aantal circuits	2
Aantal kabels per fase	1
Benaming circuits	A, B
Spanning	220 kV
Ontwerpstroom	1010 A
Langdurig gemiddelde belasting	60% (dit is het lange duur gemiddelde op basis van de wind)
Rekenstroom per circuit	606 A
Configuratie	<b>Ligging op de zeebodem</b>
Klokgetal	S R T
Afstand tussen de geleiders	106 mm
Liggingdiepte (zeebodem)	1 – 3 m
Configuratie	<b>Ligging strand</b>
Liggingdiepte	5 – 8 m
Afstand tussen de kabels	30 m
Configuratie	<b>Ligging boring zeekabel</b>
Type mantelbuis boring	HDPE 710 SDR 9
Aantal circuits per boring	1 circuit per boring
Intrede/uitreidehoek boring	16 ° / 16 °
Afstand tussen de boringen	30 m (strandzijde) 10 m (landzijde)



3.2.2 220 kV Land tracé

Tabel 2: Gegevens 220 kV verbinding HKWb landkabel

Algemeen	
<b>Naam totaal verbinding</b>	220 kV Land tracé HKWb
<b>Onderzochte locaties</b>	Open ontgraving, HDD A, B
<b>Kabeltype</b>	3x1x2500mm <sup>2</sup> Cu
<b>Aantal circuits</b>	2
<b>Aantal kabels per fase</b>	1
<b>Benaming circuits</b>	A, B
<b>Spanning</b>	220 kV
<b>Ontwerpstroom</b>	1010 A
<b>Langdurig gemiddelde belasting</b>	60% (dit is het lange duur gemiddelde op basis van de wind)
<b>Rekenstroom per circuit</b>	606 A
<b>Configuratie</b>	<b>Open ontgraving</b>
<b>Klokgetal</b>	R-S-T T-S-R
<b>Liggingdiepte (maaiveld)</b>	1,2 m & 5 m
<b>Hartafstand tussen de kabels</b>	0,75 m
<b>Hartafstand tussen de circuits</b>	10 m (land) 30 m (strand)
<b>Configuratie</b>	<b>Boring</b>
<b>Type mantelbuis boring</b>	2 x HDPE 250 SDR9
<b>Aantal circuits per boring</b>	1 circuit per boring
<b>Intrede/uittredehoek boring</b>	16 ° / 16 °
<b>Klokgetal</b>	R T S T S R
<b>Afstand tussen boringen</b>	30 m (strandzijde) 10 m (landzijde)



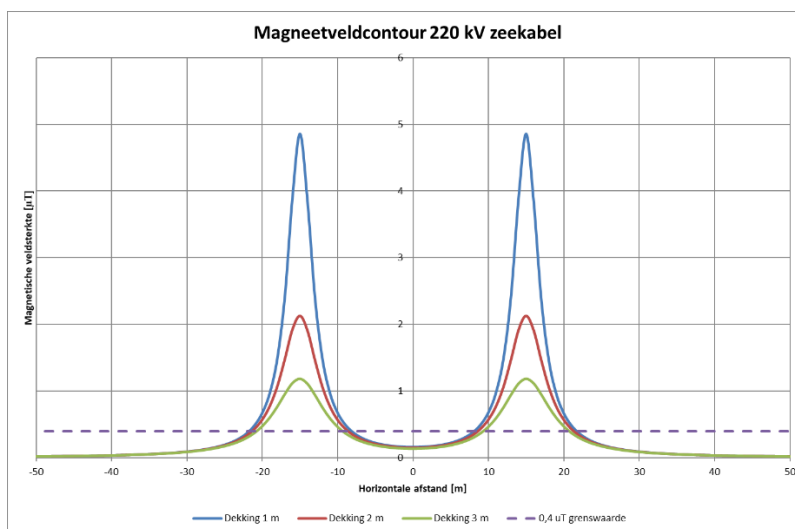
## 4 Resultaten berekeningen

### 4.1 Resultaten

De magneetveldcontour<sup>†</sup> is berekend op 1 meter boven het maaiveld, conform de gegeven uitgangspunten in hoofdstuk 3. In de onderstaande tabellen zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven. Conform de richtlijnen van het RIVM zijn deze waarden voor de zones afgerond op 5 meter. In bijlage 2 is de berekende magneetveldcontour ter hoogte van de in- en uittredepunten van de boringen weergegeven. Voor het uittredepunt aan de zijde van het transformatorstation is de magneetveldcontour van het uittredepunt berekend zonder het effect van het transformatorstation. De magneetveldberekeningen voor het transformatorstation zijn samengevat in een separate rapportage waarbij het effect van de boring is meegenomen.

#### 4.1.1 220 kV zeekabel ligging zee

In de onderstaande figuur is het resultaat van de berekening voor de 220 kV zeekabel weergegeven, In de figuur zijn de berekeningsresultaten bij een dekking van 1, 2 en 3 m. zichtbaar. De hartafstand tussen de circuits 30 m (nabij de kust). Verder op zee zullen de circuits uitwaaien naar een maximale onderlinge afstand van 200 m. De berekening is bij 30 m onderlinge circuit afstand uitgevoerd.



**Figuur 1: Magneetveldcontour 220 kV zeekabel in de zee**

Uit de grafiek blijkt dat de magneetveldcontour van beide kabels elkaar niet overlappen. In de tabel hieronder is de zone per kabel weergegeven.

**Tabel 3: Magneetveldzone 220 kV zeekabel per kabel**

Ligingsdiepte	Stroom [A]	0,4 µT contour Links	0,4 µT contour Rechts
1 m	606	5 m	5 m
2 m	606	5 m	5 m
3 m	606	5 m	5 m

<sup>†</sup> De magneetveldcontour is de afstand vanaf het hart van de verbinding(en) waar binnen de magnetische veldsterkte groter of gelijk is aan 0,4 µT.

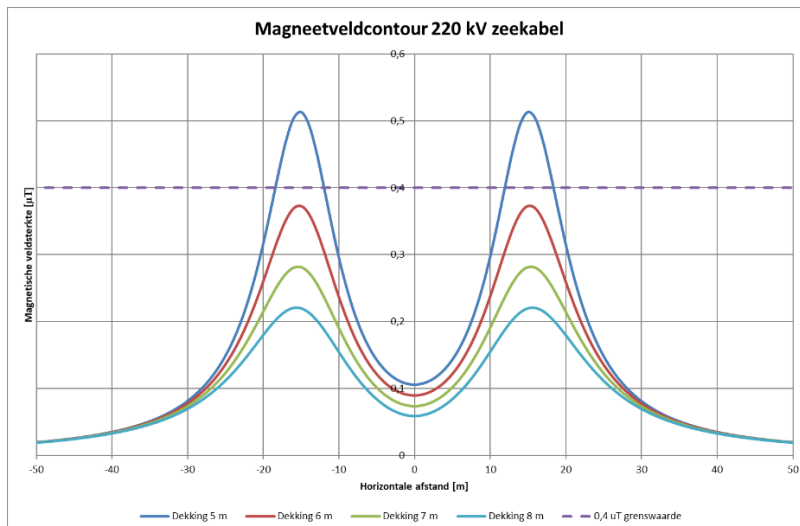


## Magneetveldberekeningen TenneT HKWb

In de praktijk zal de samengeslagen constructie van de zeekabel zorgen voor een aanzienlijk lagere waarde van de magnetische veldsterkte waardoor er mogelijk geen magneetveldcontour voor de zeekabel aanwezig is.

#### 4.1.2 220kV zeekabel ligging op het strand

In de onderstaande figuur is het resultaat van de berekening voor de 220 kV zeekabel op het strand weergegeven. De kabel zal op het strand met een grotere dekking geïnstalleerd worden. In de figuur zijn de berekeningsresultaten zichtbaar bij een ligging met een dekking van 5, 6, 7 en 8 m. Op het strand zal de hartafstand tussen de circuits 30 m bedragen.



**Figuur 2: Magneetveldcontour 220 kV zeekabel ligging strand**

Uit de grafiek blijkt dat de magneetveldcontour van beide kabels elkaar niet overlappen. In de tabel hieronder is de zone per kabel weergegeven.

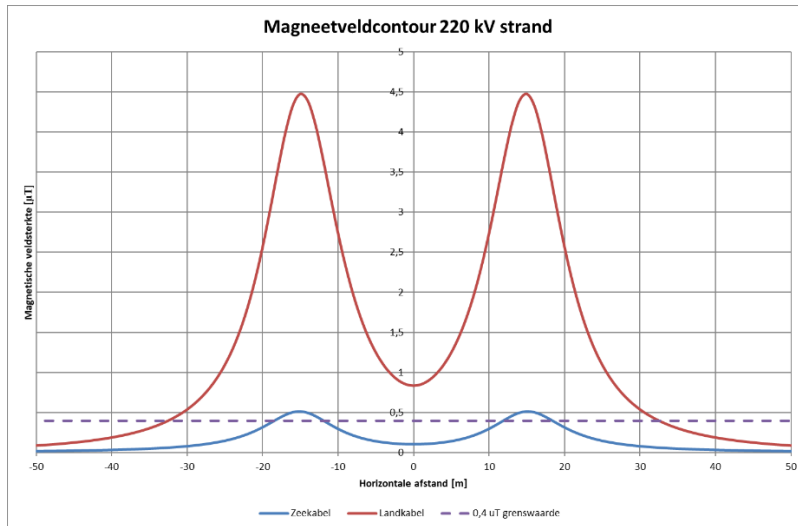
**Tabel 4: Magneetveldcontour 220 kV per zeekabel op het strand**

Liggingdiepte	Stroom [A]	0,4 µT contour Links	0,4 µT contour Rechts
<b>5m</b>	606	5 m	5 m
<b>6m</b>	606	0 m	0 m
<b>7m</b>	606	0 m	0 m
<b>8m</b>	606	0 m	0 m

Bij een liggingdiepte van 6 m is de maximale waarde van de magnetische veldsterkte lager dan 0,4 µT, waardoor er geen magneetveldcontour meer aanwezig is.

#### 4.1.3 220 kV kabel ligging op het strand op de moflocatie (zee- en landkabel)

Ter hoogte van de moflocatie van de overgangsmof tussen zee- en landkabels geldt de berekende situatie zoals aangegeven bij de uitgangspunten met een liggingdiepte van 5 m. Voor de landkabel is de situatie berekend en weergegeven in onderstaande grafiek.



**Figuur 3: Magneetveldcontour 220 kV zee- en landkabel bij de overgangsmof**

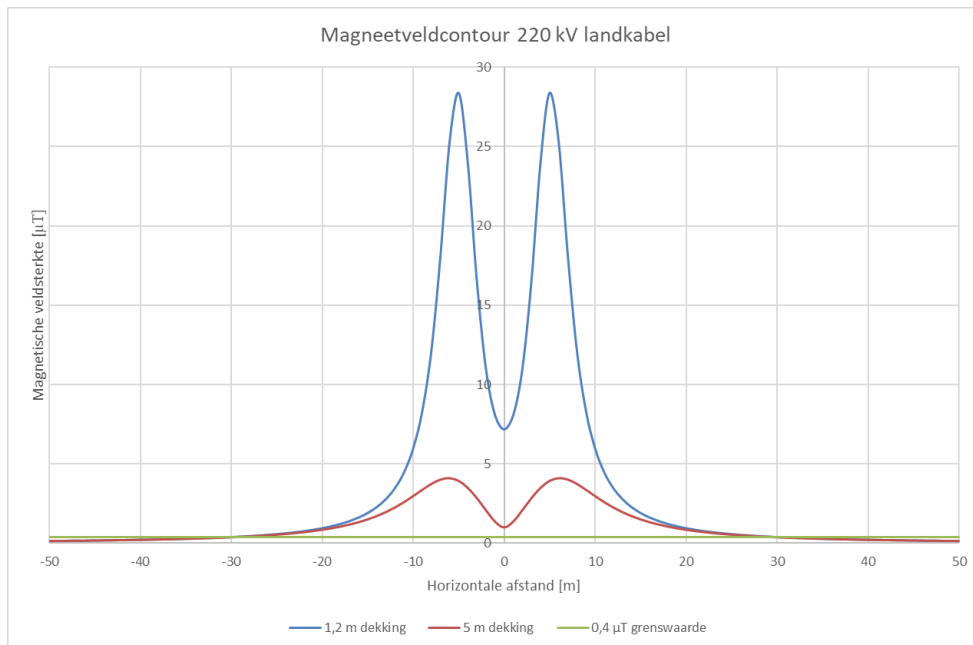
De breedte van de magneetveldcontour is in onderstaande tabel weergegeven. De breedte van de contour wordt bepaald door de landkabelzijde.

**Tabel 5: Magneetveldcontour 220 kV landkabel op het strand bij overgangsmof**

Liggingdiepte	Stroom [A]	0,4 µT contour Links	0,4 µT contour Rechts
<b>5m (zeekabel)</b>	606	5 m (per kabel)	5 m (per kabel)
<b>5m (landkabel)</b>	606	35 m	35 m

#### 4.1.4 220 kV landkabel ligging in platvlak

Op het strand zal er een overgangsmof tussen zee- en landkabel gemaakt worden. Vanaf deze mof zullen de 220 kV verbindingen bestaan uit landkabel. Voor deze situatie is de magneetveldcontour berekend bij een dekking van 5 m (strand) en 1,2 m (overige locaties in het tracé). De configuratie van de kabel is ligging in plat vlak met een hartafstand tussen de circuits van 10 m .



**Figuur 4: Magneetveldcontour 220 kV landkabel in plat vlak**

De breedte van de magneetveldcontour is in onderstaande tabel weergegeven.

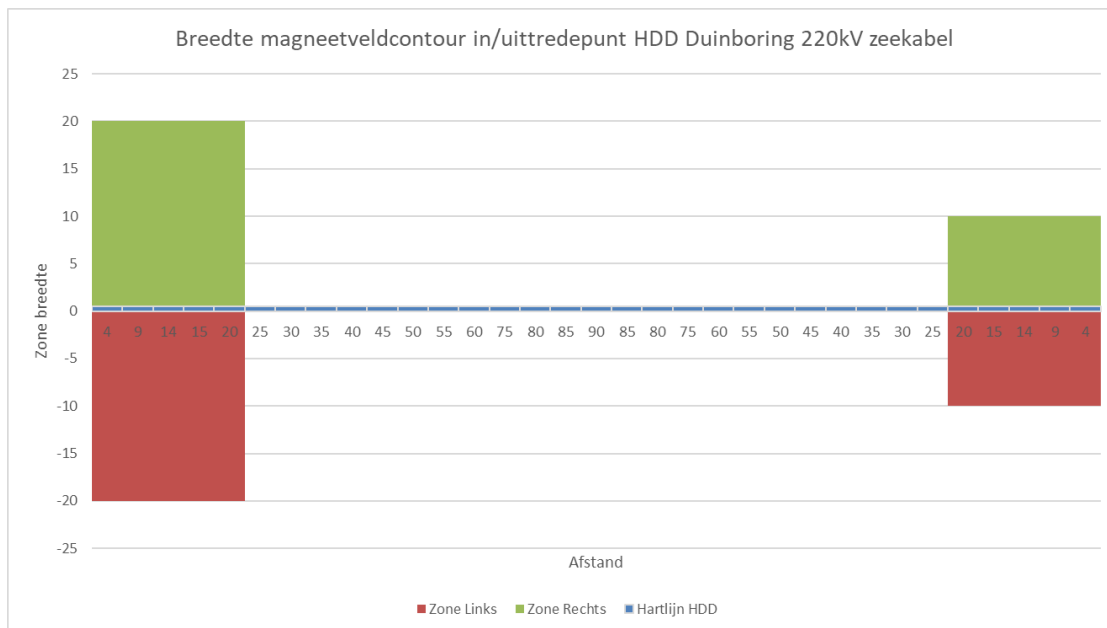
**Tabel 6: Magneetveldcontour 220kV landkabel in platvlak**

Ligingsdiepte	Stroom [A]	0,4 µT contour Links	0,4 µT contour Rechts
<b>1,2m</b>	606	30 m	30 m
<b>5m</b>	606	30 m	30 m

#### 4.1.5 220 kV Zeekabel HDD

Voor het realiseren van de duinkruising wordt een horizontaal gestuurde boring (HDD) gemaakt. Eén van de opties hiervoor is het installeren van de zeekabel in deze boringen en de moflocatie voor de aansluiting op de landkabel aan de oostzijde van de duin te maken. Aan de strandzijde zijn de boringen 30 m uit elkaar geplaatst en aan de landzijde 10 m.

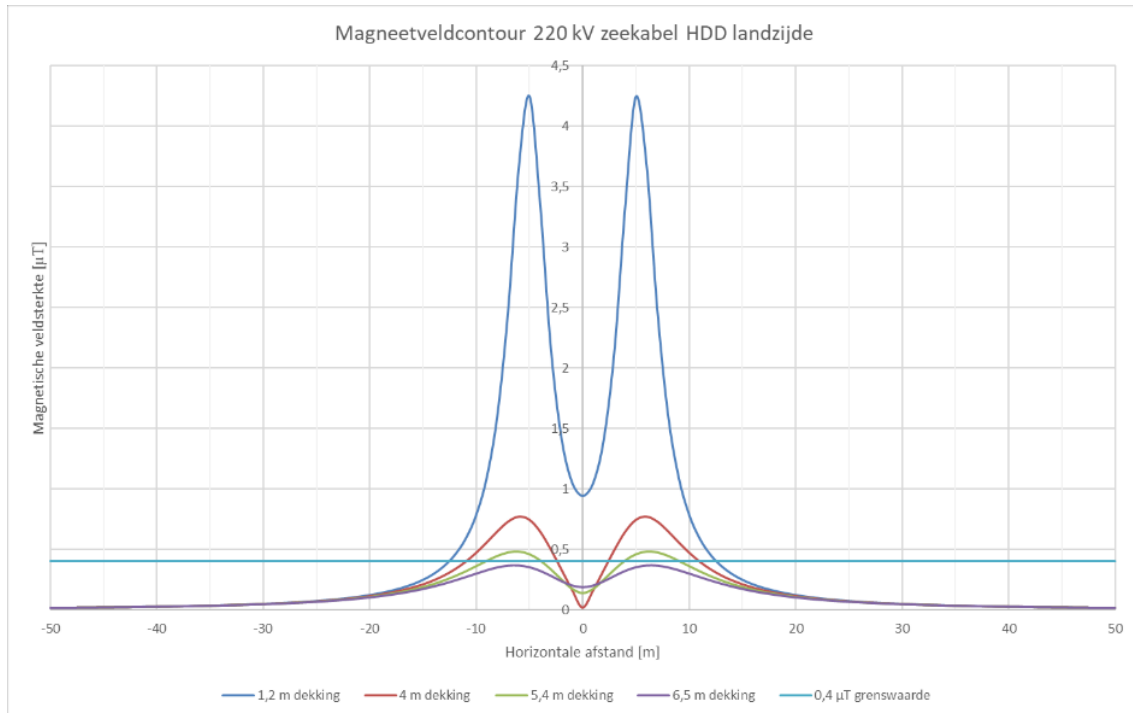
Een eigenschap van een HDD is dat het magneetveld lager wordt naarmate de dekking van de kabels toeneemt. Dit houdt in dat er alleen een magneetveld boven de 0,4  $\mu\text{T}$  aanwezig is bij de in- en uittredepunten van de boringen. Dit gebied is in de onderstaande grafiek weergegeven als functie van de lengte over het maaiveld. Voor de overige lengte van de boring is er geen magneetcontour boven de 0,4  $\mu\text{T}$  aanwezig en daarom niet ingetekend.



Figuur 5: Magneetveldcontour in/uittrede HDD 220 kV zeekabel

De breedte van de magneetveldcontour aan de strandzijde bedraagt 20 m aan beide zijden vanuit het hart van het tracé tussen de boringen en dempt vrij snel uit. Aan de landzijde bedraagt de breedte 10 m. De waarden zijn conform de afspraken afgerond op 5 m nauwkeurig.

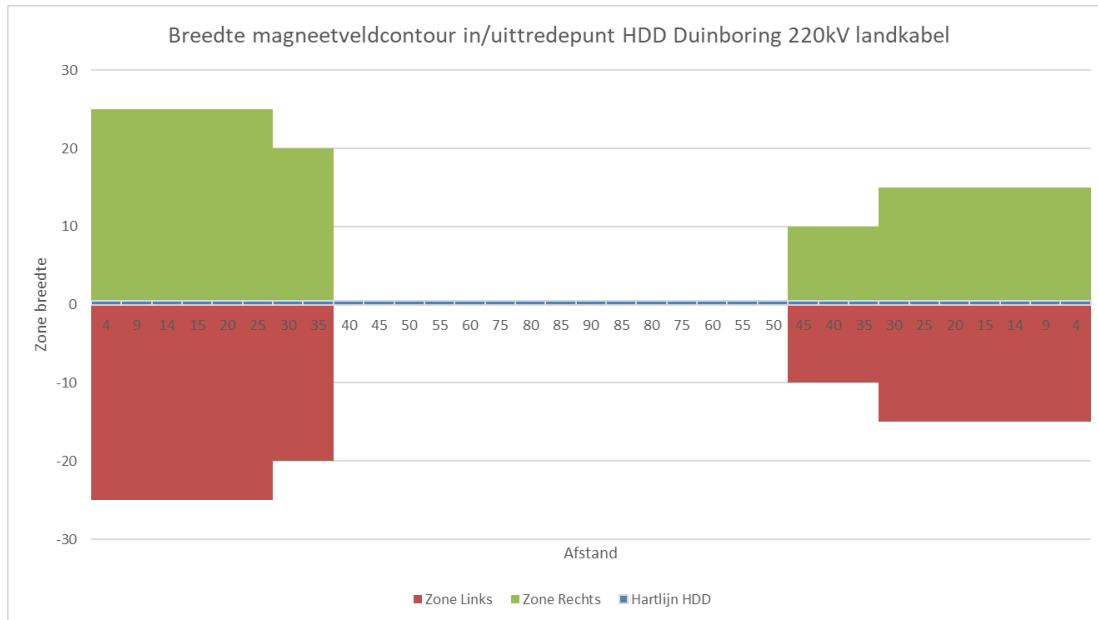
Om het effect van de snelle uitdemping te laten zien is in onderstaande figuur de magneetveldcontour voor verschillende diepten te zien.



**Figuur 6: Magneetveldcontour bij verschillende diepten HDD landzijde**

#### 4.1.6 220 kV Landkabel HDD Duinboring

De tweede optie voor het kruisen van de duinen is het maken van de moflocatie op het strand en het plaatsen van landkabel in de boring onder de duinen. In onderstaande afbeelding is de breedte van de magneetveldcontour weergegeven.



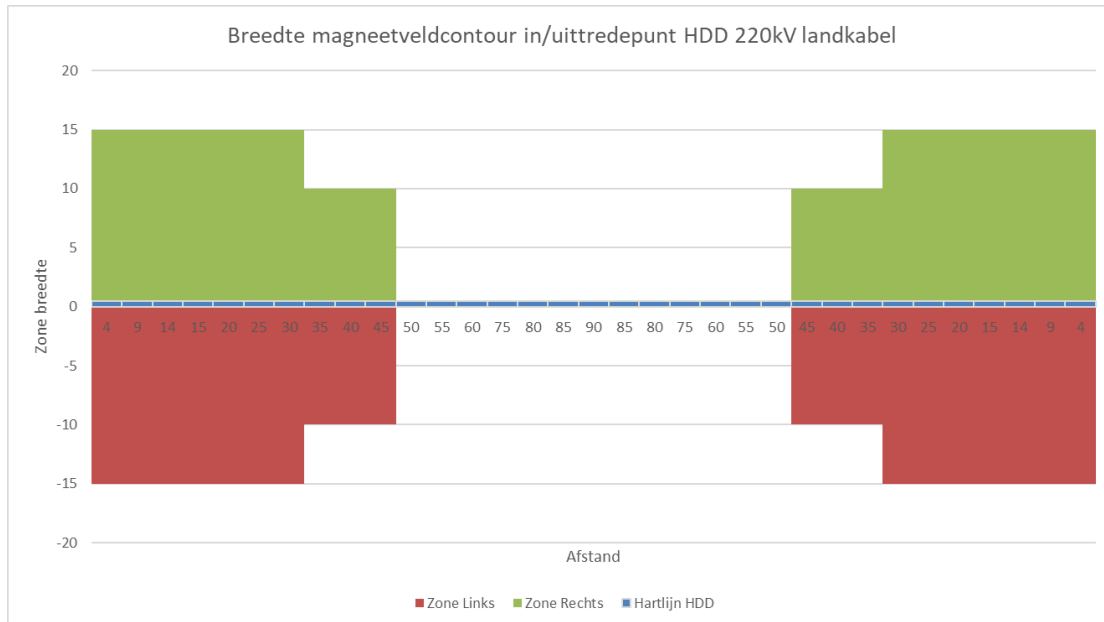
Figuur 7: Magneetveldcontour in/uittrede HDD 220 kV

De maximale breedte van de magneetveldcontour aan de strandzijde bedraagt 25 m aan beide zijden vanuit het hart van het tracé tussen de boringen en dempt vrij snel uit. Aan de landzijde bedraagt de breedte maximale breedte 15 m. De waarden zijn conform de afspraken afgerond op 5 m nauwkeurig.



#### 4.1.7 220 kV Landkabel HDD

De boring naar het landstation wordt uitgevoerd met landkabel. In onderstaande figuur is de breedte van de magneetveldcontour voor de in- en uittredepunten van deze boringen weergegeven.



**Figuur 8: Magneetveldcontour in/uittrede HDD 220 kV**

De breedte van de magneetveldcontour is in onderstaande tabel weergegeven.

**Tabel 7: Magneetveldcontour 220 kV landkabel HDD**

Liggingdiepte bovenste HDD	Afstand vanaf in/uittredepunt	Stroom [A]	0,4 $\mu$ T contour Links	0,4 $\mu$ T contour Rechts
1,2m	0	606	15 m	15 m
4,0m	14	606	15 m	15 m
5,4m	15	606	15 m	15 m
6,5m	20	606	15 m	15 m
7,4m	25	606	15 m	15 m
8,4m	30	606	10 m	10 m
9,2m	40	606	10 m	10 m
9,9m	45	606	10 m	10 m
11,1m	50	606	0 m	0 m
11,4m	55	606	0 m	0 m
12,0m	60	606	0 m	0 m

Uit de tabel blijkt dat wanneer de boring op een diepte van 11,1 m -mv bevindt er geen magneetveldcontour aanwezig is.



## 5 Conclusie

Omdat het grootste deel van het tracé door middel van horizontaal gestuurde boringen wordt gerealiseerd, is er maar op een beperkt aantal plaatsen een  $0,4 \mu\text{T}$  magneetveldcontour aanwezig. Deze bevindt zich op de plaatsen waar de kabel in open ontgraving is geïnstalleerd en bij de in- en uitredepunten van de boringen. Op hogere diepten verdwijnt de magneetveldcontour volledig. Binnen de aanwezige magneetveldcontouren zijn geen gevoelige bestemmingen aanwezig.



## 6 Bijlagen

Bijlage 1: Gegevens

Bijlage 2: Kaart met magneetveldcontour in-uitredepunten boringen

Bijlage 3: Overzichtskaat tracé en transformatorstation



## Bijlage 1

# Gegevens hoogspanningsverbinding



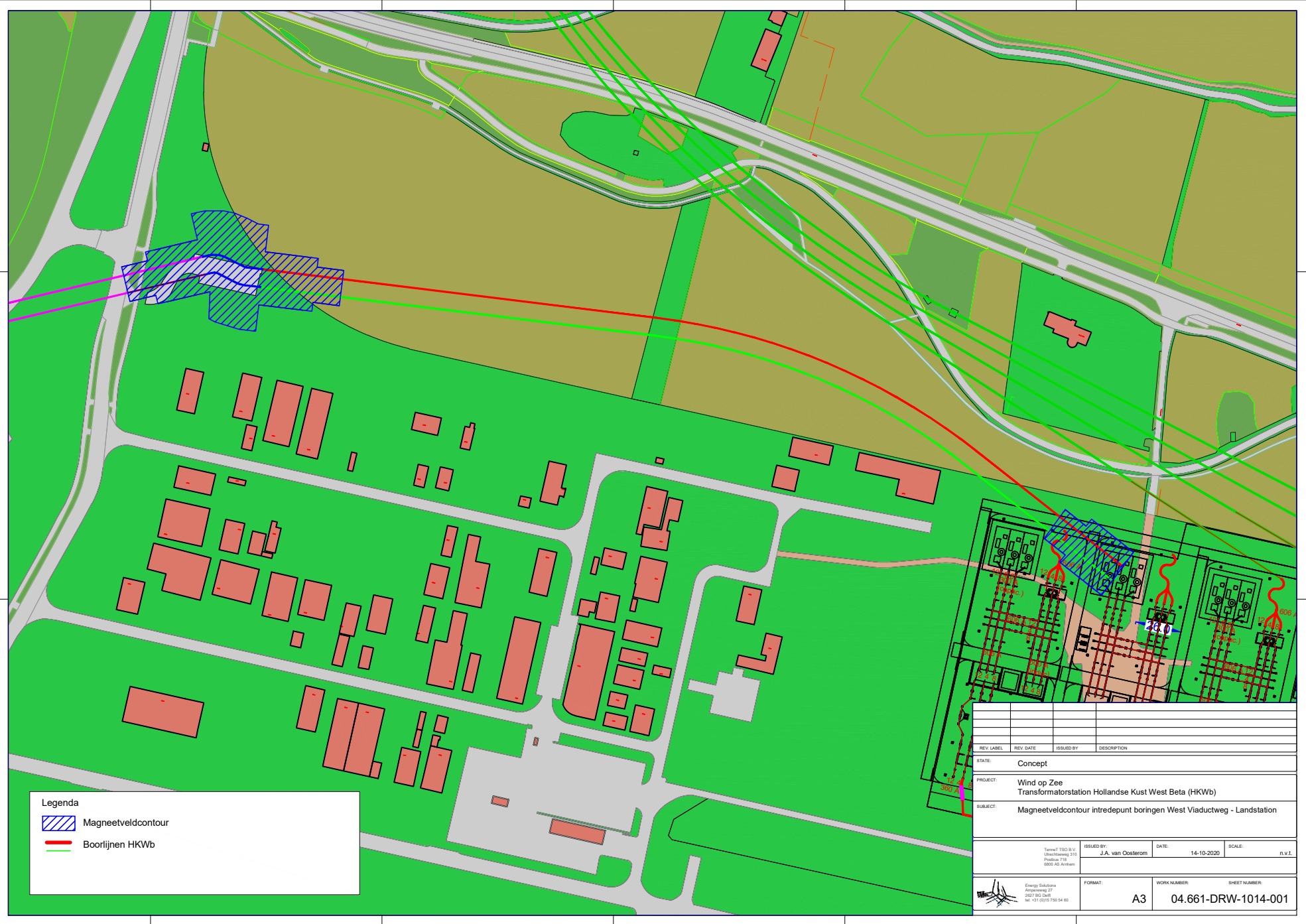
## Ontvangen gegevens van TenneT:

- Phase to phase voltage  $U_{nom}$  : 220 kV
- Nominal frequency : 50 Hz
- Total installed power (MW) : 700 MW
- Power with overplanting : 760 MW
- Overplanting : 8 %
- Design power : Normal condition: 350 MW for each cable circuit  
Overplanting condition: 380 MW per cable circuit
- Design current : 1.000 A for each cable circuit
- Long term average current (load factor) : 600 A (60 % of design current)
- Maximum current at worst case conditions : 1.100A for each cable circuit
- Number of circuits : 2
- 3-phase short-circuit current : 10 kA for 100 ms
- 1-phase short-circuit current : 10 kA for 100 ms



## Bijlage 2

# Kaart met magneetveldcontour In-uittredepunten boringen



**Legenda**

- Magneetveldcontour
- Boorlijnen HKWb

REV. LABEL	REV. DATE	ISSUED BY	DESCRIPTION
STATE: Concept			
PROJECT: Wind op Zee Transformatorstation Hollandse Kust West Beta (HKWb)			
SUBJECT: Magneetveldcontour intredepunt boringen West Viaductweg - Landstation			
Ternut TSO B.V. Utrechtseweg 310 Postbus 718 8800 AZ Arnhem		ISSUED BY: J.A. van Oosterom	DATE: 14-10-2020 SCALE: n.v.t.
Energy Solutions Groeneweg 27 3027 HJ Dordrecht tel: +31 (0)78 750 54 60		FORMAT: A3	WORK NUMBER: 04.661-DRW-1014-001







## Bijlage 3

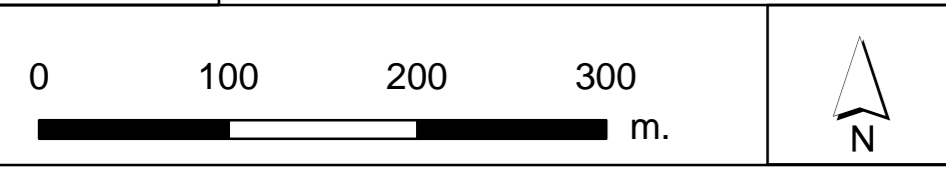
# Overzichtskaart tracé en transformatorstation



- Legenda**
- Tracé VKA 3.0
  - In- of uitredepunt boring
  - Zakelijk rechtstrook VKA 3.0
  - Grens inpassingsplan
  - Tracé HKN/HKWA
  - Locatie transformatorstation HKwB
  - Transformatorstation HKN/HKwA
  - Werkterrein



Versie	VKA 3.0	Datum	5-1-2021
Schaal	1:4.000	Formaat	A0
Kenmerk	A:\p_0ffshore\hkn\w\producten\gsm\olp\kva_tracés\mvd\220120\hknw_3\3_0_onshore_A0.mxd		



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

## **Bijlage 8      Archeologie**





RAAP-RAPPORT 3440

## Plangebied

# Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) - Voorkeursalternatief

Gemeente Beverwijk, Heemskerk en Velsen

Archeologisch vooronderzoek: inventariserend veldonderzoek  
(IVO-O, verkennend en deels karterend booronderzoek)

Archeologie | Cultuurhistorie | Erfgoed

## Colofon

**Titel:** Plangebied Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) - Voorkeursalternatief, gemeente Beverwijk, Heemskerk en Velsen; archeologisch vooronderzoek: inventariserend veldonderzoek (IVO-O, verkennend en deels karterend booronderzoek)

**Versie:** 30-08-2018

**Auteur:** drs. C.F.H. Coppens

**Projectcode:** WZWM

**Bestandsnaam:** RAAPrap\_3440\_WZWM\_20180830

**ISSN:** 0925-6229

RAAP

Leeuwendseweg 5b

1382 LV Weesp

Postbus 5069

1380 GB Weesp

Telefoon: 0294-491 500

E-mail: [raap@raap.nl](mailto:raap@raap.nl)

Website: [www.raap.nl](http://www.raap.nl)

© RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., 2018

RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V. aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

# Inhoud

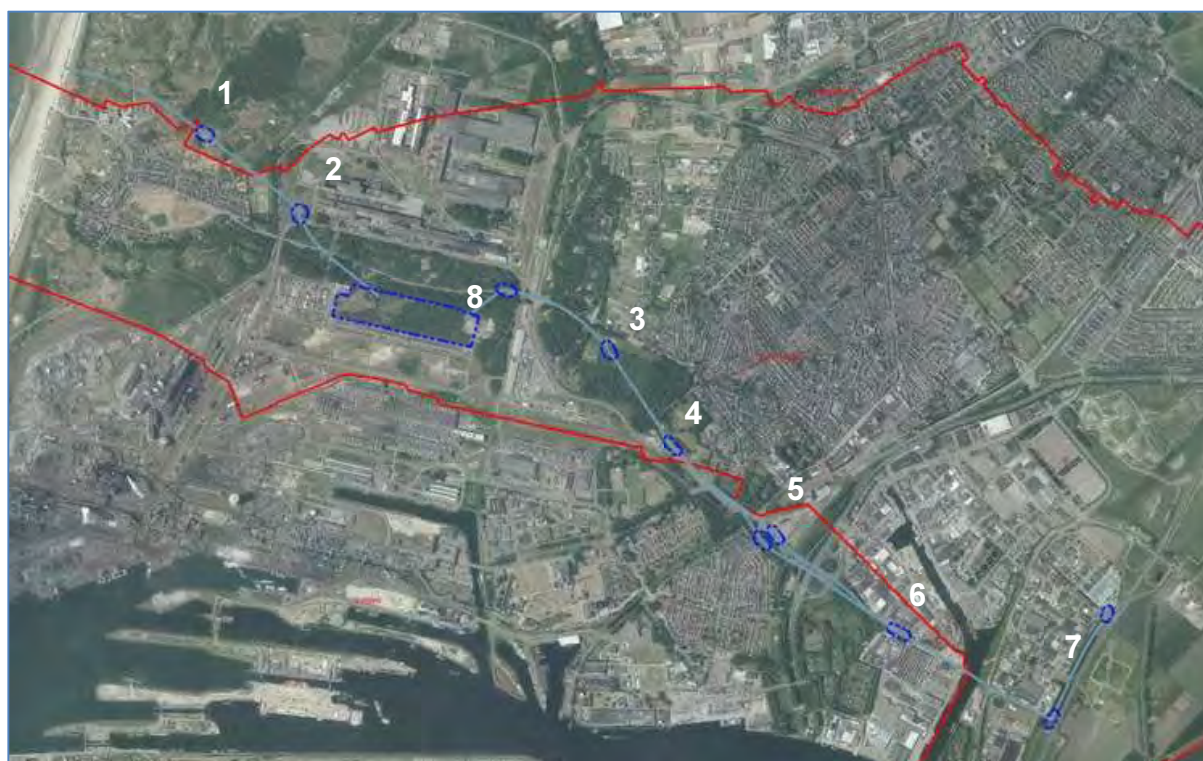
Inhoud.....	3
1 Inleiding .....	4
1.1 Kader .....	4
1.2 Administratieve gegevens.....	6
1.3 Omschrijving van het plangebied .....	6
1.4 Doel- en vraagstelling .....	12
1.5 Voorafgaand onderzoek .....	13
2 Methode veldonderzoek.....	15
2.1 Methode .....	15
3 Resultaten .....	19
3.1 Veldwaarnemingen.....	19
3.2 Geologie en bodem.....	20
4 Conclusies en advies .....	29
4.1 Beantwoording van de onderzoeksvragen .....	29
4.2 Conclusie .....	36
4.3 Advies .....	37
Literatuur .....	39
Overzicht van figuren, tabellen en bijlagen.....	40

# 1 Inleiding

## 1.1 Kader

### *Aanleiding*

In opdracht van Arcadis, namens TenneT, heeft RAAP in de periode van mei tot en met juli 2018 in meerdere fases, een archeologisch vooronderzoek, in de vorm van een Inventariserend Veldonderzoek (IVO-O), verkennende en deels karterende fase uitgevoerd in het Plangebied Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) - Voorkeursalternatief, in de gemeente Beverwijk, Heemskerk en Velsen. Het veldonderzoek is uitgevoerd, door middel van handmatige boringen, binnen de grenzen van het plangebied gedefinieerd door Voorkeursalternatief (tracé 3, versie 3, 05-06-2018) waarvoor een archeologische verwachting gold op basis van het bureauonderzoek (Van der Heijden, 2018).



*Figuur 1. Aanduiding plangebied. De rode lijnen geven de gemeentegrenzen weer.*

### *Beleidskader*

Het uitgangspunt voor dit onderzoek wordt gevormd door het wettelijk en beleidsmatig kader voor de ruimtelijke ordening en monumentenzorg. De gemeenten zijn de bevoegde overheid die een besluit zullen nemen over hoe om te gaan met de eventueel aanwezige archeologische waarden.

Uitgangspunt voor dit onderzoek is het proces van de Archeologische Monumentenzorg (AMZ), zoals beschreven in de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie. Dit proces bestaat uit meerdere fasen (zie bijlage: Archeologische Monumentenzorg). De eerste fase is het archeologisch vooronderzoek. Daarbij gaat het erom vast te stellen of archeologische waarden in een gebied aanwezig zijn en zo ja, wat de



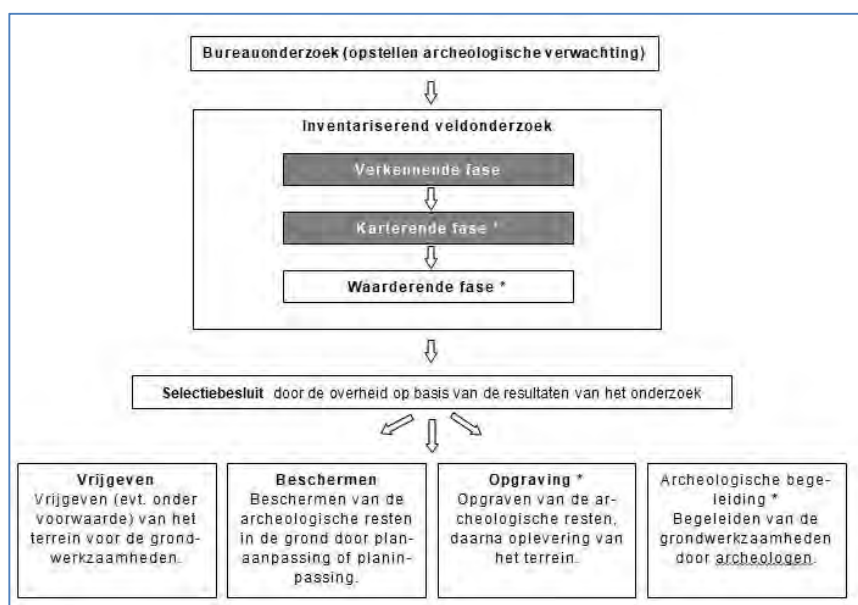
kwaliteit daarvan is. Het archeologisch vooronderzoek valt uiteen in een bureauonderzoek en een inventariserend veldonderzoek.

In 2018 is door Arcadis een bureauonderzoek opgesteld (Van der Heijden, 2018) waarin voor het plangebied een archeologische verwachting is gespecificeerd (zie § 1.5).

In de voorliggende rapportage zullen de verkennende en deels karterende fase van het inventariserend veldonderzoek worden beschreven.

### Archeologische Monumentenzorg

Zoals het onderstaande schema duidelijk maakt, kan het archeologisch onderzoek uit verschillende fasen bestaan. Om inhoudelijke, prijs- en planningstechnische redenen wordt er soms - indien mogelijk - voor gekozen om bepaalde fasen samen uit te voeren. Bovendien kan, indien reeds voldoende informatie voorhanden is, in sommige gevallen een fase worden overgeslagen. Indien na een bepaalde stap blijkt dat geen nader vervolgonderzoek nodig is, wordt het archeologisch onderzoek afgesloten.



Figuur 2. AMZ-proces.

### Kwaliteitsborging

De werkzaamheden zijn uitgevoerd onder certificaat BRL4000, conform artikel 5.4 van de Erfgoedwet. Het onderzoek is uitgevoerd volgens de normen van de archeologische beroepsgroep. De Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA, versie 4.1), beheerd door de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB; [www.sikb.nl](http://www.sikb.nl)), is door de minister aangewezen als norm. Voorafgaand aan het onderzoek is een Plan van Aanpak (PvA; Coppens, 2018) opgesteld en door Arcadis aangeboden aan de bevoegde overheden. Dit PvA diende als uitgangspunt voor het onderzoek.

RAAP is gecertificeerd voor de protocollen 4001 Programma van Eisen, 4002 Bureauonderzoek, 4003 Inventariserend veldonderzoek (landbodems), onderdelen proefsleuven en overig, 4004 Opgraven (landbodems) en 4006 Specialistisch onderzoek.

Zie bijlage 1 voor de dateringen van de in dit rapport genoemde archeologische perioden.

## 1.2 Administratieve gegevens

Type onderzoek	Inventariserend veldonderzoek (IVO-O, verkennend en deels karterend booronderzoek)
Opdrachtgever	Arcadis B.V.
Bevoegde overheid	Gemeente Beverwijk, Heemskerk en Velsen
Provincie	Noord-Holland
Centrumcoördinaten (X/Y)	102.760 / 500.190
Oppervlakte plangebied	Circa 16,5 ha
Afbakening plangebied	Het veldonderzoek is uitgevoerd binnen de toegankelijke delen binnen de grenzen van het plangebied.
Onderzoeksperiode	Mei - juli 2018
Uitvoerder	RAAP West
Projectleider	drs. C.F.H. Coppens
Projectmedewerkers	drs. K.L.B. Bosma, N.L.A. Conradi MA, drs. J.H.F. Leu- vering, F.J. van der Wal & J.A. Wolzak MA
RAAP-projectcode	WZWM
ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer	4607437100
Beheer en plaats documentatie	RAAP regio West te Leiden

Tabel 1. Administratieve gegevens.

## 1.3 Omschrijving van het plangebied

### Ligging

Het aanlandingspunt voor de kabels ligt op het strand boven Wijk aan Zee in de gemeente Heemskerk. Vanaf het aanlandingspunt gaat het tracé op land met een boring onder de duinen naar het parkeerterrein Meeuweweg voor het Noord-Hollands Duinreservaat (een in- en/of uittredepunt). Daarna gaat het verder onder duinen en sporen door naar het terrein van Tata Steel (een in- en/of een uittredepunt). Hier buigt het met een boring in zuidoostelijke richting onder de Zeestraat naar de locatie van het transformatorstation (een in- en/of een uittredepunt) op het terrein van Tata Steel. Vanaf deze locatie wordt onder de Zeestraat doorgeboord (een in- en/of een uittredepunt), daarna vervolgt het tracé zich met een boring onder de Binnenduinrandweg naar een locatie ter hoogte van park Nieuw Westerhout (een in- en/of een uittredepunt) en vervolgens met een boring naar een grasveld naast de N197 aan de rand van het Vondelkwartier (een in- en/of een uittredepunt). Via de Velsersweg naar het in- en/of uittredepunt op bedrijventerrein de Pijp bij de Leeghwaterweg. Vervolgens loopt het tracé onder Zijkanaal A richting de A9 daarna parallel aan de A9 richting station Beverwijk naar de noord-westzijde van het station.

### Voorgenomen bodemingrepen

Het grootste deel van het kabeltracé wordt gerealiseerd door middel van ondergrondse boringen (deze trajecten vallen buiten de scope van dit onderzoek). De geboorde leidingen worden echter op meerdere plaatsen gekoppeld ter hoogte van in- en uittredepunten, met de tussenliggende ruimtes om de kabels aan elkaar te verbinden. Deze werkterreinen zijn per punt maximaal 600 m<sup>2</sup> groot; de graafwerkzaamheden reiken tot maximaal circa 2,5 m -Mv.

Het terrein voor het 220/380 kV-transformatorstation heeft een maximale oppervlakte van 15,8 hectare. Naar verwachting is circa 11,5 hectare nodig. De werkzaamheden (fundering e.d.) van het station zullen (behoudens de palen) niet dieper reiken dan 2,5 meter.

Het plangebied is verdeeld over 8 deelgebieden (zie figuur 1) en betreft 8 locaties van in- of uittredepunten en een locatie voor het transformatorstation (op het terrein van 15,8 ha). Een deelgebied (3 Park Westerhout) is niet onderzocht vanwege het ontbreken van betredingstoestemming. Deelgebied 5 is in zijn geheel onderzocht; door een tracéwijziging gedurende de uitvoer van het veldonderzoek, is het zuidelijk deel komen te vervallen. Dit geldt ook voor deelgebied 8 Zeestraat; na optimalisering van het Voorkeursalternatief is deze locatie vervallen.

Deelgebied	Toponiem	Centrum-coördinaten	# booringen	boornummers	Fase IVO-O	OCE
1	Parkeerplaats	101.569/501.272	5	1-5	karterend	ja
2	Blokwalsdrieweg	102.131/500.799	6	6-11	karterend	nee
3	Park Westerhout	103.965/499.994	0	-	karterend	ja
4	Holland op zijn smalst	104.341/499.425	5	103-107	karterend	ja
5	Velsertraverse	104.869/498.866	10	108-117	karterend	nee
6	Leeghwaterweg	105.681/498.322	5	118-122	karterend	nee
7	A9	106.581/497.808	8	123-130	karterend	nee
8	Station Tata Steel	102.760/500.194	145	V:12-31, 35, 37-39, 41, 54-60, 65-71, 85-97  V/K: 1034-1036, 1067-1072, 1100-1106, 1133-1139, 1141-1148, 1166-1172, 1174-1180, 1199-1205, 1207-1214, 1232-1236, 1239-1244, 1263-1265, 1269-1275, 1290-1302	verkennend /karterend	ja
8	Zeestraat	103.357/500.345	4	94-97	karterend	nee

Tabel 2. Overzicht deelgebieden.

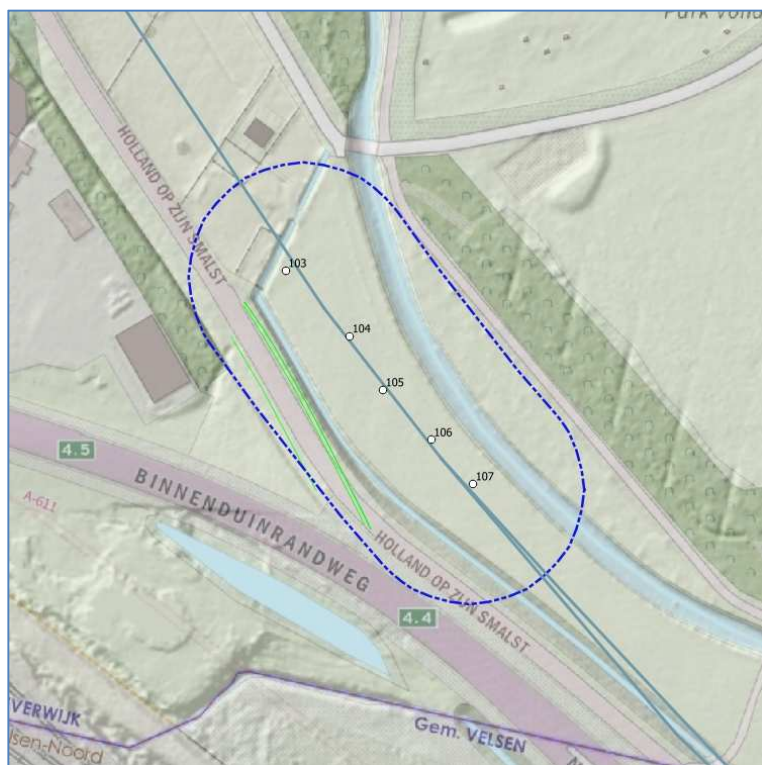
De kolom OCE betekent dat het archeologisch veldonderzoek wordt uitgevoerd onder begeleiding van een OCE bedrijf dat de boorlocaties vrijgeeft.



Figuur 3. Deelgebied 1 Parkeerplaats IVO-O, karterende fase.



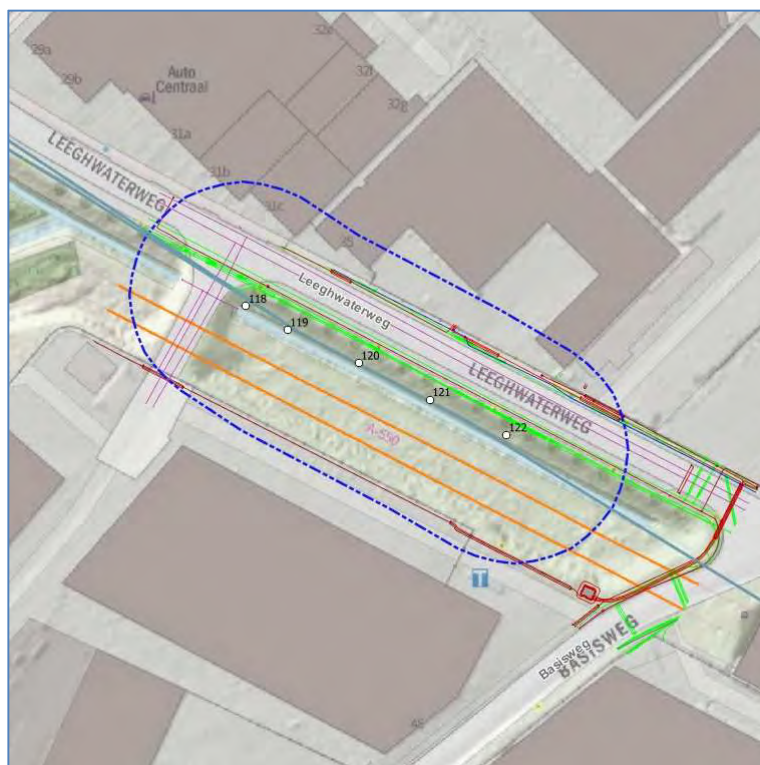
Figuur 4. Deelgebied 2 Blokwalddrijeweg IVO-O, karterende fase..



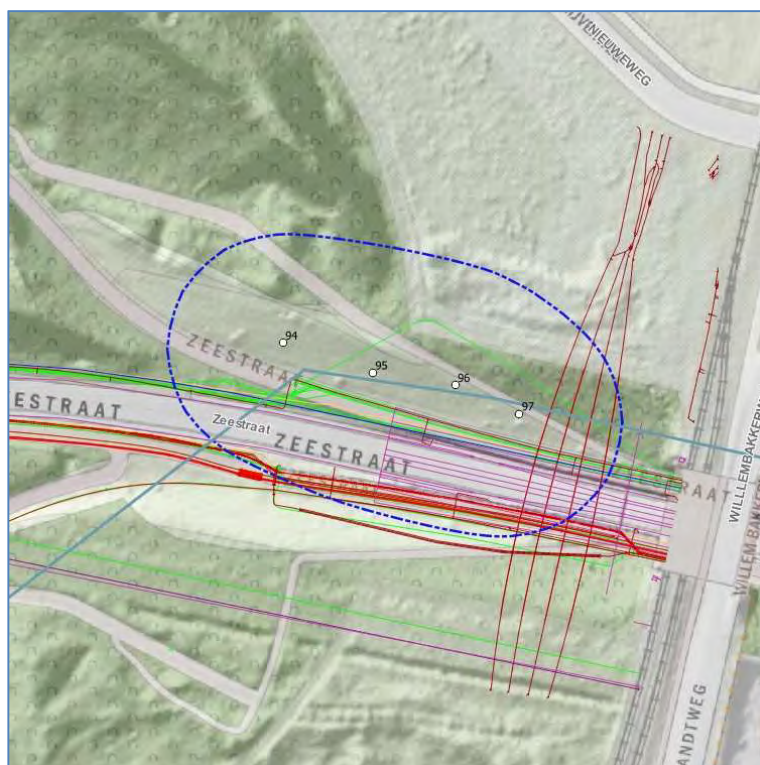
Figuur 5. Deelgebied 4 Holland op zijn smalst IVO-O, karterende fase.



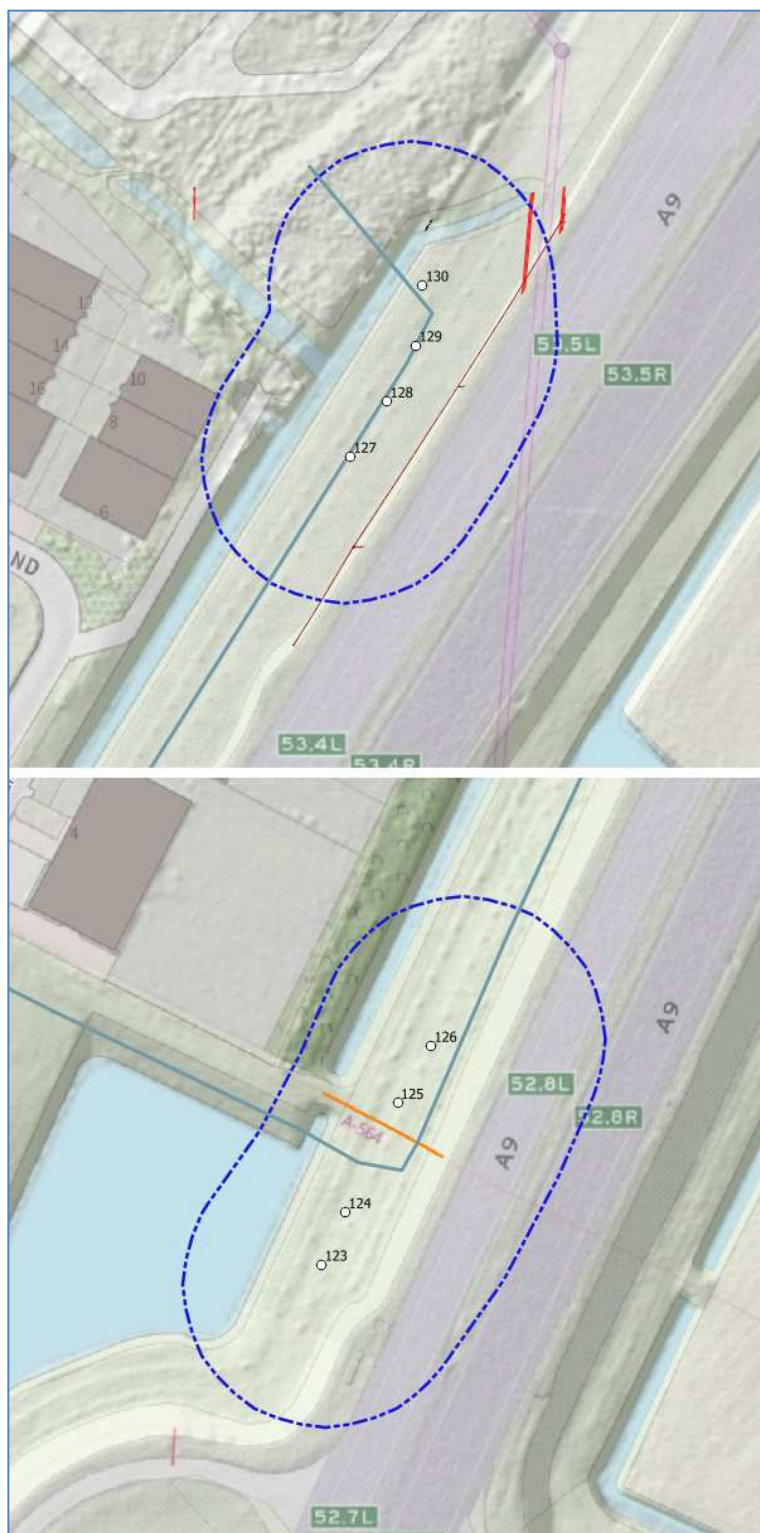
Figuur 6. Deelgebied 5 Velsertaverse IVO-O, karterende fase.



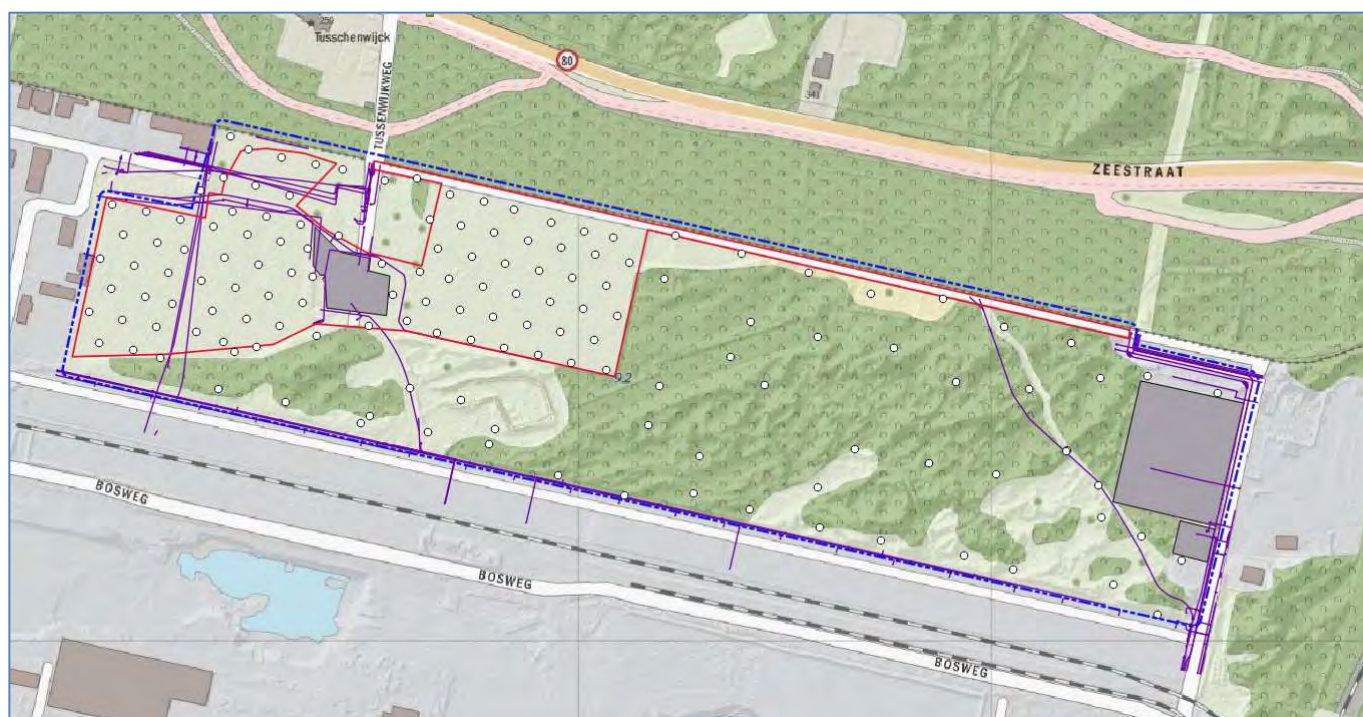
Figuur 7. Deelgebied 6 Leeghwaterweg IVO-O, karterende fase.



Figuur 8. Deelgebied 8 'Zeestraat' IVO-O, karterende fase.



Figuur 9. Deelgebied 7 A9 IVO-O, karterende fase.



*Figuur 10. Deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel), IVO-O, verkennende en deels karterende fase. Paarse lijnen: KLIC; grijze vlakken: ontoegankelijk; rode lijn: karterende fase.*

## 1.4 Doel- en vraagstelling

Het doel van het archeologisch vooronderzoek in de vorm van een handmatig booronderzoek (IVO-O, verkennende fase) in het algemeen, is het toetsen en aanvullen van de in het bureauonderzoek opgestelde verwachting in het plangebied en om vast te stellen of er archeologisch relevante geomorfologische lagen binnen de grenzen van het plangebied aanwezig zijn of kunnen zijn.

De karterende fase ter plaatse van de in- en uitredepunten in deelgebieden 1-7 en 8 'Zeestraat' en ter hoogte van de te asfalteren zone (circa 4,4 ha) in het westelijk deel van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel), heeft tot doel het daadwerkelijk opsporen van archeologisch vindplaatsen.

Door middel van het karterend booronderzoek ter hoogte van de in- en uitredepunten kunnen doorgaans alleen nederzettingsterreinen met een omvang van 150 m<sup>2</sup> én groter en een matige tot hoge vondstdichtheid van vuursteen en/of nederzettingsterreinen met een vondstlaag in kaart worden gebracht. Nederzettingsterreinen met een kleinere omvang, zonder vondstlaag, vondstarme nederzettingsterreinen, en/of zeer lokale archeologische resten, zoals graven, greppels, rituele deposities, etc. zijn niet structureel op te sporen door middel van een booronderzoek.



### **1.4.1 Onderzoeksvragen**

#### **Landschap**

1. Hoe ziet de geo(morfo)logische opbouw van het plangebied eruit? Meer specifiek: welke lithogenetische eenheden kunnen worden onderscheiden en welke lithologische kenmerken (i.e. textuur, korrelgrootte, sortering, afronding, kleur) hebben deze eenheden?
2. Wat is de aard (kleur, textuur, samenstelling, classificatie), diepteligging (in m -Mv en m +NAP), verspreiding en genese van de aangetroffen natuurlijke/antropogene lagen?
3. Indien er geen archeologische relevante lagen worden aangetroffen, welke redenen zijn er voor de afwezigheid ervan?
4. Wat is de aard (ontstaanswijze), dikte, verspreiding en omvang van eventueel voorkomende afdekkende lagen en de (geschatte) ouderdom daarvan (bijv. stuifzandlaag, ophogingslaag etc.)?
5. Welke informatie over de (historische) waterhuishouding (oxidatie, oxidatie-reductie en reductiezone) kan worden afgeleid uit de boringen? Wat zegt dit over de conserveringspotentie van eventuele aanwezige archeologische resten?
6. Wat is de bodemkundige en landschappelijke genese van het plangebied?

#### **Bodemverstoring**

7. Wat is de aard, verspreiding en diepte van (recente) bodemverstoringen, bijvoorbeeld als gevolg van de huidige (weg)inrichting, kabels en leidingen, bebouwing etc.?
8. Is er sprake van egalisatie, ophoging en/of afgraving?

#### **Archeologische verwachting**

9. Hoe verhouden deze (1-8) zich tot de voorgenomen werkzaamheden?
10. Dient op basis van de resultaten van het veldonderzoek de gespecificeerde archeologische verwachting bijgesteld te worden?
11. Is op basis van deze archeologische verwachting (10) in relatie tot de voorgenomen ingreep archeologisch vervolgonderzoek aan de orde in (delen van) het plangebied?

#### **Vindplaatsen**

12. Zijn er archeologische artefacten en/of indicatoren aangetroffen? En zo ja, wat is de aard, datering, diepteligging en locatie ervan en in welke afzettingen zijn deze aangetroffen?

#### **Advies**

13. Welke methoden zouden bij het archeologisch vervolgonderzoek ingezet kunnen worden? En kan dit middels een directe doorstart naar de karterende fase (handmatig booronderzoek) worden uitgevoerd?
14. Is er een 'prioriteit' in mogelijk vervolgonderzoek aan te brengen? Met andere woorden: kan of is het wenselijk om een fasering aan te brengen in eventueel vervolgonderzoek?
15. Op welke manier dient bij graafwerkzaamheden met archeologische waarden te worden omgegaan?

## **1.5 Voorafgaand onderzoek**

In een eerder stadium is een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd door Arcadis (Van der Heijden, 2018) naar de aanwezigheid en kwaliteit van archeologische waarden in het plangebied.

Op basis van de resultaten en bevindingen uit het bureauonderzoek en de geplande bodemverstoringende ingrepen, zijn de locaties bepaald waar aanvullend archeologisch onderzoek nodig is. Hieronder wor-

den de landschappelijke context en de gespecificeerde archeologische verwachting uit het bureauonderzoek samengevat.

### **Strandwallenlandschap**

Het strandwallenlandschap van Noord-Holland kent een hoge archeologische verwachting. Vanwege de hoge en daardoor droge ligging zijn het altijd aantrekkelijke bewoningslocaties geweest. Omdat gedurende het Holoceen de strandwallen aan erosie onderhevig waren, kan er geen eenduidige archeologische periode aan worden toegekend. Binnen het tracé komen geen oudere vindplaatsen voor dan Laat Neolithicum/Bronstijd. Tussen Egmond en bij Beverwijk komen binnen het tracé deze oudste strandwallen voor (Neolithicum). Oudere strandwallen zijn grotendeels geërodeerd door het Oer-IJ.

Resten uit het Neolithicum zijn afkomstig van jager-verzamelaars. Ze woonden veelal slechts gedurende korte periode (seizoensgebonden) in (jacht)kampen. Van deze kampen resteren tegenwoordig nog grondsporen zoals haardkuilen en vondsten in de vorm van houtskool, vuursteen en aardewerk.

Resten uit latere perioden kunnen bestaan uit nederzittingsresten, bestaande uit erven (woonstalhuis, enkele bijgebouwen en waterput(ten)). Hiervan rest tegenwoordig nog een vondstniveau bestaande uit onder meer aardewerk, bouw materiaal en houtskool en een sporenniveau.

Het oppervlak voor alle archeologische perioden bevindt zich ter plaatse van de strandwal vanaf de top van de natuurlijke afzettingen. Dit betreft de B- en of C-horizont. Op basis van gegevens ligt deze binnen 50 cm -Mv. Het is mogelijk dat de strandwal in enkele fasen opgestoven is. Eventuele archeologische resten zijn hierdoor overstoven waardoor er meerdere archeologische niveaus in de strandwal aanwezig zijn.

De resten die direct onder de bouwvoor voorkomen zijn kwetsbaar voor bodemingrepen en kennen naar verwachting een redelijke gaafheid. Resten die dieper in de strandwal voorkomen kennen een hoge gaafheid.

### **Oer-IJ-estuarium**

Voor de diverse landschappelijke eenheden binnen het Oer-IJ-estuarium en de daaraan grenzende veengebieden geldt een lage tot hoge archeologische verwachting voor de periode Steentijd tot en met de Late Middeleeuwen. De hoge verwachting geldt voor de zandige kreekruggen en oeverwallen, met name vanaf de Romeinse tijd. De lage verwachting geldt voor de daarnaast gelegen kleiige en venige vlakten. Het landschap van voor de IJzertijd is binnen de tracés grotendeels geërodeerd door het Oer-IJ. Daarmee krijgt de periode vooraf aan de IJzertijd een lage archeologische verwachting.

Resten uit de genoemde perioden kunnen bestaan uit nederzittingsresten, bestaande uit erven (woonstalhuis, enkele bijgebouwen en waterput(ten)). Hiervan rest tegenwoordig nog een vondstniveau bestaande uit onder meer aardewerk, bouw materiaal en houtskool en een sporenniveau.

De archeologische resten bevinden zich in de top van de Oer-IJ-afzettingen. Deze bevinden zich direct vanaf het maaiveld. Hierdoor zijn de archeologische resten kwetsbaar voor bodemingrepen. Hierdoor kennen ze naar verwachting een redelijke gaafheid.

## 2 Methode veldonderzoek

### 2.1 Methode

#### Algemeen

Het inventariserend veldonderzoek (IVO-O) bestond uit een booronderzoek verkennende en deels karterende fase. De onderzoeksmethode voor het veldwerk is bepaald op basis van de resultaten van het bureauonderzoek (Van der Heijden, 2018), het Plan van Aanpak (Coppens, 2018) en het protocol inventariserend veldonderzoek uit de KNA (vigerende versie).

Bij het verkennend booronderzoek wordt inzicht verkregen in de vormeenheden van het landschap en de bodemopbouw en de relatieve gaafheid daarvan, ofwel de mate van bodemverstoring, voor zover deze van invloed zijn op de locatiekeuze in het verleden. Het is met name geschikt om het paleolandschap te reconstrueren en de mate van intactheid ervan te onderzoeken. Op deze manier kan nauwkeurig worden bepaald in welke zones een reële kans bestaat op de aanwezigheid van archeologische resten binnen het bereik van de voorgenomen bodemingrepen en om te bepalen welke zones van verder onderzoek kunnen worden uitgesloten. Overigens is een verkennend veldonderzoek niet opgezet om systematisch naar archeologische resten te zoeken (Tol e.a., 2012). Het verkennend onderzoek is uitgevoerd in deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel).

In deelgebieden 1, 2, 4 t/m 7 en 8 'Zeestraat' is karterend booronderzoek uitgevoerd. Tevens is het meest westelijk deel (circa 4,4 ha) van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) gekarteerd op verzoek van de opdrachtgever. Dit terrein zal vanaf week 21 2018 worden ingericht als tijdelijk feestterrein ter gelegenheid van het 100-jarig bestaan van Tata Steel. Archeologisch veldonderzoek is hierdoor dan niet mogelijk tot eind 2018.

Antea heeft enkele diepe peilbuizen in deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) uitgevoerd. De globale bodemopbouw is beschreven en toegevoegd aan de dataset (boringen 3001-3003) om de dichtheid aan diepere waarnemingen te vergroten.

Op basis van de omschreven boorstrategie in het PvA zijn voorafgaand aan het veldonderzoek de doellocaties van de boringen bepaald en geverifieerd aan onder meer de volgende gegevens:

- Topografie (maaiveldhoogte)
- Grondgebruik (waterpartijen, bovengrondse infrastructuur)
- Toegankelijkheid (begroeiing, betredingstoestemming)
- Ondergrondse infrastructuur (kabels en leidingen)
- Veiligheid (nabijheid van verkeer, hoogspanningskabels, hogedruk gasleidingen, spoorwegen)

Dit heeft geleid tot een doelcoördinatenbestand op basis waarvan het veldonderzoek is uitgevoerd. De uiteindelijke boorlocaties zijn in het veld bepaald. De boringen zijn uitgevoerd binnen een straal van 10 m van het beoogde boorpunt.

#### Kabels en Leidingen

Voorafgaand aan het veldonderzoek zijn graafmeldingen gedaan bij het Kabels en Leidingen Informatie Centrum (KLIC, Kadaster) en bij het lokale kadaster van Tata Steel om nauwkeurig inzicht te verkrijgen over de ligging van kabels en leidingen in het deelgebied. Deels vanuit een veiligheidsoogpunt en deels om de hiermee gepaard gaande roering van de bodem te inventariseren. In de praktijk is de bodem in

de omgeving van de ingetekende kabel lokaal tot maximaal circa 1,5 m -Mv geroerd. Voor grotere leidingen (gasleidingen) en leidingstraten is deze verstoring naar verwachting groter en dieper. Er is sprake van zeer veel kabels en leidingen in het plangebied, met name in het oosten van deelgebied '8 station'. In de directe (straal 10 m) nabijheid van hogedruk gasleidingen is geen veldonderzoek toegestaan.

### Explosieonderzoek

In delen van het plangebied is sprake van zones met een kans op het aantreffen van niet-ontplofte explosieven uit WO II. De boorlocaties in deze zones zijn vooraf vrijgegeven middels een magnetometer door KWS-OCE. De boorlocatie is vervolgens in het veld gemarkeerd middels een piketpaaltje op het doelcoördinaat. Indien nodig is binnen een straal van maximaal 10 m rondom de beoogde boorlocaties verplaatst.

### Locatiebepaling

Het bepalen en inmeten van zowel de locatie (X- en Y-coördinaten) als de hoogteligging (Z-coördinaat) van het overgrote deel van de boringen is door RAAP ingemeten met behulp van een RTK-GPS met een meetnauwkeurigheid van 1 cm. Op locaties met o.a. hoge begroeiing was het bepalen van de locatie en hoogte met behulp van de GPS niet altijd mogelijk. Hierbij is gebruik gemaakt van de hoogte van direct omliggende boringen en vervolgens geverifieerd aan het AHN om een nauwkeurige NAP-hoogte aan de boringen te koppelen. Dit betrof met name grote delen van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel). Een verantwoording van de locatie- en hoogtebepaling per boring is weergegeven in bijlage 5.



*Figuur 11. Impressie van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) ter hoogte van boring 71. Kijkrichting is naar het oosten.*

### Toegankelijkheid en waarnemingscondities

De meeste deelgebieden waren eenvoudig en onbelemmerd toegankelijk. Dit met uitzondering van deelgebied '8 Station Tata Steel'. In met name het centrale en oostelijk deel, globaal ten zuidoosten van het beoogde festivalterrein (rode lijn op figuur 8), was sprake van hoge en dichte begroeiing van struiken en bomen. Plaatsbepaling, zowel visueel als met de GPS, was zeer beperkt. Verplaatsen was alleen mogelijk door het kappen en snoeien van de begroeiing.

Voor alle deelgebieden gold, met name in de periode eind juni en begin juli, dat de ondergrond extreem uitgedroogd was. Vooral in de duingebieden (deelgebieden 2, 5, 6, 8 Transformatorstation (Tata Steel) en 8 'Zeestraat', was sprake van los zand tot grote diepte. Hierdoor zijn een aantal boringen niet geslaagd door invallend zand in het boorgat en zijn de waarnemingscondities in de overige boringen verre

van optimaal. Dit geldt eveneens voor deelgebieden 5-7. Hier waren de bovenste lagen van het profiel vaak los en droog (zand) of zeer hard, droog en brokkelig (klei). De bovenste lagen zijn derhalve op hoofdlijnen beschreven.



*Figuur 12. Impressie van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) ter hoogte van boring 71. Kijkrichting is naar het westen.*

### **Afwijking ten opzichte van het PvA.**

Vanwege de hierboven omschreven condities in deelgebied '8 Station Tata Steel' is in samenspraak met Arcadis besloten niet alle verkennende boringen in het centrale en oostelijke deel uit te voeren. Binnen de beschikbare tijd zijn de toegankelijke boorlocaties in deelgebied '8 Station Tata Steel' onderzocht en dieper doorgezet, 5 m -Mv in plaats van 3 m -Mv.

Deelgebied 3 Park Westerhout was nog niet onderzocht bij het opstellen van dit rapport vanwege het ontbreken van betredingstoestemming.

Tijdens het veldonderzoek is tevens, op aangeven van Arcadis vanwege het in gebruik nemen van dit deel als festivalterrein, in het meest westelijk deel van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) een karterend booronderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheid van vindplaatsen uit de periode Late Middeleeuwen - Nieuwe tijd.

### **Boringen**

De boringen zijn uitgevoerd conform het PvA. Afwijkingen ten opzichte van het PvA staat aangegeven.

#### *Verkennende fase*

##### **Boorsysteem**

Deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel): Uitgangspunt is een 40 bij 50 m boorgrid. De boringen zijn zo veel mogelijk in de laagtes uitgevoerd. Tevens zijn op twee oostwest georiënteerde raaien de boringen dieper doorgezet (max. 5 m -Mv) en zijn de boringen in het oostelijk deel dieper doorgezet..

##### **Boortype**

De verkennende boringen worden uitgevoerd met een edelmanboor (diameter 7 cm) en eventueel aangevuld met een guts (diameter 3cm). Om de verkennende boringen op de twee oost-west georiënteerde raai dieper door te zetten is gebruik gemaakt van een zuigerbuis (diameter 5 cm).

#### *Karterende fase*

##### **Boorsysteem**

Deelgebieden 1, 2, 4 t/m 7, 8 Zeestraat: dit betreft de in- en uitredepunten. Er zijn 4 tot 6 boringen per deelgebied uitgevoerd tot maximaal 3 m -Mv.

Westelijk deel deelgebied '8 Station Tata Steel' (4,4 ha): 20 bij 25 m boorgrid

### Boortype

De karterende boringen zijn uitgevoerd met een Edelmanboor (diameter 7 cm) en nageboord met een Edelmanboor (diameter 15 cm), indien archeologisch relevant.

### *Algemeen (verkennende en karterende fase)*

#### Locatie

De exacte boorlocaties zijn in het veld bepaald mede op basis van de gegevens van het Klic en de OCE begeleiding en door de bebouwing en begroeiing.

#### Maximale boordiepte

De maximale boordiepte bedraagt 3 m -Mv. De 2 boorraaien en de verkennende boringen in het oostelijk deel van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel), zie hierboven zijn tot 5 m -Mv doorgezet.

#### Boorbeschrijving en analyse

Het opgeboorde materiaal is middels versnijden en verbrokkelen visueel geïnspecteerd. Tijdens de karterende fase is het boorresidu van de archeologisch relevante laag bemonsterd en gezeefd over een zeef met een maaswijdte van 3 mm. Van alle boringen tijdens het inventariserend veldonderzoek is in het veld direct op laagniveau een lithogenetische en bodemkundige (horizont) interpretatie gegeven. Deze interpretaties zijn in de uitwerkfase aangepast. Deze vormen de basis voor het vervaardigen van een reconstructie van het paleolandschap.

De boringen zijn conform de NEN 5104 (Nederlands Normalisatie-instituut, 1989) en de ASB 5.2 beschreven in het boorbeschrijvingssysteem van RAAP en digitaal vastgelegd in het programma Deborah III. De boorgegevens zijn aan dit rapport toegevoegd als bijlage 5.

## 3 Resultaten

### 3.1 Veldwaarnemingen

Deelgebied Toponiem		Hoogte maaiveld	Beschrijving
1	Parkeer- plaats	6,4 - 6,9 m +NAP	Dit betreft een parkeerplaats; aangelegd in een natuurlijke laagte omringd met hoge duinen. Vermoedelijk is er geëgaliseerd en puinverharding toegepast. Kabels en leidingen komen binnen de grens van het deelgebied niet voor. Er zijn geen aanwijzingen voor andere grootschalige bodemverstoringen.
2	Blokwal- drieweg	8,1 - 9,9 m +NAP	Gelegen op het Tata Steel-terrein omgeven door zeer veel bovengrondse en ondergrondse infrastructuur. Deelgebied ligt op een antropogeen opgebrachte hoogte. Dicht begroeid en slecht toegankelijk. Veel puin aan het maaiveld. Kabels en leidingen komen langs de zuid- en westzijde van het deelgebied voor. Er zijn geen aanwijzingen voor grootschalige bodemverstoringen; wel van ophoging van het (gehele) plangebied met zeer puinhoudend materiaal.
4	Holland op zijn smalst	2,5 - 2,7 m +NAP	Agrarisch perceel in gebruik als grasland. Ten noorden begrensd door nieuwe watergang. De voormalige, deels gedempte natuurlijke watergang vormt de westgrens van het deelgebied. Volgens mondelinge opgaaf van de gebruiker heeft voorafgaand aan de nieuwe inrichting zeer intensief en vlakdekkend OCE onderzoek plaatsgevonden. Er zou tot circa 1 m -Mv zijn ontgraven. Terrein is zeer vlak en vertoont geen natuurlijk reliëf (meer). Kabels en leidingen komen binnen de grens van het deelgebied niet voor.
5	Velsertra- verse	0,5 - 1,7 m +NAP	Betreft twee onderzoeksgebieden aan de noord- en zuidzijde van de Velsertraverse. In het zuidelijk deel is sprake van een gegraven watergang en is dicht begroeid met volwassen bomen; het noordelijk deel grenst aan de noordzijde aan een gegraven watergang. Tevens vele kabels en leidingen in de directe nabijheid van het plangebied.
6	Leeghwa- terweg	1,2 - 1 m - NAP	Het deelgebied is gelegen op de zeer dichtbegroeide noordoever van een gegraven watergang en grenst aan de noordzijde direct aan het cunet van de weg. Tevens ijl begroeid met volwassen bomen.
7	A9	1,7 - 1 m - NAP	Bestaat uit twee losse onderzoeksgebieden vlakbij en tegen het westtalud van de rijksweg A9. De boringen in het zuidelijk deel zijn verplaatst vanwege de ligging van een leiding van de Gasunie. Het zuidelijk deel is begroeid met volwassen bomen. In de directe nabijheid van het noordelijk deel zijn onlangs werkzaamheden ten behoeve van de aanleg van hoogspanningsmasten uitgevoerd.
8	Station Tata Steel	8 - 9 m +NAP	Het westelijk deel bestaat uit voormalige sportvelden en vertoont geen natuurlijk reliëf meer. Begroeid met gras en enkele bomen en struiken. Het wordt doorkruist door enkele afgekoppelde leidingen. Het westelijk deel is een beoogd festival terrein en de inrichtingswerkzaamheden hiertoe vonden plaatst ten tijde van het veldonderzoek. Gedurende het veldonderzoek zijn bomen verwijderd, het maaiveld gefreesd, een asfalt parkeerterrein in het uiterste westen aangelegd als ook nieuwe wegcunets inclusief kabels en leidingen. Het centrale en oostelijke deel van het deelgebied; globaal ten zuidoosten van het beoogde festivalterrein (rode lijn op figuur 8) was zoals eerder omschreven zeer dicht begroeid. Hierdoor zeer moeizaam te betreden. Het meest oostelijke deel van het deelgebied is in gebruik als opslagterrein (Park de Winter) en voorzien van een zeer dikke funderingslaag. Hier zijn geen boringen uitgevoerd, dit geldt ook voor het direct ten zuiden gelegen en afgesloten opslagterrein en het asfaltterrein in het westelijk deel van het opslagterrein (Park de Winter).
8	Zeestraat	5,5 - 7, m +NAP	Gelegen in de noordberm van de verdiept gelegen Zeestraat. Zeer veel leidingen aanwezig, geconcentreerd in twee leidingstraten.

Tabel 3. Veldwaarnemingen.

## 3.2 Geologie en bodem

De resultaten worden voor alle deelgebieden op hoofdlijnen besproken in onderstaande paragrafen. Daar waar sprake is van significante verschillen tussen de deelgebieden worden deze apart beschreven.

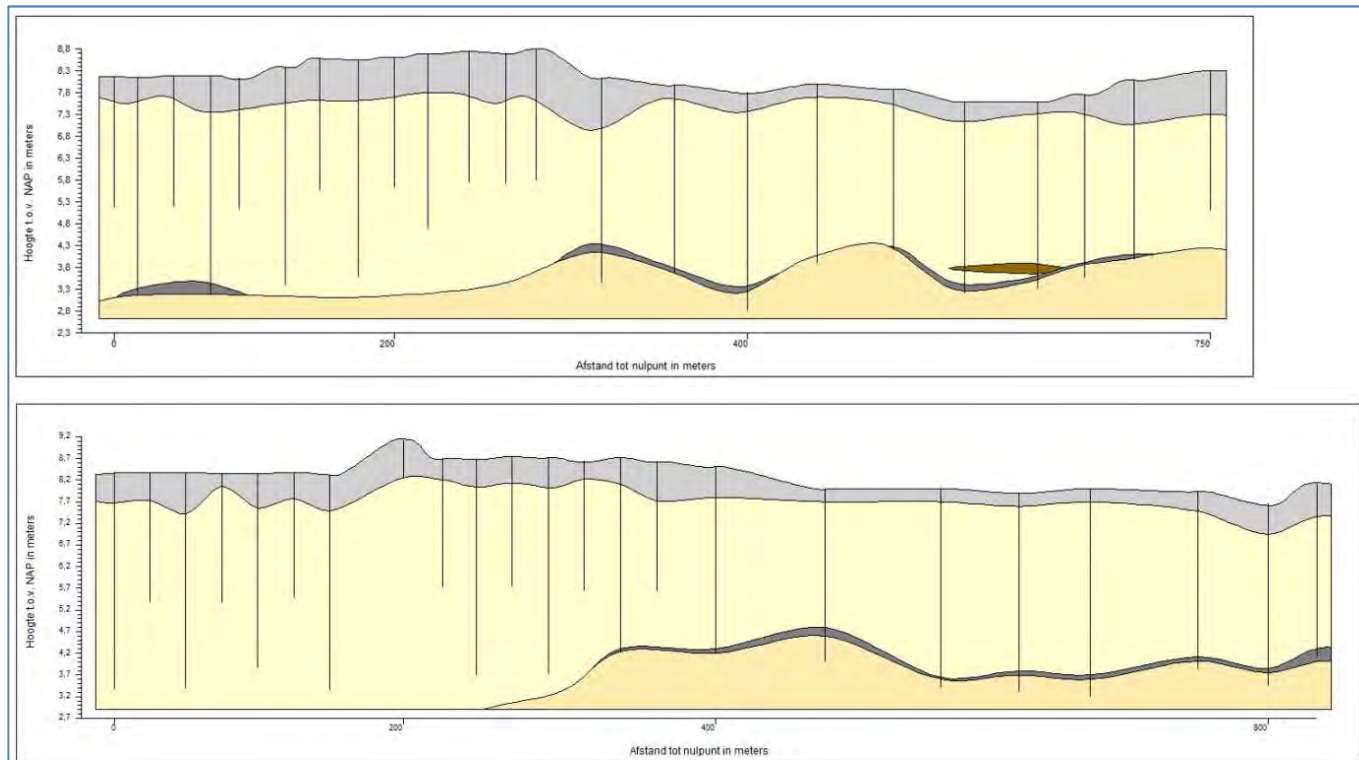
Onderstaande beschrijving in de lopende tekst is onlosmakelijk verbonden met de bijbehorende figuren. Voor een gedetailleerd overzicht van de bodemopbouw wordt verwezen naar de individuele boorbeschrijvingen (Bijlage 5). Hierin valt onder meer per boring af te lezen: de bodemopbouw, de (mate van) en ophoging bodemverstoring (in m -Mv en m NAP), bodemkundige en lithologische interpretatie, landschappelijke eenheden (interpretatie) en de boorlocatie. In bijlage 5 is een overzicht een verantwoording opgenomen van de locatie- en hoogtebepaling per boring. Landschappelijk kan het plangebied grofweg in twee zones worden opgedeeld. De meest westelijk gelegen deelgebieden (deelgebieden 1, 2, 4 en 8) liggen in het duingebied. De meest oostelijke ligging in een zone met (een overgang naar) kwelderafzettingen en het estuarium van het Oer-IJ (deelgebieden 5, 6 en 7)

### 3.2.1 Westelijk deel (deelgebieden 1, 2, 4, en 8)

#### Bodemopbouw

De globale bodemopbouw van het westelijk deel kenmerkt zich door de volgende opbouw (bijlage 3):

- Laag geroerde en/of opgebrachte grond
- Jonge Duinen (Formatie van Naaldwijk, laagpakket van Schoorl)
- Oude Duinen (Formatie van Naaldwijk, laagpakket van Schoorl)



Figuur 83. Geologische dwarsprofielen van west naar oost in het noorden en centrale deel van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel). Grijs: geroerd, l geel: Jonge Duinen, d grijs: humeuze laag, bruin: veen, oker: Oude Duinen.



### **Laag geroerde en/of opgebrachte grond**

Vanaf het maaiveld komt zeer fijn, licht tot donkerbruingrijs, zwak tot matig humeus zand voor. De humeusiteit neemt veelal naar onderen toe af; evenals de kleur die naar onderen toe lichter wordt. Het zand is kalkhoudend, bevat schelpengruis en is los van structuur. In vele boringen zijn zandbrokken aangetroffen en doet de laag rommelig of gevlekt aan.

In deelgebied 1 Parkeerplaats bedraagt de gemiddelde dikte van deze laag circa 0,4 m tot een diepte van maximaal 6,2 m +NAP. De laag bevat bovendien bovengemiddeld veel puinfragmenten, te wijten aan de funderingswijze van de parkeerplaats.

De bodemopbouw in deelgebied 2 Blokwalzdrieweg wijkt sterk af van de overige deelgebieden. Alle boringen zijn gestuit in de laag met geroerde grond; de onderliggende natuurlijke (Jonge) Duinafzettin- gen zijn niet bereikt. Er is sprake van een zeer grote dichtheid aan puinfragmenten (oa. slakken). De boringen zijn min of meer rondom een hoogte in het centrum van het deelgebied geplaatst. Op basis van de aangetroffen bodemopbouw is hier sprake van een dik opgebracht pakket.

Deelgebied 4 Holland op zijn smalst bedraagt de gemiddelde dikte van de geroerde laag circa 0,5 m - Mv. Gezien deze dikte is er waarschijnlijk sprake van een maaiveldverlaging na uitvoer van het OCE onderzoek. Hier zou namelijk tot circa 1 m -Mv vlakdekkend zijn ontgraven. In de meest westelijke bo- ring is de voormalige watergang aangetroffen. Hier is sprake van een geroerde laag van circa 1 m be- staande uit donker(bruin)grijs, humeus en zeer fijn zand die wordt geïnterpreteerd als een oude sloot- vulling. Hieronder komt tot een diepte van circa 2,3 m -Mv (circa 1,8 m +NAP) een afwisseling van (grijs)bruin, mineraalarm tot zeer zandig veen voor, al dan niet met enkele zandlaagjes. Dit pakket wordt geïnterpreteerd als verlanding van een oude geul.

Voor deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) geldt dat de laag met geroerde grond in het weste- lijk deel, de voormalige sportterreinen beduidend dikker is (gemiddeld 0,7 m) dan in het oostelijk deel van het deelgebied (circa 0,3 m). Overigens zijn in het oostelijk deelgebied, na een beknopte AHN ana- lyse, zeer veel elementen van voormalig gebruik te herkennen. Het betreft naast de sportvelden (geel; figuur 12), bebouwing (rood), geëgaliseerde percelen ten behoeve van moestuinen (groen), stellingen uit WO2 (rood) en enkele diagonale lijnelementen. Deze laatste betreffen vermoedelijke oude paden (toponiem Herculesweg) en/of leidingen. Verder valt het golvende patroon aan de zuidzijde van het deelgebied op. Hier zijn twee parallelle sporen te zien, waarvan het slechts gissen is naar de herkomst. Het min of er oorspronkelijk natuurlijke dunlandschap is eveneens goed te zien; het laatste stukje na- tuurlijk landschap op het uitgestrekte Tata Steel-terrein.



*Figuur 14. Uitsnede van het AHN van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) en interpretatie van voormalig landgebruik.*

*geel: sportvelden*

*groen: moestuinen*

*rood: bebouwing en WO2*

### **Jonge Duinen (Formatie van Naaldwijk, laagpakket van Schoorl)**

De laag met geroerde grond gaat vervolgens abrupt over in zwak siltig, licht(geel)grijs, zeer fijn en compact zand. Het zand is kalkhoudend, goed gesorteerd en bevat in wisselende concentraties ijzer-vlekken en schelpengruis en/of -fragmenten. Het zand wordt geïnterpreteerd als Jonge Duinafzettingen (Formatie van Naaldwijk, laagpakket van Schoorl). De overgang naar de onderliggende Oud Duinafzettingen is in deelgebieden 1, 2 en 4 niet waargenomen. Dit kan zijn door het ontbreken van een vegetatiehorizont waardoor een eenduidig onderscheid tussen Jong en Oud Duinzand niet mogelijk is. Of, meer aannemelijk, door de geringe boordiepte waardoor het niveau van de Oude Duinafzettingen niet is bereikt.

### **Oude Duinen (Formatie van Naaldwijk, laagpakket van Schoorl)**

In deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) zijn verspreid over het deelgebied 43 diepere boringen uitgevoerd, max. 5 m -Mv (figuur 13 & bijlage 2, oranje boorbolletjes).

Hier zijn in 25 boringen (zwarte rand, figuur 13) op een diepte variërend van 3,2 tot 4,8 m -Mv (gemiddeld 4,0 m +NAP) humeuze niveaus aangetroffen in het zand. Het betreft donkerbruingrijs, matig tot sterk humeus zand. Het zand is kalkloos en zeer compact; in enkele gevallen is de boring gestuit op deze harde laag. De dikte van deze laag bedraagt gemiddeld 0,1 - 0,15 m. In boringen 1147 en 1291 bestaat de humeuze laag uit donkergrijsbruin, zandig en amorf veen.

boornummer	hoogte maai- veld	top humeuze laag		Top archeologisch ni- veau (maximale ontgra- vingsdiepte)
		m -Mv	m +NAP	m +NAP incl. buffer 0,5 m
29	8,1	3,8	4,3	<b>4,8</b>
30	7,6	3,8	3,8	<b>4,3</b>
31	7,9	3,8	4,1	<b>4,6</b>
37	8,5	3,6	4,9	<b>5,4</b>
54	8,5	4,2	4,3	<b>4,8</b>
56	8,0	3,2	4,8	<b>5,3</b>
58	7,9	4,1	3,8	<b>4,3</b>
59	8,0	4,3	3,7	<b>4,2</b>
65	7,8	3,9	3,9	<b>4,4</b>
70	8,1	4,5	3,6	<b>4,1</b>
71	8,5	4,6	3,9	<b>4,4</b>
85	8,1	3,8	4,3	<b>4,8</b>
86	8,0	4,1	3,9	<b>4,4</b>
87	7,8	4,5	3,4	<b>3,9</b>
89	7,9	3,4	4,5	<b>5,0</b>
90	7,6	4,2	3,5	<b>4,0</b>
91	7,6	4,1	3,6	<b>4,1</b>
92	8,1	4,0	4,1	<b>4,6</b>
1147	8,7	4,4	4,3	<b>4,8</b>
1275	8,7	4,2	4,5	<b>5,0</b>
1291	8,2	4,9	3,3	<b>3,8</b>
1293	8,2	4,7	3,5	<b>4,0</b>
3001	8,0	3,9	4,1	<b>4,6</b>
3002	8,6	4,0	4,6	<b>5,1</b>
3003	8,4	4,0	4,4	<b>4,9</b>

Tabel 4. Boringen met humeuze laag.

Naast de top van het Oude Duinzand vormen vegetatiehorizonten in het duinzand potentieel archeologische niveaus. De aanwezigheid van deze lagen wijst op hiaten in de duinvorming. In deze rustperiode heeft bodemvorming op kunnen treden. Het is aan de hand van dit booronderzoek echter niet mogelijk om de datering en duur van deze rustfase te bepalen. Ook is niet uit te sluiten of er op deze niveaus bewoning dan wel offsite-activiteiten hebben plaatsgevonden.

Binnen de geboorde diepte van de overige 18 diepere boringen is het humeuze niveau niet aangetroffen. Dit betreft vooral de diepere boringen in het westelijk deel van het deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel). Mogelijk dat door het natuurlijk reliëf de humeuze laag hier (nog) dieper voorkomt; uit archeologisch onderzoek elders op het Tata Steel-terrein (De Boer & Warning, 2017) is bekend dat humeuze lagen vanaf een diepte van 2 m +NAP voorkomen. Dit komt overeen met meer dan 6 m -Mv in deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel).

Onder de humeuze laag is in de diepere boringen zwak siltig, zeer fijn zand aanwezig, in de meeste gevallen grijs, soms licht geelgrijs van kleur. Het zand is kalkrijk met schelpengruis. In enkele boringen

is, de top van, deze laag kalkloos, waarschijnlijk als gevolg van het zure bovenliggende humeuze pakket. Dit zand is geïnterpreteerd als Oud Duinzand.

### Archeologie

Tijdens het karterend booronderzoek zijn in de deelgebieden 1, 2, 4 en 8 Zeestraat geen aanwijzingen in de vorm van indicatoren en/of artefacten aangetroffen die kunnen wijzen op de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen uit de periode IJzertijd en later.



*Figuur 9. Deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel): de dieper doorgezette boringen (oranje), de getuiste boringen (kruis) en de boringen met een humeuze laag (zwart).*

### 3.2.2 Oostelijk deel (deelgebieden 5, 6 en 7)

#### Bodemopbouw

De globale bodemopbouw van het oostelijk deel van het plangebied kenmerkt zich door de overgang van het duinlandschap in het westen naar het geulsysteem van Oer-IJ estuarium in het oosten. Tijdens het veldonderzoek zijn de hieronder beschreven lagen waargenomen:

- Laag geroerde en/of opgebrachte grond
- Stuifzand (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Schoorl)
- Kweldervlakteafzettingen (Oer-IJ, Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren)
- Kleiige geulafzettingen (Oer-IJ, Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren)
- Zandige geulafzettingen (Oer-IJ, Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren)

#### Deelgebied 5 Velsertaverse

In beide (noord en zuid) delen van deelgebied 5 Velsertaverse is sprake vanaf het maaiveld van een laag met (donker) bruingrijze geroerde en opgebrachte grond die bestaat uit zandige klei tot kleiig zand. De laag is humeus, bevat zand- en kleibrokken en heeft een sterk wisselende dikte van circa 0,2 m aan de zuidzijde van de Velsertaverse en 0,9 - 2,5 m (gemiddeld 1,5 m) aan de noordzijde.

Afhankelijk van de dikte van de laag geroerde grond gaat deze aan de zuidzijde van de Velsertaverse (boringen 108-112) abrupt over in licht humeuze, bruingrijze uiterst siltige tot zwak zandig klei. De siltig- en zandigheid neemt naar onderen toe af. De laag is sterk geoxideerd en bevat veel ijzervlekken- of concreties. De laag wordt geïnterpreteerd kweldervlakteafzettingen. Dat het kleidek mogelijk ook zijn herkomst heeft als gevolg van overstromingen vanuit het IJ- of Wijkermeer, valt vanwege het ontbreken van eenduidig determineerbaar schelpmateriaal niet uit te sluiten.

Vanaf circa 0,7 - 0,9 gaan de kwelderafzetting abrupt over in licht(geel)grijs, zwak siltig en goed gesorteed zand. Het zand is kalkrijk, bevat schelpengruis en heeft een dikte van 0,5 - 1,9 m. Het zand wordt geïnterpreteerd als ingewaaid duinzand. Ten noorden van de Velsertaverse is dit zand niet waargenomen; vermoedelijk is het opgenomen in de (dikke) laag met geroerde grond.

Het ingewaaid zand gaat vervolgens op een diepte van 1,6 - 1,8 m -Mv (circa 0 - 3,1 -NAP) abrupt over in een laag die bestaat uit een afwisseling van uiterst siltige klei tot siltarm zand. De afzettingen zijn slap, kalkrijk, bevatten schelpgruis en vertonen een gelaagdheid met zand-, klei en/of detrituslagen. Deze laag, waarin alle boringen zijn geëindigd, wordt geïnterpreteerd als kleiige- en zandige geulafzettingen gevormd in het Oer-IJ estuarium (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren).

#### *Deelgebied 6 Leegwaterweg*

De aangetroffen bodemopbouw bestaat uit een 0,2 - 0,5 m (1,2 - 1,5 m -NAP) dikke laag geroerde grond, die bestaat uit uiterst humeus, donkerbruine, zwakzandige klei met plantenresten.

Met een abrupte overgang is vervolgens zwak tot sterk humeuze, (donker)bruine klei aangetroffen. De klei is donkerbruingrijs van kleur en uiterst siltig en wordt naar onder toe lichter en minder siltig. De klei wordt geïnterpreteerd als kweldervlakteafzettingen. Onderin de laag, naar de overgang met de onderliggende afzettingen, zijn enkele dunne zandlagen waargenomen.

Op een diepte van 1,6 - 1,8 m -Mv (circa 2,7 - 3 m -NAP) gaat het profiel over in zeer fijn, zwak siltig, kalkrijk zand. Het zand bevat enkele plantenresten en enkele tot veel dunne kleilagen. Deze laag, waarin alle boringen zijn geëindigd, wordt geïnterpreteerd als zandige geulafzettingen gevormd in het Oer-IJ estuarium (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren).

#### *Deelgebied 7 A9*

In dit deelgebied is een vergelijkbare bodemopbouw aangetroffen, zij het met een dikker pakket geroerde en opgebracht grond. Niet verrassend gezien de ligging nabij veel bovengrondse (rijksweg) en ondergrondse (leidingen) infrastructuur.

De laag met geroerde en opgebracht grond bestaat uit een afwisseling van klei en zand en kent een dikte van 0,9 - 1,4 m in het zuidelijk deel (boringen 123-126) en 0,4 - 1 m in het noordelijke deel (boringen 127-130). Hieronder komt met een abrupte overgang een dunne (0,2 - 0,4 m) laag uiterst siltige en humeuze klei voor. De klei is donker(bruin)grijs, stevig (compactie) en bevat schelpengruis. De laag doet verstikt aan en wordt geïnterpreteerd als afgetopte (opgenomen in de geroerde bovengrond) kweldervlakteafzettingen. De boringen zijn geëindigd in gelaagde, kalkrijke zandige geulafzettingen. Het zand is matig fijn, zwak siltig en bevat (veel) dikke kleilagen en naar onderen toe ook detrituslagen.

#### **Archeologie**

Tijdens het karterend booronderzoek zijn in de deelgebieden 5, 6 en 7 geen aanwijzingen in de vorm van indicatoren en/of artefacten aangetroffen die kunnen wijzen op de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen uit de periode IJzertijd en later.

### **3.2.3            Synthese**

#### **Westelijk deel (deelgebieden 1, 2, 4, en 8)**

Op basis van het bureauonderzoek werd een bodemopbouw verwacht van Jonge Duinen, met daaronder eventueel nog Oude Duinen, op Strandzanden. Indien de Oude Duin- en Strandzanden zijn afgedekt door Jong Duinzand, gold een hoge archeologische verwachting voor het aantreffen van intacte archeologische resten daterend vanaf de Late Bronstijd t/m de Vroege Middeleeuwen. Vindplaatsen uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd kunnen in het Jong Duinzand aangetroffen worden, hiervoor gold een middelhoge archeologische verwachting.

#### *IVO-O, verkennende fase*

Tijdens het veldonderzoek is deze verwachte bodemopbouw grotendeels bevestigd. Onder een recent verstoord pakket is in deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) een opbouw van Jong Duinzand op Oude Duinzanden aangetroffen, gescheiden door een zandige humeuze laag. Het zandpakket onder deze laag is geïnterpreteerd als Oud Duinzand. Strandzand is binnen de geboorde diepte niet aangetroffen.

Gezien de resultaten van het veldonderzoek kan de archeologische verwachting nader worden gespecificeerd. De aangetroffen humeuze laag en de top van de Oude Duinen in een groot deel van het deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) vormen potentieel archeologische niveaus. De hoge archeologische verwachting voor het aantreffen van intacte archeologische resten daterend vanaf de Late Bronstijd t/m de Vroege Middeleeuwen blijft derhalve gehandhaafd voor een groot deel van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) (figuren 14 & 15 en bijlage 2).

De middelhoge archeologische verwachting voor de periode Late Middeleeuwen - Nieuwe tijd, gerelateerd aan het voorkomen van Jonge Duinen, wordt voor deelgebieden 1, 2, 4, en 8 naar beneden toe bijgesteld (laag).

Deelgebied 3 is niet toegankelijk en niet onderzocht. De gespecificeerde verwachting is derhalve niet getoetst en blijft gehandhaafd.

#### *IVO-O, karterende fase*

In de deelgebieden 1, 2, 4, 8 'Zeestraat' en in het westelijke deel van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) is een karterend booronderzoek uitgevoerd, om de aanwezigheid van vindplaatsen in het Jonge Duinzand uit de periode Late Middeleeuwen - Nieuwe tijd te onderzoeken. Tijdens deze fase van vooronderzoek zijn geen aanwijzingen in de vorm van een humeuze laag of vondstconcentratie aangetroffen die kunnen duiden op de aanwezigheid van een vindplaats uit deze periode.

#### **Oostelijke deel (deelgebieden 5 - 7)**

Op basis van het bureauonderzoek gold voor de diverse landschappelijke eenheden binnen het Oer-IJ-estuarium en de daaraan grenzende veengebieden geldt een lage tot hoge archeologische verwachting voor de periode Steentijd tot en met de Late Middeleeuwen. De hoge verwachting geldt voor de zandige kreekruggen en oeverwallen, met name vanaf de Romeinse tijd. Dergelijke resten kenmerken zich door een vondstniveau of cultuurlaag. De lage verwachting geldt voor de daarnaast gelegen kleiige en

venige vlakten. Het landschap van voor de IJzertijd is binnen de tracés grotendeels geërodeerd door het Oer-IJ. Daarmee krijgt de periode vooraf aan de IJzertijd een lage archeologische verwachting. In aanvulling op deze verwachting (Van der Heijden, 2018) kan tevens de middelhoge verwachting worden geformuleerd voor archeologisch resten uit de periode tot en met de IJzertijd, gerelateerd aan het voorkomen van verstoven zand.

Tijdens het karterend booronderzoek zijn in de deelgebieden 5, 6 en 7 geen archeologische resten aangetroffen; er is derhalve geen sprake van archeologische vindplaatsen uit de periode IJzertijd en later in deze deelgebieden. Resten ouder dan de IJzertijd kunnen met het uitgevoerde veldonderzoek niet structureel in kaart worden gebracht. De theoretische kans dat er waardevolle vindplaatsen uit deze periode(n) aanwezig kunnen zijn lijkt, gezien de aangetroffen bodemopbouw, verwaarloosbaar.



Figuur 16. Overzicht van de advies- en verwachtingszones in het plangebied.  
grijs: niet onderzocht; IVO-O, karterende fase  
groen: lage verwachting/geen vindplaatsen aangetroffen; geen vervolgonderzoek  
oranje: hoge verwachting Late Bronstijd t/m de Vroege Middeleeuwen; archeologisch vervolgonderzoek karterende/waarderende fase





## 4 Conclusies en advies

### 4.1 Beantwoording van de onderzoeksvragen

#### Landschap

1. *Hoe ziet de geo(morfo)logische opbouw van het plangebied eruit? Meer specifiek: welke lithogenetische eenheden kunnen worden onderscheiden en welke lithologische kenmerken (i.e. textuur, korrelgrootte, sortering, afronding, kleur) hebben deze eenheden?*

Deelgebieden 1, 2, 4, en 8 in het westelijk deel van het plangebied liggen allen in het duingebied, al dan niet afgevlakt. De globale bodemopbouw kenmerkt zich door de volgende opbouw:

- Laag geroerde en/of opgebrachte grond: fijn zand, donkerbruingrijs, humeus, zandbrokken
- Jonge Duinen (Formatie van Naaldwijk, laagpakket van Schoorl): fijn zand, lichtgeelgrijs, kalkrijk
- Oude Duinen (Formatie van Naaldwijk, laagpakket van Schoorl): fijn zand, geelgrijs, kalkrijk. In de top van deze Oude duinafzettingen is een dunne humeuze laag aangetroffen.

De globale bodemopbouw van het oostelijk deel van het plangebied (deelgebieden 5 - 7) kenmerkt zich door de overgang van het duinlandschap in het westen naar het geulsysteem van Oer-IJ estuarium in het oosten. Tijdens het veldonderzoek zijn de hieronder beschreven lagen waargenomen:

- Laag geroerde en/of opgebrachte grond: fijn zand en klei, donkerbruingrijs, humeus, klei- en zandbrokken
- Stuifzand (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Schoorl); fijn zand, lichtgeelgrijs, kalkrijk
- Kweldervlakteafzettingen (Oer-IJ, Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren): siltige en zandige klei, licht humeus
- Kleiige en zandige geulafzettingen (Oer-IJ, Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren): gelaagde klei en zand, kalkrijk.

2. *Wat is de aard (kleur, textuur, samenstelling, classificatie), diepteligging (in m -Mv en m +NAP), verspreiding en genese van de aangetroffen natuurlijke/antropogene lagen?*

#### Westelijke deelgebieden

De westelijke deelgebieden bevinden zich in het duinlandschap van de Hollandse kust. In deelgebieden 1, 2 en zijn 4 zijn de boringen gezet en geëindigd in zandige afzettingen die tot de Jonge Duinen worden gerekend (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Schoorl).

In deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) zijn diepere boringen (max. 5 m -Mv) gezet en die hebben de onderliggende Oude Duinen bereikt, afgedekt met een dunne, compacte en humeuze laag. De Oude Duinen en de afdekkende humeuze laag vormen een potentieel archeologisch niveau. De diepte waarop deze humeuze laag voorkomt varieert van 3,2 - 4,9 m -Mv (circa 3,3 - 4,9 m +NAP) en kent een dikte van 0,1 - 0,2 m. Een dergelijke humeuze laag betekent dat er een stilstand in sedimentatie heeft plaatsgevonden. In deze periode van sedimentatiestilstand kan de locatie bewoond zijn, of gebruikt voor offsite-activiteiten als akkerbouw. Dit is echter niet met zekerheid te zeggen.

### **Oostelijke deelgebieden**

Deelgebieden 5 - 7 liggen in het oostelijk deel van het plangebied. De globale bodemopbouw kenmerkt zich door de overgang van het duinlandschap in het westen naar het geulsysteem van Oer-IJ estuarium in het oosten. Onder de laag geroerde grond zijn kweldervlakteafzettingen aangetroffen. De kleiige en zandige geulafzettingen in deelgebieden 6 en 7 wijzen op een ligging ter hoogte van een (hoofd) geul van het Oer-IJ estuarium.

Alle bovengenoemde lagen wijzen op een nat en dynamisch milieu; geen geschikte locatie voor bewoning en/of landgebruik. Het zandpakket aangetroffen in deelgebied 5 wordt geïnterpreteerd als verstoven zand. Volgens Molthof e.a. (2016) zijn deze zandlagen tot in de IJzertijd bewoond en in gebruik geweest. Het afdekkende kleipakket wordt geïnterpreteerd als kweldervlakteafzettingen.

### *3. Indien er geen archeologische relevante lagen worden aangetroffen, welke redenen zijn er voor de afwezigheid ervan?*

Binnen de geboorde diepte van de overig 18 diepere boringen in deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) is het humeuze niveau niet aangetroffen. Dit betreft vooral de diepere boringen in het westelijk deel van het deelgebied. Mogelijk dat door het natuurlijk reliëf de humeuze laag hier (nog) dieper voorkomt; uit archeologisch onderzoek elders op het Tata Steel-terrein (De Boer & Warning, 2017) is bekend dat humeuze lagen vanaf een diepte van 2 m +NAP voorkomen. Dit komt overeen met meer dan 6 m -Mv in deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel).

Vanwege het ontbreken van een duidelijke humeuze- of veenlaag is hier geen onderscheid te maken in Jong en Oud duinzand; over aanwezigheid van een potentieel archeologisch niveau in de vorm van Oud Duinzand is dan ook geen uitspraak te doen.

### *4. Wat is de aard (ontstaanswijze), dikte, verspreiding en omvang van eventueel voorkomende afdekkende lagen en de (geschatte) ouderdom daarvan (bijv. stuifzandlaag, ophogingslaag etc.)?*

Zie vraag 1 en 2.

### *5. Welke informatie over de (historische) waterhuishouding (oxidatie, oxidatie-reductie en reductiezone) kan worden afgeleid uit de boringen? Wat zegt dit over de conserveringspotentie van eventuele aanwezige archeologische resten?*

Het veldonderzoek is uitgevoerd tijdens een periode van grote en aanhoudende droogte. Het grondwater niveau in de westelijke deelgebieden is alleen in deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) bereikt met de diepere boringen op een diepte van 4,5 - 5 m -Mv. Dit is ook het niveau waarop de compacte humeuze laag is aangetroffen. Mogelijk stagneert het grondwater hierop en is er sprake van een schijngrondwaterspiegel. Aangenomen wordt dat er tot 3 m -Mv in ieder geval sprake is van een oxiderend milieu en dat in de zone van 3 tot 5 m-Mv sprake is van een (groten)deels oxiderend milieu. Dergelijke omstandigheden zijn niet bevorderlijk voor de bewaringstoestand van organische materialen. Anorganische resten zijn veel minder gevoelig voor de gevolgen van oxidatie en zullen naar verwachting goed bewaard zijn gebleven.

## 6. Wat is de bodemkundige en landschappelijke genese van het plangebied?

Zie vraag 1 en 2.

## Bodemverstoring

7. Wat is de aard, verspreiding en diepte van (recente) bodemverstoringen, bijvoorbeeld als gevolg van de huidige (weg)inrichting, kabels en leidingen, bebouwing etc.?

8. Is er sprake van egalisatie, ophoging en/of afgraving?

Deelgebied		Hoogte	Beschrijving
1	Parkeerplaats	6,4 - 6,9 m +NAP	Dit betreft een parkeerplaats; aangelegd in een natuurlijke laagte omringd met hoge duinen. Vermoedelijk is er geëgaliseerd en puinverharding toegepast. Kabels en leidingen komen binnen de grens van het deelgebied niet voor. Er zijn geen aanwijzingen voor andere grootschalige bodemverstoringen.
2	Blokwal-drieweg	8,1 - 9,9 m +NAP	Gelegen op het Tata Steel-terrein omgeven door zeer veel bovengrondse en ondergrondse infrastructuur. Deelgebied ligt op een antropogeen opgebrachte hoogte. Dicht begroeid en slecht toegankelijk. Veel puin aan het maaiveld. Kabels en leidingen komen langs de zuid- en westzijde van het deelgebied voor. Er zijn geen aanwijzingen voor grootschalige bodemverstoringen; wel van ophoging van het (gehele) plangebied met zeer puinhoudend materiaal.
4	Holland op zijn smalst	2,5 - 2,7m +NAP	Agrarisch perceel in gebruik als grasland. Ten noorden begrensd door nieuwe watergang. De voormalige, deels gedempte natuurlijke watergang vormt de westgrens van het deelgebied. Volgens mondelinge opgaaf van de gebruiker heeft voorafgaand aan de nieuwe inrichting zeer intensief en vlakdekkend OCE onderzoek plaatsgevonden. Er zou tot circa 1 m -Mv zijn ontgraven. Terrein is zeer vlak en vertoont geen natuurlijk reliëf (meer). Kabels komen niet voor.
5	Velsertraverse	0,5 - 1,7 m +NAP	In het zuidelijk deel is sprake van een gegraven watergang en is dicht gebroeid met volwassen bomen; het noordelijk deelgebied grenst aan de noordzijde aan een gegraven watergang. Tevens vele kabels en leidingen.
6	Leeghwaterweg	1,2 - 1 m - NAP	Het deelgebied is gelegen op de zeer dichtbegroeide noordoever van een gegraven watergang en grenst aan de noordzijde direct aan het cunet van de weg. Tevens ijl begroeid met volwassen bomen.
7	A9	1,7 - 1 m - NAP	Bestaat uit twee losse onderzoeksgebieden vlakbij en tegen het westtalud van de rijksweg A9. De boringen in het zuidelijk deel zijn verplaatst vanwege de ligging van een leiding van de Gasunie. Het zuidelijk deel is begroeid met volwassen bomen. In de directe nabijheid van het noordelijk deel zijn onlangs werkzaamheden ten behoeve van de aanleg van hoogspanningsmasten uitgevoerd.
8	Station Tata Steel	8 - 9 m +NAP	Het westelijk deel bestaat uit voormalige sportvelden en vertoont geen natuurlijk reliëf meer. Begroeid met gras en enkele bomen en struiken. Het wordt doorkruist door enkele afgekoppelde leidingen. Het westelijk deel is een beoogd festival terrein en de inrichtingswerkzaamheden hiertoe vonden plaatst ten tijde van het veldonderzoek. Gedurende het veldonderzoek zijn bomen verwijderd, het maaiveld gefreesd, een asfalt parkeerterrein in het uiterste westen aangelegd als ook nieuwe wegcunets inclusief kabels en leidingen. Het centrale en oostelijke deel van het deelgebied; globaal ten zuidoosten van het beoogde festivalterrein (rode lijn op figuur 8) was zoals eerder omschreven zeer dicht begroeid. Hierdoor zeer moeizaam te betreden. Het meest oostelijke deel van het deelgebied is in gebruik als opslagterrein (Park de Winter) en voorzien van een zeer dikke funderingslaag. Hier zijn geen boringen uitgevoerd, dit geldt ook voor het direct ten zuiden gelegen en afgesloten opslagterrein en het asfaltterrein in het westelijk deel van het opslagterrein (Park de Winter).
8	Zeestraat	5,5 - 7, m +NAP	Gelegen in de noordberm van de verdiept gelegen Zeestraat. Zeer veel leidingen aanwezig, geconcentreerd in twee leidingstraten.

Tabel 3. Veldwaarnemingen.

### 9. Hoe verhouden deze (1-8) zich tot de voorgenomen werkzaamheden?

De voorgenomen (graaf)werkzaamheden in deelgebieden 1, 2, 4-7 en 8 'Zeestraat' reiken tot maximaal circa 2,5 m -Mv. De exacte locatie en diepte van de (graaf)werkzaamheden (fundering) in deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) zijn nog niet bekend. Er wordt uitgegaan van een ingravingsdiepte van circa 2,5 m. Daarnaast zullen de transformatoren moeten worden onderheid met een, naar verwachting, zeer dicht palenplan.

Het plangebied is gedefinieerd door de locaties van de geplande ingrepen, buiten de plangebiedsgrenzen vinden geen graafwerkzaamhedenplaats, met uitzondering van de gestuurde boringen.

Binnen de grenzen van het plangebied en de geboorde diepte is de archeologische verwachting getoetst (deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel)) en is de aanwezigheid van eventuele vindplaatsen onderzocht (deelgebieden 1, 2, 4-7 en 8 'Zeestraat').

### Archeologische verwachting

10. *Dient op basis van de resultaten van het veldonderzoek de gespecificeerde archeologische verwachting bijgesteld te worden?*

### Deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel)

Op basis van het bureauonderzoek werd een bodemopbouw verwacht van Jonge Duinen, met daaronder eventueel nog Oude Duinen, op Strandzanden. Indien de Oude Duin- en Strandzanden zijn afgedekt door Jong Duinzand, gold een hoge archeologische verwachting voor het aantreffen van intacte archeologische resten daterend vanaf de Late Bronstijd t/m de Vroege Middeleeuwen. Vindplaatsen uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd kunnen in het Jong Duinzand aangetroffen worden, hiervoor gold een middelhoge archeologische verwachting.

Tijdens het veldonderzoek is deze verwachte bodemopbouw grotendeels bevestigd. Onder een recent verstoord pakket is in een deel van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) een opbouw van Jong Duinzand op Oude Duinzanden aangetroffen, gescheiden door een zandige humeuze laag. Het zandpakket onder deze laag is geïnterpreteerd als Oud Duinzand (figuren 14 & 15 en bijlage 2).

Gezien de resultaten van het veldonderzoek kan de archeologische verwachting nader worden gespecificeerd. De aangetroffen humeuze laag en de top van de Oude Duinen in een groot deel van het deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) vormen een potentieel archeologisch niveau. De hoge archeologische verwachting voor het aantreffen van intacte archeologische resten daterend vanaf de Late Bronstijd t/m de Vroege Middeleeuwen blijft derhalve gehandhaafd voor een groot deel van het deelgebied.

## Vindplaatsen

12. *Zijn er archeologische artefacten en/of indicatoren aangetroffen? En zo ja, wat is de aard, datering, diepteligging en locatie ervan en in welke afzettingen zijn deze aangetroffen?*

In het westelijke deel van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel), ter hoogte van het festivalterrein, en in de deelgebieden 1, 2, 4 en 8 'Zeestraat' is een karterend booronderzoek uitgevoerd, om de aanwezigheid van vindplaatsen in het Jonge Duinzand uit de periode Late Middeleeuwen - Nieuwe tijd te onderzoeken. Tijdens deze fase van vooronderzoek zijn geen aanwijzingen in de vorm van een humeuze laag of vondstconcentratie (indicatoren/artefacten), behoudens de omschreven fragmenten (niet verzameld; bijlage 3), aangetroffen die kunnen duiden op de aanwezigheid van een vindplaats uit deze periode.

## Vervolgonderzoek

11. *Is op basis van deze archeologische verwachting (10) en resultaten (12) in relatie tot de voorgenomen ingreep archeologisch vervolgonderzoek aan de orde in (delen van) het plangebied?*

Voor een overzicht van de verwachtings- en advies zones wordt verwezen naar figuur 14 en 15 en bijlage 2.

### Geen vervolgonderzoek

In de delen van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) waarvoor een lage archeologische verwachting geldt én waar het karterend booronderzoek geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen heeft opgeleverd (deelgebieden 1, 2, 5 t/m 7, 8 'Zeestraat'), wordt op basis van het booronderzoek geen archeologisch vervolgonderzoek geadviseerd.

### Vervolgonderzoek IVO-O (verkennend booronderzoek)

In de niet onderzochte delen van het plangebied (deelgebied 3 Park Westerhout) is de archeologische verwachting uit het bureauonderzoek niet getoetst en geverifieerd. Het advies, uitvoeren van een karterend booronderzoek (IVO-O), conform PvA blijft gehandhaafd.

### Vervolgonderzoek (karterende/waarderende fase)

Het advies met betrekking tot archeologisch vervolgonderzoek is van veel factoren afhankelijk, waarbij de diepteligging van het aangetroffen potentieel archeologisch niveau in relatie tot de concrete en specifieke voorgenomen geplande inrichting een hoofdrol speelt. Met andere woorden: worden de aanwezige archeologische resten bedreigd door de geplande ingrepen?

Op basis van de resultaten van onderhavig onderzoek wordt verwacht dat de voorgenomen werkzaamheden ter hoogte van de zones met een hoge archeologische verwachting eventueel aanwezige archeologische resten kunnen verstoren.

Er wordt daarom in eerste instantie aanbevolen hier beschermende maatregelen te treffen ten aanzien van eventueel aanwezige archeologische resten. Aanbevolen wordt hier niet dieper te roeren dan de reeds verstoorde en geroerde grond en de laag met Jong Duinzand, inclusief een buffer van circa 0,5 m in verband met de natuurlijke variatie van het voorkomen van het archeologisch relevante niveau. Zie tabel 4 voor de maximale diepte per boorlocatie inclusief een buffer van 0,5 m (top archeologische niveau).

Door de resultaten van het verkennend booronderzoek af te zetten tegen de concrete en nader gespecificeerde, in zowel ruimte als intensiteit (diepte van de bodemingreep), voorgenomen werkzaamheden binnen deze gebieden, kan het vervolgonderzoek worden beperkt en kunnen eventueel aanwezige archeologische resten in de ondergrond behouden blijven. Als de bodemingrepen niet kunnen worden aangepast, dan wordt aanbevolen voorafgaand aan de werkzaamheden op deze locaties nader archeologisch onderzoek uit te laten voeren.

boornummer	hoogte maai- veld	top humeuze laag		Top archeologisch ni- veau (maximale ontgra- vingsdiepte)
		m -Mv	m +NAP	m +NAP incl. buffer 0,5 m
29	8,1	3,8	4,3	<b>4,8</b>
30	7,6	3,8	3,8	<b>4,3</b>
31	7,9	3,8	4,1	<b>4,6</b>
37	8,5	3,6	4,9	<b>5,4</b>
54	8,5	4,2	4,3	<b>4,8</b>
56	8,0	3,2	4,8	<b>5,3</b>
58	7,9	4,1	3,8	<b>4,3</b>
59	8,0	4,3	3,7	<b>4,2</b>
65	7,8	3,9	3,9	<b>4,4</b>
70	8,1	4,5	3,6	<b>4,1</b>
71	8,5	4,6	3,9	<b>4,4</b>
85	8,1	3,8	4,3	<b>4,8</b>
86	8,0	4,1	3,9	<b>4,4</b>
87	7,8	4,5	3,4	<b>3,9</b>
89	7,9	3,4	4,5	<b>5,0</b>
90	7,6	4,2	3,5	<b>4,0</b>
91	7,6	4,1	3,6	<b>4,1</b>
92	8,1	4,0	4,1	<b>4,6</b>
1147	8,7	4,4	4,3	<b>4,8</b>
1275	8,7	4,2	4,5	<b>5,0</b>
1291	8,2	4,9	3,3	<b>3,8</b>
1293	8,2	4,7	3,5	<b>4,0</b>
3001	8,0	3,9	4,1	<b>4,6</b>
3002	8,6	4,0	4,6	<b>5,1</b>
3003	8,4	4,0	4,4	<b>4,9</b>

Tabel 4. Boringen met humeuze laag en de maximale diepte van toekomstige werkzaamheden.

Het doel van dit vervolgonderzoek is om, binnen de AMZ-cyclus, op bovengenoemde locaties in deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) eventueel aanwezige archeologische vindplaatsen in kaart te brengen. Dit kan bijvoorbeeld worden bereikt door het vervolgonderzoek uit te laten voeren in de vorm van een inventariserend veldonderzoek, karterende fase. Gezien het aangetroffen bodemprofiel kunnen de te verwachte archeologische resten bestaan uit zowel vondsten als grondsporen en bevinden deze zich op grote diepte nabij of onder de grondwaterspiegel. Deze laatste categorie is met prospectief onderzoek herkenbaar aan een verkleuring van de bodem. Om dergelijke resten én sporen structureel in kaart te brengen wordt idealiter een proefsleuvenonderzoek (IVO-P) geadviseerd. Gezien de fysieke situatie brengt dit grote praktische bezwaren met zich mee voor een succesvol onderzoek. Een alternatief voor het proefsleuvenonderzoek kan worden gevonden in de uitvoer van een mechanisch booronderzoek met hoge boordichtheid. Zodoende kan worden uitgesloten of er vindplaatsen aanwezig zijn die zich kenmerken door een (hoge)vondstdichtheid.

Omdat de voorgenomen maatregelen werkzaamheden (locatie, ingreep etc.) nog niet exact bekend zijn, wordt aanbevolen, zodra deze (definitief) bekend zijn, om deze te inventariseren om te bepalen hoe deze zich verhouden tot de advieszones van onderhavig onderzoek. Zo kunnen in grote mate van detail de te onderzoeken locaties worden afgebakend op basis van het verwachtingsmodel en onder meer de gegevens van het KLIC, bestaande infrastructuur (topografie, wegen). Zo kan een adequate onderzoekstrategie van het vervolgonderzoek worden bepaald.

#### **Toevalsvondsten**

Voor het gehele plangebied geldt onverlet dat, indien bij de uitvoering van de werkzaamheden onverwacht archeologische resten worden aangetroffen, conform artikel 5.10 van de Erfgoedwet aanmelding van de desbetreffende vondsten bij de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap c.q. de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed verplicht is (vondstmelding via ARCHIS).

#### **Advies**

*13. Welke methoden zouden bij het archeologisch vervolgonderzoek ingezet kunnen worden? En kan dit middels een directe doorstart naar de karterende fase (handmatig booronderzoek) worden uitgevoerd?*

Zie onderzoeksvraag 11.

*14. Is er een 'prioriteit' in mogelijk vervolgonderzoek aan te brengen? Met andere woorden: kan of is het wenselijk om een fasering aan te brengen in eventueel vervolgonderzoek?*

Op basis van de nu beschikbare informatie en onderzoeksresultaten is een fasering niet aan de orde.

*15. Op welke manier dient bij graafwerkzaamheden met archeologische waarden te worden omgegaan?*

Zie onderzoeksvraag 11.

## 4.2 Conclusie

### Westelijk deel (deelgebieden 1, 2, 4, en 8)

Op basis van het bureauonderzoek werd een bodemopbouw verwacht van Jonge Duinen, met daaronder eventueel nog Oude Duinen, op Strandzanden. Indien de Oude Duin- en Strandzanden zijn afgedekt door Jong Duinzand, gold een hoge archeologische verwachting voor het aantreffen van intacte archeologische resten daterend vanaf de Late Bronstijd t/m de Vroege Middeleeuwen. Vindplaatsen uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd kunnen in het Jong Duinzand aangetroffen worden, hiervoor gold een middelhoge archeologische verwachting.

Tijdens het veldonderzoek is deze verwachte bodemopbouw grotendeels bevestigd. Onder een recent verstoord pakket is in deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) een opbouw van Jong Duinzand op Oude Duinzanden aangetroffen, gescheiden door een zandige humeuze laag. Het zandpakket onder deze laag is geïnterpreteerd als Oud Duinzand.

Gezien de resultaten van het veldonderzoek kan de archeologische verwachting nader worden gespecificeerd. De humeuze laag en de top van de Oude Duinen, aangetroffen in een groot deel van het deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel), vormen een potentieel archeologisch niveau. De hoge archeologische verwachting voor het aantreffen van intacte archeologische resten daterend vanaf de Late Bronstijd t/m de Vroege Middeleeuwen blijft derhalve gehandhaafd voor een groot deel van het deelgebied.

In het westelijke deel van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) en in deelgebieden 1, 2 en 4 is een karterend booronderzoek uitgevoerd, om de aanwezigheid van vindplaatsen in het Jonge Duinzand uit de periode Late Middeleeuwen - Nieuwe tijd te onderzoeken. Tijdens deze fase van vooronderzoek zijn geen aanwijzingen aangetroffen die kunnen duiden op de aanwezigheid van een vindplaats uit deze periode.

Deelgebied 3 is niet toegankelijk en niet onderzocht. De gespecificeerde verwachting is derhalve niet getoetst en blijft gehandhaafd.

### Oostelijke deel (deelgebieden 5 - 7)

Op basis van het bureauonderzoek gold voor de diverse landschappelijke eenheden binnen het Oer-IJ-estuarium en de daaraan grenzende veengebieden geldt een lage tot hoge archeologische verwachting voor de periode Steentijd tot en met de Late Middeleeuwen. De hoge verwachting geldt voor de zandige kreekruggen en oeverwallen, met name vanaf de Romeinse tijd. Dergelijke resten kenmerken zich door een vondstniveau of cultuurlaag. De lage verwachting geldt voor de daarnaast gelegen kleiige en venige vlakten. Het landschap van voor de IJzertijd is binnen de tracés grotendeels geërodeerd door het Oer-IJ. Daarmee krijgt de periode vooraf aan de IJzertijd een lage archeologische verwachting. In aanvulling op deze verwachting (Van der Heijden, 2018) kan tevens de middelhoge verwachting worden geformuleerd voor archeologische resten uit de periode tot en met de IJzertijd, gerelateerd aan het voorkomen van verstoven zand.

De globale bodemopbouw van het oostelijk deel van het plangebied kenmerkt zich door de overgang van het duinlandschap in het westen naar het geulsysteem van Oer-IJ estuarium in het oosten.

Tijdens het karterend booronderzoek zijn in de deelgebieden 5, 6 en 7 geen archeologische resten aangetroffen; er is derhalve geen sprake van archeologische vindplaatsen uit de periode IJzertijd en later



in deze deelgebieden. Resten ouder dan de IJzertijd kunnen met het uitgevoerde veldonderzoek niet structureel in kaart worden gebracht. De theoretische kans dat er waardevolle vindplaatsen uit deze periode(n) aanwezig kunnen zijn lijkt, gezien de aangetroffen bodemopbouw, verwaarloosbaar.

### 4.3 Advies

De aanbevelingen voor het archeologisch vervolgonderzoek vallen uiteen in twee categorieën (figuur 14 en 15):

- Geen vervolgonderzoek
- Vervolgonderzoek (karterende/waarderende fase)

Daarnaast zijn er nog gebieden waar het booronderzoek nog niet kon worden uitgevoerd:

- Carterend booronderzoek (IVO-O)

#### 4.3.1 **Geen vervolgonderzoek**

In de delen van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) waarvoor een lage archeologische verwachting geldt én waar het karterend booronderzoek geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen heeft opgeleverd (deelgebieden 1, 2, 5 t/m 7, 8 'Zeestraat'), wordt op basis van het verkennend booronderzoek geen archeologisch vervolgonderzoek geadviseerd.

#### 4.3.2 **Vervolgonderzoek (karterende/waarderende fase)**

Op basis van de resultaten van onderhavig onderzoek wordt verwacht dat de voorgenomen werkzaamheden ter hoogte van de zones met een hoge archeologische verwachting in delen van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) eventueel aanwezige archeologische resten kunnen verstoren.

Er wordt daarom in eerste instantie aanbevolen hier beschermende maatregelen te treffen ten aanzien van eventueel aanwezige archeologische resten. Aanbevolen wordt hier niet dieper te roeren dan de reeds verstoorde en geroerde grond en de laag met Jong Duinzand, inclusief een buffer van circa 0,5 m in verband met de natuurlijke variatie van het voorkomen van het archeologisch relevante niveau. Zie tabel 4 voor de maximale diepte per boorlocatie inclusief een buffer van 0,5 m.

Door de resultaten van het verkennend booronderzoek af te zetten tegen de concrete en nader gespecificeerde, in zowel ruimte als intensiteit (diepte van de bodemingreep), voorgenomen werkzaamheden binnen deze gebieden, kan het vervolgonderzoek worden beperkt en kunnen eventueel aanwezige archeologische resten in de ondergrond behouden blijven. Als de bodemingrepen niet kunnen worden aangepast, dan wordt aanbevolen voorafgaand aan de werkzaamheden op deze locaties nader archeologisch onderzoek uit te laten voeren.

Het doel van dit vervolgonderzoek is om, binnen de AMZ-cyclus, op bovengenoemde locaties in deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) eventueel aanwezige archeologische vindplaatsen in kaart te brengen (figuren 14 & 15 en bijlage 2). Dit kan bijvoorbeeld worden bereikt door het vervolgonderzoek uit te laten voeren in de vorm van een inventariserend veldonderzoek, karterende fase of waarderende. Gezien het aangetroffen bodemprofiel kunnen de te verwachte archeologische resten bestaan uit zowel vondsten als grondsporen en bevinden deze zich op grote diepte nabij of onder de grondwaterspiegel. Om dergelijke resten en sporen structureel in kaart te brengen wordt idealiter een proefsleuvenonderzoek (IVO-P) geadviseerd. Gezien de fysieke situatie brengt dit echter grote praktische bezwaren met zich mee. Een alternatief voor het proefsleuvenonderzoek kan worden gevonden in de

uitvoer van een mechanisch booronderzoek met hoge boordichtheid. Zodoende kan worden uitgesloten of er vindplaatsen aanwezig zijn die zich kenmerken door een (hoge)vondstdichtheid.

Omdat de voorgenomen maatregelen werkzaamheden (locatie, ingreep etc.) nog niet exact bekend zijn, wordt aanbevolen, zodra deze (definitief) bekend zijn, om deze te inventariseren om te bepalen hoe deze zich verhouden tot de advieszones van onderhavig onderzoek. Zo kunnen in grote mate van detail de te onderzoeken locaties worden afgebakend op basis van het verwachtingsmodel en kan een adequate onderzoekstrategie van het vervolgonderzoek worden bepaald.

#### **4.3.3 Vervolgonderzoek IVO-O (karterend booronderzoek)**

In de niet onderzochte delen van het plangebied (deelgebied 3 Park Westerhout) is de archeologische verwachting uit het bureauonderzoek niet getoetst en geverifieerd. Het advies, uitvoeren van een karterend booronderzoek (IVO-O), conform PvA blijft gehandhaafd.

#### **4.3.4 Toevalsvondsten**

Voor het gehele plangebied geldt onverlet dat, indien bij de uitvoering van de werkzaamheden onverwacht archeologische resten worden aangetroffen, conform artikel 5.10 van de Erfgoedwet aanmelding van de desbetreffende vondsten bij de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap c.q. de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed verplicht is (vondstmelding via ARCHIS).

## Literatuur

- Coppens, C.F.H.**, 2018. Plan van Aanpak Archeologisch vooronderzoek, bureau- en inventariserend veldonderzoek Plangebied Windmolenparken Hollandse Kust, Tracéalternatief 3 in de gemeenten Beverwijk, Heemskerk en Velsen. Versie 18-04-18. RAAP, Leiden
- Molthof, H.M., G.H. de Boer en S.B.C. Bloo**, 2016. Aardgastransportleidingtracé A803 Beverwijk-Wijngaarden: Kagerweg (locatie KR-006), gemeente Beverwijk; een archeologische inspectie en aanvullend onderzoek. RAAP-rapport 3169. RAAP, Weesp.
- Nederlands Normalisatie-instituut**, 1989. Nederlandse Norm NEN 5104, Classificatie van onverharde grondmonsters. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.
- SIKB**, 2016. Beoordelingsrichtlijn Archeologie. BRL SIKB 4000. SIKB, Gouda.
- Tol, A.J., J.W.H.P. Verhagen, M. Verbruggen**, 2012. Leidraad inventariserend veldonderzoek: deel: karterend booronderzoek, versie 2.0. SIKB, Gouda.
- Van der Heijden, N.**, 2018. Bureauonderzoek Archeologie Hollandse Kust Noord Fase 2, Arcadis Archeologische Rapporten 138, versie 16-03-18, Arcadis Nederland B.V., Amersfoort.

## Overzicht van figuren, tabellen en bijlagen

### Figuren

Figuur 1. Aanduiding plangebied .	4
Figuur 2. AMZ-proces.	5
Figuur 3. Deelgebied 1 Parkeerplaats IVO-O, karterende fase.	8
Figuur 4. Deelgebied 2 Blokwaltdrieweg IVO-O, karterende fase..	8
Figuur 5. Deelgebied 4 Holland op zijn smalst IVO-O, karterende fase.	9
Figuur 6. Deelgebied 5 Velsertaverse IVO-O, karterende fase.	9
Figuur 7. Deelgebied 6 Leeghwaterweg IVO-O, karterende fase.	10
Figuur 8. Deelgebied 8 'Zeestraat' IVO-O, karterende fase.	10
Figuur 9. Deelgebied 7 A9 IVO-O, karterende fase.	11
Figuur 10. Deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) IVO-O, verkennende en deels karterende fase.	12
Figuur 11. Impressie van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) ter hoogte van boring 71. Kijkrichting is naar het oosten.	16
Figuur 12. Impressie van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) ter hoogte van boring 71. Kijkrichting is naar het westen.	17
Figuur 13. Geologische dwarsprofielen van west naar oost in het noorden en centrale deel van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel).	20
Figuur 14. Uitsnede van het AHN van deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel) en interpretatie van voormalig landgebruik.	22
Figuur 15. Deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel): de dieper doorgezette boringen (oranje), de getuitede boringen (kruis) en de boringen met een humeuze laag (zwart).	24
Figuur 16. Overzicht van de advies- en verwachtingszones in het plangebied.	27
Figuur 17. Overzicht van de advies- en verwachtingszones in deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel).	28

### Tabellen

Tabel 1. Administratieve gegevens.	6
Tabel 2. Overzicht deelgebieden.	7
Tabel 3. Veldwaarnemingen.	19
Tabel 4. Boringen met humeuze laag.	23

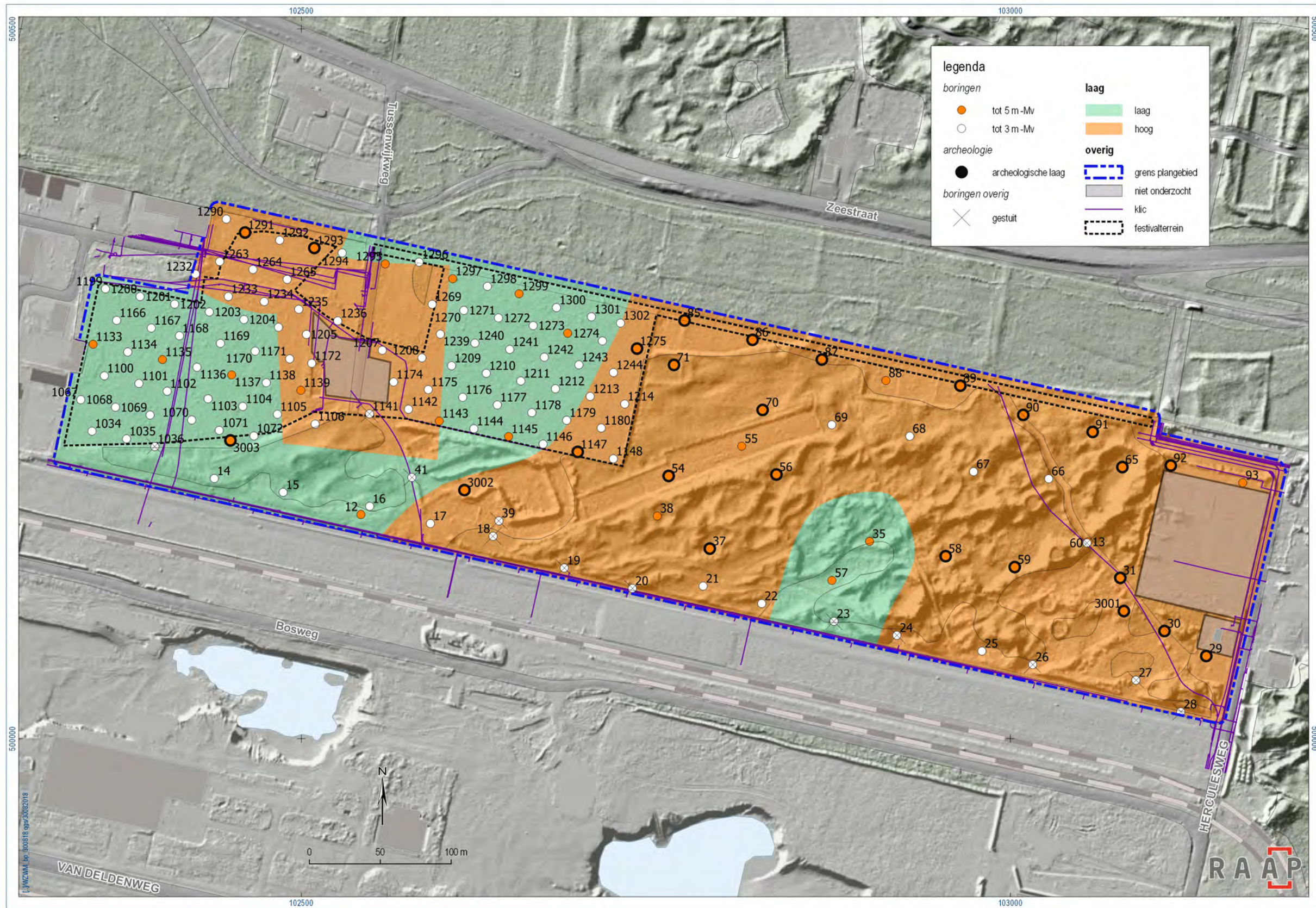
### Bijlagen

Bijlage 1. Tijdschaal	
Bijlage 2. Boorpuntenkaart deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel)	
Bijlage 3. Geologische dwarsprofielen	
Bijlage 4. Toetsing archeologisch rapport NMF	
Bijlage 5. Boorbeschrijvingen	

## Bijlage 1. Tijdschaal

Geologische perioden			Archeologische perioden									
Tijdvak	Chronozone	Datering	Tijdperk	Datering								
Holoceen	Laat Subatlanticum	1150 na Chr.	Recente tijd	1945								
			Nieuwe tijd	C	1850							
	B	1650										
	A	1500										
	Vroeg Subatlanticum	0	Middeleeuwen	Laat B	1250							
				Laat A	1050							
			Vroeg	D: Ottoonse tijd	900							
				C: Karolingische tijd	725							
				B: Merovingisch tijd	525							
	A: Volksverhuizingstijd	450										
Subboreaal	450 voor Chr.	Romeinse tijd	Laat	270								
			Midden	70 na Chr.								
			Vroeg	15 voor Chr.								
Pleistoceneen	Atlantium	3700	IJzertijd	Laat	250							
				Midden	500							
				Vroeg	800							
	Boreaal	7300	Bronstijd	Laat	1100							
				Midden	1800							
				Vroeg	2000							
	Preboreaal	8700	Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	Laat	2850							
				Midden	4200							
	Pleistoceneen	Preboreaal	9700	Mesolithicum (Midden Steentijd)	Vroeg	4900/5300						
					Laat	Laat	6450					
Midden						8840						
Vroeg					Vroeg	9700						
					Weichselien	Pieniglaaciaal	Paleolithicum (Oude Steentijd)	Laat	12.500			
Laat Glaciaal								Jong B	16.000			
								Jong A	35.000			
Midden Glaciaal								Midden	Midden	250.000		
											Vroeg Glaciaal	Oud
Vroeg Glaciaal								Vroeg Glaciaal	Vroeg Glaciaal	Vroeg Glaciaal		
											Late Dryas	11.050
											Allerød	11.500
											Vroege Dryas	12.000
					Bølling	12.500						
					Vroegste Dryas	13.500						
					Denekamp	30.500						
Hengelo	60.000											
Moershooft	71.000											
Odderade	114.000											
Brarup	126.000											
Eemien	236.000											
Saalen II	241.000											
Oostermeer	322.000											
Saalen I	336.000											
Belvédère/Holsteinien	384.000											
Glaciaal x	416.000											
Holsteinien	463.000											
Elsterien	463.000											

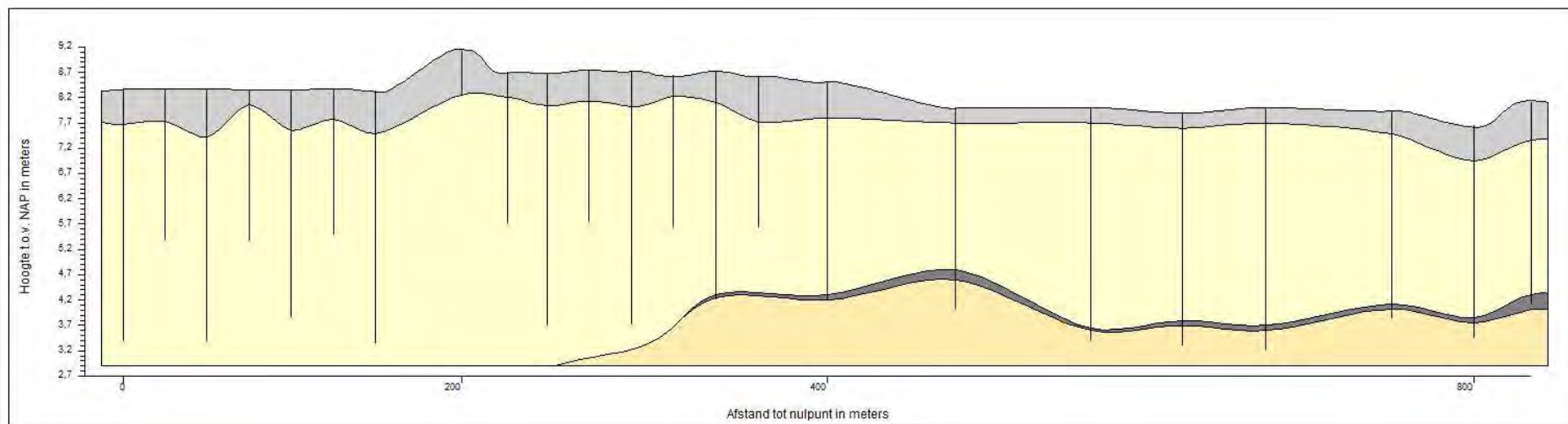
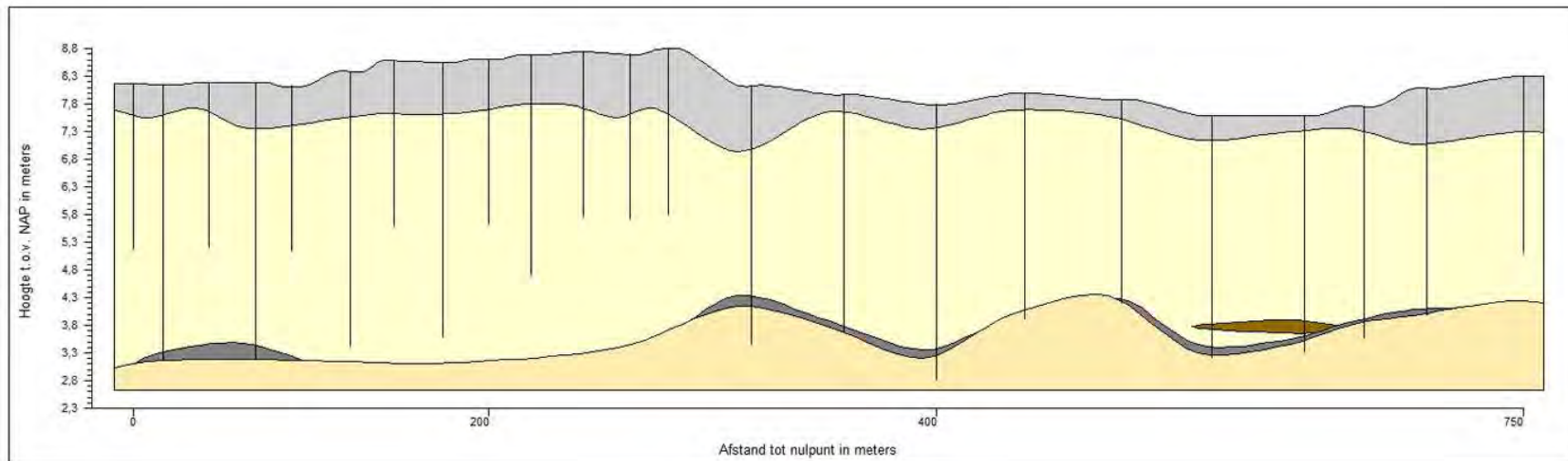
## **Bijlage 2. Boorpuntenkaart deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel)**



Bijlage 2. Boorpunten- en advieskaart deelgebied 8 Transformatorstation (Tata Steel).

## **Bijlage 3. Geologische dwarsprofielen**





Bijlage 3. Geologische dwarsprofielen deelgebied 8 'Station Bosweg'. Boven: boringen 1290, 1291...92, 93. Onder: boringen 1133, 1134...30, 29.

## **Bijlage 4. Toetsing archeologisch rapport NMF**

**Aan:** Conny van Rijn, Joke Groot, Eveline Bot  
**Van:** Boudewijn Voormolen  
**Tel:** 06 15010246  
**Kenmerk:** NMF-2018-242-BV  
**Datum:** 30 augustus 2018  
**Onderwerp:** Toetsing rapport archeologisch IVO-O Plangebied Windmolenparken Hollandse Kust, gemeenten Beverwijk, Velsen en Heemskerk.

## Beoordeling en advies archeologisch onderzoeksrapport

Contactgegevens	
Contactpersoon NMF Erfgoedadvies	Boudewijn Voormolen
Beoordeeld door	Boudewijn Voormolen
Datum beoordeling	30 augustus 2018

Administratieve gegevens	
Gegevens rapport	Plangebied Windmolenparken Hollandse Kust, tracéalternatief 3 Gemeente Beverwijk, Heemskerk en Velsen; Archeologisch vooronderzoek: inventariserend veldonderzoek (IVO-O, verkennend en deels karterend booronderzoek).
Rapportnummer	RAAP-RAPPORT 3440
Soort onderzoek	Archeologisch IVO-O, verkennend en deels karterend booronderzoek.
Onderzoeksmeldingnummer	4607437100
Onderzoeksbureau	RAAP West
Auteur(s)	C.F.H. Coppens
Opdrachtgever	Arcadis B.V.
Bevoegde overheid	Gemeenten Beverwijk, Velsen en Heemskerk

<b>Beoordeling</b>
Conformiteit met Kwaliteitsnorm voor de Nederlandse Archeologie versie 4.0
Geen opmerkingen.
Inhoudelijke opmerkingen
Geen opmerkingen
Overige opmerkingen
Geen opmerkingen.

<b>Advies</b>
<p>Het rapport is gedegen en de adviezen zijn voldoende onderbouwd. Het advies is om de volgende aanbevelingen gedaan door RAAP over te nemen (zie daarvoor ook pagina 28, figuur 14 in het RAAP rapport):</p> <p><u>Deelgebieden 1, 2, 4, 5 t/m 7, 8 deel 'Zeestraat'</u>: Naar aanleiding van onderhavig onderzoek en de bijstelling naar een lage archeologische verwachting vrij te geven voor werkzaamheden.</p> <p><u>Deelgebied 4</u>: Indien toegankelijk alsnog een karterend onderzoek booronderzoek uit te laten voeren.</p> <p><u>Deelgebied 8 'Station Bosweg'</u>: De voor dit deelgebied geformuleerde hoge archeologische verwachting over te nemen (zie ook figuur 15 op pagina 29 in het RAAP rapport ).</p> <p>Als de binnen dit deelgebied voorgenomen bodemingrepen niet kunnen worden aangepast, dan wordt aanbevolen voorafgaand aan de werkzaamheden op deze locaties nader archeologisch onderzoek uit te laten voeren. De meest aangewezen onderzoeksmethode voor dit duinlandschap is proefsleuvenonderzoek. Dit is echter vanwege de grote diepte waarop de archeologisch relevante laag aanwezig is erg lastig uitvoerbaar.</p> <p>Een alternatief voor het proefsleuvenonderzoek kan worden gevonden in de uitvoering van een mechanisch booronderzoek met hoge boordichtheid. Daarmee kan worden uitgesloten of er vindplaatsen met een hoge vondstdichtheid aanwezig zijn. In het geval een vindplaats aanwezig is zou deze eventueel met aanvullende boringen kunnen worden gewaardeerd.</p> <p>Gelet op de omvang en het waarderende karakter van dit vervolgonderzoek dient voorafgaand aan het onderzoek een archeologisch Programma van Eisen door het bevoegd gezag, de gemeente Beverwijk, goed te worden gekeurd.</p>

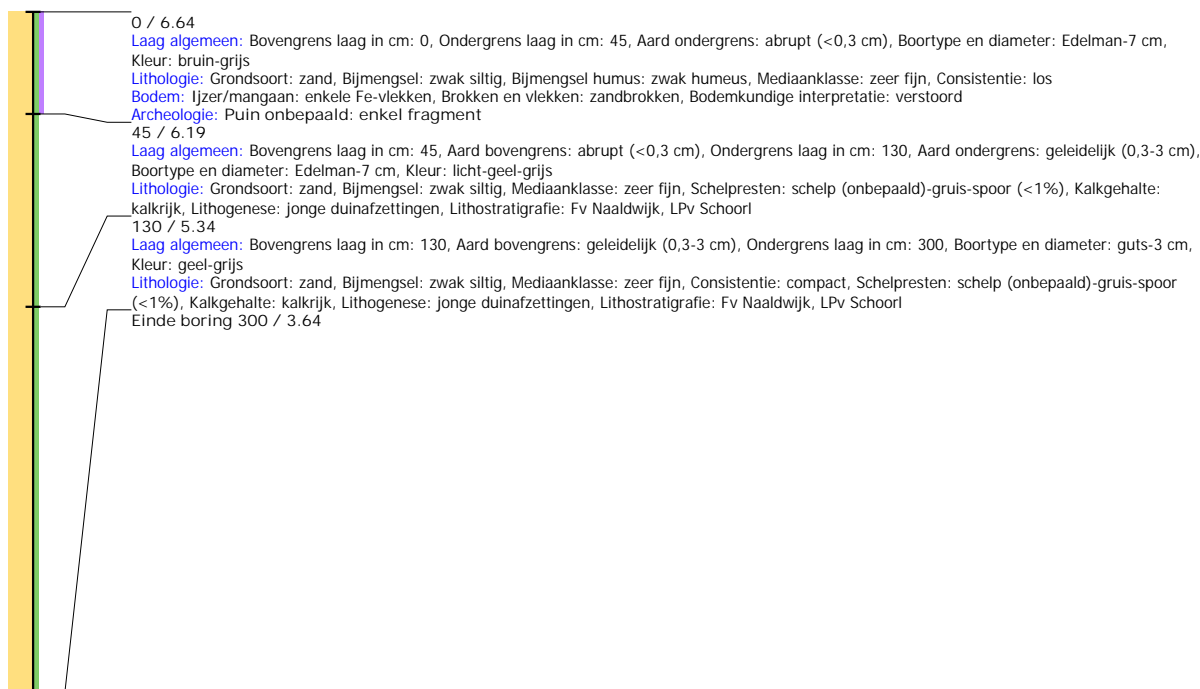


Westerplein 4a  
1901 NA Castricum  
[www.nmferfgoedadvies.nl](http://www.nmferfgoedadvies.nl)  
[info@nmferfgoedadvies.nl](mailto:info@nmferfgoedadvies.nl)  
tel: 0251-674666

## **Bijlage 5. Boorbeschrijvingen**

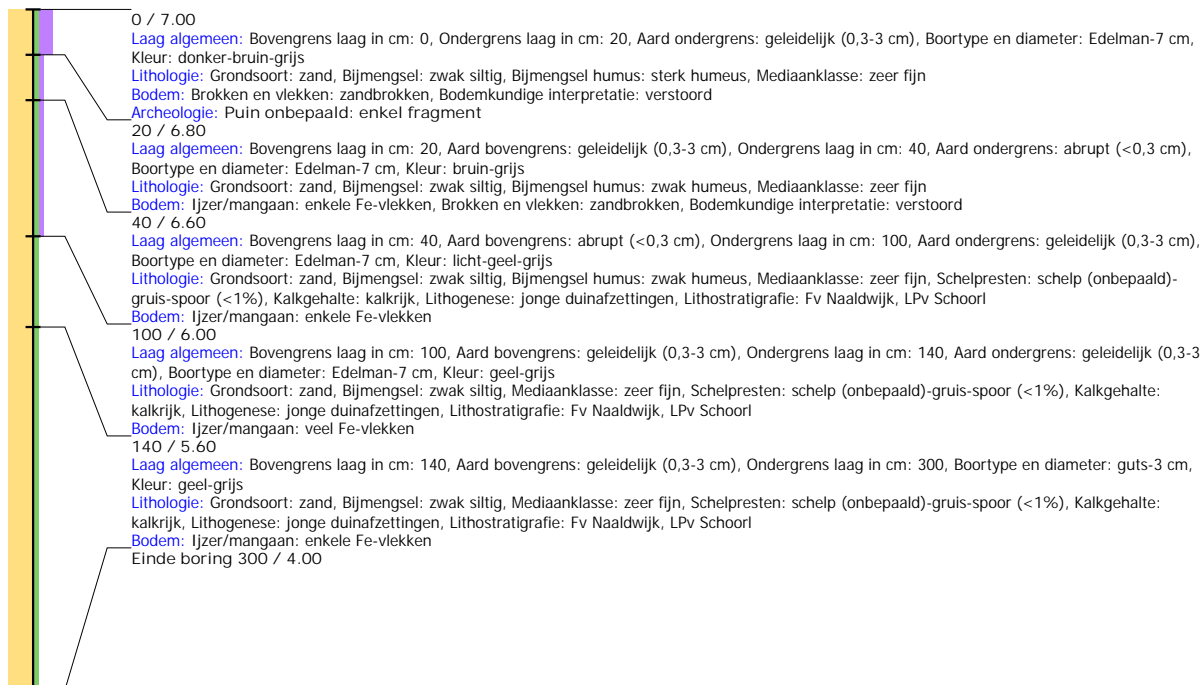
## Boring: WZWM\_1

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 101552.688, Y-coördinaat in meters: 501287.247, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 6.64, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Heemskerk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_2

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 2, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 101542.193, Y-coördinaat in meters: 501279.786, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 6.996, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Heemskerk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_3

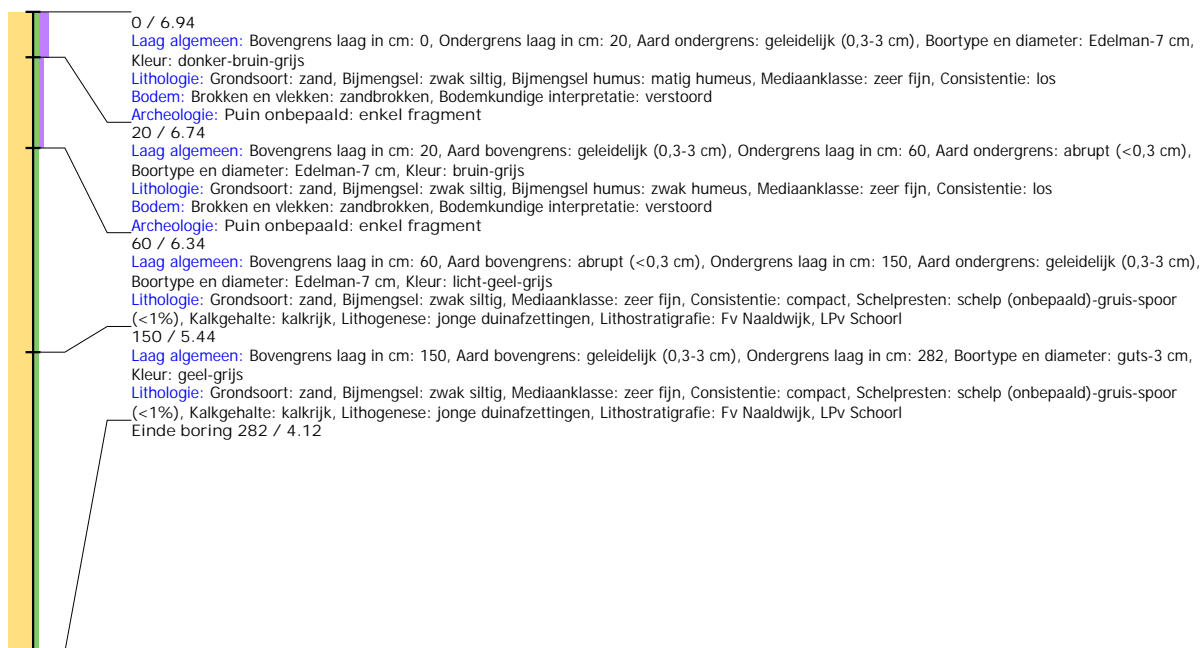
**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 3, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 101570.072, Y-coördinaat in meters: 501274.465, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 6.481, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Heemskerk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West





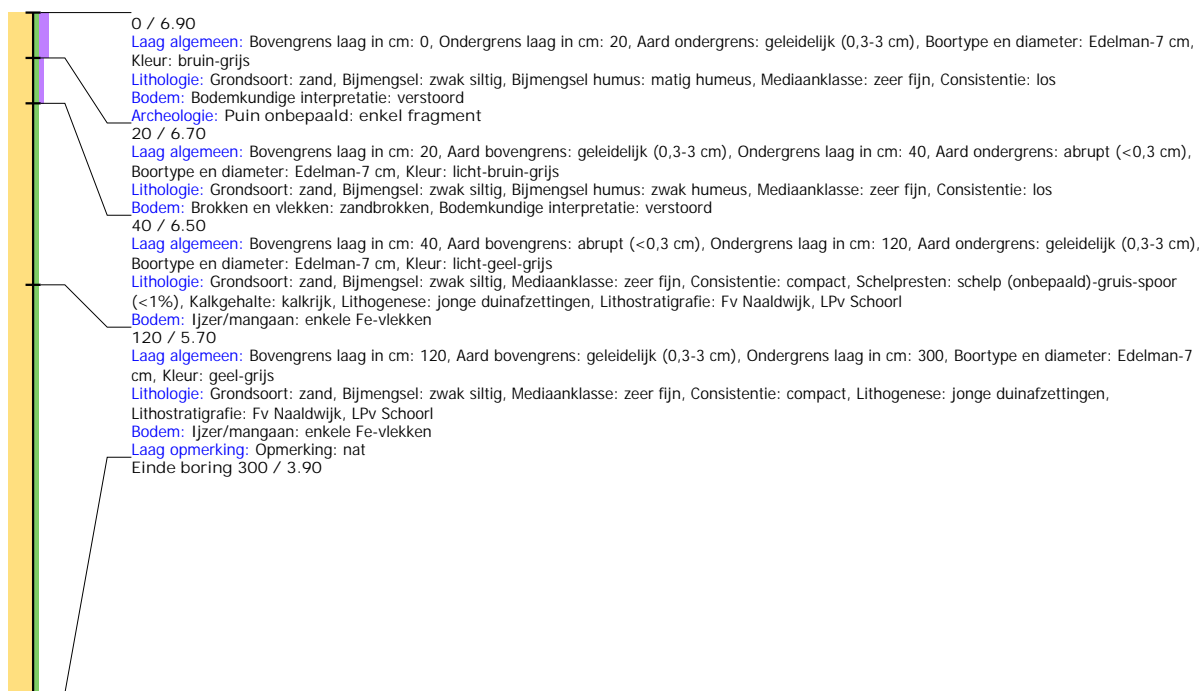
## Boring: WZWM\_4

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 4, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 282  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 101586.179, Y-coördinaat in meters: 501253.642, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 6.943, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Heemskerk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



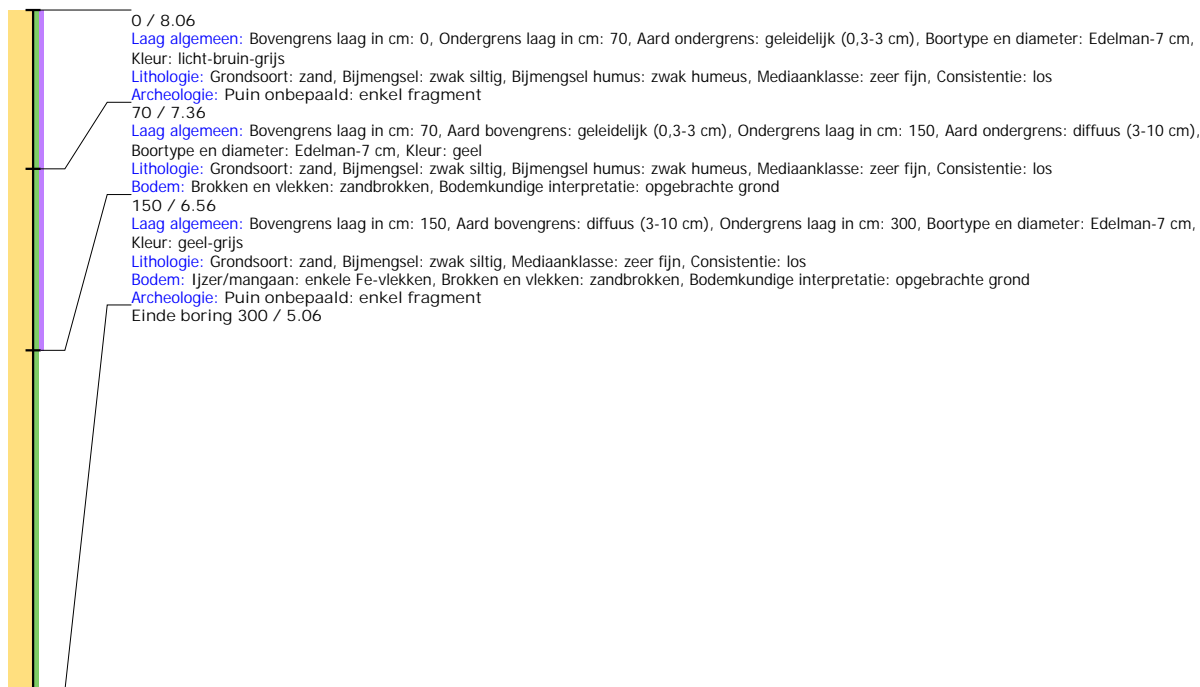
## Boring: WZWM\_5

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 5, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 101592.931, Y-coördinaat in meters: 501261.995, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 6.903, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Heemskerk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



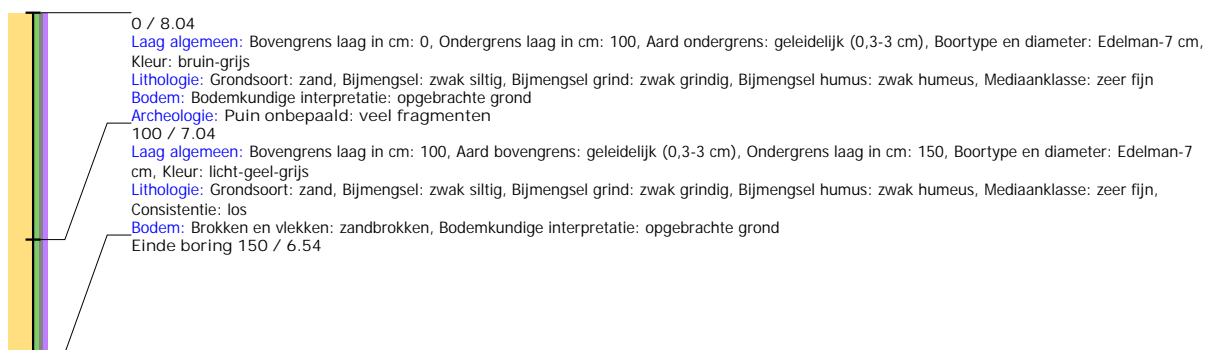
## Boring: WZWM\_6

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 6, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102122.857, Y-coördinaat in meters: 500826.383, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.065, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: zie peilbuis



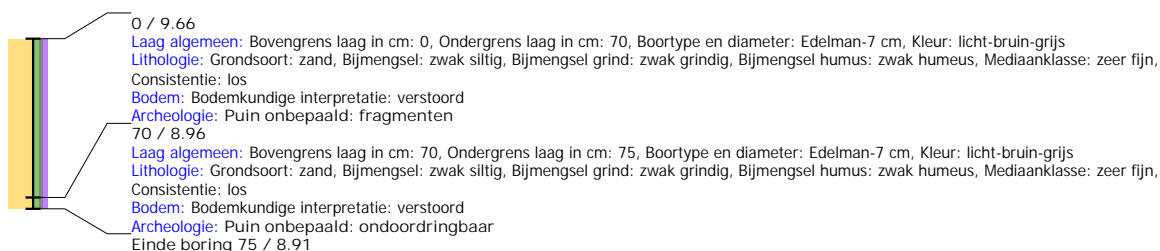
## Boring: WZWM\_7

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 7, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 150  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102177.837, Y-coördinaat in meters: 500812.73, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.045, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: gestuit



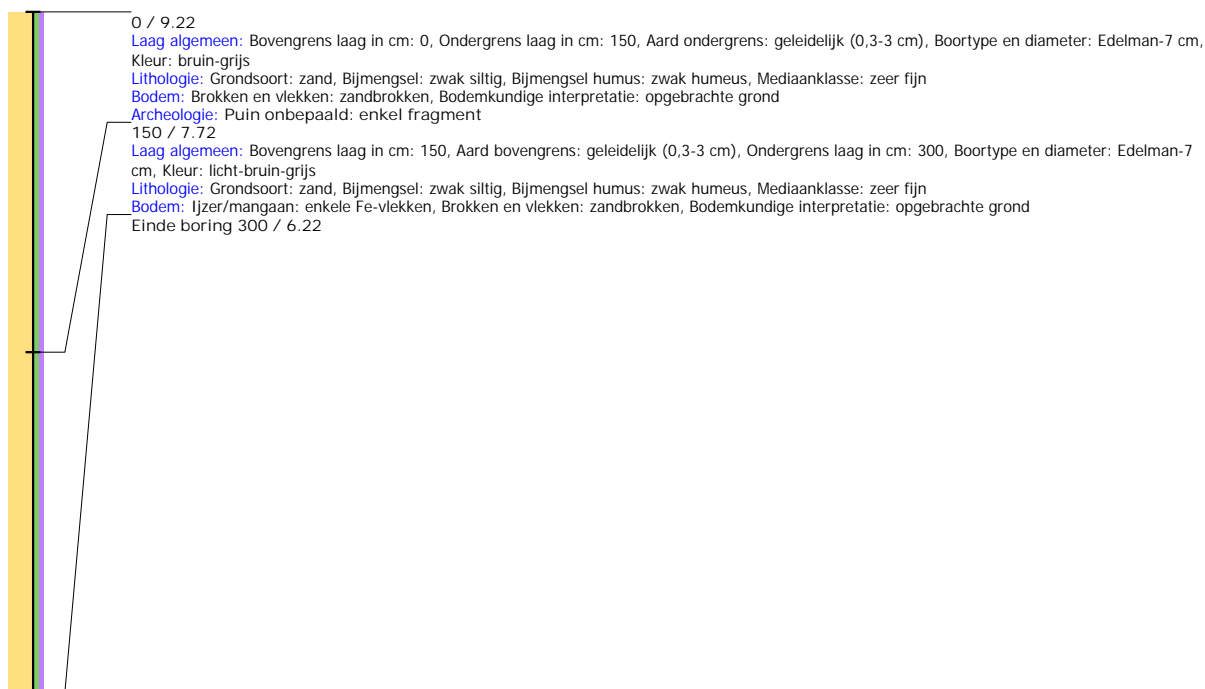
## Boring: WZWM\_8

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 8, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 75  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102132.464, Y-coördinaat in meters: 500797.634, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 9.661, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



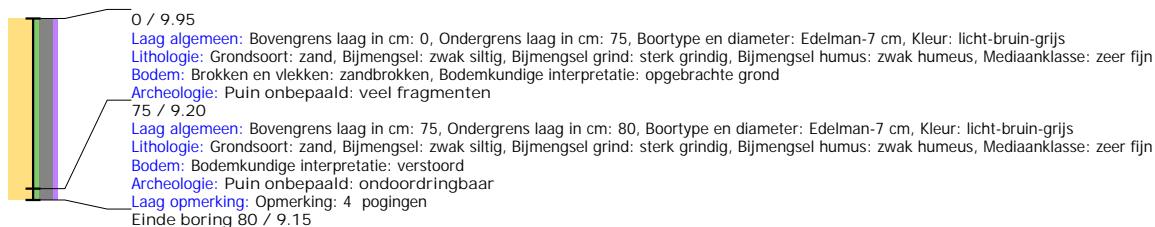
## Boring: WZWM\_9

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 9, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102118.301, Y-coördinaat in meters: 500807.51, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 9.224, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



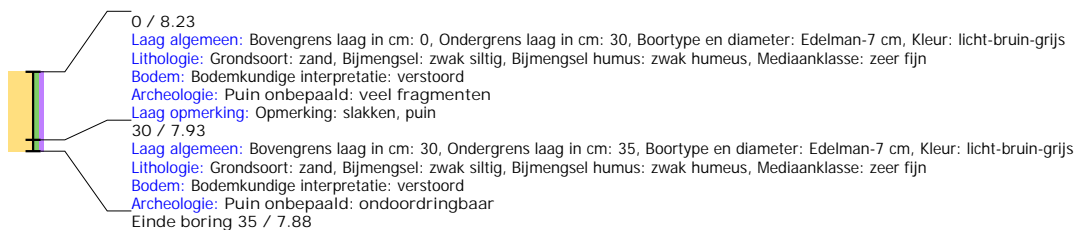
## Boring: WZWM\_10

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 10, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 80  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102118.162, Y-coördinaat in meters: 500777.039, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 9.947, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



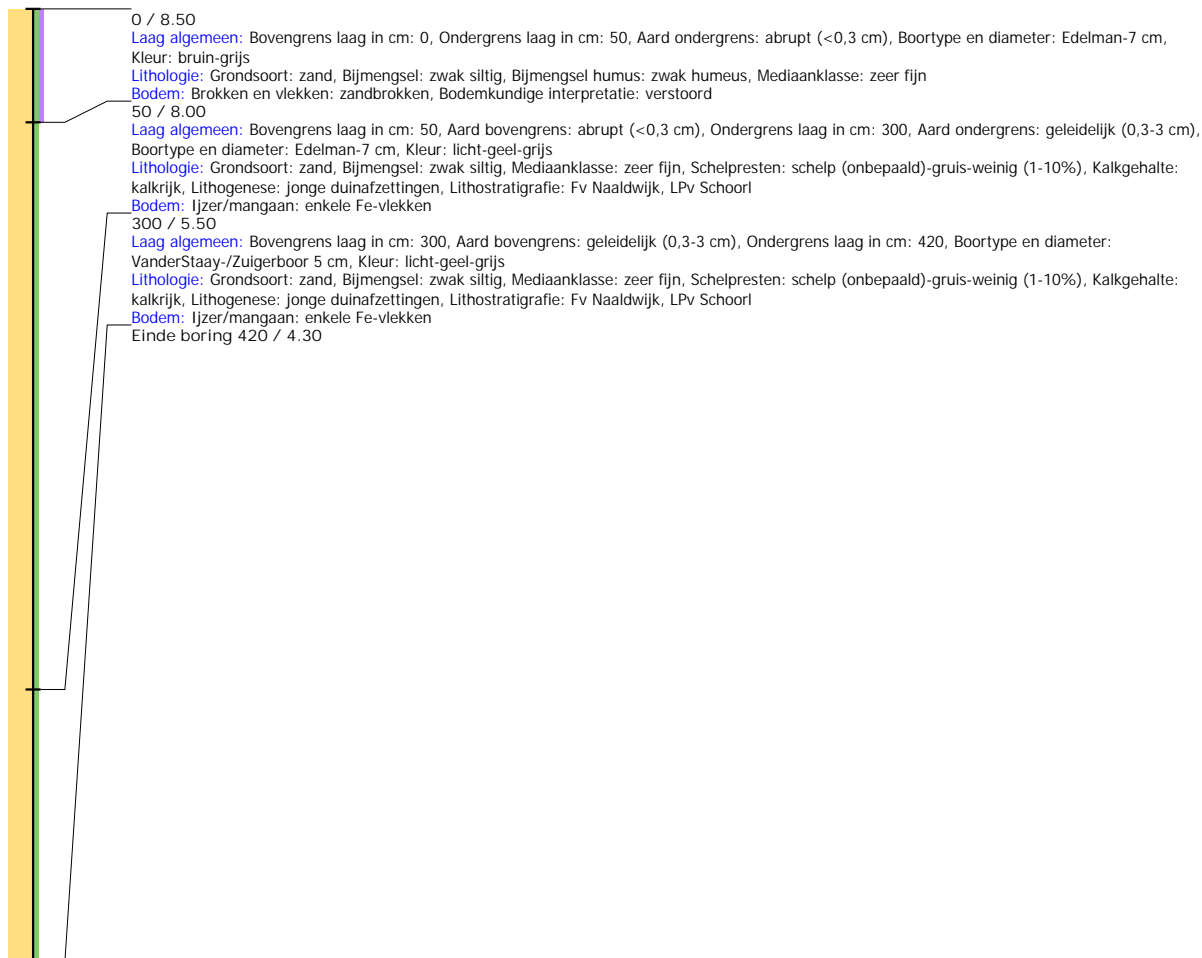
## Boring: WZWM\_11

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 11, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 35  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102165.62, Y-coördinaat in meters: 500781.701, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.234, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 10 pogingen in een straal van 5 m



## Boring: WZWM\_12

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 12, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 420  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102542, Y-coördinaat in meters: 500158, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8.5, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_13

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 13, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 10-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 420  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103054.65, Y-coördinaat in meters: 500138.732, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 9, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Oprachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: naast boring 60



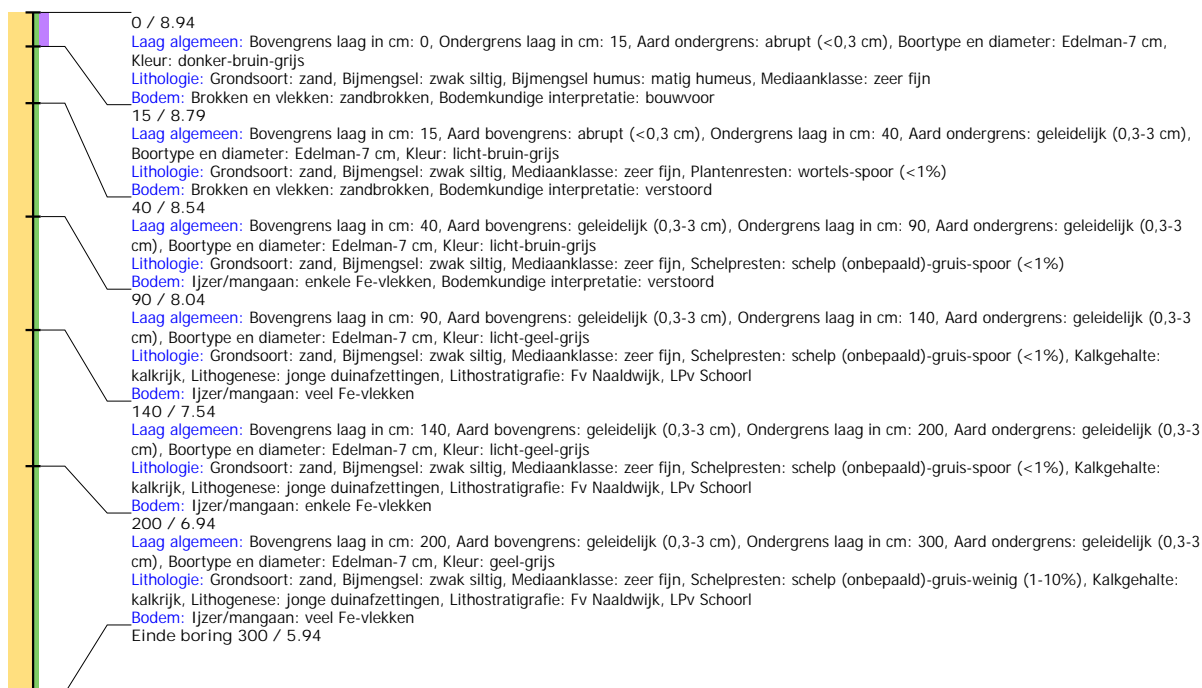
## Boring: WZWM\_14

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 14, Beschrijver(s): FW, Datum: 18-05-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102438.639, Y-coördinaat in meters: 500183.205, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 9.499, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_15

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 15, Beschrijver(s): FW, Datum: 18-05-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102487.17, Y-coördinaat in meters: 500173.429, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.94, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



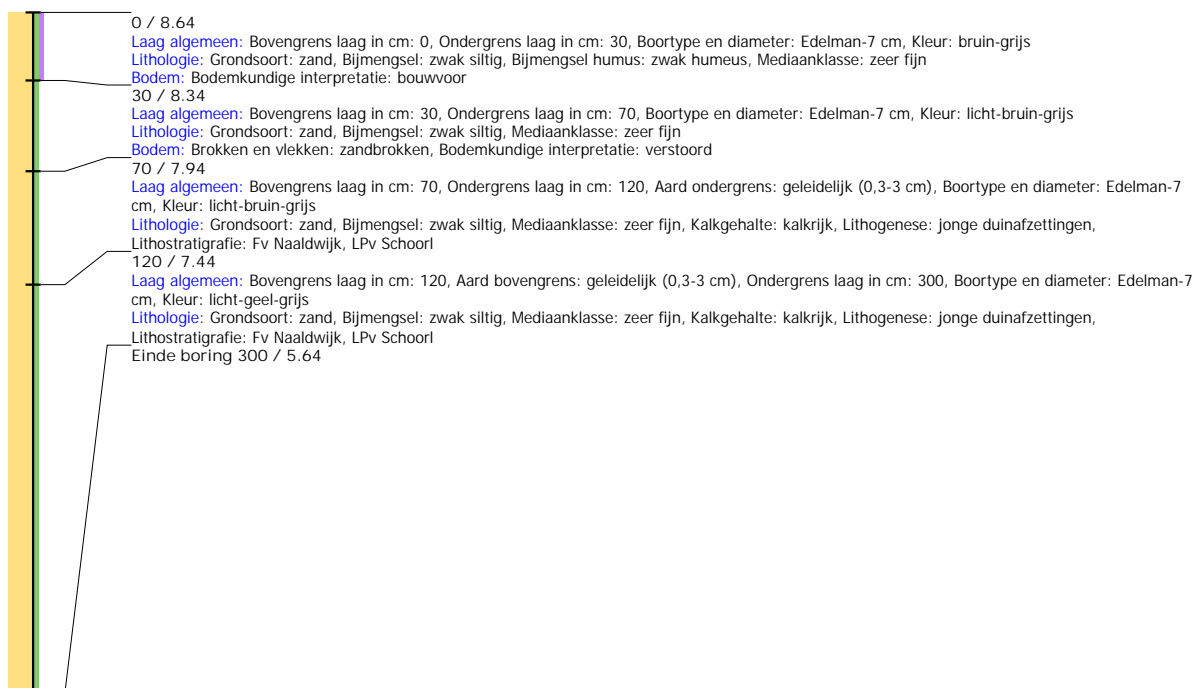
## Boring: WZWM\_16

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 16, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102548.191, Y-coördinaat in meters: 500163.575, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.801, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



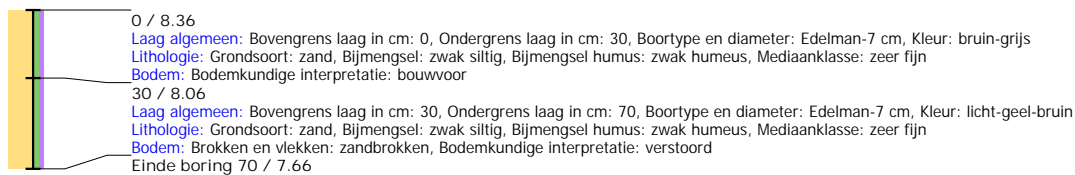
## Boring: WZWM\_17

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 17, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102591.006, Y-coördinaat in meters: 500151.66, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.643, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



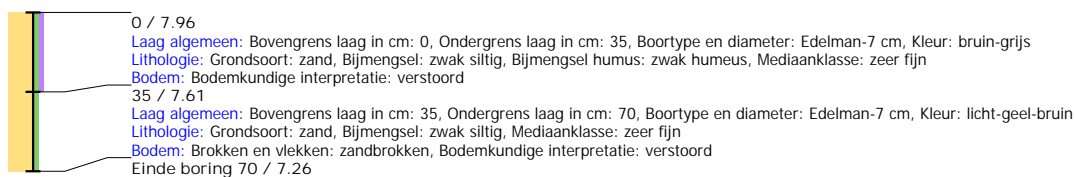
## Boring: WZWM\_18

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 18, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 70  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102635.196, Y-coördinaat in meters: 500142.712, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.363, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 3 pogingen. veel te droog, gat loopt vol



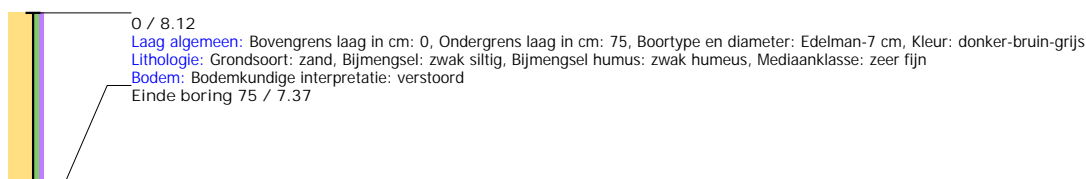
## Boring: WZWM\_19

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 19, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 70  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102685.38, Y-coördinaat in meters: 500120.354, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 7.963, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 3 pogingen, gat met hand gegraven, te droog, boorgat blijft vollopen



## Boring: WZWM\_20

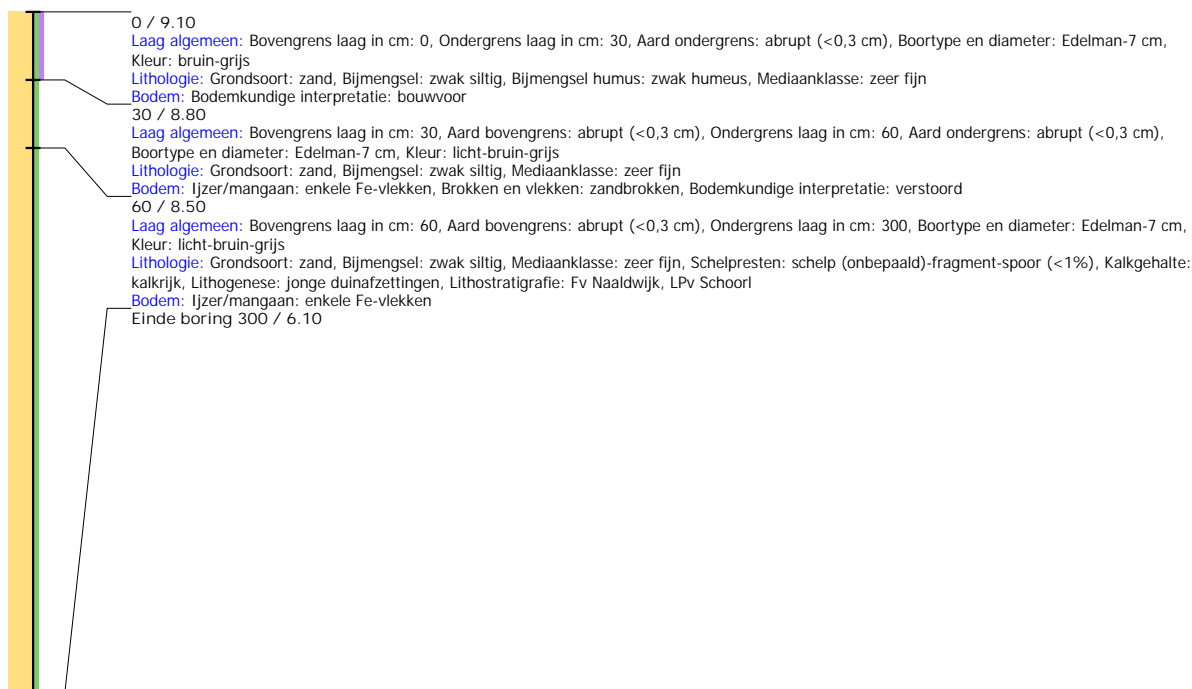
**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 20, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 75  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102733.404, Y-coördinaat in meters: 500105.97, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.121, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 3 pogingen, gll (idem)





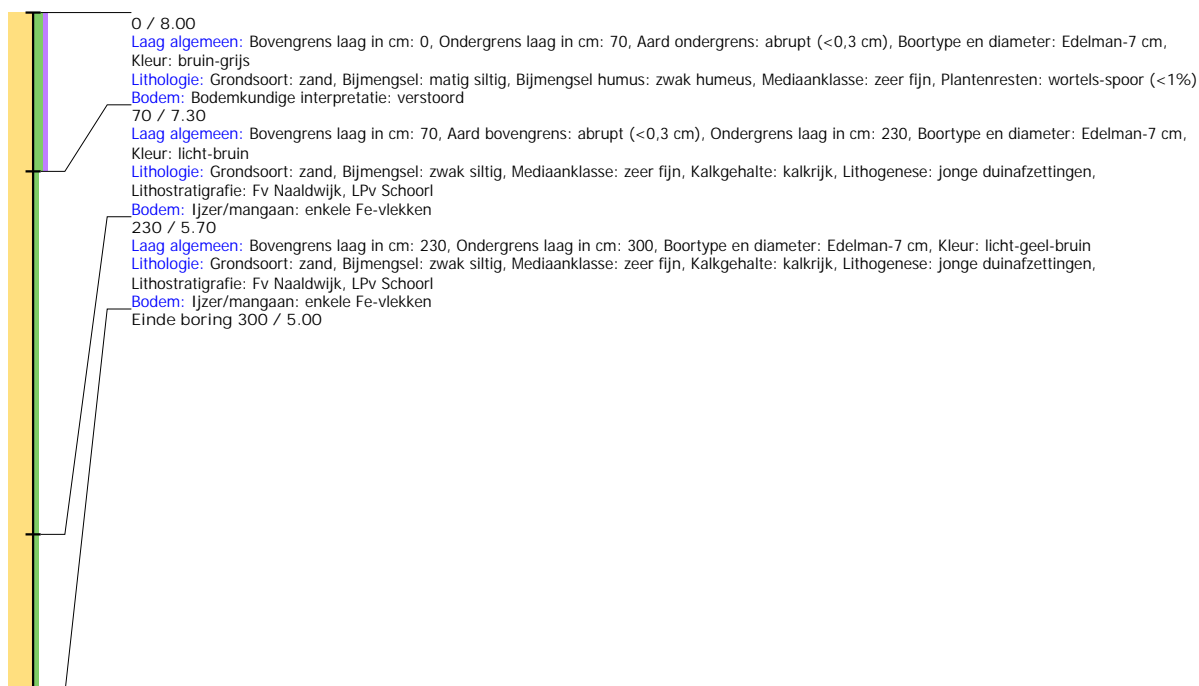
## Boring: WZWM\_21

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 21, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102783.307, Y-coördinaat in meters: 500107.578, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 9.1, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



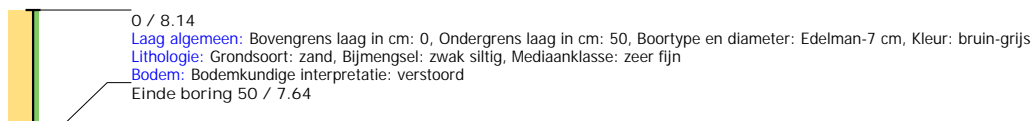
## Boring: WZWM\_22

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 22, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102824.64, Y-coördinaat in meters: 500095.276, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: lantaarnpaal 7. 15m oost 10m noord



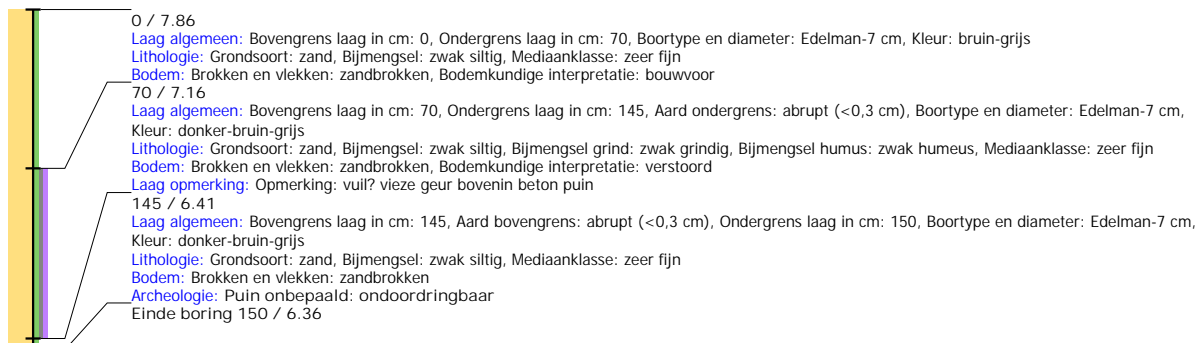
## Boring: WZWM\_23

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 23, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 50  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102875.564, Y-coördinaat in meters: 500082.747, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8.136, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 3 pogingen, uitgedroogd, los zand valt in boorgat.



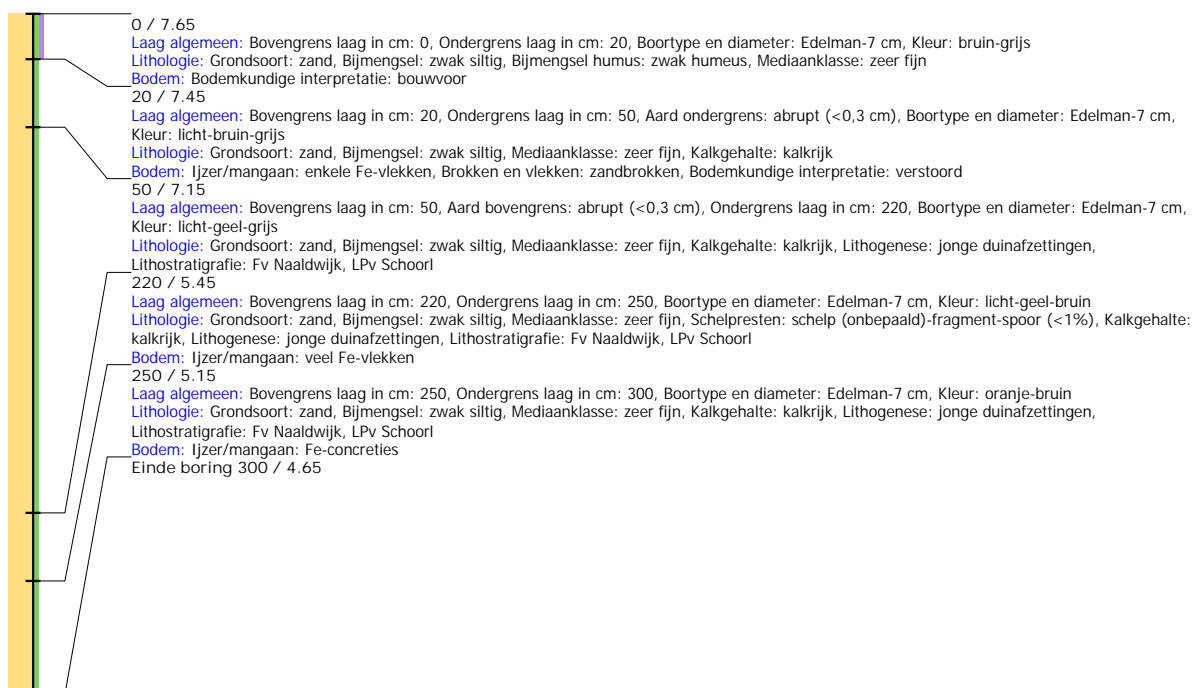
## Boring: WZWM\_24

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 24, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 150  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102919.862, Y-coördinaat in meters: 500072.894, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 7.864, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 2poging tot 45 te droog 3e poging odp beton? misschien vanwege hokje? ter indicatie: circa 0.5 uur werk voor 1persoo excl. boorlocatie benaderen



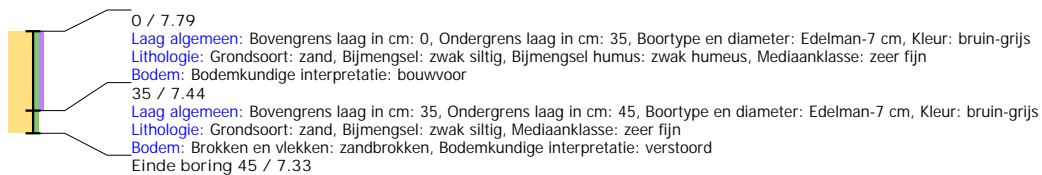
## Boring: WZWM\_25

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 25, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102979.899, Y-coördinaat in meters: 500061.802, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 7.648, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



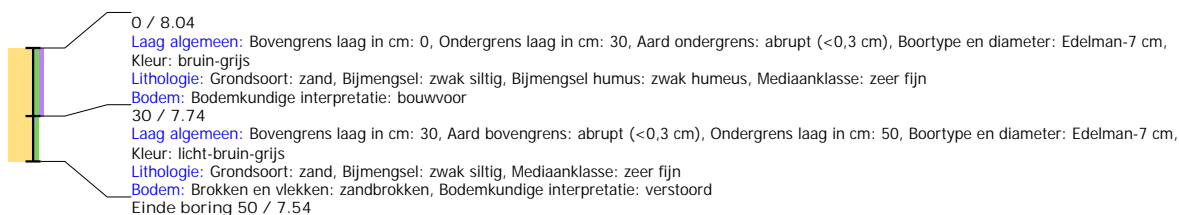
## Boring: WZWM\_26

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 26, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 45  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103015.632, Y-coördinaat in meters: 500052.262, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 7.785, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: te droog 3poging gat loopt vol



## Boring: WZWM\_27

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 27, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 50  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103088.457, Y-coördinaat in meters: 500041.26, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.037, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: uitgedroogd, gat loopt vol

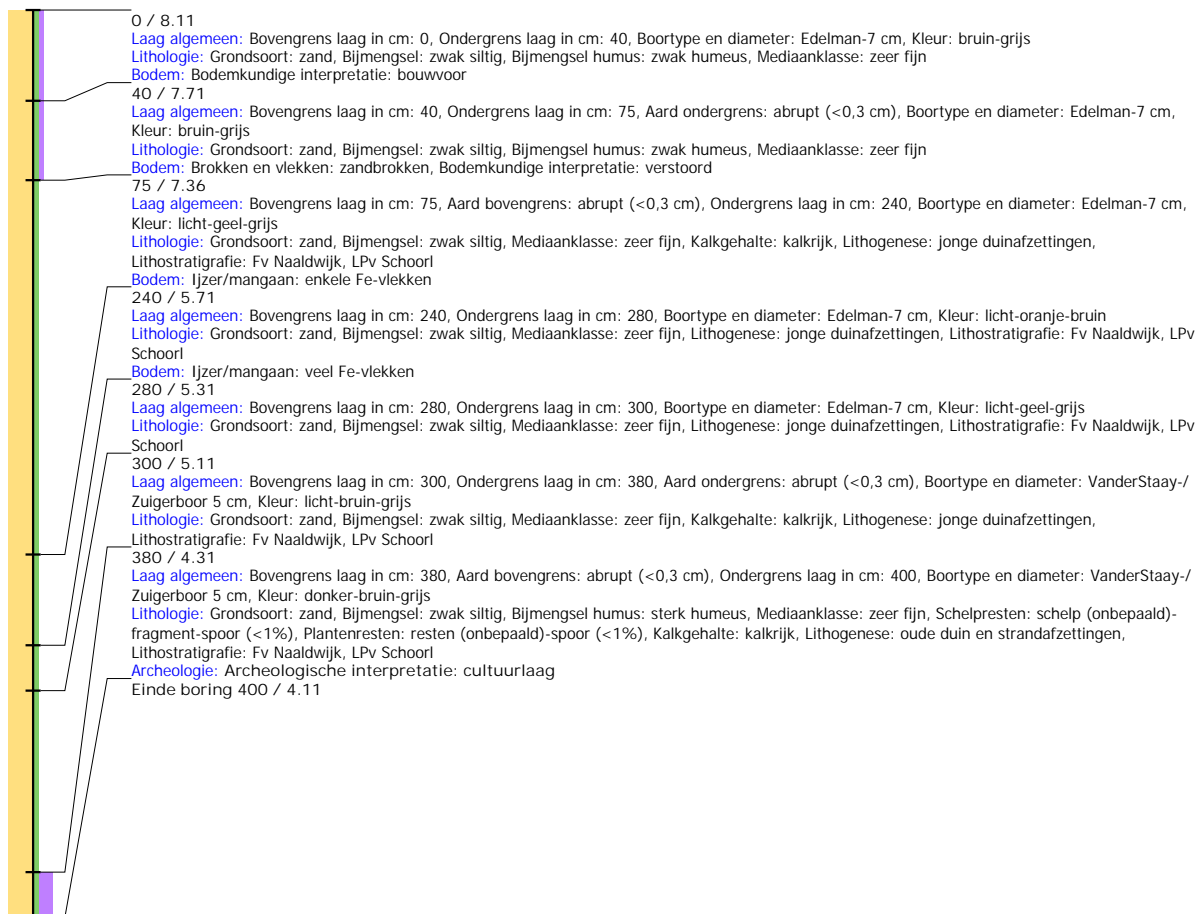


## Boring: WZWM\_28

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 28, Beschrijver(s): NC/WW, Datum: 04-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 0  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103120.108, Y-coördinaat in meters: 500018.994, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.181, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: boorlocatie ligt op bult ca 2m hoog, zuidkant waarsch kabels oa lantarnpaal, niet geplaatst geen uitwijkmogelijkheid

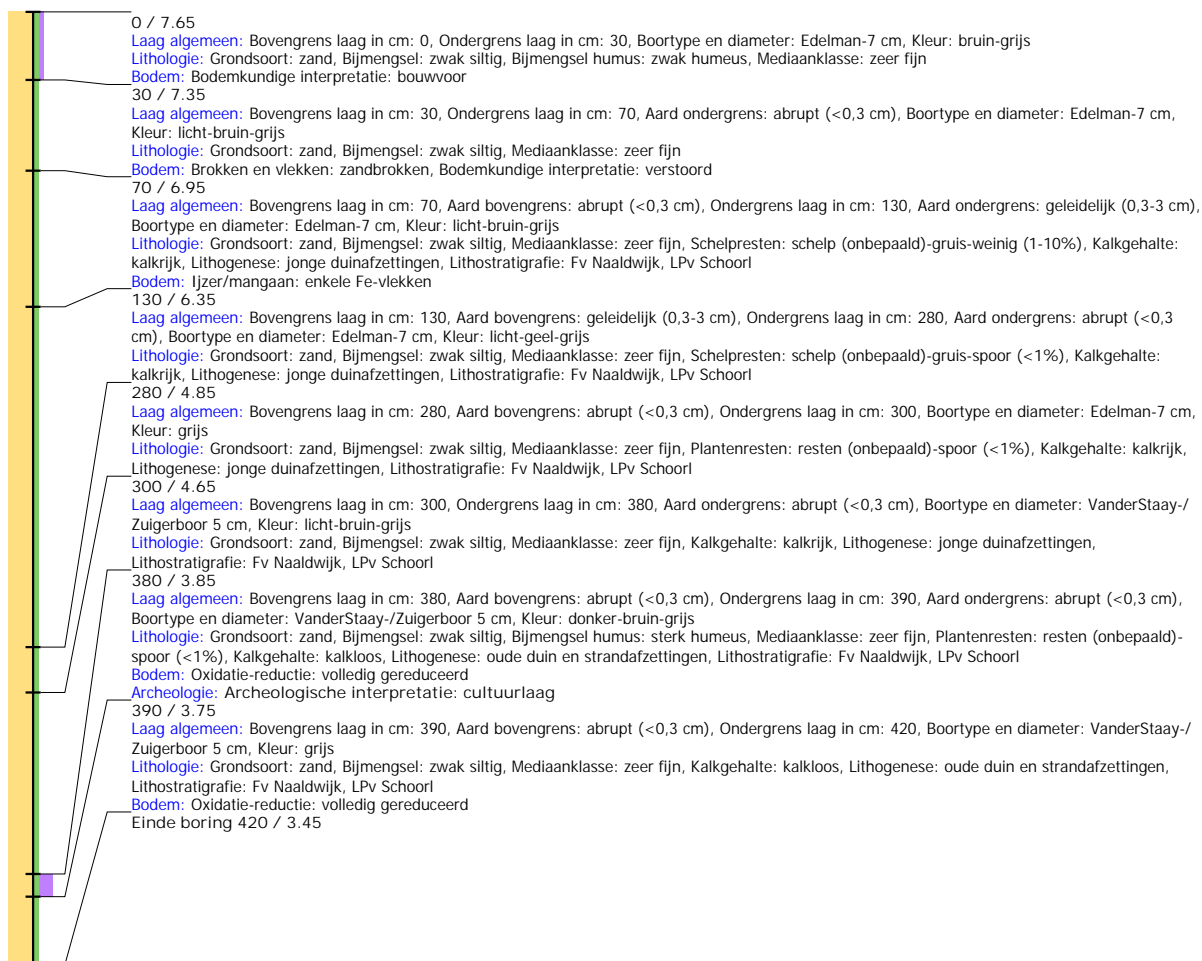
## Boring: WZWM\_29

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 29, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 400  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103138.048, Y-coördinaat in meters: 500058.304, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.11, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 3e poging verderweg ca 10m zw. lvm puin en droogte.



## Boring: WZWM\_30

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 30, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 420  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103108.607, Y-coördinaat in meters: 500075.911, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 7.646, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



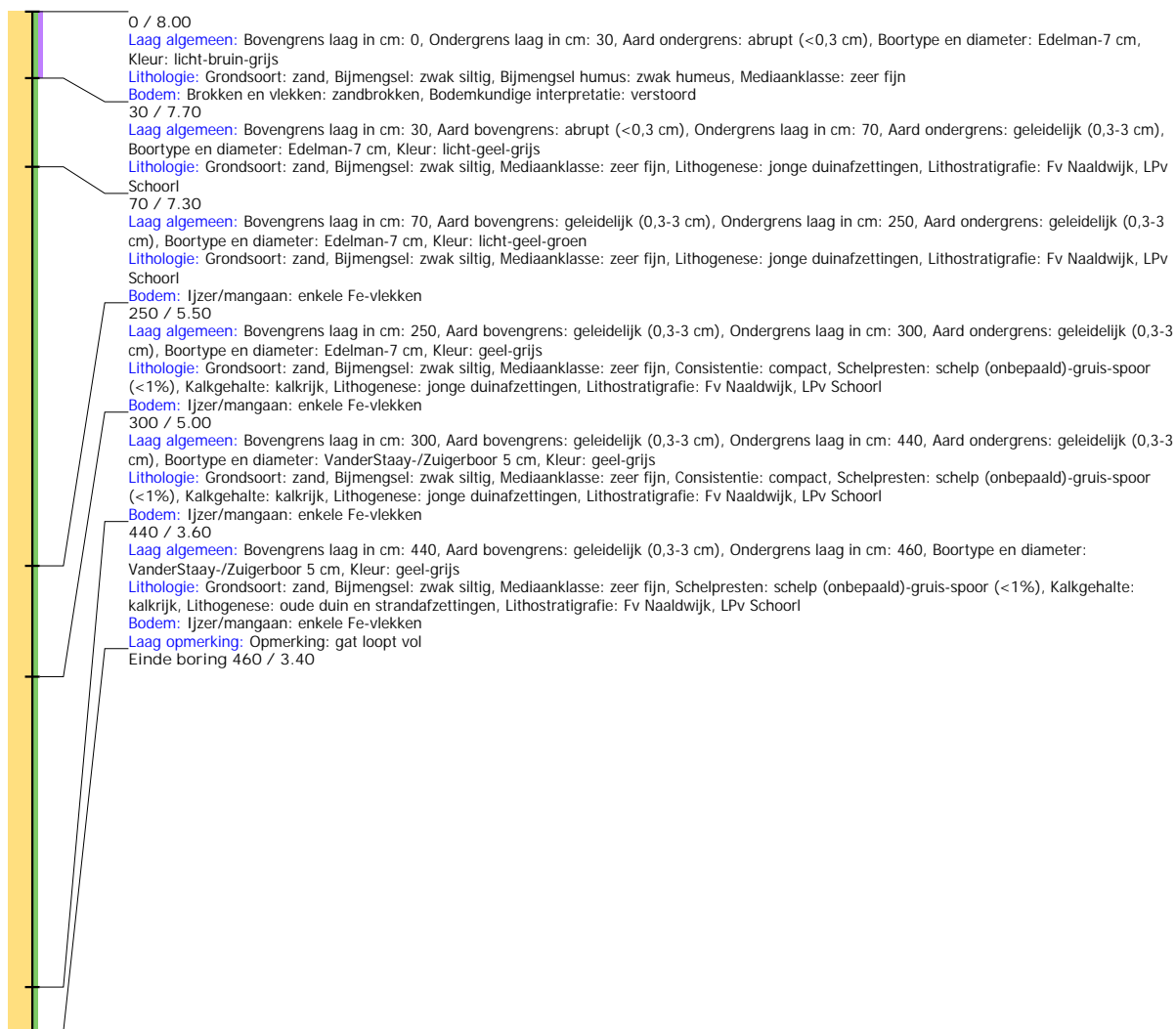
## Boring: WZWM\_31

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 31, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 410  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103077.453, Y-coördinaat in meters: 500113.388, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 7.926, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



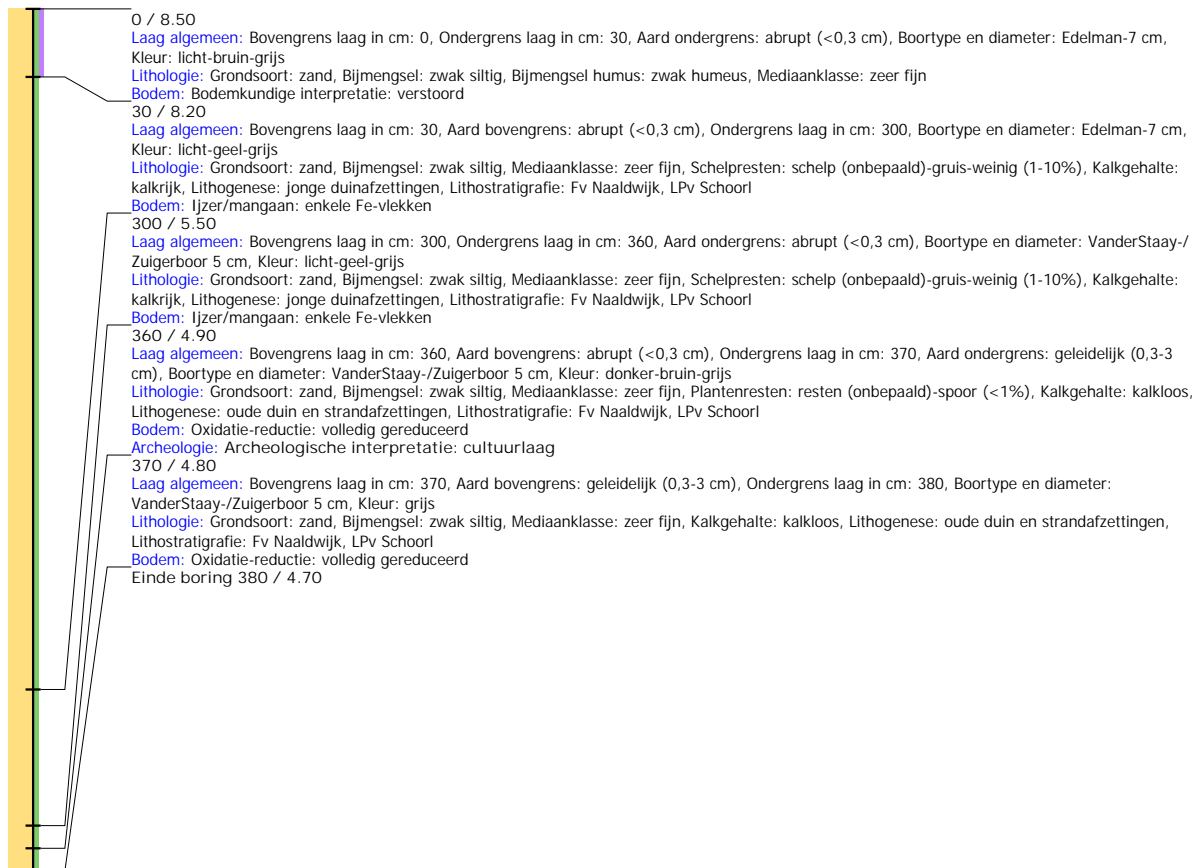
## Boring: WZWM\_35

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 35, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 460  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102900.676, Y-coördinaat in meters: 500139.082, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_37

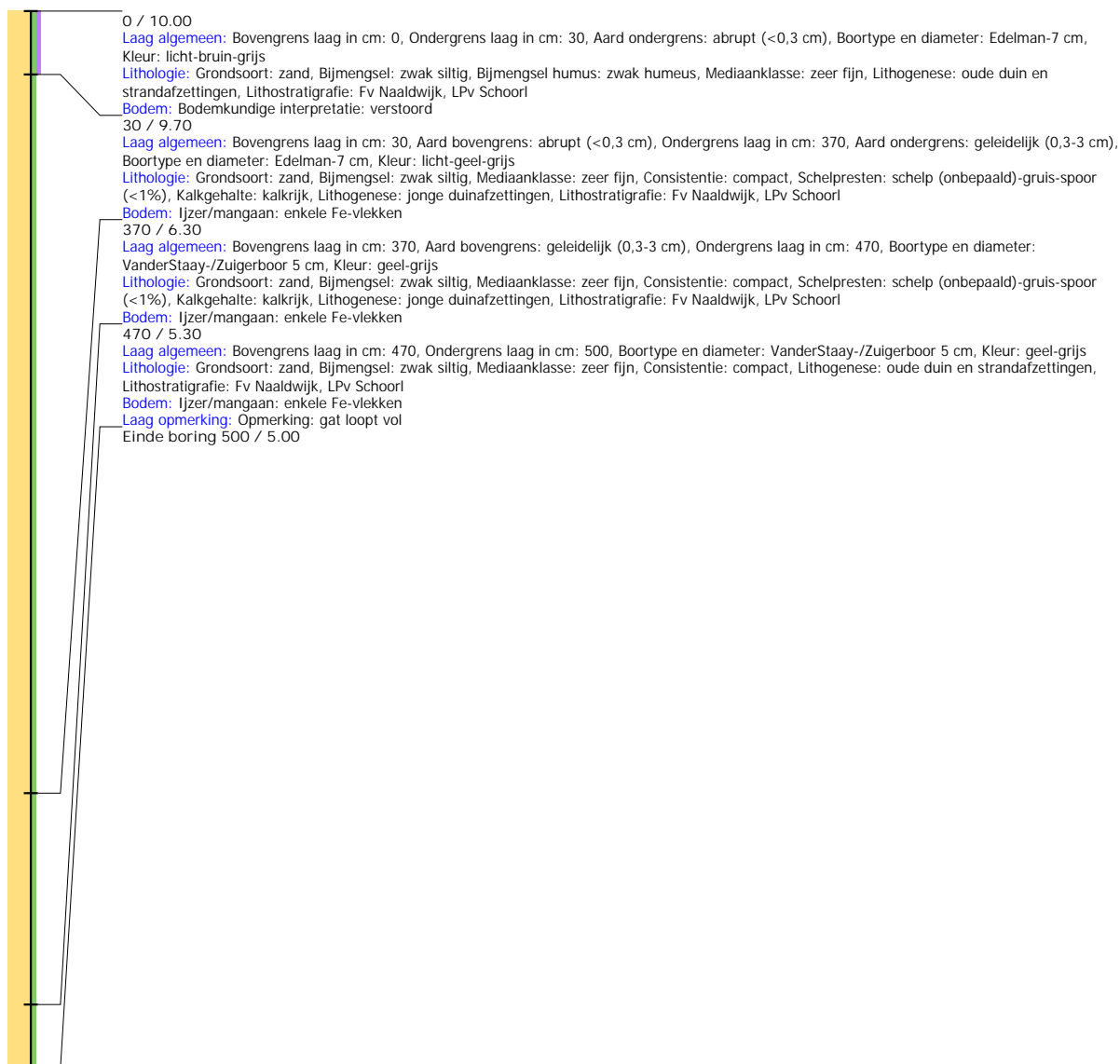
**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 37, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 380  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102788, Y-coördinaat in meters: 500134, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8.5, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West





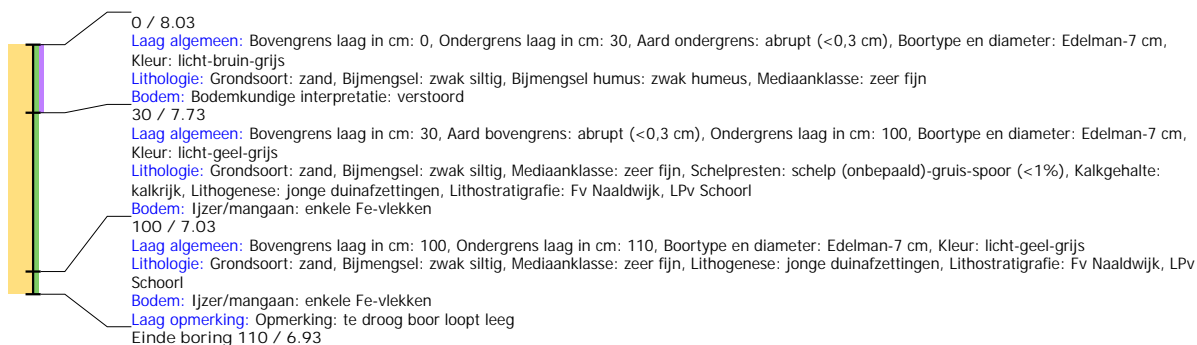
## Boring: WZWM\_38

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 38, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102751, Y-coördinaat in meters: 500157, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 10, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



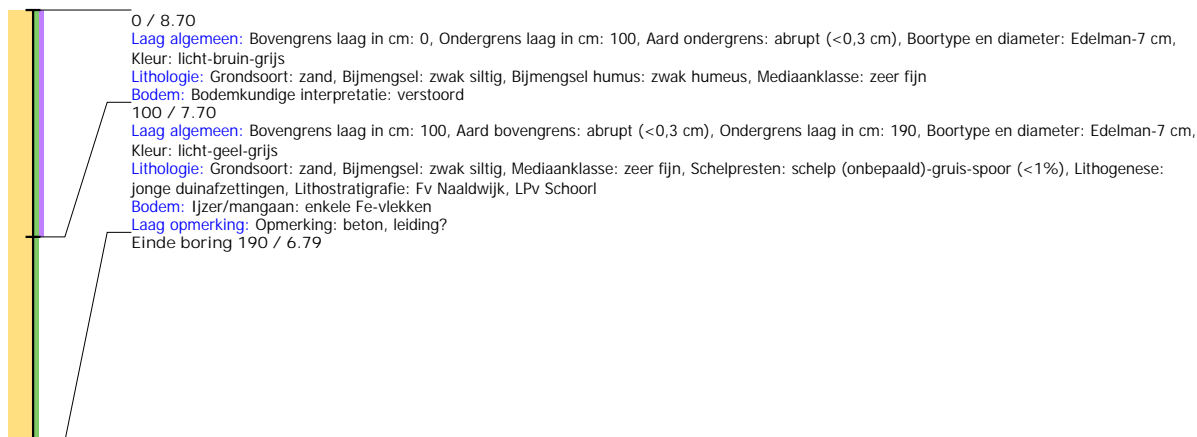
## Boring: WZWM\_39

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 39, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 110  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102639.297, Y-coördinaat in meters: 500153.578, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8.034, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



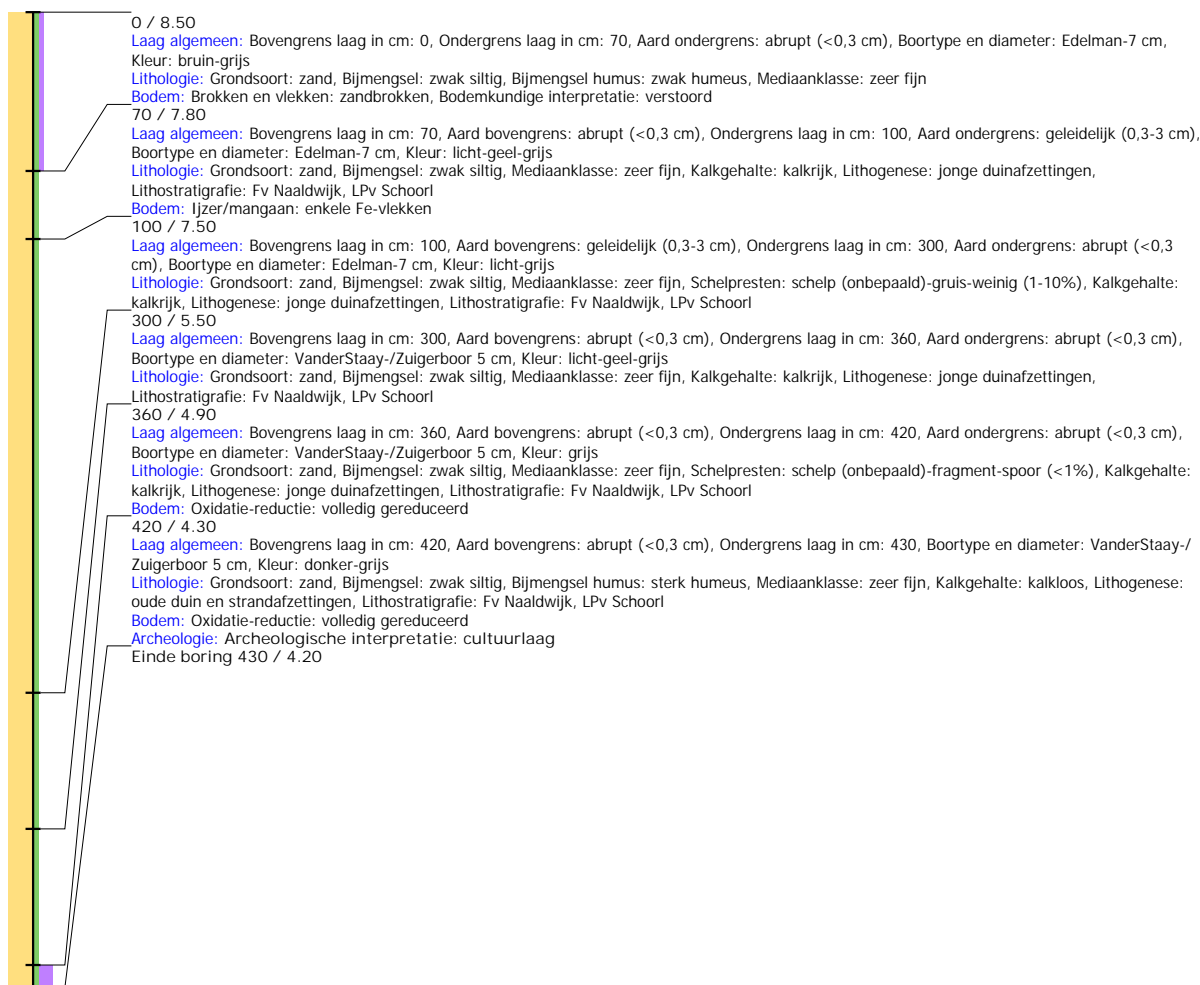
## Boring: WZWM\_41

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 41, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 190  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102577.913, Y-coördinaat in meters: 500183.904, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8.695, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: gestuit



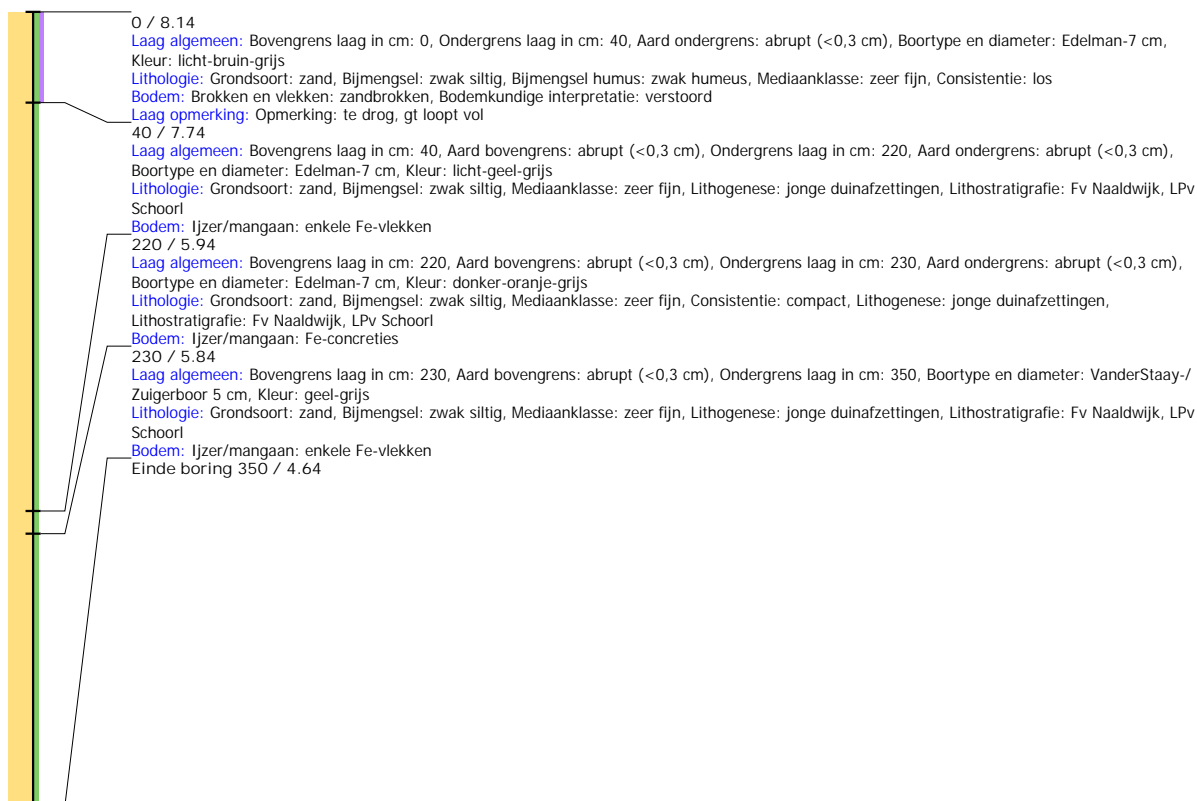
## Boring: WZWM\_54

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 54, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 430  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102759, Y-coördinaat in meters: 500185, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8.5, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: float



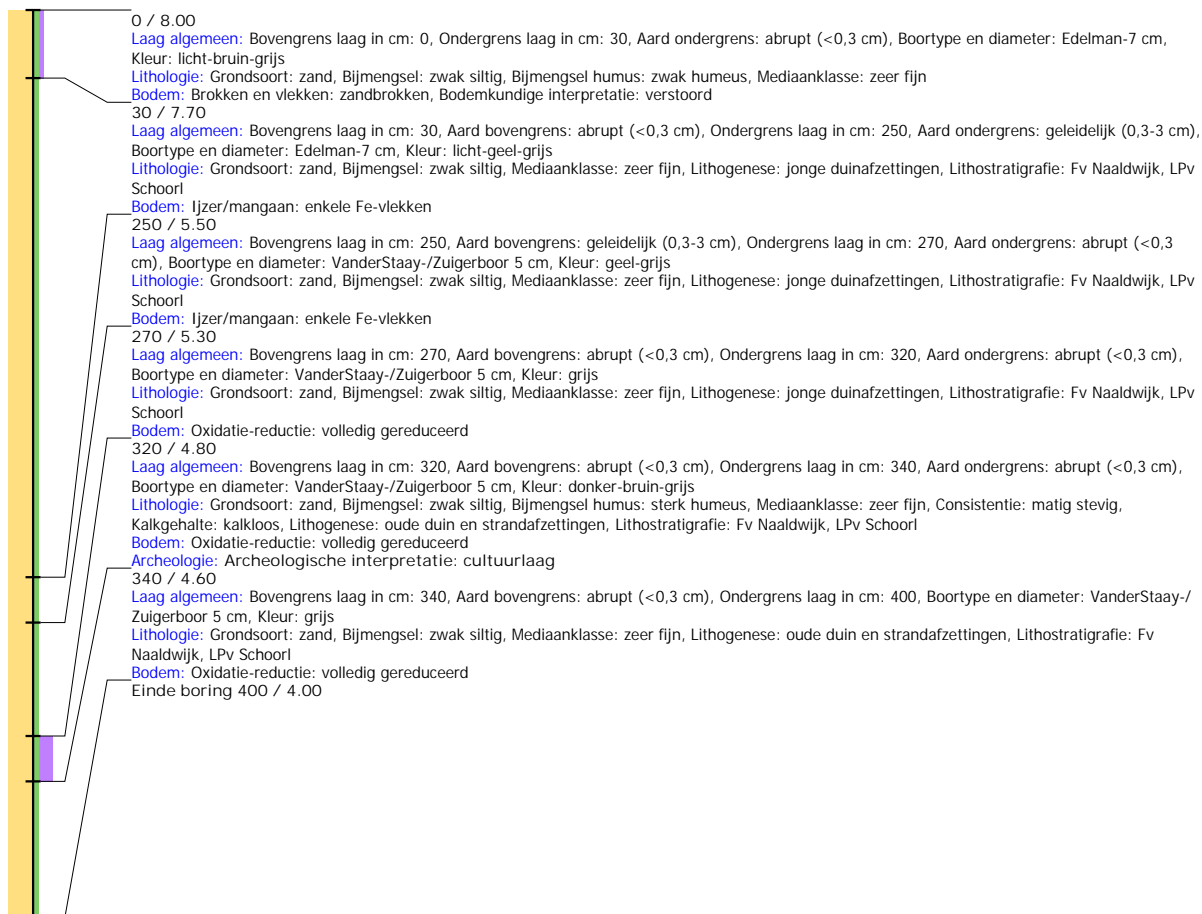
## Boring: WZWM\_55

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 55, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 350  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102810.528, Y-coördinaat in meters: 500205.948, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.137, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



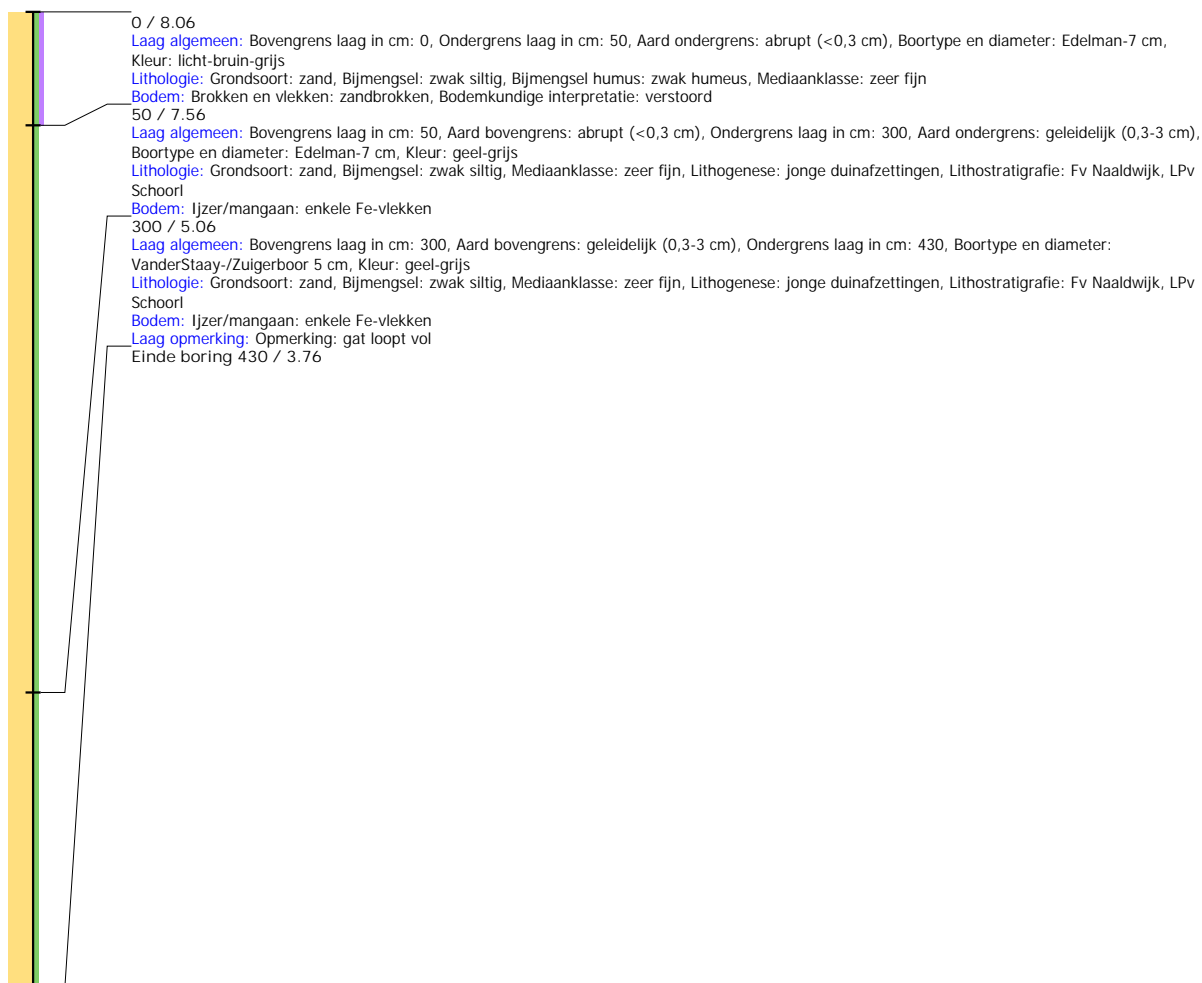
## Boring: WZWM\_56

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 56, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 400  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102835, Y-coördinaat in meters: 500186, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: autonoom



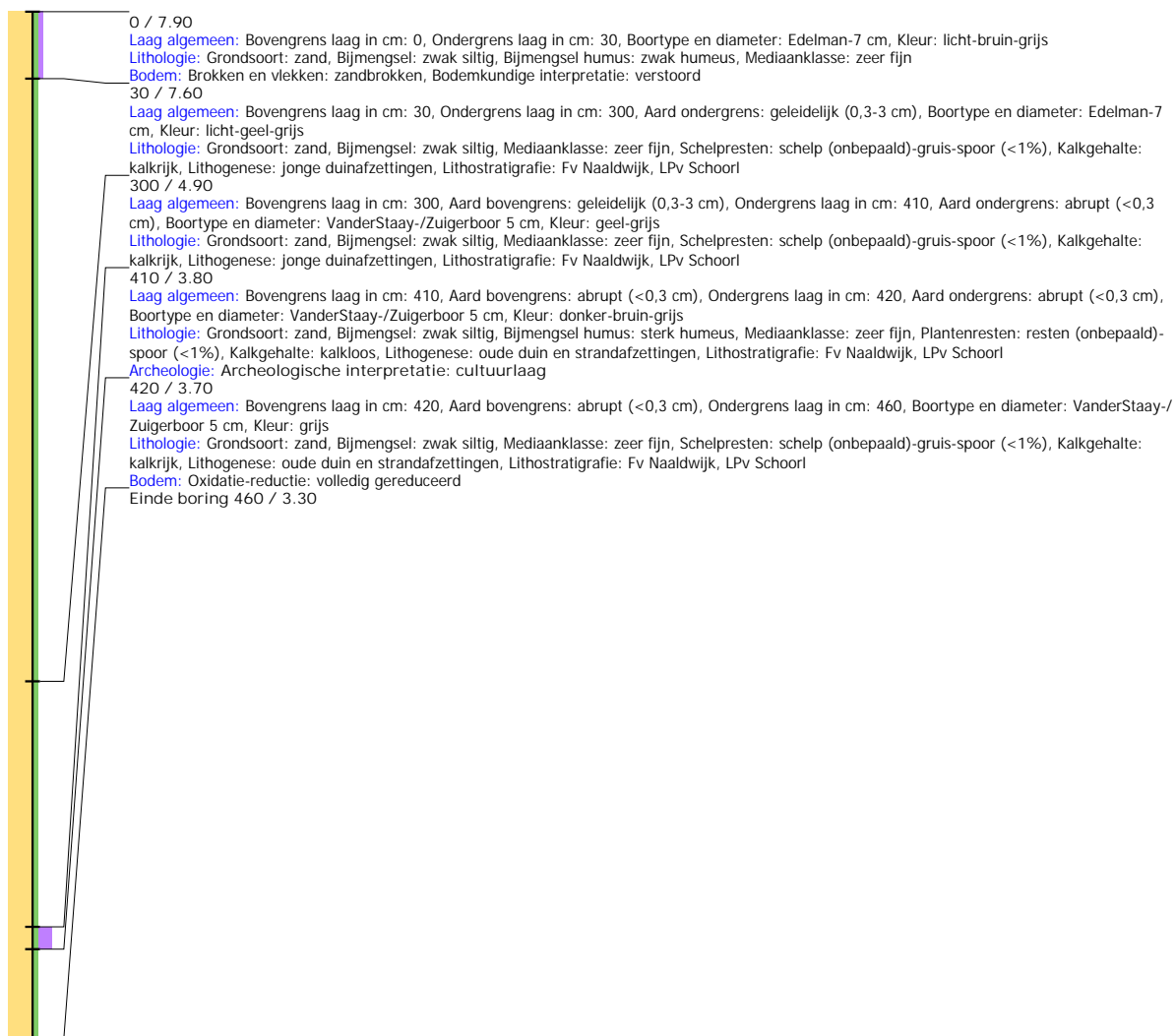
## Boring: WZWM\_57

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 57, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 430  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102874.112, Y-coördinaat in meters: 500111.603, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.062, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



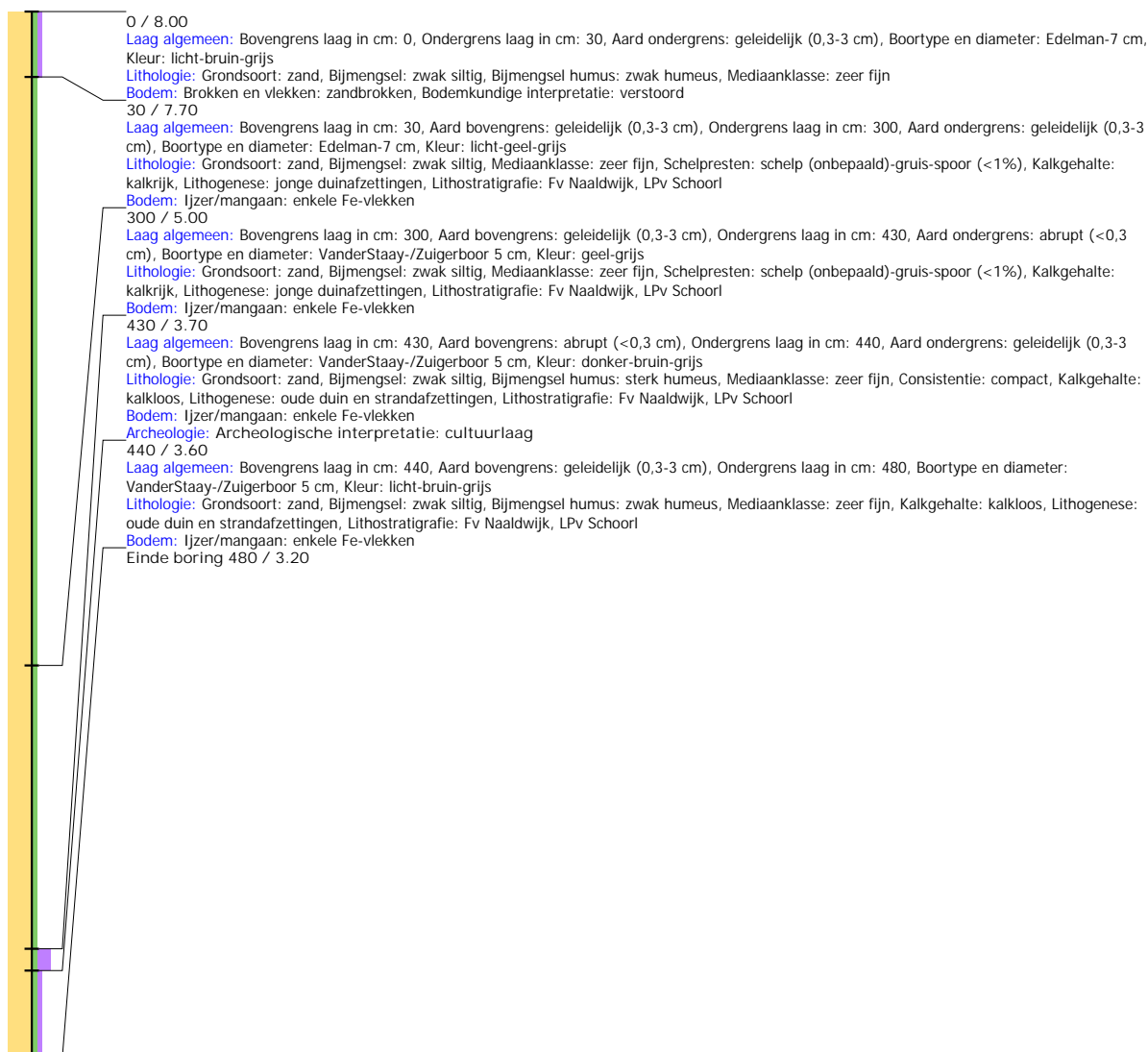
## Boring: WZWM\_58

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 58, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 460  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102954.342, Y-coördinaat in meters: 500128.69, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 7.896, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



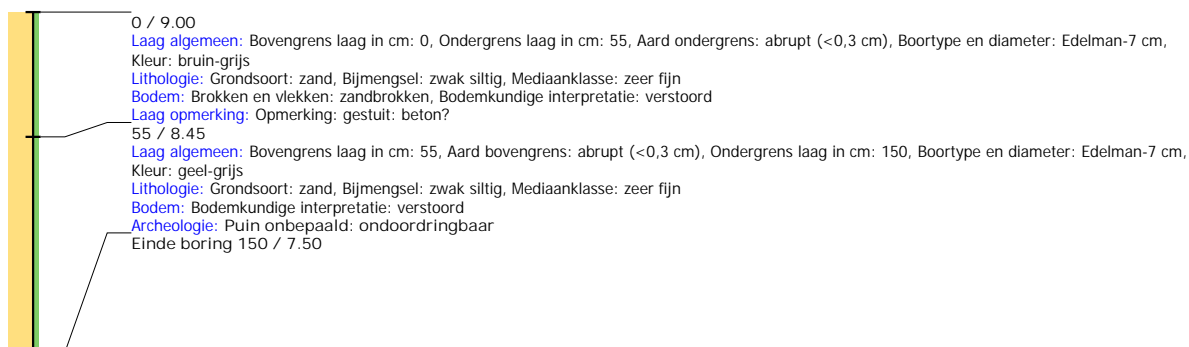
## Boring: WZWM\_59

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 59, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 480  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103003, Y-coördinaat in meters: 500121, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: autonoom, ondoordringbaar i O richting vanaf 20m



## Boring: WZWM\_60

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 60, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 09-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 150  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103054, Y-coördinaat in meters: 500138, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 9, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: gestuit



## Boring: WZWM\_65

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 65, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 10-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 420  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103078.922, Y-coördinaat in meters: 500191.204, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 7.757, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West





## Boring: WZWM\_66

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 66, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103027, Y-coördinaat in meters: 500183, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 0, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 25 m haaks v b91, 50 m haak v pad, in laagte



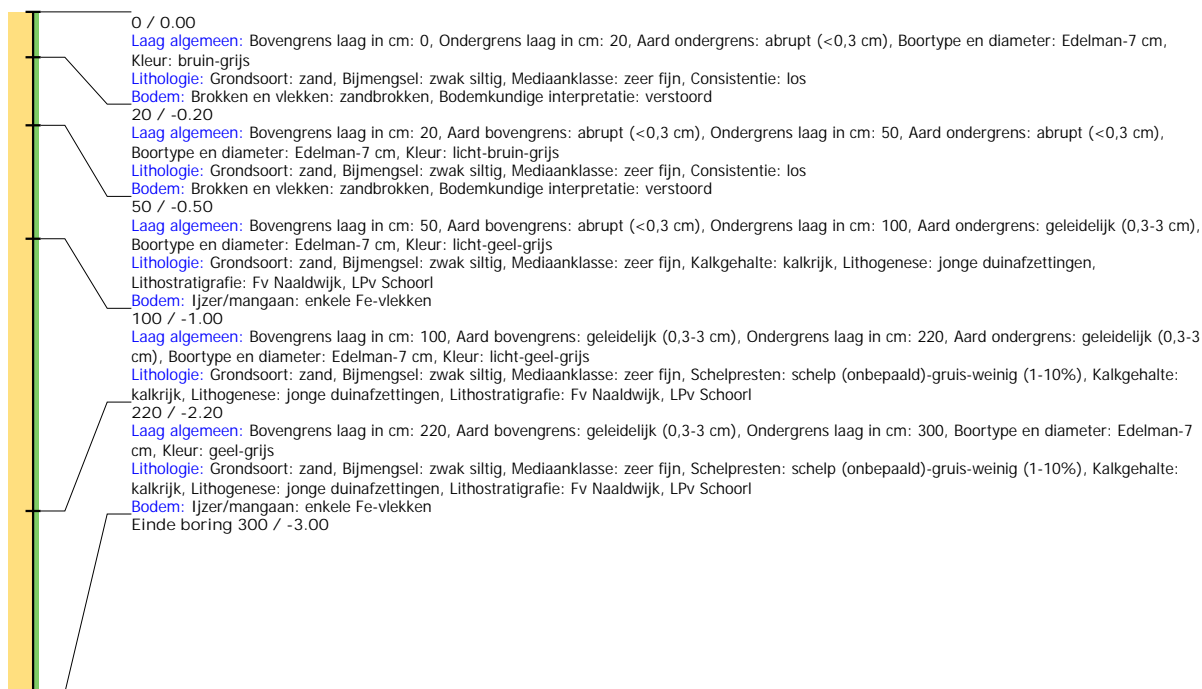
## Boring: WZWM\_67

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 67, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102974, Y-coördinaat in meters: 500188, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 0, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: halverwege b89 en b90, 50 m haaks op pad



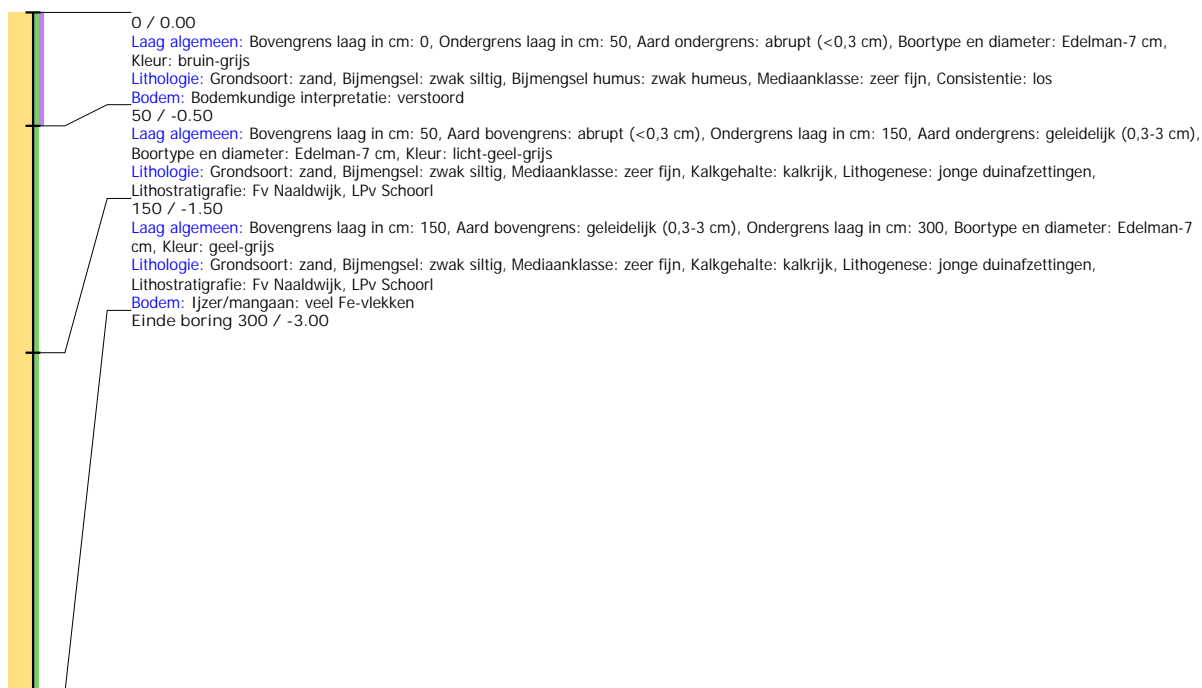
## Boring: WZWM\_68

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 68, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102929, Y-coördinaat in meters: 500213, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 0, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_69

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 69, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102874, Y-coördinaat in meters: 500221, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 0, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



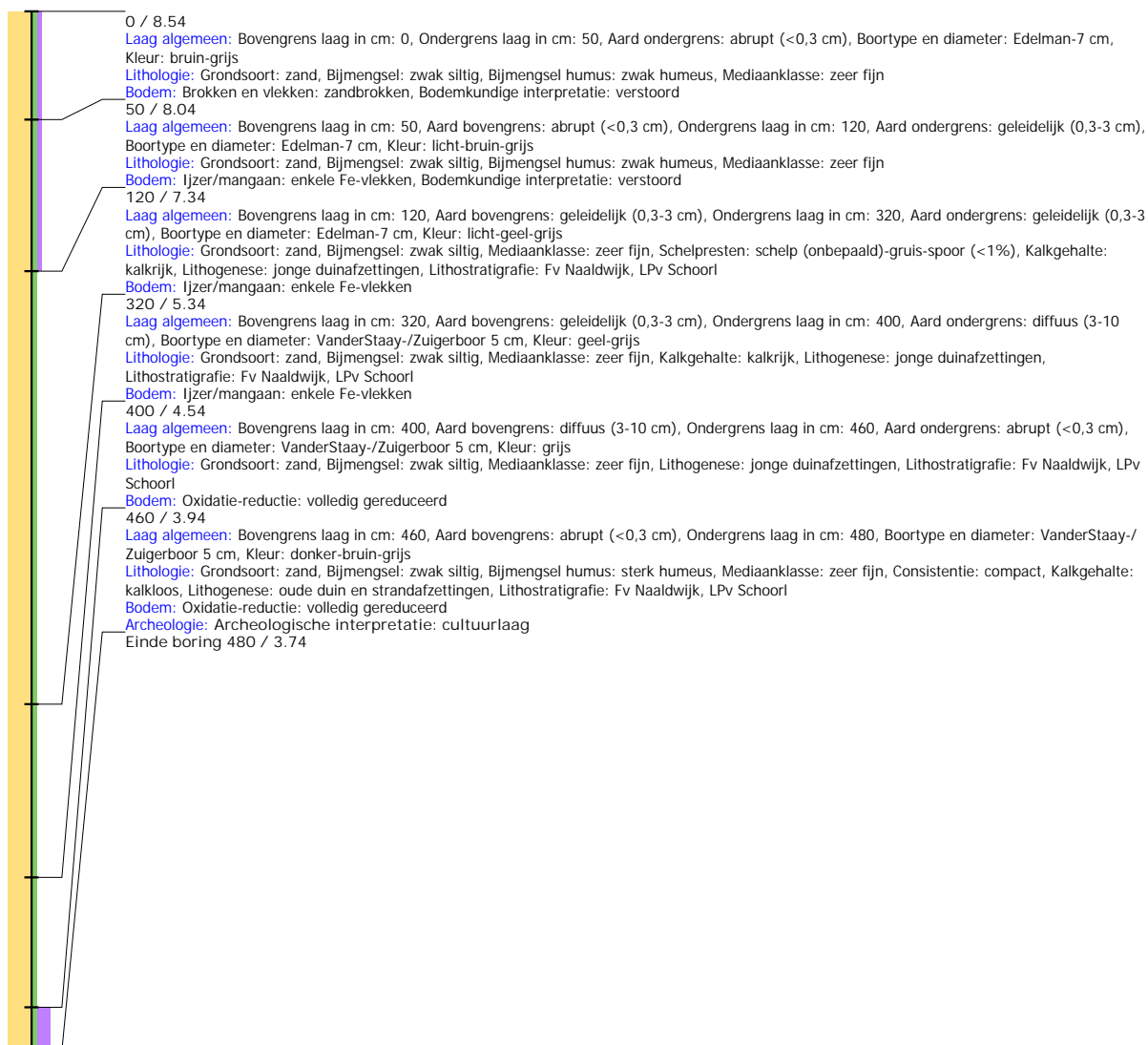
## Boring: WZWM\_70

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 70, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 10-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 480  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102825.244, Y-coördinaat in meters: 500231.496, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.097, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



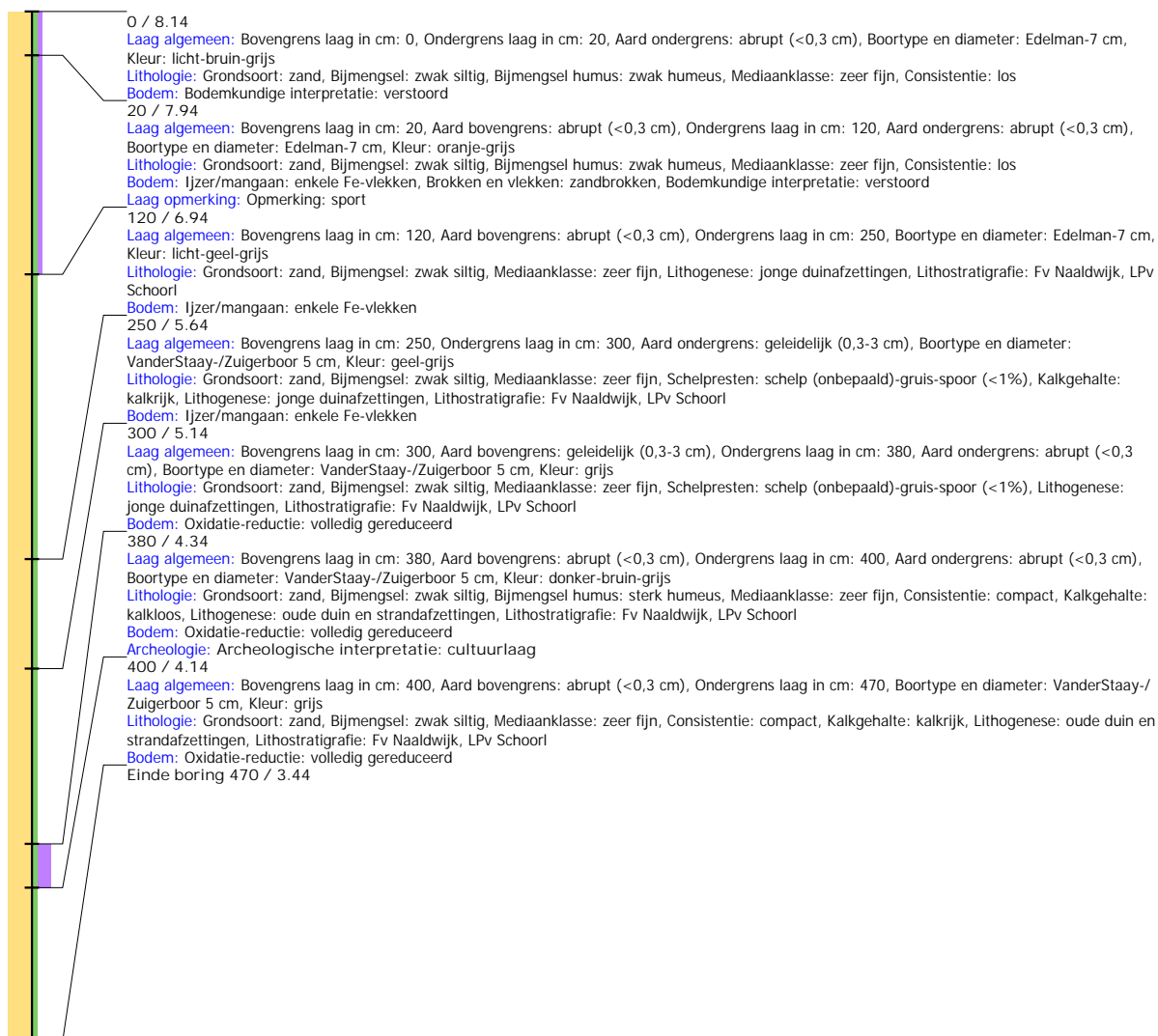
## Boring: WZWM\_71

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 71, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 10-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 480  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102762.775, Y-coördinaat in meters: 500263.216, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.536, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



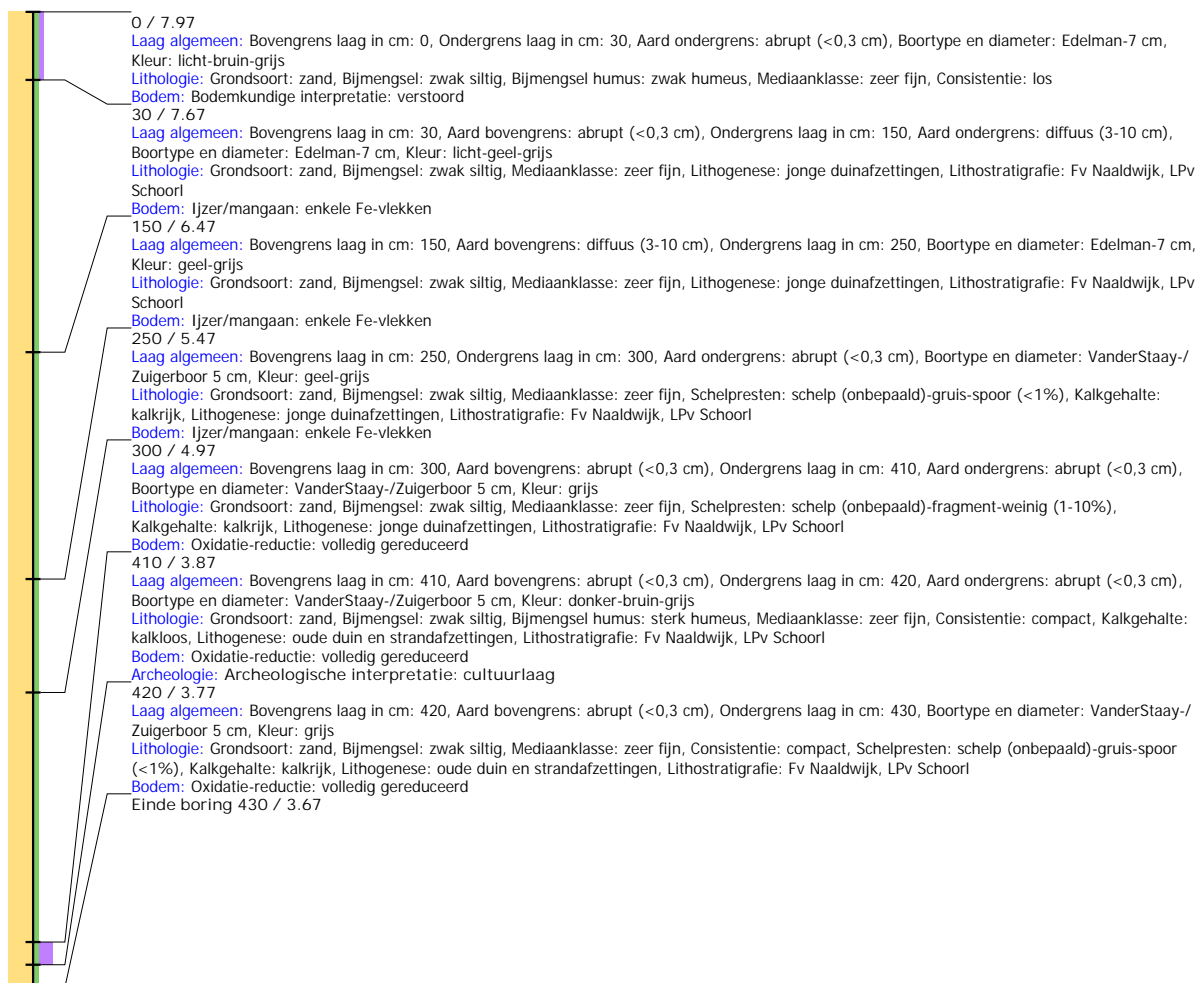
## Boring: WZWM\_85

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 85, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 470  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102770.169, Y-coördinaat in meters: 500294.515, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.14, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_86

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 86, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 430  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102818.155, Y-coördinaat in meters: 500280.913, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 7.968, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_87

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 87, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102867, Y-coördinaat in meters: 500267, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 7.8, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 50 m v b86



## Boring: WZWM\_88

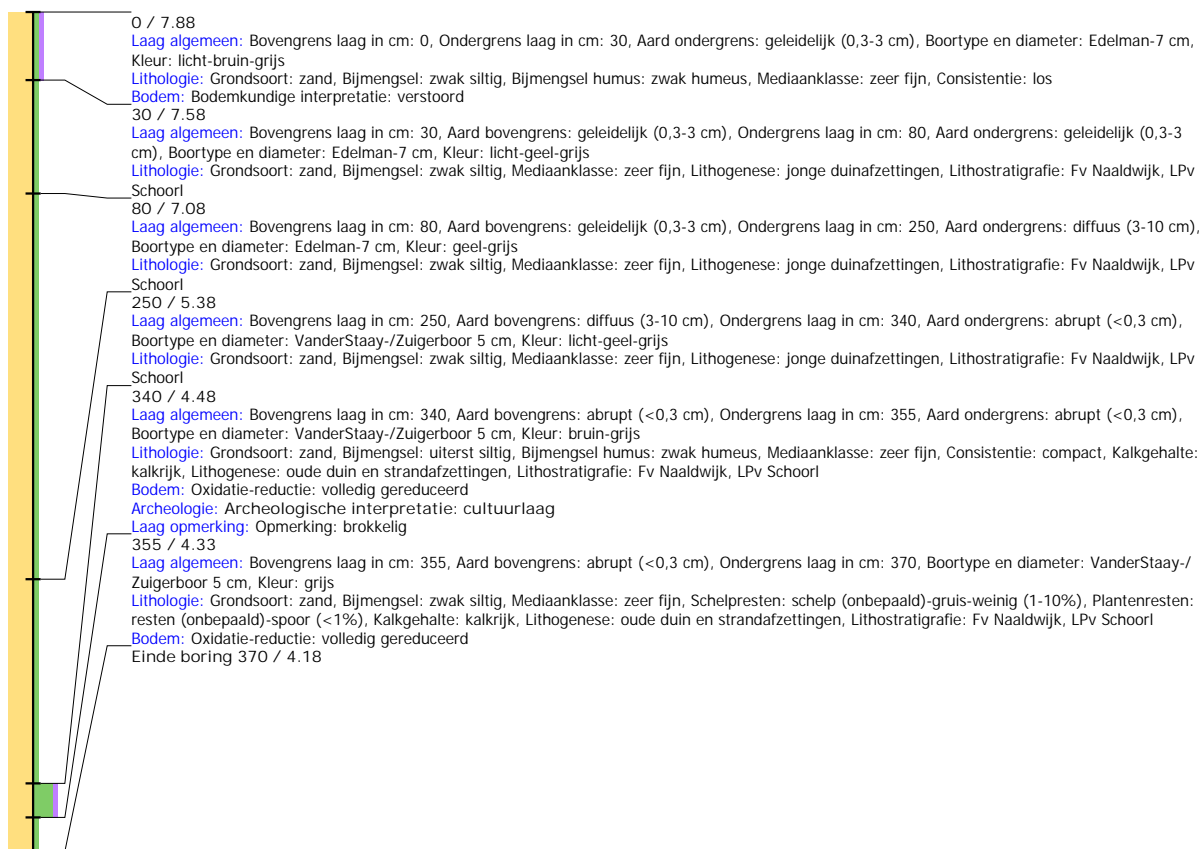
**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 88, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 410  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102912.182, Y-coördinaat in meters: 500252.224, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 7.988, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 50m van b89, 15m haaks





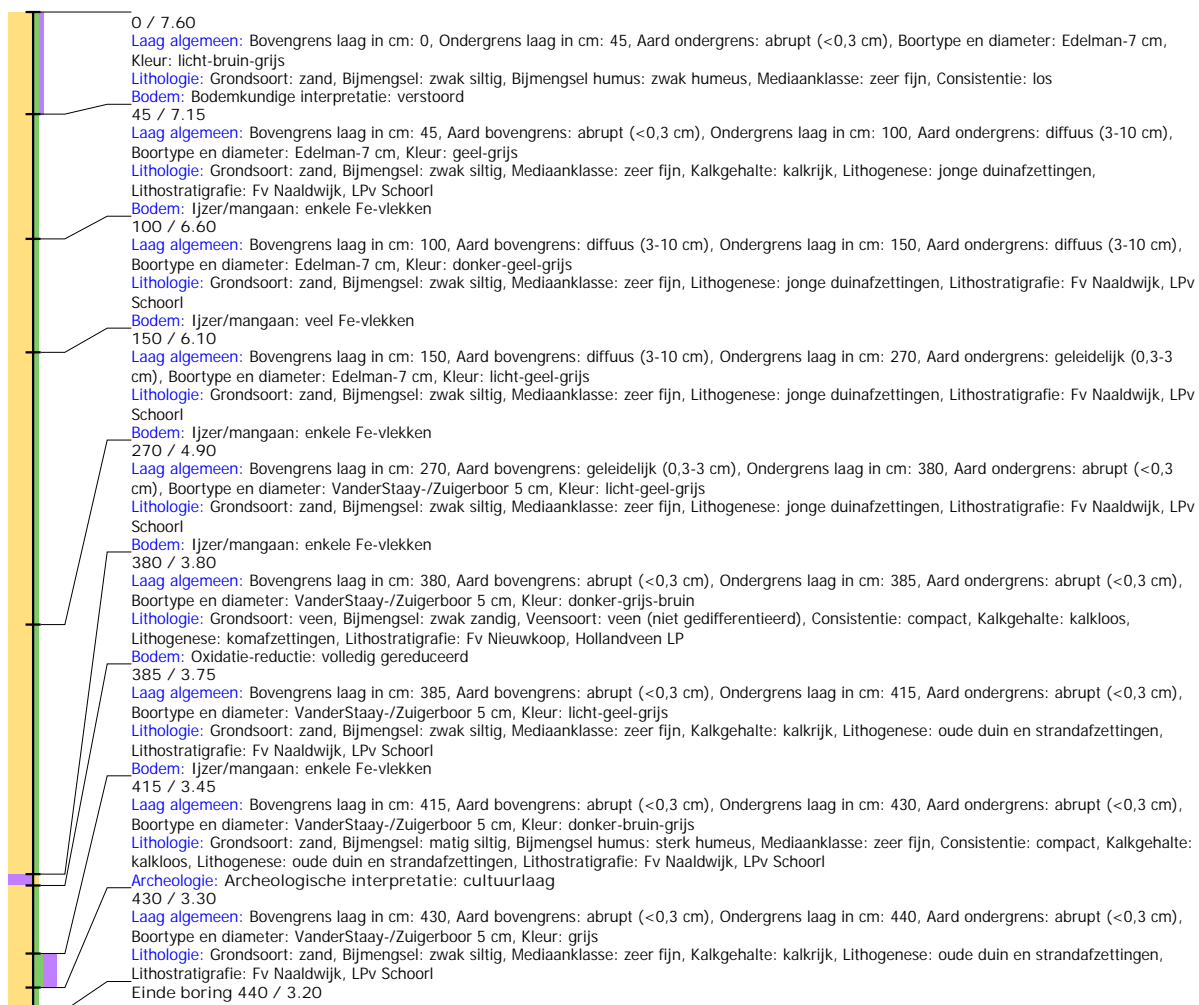
## Boring: WZWM\_89

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 89, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 370  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102964.669, Y-coördinaat in meters: 500248.594, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 7.88, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 50 m haaks b92



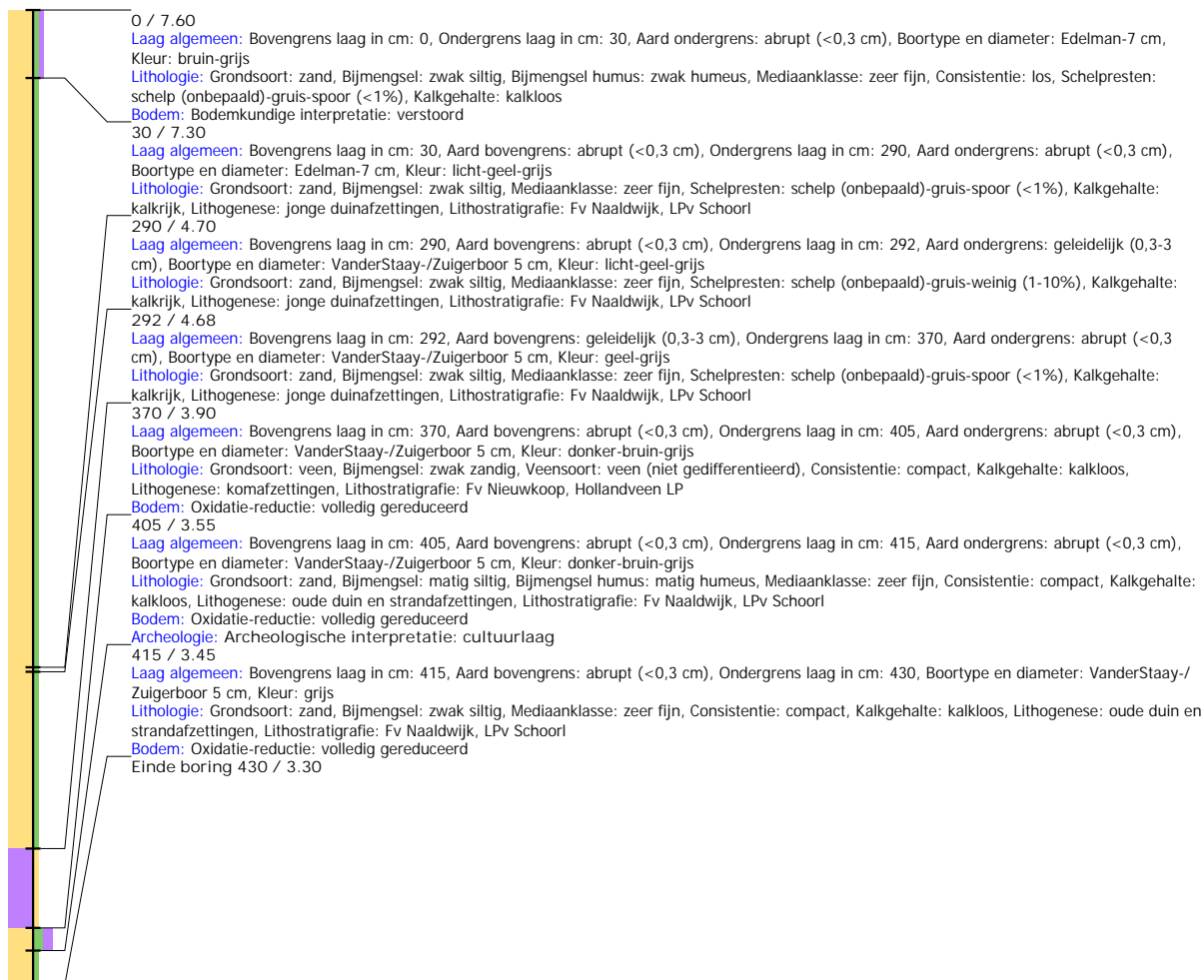
## Boring: WZWM\_90

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 90, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 440  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103009, Y-coördinaat in meters: 500228, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 7.6, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 50 m haaks b91



## Boring: WZWM\_91

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 91, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 430  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103058, Y-coördinaat in meters: 500216, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 7.6, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: tov dc: 10m vanaf pad, 32 m vanaf b2000



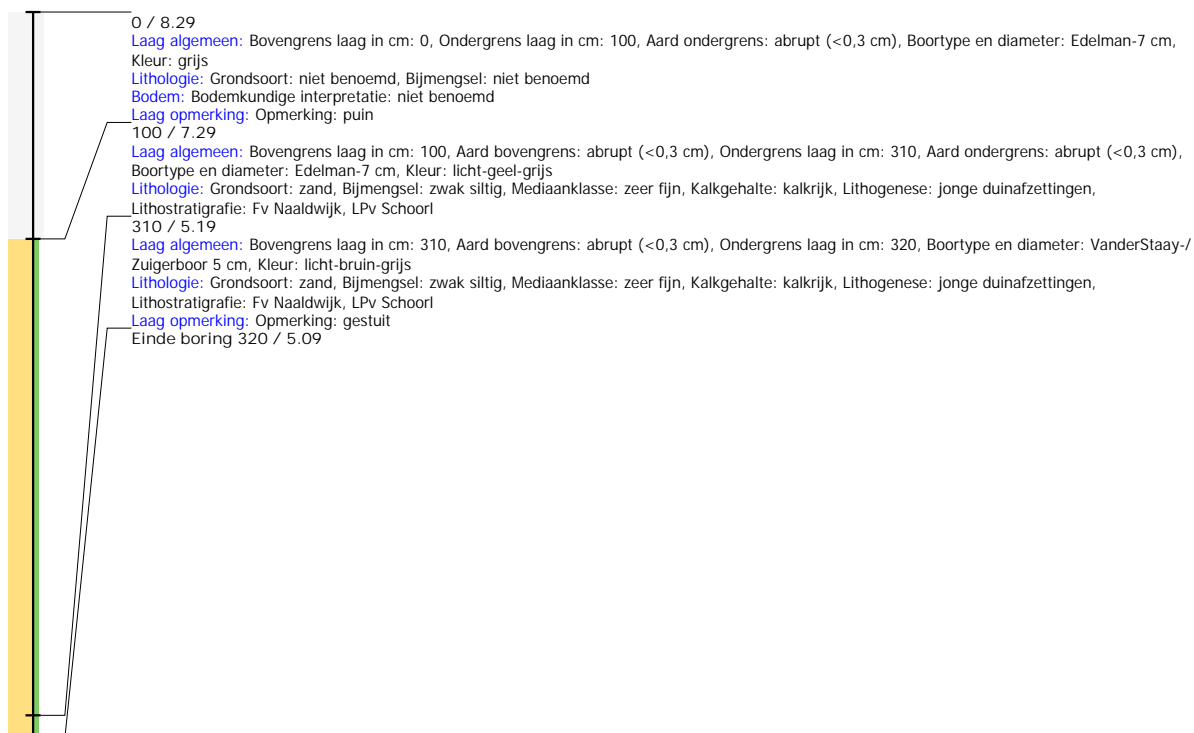
## Boring: WZWM\_92

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 92, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 410  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103113.056, Y-coördinaat in meters: 500192.309, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.079, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: voorgeboord door milieu



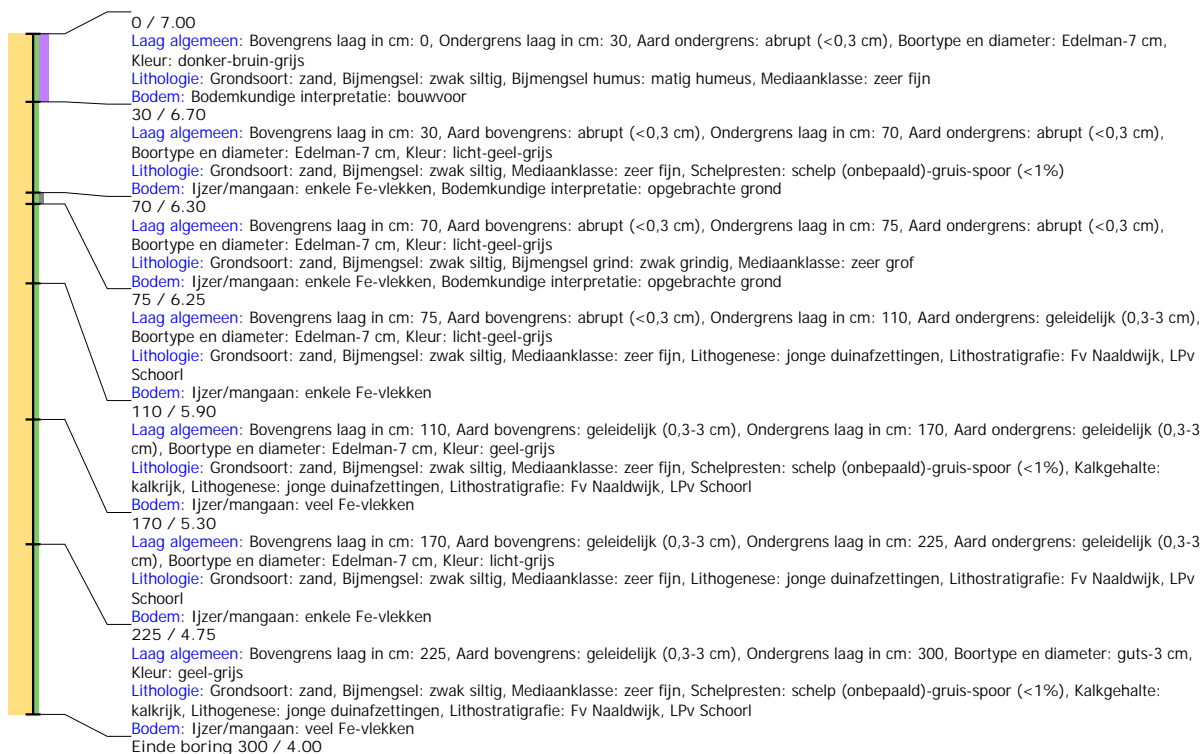
## Boring: WZWM\_93

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 93, Beschrijver(s): CC/WW, Datum: 05-07-2018, Doel boring: archeologie - verkenning, Einddiepte boring in cm: 320  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103163.794, Y-coördinaat in meters: 500180.179, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.289, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: vorgeboord door milieu



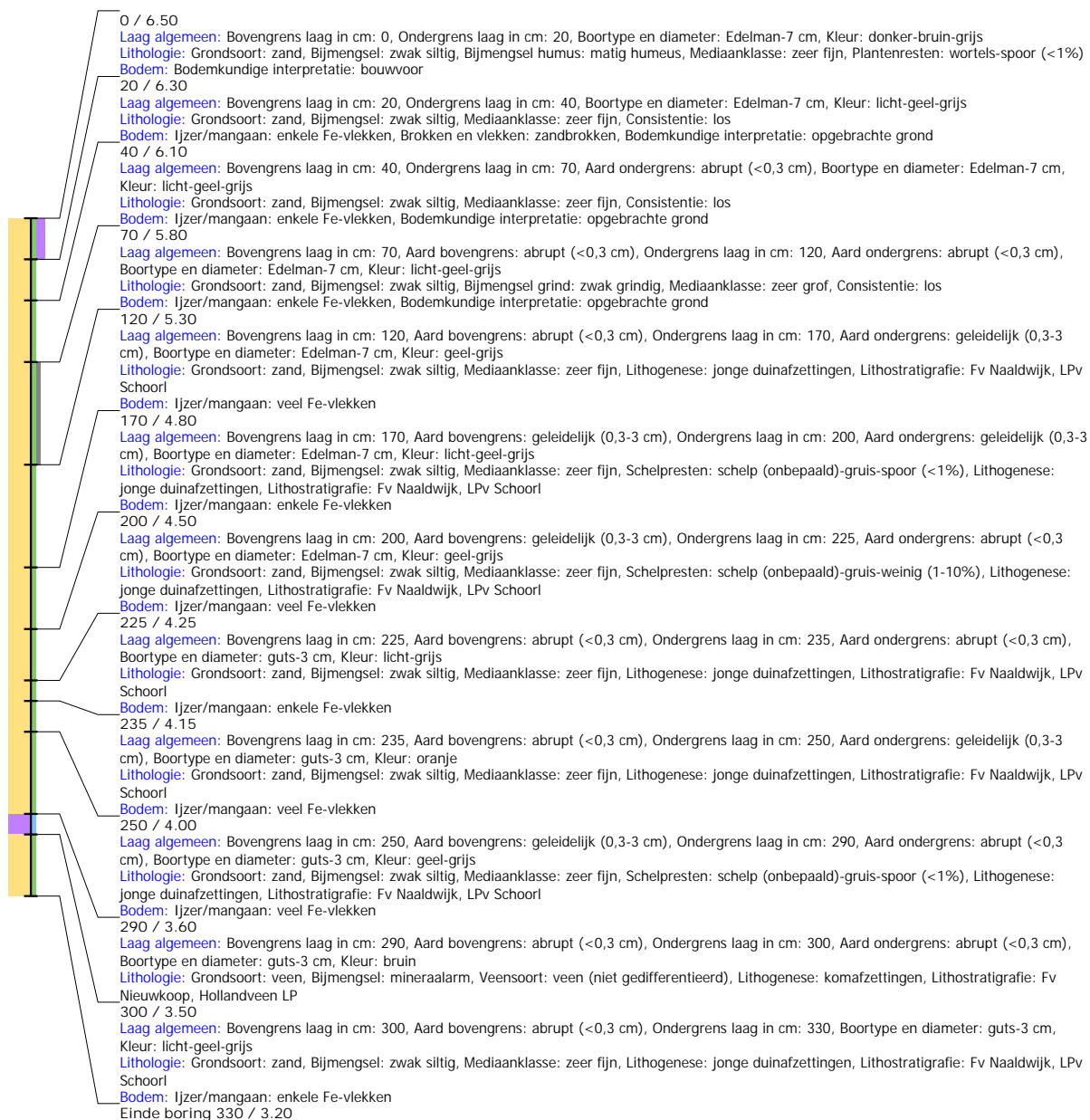
## Boring: WZWM\_94

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 94, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103327.647, Y-coördinaat in meters: 500356.046, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 7, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_95

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 95, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 330  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103351.261, Y-coördinaat in meters: 500348.225, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 6.5, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_96

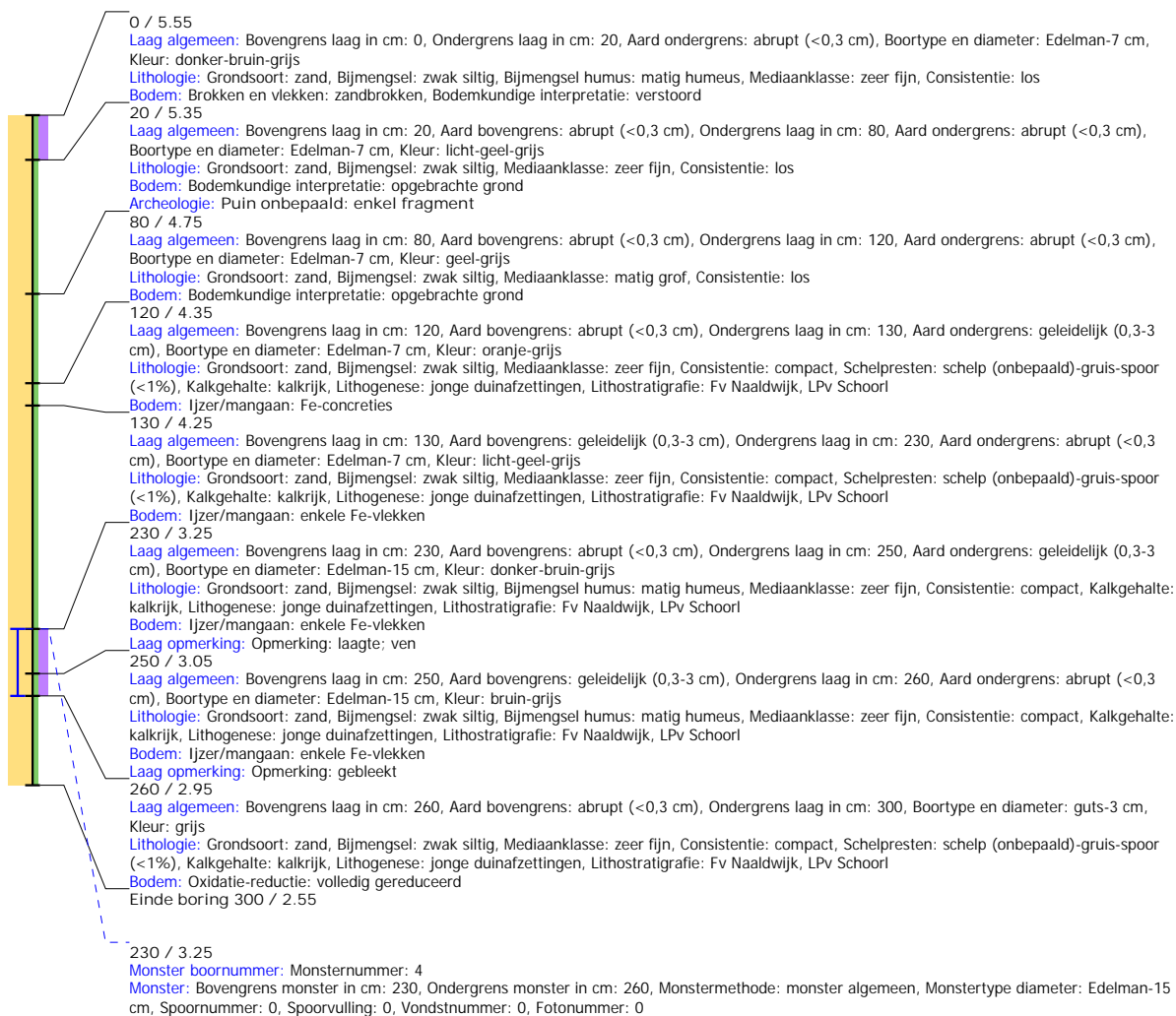
**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 96, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103372.894, Y-coördinaat in meters: 500344.968, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 6.398, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West





## Boring: WZWM\_97

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 97, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103389.71, Y-coördinaat in meters: 500337.466, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 5.553, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



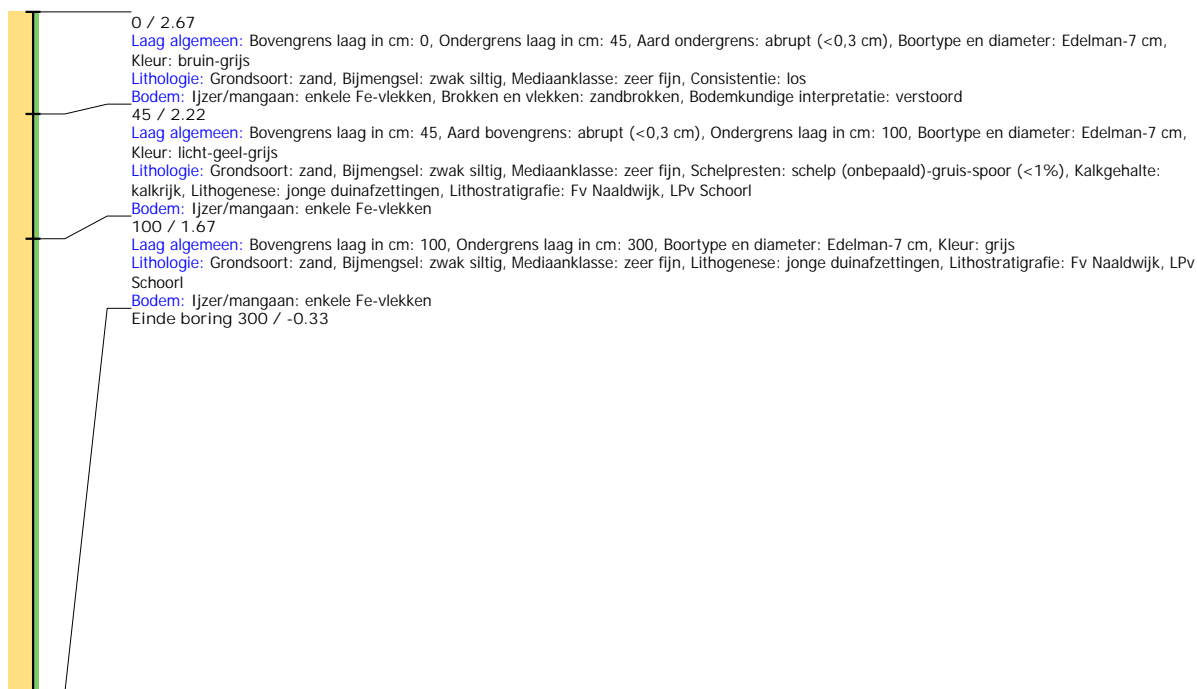
## Boring: WZWM\_103

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 103, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104314.308, Y-coördinaat in meters: 499454.506, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 2.698, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



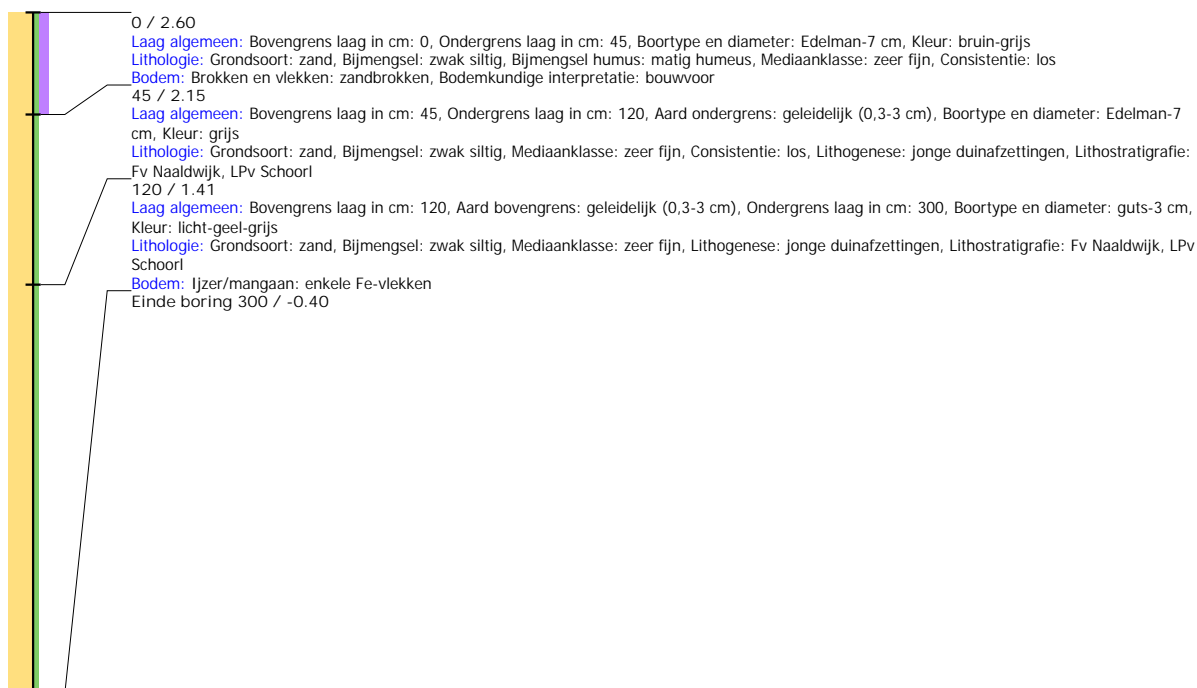
## Boring: WZWM\_104

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 104, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104331.066, Y-coördinaat in meters: 499437.386, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 2.667, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



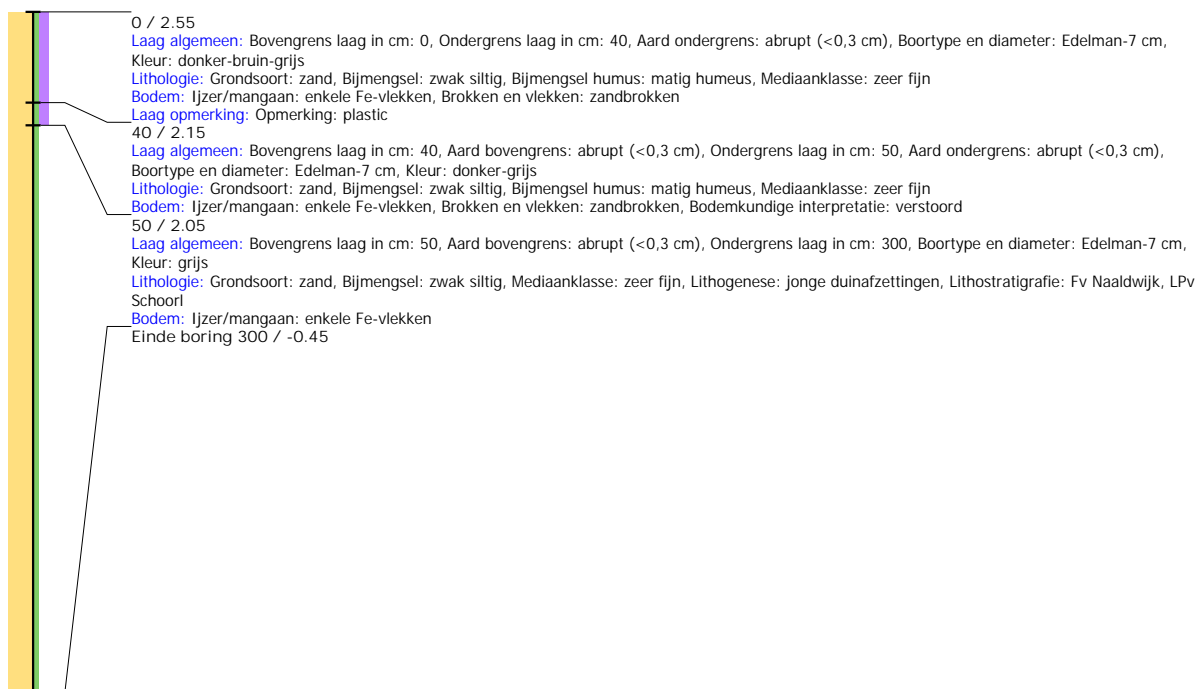
## Boring: WZWM\_105

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 105, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104339.795, Y-coördinaat in meters: 499423.307, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 2.605, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



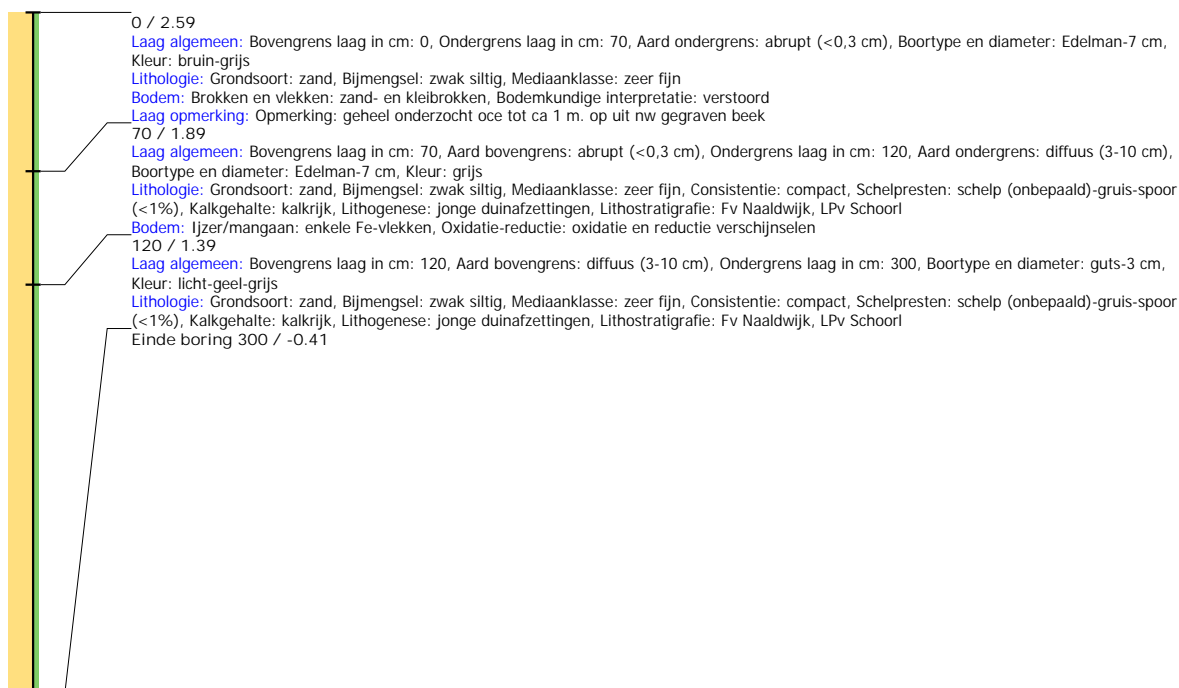
## Boring: WZWM\_106

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 106, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104352.442, Y-coördinaat in meters: 499410.221, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 2.551, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



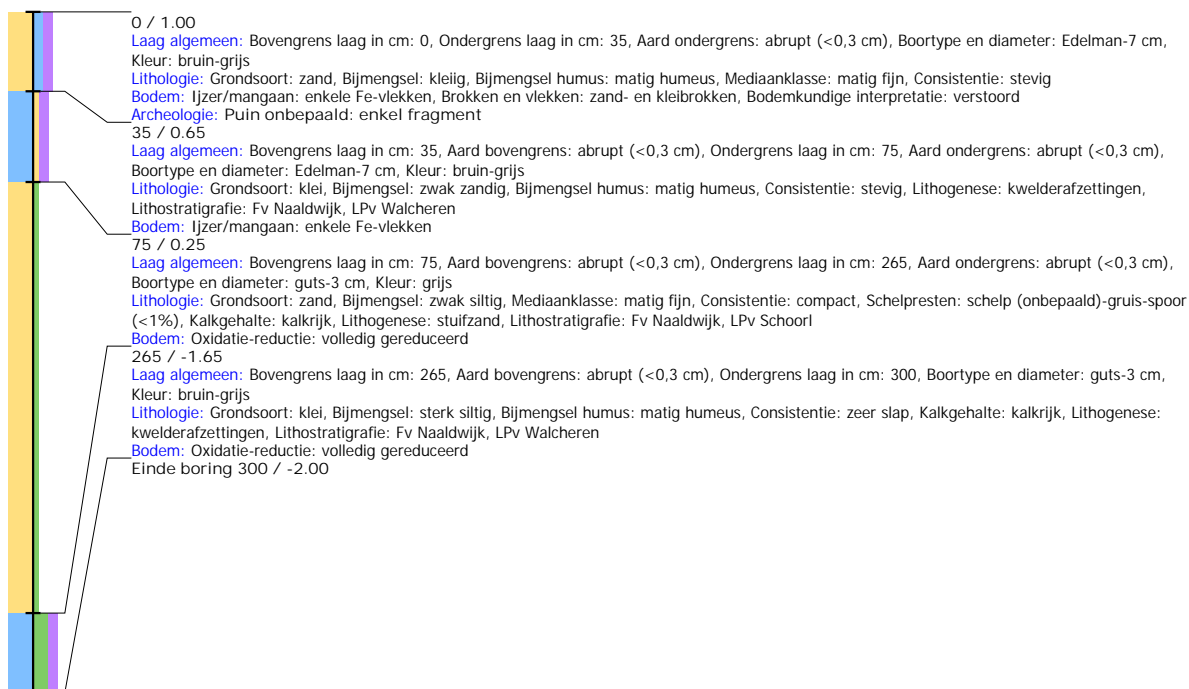
## Boring: WZWM\_107

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 107, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104363.352, Y-coördinaat in meters: 499398.692, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 2.589, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_108

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 108, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104848.356, Y-coördinaat in meters: 498893.39, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 1, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



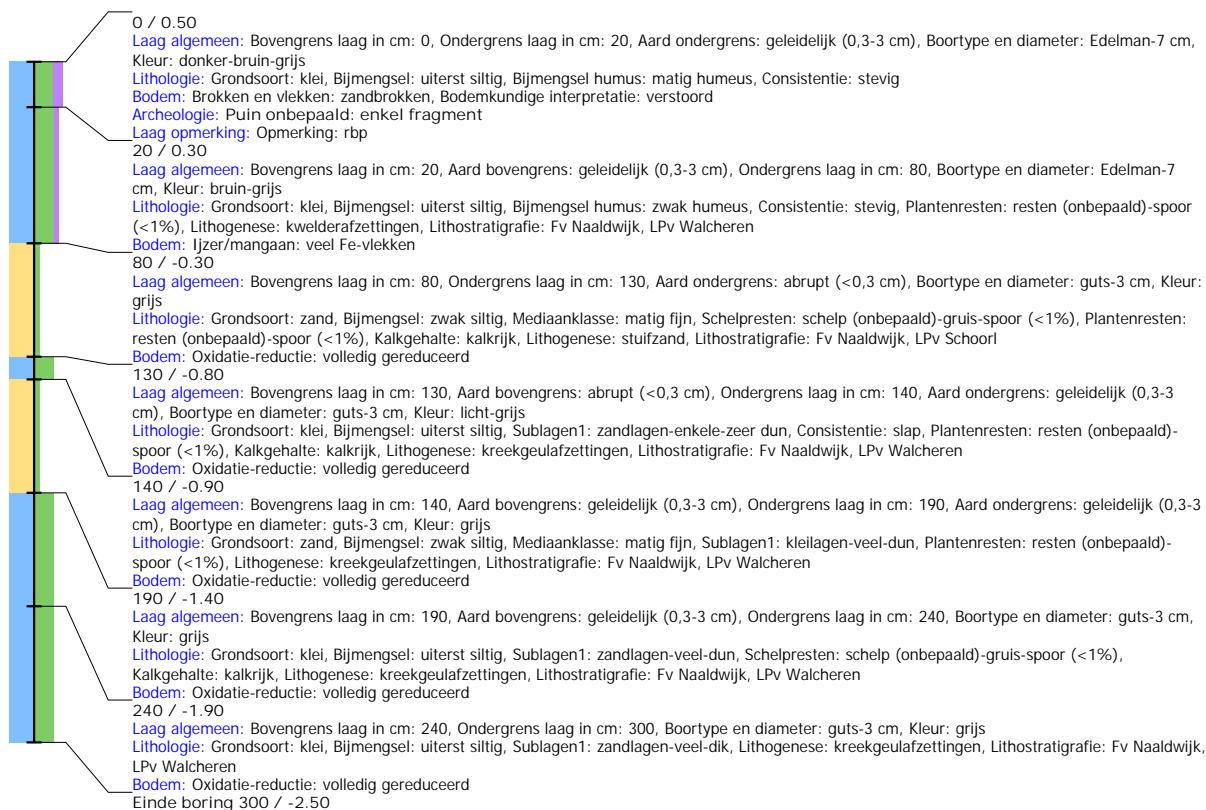
## Boring: WZWM\_109

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 109, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104852.107, Y-coördinaat in meters: 498881.513, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 1, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_110

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 110, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104858.375, Y-coördinaat in meters: 498859.201, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 0.5, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_111

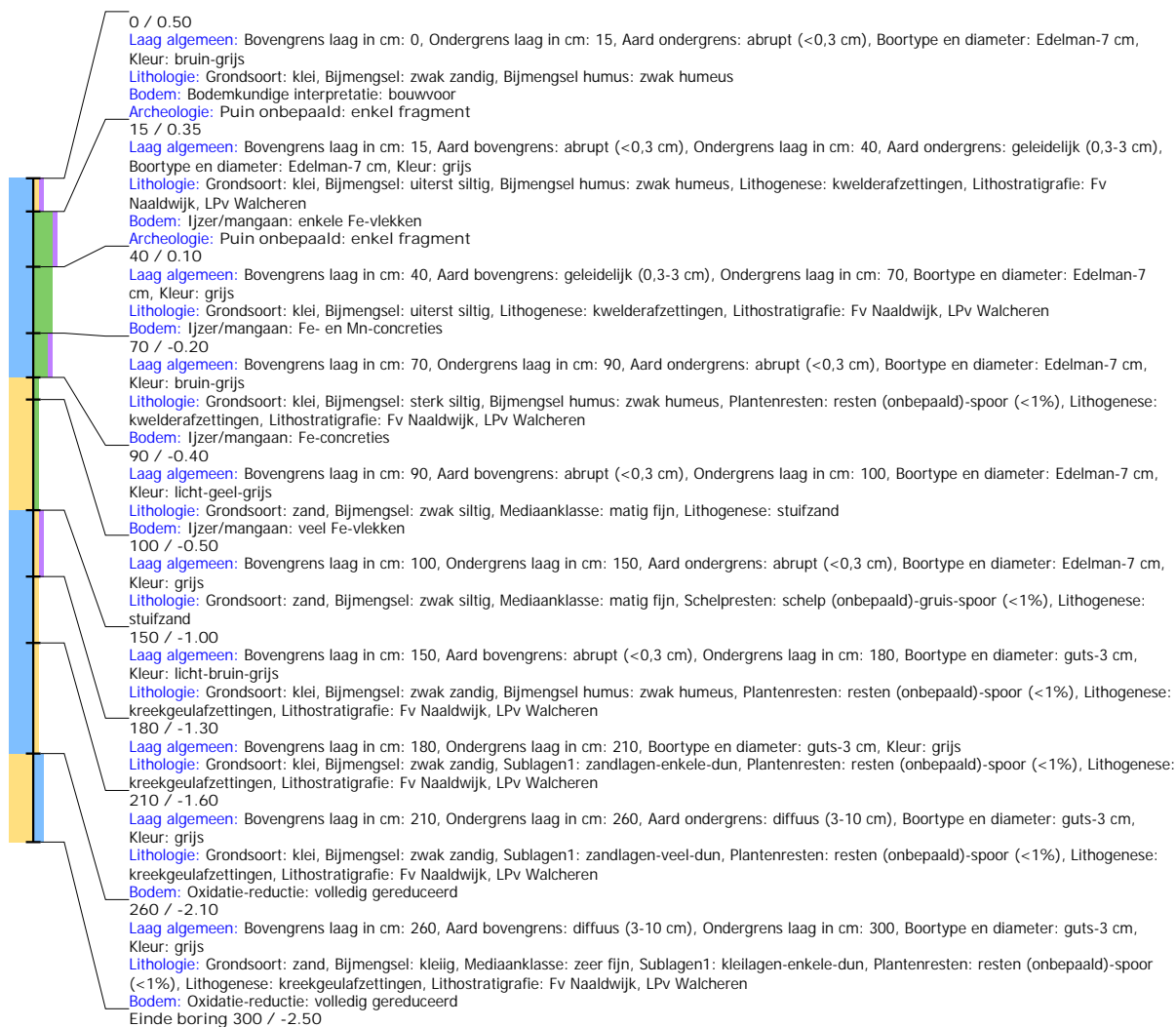
**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 111, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104870.23, Y-coördinaat in meters: 498848.353, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL)  
**Hoogte maaiveld in meters:** 0.5, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West





## Boring: WZWM\_112

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 112, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104887.666, Y-coördinaat in meters: 498835.728, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
**Hoogte maaiveld in meters:** 0.5, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



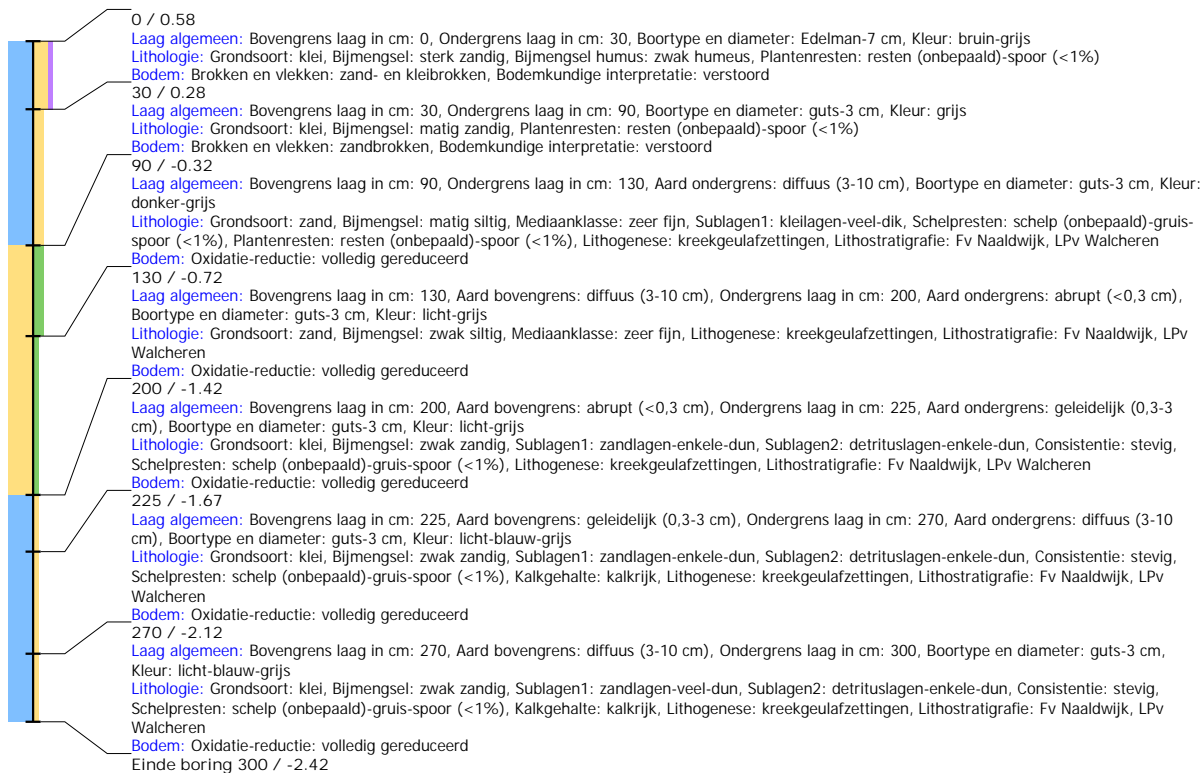
## Boring: WZWM\_113

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 113, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104924.283, Y-coördinaat in meters: 498919.76, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 1.697, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



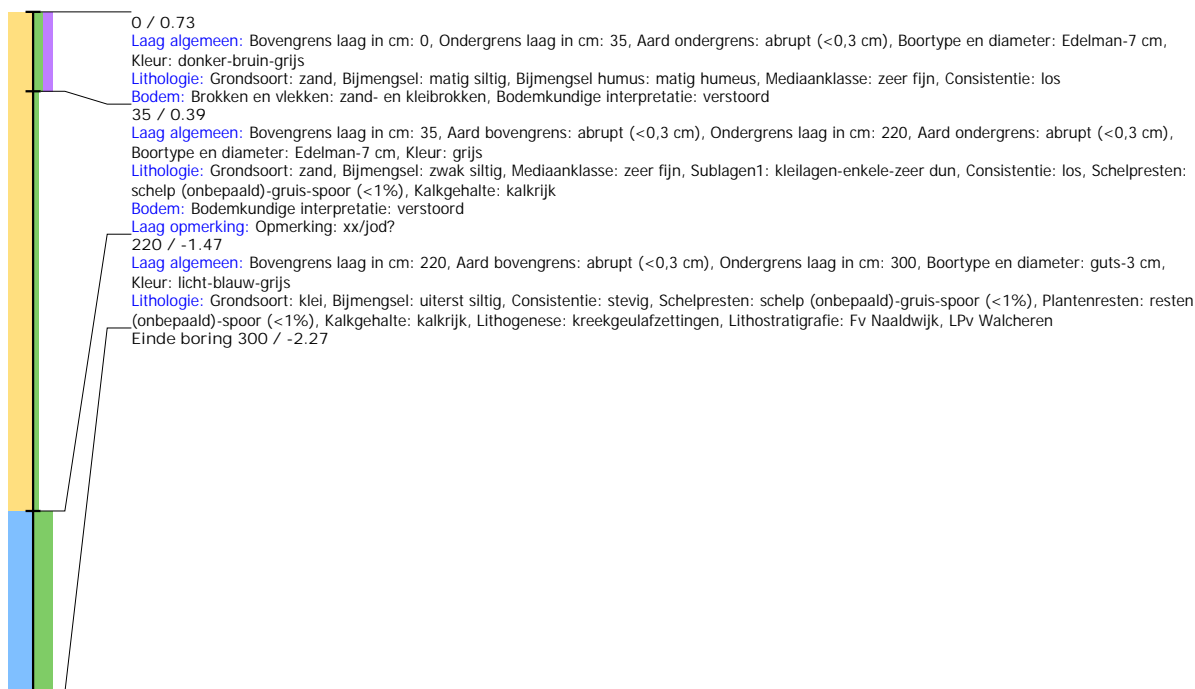
## Boring: WZWM\_114

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 114, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104935.236, Y-coördinaat in meters: 498909.381, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 0.581, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



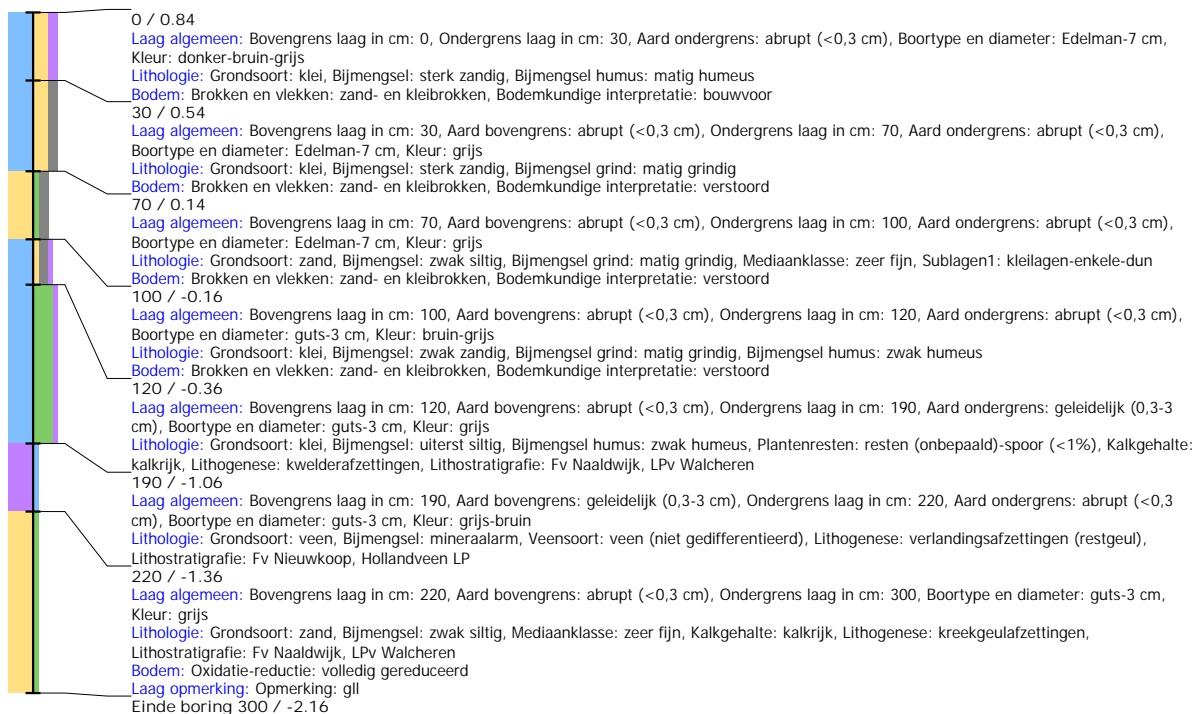
## Boring: WZWM\_115

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 115, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104943.584, Y-coördinaat in meters: 498898.794, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 0.735, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



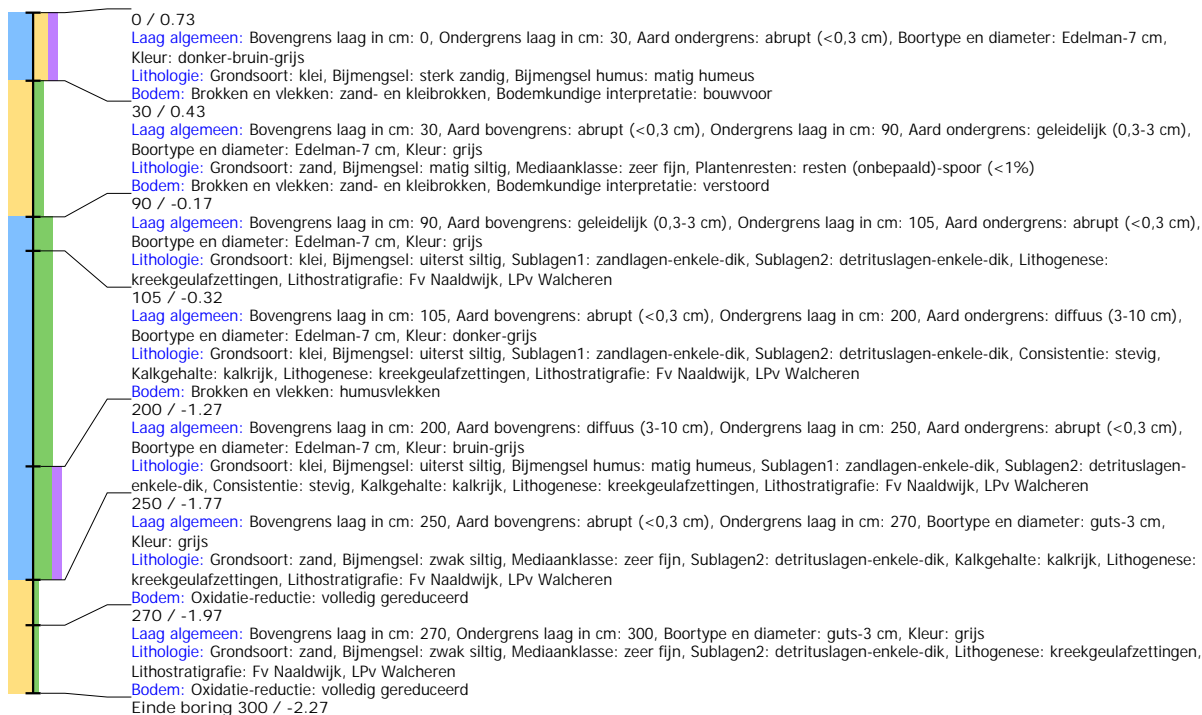
## Boring: WZWM\_116

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 116, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104955.66, Y-coördinaat in meters: 498891.899, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 0.838, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



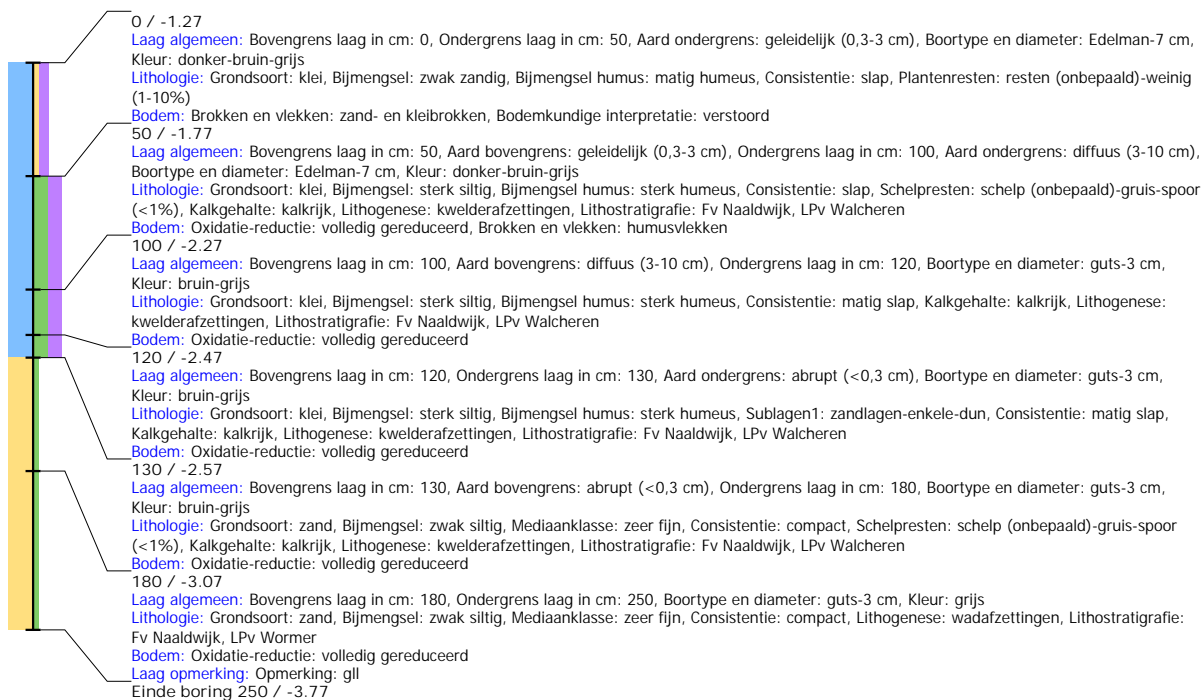
## Boring: WZWM\_117

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 117, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 29-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 104967.041, Y-coördinaat in meters: 498878.769, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 0.733, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



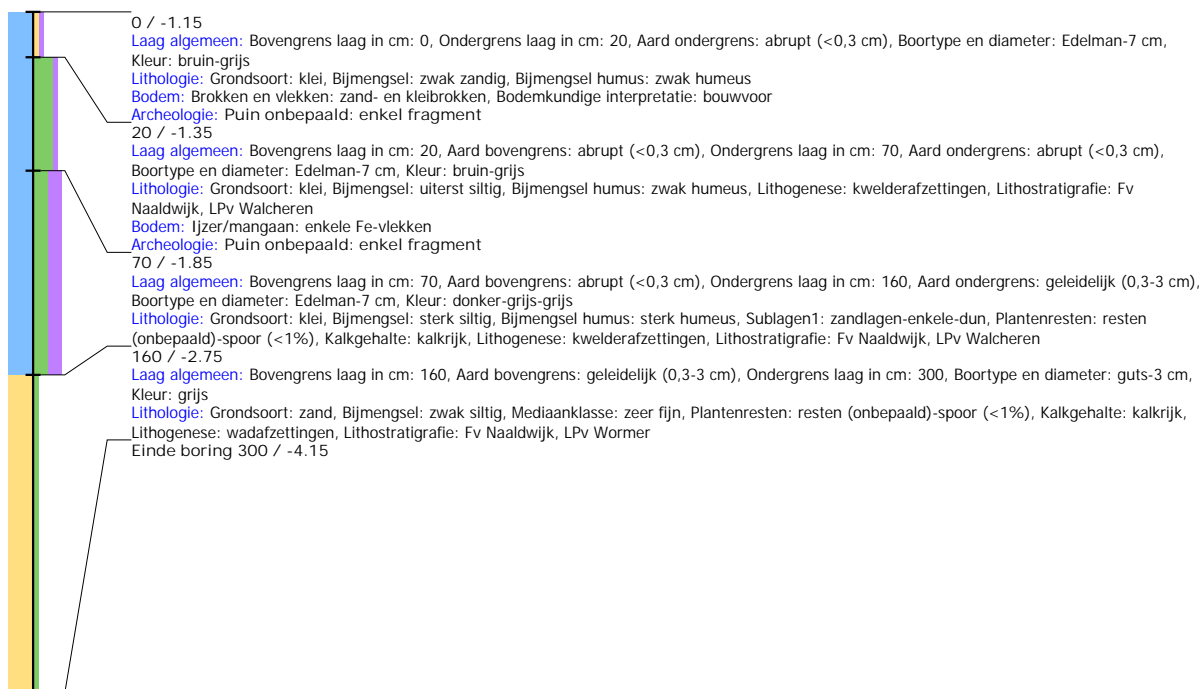
## Boring: WZWM\_118

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 118, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 250  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 105645.584, Y-coördinaat in meters: 498339.675, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: -1.274, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: boom 9/10, hoogte dg ca -1 m nap



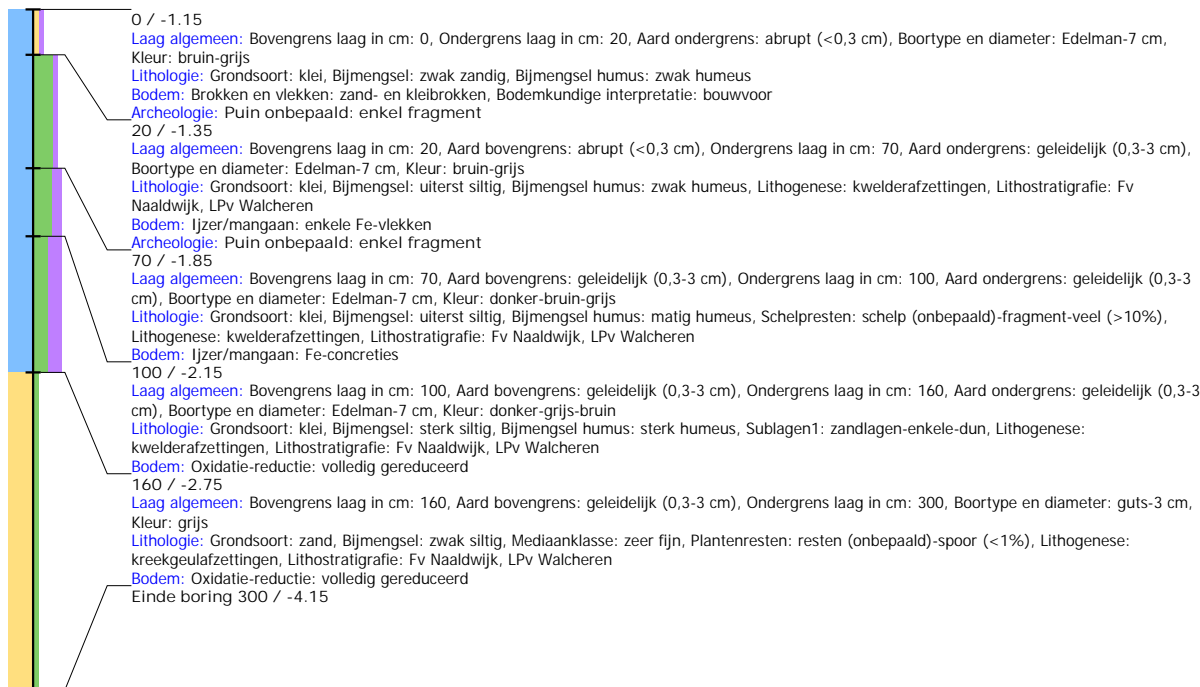
## Boring: WZWM\_119

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 119, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 105656.556, Y-coördinaat in meters: 498333.464, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: -1.15, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



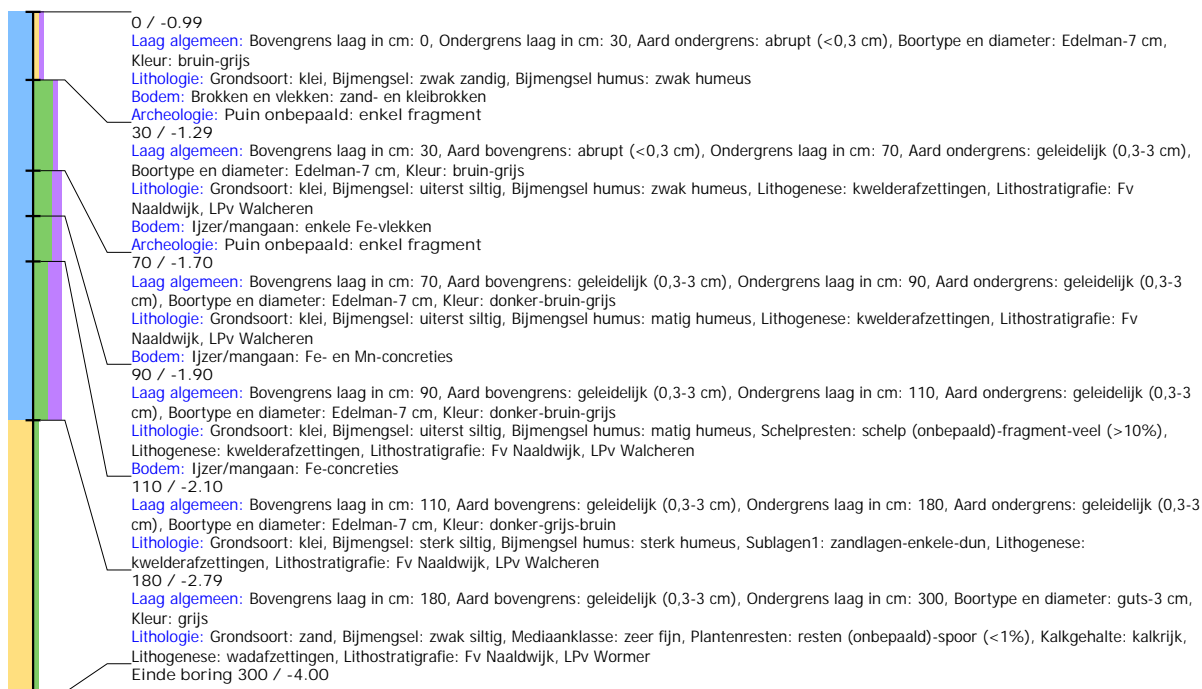
## Boring: WZWM\_120

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 120, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 105675.342, Y-coördinaat in meters: 498324.674, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: -1.146, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



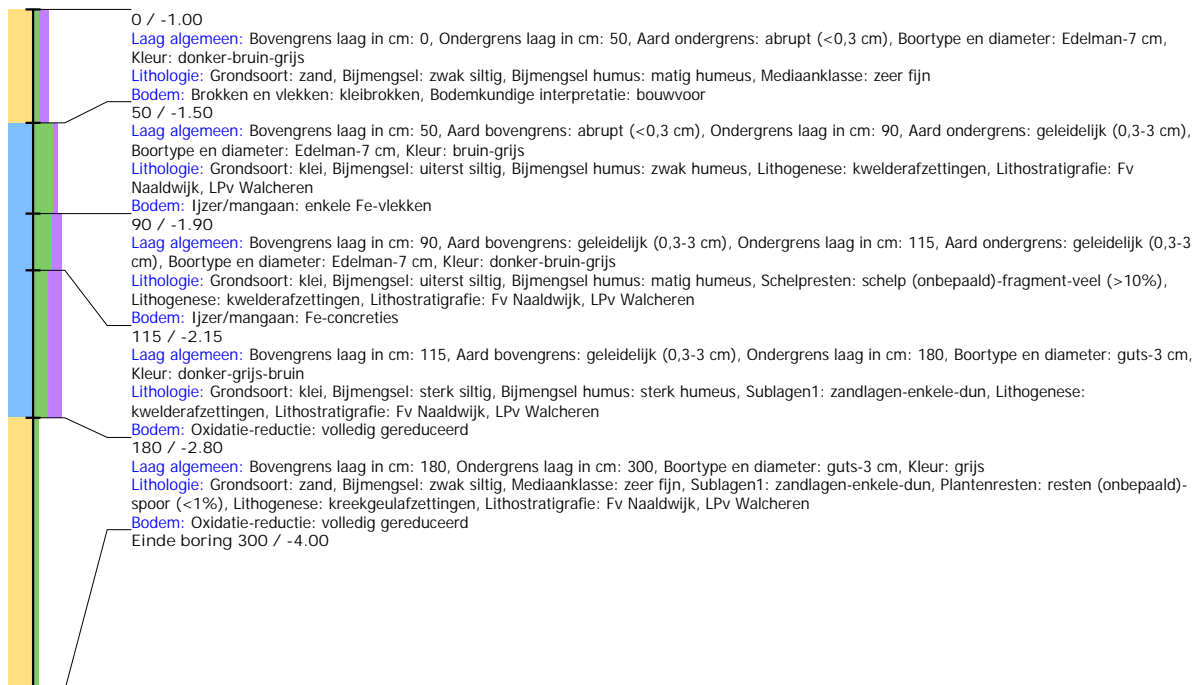
## Boring: WZWM\_121

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 121, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 105694.114, Y-coördinaat in meters: 498315.01, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: -0.995, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_122

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 122, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 105714.274, Y-coördinaat in meters: 498305.7, Precisie coördinaat: 1 dm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: -1, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_123

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 123, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 106566, Y-coördinaat in meters: 497786, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: -1, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: rij langs water thv 4e boom van zuiden



## Boring: WZWM\_124

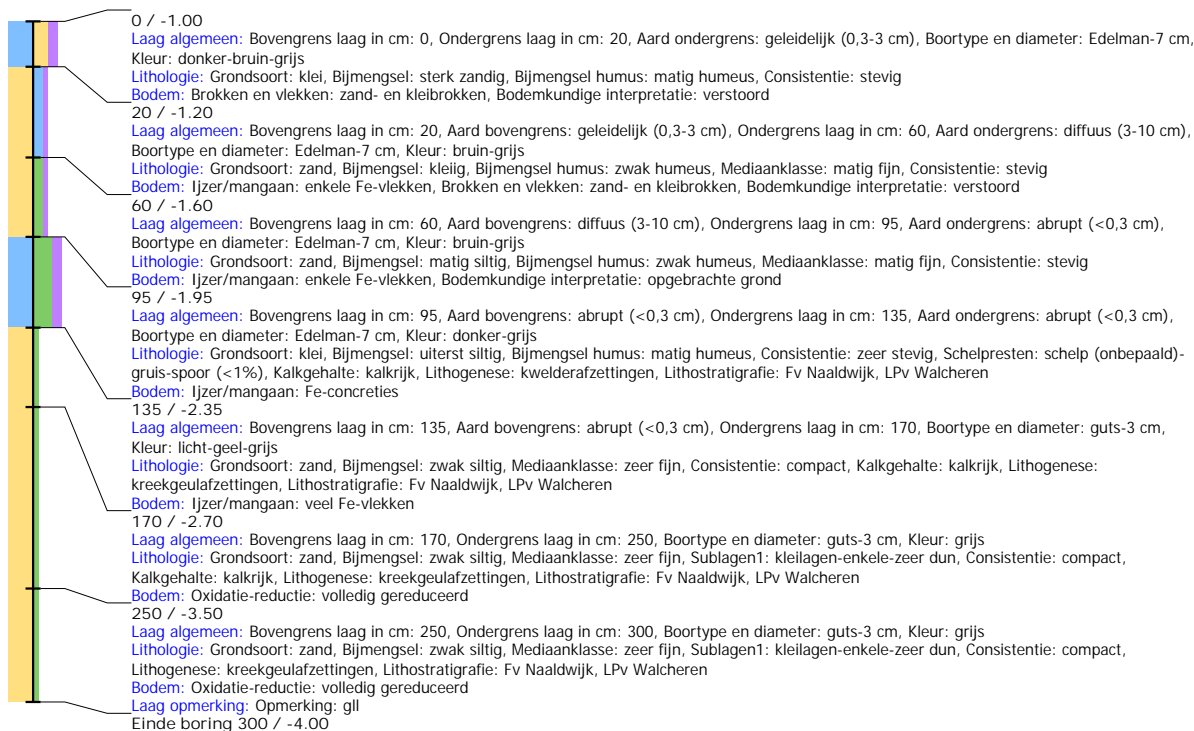
**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 124, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 106571, Y-coördinaat in meters: 497797, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: -1, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: thv boom 6&7





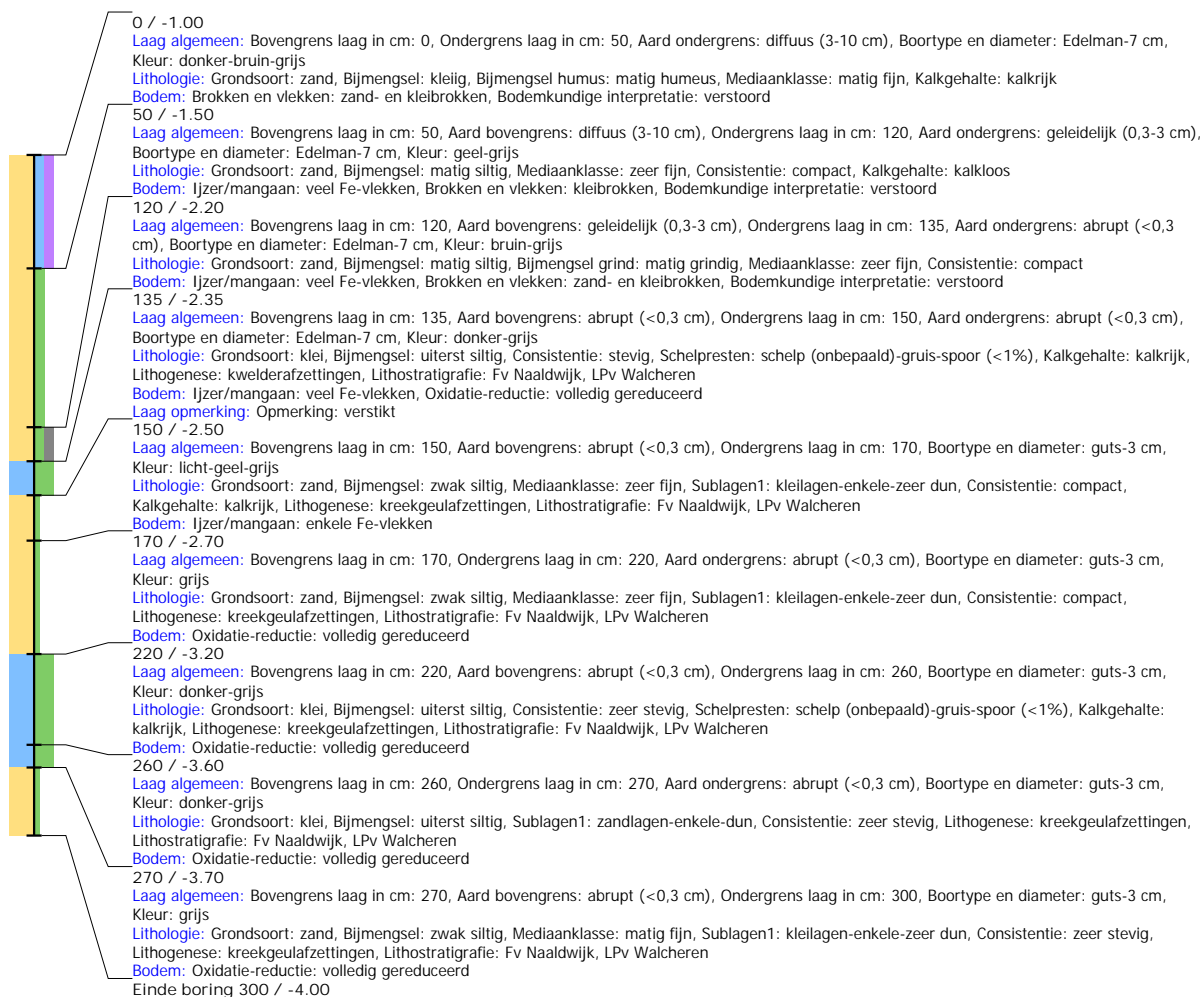
## Boring: WZWM\_125

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 125, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 106582, Y-coördinaat in meters: 497820, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: -1, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: gemeten, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: boom 9/10, hoogte dg ca -1 m nap



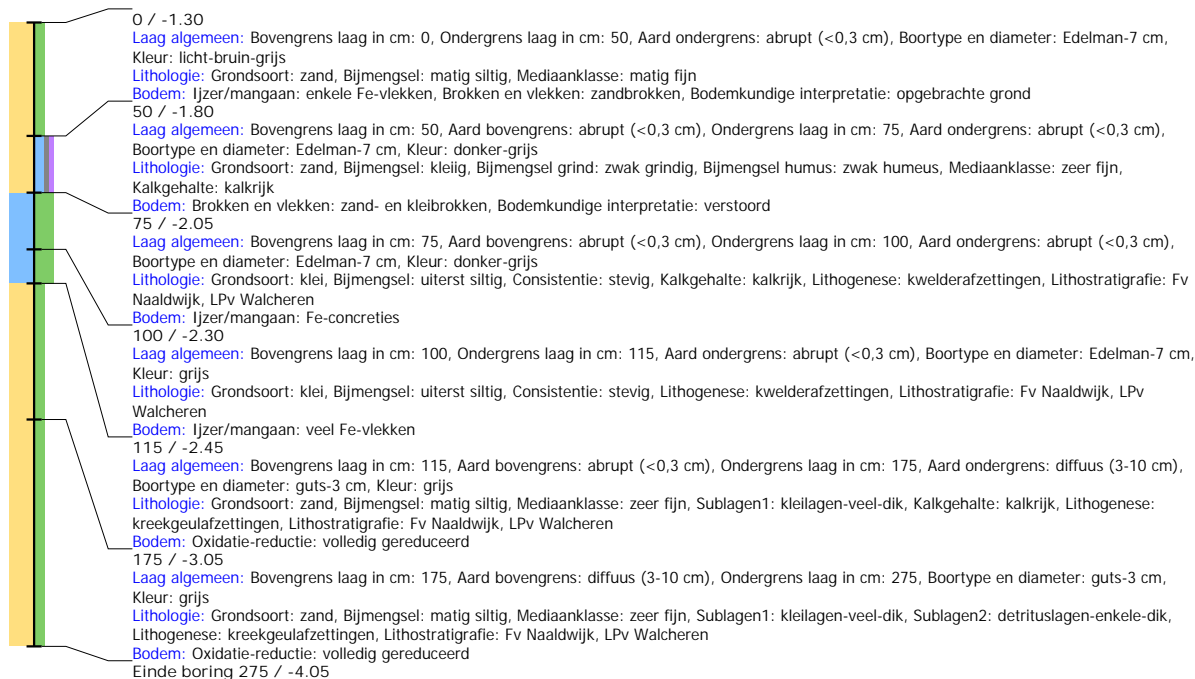
## Boring: WZWM\_126

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 126, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 30-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 106589, Y-coördinaat in meters: 497832, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: -1, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: boom 11



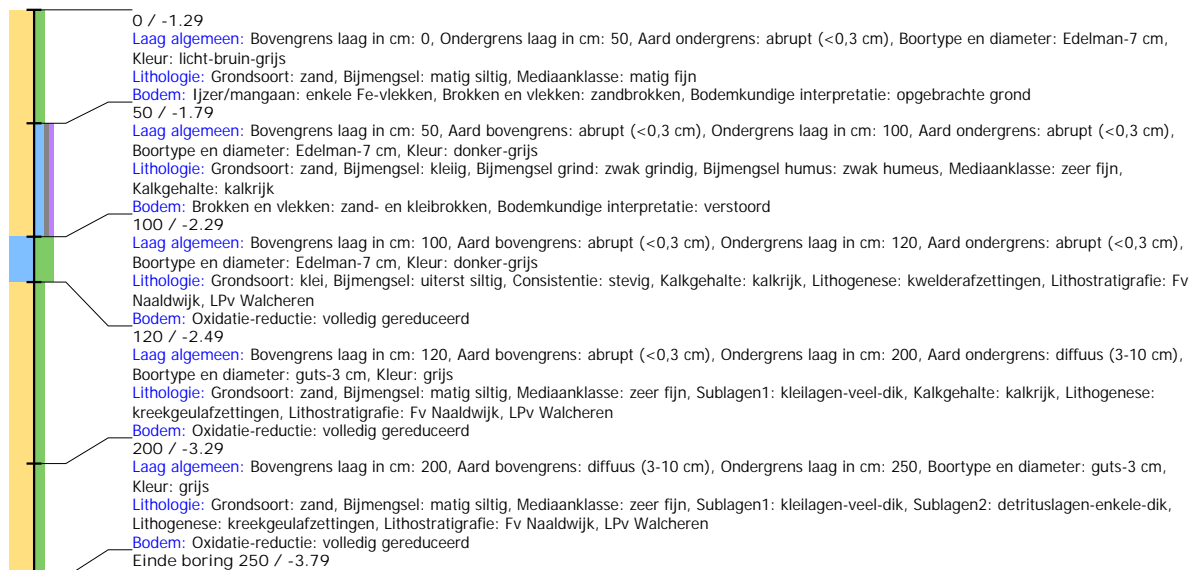
## Boring: WZWM\_127

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 127, Beschrijver(s): CC, Datum: 16-07-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 275  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 106903.84, Y-coördinaat in meters: 498413.26, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: -1.296, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_128

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 128, Beschrijver(s): CC, Datum: 16-07-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 250  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 106911.55, Y-coördinaat in meters: 498424.85, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: -1.294, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



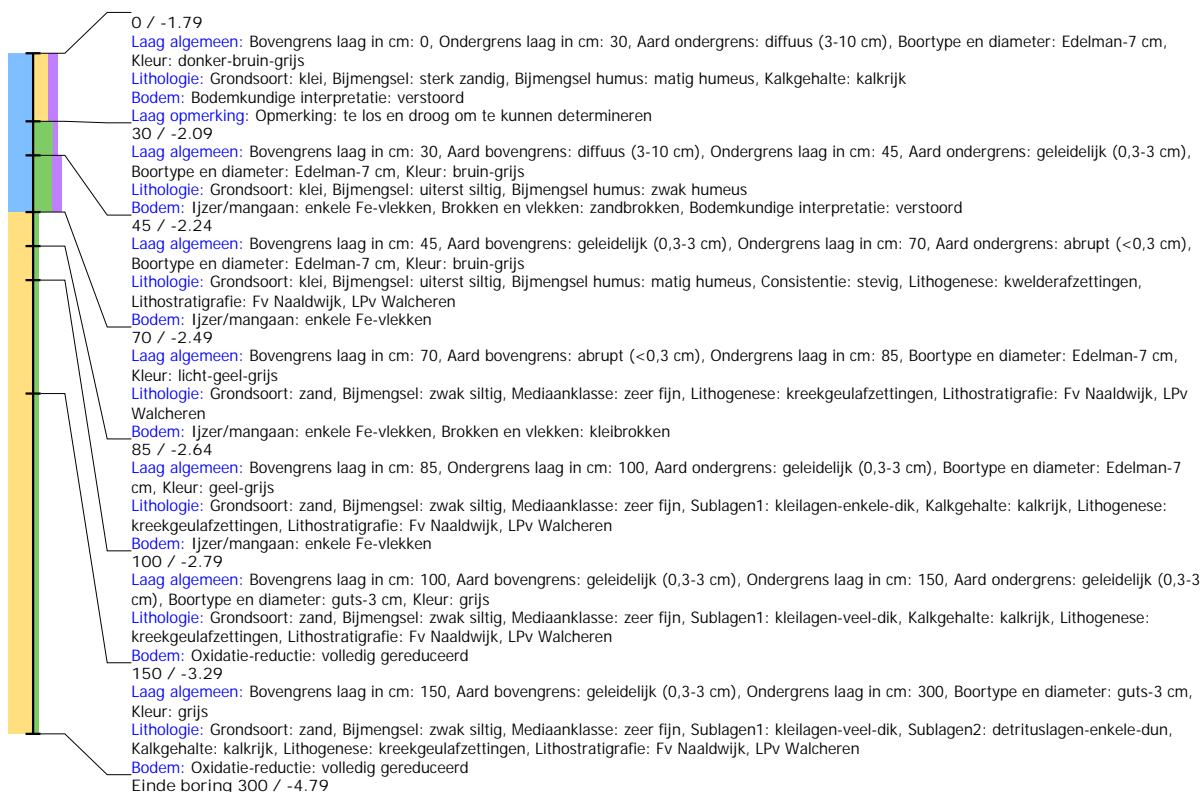
## Boring: WZWM\_129

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 129, Beschrijver(s): CC, Datum: 16-07-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 106917.63, Y-coördinaat in meters: 498436.65, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: -1.409, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



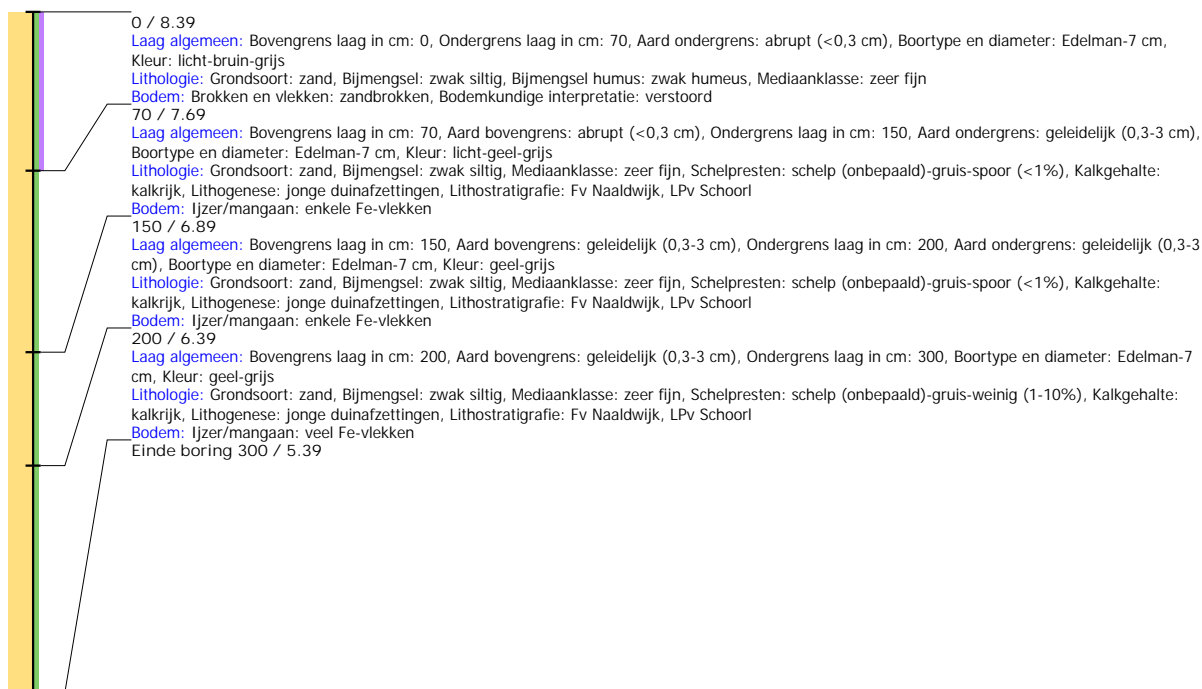
## Boring: WZWM\_130

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 130, Beschrijver(s): CC, Datum: 16-07-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 106919.02, Y-coördinaat in meters: 498449.3, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: -1.793, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1034

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1034, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102352.389, Y-coördinaat in meters: 500216.54, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.395, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



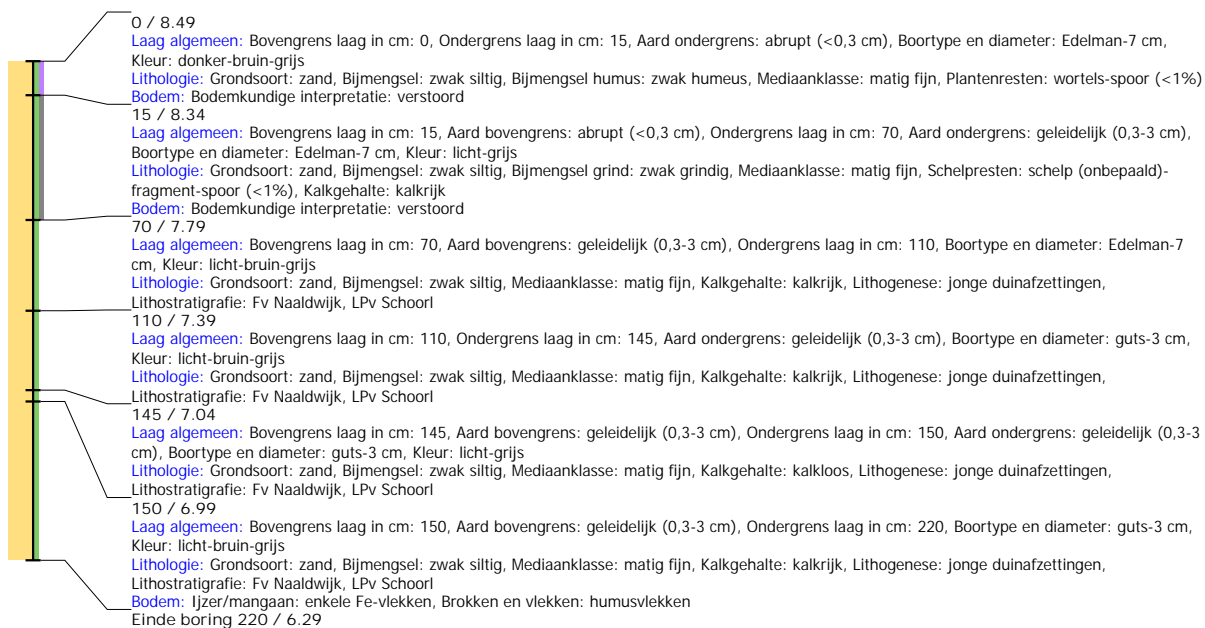
## Boring: WZWM\_1035

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1035, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102376.738, Y-coördinaat in meters: 500211.132, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.375, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1036

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1036, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 14-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 220  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102396.698, Y-coördinaat in meters: 500205.699, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.488, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 2 pogingen gestuit op 2 m



## Boring: WZWM\_1067

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1067, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102344.47, Y-coördinaat in meters: 500238.732, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.36, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



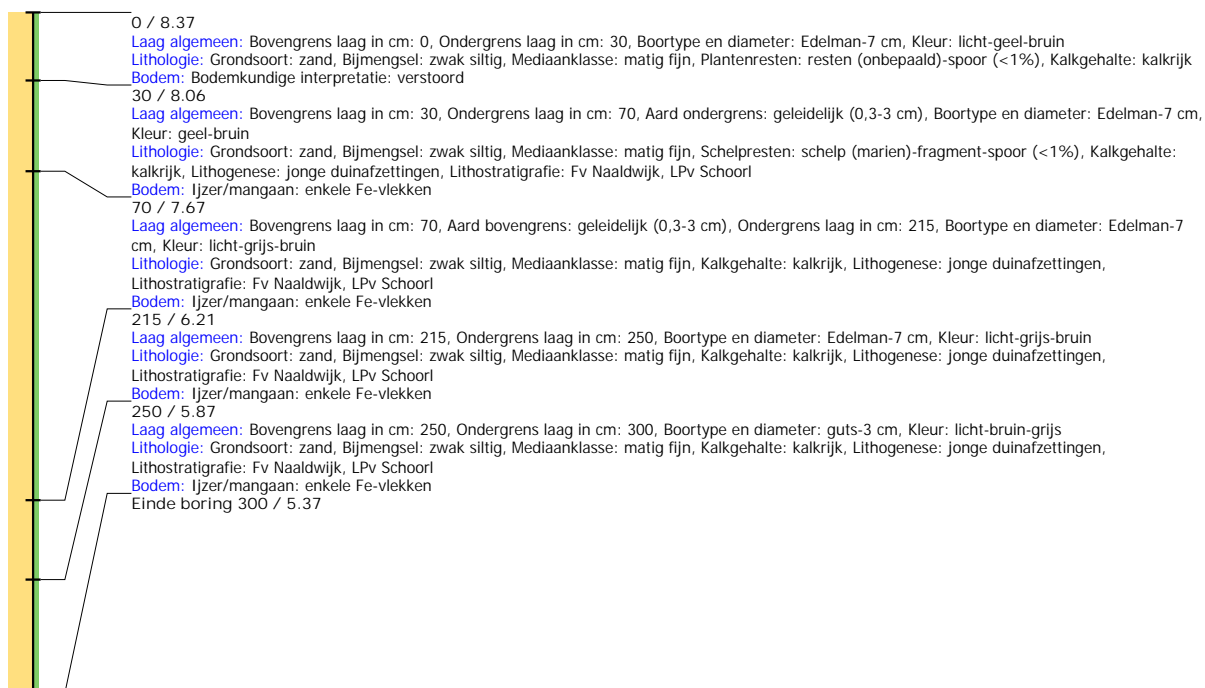
## Boring: WZWM\_1068

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1068, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102368.957, Y-coördinaat in meters: 500233.435, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.365, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1069

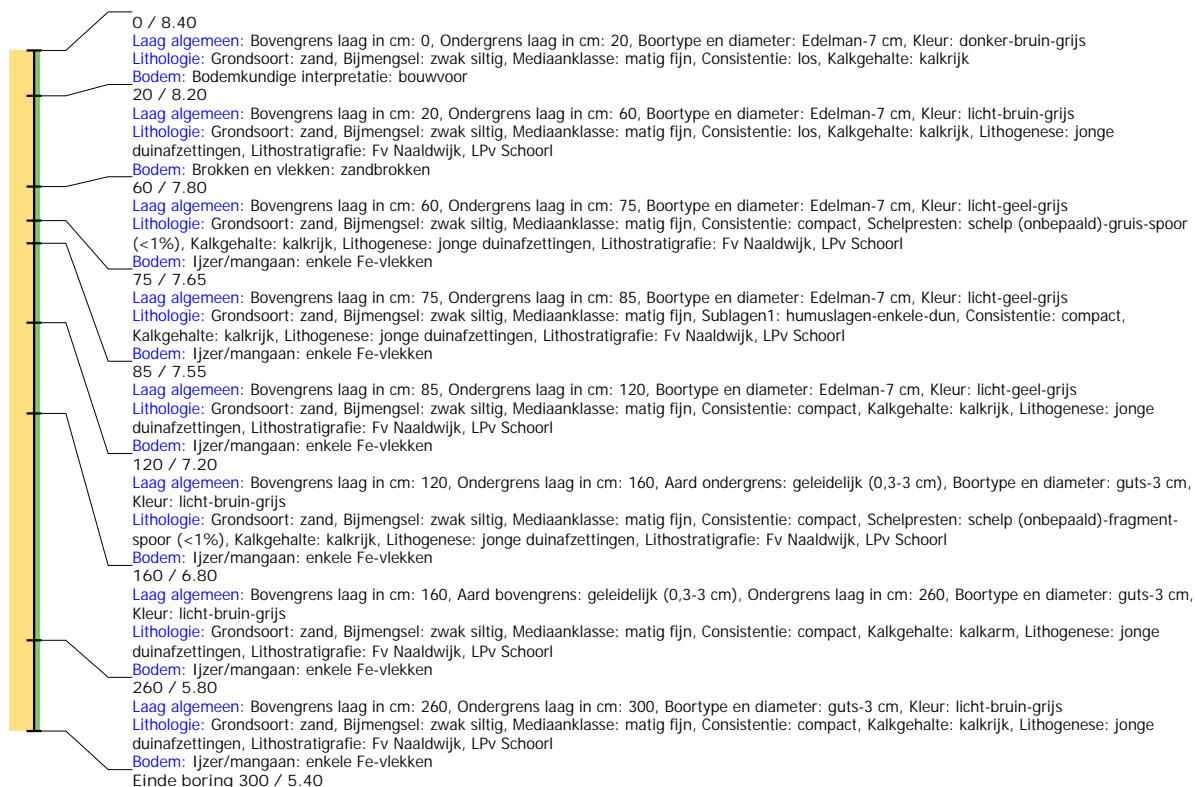
**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1069, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 14-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102393.355, Y-coördinaat in meters: 500227.907, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.365, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West





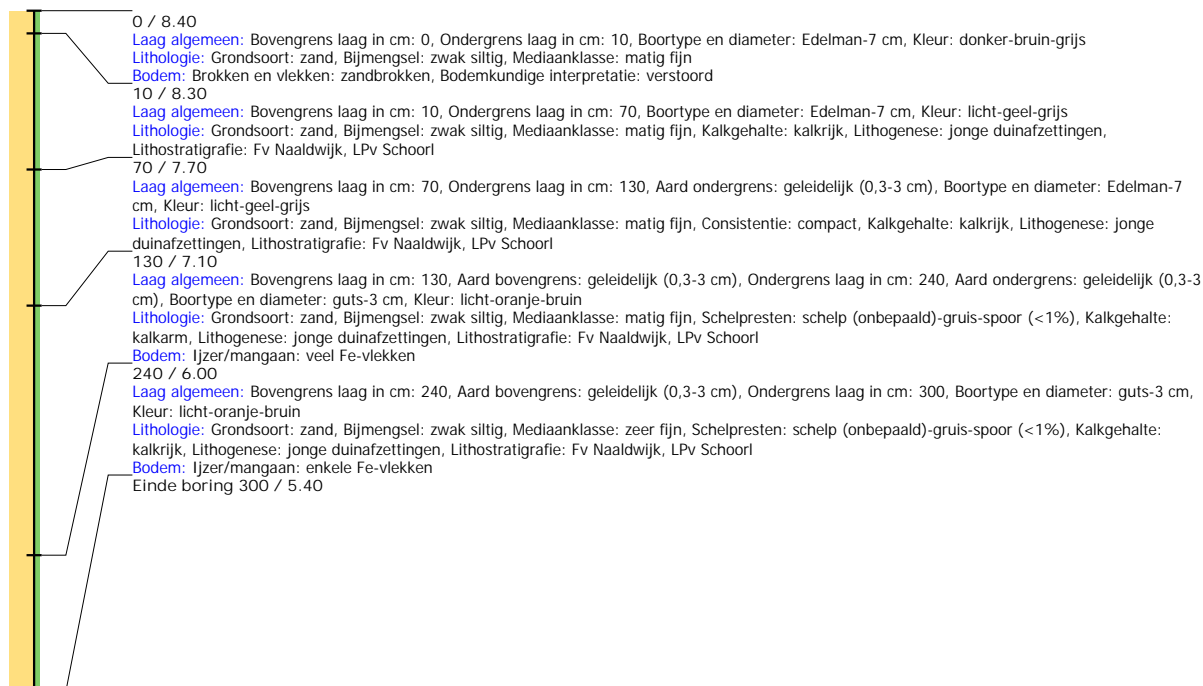
## Boring: WZWM\_1070

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1070, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 14-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102422.668, Y-coördinaat in meters: 500224.41, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.404, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



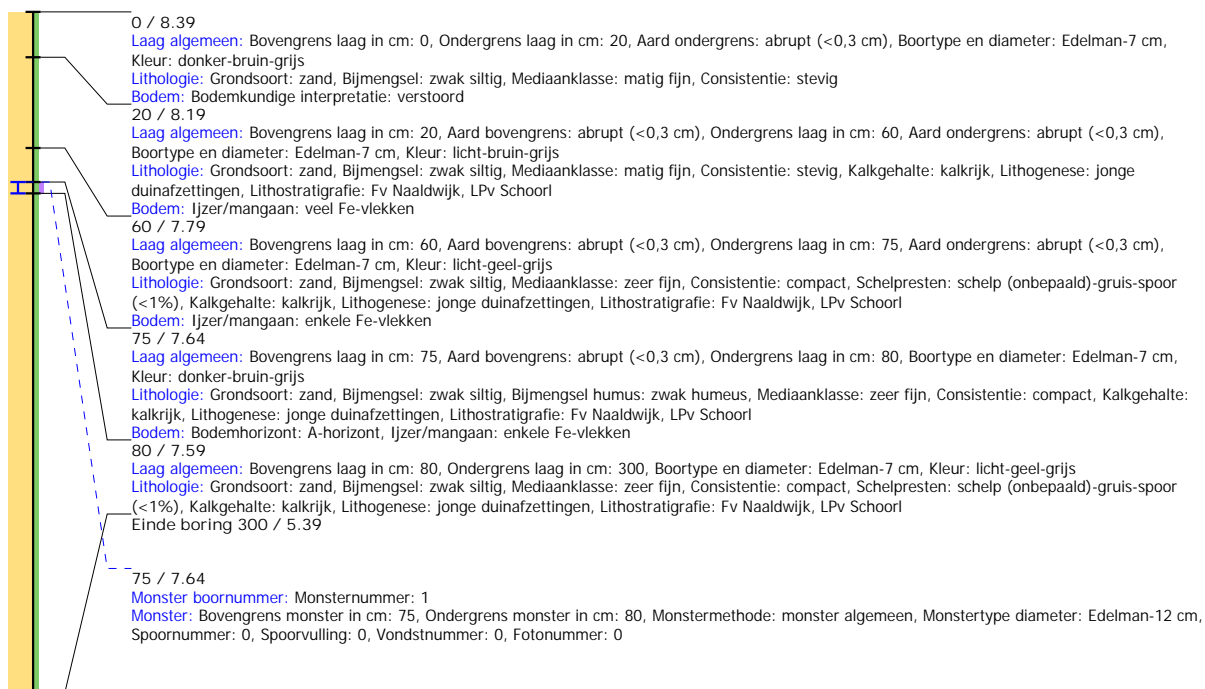
## Boring: WZWM\_1071

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1071, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 14-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102442.115, Y-coördinaat in meters: 500217.08, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.398, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



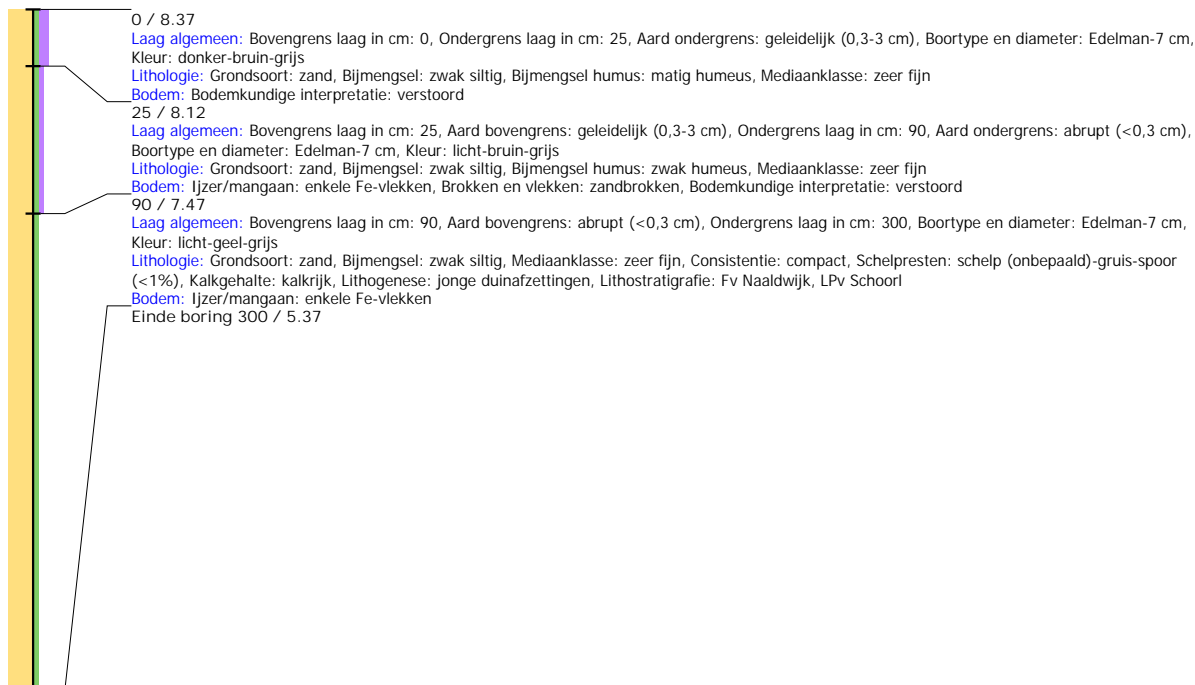
## Boring: WZWM\_1072

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1072, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 14-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102466.577, Y-coördinaat in meters: 500213.164, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.393, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



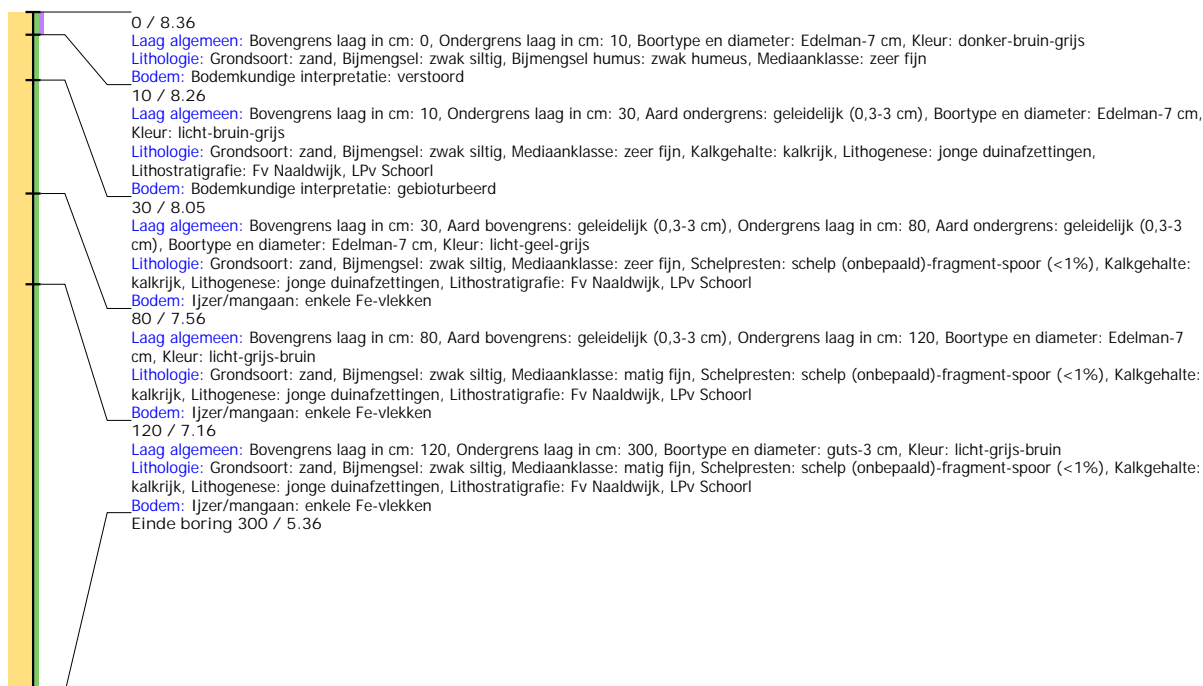
## Boring: WZWM\_1100

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1100, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102361.088, Y-coördinaat in meters: 500255.537, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.368, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



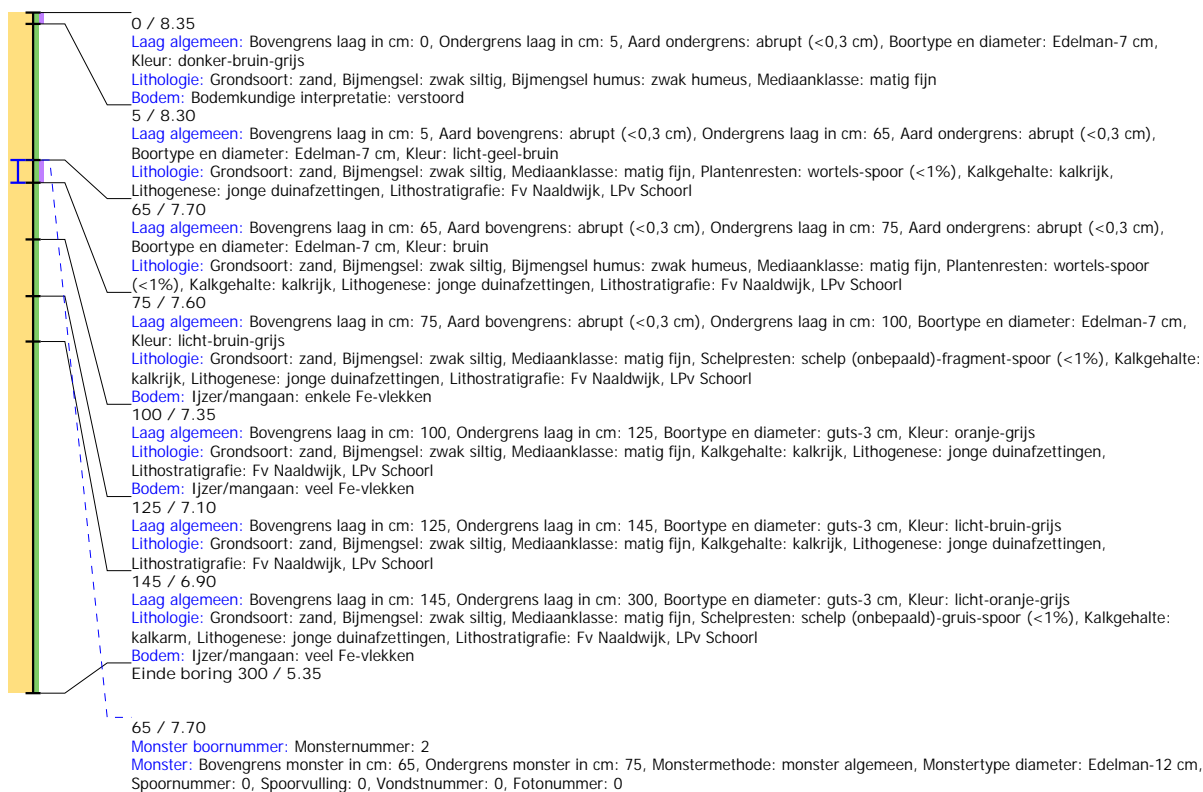
## Boring: WZWM\_1101

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1101, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 14-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102385.523, Y-coördinaat in meters: 500250.168, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.355, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: grondwater op 260



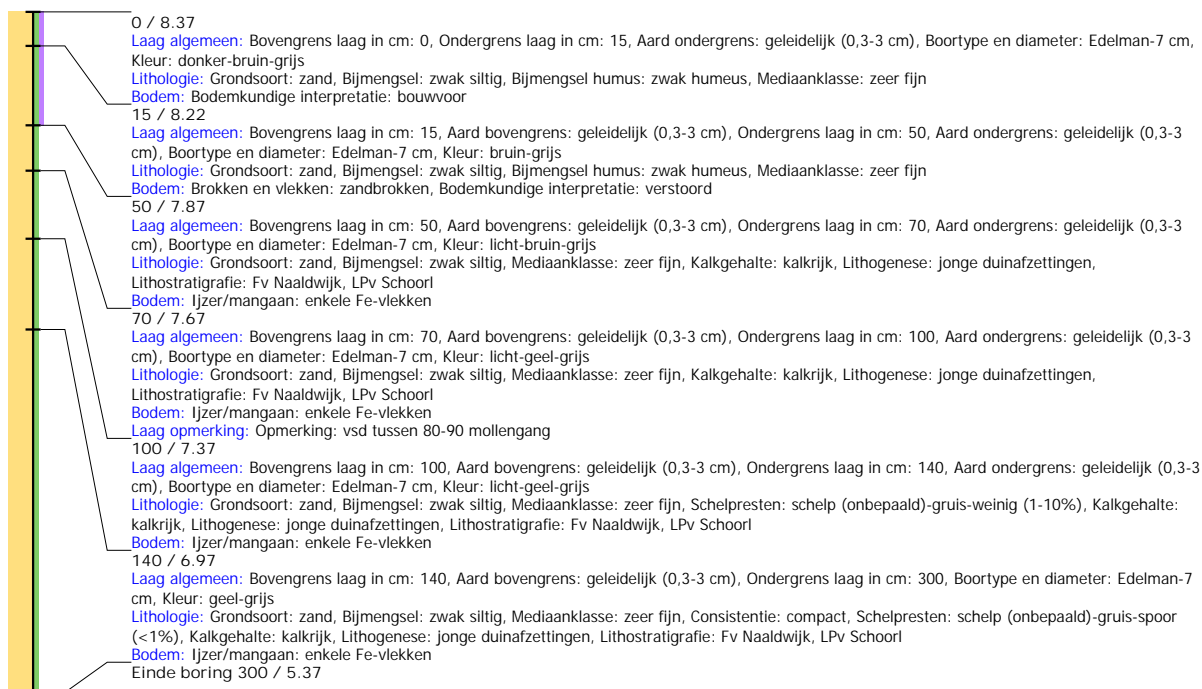
## Boring: WZWM\_1102

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1102, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 14-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102405.403, Y-coördinaat in meters: 500244.726, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.351, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



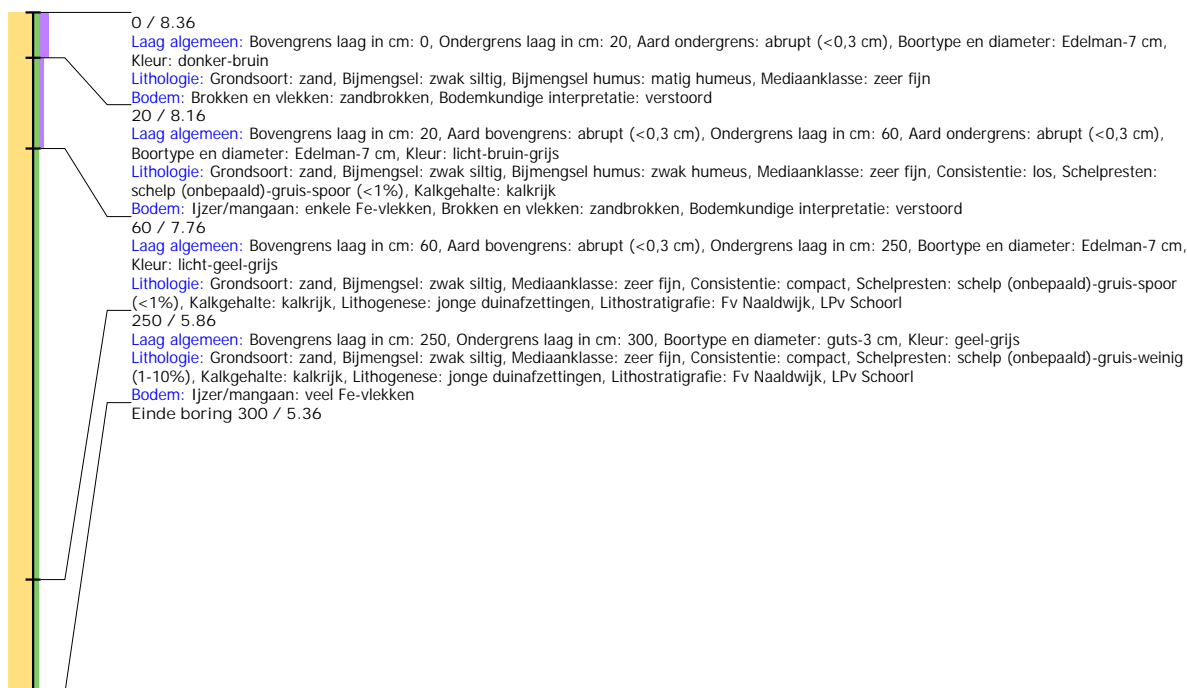
## Boring: WZWM\_1103

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1103, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 14-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102434.245, Y-coördinaat in meters: 500239.331, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.371, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



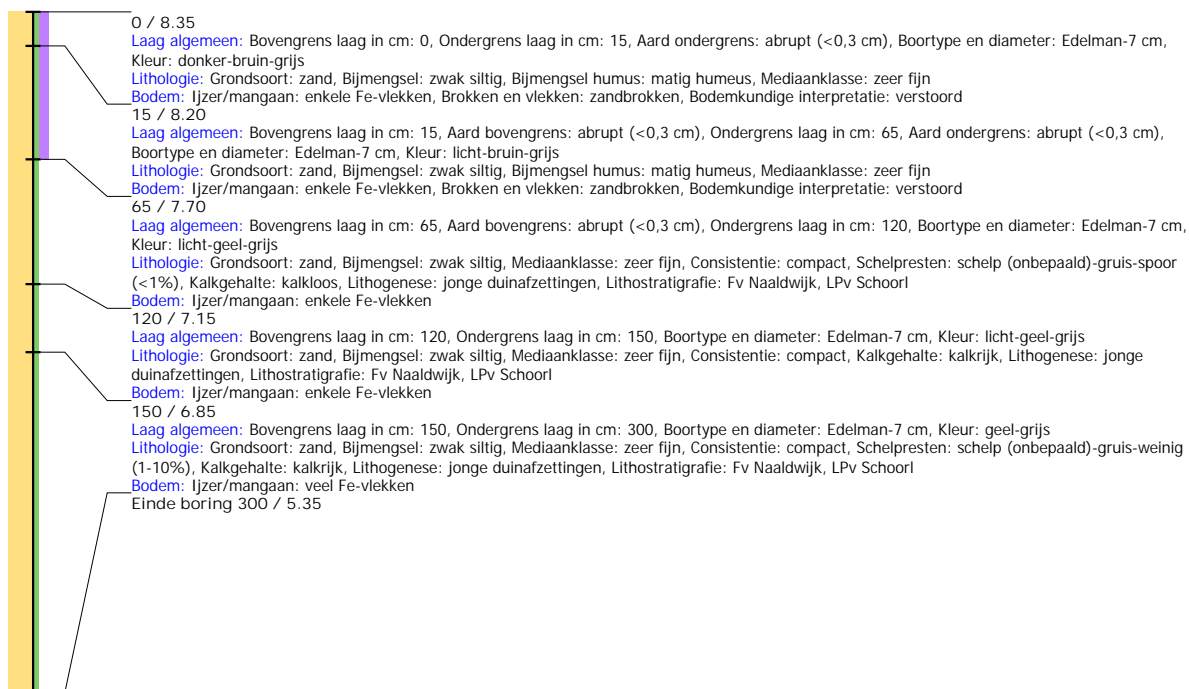
## Boring: WZWM\_1104

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1104, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 14-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102458.697, Y-coördinaat in meters: 500233.95, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.358, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



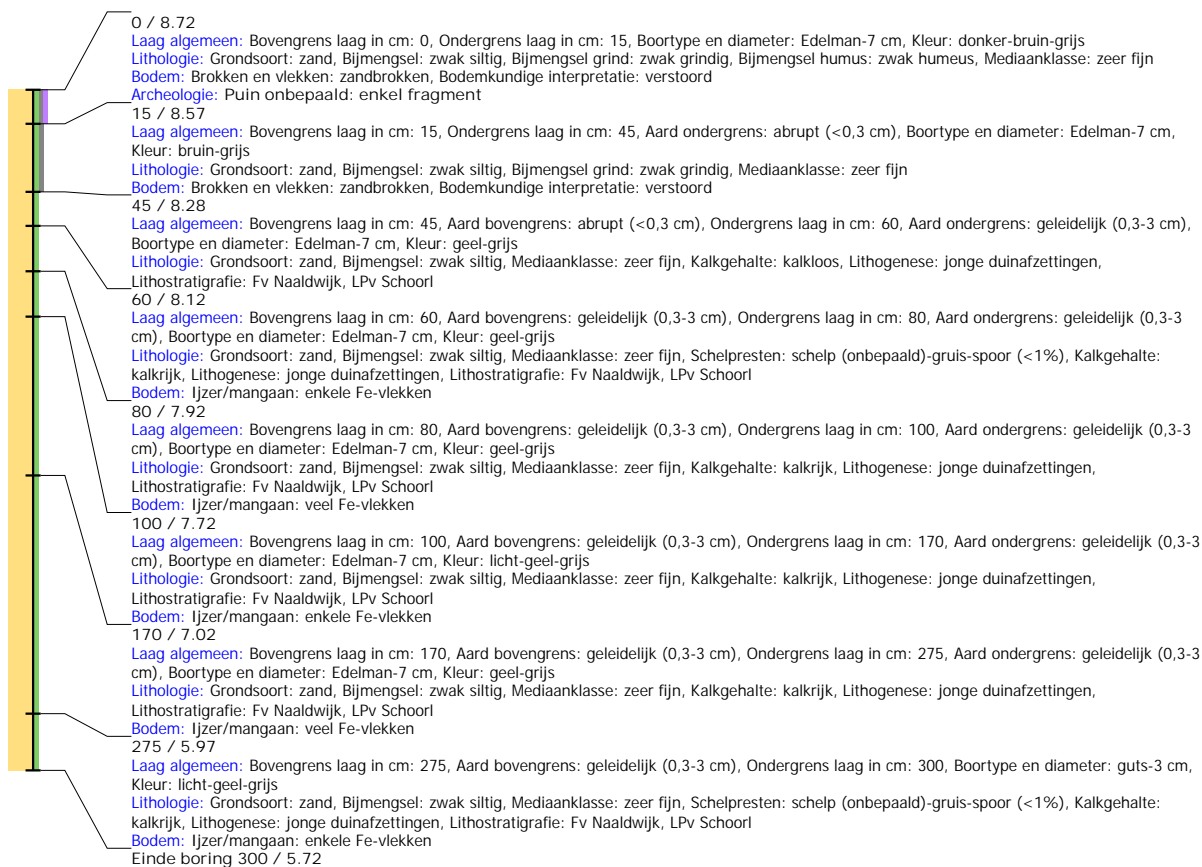
## Boring: WZWM\_1105

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1105, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 14-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102483.117, Y-coördinaat in meters: 500228.471, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.353, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



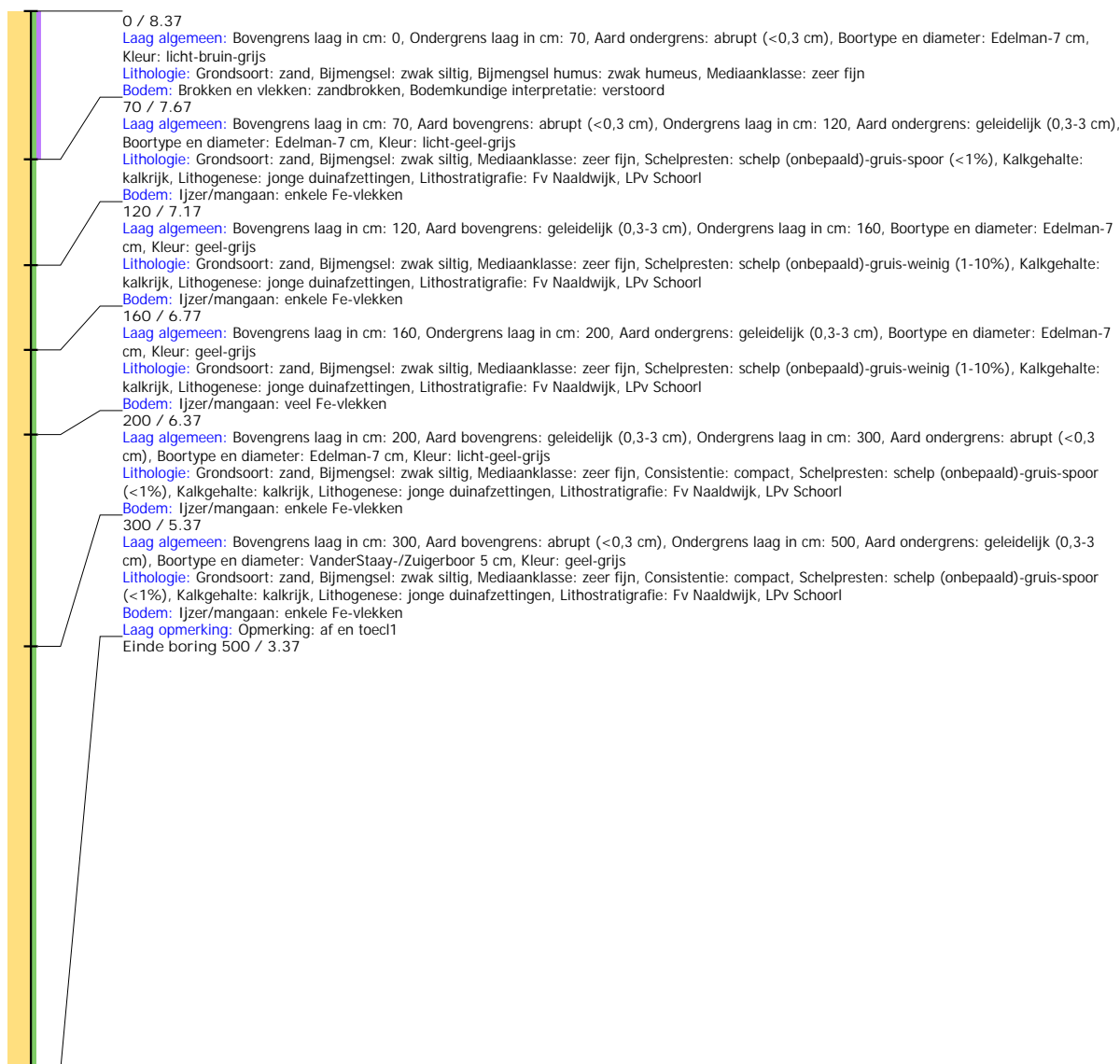
## Boring: WZWM\_1106

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1106, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 14-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102509.739, Y-coördinaat in meters: 500221.582, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.725, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1133

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1133, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102353.141, Y-coördinaat in meters: 500277.777, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.372, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1134

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1134, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102377.588, Y-coördinaat in meters: 500272.349, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.378, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West





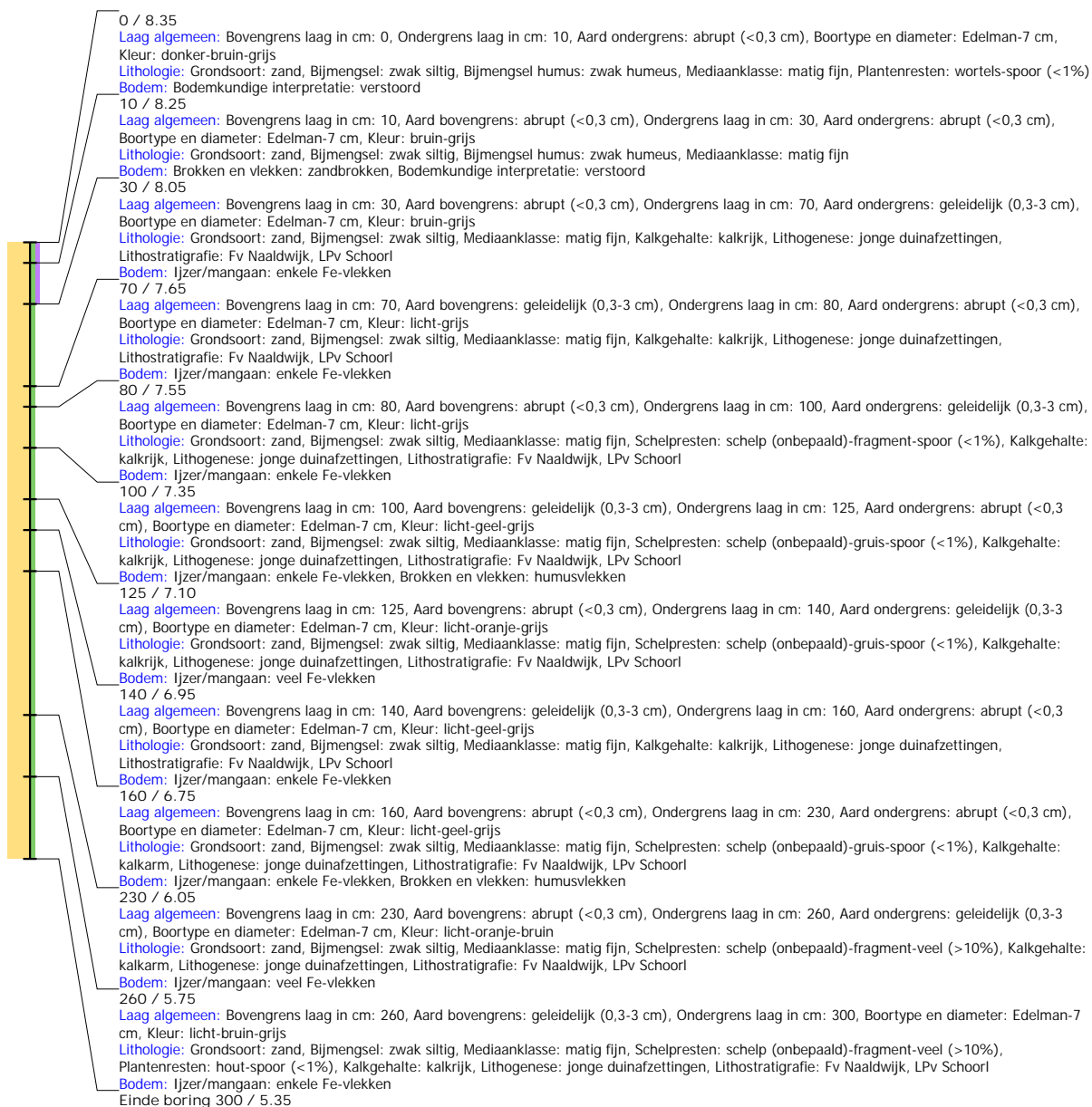
## Boring: WZWM\_1135

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1135, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 14-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102402.024, Y-coördinaat in meters: 500267.047, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.369, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



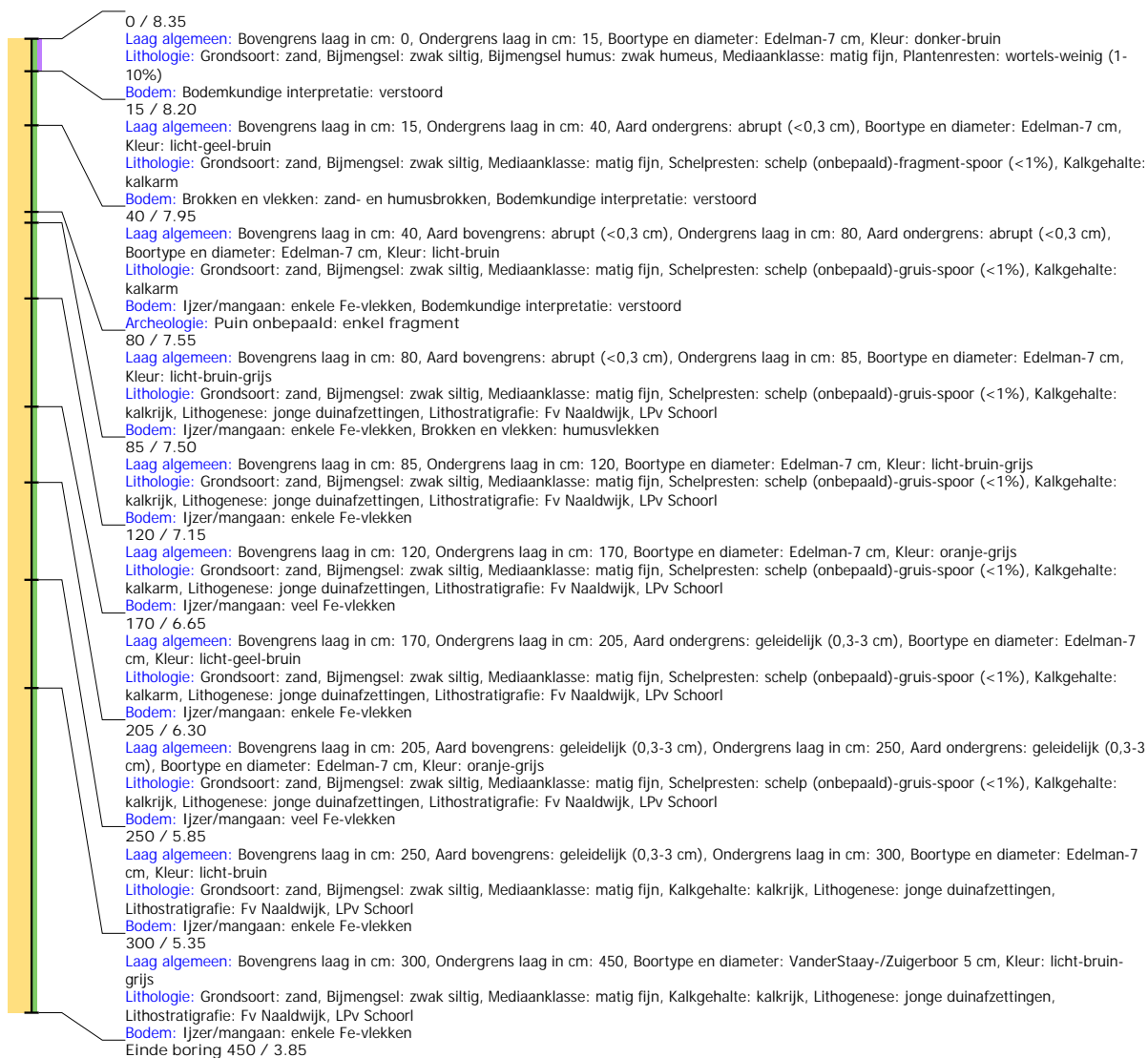
## Boring: WZWM\_1136

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1136, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102426.407, Y-coördinaat in meters: 500261.569, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.353, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



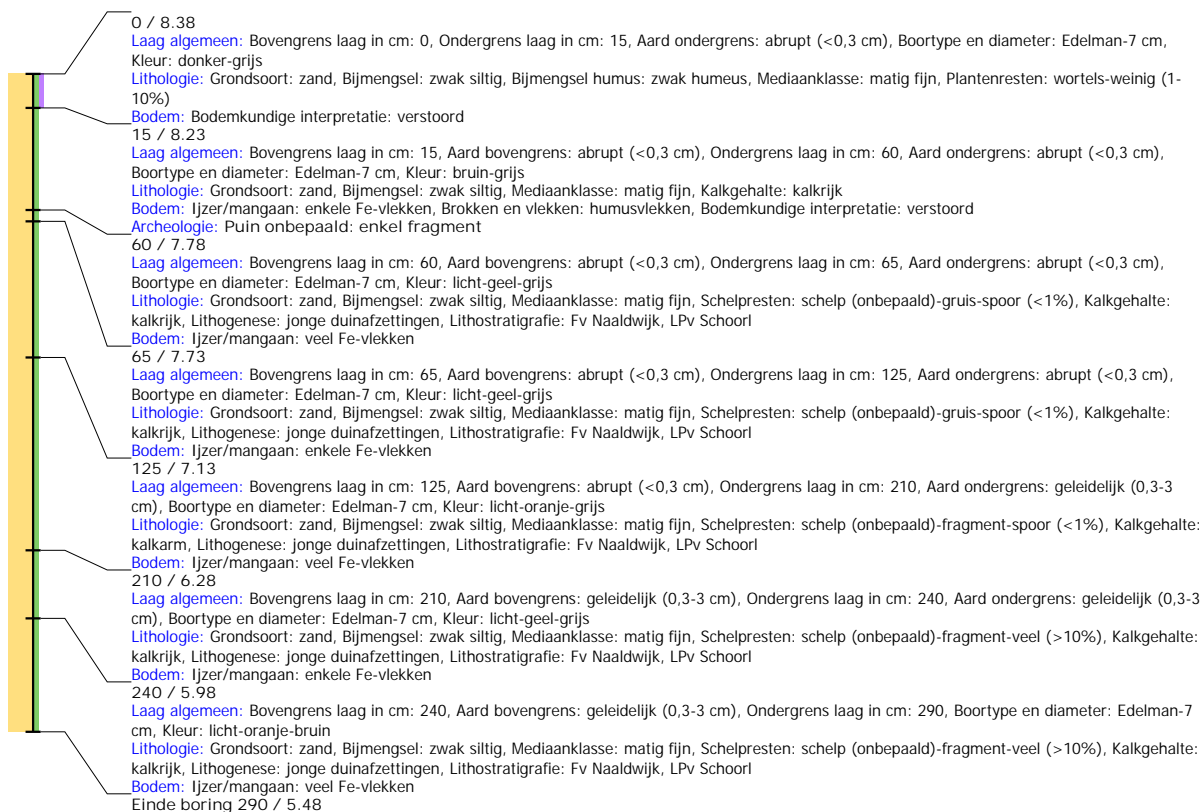
## Boring: WZWM\_1137

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1137, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 450  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102450.848, Y-coördinaat in meters: 500256.16, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
**Hoogte maaiveld in meters:** 8.354, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1138

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1138, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 290  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102475.256, Y-coördinaat in meters: 500250.694, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.376, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



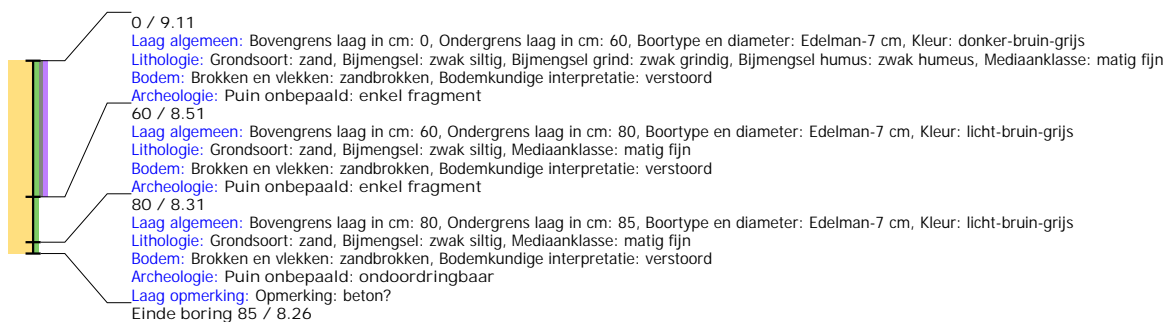
## Boring: WZWM\_1139

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1139, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102499.648, Y-coördinaat in meters: 500245.352, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.337, Precisie hoogte: 1 cm, Referentieveld hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Oprachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1141

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1141, Beschrijver(s): KB/NC, Datum: 18-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 85  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102548.091, Y-coördinaat in meters: 500228.767, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 9.106, Precisie hoogte: 1 cm, Referentieveld hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Oprachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: 3 poging



## Boring: WZWM\_1142

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1142, Beschrijver(s): KB/NC, Datum: 18-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102575.522, Y-coördinaat in meters: 500232.031, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.704, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



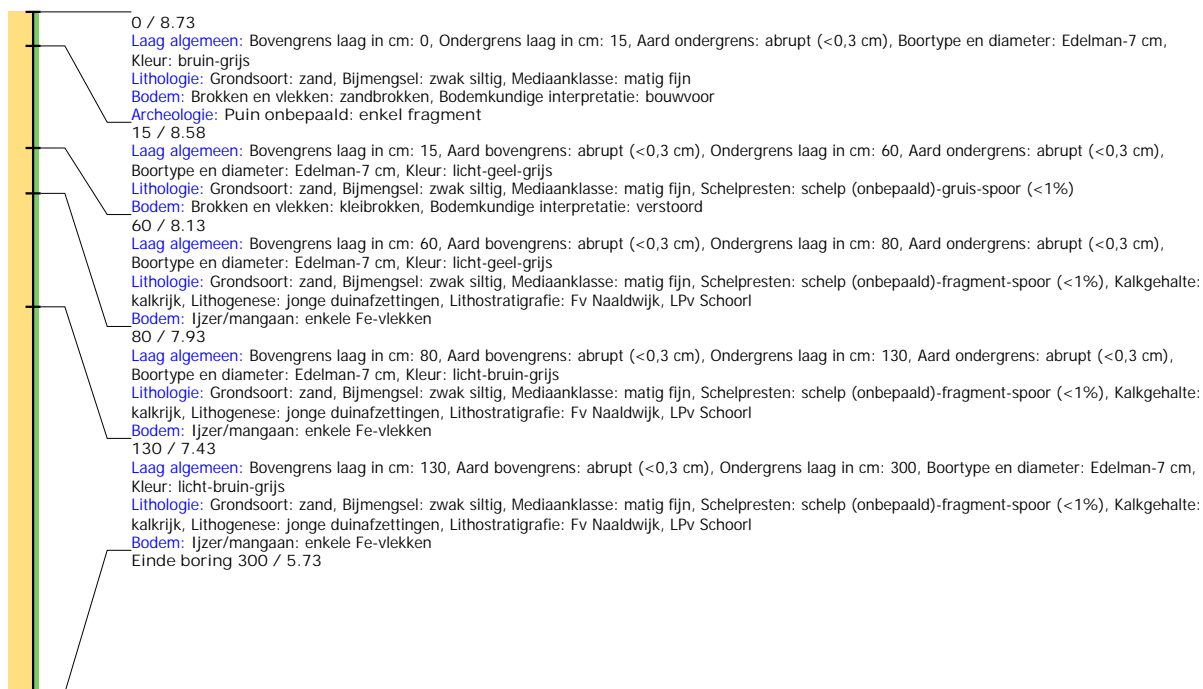
## Boring: WZWM\_1143

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1143, Beschrijver(s): FW, Datum: 18-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102597.268, Y-coördinaat in meters: 500223.68, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.685, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1144

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1144, Beschrijver(s): KB/NC, Datum: 18-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102621.666, Y-coördinaat in meters: 500218.241, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.732, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



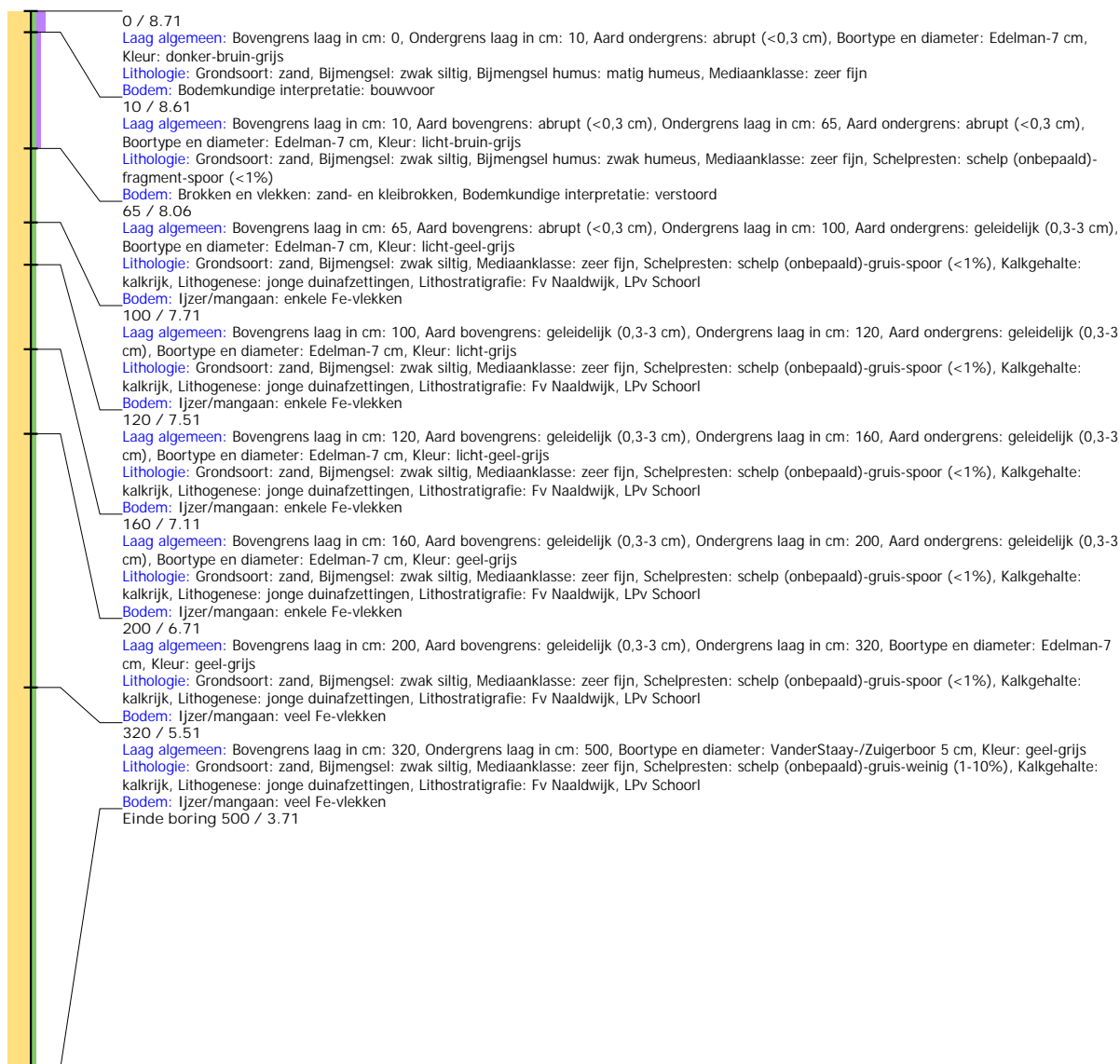


## Boring: WZWM\_1145

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1145, Beschrijver(s): FW, Datum: 18-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 500

**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102646.11, Y-coördinaat in meters: 500212.78, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8.709, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS

**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



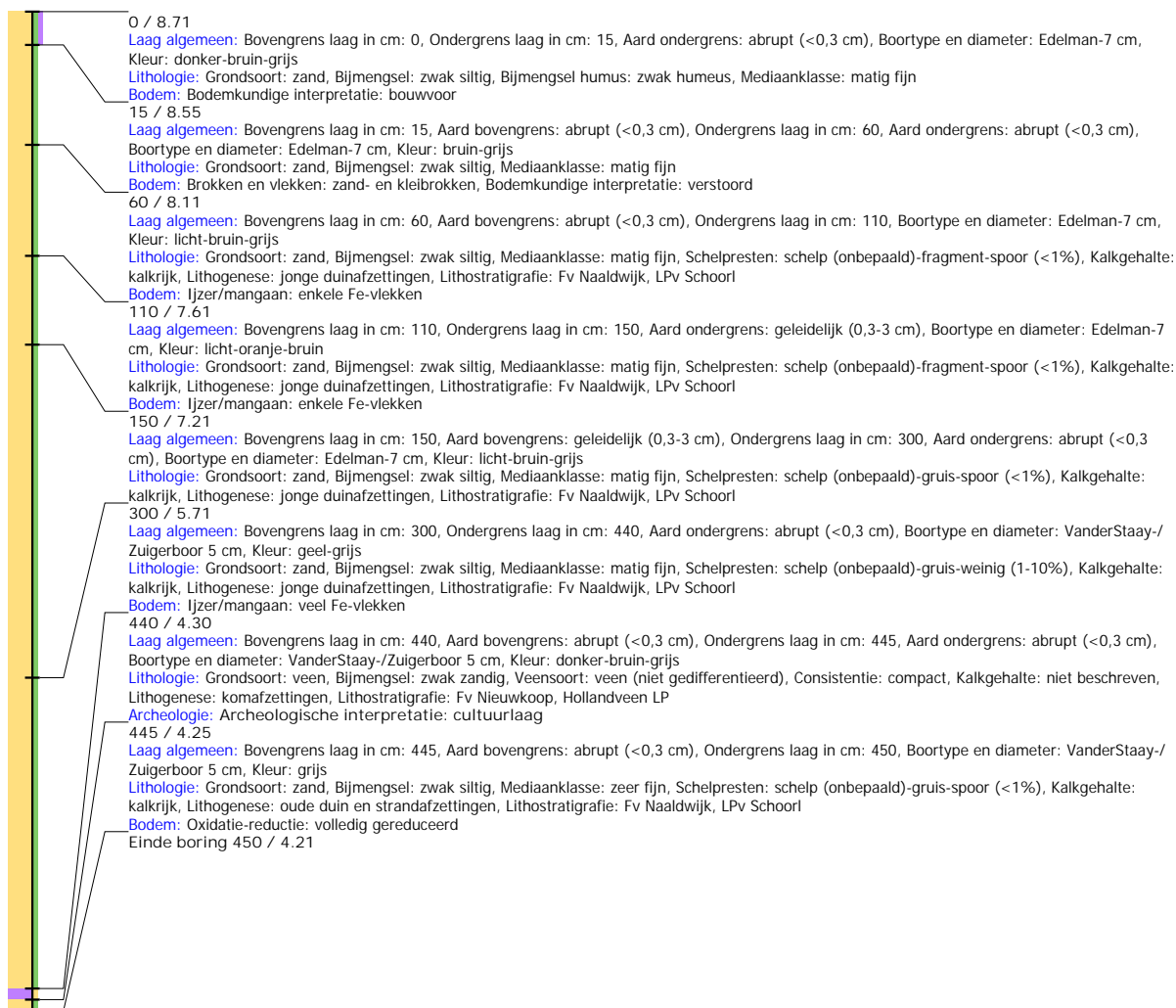
## Boring: WZWM\_1146

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1146, Beschrijver(s): KB/NC, Datum: 18-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102670.481, Y-coördinaat in meters: 500207.408, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.629, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



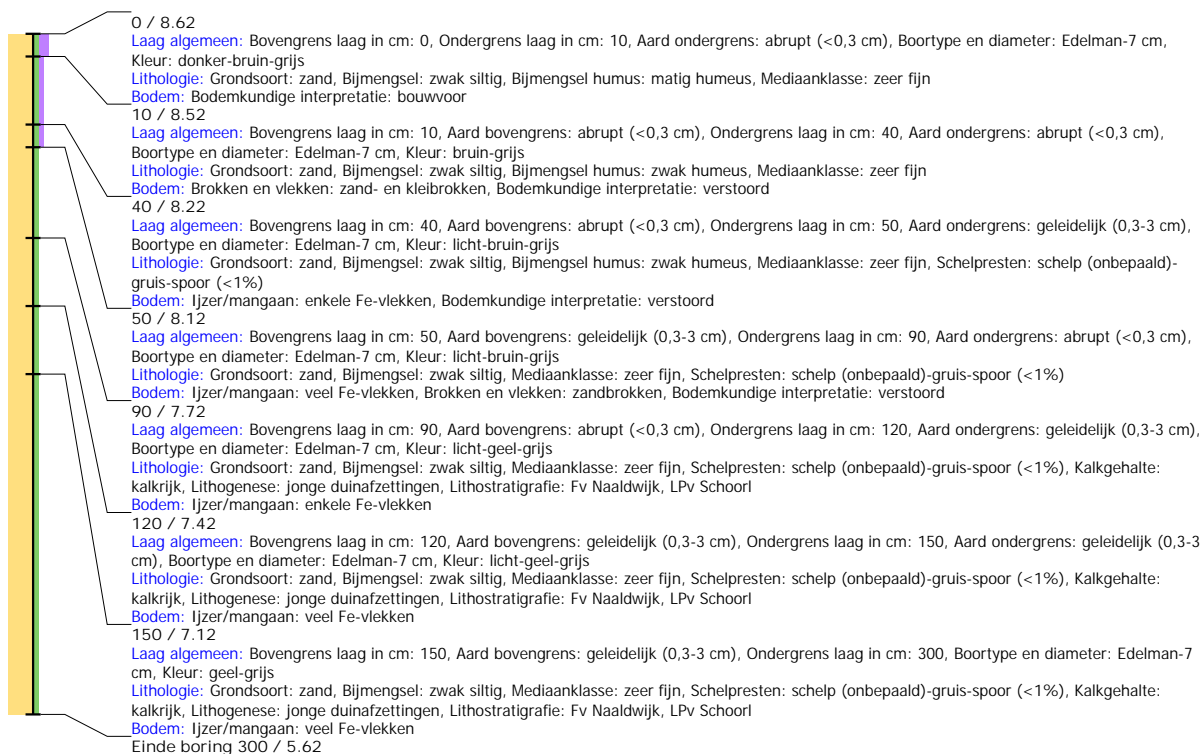
## Boring: WZWM\_1147

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1147, Beschrijver(s): KB/NC, Datum: 18-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 450  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102694.887, Y-coördinaat in meters: 500201.938, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.705, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Oprachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



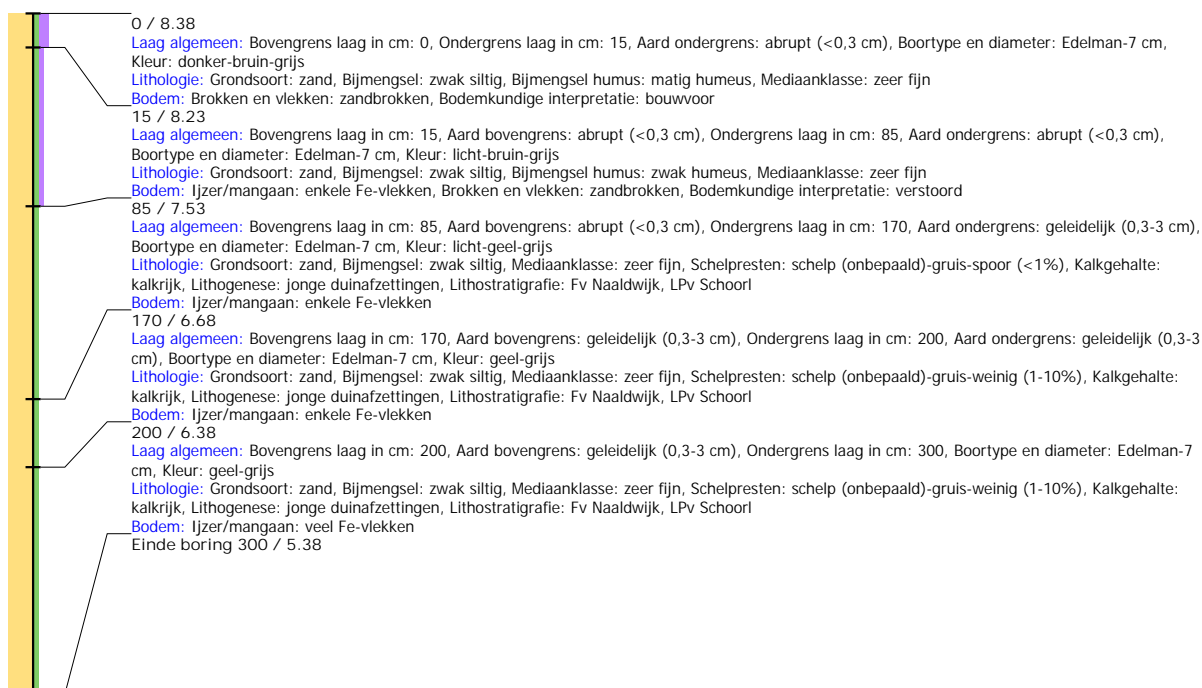
## Boring: WZWM\_1148

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1148, Beschrijver(s): FW, Datum: 18-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102720.016, Y-coördinaat in meters: 500197.067, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.618, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



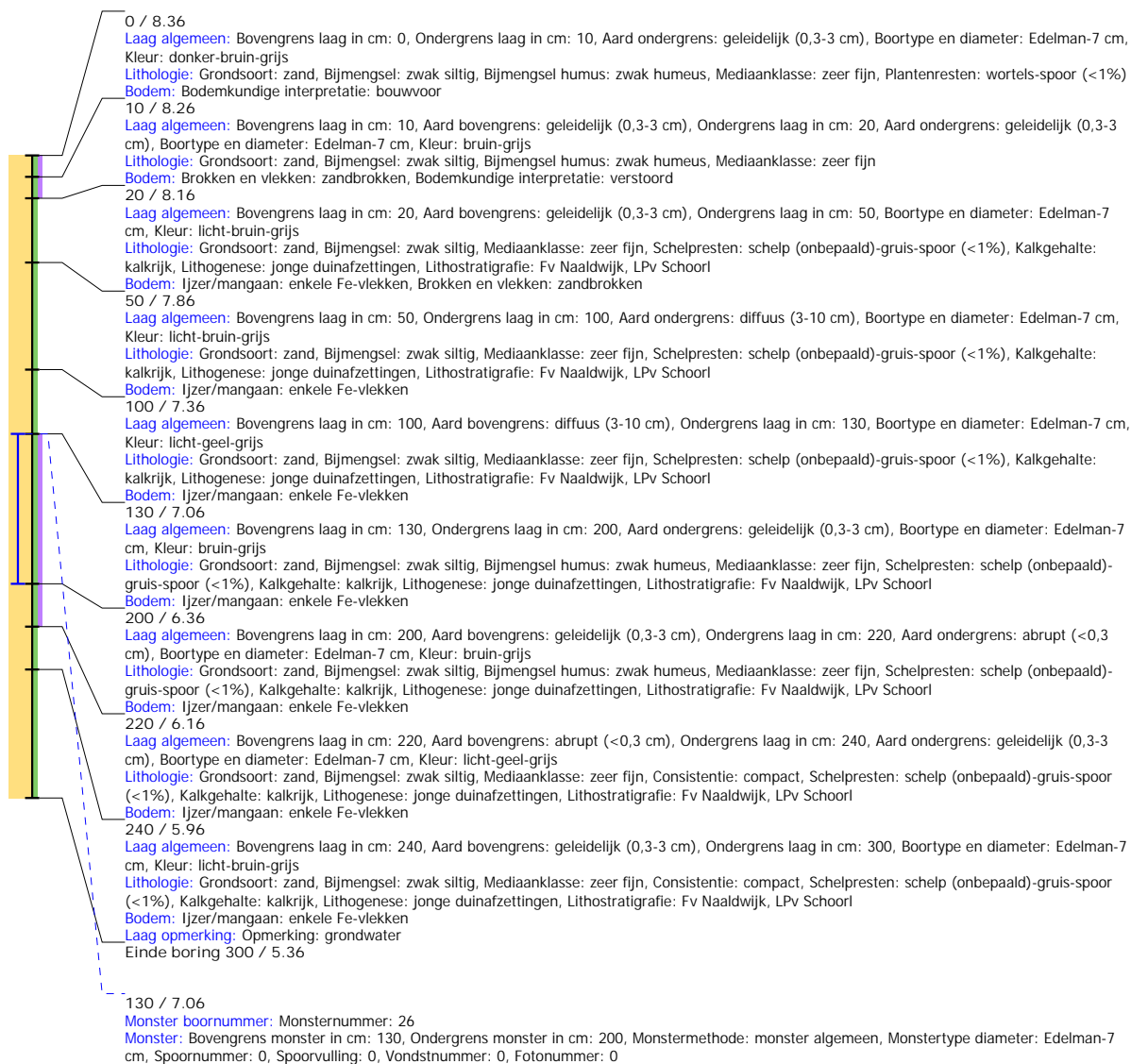
## Boring: WZWM\_1166

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1166, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102369.772, Y-coördinaat in meters: 500294.617, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.381, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



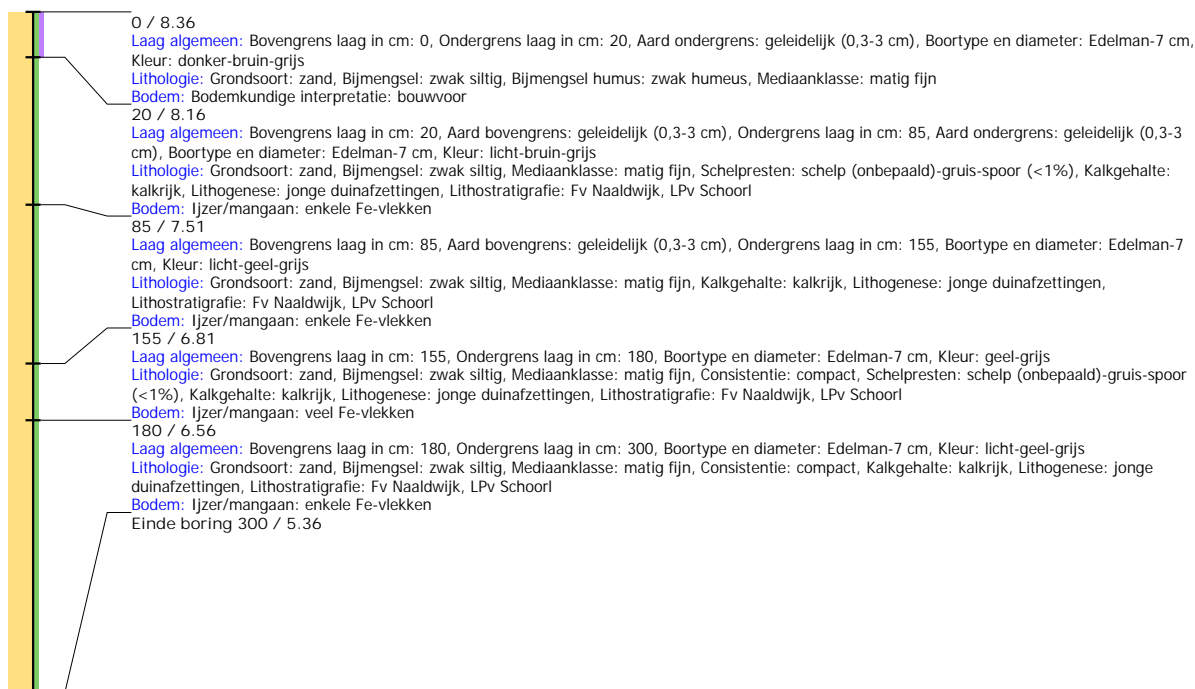
## Boring: WZWM\_1167

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1167, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102394.214, Y-coördinaat in meters: 500289.209, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.358, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1168

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1168, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102414.044, Y-coördinaat in meters: 500283.768, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.358, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



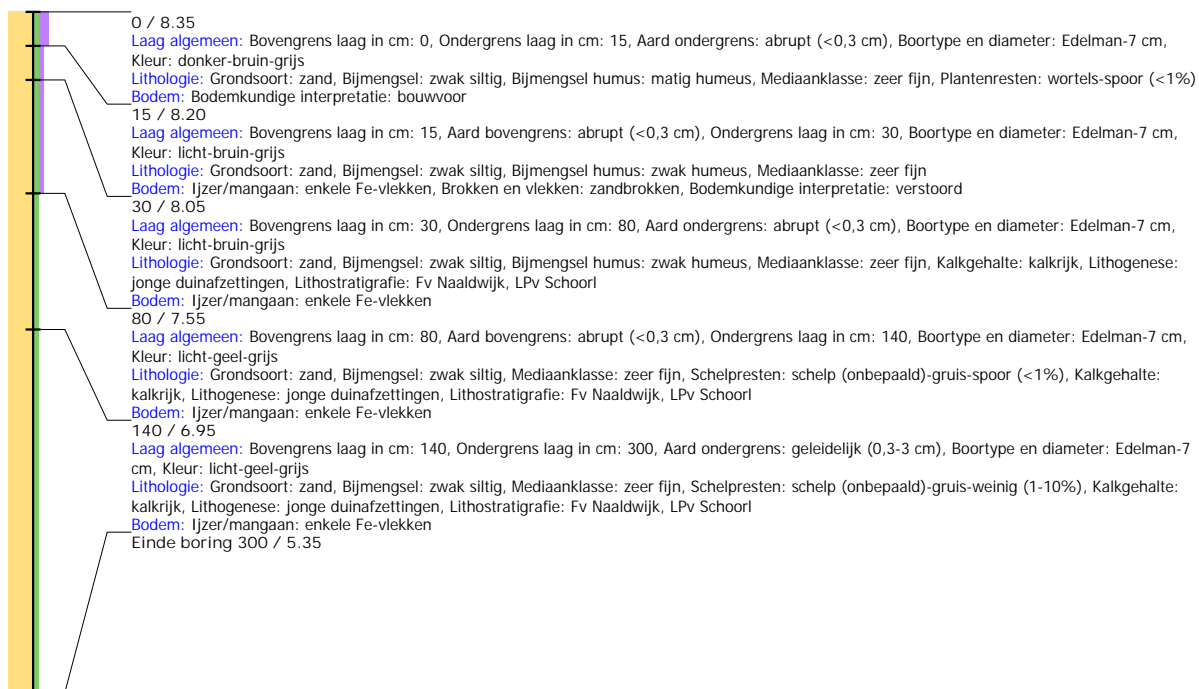
## Boring: WZWM\_1169

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1169, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102442.942, Y-coördinaat in meters: 500278.409, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.372, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



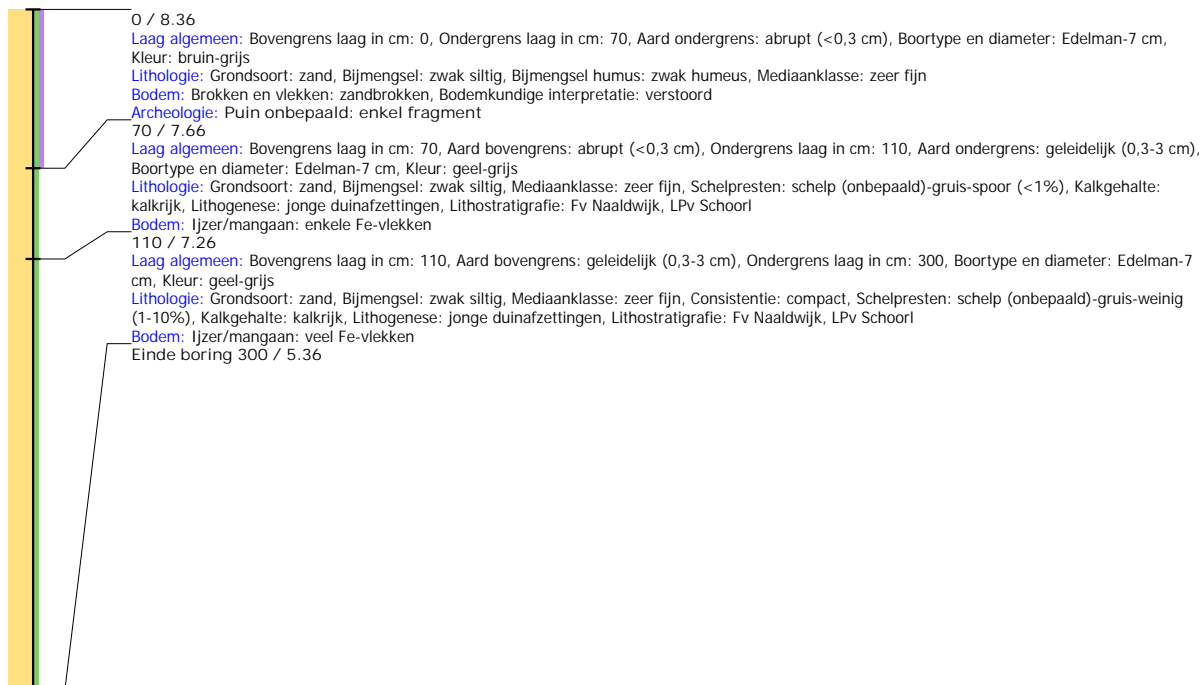
## Boring: WZWM\_1170

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1170, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102467.414, Y-coördinaat in meters: 500272.921, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.353, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



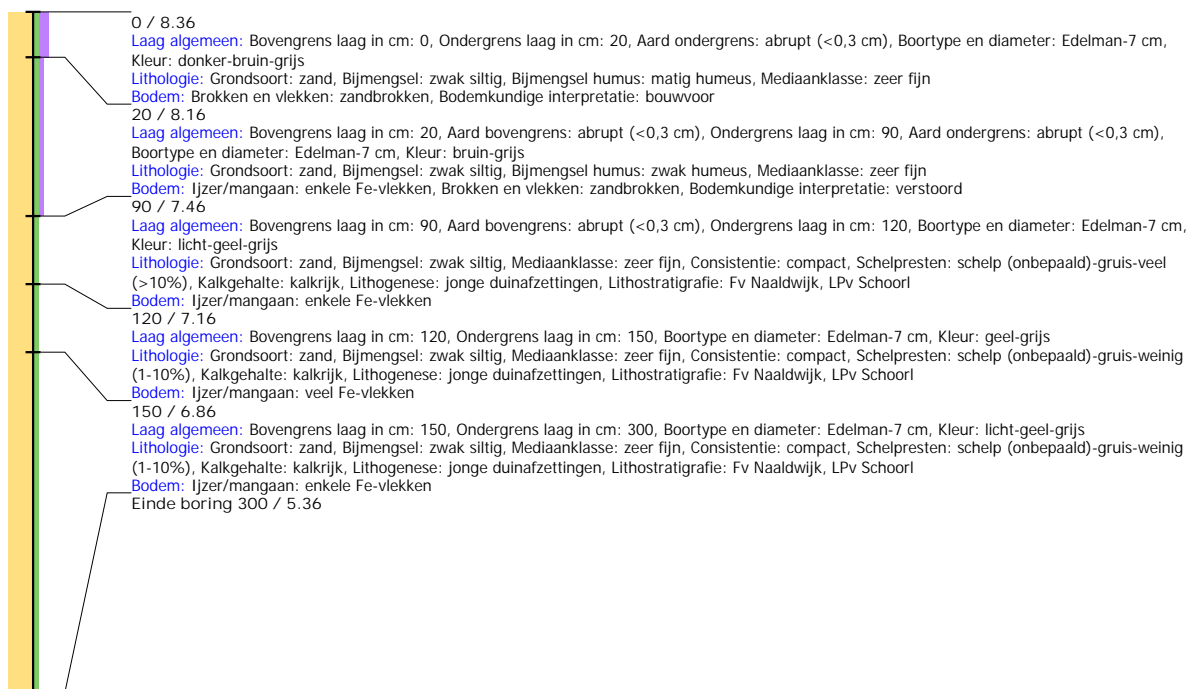
## Boring: WZWM\_1171

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1171, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102491.748, Y-coördinaat in meters: 500267.526, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.355, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1172

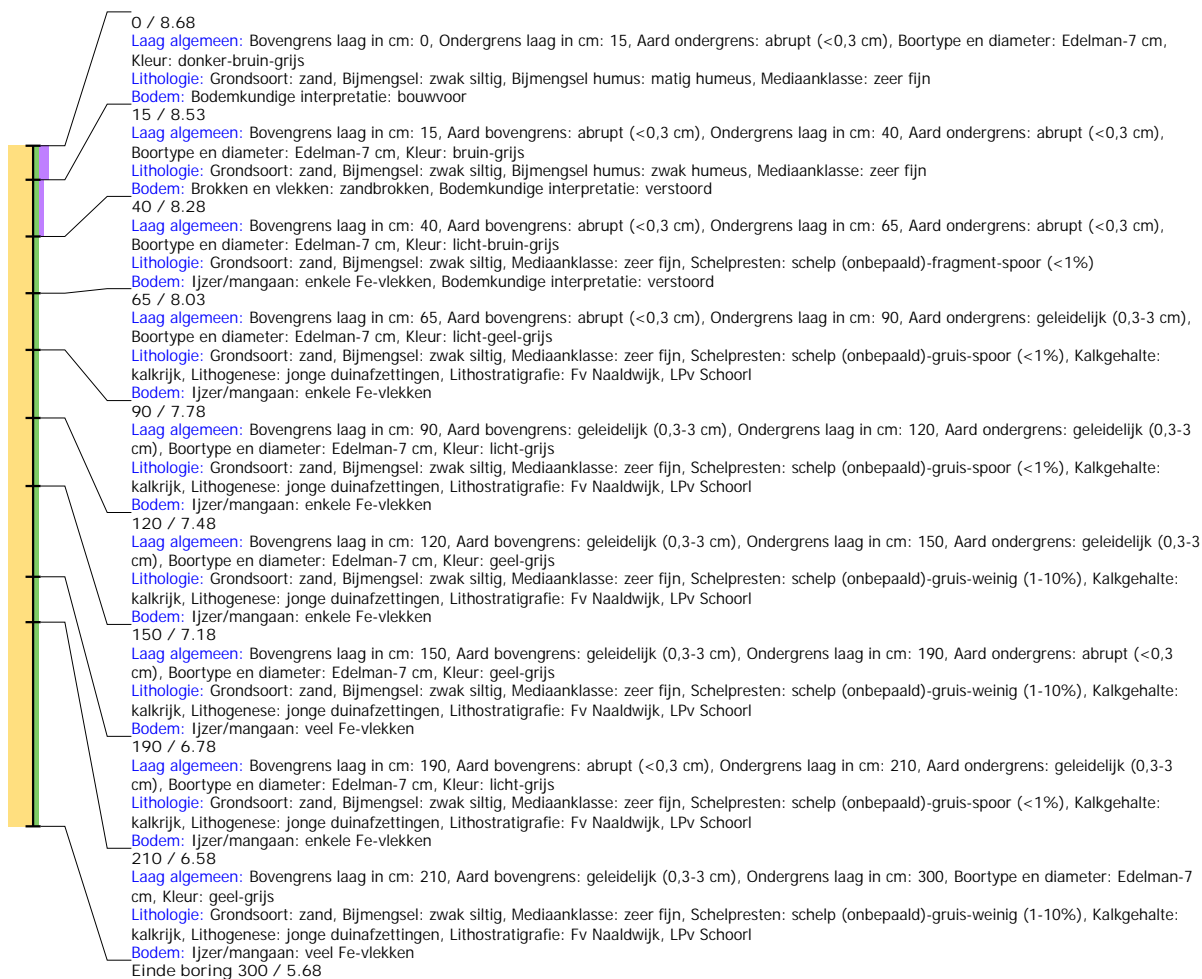
**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1172, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102507.342, Y-coördinaat in meters: 500264.344, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.355, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West





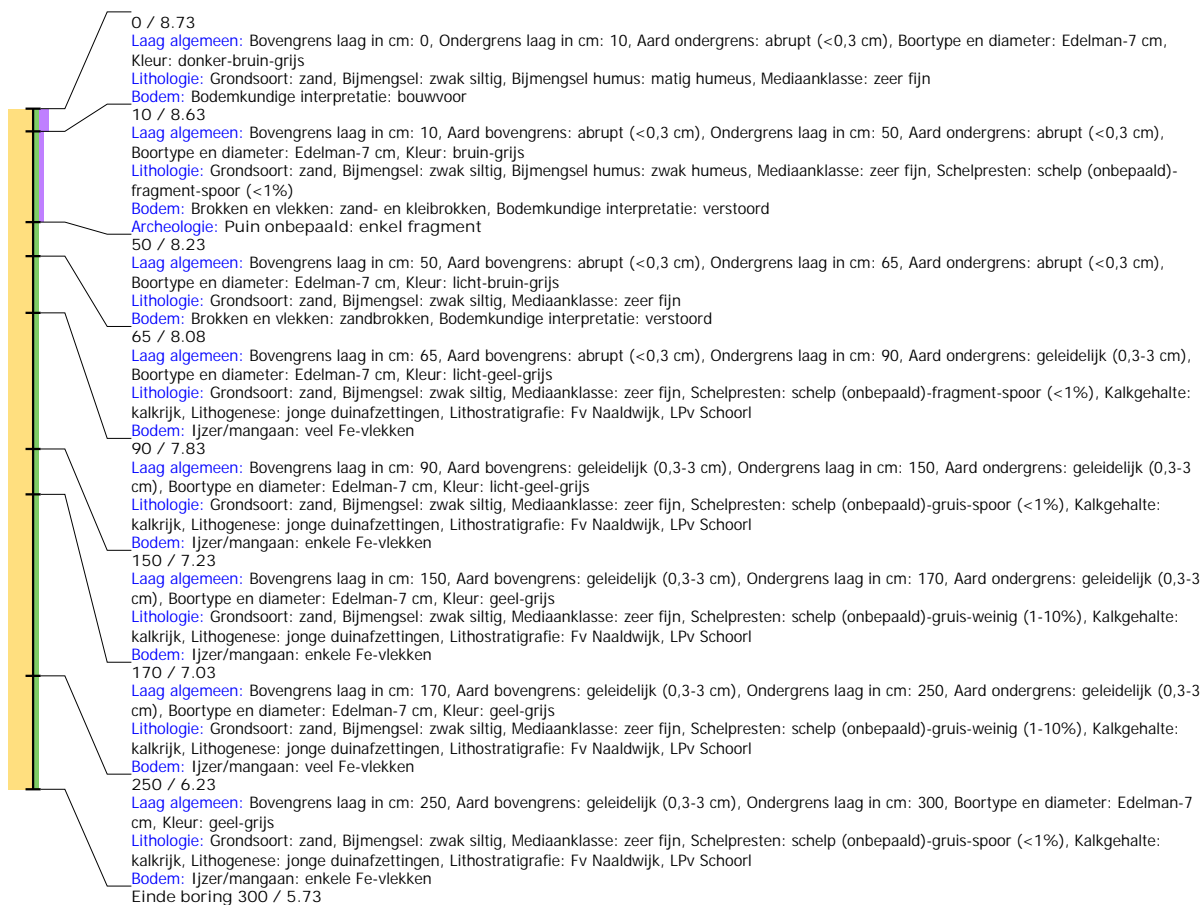
## Boring: WZWM\_1174

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1174, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102565.066, Y-coördinaat in meters: 500251.185, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.675, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



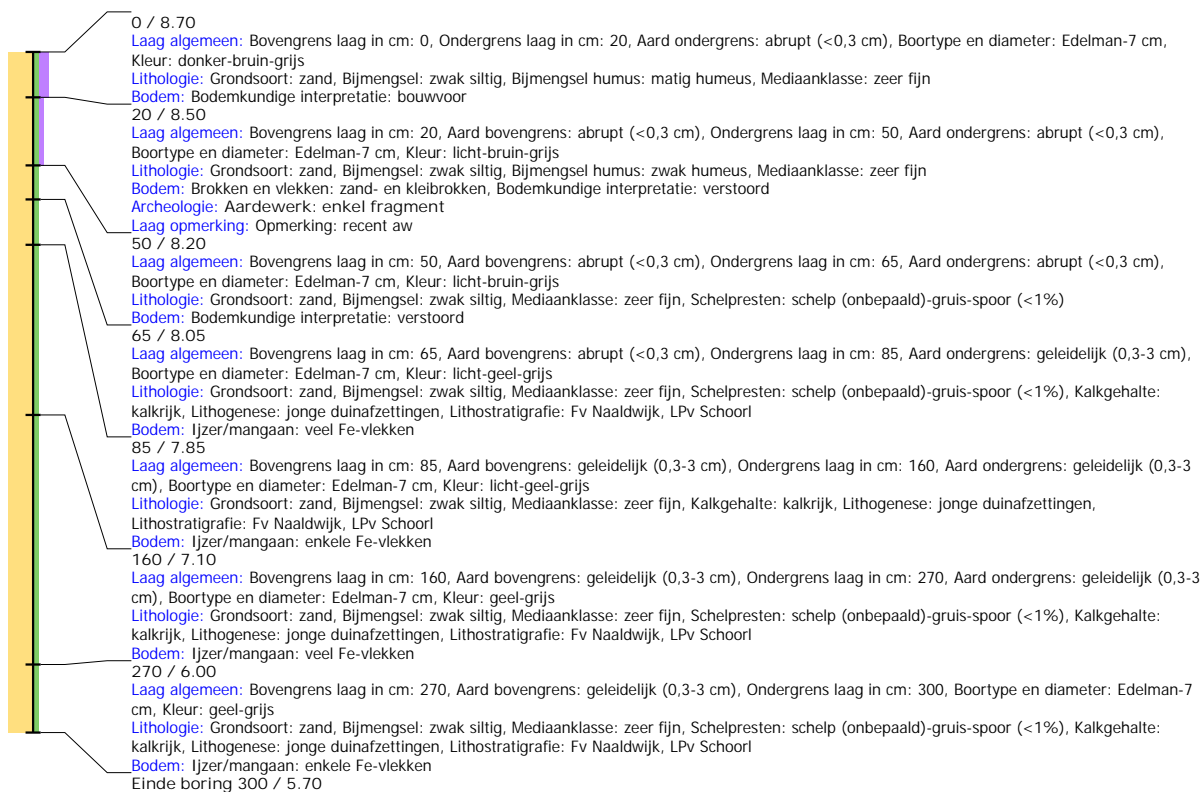
## Boring: WZWM\_1175

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1175, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102589.468, Y-coördinaat in meters: 500245.871, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.727, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



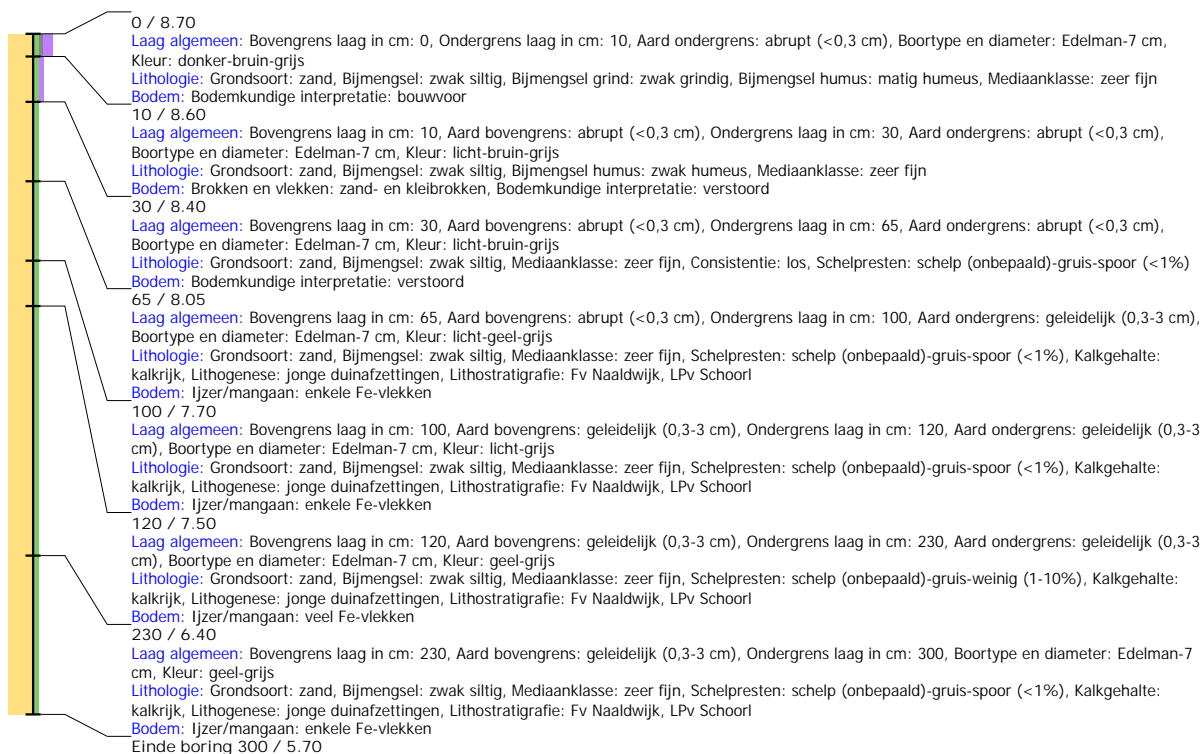
## Boring: WZWM\_1176

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1176, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102613.802, Y-coördinaat in meters: 500240.414, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.696, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



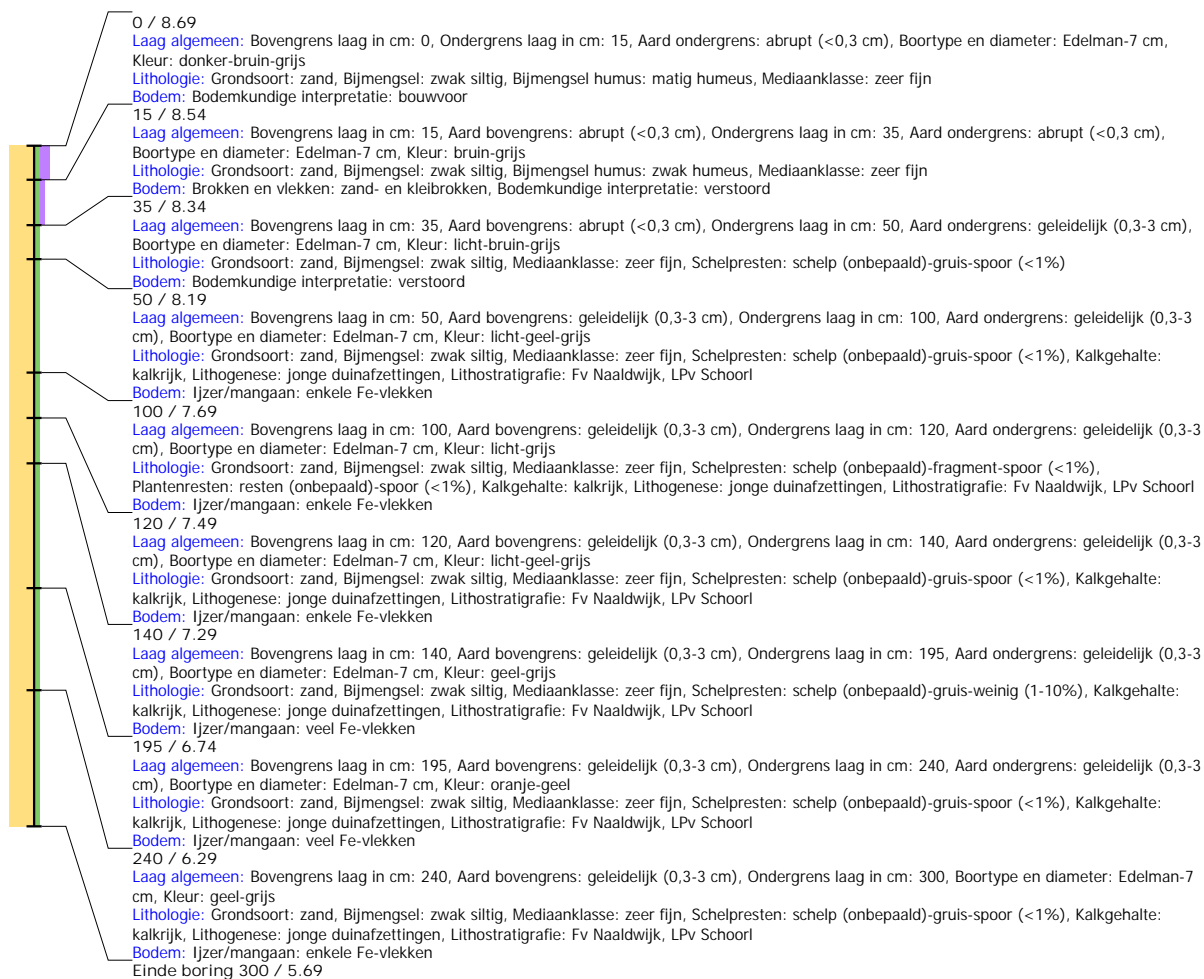
## Boring: WZWM\_1177

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1177, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102638.203, Y-coördinaat in meters: 500235.021, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.697, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



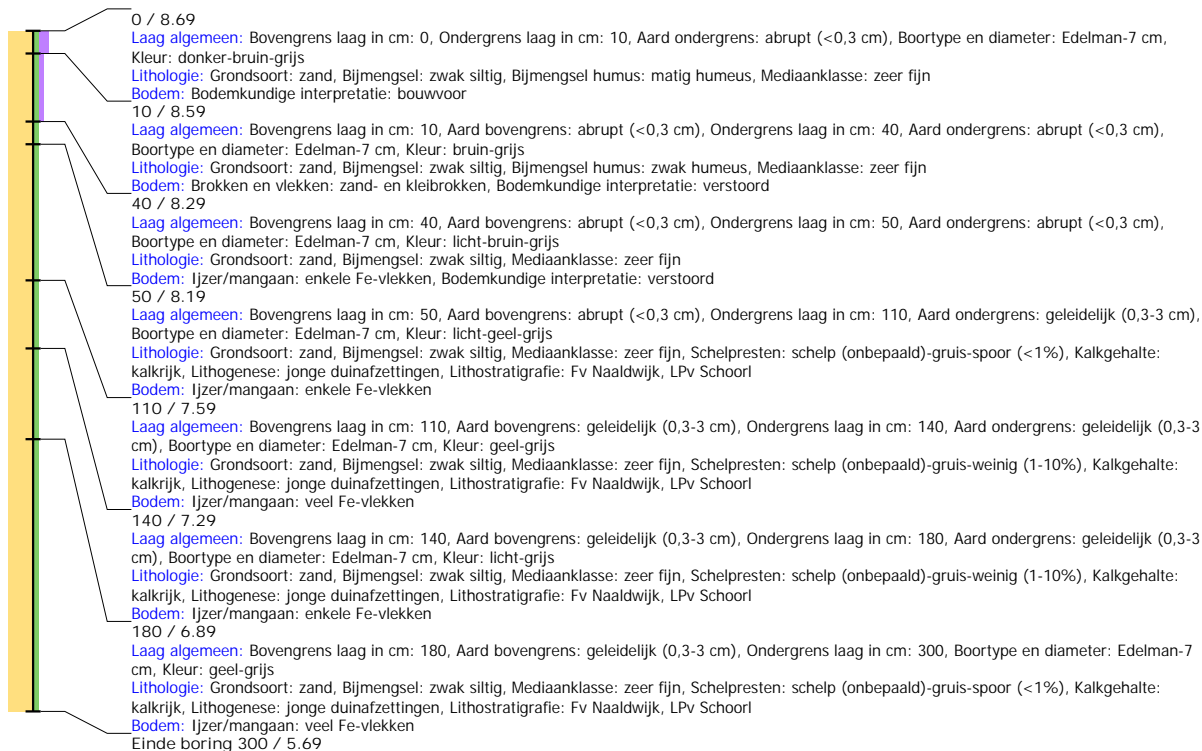
## Boring: WZWM\_1178

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1178, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102662.55, Y-coördinaat in meters: 500229.607, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.691, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1179

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1179, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102687.06, Y-coördinaat in meters: 500224.231, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.687, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1180

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1180, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102711.466, Y-coördinaat in meters: 500218.785, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.675, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



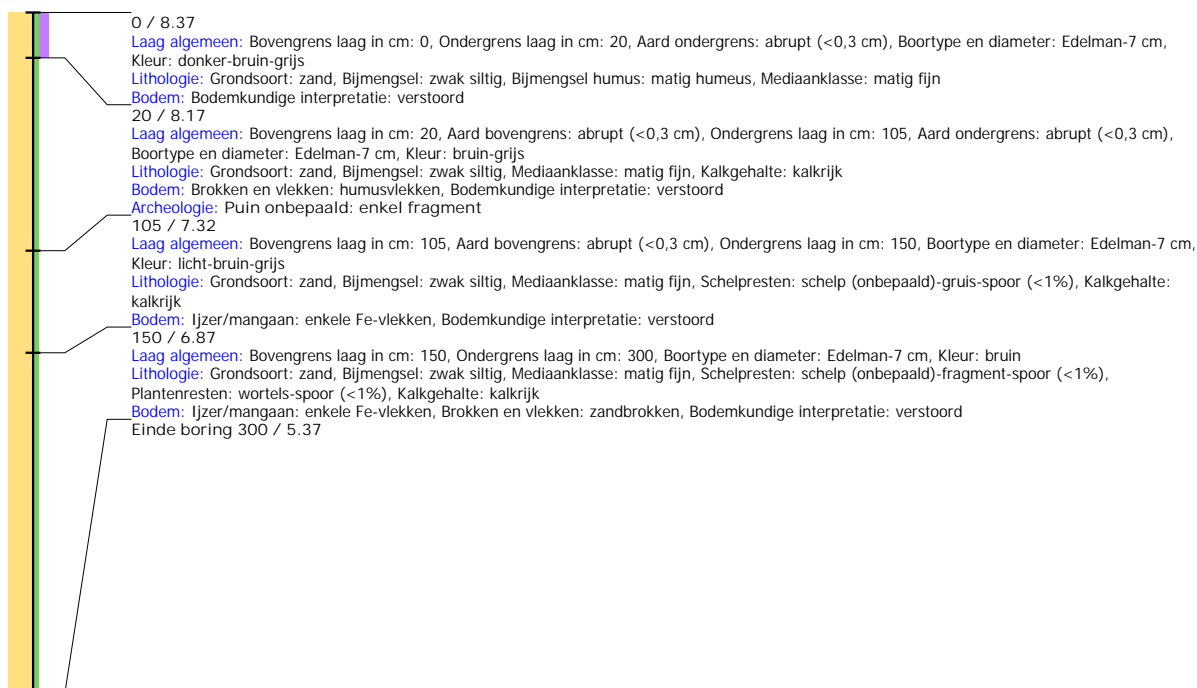
## Boring: WZWM\_1199

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1199, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 17-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 330  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102361.856, Y-coördinaat in meters: 500316.841, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.379, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



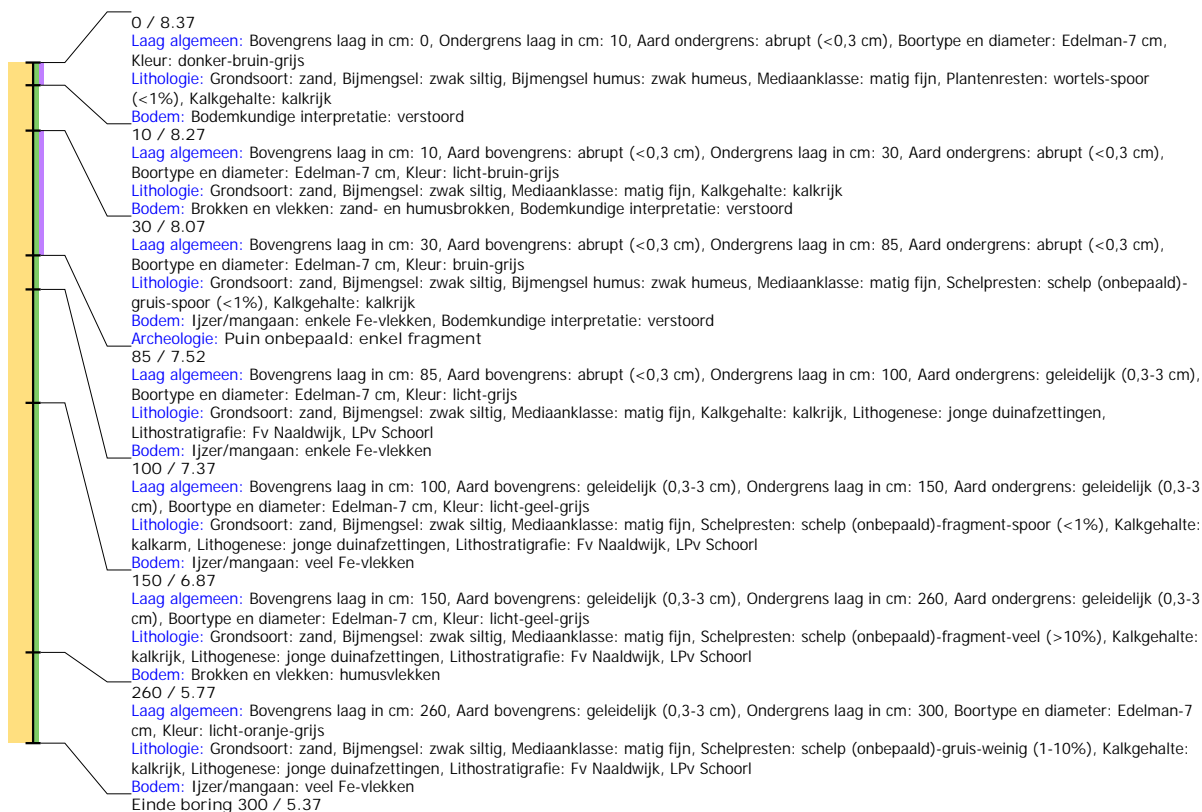
## Boring: WZWM\_1200

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1200, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102386.295, Y-coördinaat in meters: 500311.424, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.372, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennenet, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1201

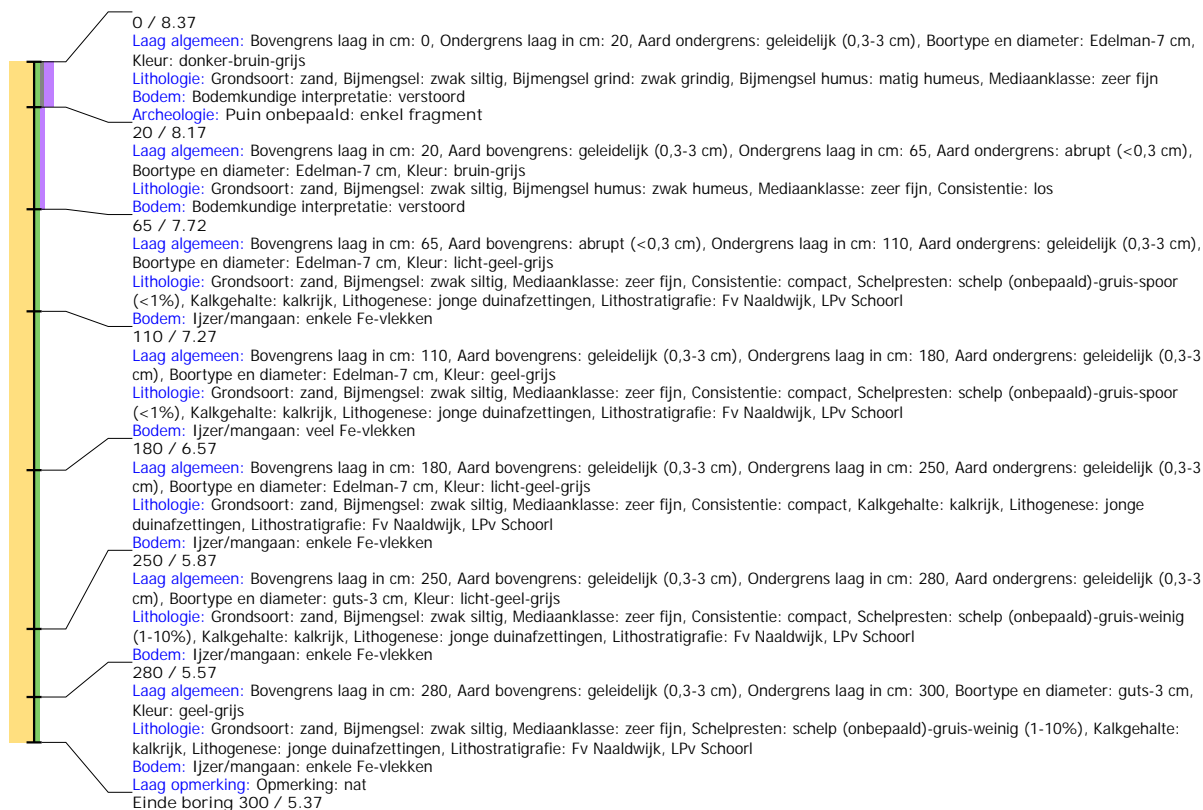
**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1201, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102410.697, Y-coördinaat in meters: 500306.068, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.366, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West





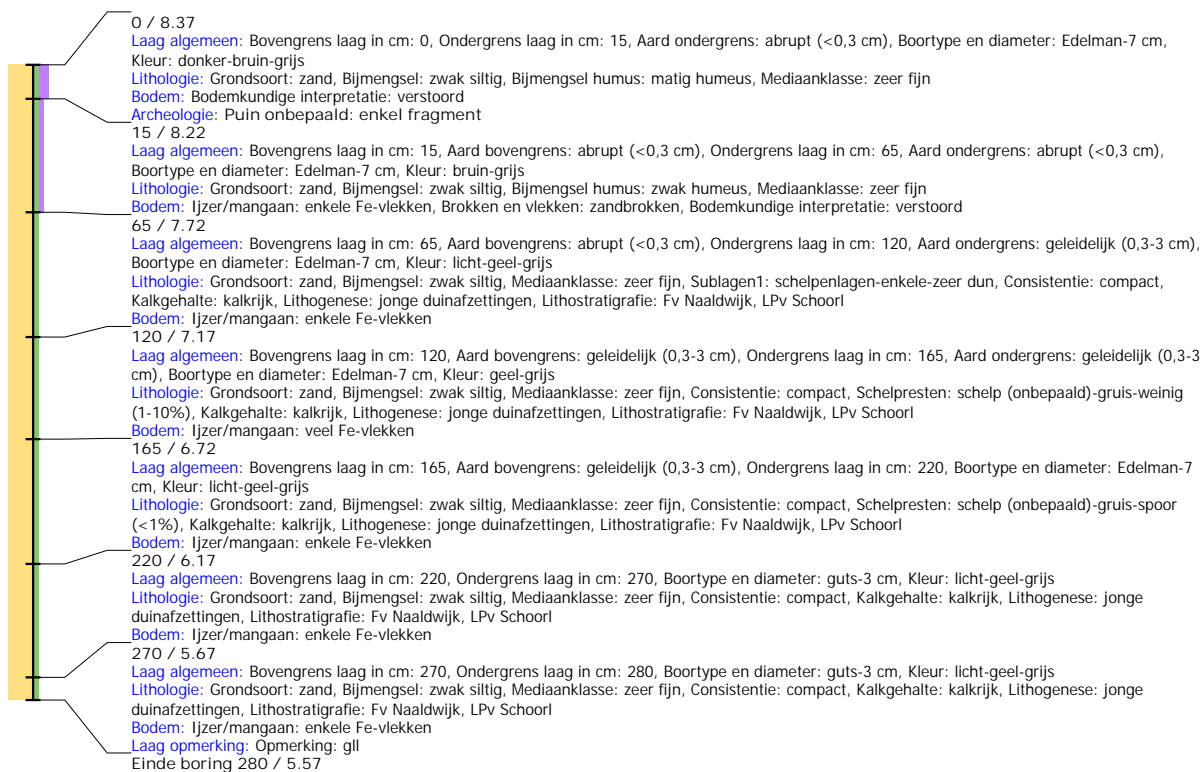
## Boring: WZWM\_1202

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1202, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102435.11, Y-coördinaat in meters: 500300.556, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.374, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



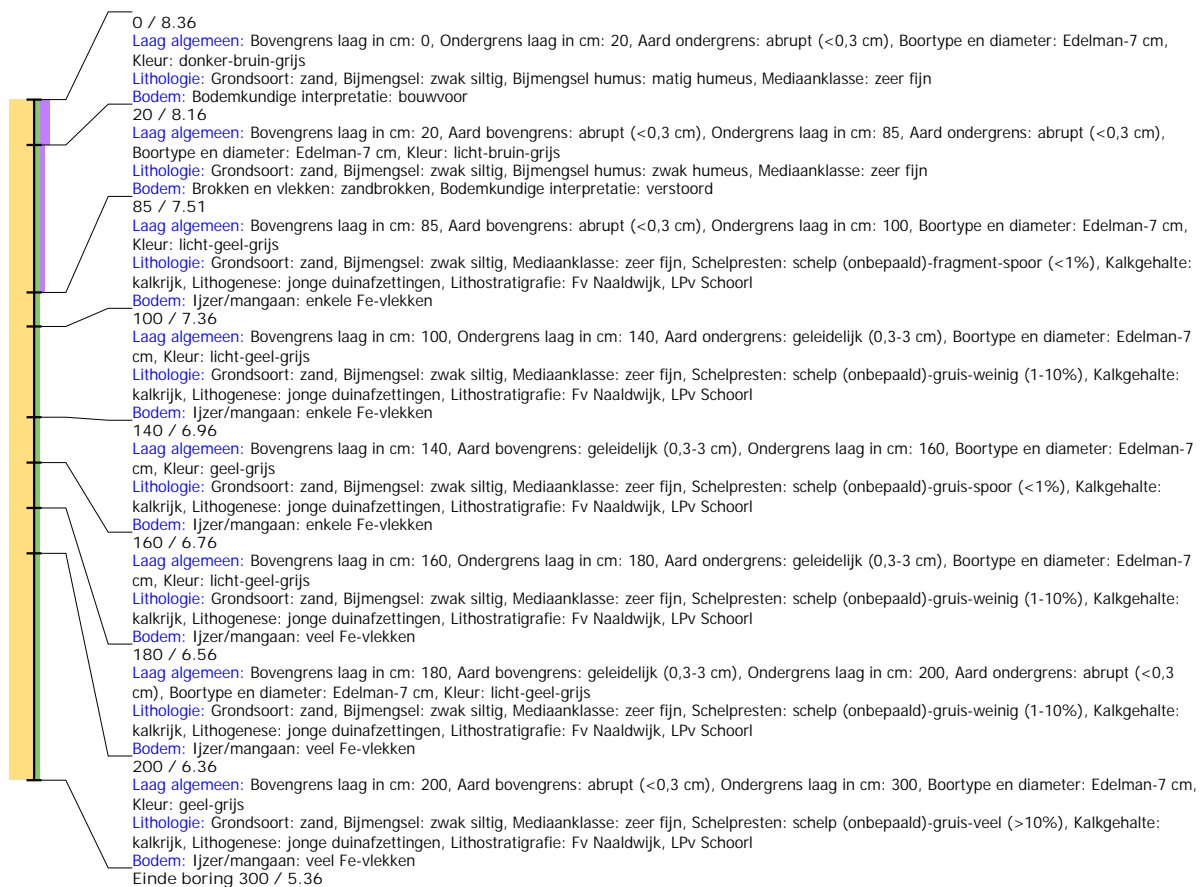
## Boring: WZWM\_1203

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1203, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 280  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102459.533, Y-coördinaat in meters: 500295.204, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.368, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



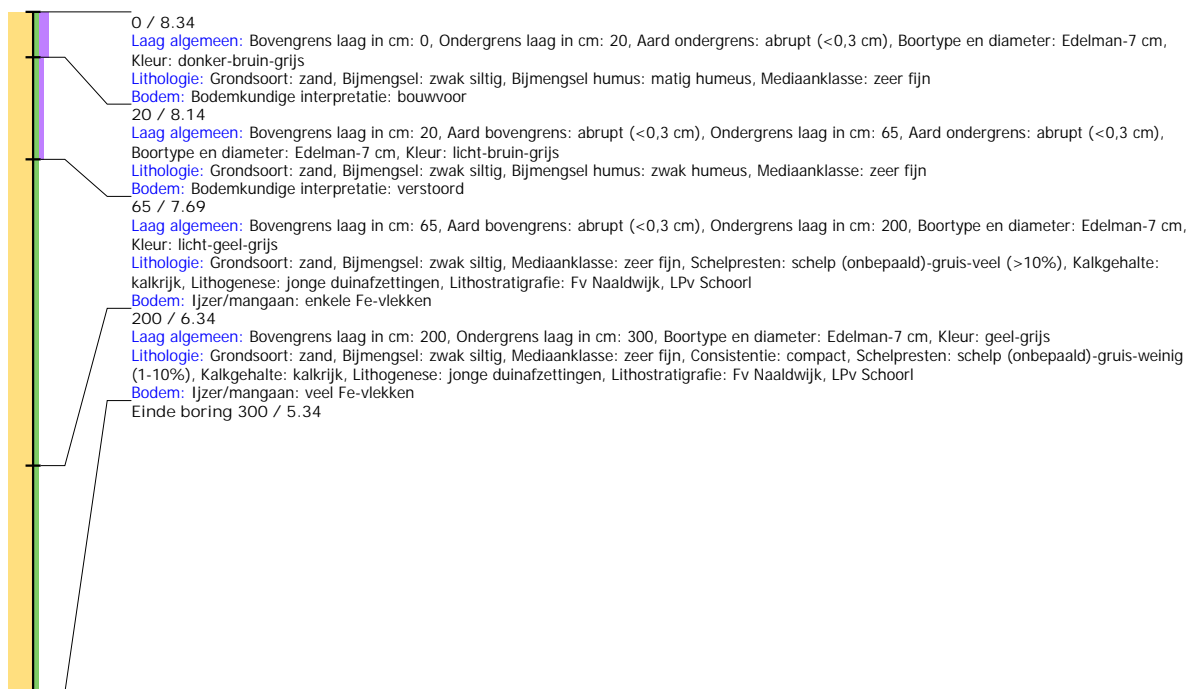
## Boring: WZWM\_1204

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1204, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102483.892, Y-coördinaat in meters: 500289.795, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.357, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



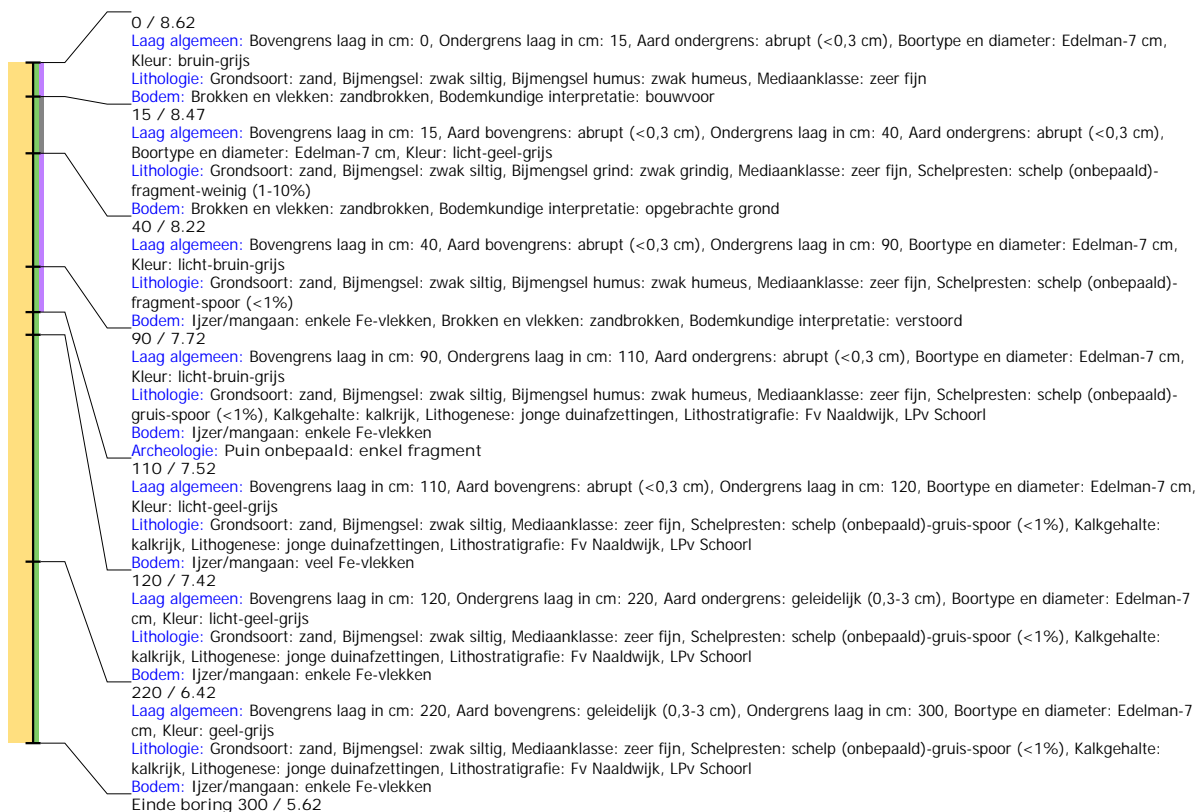
## Boring: WZWM\_1205

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1205, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102503.625, Y-coördinaat in meters: 500284.751, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.342, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



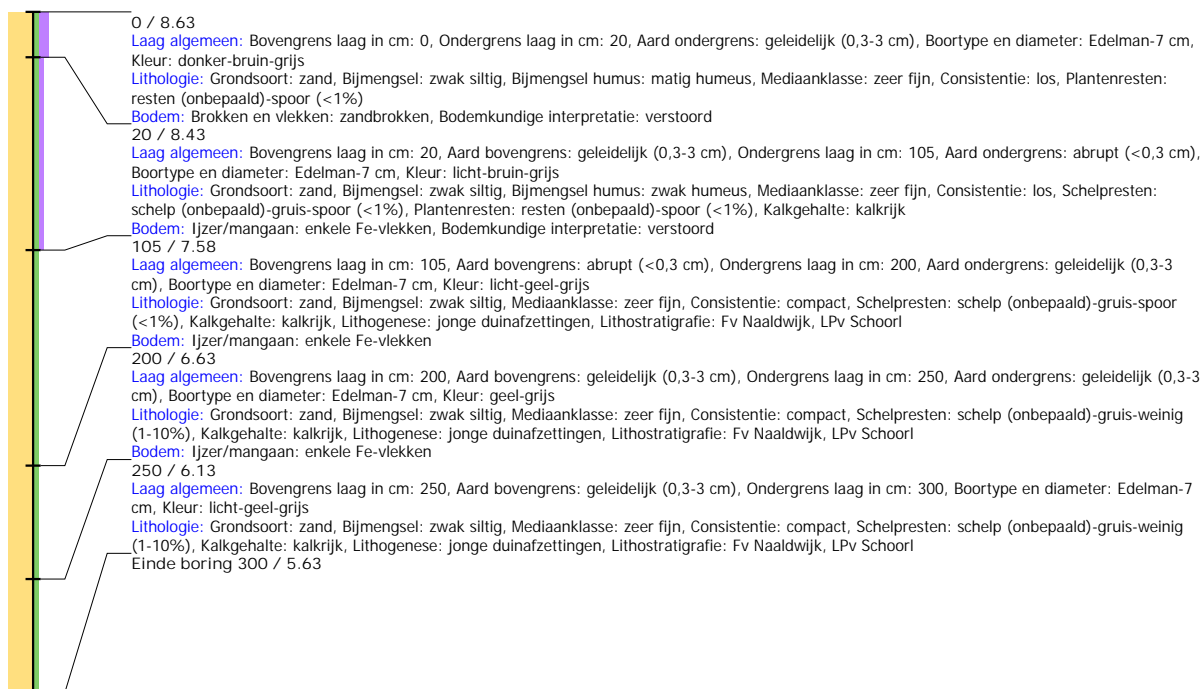
## Boring: WZWM\_1207

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1207, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102557.089, Y-coördinaat in meters: 500273.55, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.624, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



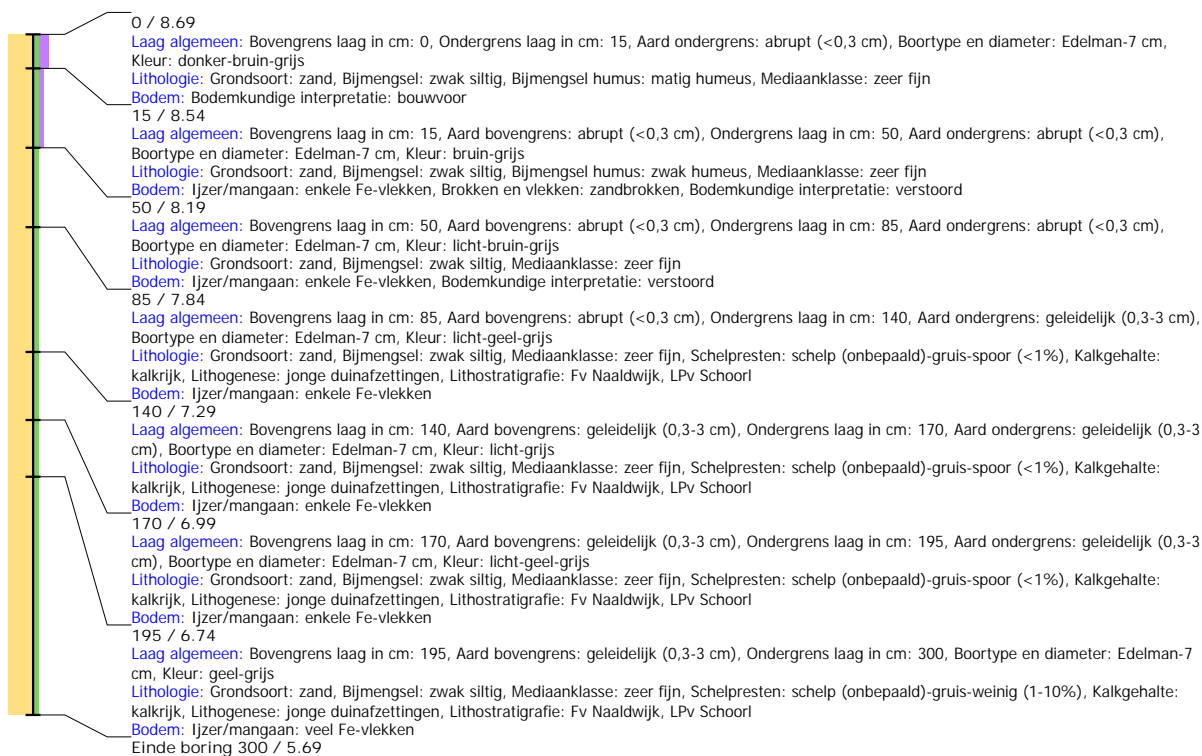
## Boring: WZWM\_1208

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1208, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102585.006, Y-coördinaat in meters: 500268.22, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.63, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



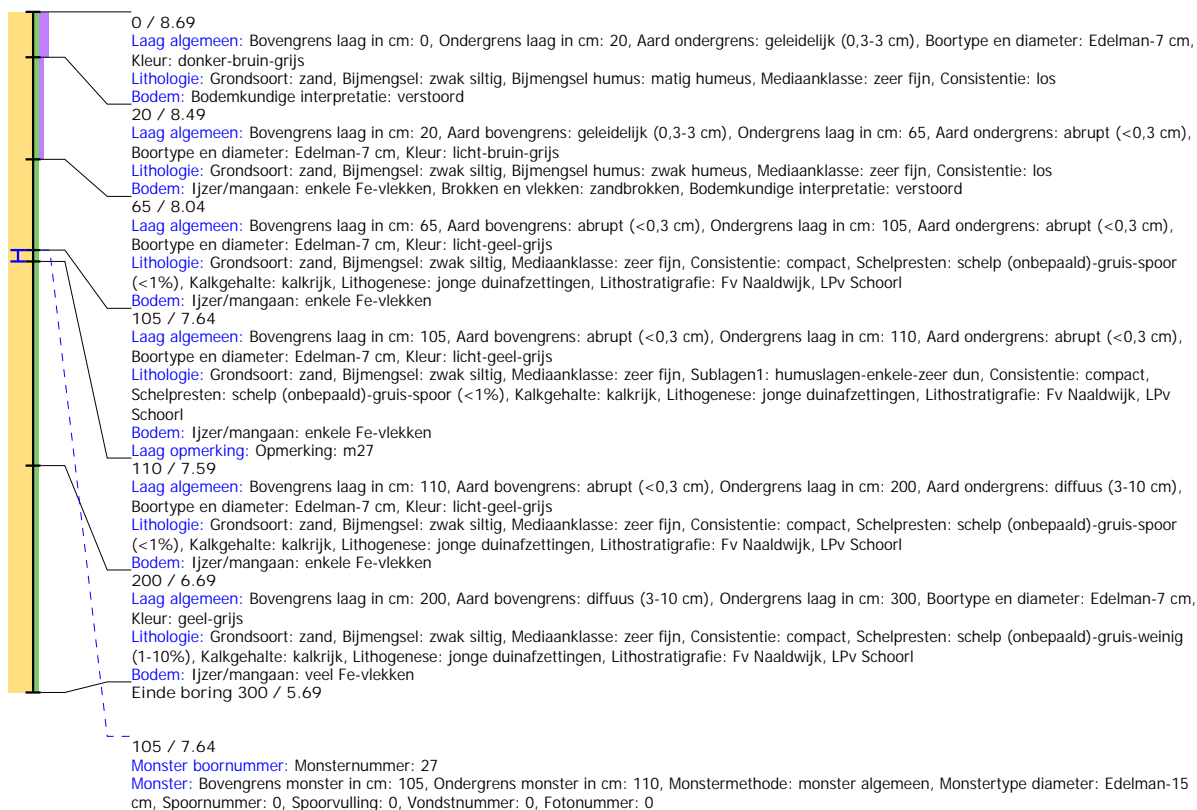
## Boring: WZWM\_1209

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1209, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102605.952, Y-coördinaat in meters: 500262.649, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.691, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1210

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1210, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102630.386, Y-coördinaat in meters: 500257.339, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.693, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1211

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1211, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102654.763, Y-coördinaat in meters: 500251.897, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.711, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1212

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1212, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102679.16, Y-coördinaat in meters: 500246.433, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.696, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1213

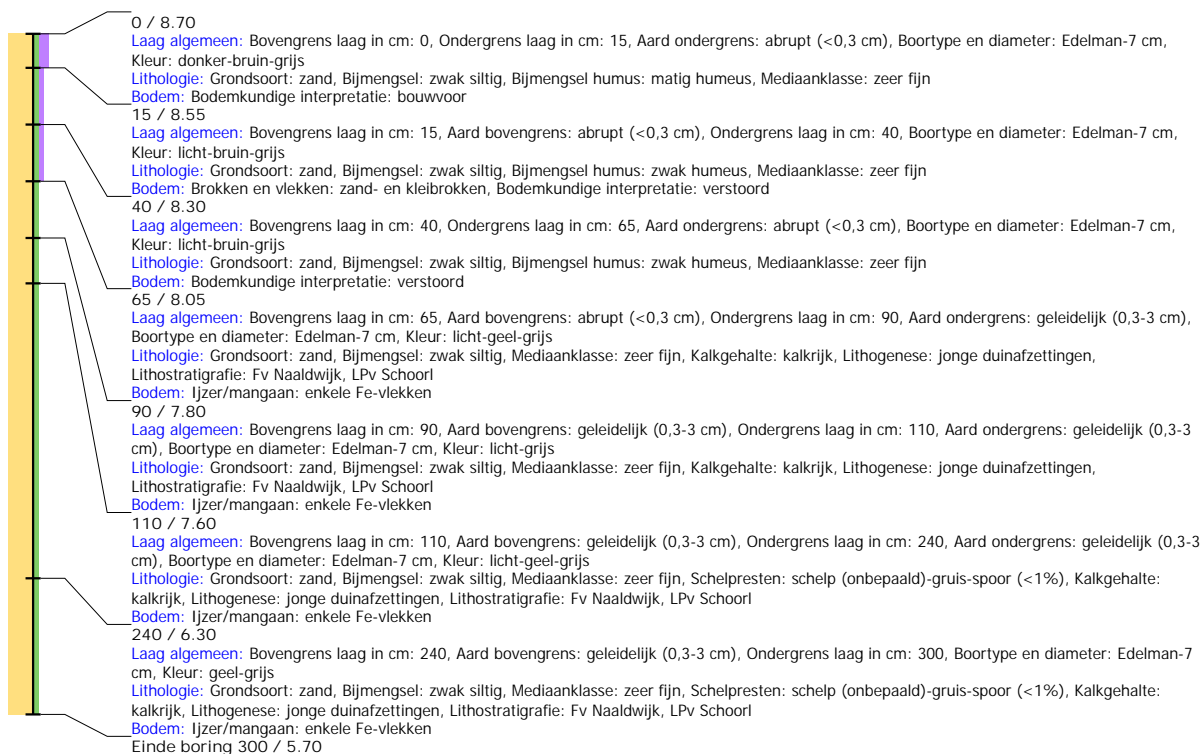
**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1213, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102703.635, Y-coördinaat in meters: 500241.044, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.685, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West





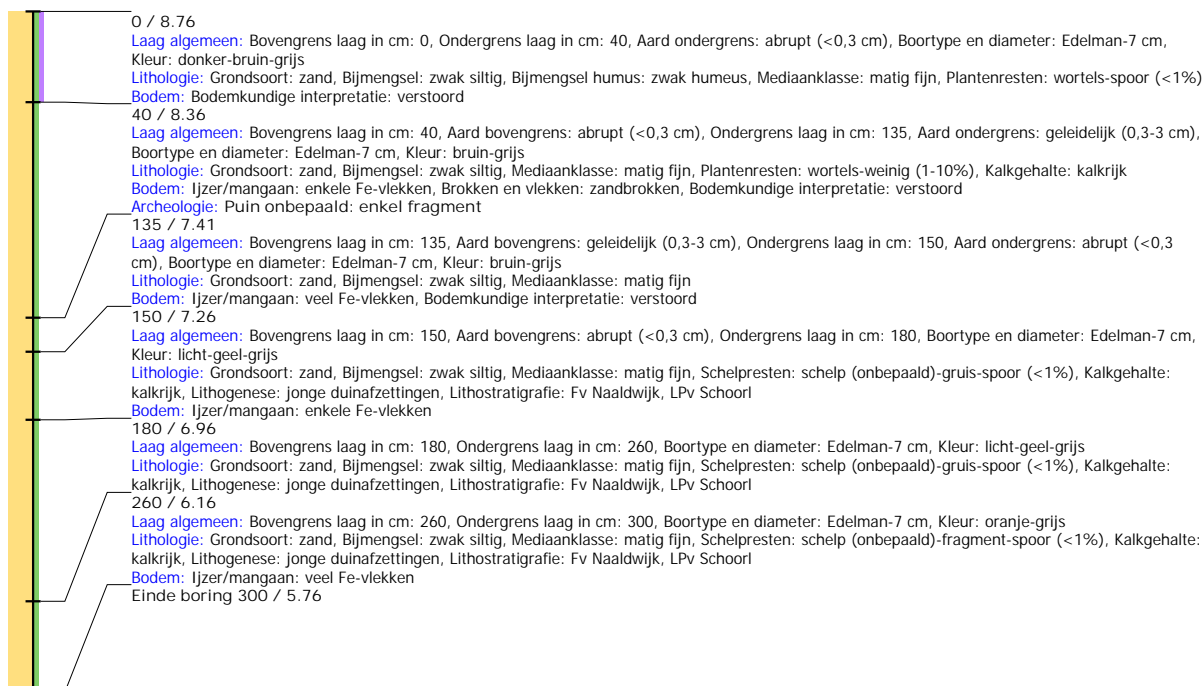
## Boring: WZWM\_1214

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1214, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102728.022, Y-coördinaat in meters: 500235.695, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.7, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1232

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1232, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102425.328, Y-coördinaat in meters: 500327.257, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.756, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennenet, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1233

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1233, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102448.549, Y-coördinaat in meters: 500311.43, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.347, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



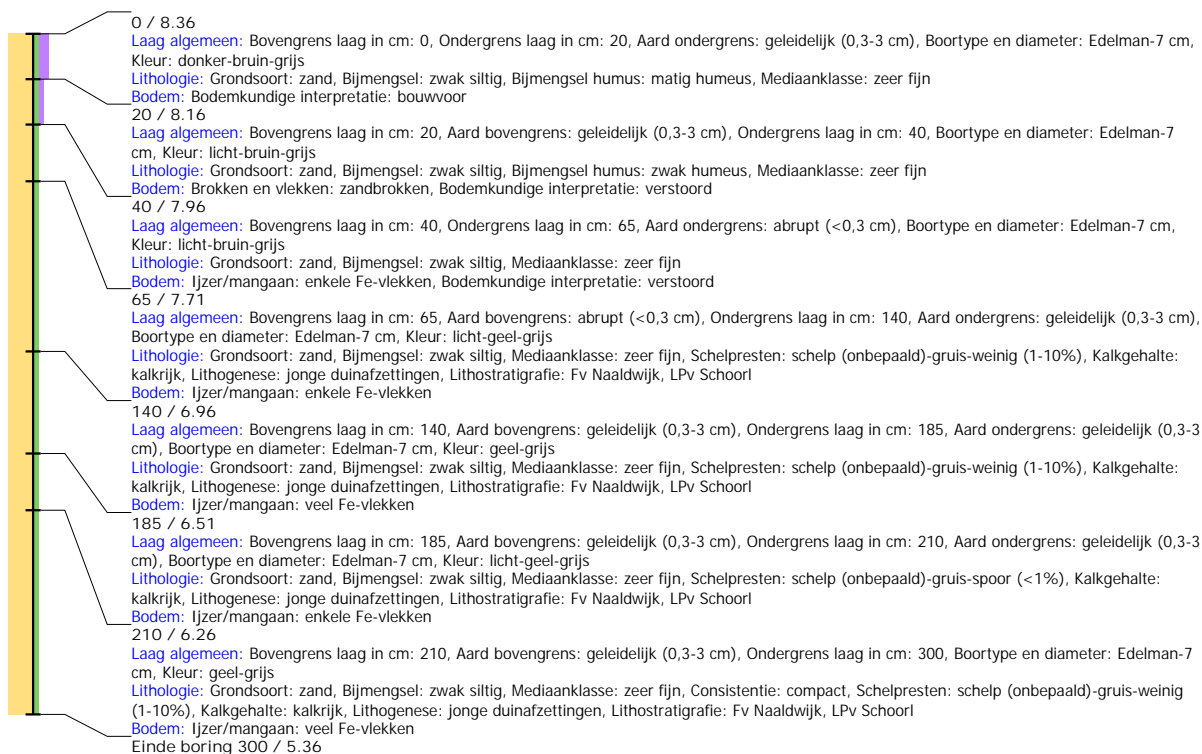
## Boring: WZWM\_1234

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1234, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102473.809, Y-coördinaat in meters: 500307.841, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.357, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



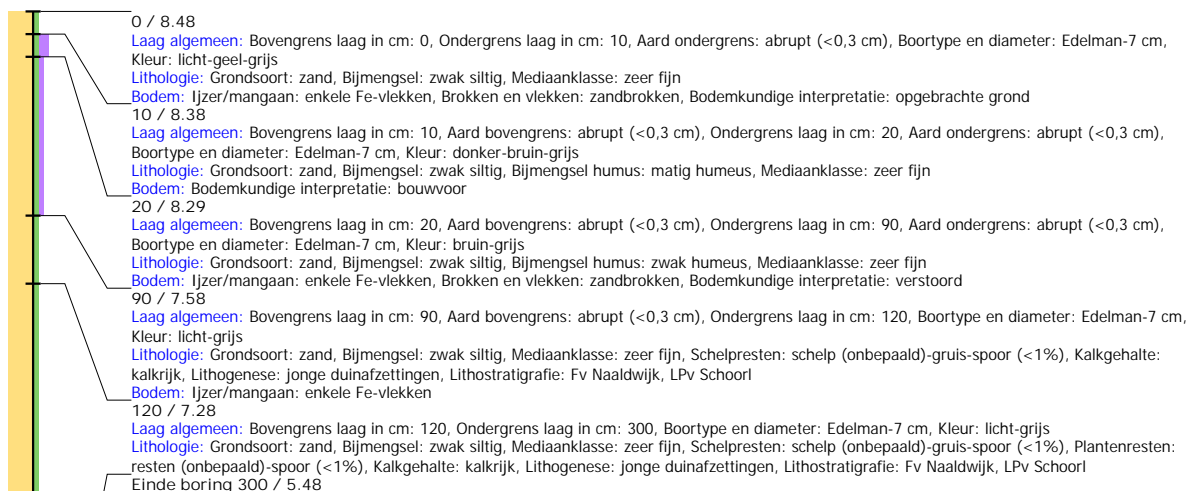
## Boring: WZWM\_1235

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1235, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102498.173, Y-coördinaat in meters: 500302.473, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.362, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1236

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1236, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102525.672, Y-coördinaat in meters: 500294.271, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.485, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



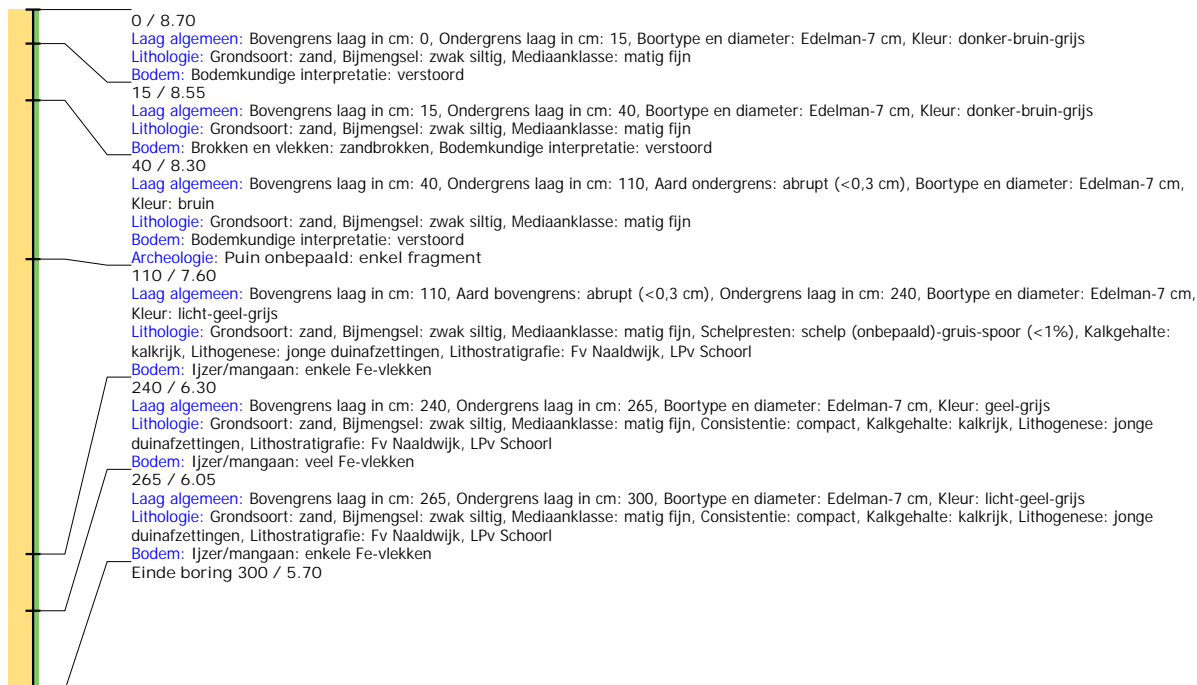
## Boring: WZWM\_1239

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1239, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102597.991, Y-coördinaat in meters: 500284.941, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.696, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Oprachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



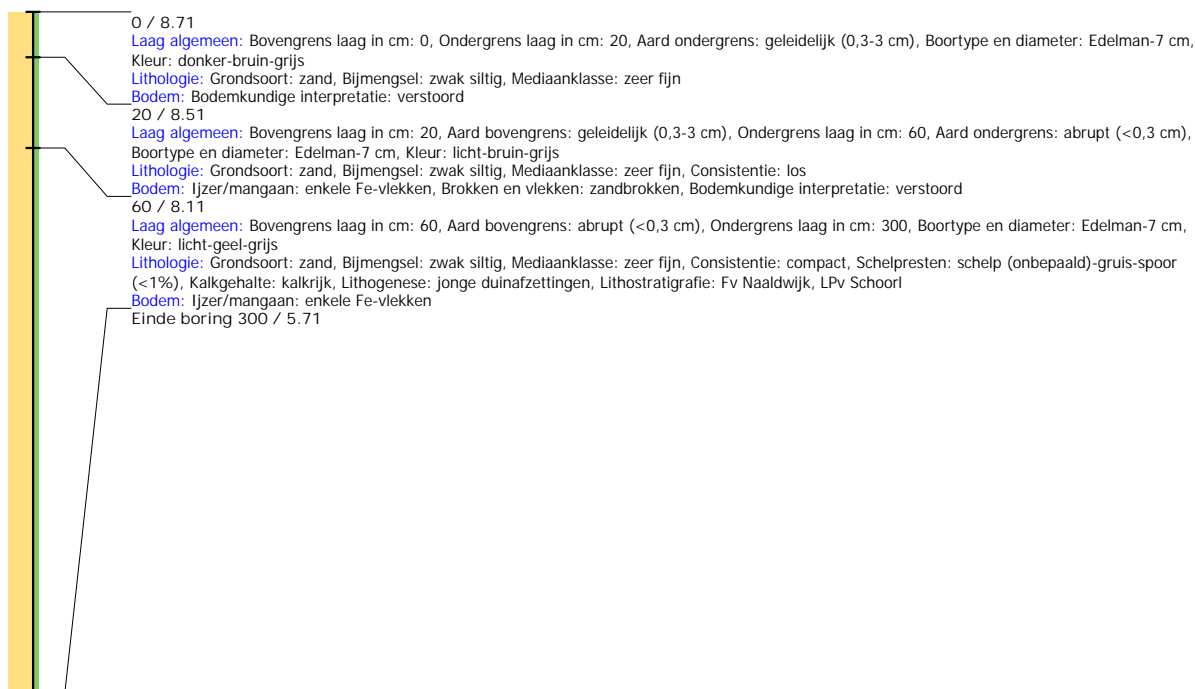
## Boring: WZWM\_1240

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1240, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102622.399, Y-coördinaat in meters: 500278.581, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.699, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Oprachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: of b1240



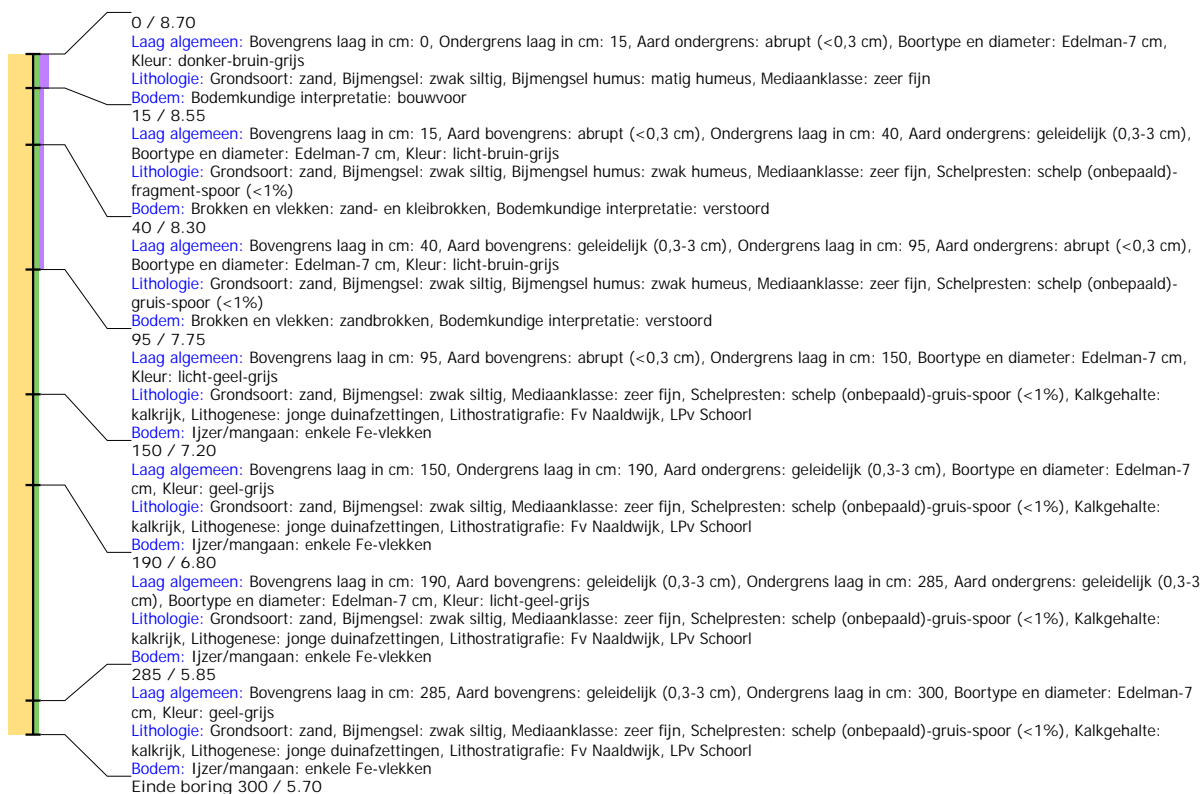
## Boring: WZWM\_1241

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1241, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102646.924, Y-coördinaat in meters: 500274.158, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.709, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



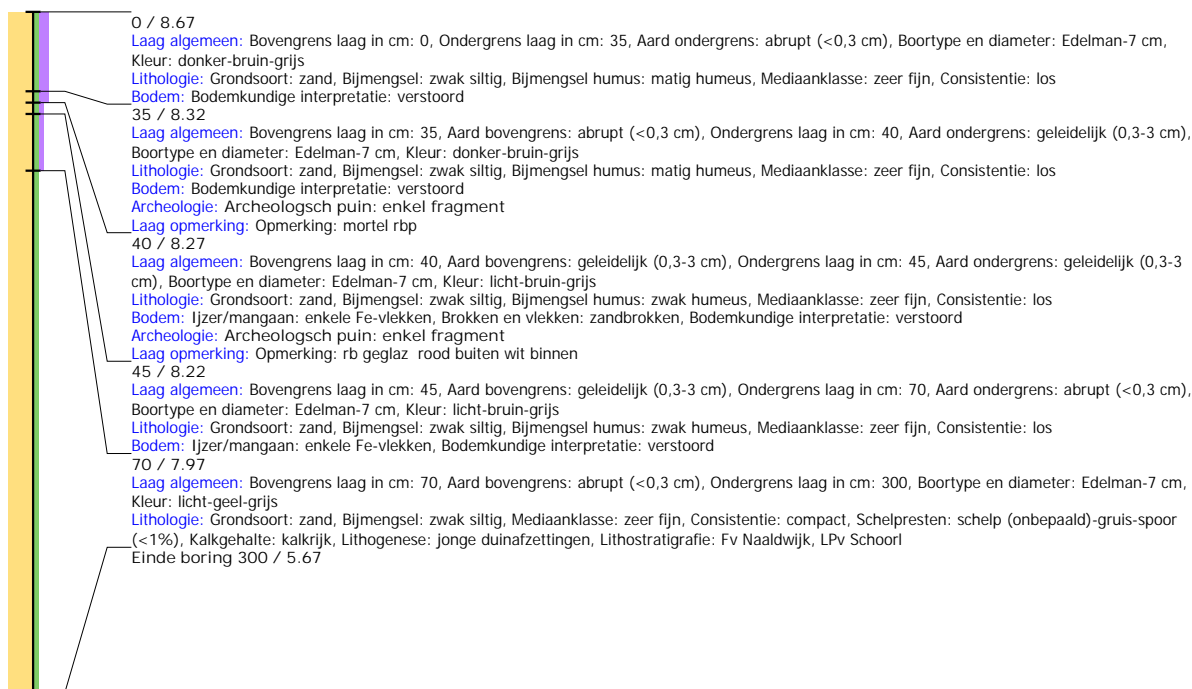
## Boring: WZWM\_1242

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1242, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102671.327, Y-coördinaat in meters: 500268.695, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.704, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1243

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1243, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102695.693, Y-coördinaat in meters: 500263.324, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.672, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



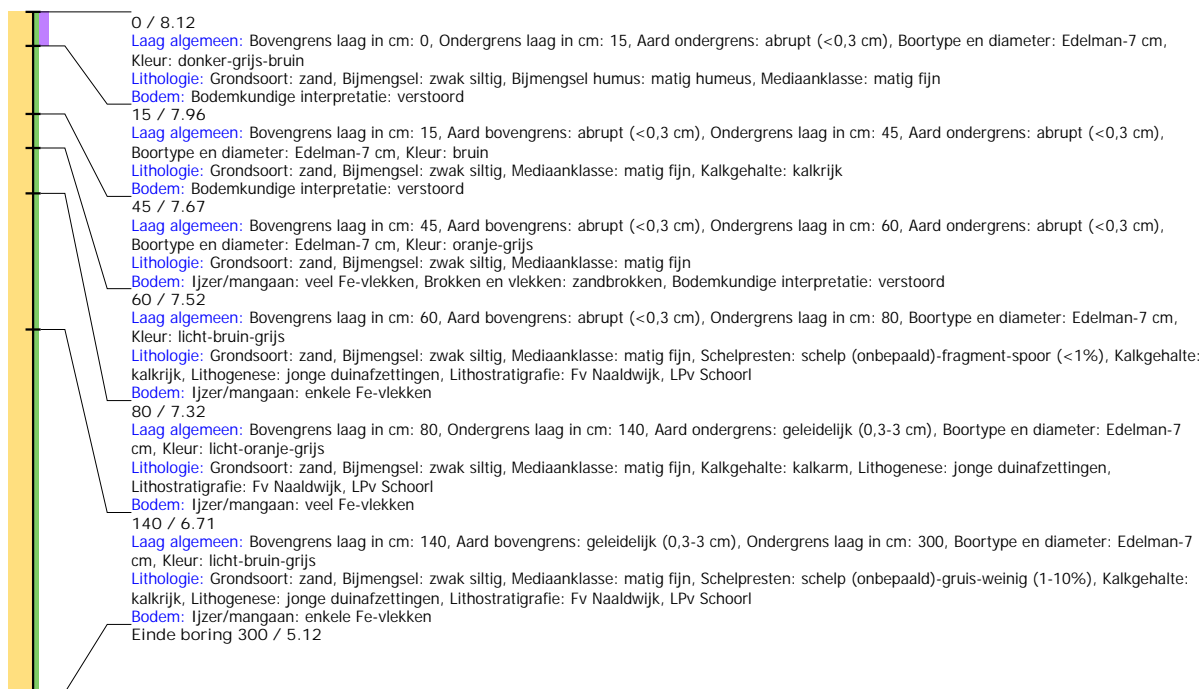
## Boring: WZWM\_1244

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1244, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102720.102, Y-coördinaat in meters: 500257.874, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.648, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



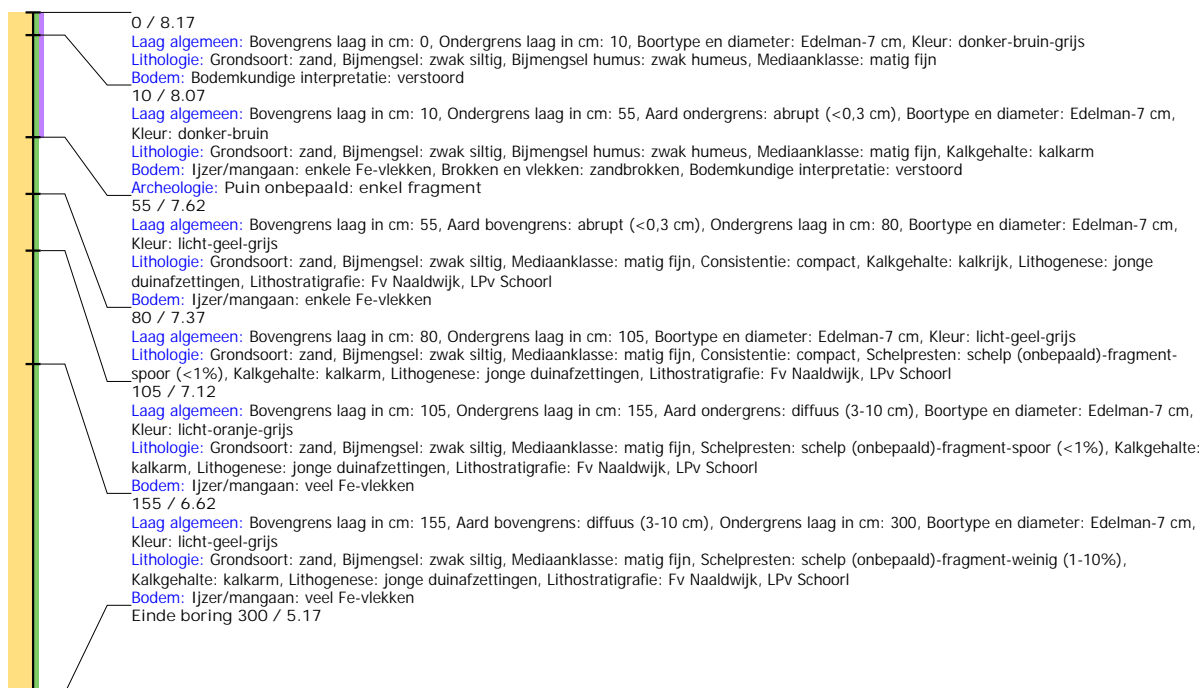
## Boring: WZWM\_1263

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1263, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102442.432, Y-coördinaat in meters: 500336.051, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.115, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



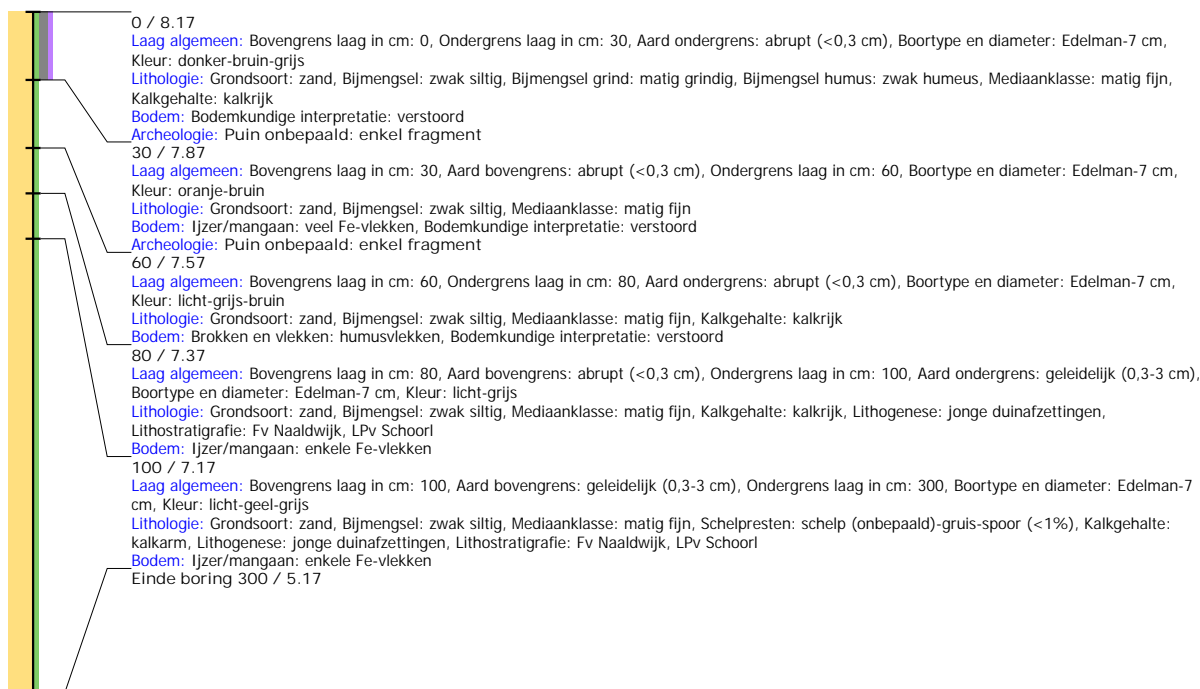
## Boring: WZWM\_1264

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1264, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102465.892, Y-coördinaat in meters: 500330.506, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.169, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



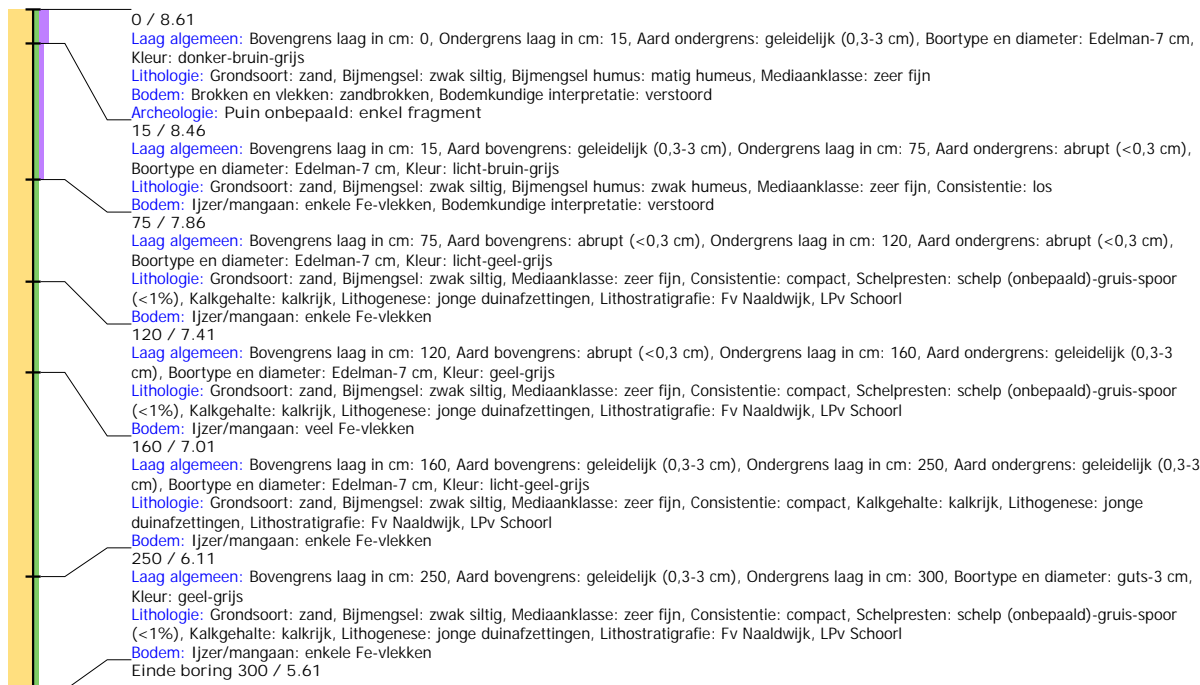
## Boring: WZWM\_1265

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1265, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102490.006, Y-coördinaat in meters: 500323.544, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.167, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1269

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1269, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102592.271, Y-coördinaat in meters: 500305.964, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.611, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West





## Boring: WZWM\_1270

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1270, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102614.592, Y-coördinaat in meters: 500301.665, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.684, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



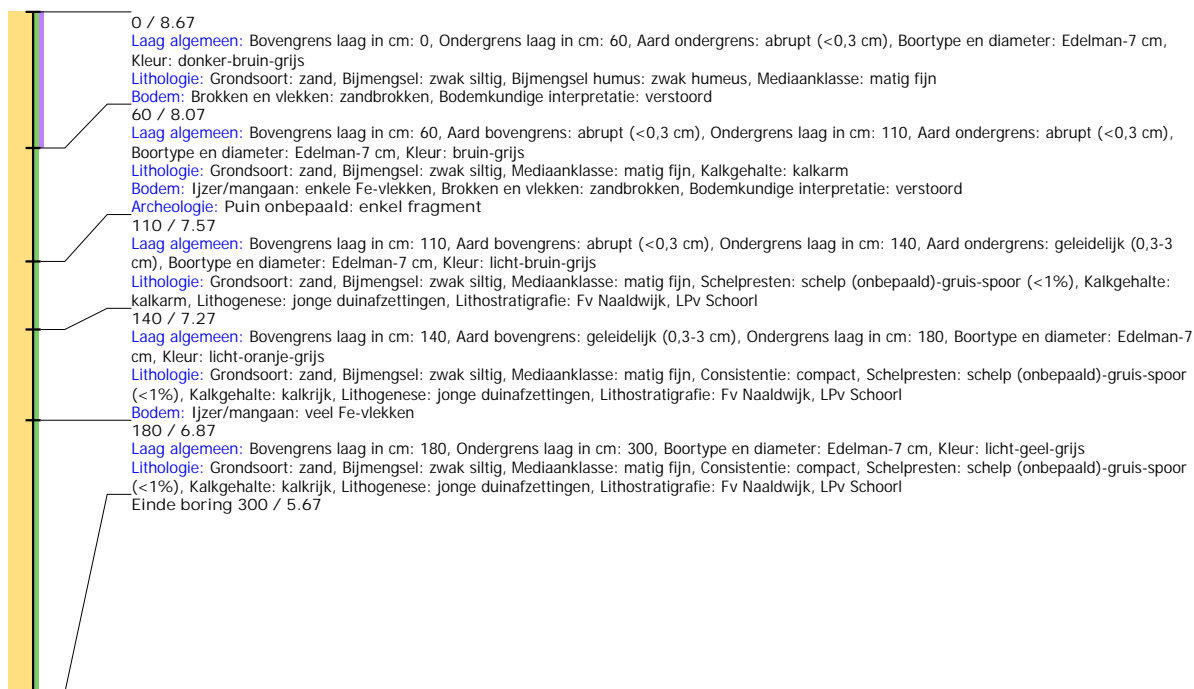
## Boring: WZWM\_1271

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1271, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102638.989, Y-coördinaat in meters: 500296.36, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.664, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1272

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1272, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102663.467, Y-coördinaat in meters: 500290.915, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.669, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



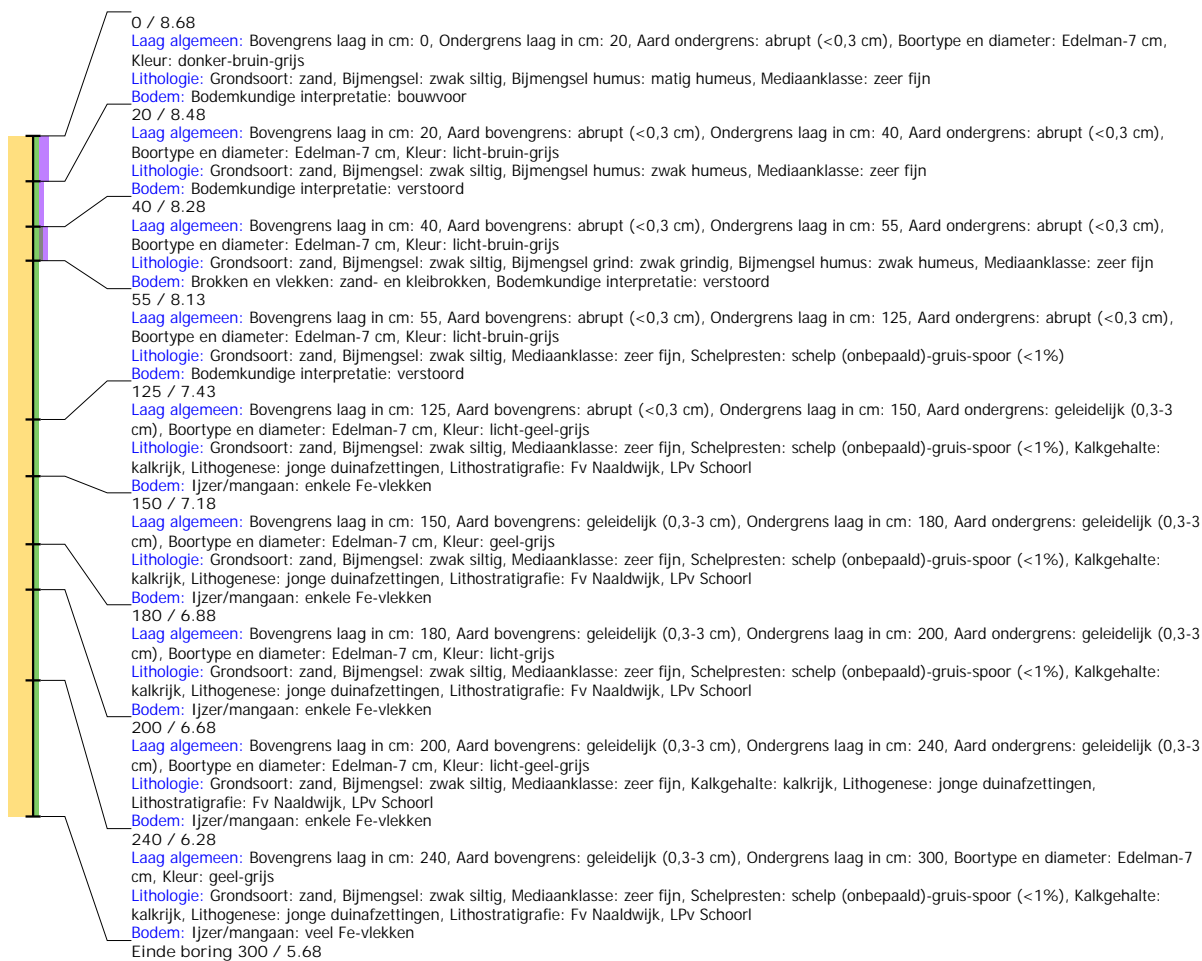
## Boring: WZWM\_1273

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1273, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102687.789, Y-coördinaat in meters: 500285.574, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.71, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



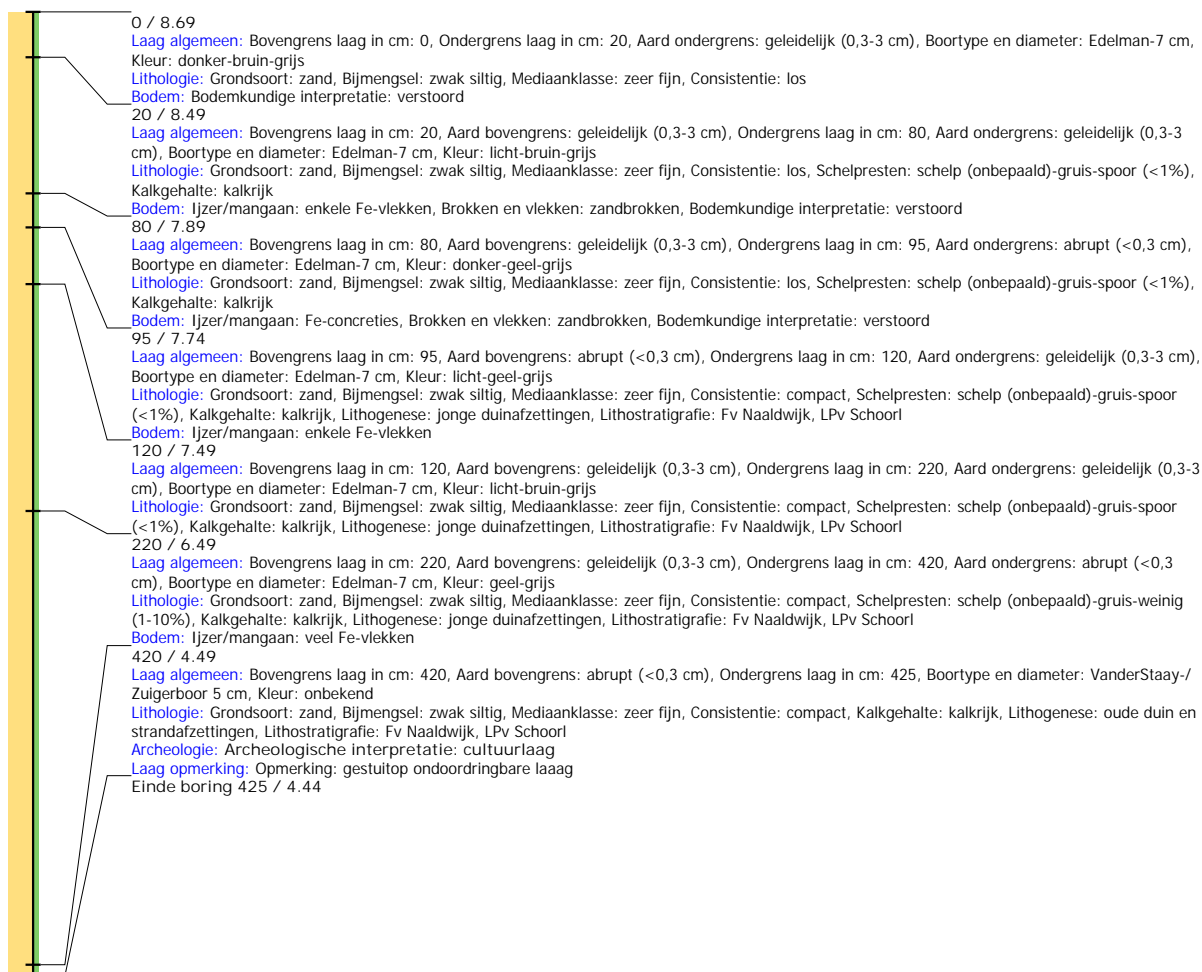
## Boring: WZWM\_1274

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1274, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102712.255, Y-coördinaat in meters: 500280.123, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.68, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



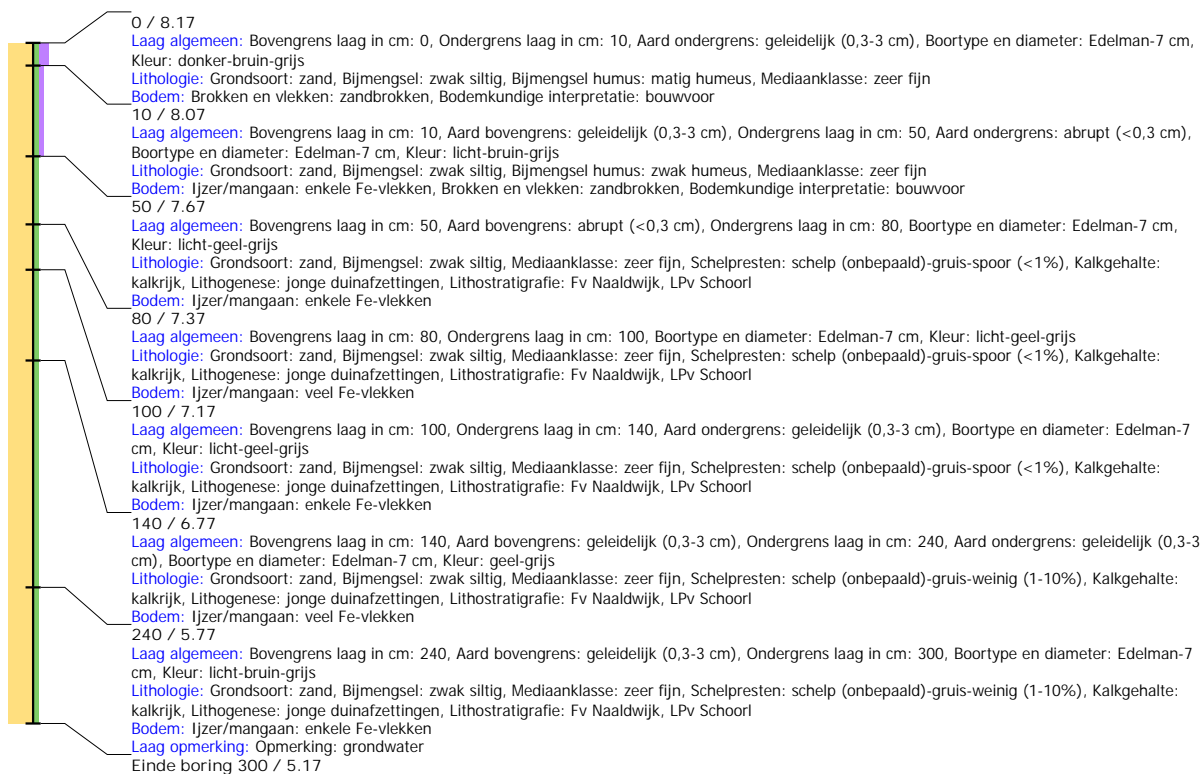
## Boring: WZWM\_1275

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1275, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 425  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102736.697, Y-coördinaat in meters: 500274.747, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.69, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1290

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1290, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102447.113, Y-coördinaat in meters: 500366.009, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.168, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



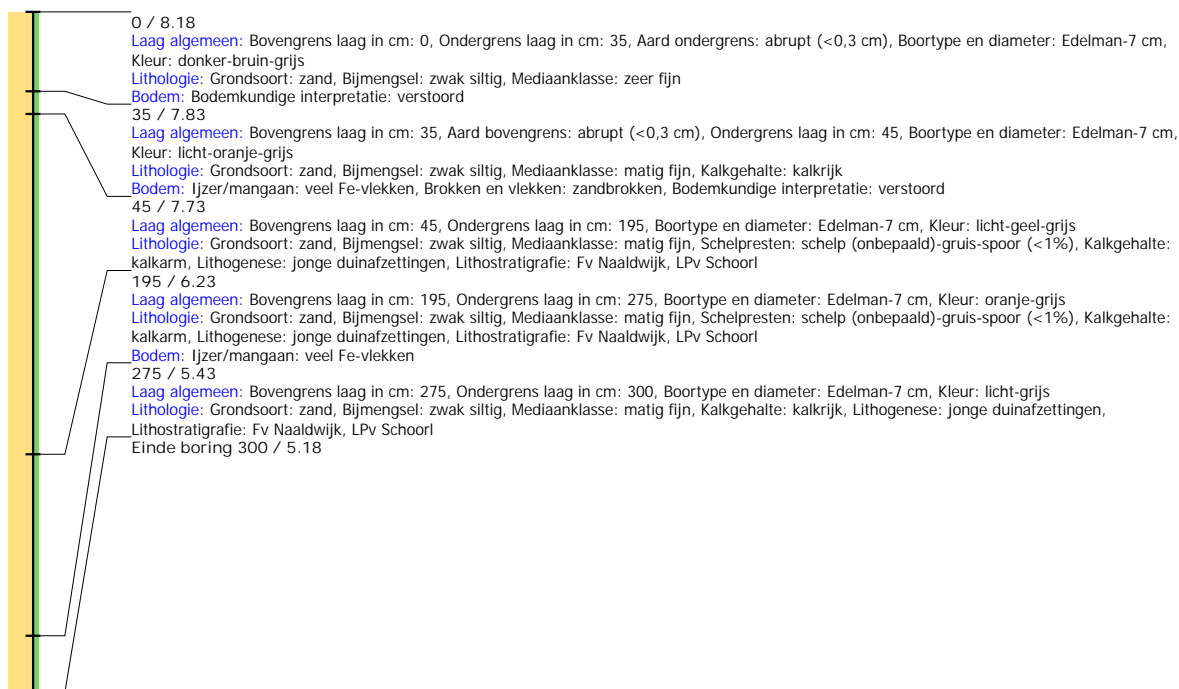
## Boring: WZWM\_1291

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1291, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102460.309, Y-coördinaat in meters: 500356.564, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
**Hoogte maaiveld in meters:** 8.15, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1292

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1292, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102484.696, Y-coördinaat in meters: 500351.13, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.18, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West





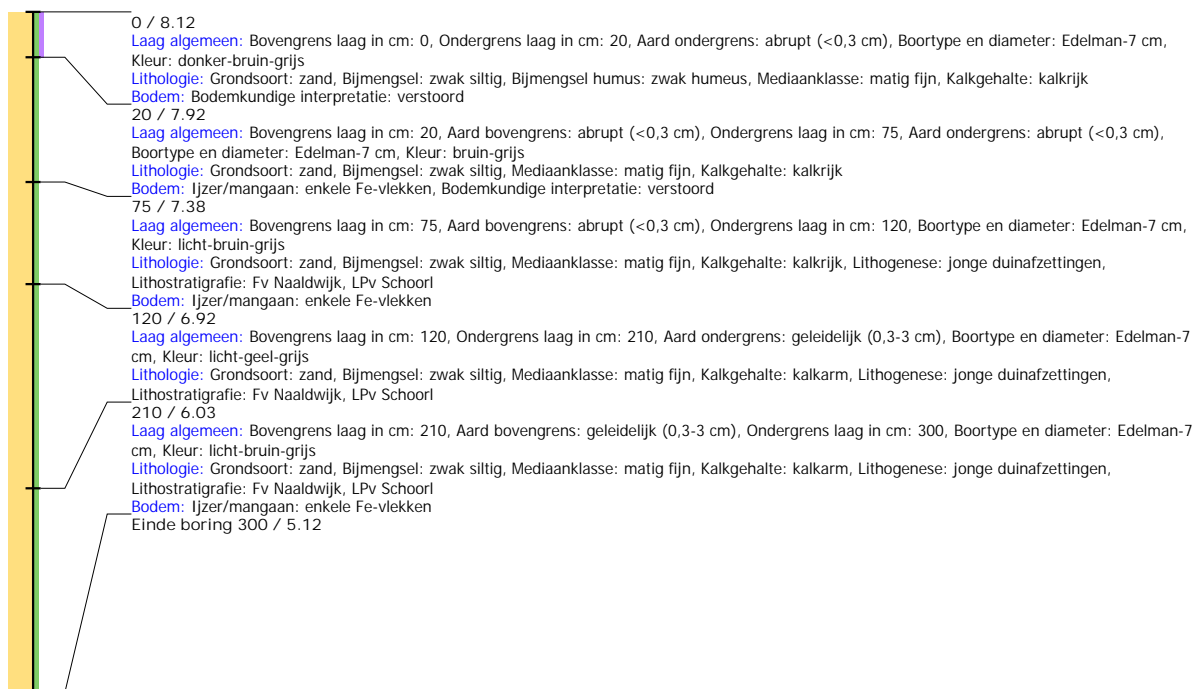
## Boring: WZWM\_1293

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1293, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102509.128, Y-coördinaat in meters: 500345.682, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
**Hoogte maaiveld in meters:** 8.181, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



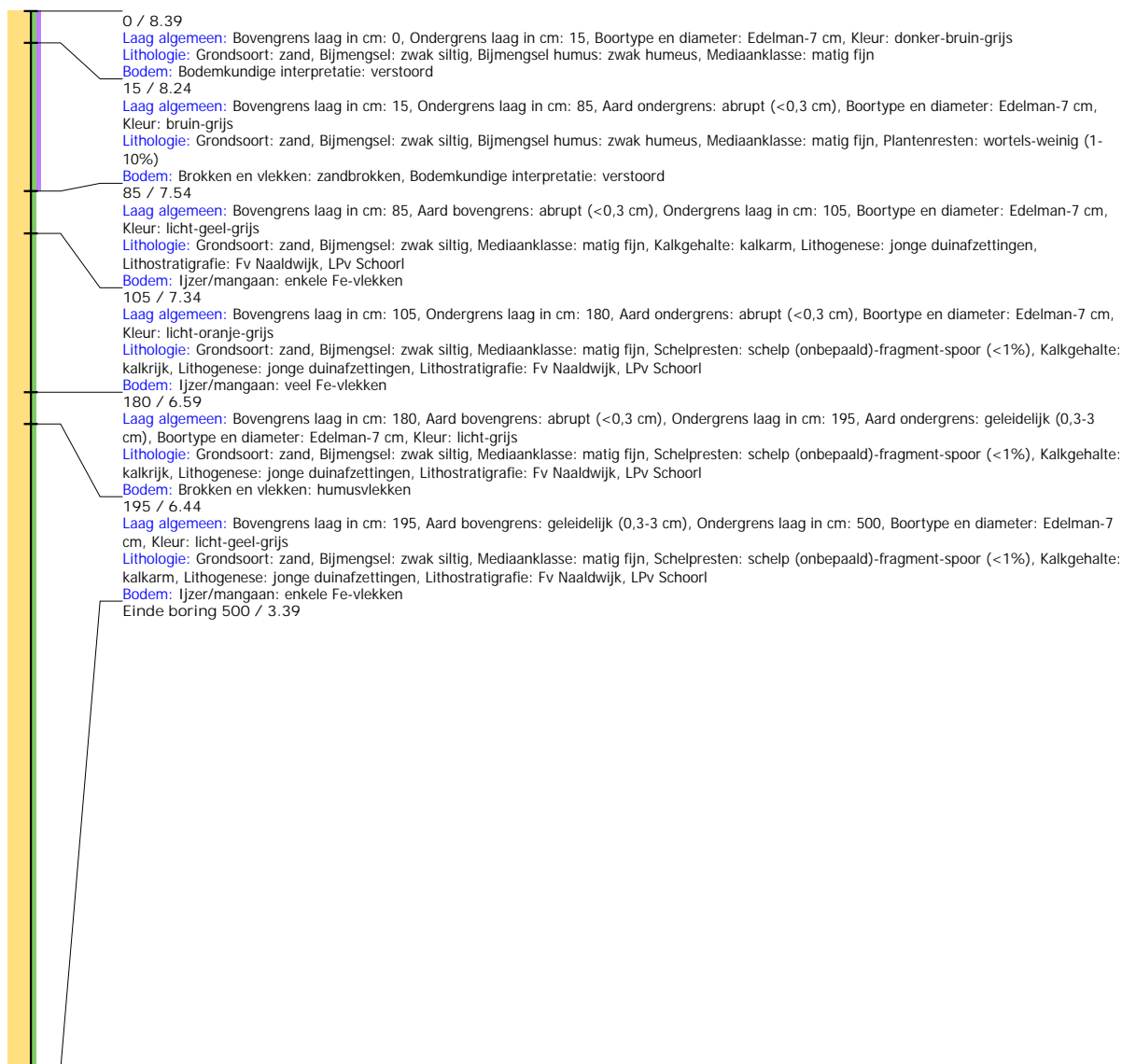
## Boring: WZWM\_1294

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1294, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102528.765, Y-coördinaat in meters: 500342.217, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.125, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



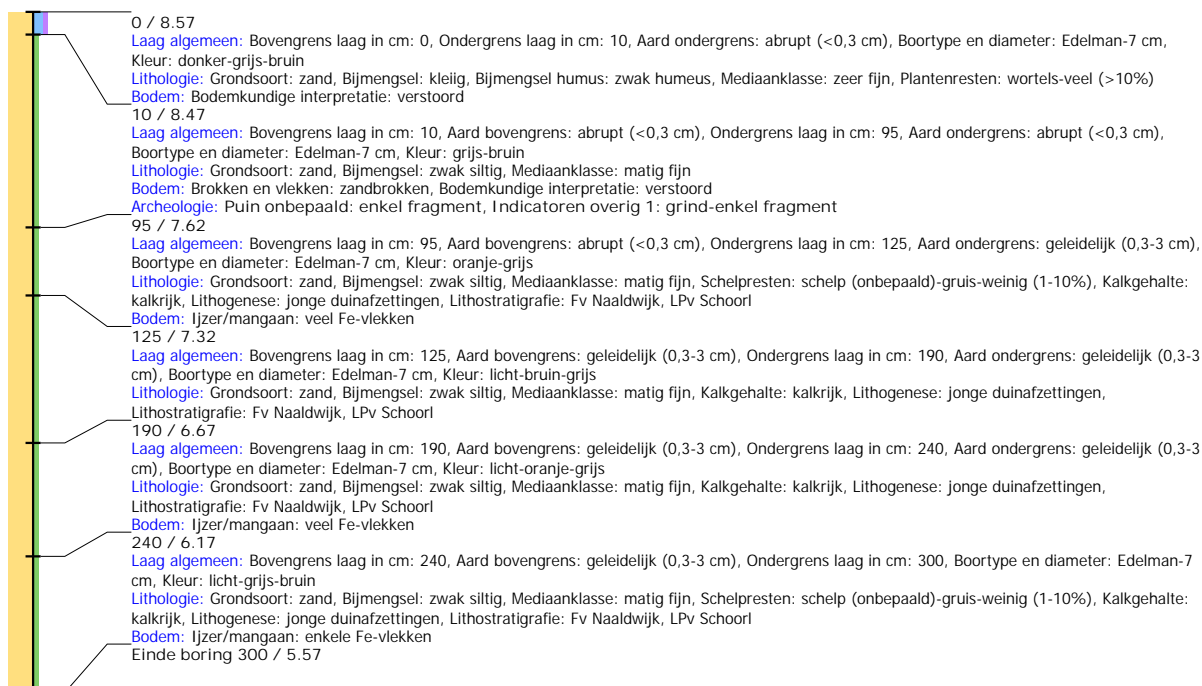
## Boring: WZWM\_1295

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1295, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102559.164, Y-coördinaat in meters: 500334.385, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.387, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



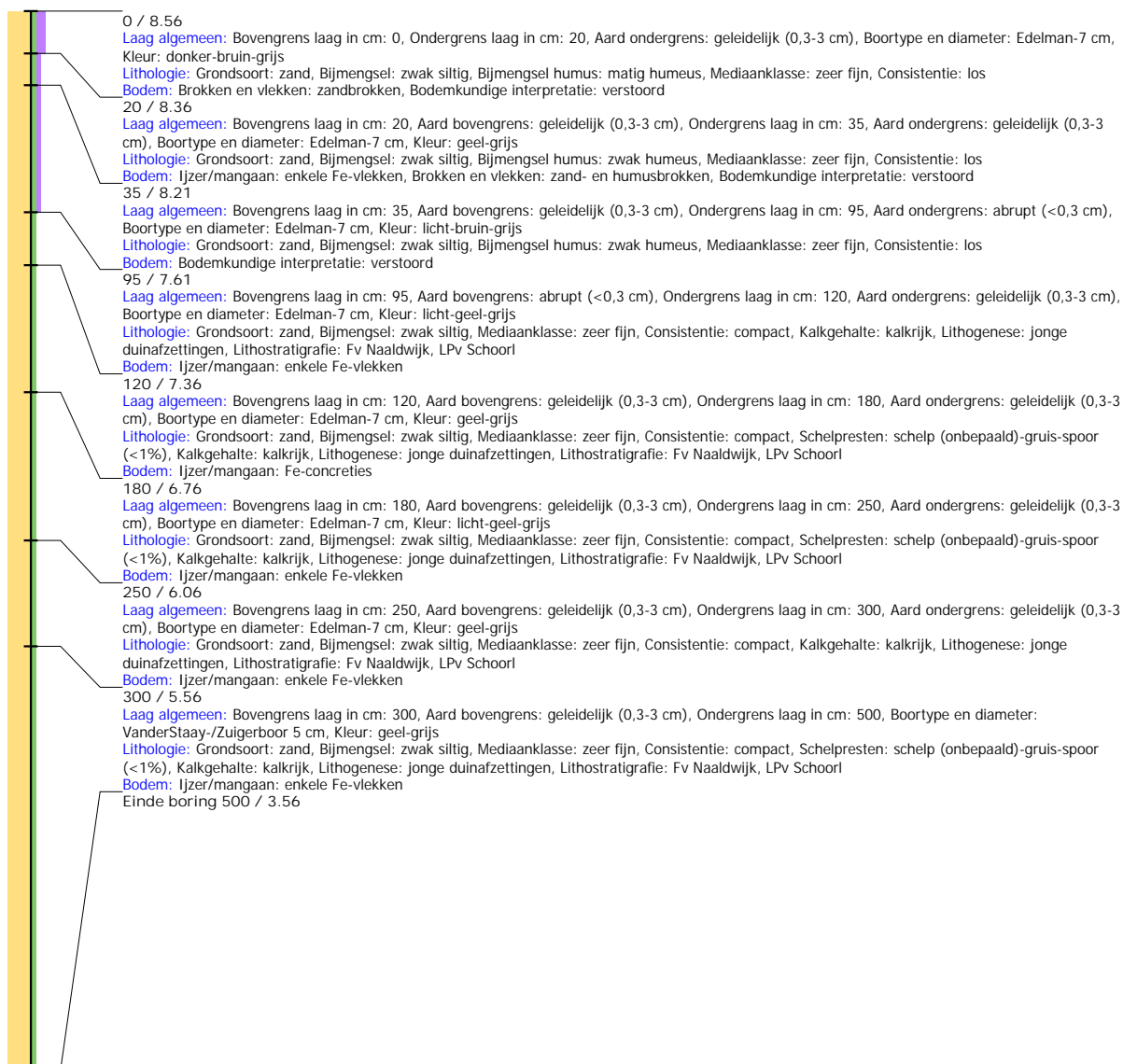
## Boring: WZWM\_1296

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1296, Beschrijver(s): HL/NC, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102583.033, Y-coördinaat in meters: 500335.688, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.574, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Velsen, Opdrachtgever: Tennet, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1297

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1297, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102606.715, Y-coördinaat in meters: 500323.998, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.562, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



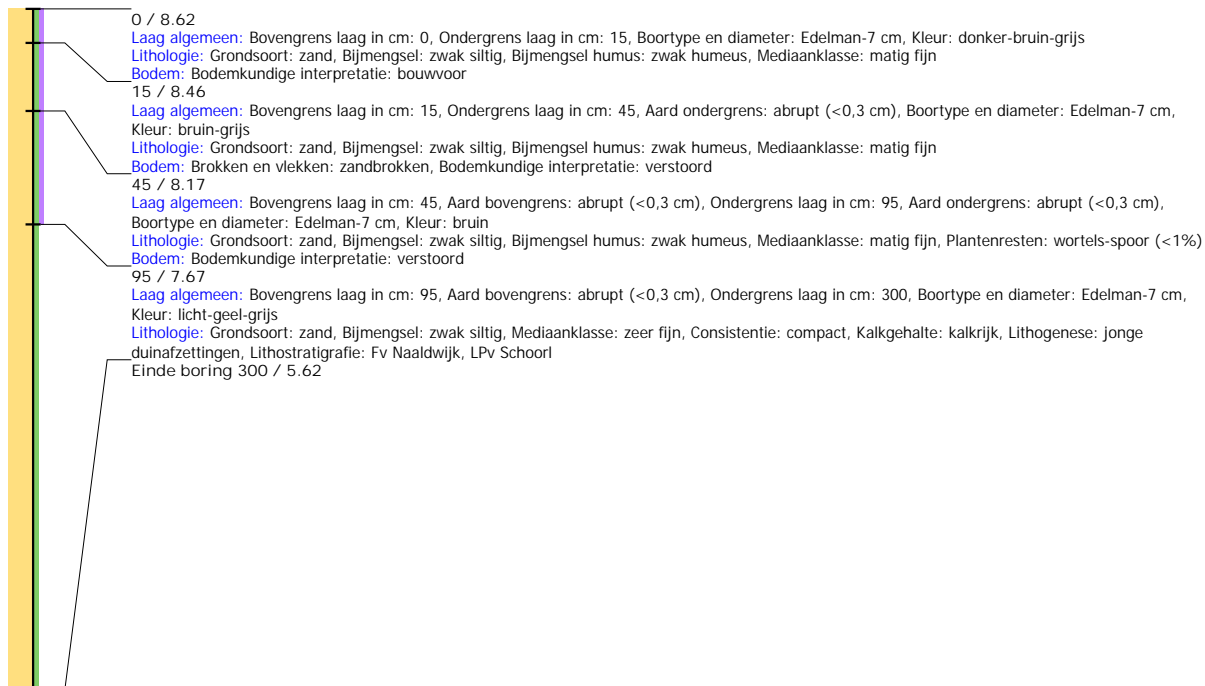
## Boring: WZWM\_1298

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1298, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 15-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300

**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102631.221, Y-coördinaat in meters: 500318.61, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),

Hoogte maaiveld in meters: 8.615, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS

**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1299

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1299, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 400  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102653.543, Y-coördinaat in meters: 500313.367, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.686, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1300

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1300, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102679.931, Y-coördinaat in meters: 500303.621, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.736, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



## Boring: WZWM\_1301

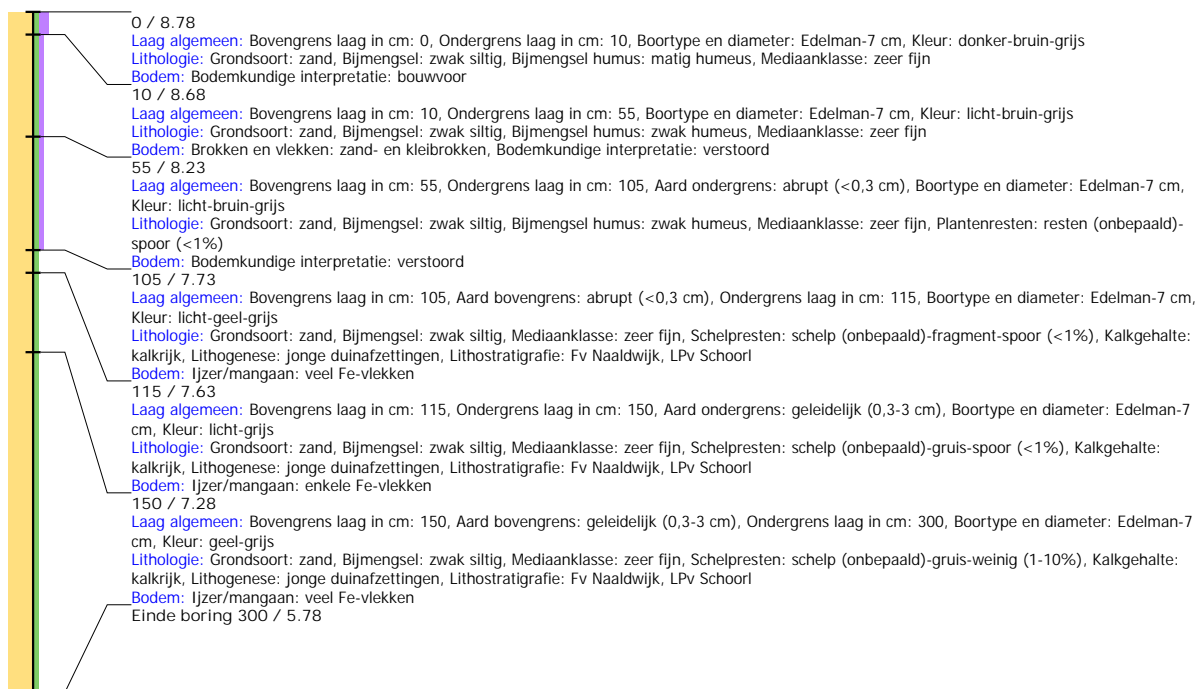
**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1301, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102704.538, Y-coördinaat in meters: 500297.122, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.702, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West





## Boring: WZWM\_1302

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 1302, Beschrijver(s): CC/FW, Datum: 16-05-2018, Doel boring: archeologie - kartering, Einddiepte boring in cm: 300  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102725.028, Y-coördinaat in meters: 500292.728, Precisie coördinaat: 1 cm, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL),  
 Hoogte maaiveld in meters: 8.777, Precisie hoogte: 1 cm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: GPS  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West



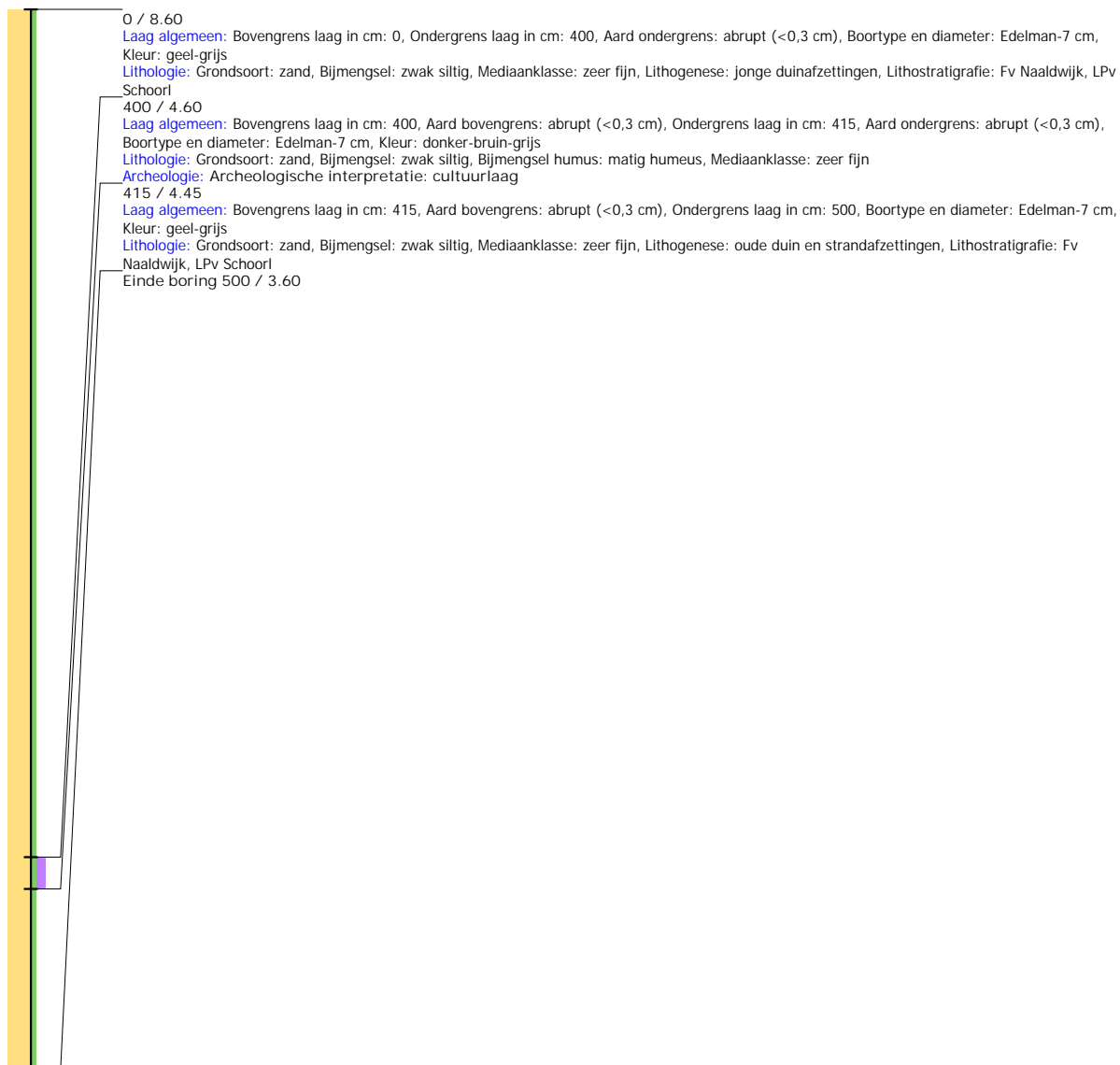
## Boring: WZWM\_3001

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 3001, Beschrijver(s): ANTEA, Datum: 14-05-2018, Doel boring: bodemkunde, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 103080, Y-coördinaat in meters: 500090, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievlak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: boring 183



## Boring: WZWM\_3002

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 3002, Beschrijver(s): ANTEA, Datum: 14-05-2018, Doel boring: bodemkunde, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102615, Y-coördinaat in meters: 500175, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8.6, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: boring 198



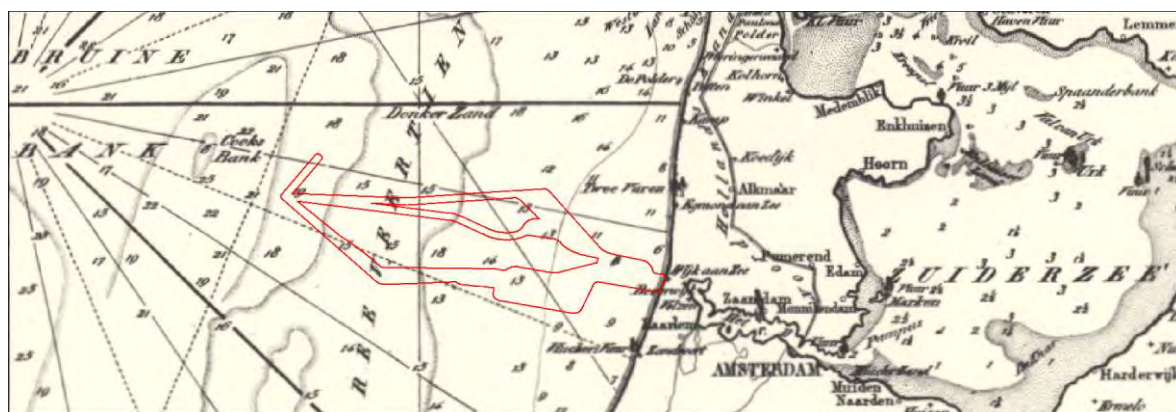
## Boring: WZWM\_3003

**Kop algemeen:** Projectcode: WZWM, Boornummer: 3003, Beschrijver(s): ANTEA, Datum: 14-05-2018, Doel boring: bodemkunde, Einddiepte boring in cm: 500  
**Coördinaten:** X-coördinaat in meters: 102450, Y-coördinaat in meters: 500210, Precisie coördinaat: 1 m, Coördinaatsysteem / epsg: Rijksdriehoeksmeting (NL), Hoogte maaiveld in meters: 8.4, Precisie hoogte: 1 dm, Referentievak hoogte: Normaal Amsterdams Peil, Bepalingsmethode maaiveldhoogte: geschat, overige methoden  
**Plaats:** Provincie: Noord-Holland, Gemeente: Beverwijk, Opdrachtgever: Arcadis, Uitvoerder: RAAP West  
**Kop opmerking:** Opmerking: boring 252



Bureauonderzoek

**Net op Zee Hollandse Kust (west Beta)**  
Offshore export kabeltracé



Periplus Archeomare rapport 19A004-02

**Auteurs:**

R. van Lil en S. van den Brenk

In opdracht van:



Document Controle	
Revisie	3.0 (definitief)
Datum	31-01-2020
Periplus Archeomare referentie	19A004-02
Klant (project) referentie	Net op Zee Hollandse Kust (west Beta)

---

## Colofon

Periplus Archeomare Rapport 19A004-02

Bureauonderzoek  
Net op Zee Hollandse Kust (west Beta)  
Offshore export kabeltracés

Auteurs: R. van Lil en S. van den Brenk

In opdracht van: Arcadis Nederland B.V.  
Contactpersoon: E. Goossens

© Periplus Archeomare – september 2019 – januari 2020  
Afbeeldingen en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.  
Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN 2352-9547

Revisie details

Revisie	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
3.0	Opmerkingen RCE verwerkt	RvL/SvdB	BvM	BvM	31-01-2020
2.0	Opmerkingen OG verwerkt	RvL/SvdB	BvM	BvM	30-09-2019
1.0	Concept	RvL/SvdB	BvM	BvM	12-07-2019



Autorisatie:  
B.E.J.M. van Mierlo



**Periplus Archeomare BV**  
Kraanspoor 14  
1033 SE – Amsterdam  
Tel: 020-6367891  
Email: [info@periplus.nl](mailto:info@periplus.nl)  
Website: [www.periplus.nl](http://www.periplus.nl)

---

## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Inleiding.....</b>	<b>5</b>
1.1. Algemeen.....	5
1.2. Aanleiding.....	5
1.3. Doelstelling.....	6
1.4. Onderzoeksvragen.....	7
<b>2. Resultaten .....</b>	<b>8</b>
2.1. Algemeen.....	8
2.2. Bronnen.....	8
2.3. Afbakening onderzoeksgebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb).....	9
2.4. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb).....	12
2.5. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb).....	17
2.6. Geologische gegevens (LS04wb).....	23
2.7. Archeologische waarden (LS04wb).....	32
2.8. Gespecificeerde verwachting (LS05wb).....	46
<b>3. Beantwoording onderzoeksvragen.....</b>	<b>51</b>
<b>4. Conclusies en advies.....</b>	<b>53</b>
<b>Lijst met afbeeldingen.....</b>	<b>55</b>
<b>Lijst met tabellen .....</b>	<b>57</b>
<b>Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen.....</b>	<b>58</b>
<b>Referenties .....</b>	<b>60</b>
<b>Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal .....</b>	<b>63</b>
<b>Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems.....</b>	<b>64</b>

Periode	Tijd in jaren				
Nieuwe tijd Laat	1850	na Chr.	-	heden	
Nieuwe tijd Midden	1650	na Chr.	-	1850	na Chr.
Nieuwe tijd Vroeg	1500	na Chr.	-	1650	na Chr.
Late-Middeleeuwen	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
Romeinse tijd	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
IJzertijd	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
Bronstijd	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
Mesolithicum (Midden Steentijd)	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 1. Archeologische perioden

Provincie:	N.v.t.	
Gemeente:	N.v.t.	
Plaats:	Noordzee	
Toponiem:	Net op zee Hollandse Kust (west Beta)	
Kadastrale gegevens:	N.v.t.	
Kaartblad:	Hydrografie 1801-1	
Route versie	190621	
Coördinaten (ETRS89 UTM31N)	Centrum:	E 555530 N 5824397
	West	E 548239 N 5829909
	Oost	E 608282 N 5818329
Route definitie	Onderzoeksgebied	190621Onderzoeksgebied_offshore.shp
	Tracés	T190617offshore_traces_dubbel.shp
Oppervlakte onderzoeksgebied	Onderzoeksgebied offshore: 392.2 km <sup>2</sup> Bureauonderzoek (offshore + 200m): 453.4 km <sup>2</sup>	
Huidig watergebruik	Open vaarwater	
Waterstaatkundige gegevens	Open zee, zout water, getijdenstroming	
Beheerder gebied:	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
Bevoegd gezag:	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
Contactpersoon namens bevoegd gezag:	Dhr. R. Duijts	
Adviesorgaan namens bevoegd gezag:	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed	
Deskundigen namens adviesorgaan:	Mw. M. Snoek, dhr. B. Smit en dhr. J. Opdebeeck	
ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer (CIS-code):	4716244100	
Periplus-projectcode:	19A004-02	
Periode van uitvoering:	Juni - juli 2019	
Beheer en plaats documentatie:	Periplus Archeomare BV, Amsterdam	

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied



## Samenvatting

Periplus Archeomare BV heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het Net op zee Hollandse Kust (west Beta). Het onderhavige onderzoek betreft een zoekgebied voor verschillende tracéalternatieven voor het *offshore* deel van de exportkabels naar de kust.

Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat binnen alle tracéalternatieven scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 39 scheepswrakken bekend. Het merendeel is nog niet geïdentificeerd, dus de archeologische waarde is niet vastgesteld. De verwachting is, dat binnen het onderzoeksgebied nog onontdekte wrakken kunnen liggen.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting te toetsen.<sup>1</sup> Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets en verfijning van het verwachtingsmodel (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	Opmerking
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Subbottom Profiler	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
	Magnetometer		
Prehistorische nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	boorbeschrijvingen moeten beantwoorden aan de doelstelling
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	korreleren met boorgegevens

Tabel 3. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en wanneer de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute worden uitgevoerd. Het verdient aanbeveling de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de *survey* werkzaamheden te beginnen. De eisen aan de geofysische opnamen dienen vastgelegd te worden in een Programma van Eisen.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> conform KNA waterbodems protocol 4103.

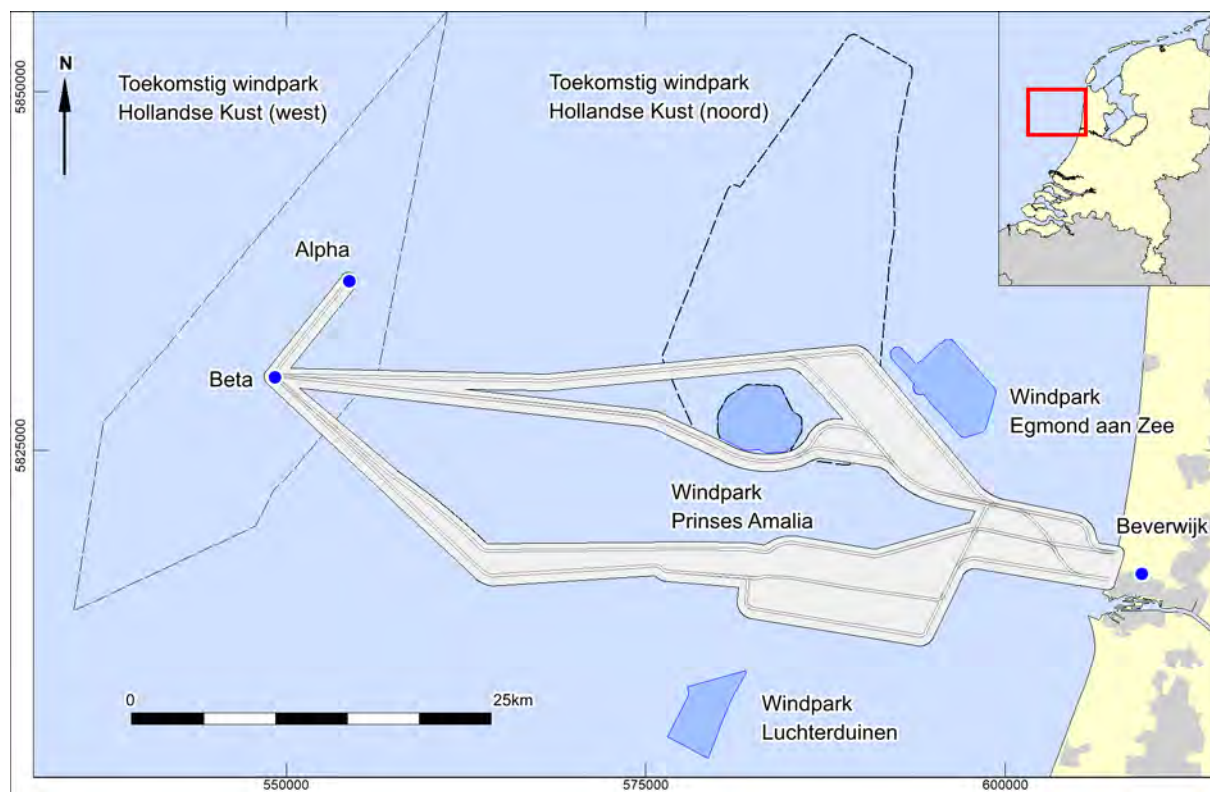
<sup>2</sup> conform KNA waterbodems protocol 4001.

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) worden onderzocht. Formeel dient dit te gebeuren door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems, maar bij voorkeur ook door een groep van onderzoekers van verschillende bedrijven, instanties/kennisinstellingen met betrekking tot prehistorie op zee. Het met name om kennisvermeerdering en het verzamelen van goede data waardoor de (op dit moment nog beperkte) kennisstand uitgebouwd kan worden.

## 1. Inleiding

### 1.1. Algemeen

Periplus Archeomare BV heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor Net op zee Hollandse Kust (west Beta). Het onderhavige onderzoek betreft een zoekgebied voor verschillende tracéalternatieven voor het *offshore* deel van de exportkabels naar de kust.



Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied.

### 1.2. Aanleiding

TenneT is voornemens een extra ondergrondse hoogspanningsverbinding te realiseren voor een nieuw windpark op de Noordzee naar een uit te breiden transformatorstation aan de Zeestraat in Beverwijk. De verbinding is bestemd voor het aansluiten van 700 MW aan windenergie en bestaat uit:

- een platform op zee in het windenergiegebied Hollandse Kust (west Beta);
- de aanleg van een 66 kV kabel tussen platform Alpha en platform Beta (verbinding tussen de windenergiegebieden Hollandse Kust (west Alpha en Beta);
- elektriciteitskabels vanaf het platform door de zeebodem en ondergronds naar een nieuw te bouwen transformatorstation op land;
- uitbreiding van het transformatorstation (dat gebouwd wordt voor het net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)), nabij het bestaande hoogspanningsstation te Beverwijk.

Vanaf het platform Beta worden twee kabels gelegd naar de kust. Deze zeekabels transporteren wisselstroom met een spanningsniveau van 220 kV. Iedere zeekabel bevat drie fasen per kabel, een zogenaamde 3-fasenkabel.<sup>3</sup>

De benodigde breedte voor het tracé van de 220 kV-kabels is opgebouwd uit:

- Een corridorbreedte van 200 meter;
- Een onderlinge afstand tussen de twee kabels van 200 meter;
- Een onderhoudszone aan weerszijden van de kabelsystemen van 500 meter.

Hiermee wordt het onderzoeksgebied gedefinieerd door een strook met een breedte van 1200 meter (corridor 200 meter plus onderhoudszone aan weerszijden van 500 meter). Voor het onderhavig bureauonderzoek is nog 200 meter extra aan weerszijden toegevoegd waarmee het onderzoeksgebied gedefinieerd door een strook met een breedte van 1600 meter.

In de Erfgoedwet (2016), voortgekomen uit het verdrag van Malta (1992), is de bescherming van het archeologische erfgoed geregeld. Door geplande werkzaamheden (het plaatsen van platforms en de aanleg van de kabels in de zeebodem) kunnen eventuele archeologische waarden worden aangetast. Als het bodemarchief door geplande bodemingrepen wordt bedreigd geldt de wettelijke verplichting om archeologisch onderzoek te verrichten. Dit gegeven vormde de directe aanleiding voor het verrichten van het onderhavige onderzoek.

### 1.3. Doelstelling

Het doel van het bureauonderzoek is het specificeren van de archeologische verwachting voor het onderzoeksgebied.

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie Waterbodems (KNA 4.1). Een stroomdiagram met de opeenvolgende fasen binnen het archeologische proces is als bijlage 2 bij dit rapport opgenomen.

---

<sup>3</sup> Informatie / technisch uitgangspunt aangeleverd door TenneT

#### 1.4. Onderzoeksvragen

Voor het archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- *Zijn er archeologische waarden in het onderzoeksgebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?*
- *Kunnen in het onderzoeksgebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?*
- *Vormt de aanleg van exportkabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?*

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

- *Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*

Het bureauonderzoek is uitgevoerd door R. van Lil en S. van den Brenk (beiden Senior Prospector Specialisme Waterbodems).

## 2. Resultaten

### 2.1. Algemeen

Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA waterbodems 4.1; Protocol 4002). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01wb, LS02wb, LS03wb, LS04wb en LS05wb. Dit gedeelte van het onderzoek wordt gerapporteerd conform LS06wb.

Voor het bureauonderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening onderzoeksgebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik;
- Beschrijving van de huidige situatie;
- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen binnen een onderzoekscorridor van 1600 meter;
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens;
- Beschrijven mogelijke aanwezigheid bouwhistorische waarden (onder water).

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05wb). Hierin wordt verwoord of, en zo ja, welke archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Op basis van de gespecificeerde verwachting worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 3. Het onderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 4.

### 2.2. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- Nationaal Contact Nummer (NCN)
- Dienst der Hydrografie
- Deltares model geologie Noordzee
- GeoTOP model geologie land
- Rijkswaterstaat Noordzee
- TNO-NITG ; geologische boringen en kaarten
- Archis III, beheerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Databases Periplus Archeomare
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (NFLA)
- Stichting Aircraft Recovery Group 40-45
- Diverse bronnen op Internet

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur zie referenties op pagina 60.

*Schuingedrukte* woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 58.

### 2.3. Afbakening onderzoeksgebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01wb)

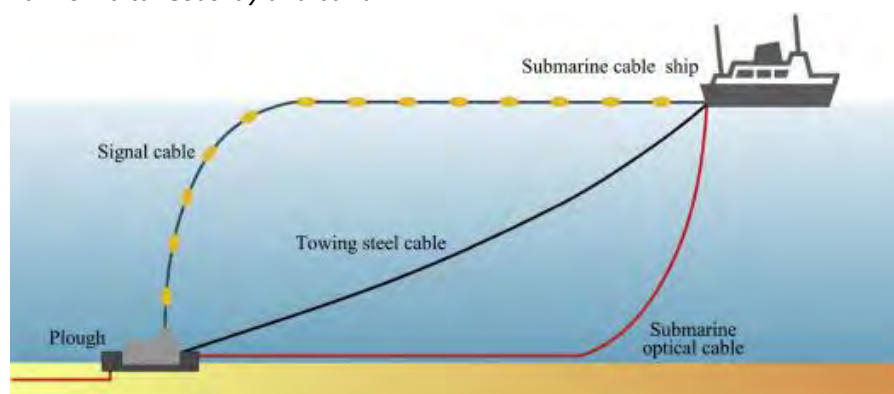
TenneT heeft een aantal tracéalternatieven bepaald om te onderzoeken wat de beste manier is om het platform op zee van Hollandse Kust (west Beta) aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet. Hiervoor is een *offshore* en *nearshore* tracé opgesteld. In het tracé zullen twee kabels gelegd worden met een onderlinge afstand van 200 meter. De totale strookbreedte wordt dan maximaal  $1 \times 200 + 2 \times 500\text{m}$  onderhoudszone = 1200 meter.

Daarnaast komt er een 66 kV-interlink aansluiting met toekomstig platform Hollandse kust (west) Apha. Zowel de 66 kV-interlink kabels als de 220 kV kabels zullen op een variërende diepte onder de zeebodem worden gelegd. De benodigde diepte is afhankelijk van het gebied, de situatie ter plekke en de eisen die aan de kabeldiepte worden gesteld. TenneT verkent de optimale begraafdiepte voor de kabels op zee om de kans op schade aan de kabels, beperkingen voor de omgeving en onderhoud aan de begraafdiepte van de kabels over de levensduur te minimaliseren.

De beschikbare aanlegmethodes voor kabels op zee zijn allereerst onder te verdelen in baggeren en begraven. Begraven is te verdelen in "*simultaneous lay and burial*" begraven en "*post lay burial*" begraven.<sup>4</sup>

Bij baggeren wordt voorafgaande aan het leggen en/of begraven van de kabels een geul gebaggerd in het zeebed. De kabel wordt dan in die geul gelegd of in de bodem van die geul begraven. De geul wordt na het leggen en/of begraven van de kabels opgevuld met bodemmateriaal, wanneer dat nodig is om aan de vereiste begraafdiepte na installatie te kunnen voldoen. Wanneer de kabels na het baggeren in het zeebed worden begraven tot de vereiste diepte bij installatie, dan hoeft de gebaggerde geul niet opgevuld te worden met bodemmateriaal na de installatie om aan de begraafdiepte vereisten na installatie te kunnen voldoen. Baggeren voorafgaande aan het installeren van kabels wordt ook toegepast om de invloed van zeebodemmobiliteit op de begraafdiepte van de kabel te verminderen, bijvoorbeeld door het baggeren van mobiele zandgolven. In dat geval wordt het baggeren voorafgaande aan het kabel installeren "*pre sweeping*" genoemd.

Begraven van de kabel kan tegelijkertijd met het leggen van de kabel gebeuren. In dat geval is er sprake van "*simultaneous lay and burial*".



<sup>4</sup> Schriftelijke mededeling W. Snip namens TenneT.

Een kabel kan ook eerst op het zeebed gelegd worden en daarna in een separate werkgang in de bodem begraven worden. Dat wordt “*post lay burial*” genoemd.

Voor het begraven van een kabel in het zeebed bestaan verschillende technieken. Met name de vereiste begraafdiepte, de samenstelling van de grond en de sterkte van de grond bepalen welke techniek toegepast kan worden. In zand en minder sterke grond kan een kabel met spuitlansen in de grond begraven worden. Met waterjets wordt de grond dan losgemaakt en kan de kabel op diepte worden gebracht. Voor het begraven van kabels in cohesieve grond, zoals zwaardere klei en veen, moet de grond op mechanische wijze los worden gemaakt voordat de kabel in de grond begraven kan worden. Daarvoor kan een kettingfrees gebruikt worden of een door de grond getrokken kabelploeg.

Kabels worden in het zeebed begraven om ze te beschermen tegen externe bedreigingen, zoals gesleepte visnetten, gesleepte ankers, verloren lading, zinkende schepen etc. Bij het begraven van kabels op zee streeft TenneT ernaar om het onderhoud van die begraafdiepte over de levensduur van de kabels tot een minimum te beperken.

Voor de aanlegdiepte wordt allereerst uitgegaan van de begraafdiepte eisen die volgen uit de vergunning. Die begraafdieptes worden als minimale installatiediepte aangehouden. Tot drie kilometer uit de kust geldt een minimum begraafdiepte van 3 meter en verder op zee een minimum begraafdiepte van 1 meter onder het zeebed.

Het zeebed is op veel plekken in beweging. Mobiele zandgolven verplaatsen zich over het zeebed onder invloed van de getijdestromen. Tijdens stormperiodes verdwijnt zand van het strand en van de zandbanken en de zone vlak voor het strand naar dieper water. Bij het installeren van de kabels houdt TenneT ook rekening met de mobiliteit van het zeebed over de levensduur van de kabels.

De lokale externe bedreigingen langs de tracéalternatieven voor de kabels worden door TenneT voorafgaande aan de installatie van de kabels gekwantificeerd. Die bedreigingen worden vergeleken met een acceptabel geachte kans op het bezwijken van kabels op zee ten gevolgen van externe bedreigingen. De begraafdieptes die nodig zijn om de kabels te beschermen tegen de lokale bedreigingen hangen samen met de bescherming die de lokale grondsoorten kunnen bieden. Op basis van een gekwantificeerde beschouwing van de lokale externe bedreigingen en van de bescherming die de lokale grondsoort kan bieden, wordt per sectie van de kabelroute een zogeheten “*Risk Based Burial Depth*” vastgesteld.

Voor het installeren van de kabels schrijft TenneT installatiedieptes voor aan de aannemers waarbij rekening gehouden wordt met de eisen uit de vergunning, de zeebed mobiliteit en de *Risk Based Burial Depth*. Als gevolg hiervan verschilt de begraafdiepte bij installatie per sectie van de kabelroute.

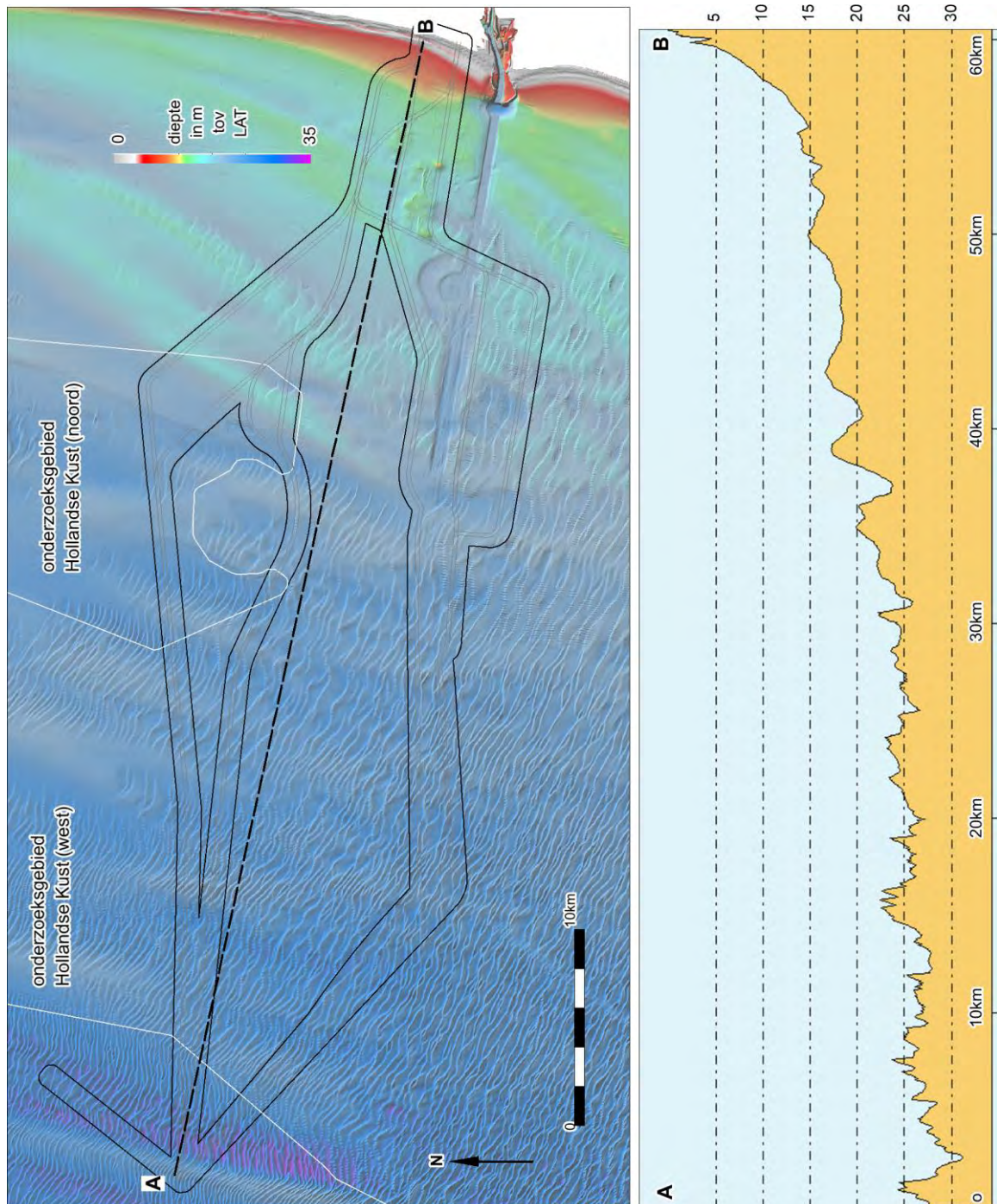
Op de aanlanding van de Hollandse Kust (west Alpha en Beta) kabels op het strand en in de zone voor het strand kan de begraafdiepte bij installatie naar verwachting tot 8 meter onder het maaiveld zijn. Verder op zee zullen de kabels onder de mobiele zandgolven begraven worden. Daar zal de begraafdiepte minimaal 1 meter onder een niet mobiel referentievlak onder de zandgolven zijn. Wanneer de zandgolven zich weer hersteld hebben na de installatie, zal de begraafdiepte daar lokaal 1 meter plus de hoogte van de zandgolf zijn.



Door de ingreep kunnen minimaal tot de verstoringsdiepte archeologische resten worden aangetast. Het gaat hierbij om een directe verstoring. Indirecte verstoringen zoals slijpgeulvorming worden beperkt geacht.

## 2.4. Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb)

De onderstaande afbeelding toont het onderzoeksgebied op een samengestelde generieke dieptekaart. De dieptegegevens zijn afkomstig van de Dienst der Hydrografie (25x25m grid, 2009) aangevuld met hoge resolutie *multibeam*opnamen van Hollandse Kust (noord) van Fugro (2017) en Hollandse Kust (west) van Fugro (2019). De diepte langs de verschillende tracéalternatieven varieert van 0 tot 33 meter ten opzichte van LAT. De gemiddeld diepte bedraagt 21.1 meter.



Afbeelding 2. Diepte langs het tracé in meter ten opzichte van LAT.

De tracéalternatieven worden gekruist door verschillende bestaande kabels en pijpleidingen. Een overzicht van de kruisende kabels en leidingen is weergegeven in onderstaande afbeelding en tabellen. De ligging van de kabels en leidingen zijn gebaseerd op de gegevens van Rijkswaterstaat (augustus 2019). As *Built* data van de operators van betreffende kabels en leidingen zijn niet opgevraagd.

Het komt vaak voor dat op zee buiten gebruik gestelde kabels (niet pijpleidingen) worden aangetroffen die niet in de Rijkswaterstaat database voorkomen.<sup>5</sup> Deze kabels worden tijdens de route survey met een of meer magnetometers opgespoord en in kaart gebracht.

Nr	Naam	Type	Methode	van	naar	Status
KB0029	PANGEA Segment 2	Glasvezel	Geploegd	Lowesoft (GB)	Egmond (NL)	In gebruik
KB0013	OWEZ trace A (vh NSW)	Koper	Onbekend	Wijk aan Zee	NSW Tracé A	In gebruik
KB0011	OWEZ trace B (vh NSW)	Koper	Onbekend	Wijk aan Zee	NSW Tracé B	In gebruik
KB0012	OWEZ trace C (vh NSW)	Koper	Onbekend	Wijk aan Zee	NSW Tracé C	In gebruik
KB0004	TAT14 Segment J	Glasvezel	Geploegd	Katwijk (NL)	Norden (D)	In gebruik
KB0015	Rembrandt 1	Glasvezel	Geploegd	Beverwijk (NL)	Lowesoft (GB)	Verlaten
KB0066	Rioja 3	Glasvezel	Geploegd	Veurne (B)	Egmond (NL)	Verlaten
KB0026	Atlantic Crossing 1 Segment B2	Glasvezel	Geploegd	Castricum (NL)	Sylt (DK)	In gebruik
KB0074	Atlantic Crossing 1 Segment B1	Glasvezel	Geploegd	Castricum (NL)	Whitesand (GB)	In gebruik
KB0068	Prinses Amalia Windparken (vh Q7-WP)	Koper	Onbekend	Wijk aan Zee	Q7-WP_Zuid	In gebruik

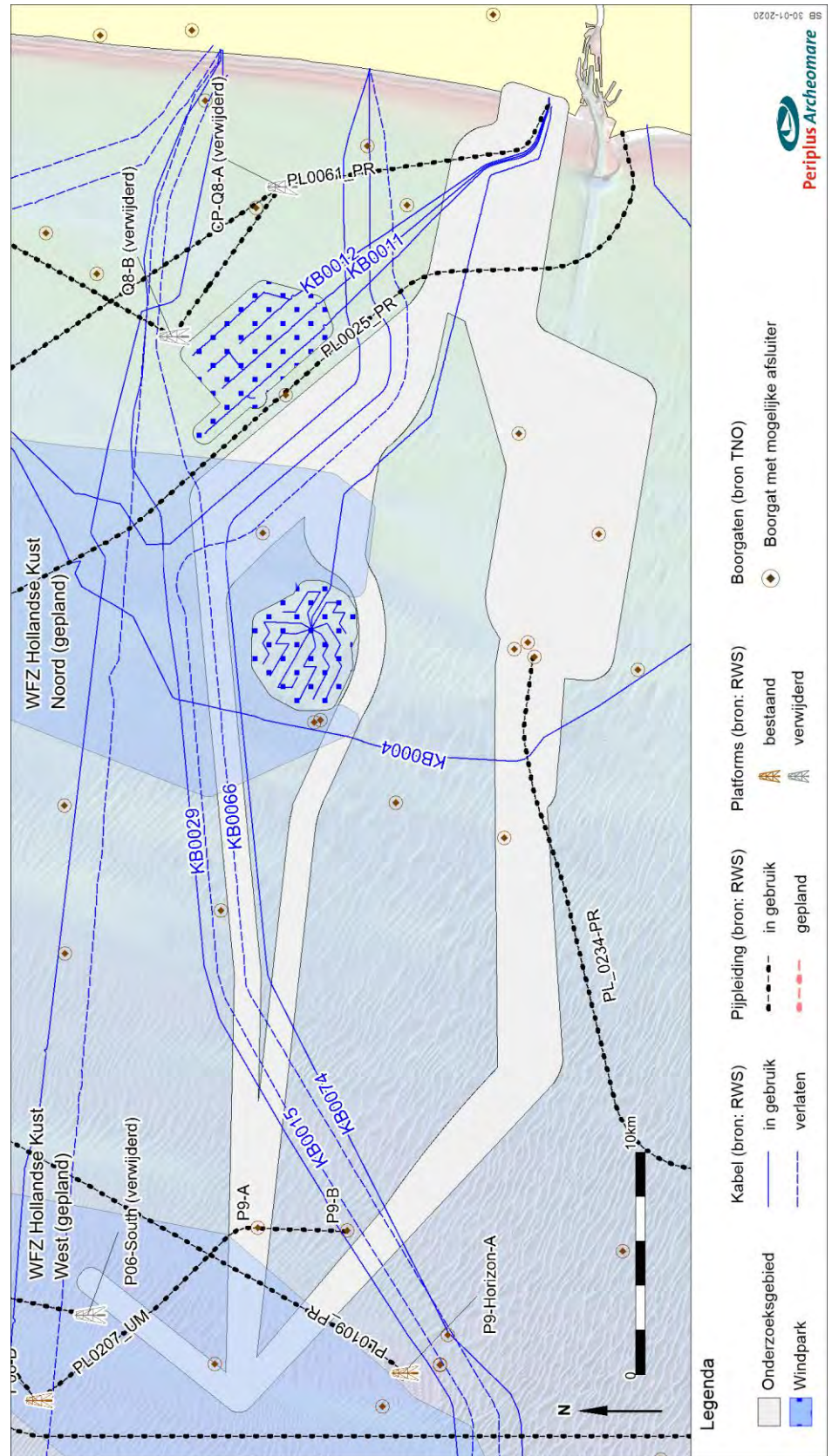
Tabel 4. Overzicht van kruisende Electra- en telecomkabels

Nr	Operator	Stof	Diameter	Van	Naar	Status
PL0061_PR	Wintershall Noordzee B.V.	Gas	10.7-inch	Q8-A	Wijk aan Zee	Actief
PL0109_PR	Petrogas E&P LLC	Olie	10-inch	P9-Horizon-A	Q1-Helder-AW	Actief
PL0025_PR	Petrogas E&P LLC	Olie	20-inch	Q1-Helm-AP	IJmuiden	Actief
PL0207_UM	Wintershall Noordzee B.V.	Gas	2/8-inch	P9-B	P6-D	Actief
PL0234_PR	Tulip Oil	Gas	12.75 inch	Q10-FA	P15-A	Actief
?	Tulip Oil	Gas	Onbekend	P15-A	Wijk aan zee	Gepland*

Tabel 5. Overzicht van kruisende pijpleidingen

\*Niet in database Rijkswaterstaat

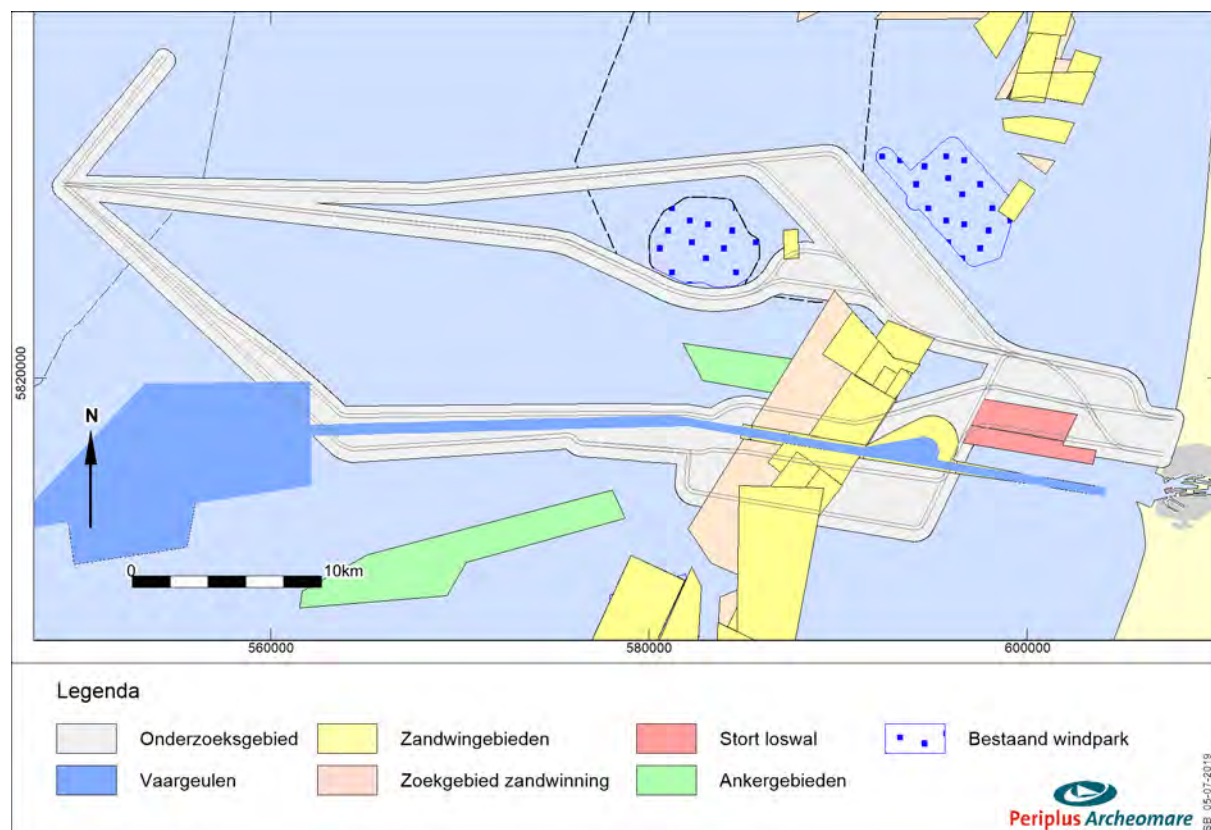
<sup>5</sup> Bron: TenneT.



Afbeelding 3. Het onderzoeksgebied in relatie met de bestaande kabels en leidingen.

### Overige infrastructuur

Naast de kabels en leidingen wordt het onderzoeksgebied gekruist door andere infrastructuur. Een overzicht is weergegeven in onderstaande afbeelding.

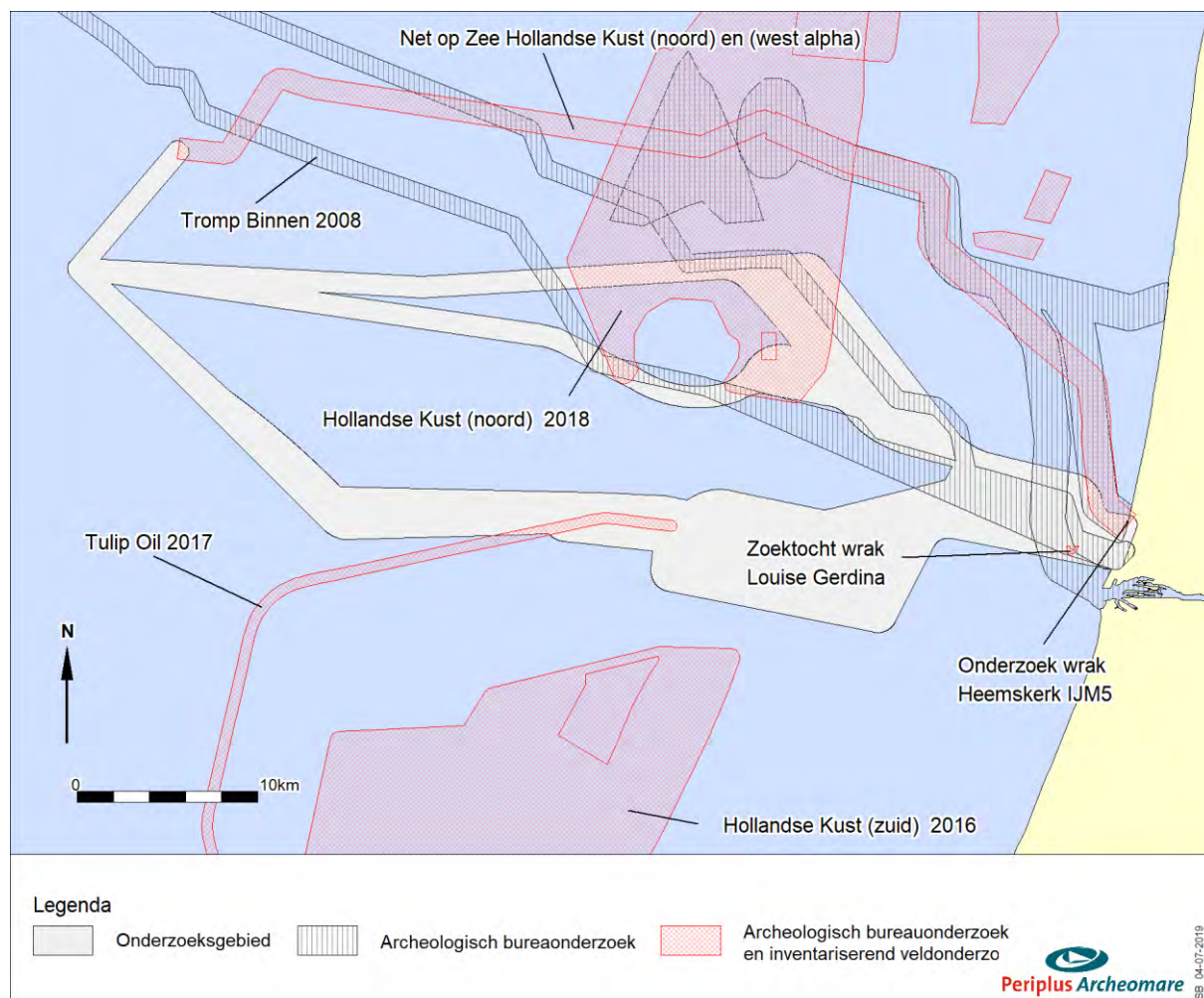


*Afbeelding 4. Overige infrastructuur rondom het onderzoeksgebied.*

Het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied overlapt met de IJgeul naar IJmuiden en enkele zandwingebieden. In het zuidoosten ligt het baggerstortgebied (stort loswal) IJmuiden.

### Eerder uitgevoerde onderzoeken in het gebied

Een overzicht van de eerder uitgevoerde (archeologische) onderzoeken in het gebied is weergegeven in onderstaande afbeelding.



Afbeelding 5. Overzicht van de eerder uitgevoerde onderzoeken in- en rond het gebied.

Gebied	Type onderzoek	Jaar	Rapport
Hollandse Kust (noord)	BO / IVO	2018	PPA 17A007-02
Windturbinepark Q4	Bureauonderzoek	2014	PPA 14A021-01
Windturbinepark Tromp-Binnen	Bureauonderzoek	2008	PPA 08A014
Net op Zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha)	BO / IVO	2019	ADC Report 4797 (concept)
Tulip Q10A to platform P15-D	BO / IVO	2017	PPA 17A035-02
Zoektocht wrak Louise Gerdina	IVO	2012	PPA 12A001
Wraklocatie Heemskerk	Begeleiding	2019	PPA 19A013-02

Tabel 6. Overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied

De relevante resultaten van de verschillende onderzoeken worden besproken in paragraaf 2.5. Een verwijzing naar de rapporten van de onderzoeken is opgenomen in de referentielijst op pagina 60.

## 2.5. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03wb)

### Prehistorische bewoning in het Noordzeebekken

Het Noordzeebekken vormde ca 12.000 jaar geleden een uitgestrekt dekzandlandschap met een toendraklimaat. Aan het eind van de laatste IJstijd (ca 11.500 jaar geleden) steeg de temperatuur en als gevolg daarvan smolten de noordelijke gletsjers. Door het vrijkomende water steeg de zeespiegel en raakte het Noordzeebekken geleidelijk opgevuld. De bewoners van het gebied moesten naar hoger gelegen gebieden vertrekken.<sup>6</sup>

Een voorbeeld van een hoger gelegen gebied is de Doggersbank in het noorden van het Nederlands Continentaal Plat. Restanten van het toendra-landschap en zijn bewoners worden regelmatig aangetroffen in de netten van vissers. Het bekendst zijn de vele fossielen die bij de Doggersbank zijn opgevest. Echter ook dicht bij het Net op zee Hollandse Kust (west Beta) zijn artefacten van been en gewei opgevest.<sup>7</sup> In het gebied kunnen resten van oerbossen (Berk, Den, Eik, Iep en Hazelaar) voorkomen. Vondsten hiervan zijn wel bekend langs de kust van Engeland, maar (nog) niet bij Nederland.



Afbeelding 6. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken.

De zeespiegelstijging ging samen met het verdrinken van oude landschappen. Deze landschappen zijn door middel van geofysische en geotechnische technieken in beeld gebracht. Recent is met seismische gegevens van de olieindustrie een prehistorisch landschap in nabij de Engelse oostkust in beeld gebracht.<sup>8</sup>

<sup>6</sup> Gaffney e.a. 2005.

<sup>7</sup> Louwe Kooijmans 1970.

<sup>8</sup> Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.

In de omgeving van de Bruine Bank is een versierd bisonbot gevonden. Het bot dateert uit de Allerød interstadiaal, circa 13.000 tot 12.000 jaar geleden. In het Allerød trad, tijdens de overwegend zeer koude eindfase van de laatste ijstijd, het Weichselien, een kortstondige opwarming van het klimaat op. De zeespiegel stond zeer laag, waardoor de Noordzee droog lag. Jagers trokken tijdens hun jacht op onder meer rendieren door het gebied. Een voorbeeld van de resten die in november 2019 door vissers zijn aangetroffen en door een van hen, Kommer Tanis, worden verzameld, is weergegeven in afbeelding 7. De precieze vindplaats van de resten, en in het bijzonder de menselijke schedel, is niet bekend. Vermoedelijk zijn ook deze resten op de Bruine bank gevonden.



Afbeelding 7. Menselijke schedel gevonden in de netten van vissersmannen in 'Noordzee/Doggerland' in November 2019 (foto: Kommer Tanis)

Langs de gehele Nederlandse kust worden met enige regelmaat prehistorische vondsten gedaan die als gevolg van kustversteving (zandsuppleties) op het strand belanden. Zo zijn bij de aanleg van de Maasvlakte I en II, de Zandmotor en op het strand bij Hoek van Holland groot aantal van bekende benen spitsen uit het *Mesolithicum* aangetroffen.

In 2019 is een 50.000 jaar oud vuurstenen werktuig van een Neanderthaler gevonden. Aan het artefact zat een dikke laag teer dat van berkenhars was gemaakt. Een sensationele vondst, omdat het kleine stukje vuursteen veel vertelt over de kennis die Neanderthalers kennelijk al in huis hadden om berkenpek te produceren en als lijm te gebruiken. De vondst geeft temeer aan dat tijdens de warmere *interstadialen* in het overwegend koude Weichselien het Noordzeegebied door de jagende en verzamelende mens werd bewoond. Het artefact is vermoedelijk afkomstig uit het zandwingegebied Q16F of Q16H, die zijn gebruikt als wingegebied voor het suppletiezand.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Niekus 2019.





Afbeelding 8. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970).

### Bewoningssporen in het kustgebied uit de protohistorie

De zandige strandwallen en duinen die de natuurlijke bescherming vormen van het kustgebied hebben zich gedurende het laatste millennium v. Chr. gestabiliseerd. Vanaf de late IJzertijd tot en met de Middeleeuwen zijn bewoningssporen bekend uit de kuststrook van Holland. Er bestaan aanwijzingen dat zich gedurende de Romeinse Tijd versterkingen bevonden langs de kust van Zeeland en Zuid-Holland.<sup>10</sup> Het meest aansprekende voorbeeld vormt locatie van de Brittenburg voor de kust bij Katwijk aan Zee.<sup>11</sup> Voor de Scheveningse kust is vastgesteld dat zich hier een *vicus* heeft bevonden bij de Scheveningse weg.<sup>12</sup> Het is niet ondenkbaar dat (verspoelde) Romeinse resten zich bevinden in de huidige strand- en duinzone.

Het Romeinse fort en haven Velsen I is het noordelijkste Romeinse fort op het Europese vasteland en lag aan het Oer-IJ.<sup>13</sup> De Archeologische Werkgroep Haarlem meldt hiervoor het volgende: *'De versterking is bijzonder omdat zij zo ver van het Romeinse centrum lag, en omdat het fort een unieke asymmetrische vorm had. Bovendien is de haven met steigers en boothuizen aangelegd naar mediterrane voorbeeld. Het geheel is in de jaren '70 opgegraven en al meermaals het onderwerp geweest van artikelen en proefschriften, maar nog lang niet alle gegevens waren in beeld gebracht.'*

<sup>10</sup> Hessing 1995, 98.

<sup>11</sup> Dijkstra en Ketelaar 1965, Buitendorp 2019.

<sup>12</sup> Waasdorp 1999.

<sup>13</sup> Bron: Archeologische Werkgroep Haarlem (<https://archeologischewerkgroephaarlem.nl>).



Afbeelding 9. Artist impression van het legerkamp Velsen (illustratie: Ulco Glimmerveen).

Jasper de Bruin, archeoloog verbonden aan de Universiteit van Amsterdam, refereert in een interview met het NRC aan de Romeinse geschiedschrijver Tacitus.<sup>14</sup> 'Volgens Tacitus was in het Romeinse fort Velsen een ruitery van de Cananefaten gelegerd, als hulptroepen van het Romeinse leger. Bij een opstand van de Friezen in 28 zou die Cananefaats ruitery zware verliezen hebben geleden.'

### Scheepvaart

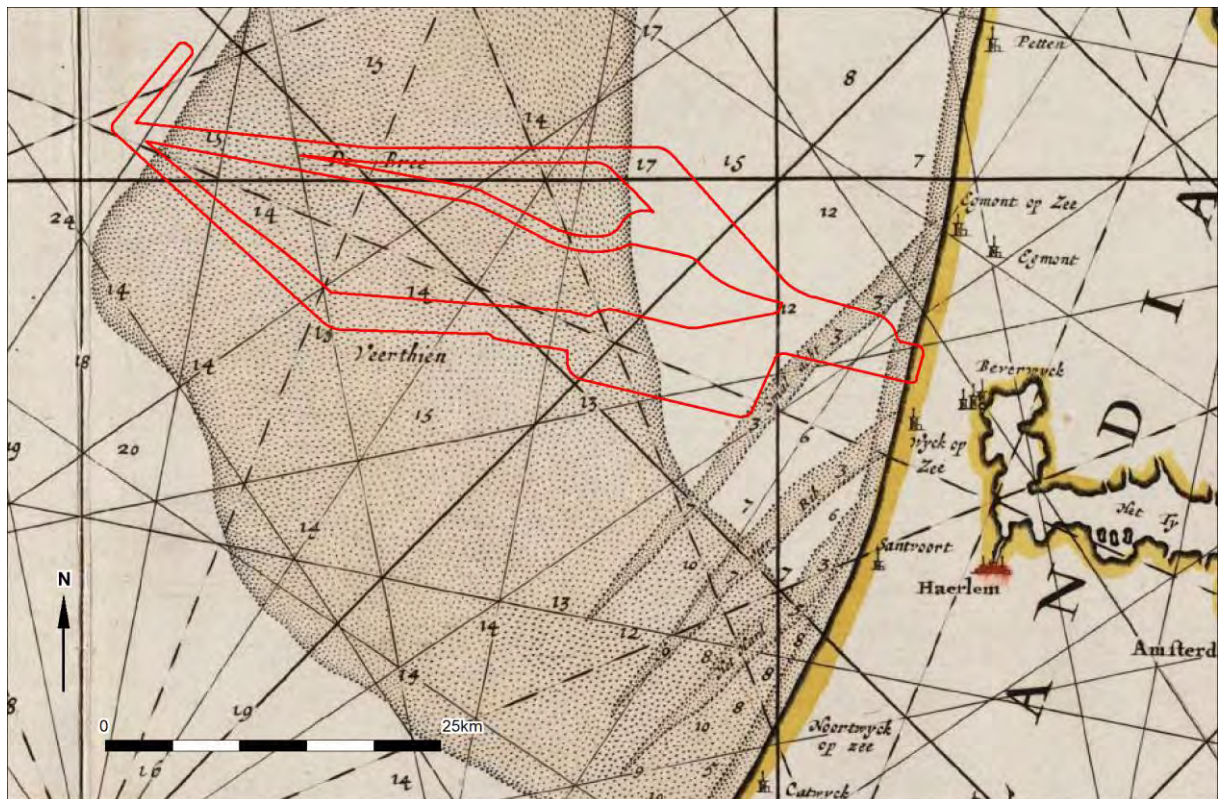
De vroegste en meest concrete aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren vanaf de Bronstijd.<sup>15</sup> Het gaat dan wel om indirecte gegevens. Het zijn in Nederland gevonden bronzen voorwerpen die als grafgiften zijn meegegeven aan de doden.<sup>16</sup> Van enkele van deze voorwerpen kan op basis van stijl en soms op basis van koperlegering gesteld worden dat ze Brits zijn en per schip overgebracht zijn naar het continent. Vanaf de eerste contacten in de Bronstijd is sprake van een intensivering van de scheepvaart op de Noordzee met enkele historisch goed gedocumenteerde pieken. Gedurende de Romeinse tijd geldt de Noordzee en in het bijzonder het Kanaal als verbindingsbrug voor het imperium. Vanaf de Vroege Middeleeuwen ontstaan machtscentra langs de kust van de Noordzee.<sup>17</sup> Deze waren georiënteerd op de Noordzee en scheepvaart, handel en overzeese contacten speelden daarbij een centrale rol. Verder moeten in dit verband ook de raids (plundertochten) van de Vikingen genoemd worden. Vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd waren de internationale handel en de scheepsbouw dermate ontwikkeld dat de Noordzee een opstap vormde voor wereldwijde vaarroutes. De scheepvaartgeschiedenis is in hoofdlijnen met vele bekende en tot op heden onbekende schipbreuken samengegaan. Scheepswrakken vormen de sporen van het maritieme verleden en deze kunnen onder gunstige conserveringsomstandigheden in de waterbodem bewaard zijn gebleven.

<sup>14</sup> NRC, Theo Toebosch, 15-01-2018: *De Cananefaten stammen uit Velsen*.

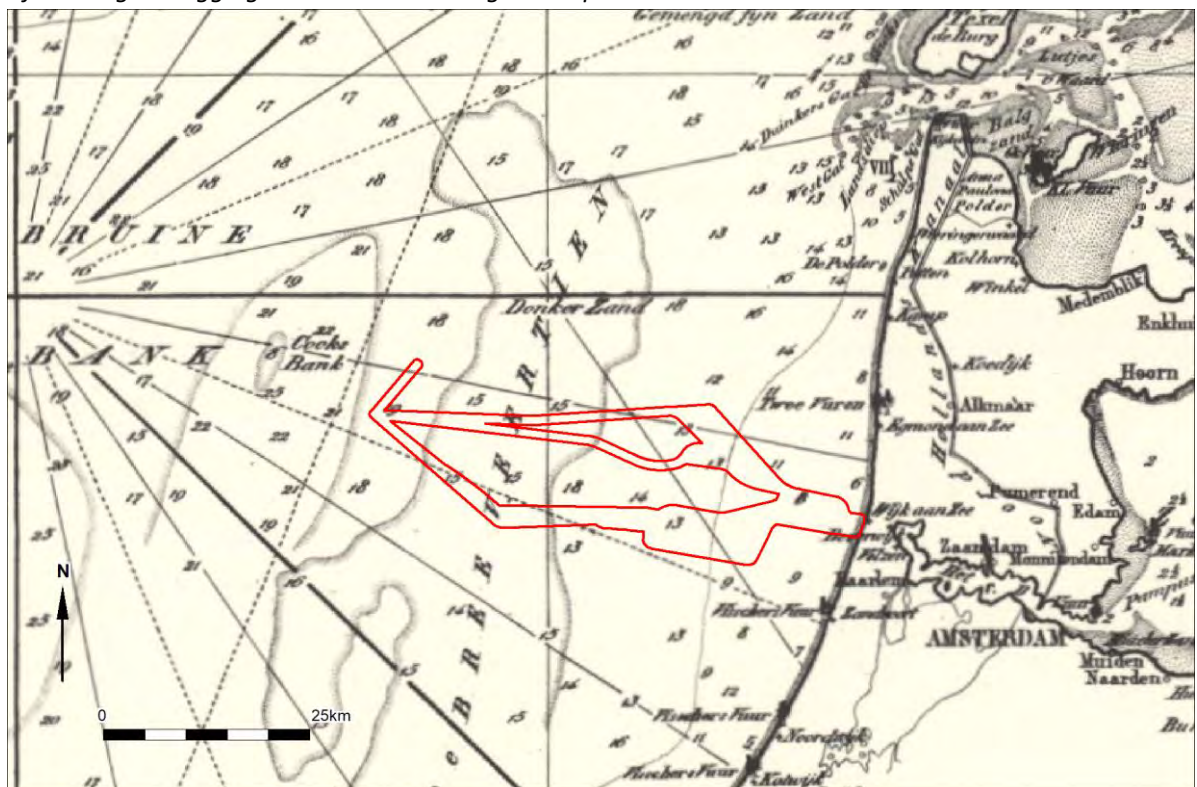
<sup>15</sup> Maarleveld en Van Ginkel 1990, 42-44.

<sup>16</sup> B. Smit: soms ook op basis van koperlegering.

<sup>17</sup> Kramer e.a. 2003; Cunliffe 2001, 484-488.



Afbeelding 10. Ligging van het onderzoeksgebied op de Pascaert uit 1675 van De Wit.



Afbeelding 11. Ligging van het onderzoeksgebied op historische kaart 1852 (Jacob Swart).

### **Vliegtuigwrakken**

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.<sup>18</sup> Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Bekend is wel dat het gaat om honderden vliegtuigen.<sup>19</sup>

Gezien de oorlogshandelingen die boven de zuidelijke Noordzee hebben plaatsgevonden kunnen ook in het onderzoeksgebied vliegtuigwrakken voorkomen. Tijdens de impact kunnen zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) diep in de bodem doordringen. Op land en in het Waddengebied zijn dergelijke onderdelen meters onder het maaiveld teruggevonden. Door de grote waterdiepte (meer dan 10 meter) in het grootste deel van het onderzoeksgebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige topklaag in het onderzoeksgebied wordt verwacht dat eventuele grotere onderdelen op de bodem liggen of uit de bodem steken.

### **Bekende verstoringen in het onderzoeksgebied**

Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende kabels en pijpleidingen (zie paragraaf 2.3). De kabels en pijpleidingen zijn geploegd aangelegd waarbij de bodem verstoord is. Visserij met sleepnetten kan hebben geleid tot verstoring van de topklaag van de bodem. Dit is vooral van belang voor eventuele archeologische resten, zoals uit de bodem stekende wrakdelen, die aan deze netten kunnen blijven haken.

---

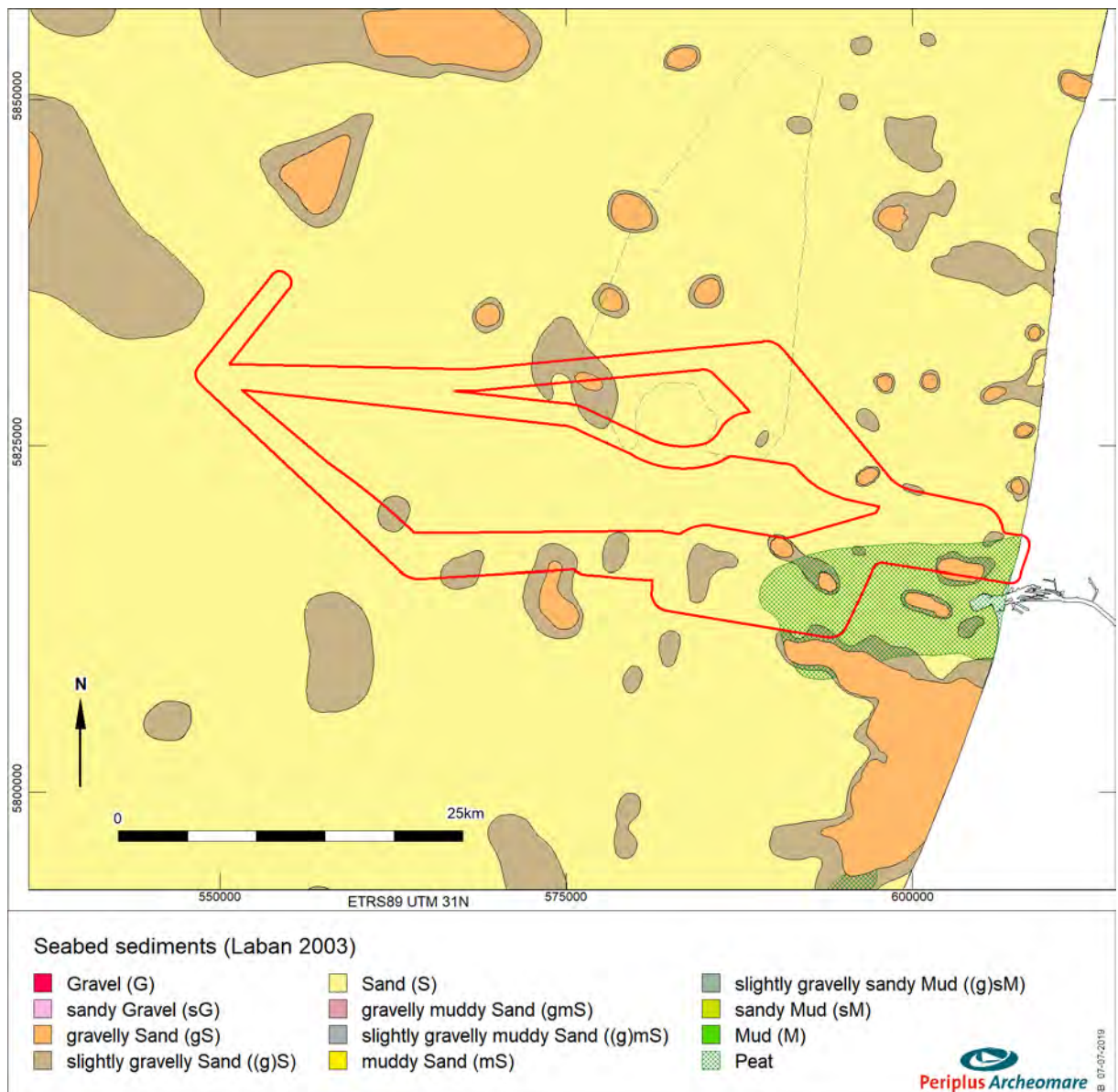
<sup>18</sup> Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

<sup>19</sup> Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

## 2.6. Geologische gegevens (LS04wb)

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is sterk gerelateerd aan de *geogenese* van het onderzoeksgebied. De geogenese kan worden herleid uit de aanwezige *lithostratigrafische* eenheden, de aard van laaggrenzen (erosief versus non-erosief) en indicatie voor bodemvorming in de sedimenten. Daarom vormen geofysische en geologische data een belangrijke bron om vragen met betrekking tot de aard, diepteligging, voorkomen, gaafheid en conservering van te verwachten archeologische resten in het onderzoeksgebied te beantwoorden.

Het bovenste deel van de zeebodem binnen de tracéalternatieven bestaat uit zand met plaatselijk een bijmenging van grind, silt of klei (zie onderstaande afbeelding). De zandige sedimenten maken deel uit van het *Bligh Bank Laagpakket*, een mobiele zandlaag waarin door getijstromen en golfwerking ruggen, duinen, stroomribbels en - in de ondiepere delen - golfribbels zijn gevormd.



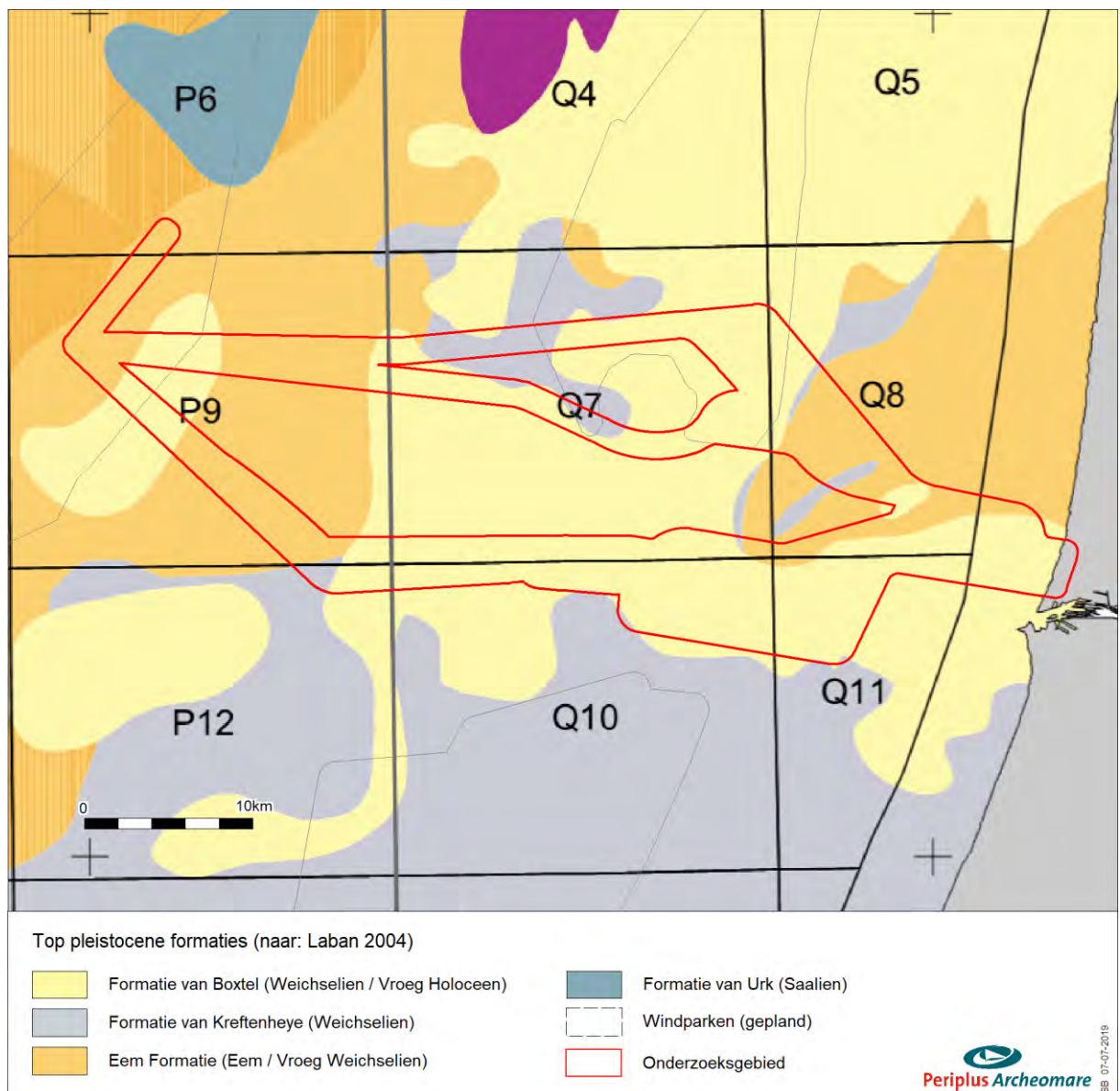
Afbeelding 12. Oppervlaktesedimenten

De dikte van de Holocene afzettingen bestaande uit het *Bligh Bank Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* varieert langs de tracéalternatieven van 0 tot 26 meter. Aan de kust gaat het *Bligh Bank Laagpakket* over in strandafzettingen van het *Zandvoort Laagpakket*.

Hollandse kust (west Beta)	diepte in m onder zeebodem		
	minimum	maximum	gemiddeld
Bligh Bank Laagpakket	0.1	14.5	4.3
Basis Holoceen	0.1	26.0	6.2

Tabel 7. Basis Holoceen (=dikte *Bligh Bank Laagpakket* + *Formatie van Naaldwijk*)

Op basis van de dikte van het *Bligh Bank Laagpakket* en de *trench*-diepte van de kabels nabij het aanlandingspunt (naar verwachting maximaal 5 meter), is het aannemelijk dat de kabels plaatselijk zullen worden aangebracht in de top van de formaties die zich onder het *Bligh Bank Laagpakket* bevinden. In onderstaande afbeelding zijn de *pleistocene* formaties weergegeven die onder een dek van holocene afzettingen voorkomen.



Afbeelding 13. Top Pleistoceen (naar: Laban 2004)

TNO heeft grids (MSL) beschikbaar gesteld aan Periplus Archeomare van a) de gemodelleerde diepteligging van de bases van formaties in het Noordzeegebied en b) de diktes van deze eenheden.<sup>20</sup> De grids omvatten de *pleistocene Eem Formatie*, de *Formatie van Kreftenheye* en de *Formatie van Boxtel* en de holocene *Formatie van Naaldwijk* en het *Bligh Bank Laagpakket*. Periplus beschikt niet over grids van de *Drente Formatie* en de *Drachten Formatie*. De TNO grids zijn gebruikt om een geologische profiel langs de tracéalternatieven te genereren (zie afbeelding 15).

Volgens geologische kaarten van de Flemish Bight, die in 1984 door de British Geological Survey en de Rijks Geologische Dienst zijn gepubliceerd komt in het westelijke deel van de tracéalternatieven de 'Elbow Formatie' voor.<sup>21</sup> De Elbow Formatie bestaat uit veen dat volgens de huidige naamgeving tot de Basisveen Laag wordt gerekend en 'fijn tot zeer fijn, blauwgrijs, slibhoudend zand' dat nu tot het Laagpakket van de Wormer binnen de *Formatie van Naaldwijk* wordt gerekend. De *Formatie van Naaldwijk* komt volgens de Deltares grid-modellen niet in dit deel van de tracéalternatieven voor. De dikte van deze afzettingen bedraagt volgens de Flemish Bight kaarten in het onderzoeksgebied circa 5 meter.

Uit de subcropkaart van de top van het pleistoceen (afbeelding 14) en het profiel (afbeelding 15) blijkt dat de sedimenten die onder het *Bligh Bank Laagpakket* schuil gaan in het westen van de tracéalternatieven bestaan uit *pleistocene* afzettingen van de *Eem Formatie*. Het *Brown Bank Laagpakket* komt net ten westen van het onderzoeksgebied voor. De *Eem Formatie* komt volgens de Top Pleistocene Map in het oostelijke en westelijke deel van de tracéalternatieven voor.<sup>22</sup> De *Eem Formatie* bestaat uit marien zand met schelpen en plaatselijke kleilagen, dat tijdens het Eemien interglaciaal, in de Eem zee is afgezet. De diepteligging van de top van de *Eem Formatie* varieert van minder dan 2m in het oostelijke deel tot meer dan 20m in het westelijke deel van de tracéalternatieven.

De *Kreftenheye Formatie* is opgebouwd uit slecht gesorteerd rivierzand. Het zand is in de laatste ijstijd, het Weichselien, tijdens zomerse piekafvoeren van smeltwater in het Noordzeegebied afgezet. De *Kreftenheye Formatie* is op veel plaatsen (niet overal) afgedekt door de *Formatie van Boxtel*.

Opvallend is dat de *Eem Formatie* in het noordwestelijke deel van het onderzoeksgebied ontbreekt in de grid data. De oorzaak van de discrepantie tussen de Top Pleistocene Map en de TNO grids is niet bekend. Wij gaan er echter van uit dat hier eenheden voorkomen waarvan geen grids beschikbaar zijn. Vermoedelijk betreft het de opvulling van een glaciaal dal met gelaagde smeltwaterafzettingen (zand, silt, klei) van de formatie van Drente. Dit glaciaal dal is gekarteerd op de 1:250.000 Flemish Bight Geologie van het Kwartair kaart.<sup>23</sup> Dit glaciaal dal is ook te zien op paleogeografische kaarten die inzicht geven in de landschappelijke ontwikkeling van de Noordzee (zie afbeelding 17).

In een groot deel van het onderzoeksgebied wordt de top van de *pleistocene* afzettingen gevormd door de *Formatie van Boxtel*. De *Formatie van Boxtel* is hier waarschijnlijk opgebouwd uit goed gesorteerd fijn eolisch zand van het *Laagpakket van Wierden* en/of beekafzettingen in de vorm van zand, leem, klei en veen van het *Laagpakket van Singraven*. De top van de *Formatie van Boxtel* ligt op de meeste plaatsen op 2 tot 7 meter onder de waterbodem. Van west naar oost (richting het strand) neemt de waterdiepte af van meer dan 20 meter naar 0. Vanzelfsprekend ligt de top van de *Formatie van Boxtel* hier navenant dieper.

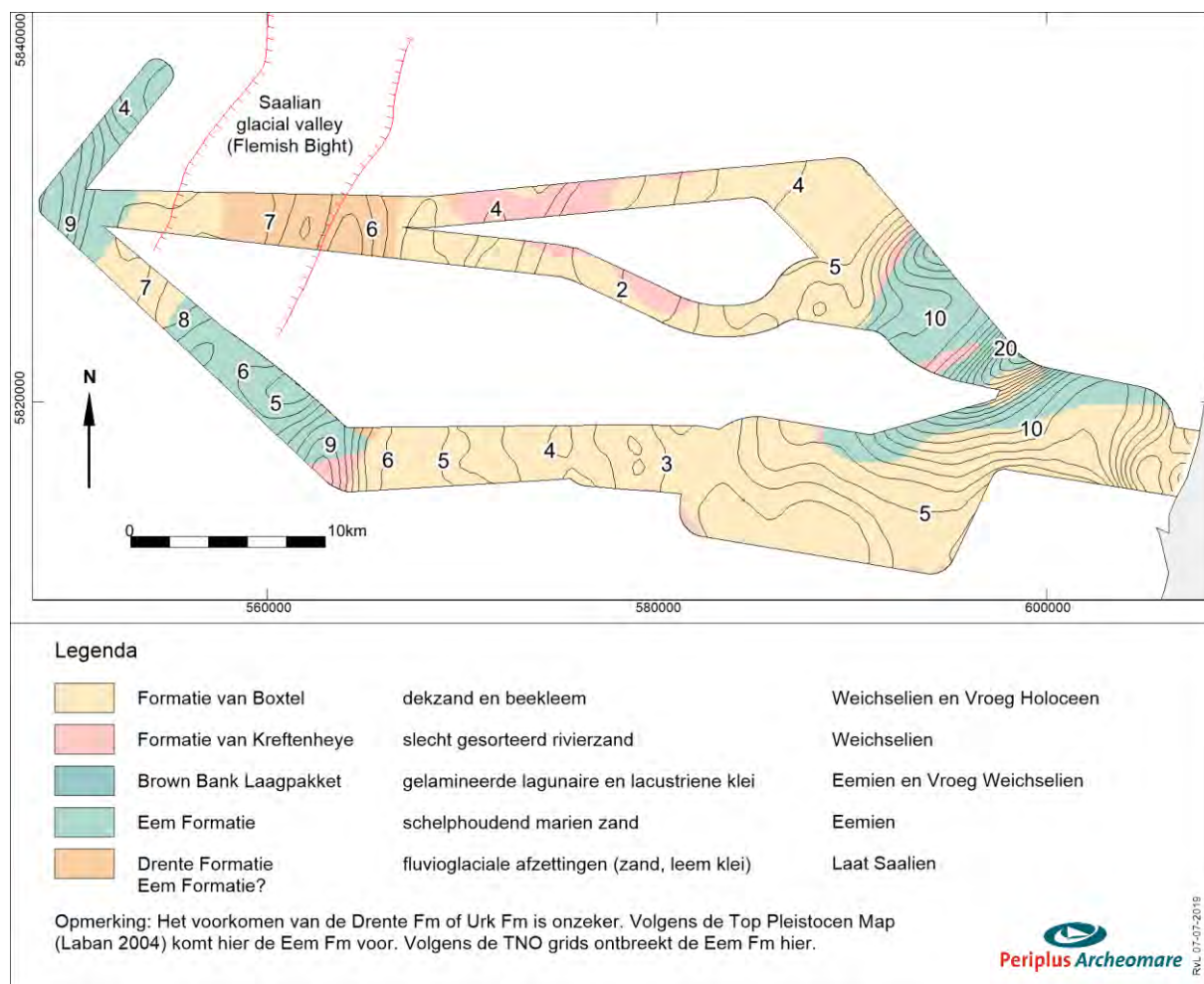
---

<sup>20</sup> Van Heteren (TNO) 2019.

<sup>21</sup> Brown en Hageman 1984.

<sup>22</sup> Laban 2004.

<sup>23</sup> Cameron, Laban en Schüttenhelm 1984.

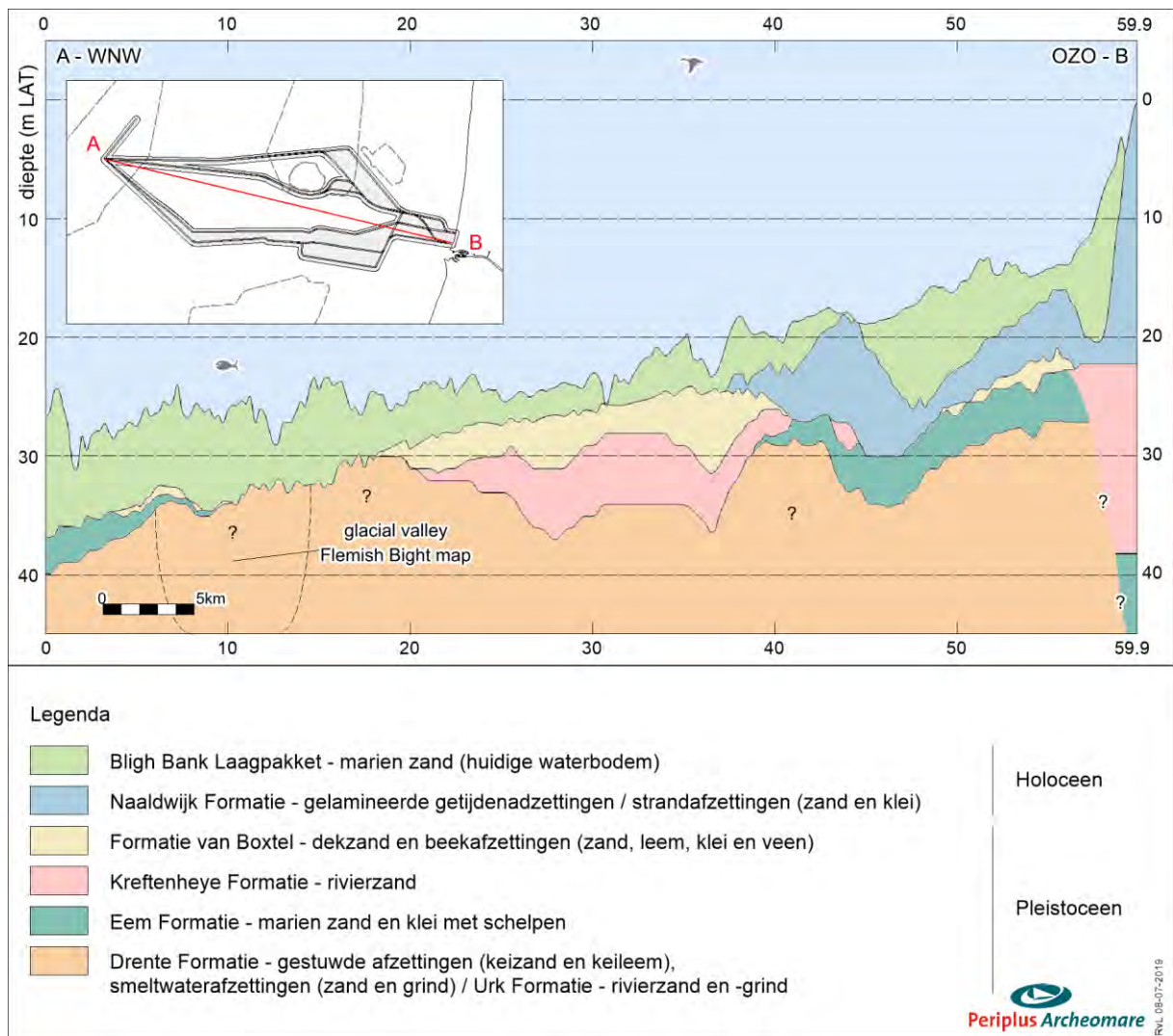


Afbeelding 14. Top Pleistoceen in meter onder de zeebodem (op basis van TNO grids aangevuld met data Laban 2004)

In het profiel is te zien dat de *pleistocene* eenheden in het oostelijke deel van het onderzoeksgebied zijn afgedekt door de *Formatie van Naaldwijk*. De vroeg-holocene klastische getijdenafzettingen van de *Formatie van Naaldwijk* bestaan uit (zeer) fijn marien zand en gelamineerde klei van het *Laagpakket van Wormer*. De basis wordt plaatselijk gevormd door humeuze brak- en zoetwaterklei van het *Laagpakket van Velsen*. Volgens de beschikbare modellen is dit relatief dik. Vooral op plaatsen waar grote getijdengeulen tot ontwikkeling zijn gekomen kan de dikte van het *Laagpakket van Wormer* in het onderzoeksgebied oplopen tot 22m.

De vraagtekens in het profiel betekenen dat de afzettingen die op betreffende niveaus voorkomen onzeker zijn. Zoals in de legenda is aangegeven komen onder het holocene dek en onder de jongere *pleistocene* afzettingen van de *Eem Formatie*, de *Kreftenheye Formatie* en de *Formatie van Boxtel* rivierzanden en -grinden van de *Formatie van Urk* en gestuwde afzettingen (keizand en keileem) en fluvioglaciale afzettingen (zand, grind en mogelijk leem en klei) van de *Formatie van Drente* voor. Op basis van paleogeografische kaarten van het *Laat Saalien* is het zeer aannemelijk dat het glaciële dal in het centrale deel van de tracéalternatieven is opgevuld met een afwisseling van zandige en kleiige smeltwaterafzettingen van het *Laagpakket van Uitdam*. Het voorkomen en de diepteligging van deze eenheid is niet bekend.





Afbeelding 15. Geologisch profiel van Hollandse Kust (west Beta) naar de kust bij Wijk aan Zee (data: Deltares grids)

Uit het profiel van Hollandse Kust (west Beta) naar de kust blijkt dat de sedimenten die onder het *Bligh Bank Laagpakket* schuil gaan bestaan uit *pleistocene* afzettingen van de *Eem Formatie*, de *Kreftenheye Formatie* en de *Formatie van Boxtel*. De *Eem Formatie* bestaat uit marien zand met schelpen en plaatselijke kleilagen, dat tijdens het Eemien interglaciaal, in de Eem zee is afgezet. De *Kreftenheye Formatie* is opgebouwd uit slecht gesorteerd rivierzand. Het zand is in de laatste ijstijd, het *Weichselien*, tijdens zomerse piekafvoeren van smeltwater in het Noordzeegebied afgezet.

In het westelijke deel van de tracéalternatieven komen onder het *Bligh Bank Laagpakket* vroeg-holocene gelamineerde getijdenafzettingen en recentere kustafzettingen van de *Formatie van Naaldwijk* voor. De *Formatie van Boxtel* is opgebouwd uit goed gesorteerd fijn eolisch zand van het *Laagpakket van Wierden* en/of beekafzettingen in de vorm van zand, leem, klei en veen van het *Laagpakket van Singraven*.

In het profiel zijn naast TNO's geologische modellen van het Noordzeegebied de grids van het GeoTOP model gebruikt. Het GeoTOP is model samengesteld op basis van boringen op land. De boordichtheid op land is veel hoger dan op de Noordzee. De kwaliteit van dit model is goed en betrouwbaar. Volgens het GeoTOP model komen langs kust ter hoogte van Wijk aan Zee rivierafzettingen van de *Formatie van Kreftenheye* voor. De formatie bevindt zich bij Wijk aan Zee op een diepte van 23 tot 33 mLAT (dikte = 10m).

Volgens de TNO grids komen deze rivierafzettingen in het *nearshore* deel van het onderzoeksgebied niet voor. De top van de *Eem Formatie* ligt volgens het GeoTOP model op -33 *mLAT*; volgens de TNO grids komt de top van *Eem Formatie* in de nabijheid van de kust voor rond -23 *mNAP*. De verschillen kunnen wij vooralsnog niet goed verklaren.

Het *Laagpakket van Wierden* is langs de kust afgedekt de Basisveen Laag en door humeuze klei van de Laag van Velsen.

#### Drente Formation

De Formatie van Drente bestaat uit glaciële afzettingen uit het Saalien.<sup>24</sup> Binnen de Formatie van Drente het *Laagpakket van Gieten*, het *Laagpakket van Schaarsbergen* en het *Laagpakket van Uitdam* onderscheiden.

Het *Laagpakket van Gieten* bestaat uit grondmorene in de vorm van sterk zandige tot uiterst siltige grindhoudende, grijsblauwe tot bruinrijze klei en leem ('keileem') met stenen, keien en blokken. Binnen het *Laagpakket van Gieten* wordt de *Laag van Gasselte* ('keizand') onderscheiden. Deze laag bestaat uit grof zand met een overeenkomstige grofklastische bijmenging als keileem, die is gevormd door uitspoeling van de fijne fractie.

Het *Laagpakket van Schaarsbergen* bestaat uit glaciofluviale afzettingen die voor en naast het ijs zijn afgezet in de vorm van sandrs en kameterrassen en deels ook onder en in het ijs in de vorm van kameheuvels, eskers en tunneldalopvullingen. De afzettingen bestaan uit grof, grindhoudend kalkloos tot kalkhoudend zand met een kenmerkende horizontale gelaagdheid. Bovenin komen soms ondiepe geulinsnijdingen voor.

Het *Laagpakket van Uitdam* omvat lacustroglaciële bekken-opvullingen in de vorm van uiterst fijn tot uiterst grof, soms grindhoudend, grijs tot bruin zand en zwak tot matig siltige, kalkrijke, (donker)grijze tot (donker)bruine, vrij stevige, veelal sterk gelaagde klei (cm-mm), soms met kalkrijke zandlaagjes en lokaal glauconiet en schelpresten. De *Laag van Oosterdok* is een warvenafzetting van klei waarin lokaal 'dropstones' voor kunnen komen. De afzettingen van deze drie laagpakketten komen naast en boven elkaar voor.

#### Eem Formatie

De *Eem Formatie* bestaat hoofdzakelijk uit schelpenhoudende mariene zanden die tijdens het Eemien interglaciële zijn afgezet.<sup>25</sup> Op de overgang van het Eemien naar het Weichselien zijn brak- en zoetwaterkleien afgezet in de lagunes en meren die achterbleven in de glaciële bekkens tijdens de regressie van de Eem zee. Deze meer- en lagunaire afzettingen zijn apart geclassificeerd als het *Brown Bank Laagpakket* binnen de *Eem Formatie*.

---

<sup>24</sup> Saalian: glacial period which ended 130.000 years ago.

<sup>25</sup> Eemien: interglacial period between 130.000 and 115.000 years ago.

### Formatie van Kreftenheye

De *Formatie van Kreftenheye* is opgebouwd uit fluviatiele afzettingen van de Rijn uit het Weichselien.<sup>26</sup> In de zomerperioden traden pieken op in de afvoer van smeltwater. Grote hoeveelheden zand en grind werden in deze perioden naar het Noordzegebied gevoerd. De Rijn had een vlechtend karakter en de afzettingen waren slecht gesorteerd. De rivier stroomde door een droog periglaciaal landschap.

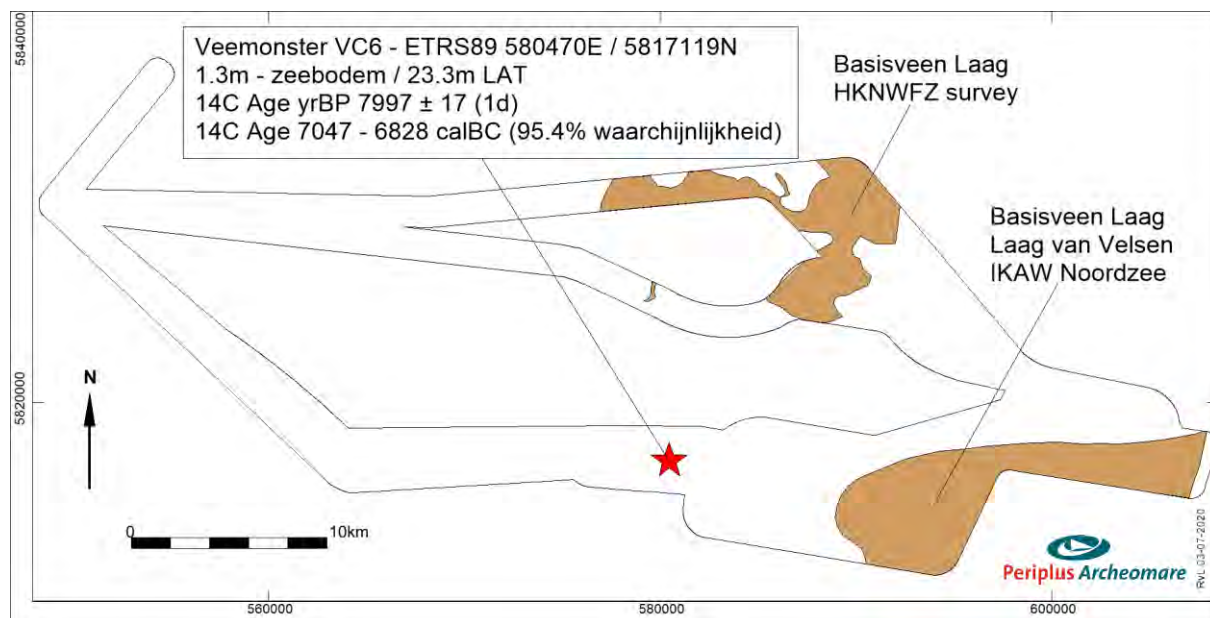
De zandige sedimenten van de *Formatie van Kreftenheye* zijn soms moeilijk te onderscheiden van de afzettingen van de *Eem Formatie*. Dit is zeker het geval als in de *Formatie van Kreftenheye* geremanieerde schelpen van de Eem Formatie voorkomen.

### Formatie van Boxtel

De *Formatie van Boxtel* is vermoedelijk opgebouwd uit eolische afzettingen van het *Laagpakket van Wierden* (dekzand) en beekafzettingen in de vorm van klei, leem en fijn zand van het *Laagpakket van Singraven*. De afzettingen dateren uit het Weichselien (115.000 tot 12.000 jaar geleden) en het Vroeg Holoceen (12.000 tot heden). De top van de *Formatie van Boxtel* kan tijdens afzetting van onder meer het *Bligh Bank Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* door erosie zijn aangetast. De *Basisveen Laag* of vroeg-holocene klei van de *Laag van Velsen* (lagunaire klei) daarentegen, kunnen de top van de *Formatie van Boxtel* juist hebben beschermd tegen erosie.

### Nieuwkoop Formatie

De *Basisveen Laag* komt in grote delen van het onderzoeksgebied voor. In de onderstaande afbeelding zijn de bekende veenvoorkomens weergegeven. Ook elders in het gebied kunnen al dan niet afgedekte veenlagen van de *Basisveen Laag* voorkomen. Een monster van een veenvoorkomen binnen het onderzoeksgebied is gedateerd op 7047 – 6828 calBC (gekalibreerde jaren voor Christus, 95,4% waarschijnlijkheid).<sup>27</sup>



Afbeelding 16. Bekende veenvoorkomens in het onderzoeksgebied

<sup>26</sup> Weichselien: ijstijd van circa 115.000 tot 12.000 jaar geleden.

<sup>27</sup> Van Lil 2017.

### Naaldwijk Formation

Langs de Nederlandse kust zijn de *pleistocene* eenheden plaatselijk bedekt door holocene getijdenafzettingen in de vorm van zand en klei. Deze getijdenafzettingen maken deel uit van het *Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk)*. De vroegste klastische afzettingen zijn die van de eerder genoemde *Laag van Velsen*. De *Laag van Velsen* bestaat uit stevige humeuze klei, soms met aanzienlijke hoeveelheden *Hydrobia* schelpen. Evenals de *Basisveen Laag* kunnen de stratigrafische eenheden onder de Laag van Velsen goed bewaard zijn gebleven. In de kustzone komen strandzanden voor die worden geclassificeerd als de *Laag van Zandvoort (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren)*. Het *Laagpakket van Zandvoort* wigt naar het westen uit en gaat, zo wordt verondersteld, over in het *Bligh Bank Laagpakket*.

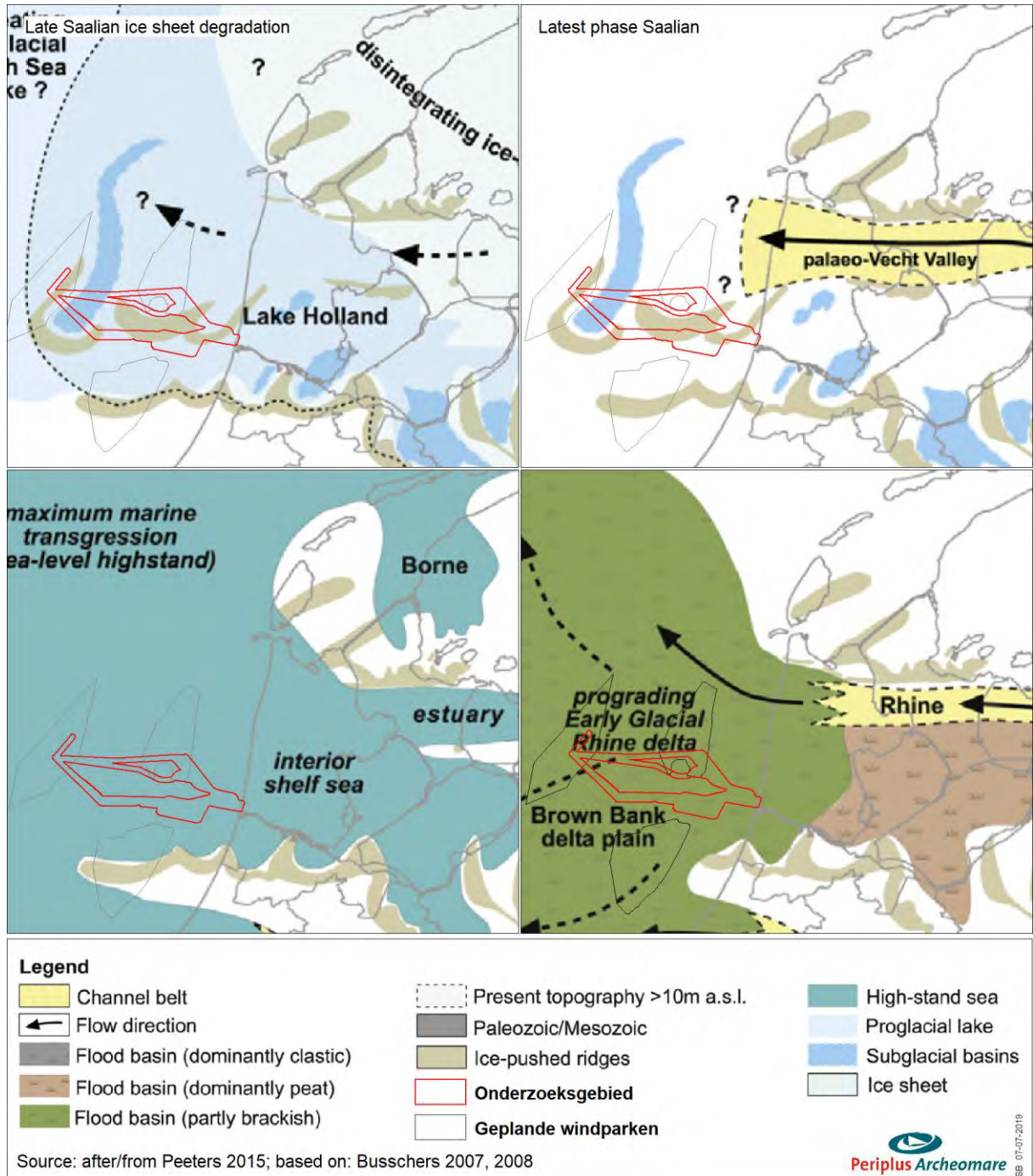
### Bligh Bank Laagpakket

Het *Bligh Bank Laagpakket* bestaat uit mariene, matig fijn tot matig grof kalkrijk geelbruin zand met plaatselijk kleilenzen. Aan de basis kan het *Bligh Bank Laagpakket* grindig zijn.

Paleogeografische kaarten geven een goed beeld van de landschappelijke ontwikkeling tijdens de ijstijden en het warme Eem interglaciaal. De kaarten van het Saalien laten zien dat het landijs ruggen heeft opgestuwd die in de ondergrond van de tracéalternatieven voorkomen.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Genese	Opmerking
Southern Bight	Bligh bank	Zand	Holoceen	open marien	mobiele laag
Naaldwijk	Zandvoort	Zand	Holoceen	marien	strand
	Wormer	klei en zand	Holoceen	marien	getijdenafzettingen
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	lagunair	IJgeulgebied
Nieuwkoop	Basisveen	Veen	Vroeg Holoceen	organoleptisch	kustveen
Boxtel	Wierden	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	eolisch	dekzand; poolwoestijn
	Singraven	zand, leem, klei en veen		fluviatiel	beekafzettingen
Kreftenheye	-	grof zand	Weichselien	fluviatiel	vlechtende rivieren; beddingafzettingen
Eem	-	zand en klei	Eem tot Vroeg Weichselien	marien	schelpenhoudend
Drente	Uitdam	zand, silt en klei	Saalien	glaciolacustrien	gelamineerde afzettingen, soms warvengelaagdheid
	Schaarsbergen	zand		fluvioglaciaal	sandrs, kameheuvels, eskers en tunneldalopvullingen
	Gieten	grindig klei, leem en zand met stenen		Glaciaal	keileem en keizand

Tabel 8. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied

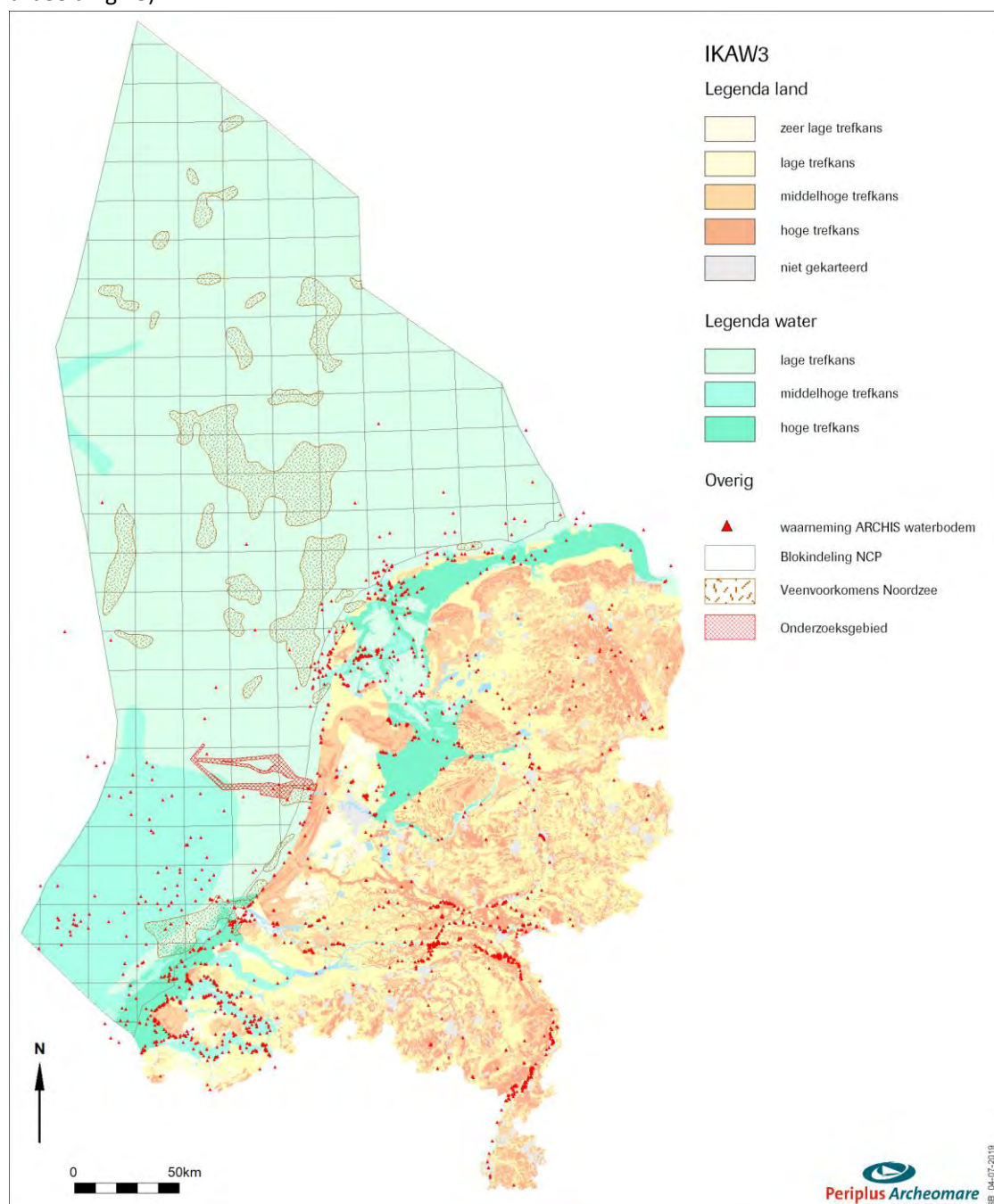


Afbeelding 17. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Weichselien

## 2.7. Archeologische waarden (LS04wb)

### Archeologie Continentaal Plat algemeen

Om inzicht te verwerven in mogelijke aanwezigheid van archeologische waarden gebruik gemaakt is van verschillende databronnen en kaartbestanden van verschillende ouderdom. Door de voormalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, nu Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed) is in samenwerking met Rijkswaterstaat dienst Zee en Delta en TNO-NITG op basis van geologische en archeologische waarnemingen een globale archeologische kaart voor het Continentaal Plat opgesteld (zie afbeelding 18).<sup>28</sup>



Afbeelding 18. Overzichtskarta archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat

<sup>28</sup> IKAW 3<sup>e</sup> generatie, RCE 2008.

De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer. Deze kaart is echter zeer beperkt bruikbaar, mede door de kleinschaligheid van 1: 500.000. Daarnaast hangt de mate van conservering sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een “slap” sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig is.

Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Deze afdekking met klei/veen zegt uitsluitend iets over de mogelijke ligging van *pleistocene* afzettingen aan/nabij de zeebodem. Daar waar *holocene* kleien/venen zijn geërodeerd, kunnen *pleistocene* niveaus met artefacten/faunaresten aanwezig zijn. Waar het om vroeg *holocene* afzettingen gaat, kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen gerelateerd aan afgedekte *pleistocene* en vroeg-*holocene* landschappen.

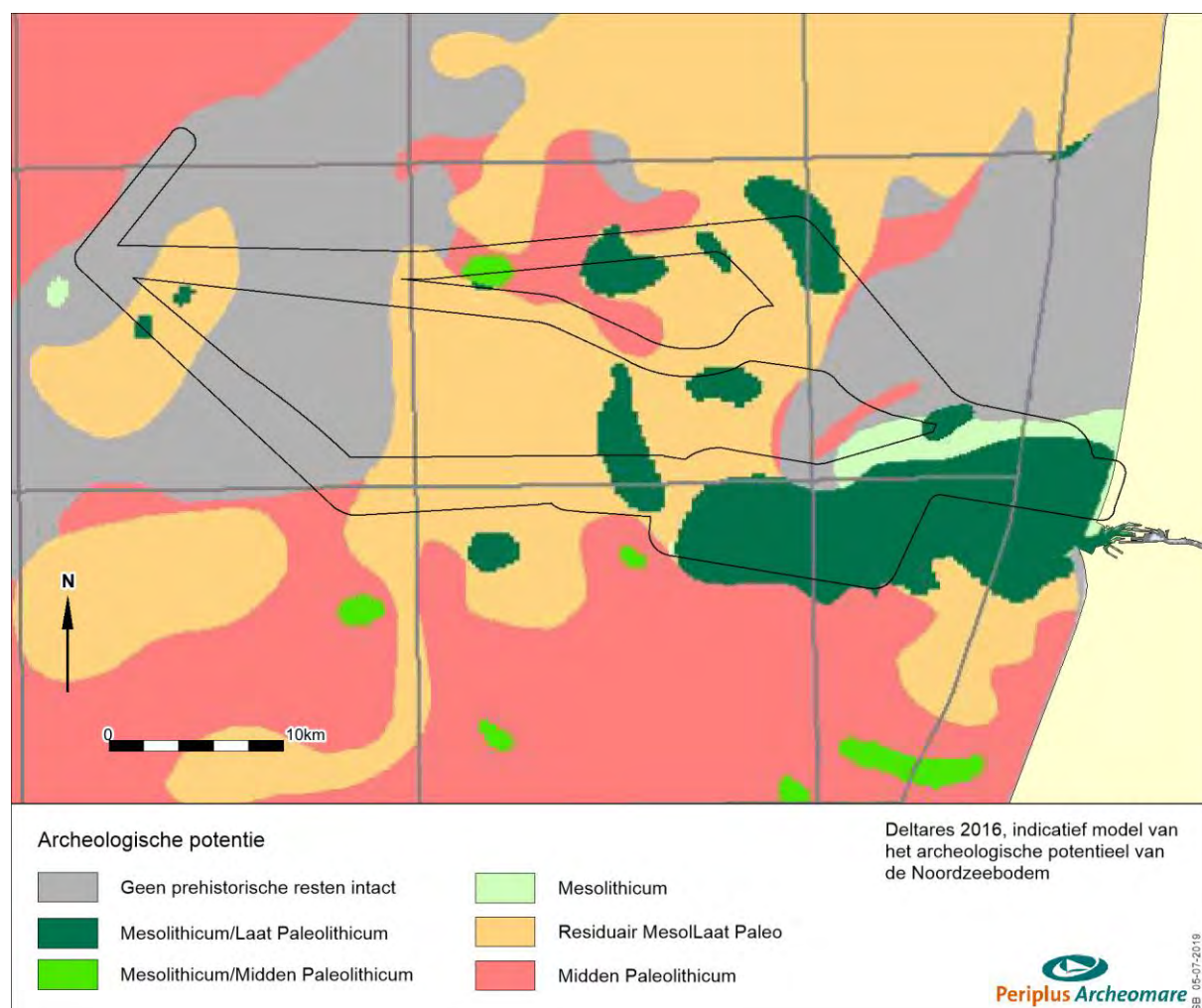
### **Verwachtingsmodel Deltares 2016**

Uit onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht.<sup>29</sup> De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom moeten worden herzien. In 2016 heeft Deltares een eerste verwachtingskaart opgezet van het prehistorische potentieel van de Noordzee<sup>30</sup>.

---

<sup>29</sup> Zie het project ‘North Sea paleolandscapes’ van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters e.a. 2009).

<sup>30</sup> Vonhögen et al. 2016



*Afbeelding 19. Archeologische potentie voor prehistorische vondsten*

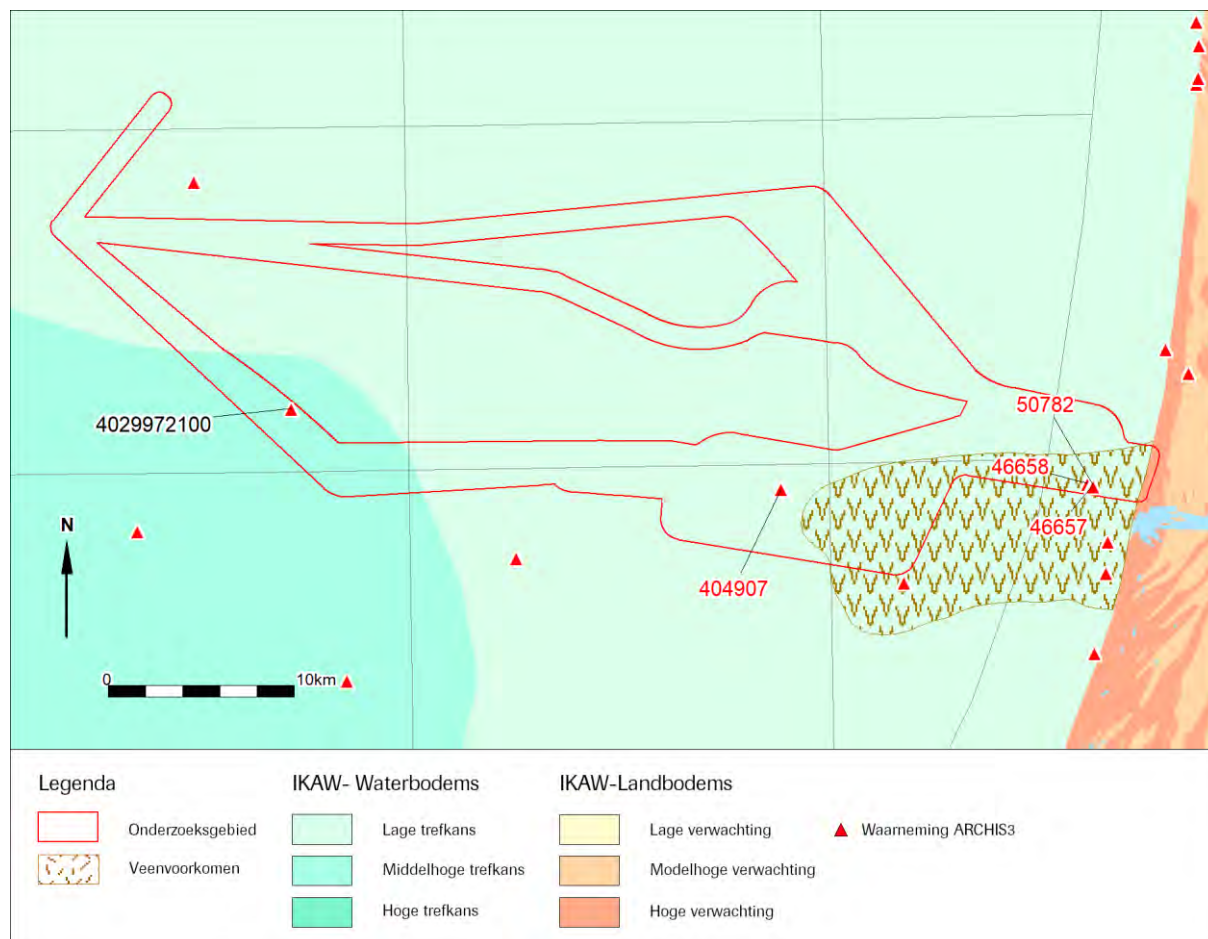
Volgens dit model zijn in het centrale westelijke deel en noordoostelijk deel van het onderzoeksgebied (grijs in bovenstaande afbeelding) geen prehistorische resten meer intact te verwachten. Direct voor de kust van IJmuiden is de kans op aantreffen van een archeologisch landschap juist groot.



### Omgeving onderzoeksgebied

ARCHIS II is de officiële database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed waarin alle archeologische vondsten en waarnemingen binnen Nederland en de territoriale wateren zijn opgeslagen. De database bevat meer dan 85.000 locaties (voornamelijk op land) waar archeologische waarnemingen gedaan zijn.

Afbeelding 20 geeft een overzicht van bekende waarnemingen uit ARCHIS geprojecteerd op de IKAW3.



Afbeelding 20. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen rondom het onderzoeksgebied

Binnen het onderzoeksgebied zijn vijf archeologische waarnemingen bekend:

NCN	ARCHIS	ETRS89 UTM31N		Beschrijving
		Easting	Northing	
2028	4029972100	561468	5820378	Wrak Countess of Durham (Sunbird), vergaan in 1881
270	46657	604654	5816167	Noordzee Ncp Blok Q11 1. Wrak van de Louise Gerdina, vergaan of gemeld in 1879. Destijds stak de mast boven water uit.
269	46658	604424	5816318	Wrak van de Baloeran, vergaan in 1942
9359	50782	604480	5816380	Bijl, datering Late Middeleeuwen tot Nieuwe Tijd, opgebaggerd ongeveer 3 km ten NW van de pier van IJmuiden, ter hoogte van de Baloeran boei begin jaren '90 door baggerschip "Zaandam"
518	404907			Historisch wrak. Losse houten scheepsfragmenten, mogelijk van het dek waaronder een knie, dekbalken en dekplanken (zwarte eikenhouten delen).

Tabel 9. Bekende waarnemingen uit ARCHIS rondom het onderzoeksgebied

## Overige objecten en waarnemingen

Voor een overzicht van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de database van het Nationaal Contact Nummer (NCN).

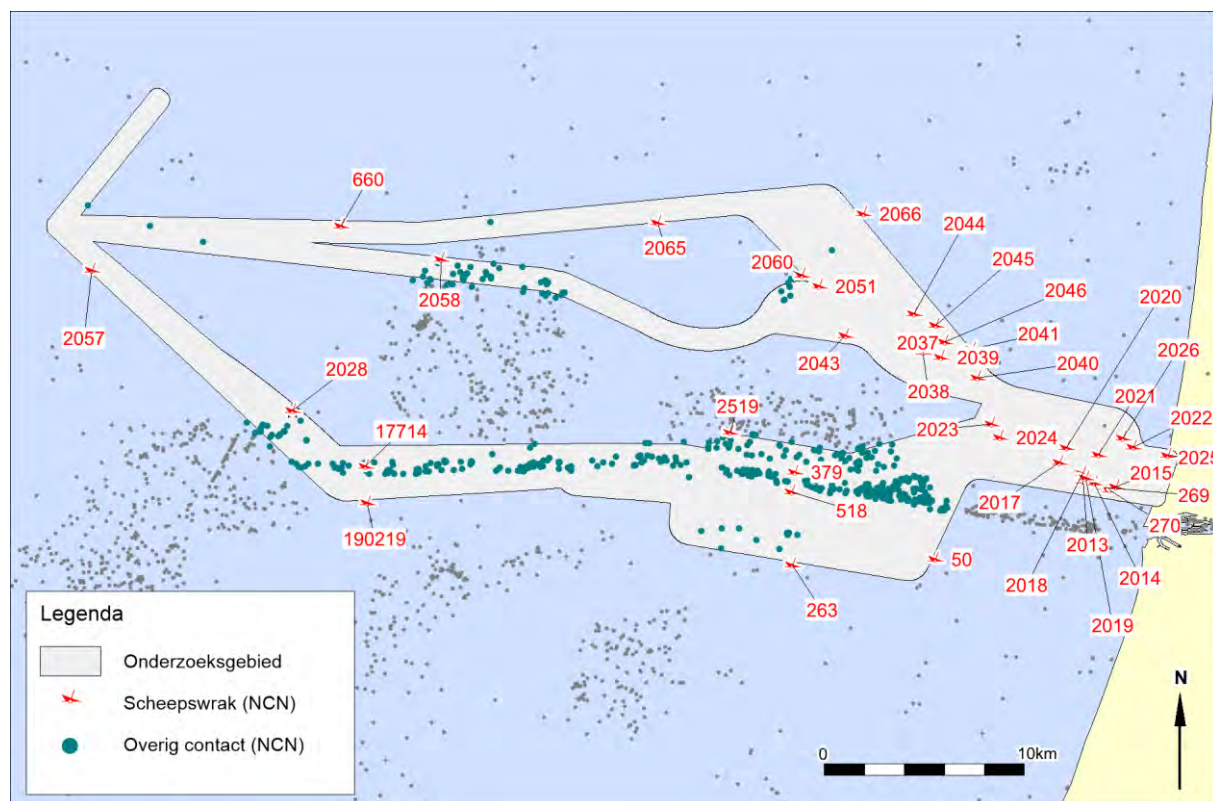
### Het Nationaal Contact Nummer (NCN)

De NCN database combineert de gegevens van drie verschillende overheidsbronnen:

- Het Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie;
- De SonarReg92 objecten database van Rijkswaterstaat;
- De ARCHISII database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

De NCN database is eigendom van en wordt beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Toestemming voor het gebruik van de gegevens is verleend door de contactpersoon bij Rijkswaterstaat Zee en Delta<sup>31</sup>. Binnen de NCN database heeft ieder object op de Nederlandse waterbodem een uniek nummer (NCN). Dit is gebaseerd op één of meerdere onderliggende databases.

In totaal zijn 39 wrakken en 501 andere bekende waarnemingen bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in de onderstaande afbeelding en tabel op de volgende bladzijde.



Afbeelding 21. Bekende wrakken en andere waarnemingen (NCN) binnen het onderzoeksgebied

Het aantal bekende scheepswrakken in het onderzoeksgebied bedraagt 39. Een lijst met beschrijvingen is opgenomen in de volgende tabel.

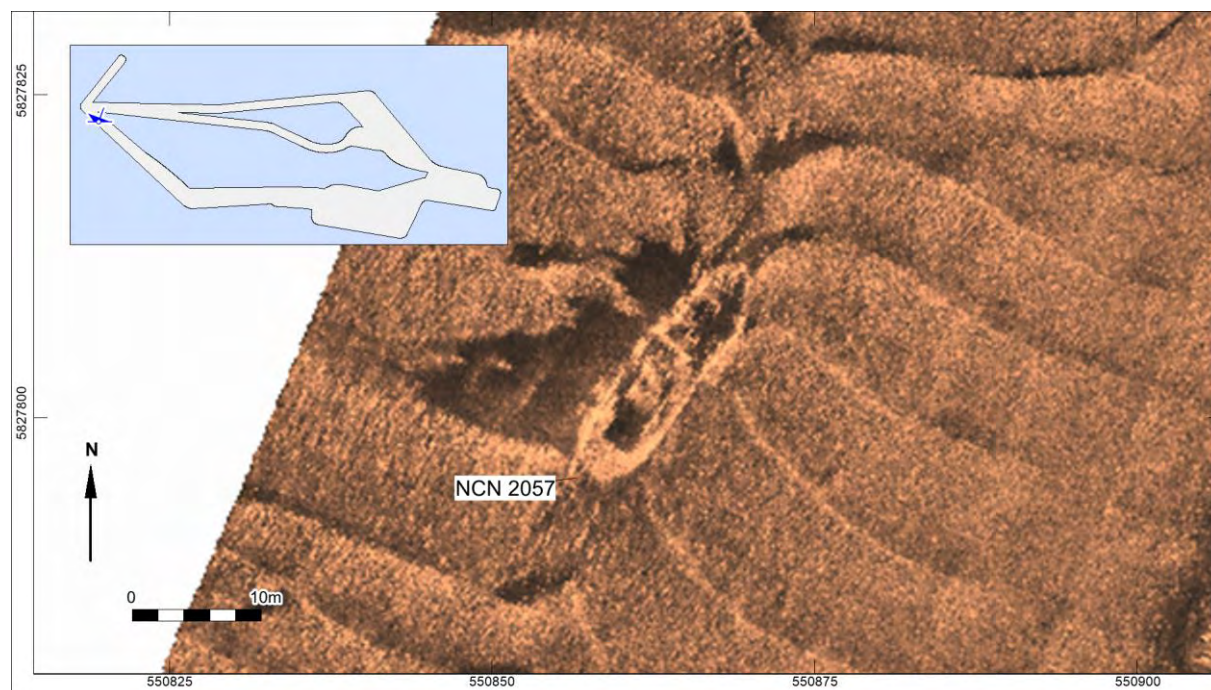
<sup>31</sup> P. de Boer, gegevensbeheerder RWS (ZD) per e-mail

ETRS89 UTM31N					
NCN	E	N	R95	Diepte	Omschrijving
50	595446	5812514	5	-17.5	Wrak van de Cycloop, sleepboot vergaan in WO2
263	504548	5760216	5	-16.8	Wrak van de Hondsbosch, vergaan 13-11-1973
269	604420	5816317	1	-12.0	Wrak van de Baloeran, wrakresten liggen over een groot gebied verspreid. Op 31 augustus 1943 op een mijn gelopen.
270	604650	5816167	1	-11.0	Wrak Louise Gerdina, vergaan 12-04-1879. Niet teruggevonden op de locatie
379	588029	5817119	0	-21.0	Onbekend wrak HY3125
518	587866	5816055	2	-20.6	Historisch wrak .Losse houten scheepsfragmenten, mogelijk van het dek waaronder een knie, dekbalken en planken (zware eikenhouten delen).
660	564044	5830147	1	-22.5	Onbekend wrak DHY 206
2013	603282	5816661	1	-12.5	Onbekend wrak DHY 2192
2014	603855	5816525	1	-12.1	Onbekend wrak HY2193
2015	605005	5816329	1	-9.1	Wrak van de Herta M., gezonken 16-09-1970
2017	602015	5817626	1	-14.8	Wrak gemeld in 1912
2018	603254	5817034	1	-13.9	Wrak gemeld in 1893
2019	603409	5816821	1	-14.2	Onbekend wrak DHY 2201
2020	602376	5818407	1	-14.5	Onbekend wrak DHY 2202
2021	604100	5818041	1	-13.0	Onbekend wrak DHY 2203
2022	605902	5818451	1000	-9.0	Onbekend wrak DHY 2204
2023	598431	5819662	5	-13.5	Onbekend wrak DHY 2206
2024	598876	5818953	5	-16.1	Onbekend wrak HY12322
2025	607745	5818010	1	-12.6	Wrak van de Heemskerck, gestrand 07-11-1923
2026	605364	5818934	1000	-11.2	Onbekend wrak DHY 2209
2028	561468	5820379	5	-23.4	Wrak stoomschip Countess of Durham, vergaan 15-10-1881
2037	594635	5823642	5	-16.9	Onbekend wrak DHY 2223, bijna vergaan. grootste deel onder het zand.
2038	594806	5823450	5	-19.1	Onbekend wrak DHY 2224
2039	595758	5823197	20	-17.5	Wrak Skoghaug, vergaan 24-12-1947, niet teruggevonden
2040	597665	5822087	20	-14.8	Onbekend wrak DHY 2226
2041	597418	5823616	20	-14.6	Onbekend wrak DHY 2227
2043	590712	5824349	5	-18.8	Onbekend wrak DHY 2230 grotendeels verdwenen onder het zand. kleine slijpgeul.
2044	594318	5825508	5	-16.0	Wrak van de Hellas, niet teruggevonden
2045	595480	5824870	5	-18.3	Klein wrak DHY 2232. intact. kleine slijpgeul visueel. Steekt ongeveer 2mtr boven de bodem uit.
2046	595968	5824005	5	-18.3	Wrak DHY 2233, is bijna niet visueel. nagenoeg verdwenen onder het zand.
2051	589301	5826959	20	-17.3	Wrak van de Eton, gezonken 1912, niet teruggevonden
2057	550864	5827791	1	-25.8	Nederlands visserschip Stellendam 4, vergaan 1969
2058	569328	5828365	5	-23.9	Onbekend wrak DHY 2249
2060	588397	5827512	5	-18.5	Onbekend wrak DHY 2251, gebroken. deels onder het zand.
2065	580767	5830306	20	-22.7	Wrak van de TX 24 (Nellie), gezonken 29-05-1957
2066	591639	5830773	20	-16.6	Onbekend wrak DHY 2258
2519	584604	5819212	5	-20.2	Onbekend wrak DHY 2942
17714	565309	5817420	8	-25.4	Contact/mogelijk wrakresten
190219	565418	5815487	0	0.0	Onbekend wrak DHY 4166, heeft nog geen formeel NCN

Tabel 10. Lijst van bekende scheepswrakken binnen het onderzoeksgebied

Van een (beperkt) aantal wraklocaties zijn geofysische opnamen beschikbaar (Bronnen: Rijkswaterstaat Zee en Delta en de Dienst der Hydrografie). Hieronder worden enkele voorbeelden gegeven.

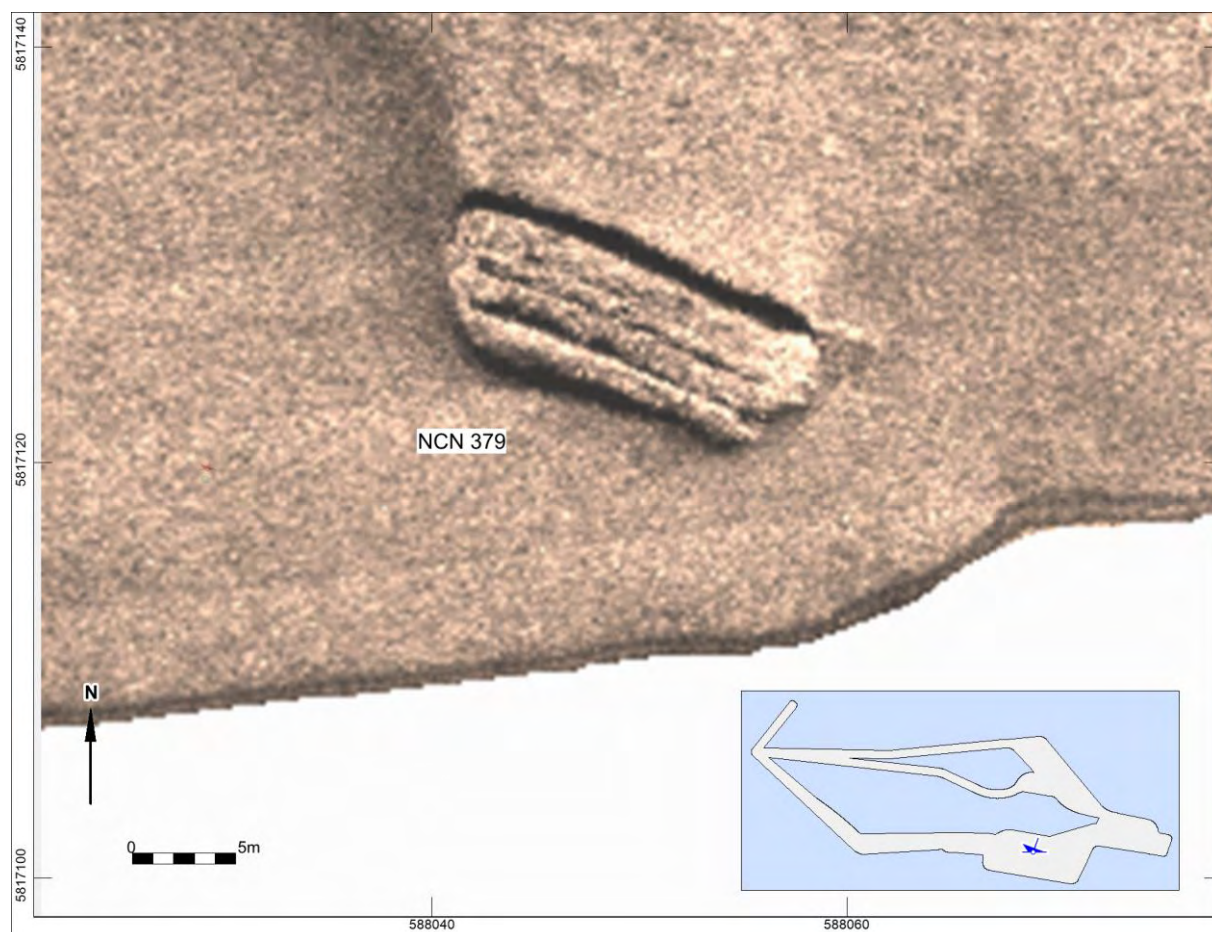
In het westen van het onderzoeksgebied ligt het wrak van het Nederlandse visserschip *Stellendam 4*, vergaan in 1969.



Afbeelding 22. Sonarbeeld van NCN 2057 (Bron: Dienst der Hydrografie).

Het wrak heeft geen formele archeologische waarde, maar wel een herinneringswaarde en emotionele waarde voor eventuele nabestaanden.

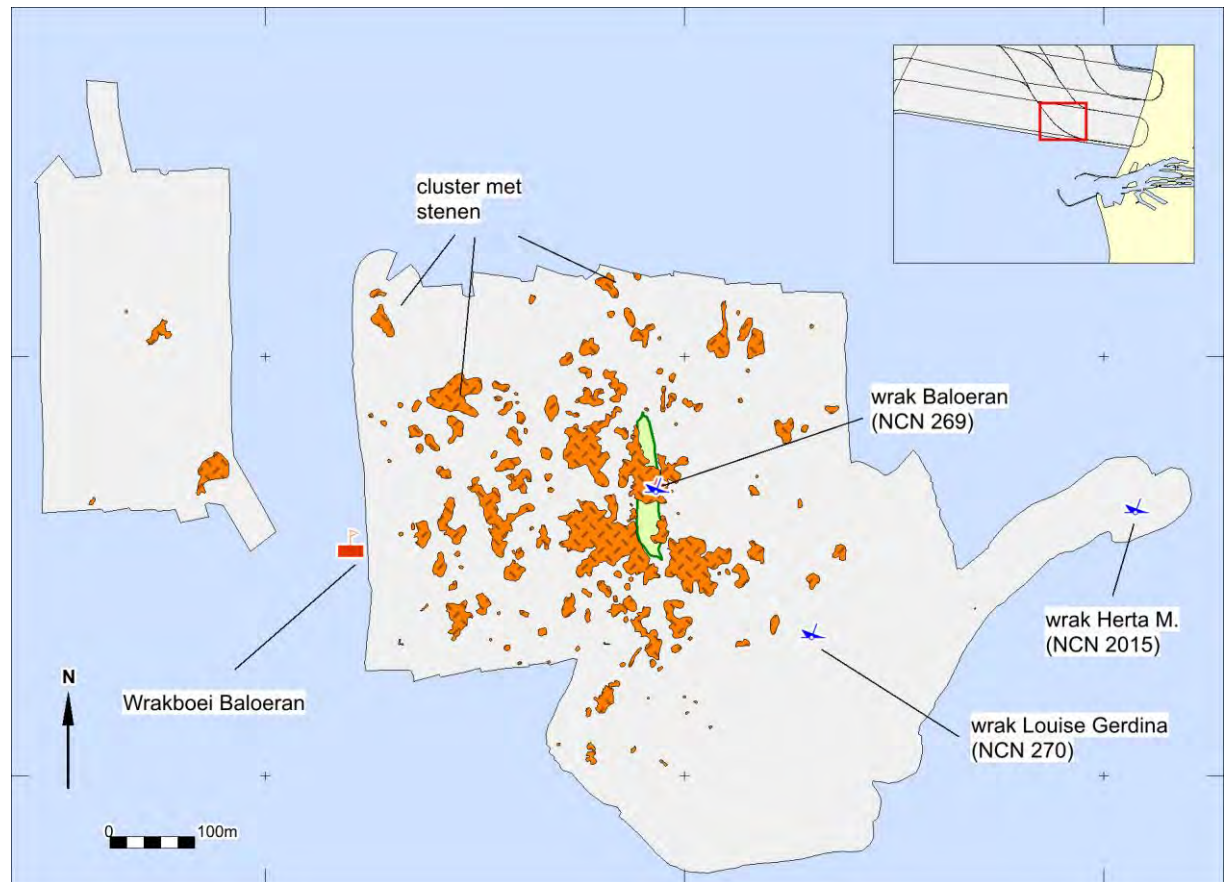
In het zuiden van het onderzoeksgebied ligt een nog niet geïdentificeerd wrak (NCN 379). Het zichtbare wrakdeel heeft een lengte van 20 meter en een breedte van 7 meter.



Afbeelding 23. Sonarbeeld van NCN 379 (Bron: Dienst der Hydrografie).

Dit wrak is in 2005 door de Dienst der Hydrografie gevonden. Het wrak is nog niet geïdentificeerd, de archeologische waarde is dus nog niet vastgesteld.

Vlak voor de kust van IJmuiden, in de zuidelijke tracéalternatieven liggen drie scheepswrakken: De *Louise Gerdina*, de *Herta M.* en de *Baloeran*.



Afbeelding 24. De omgeving van het wrak de *Baloeran*.

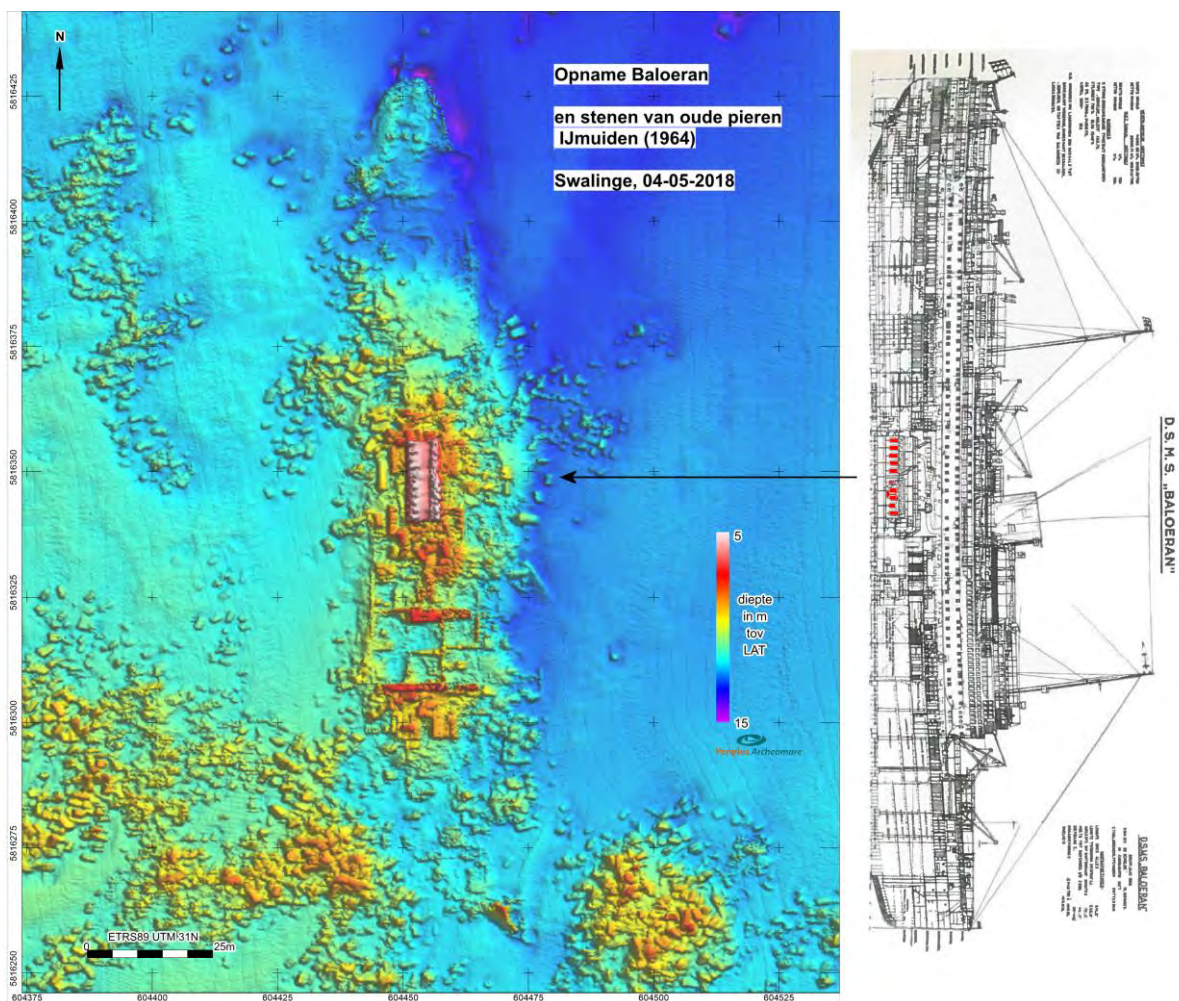
Tijdens eerder onderzoek op de locatie in 2018<sup>32</sup> is het gebied rondom het wrak van de *Baloeran* geïnventariseerd. Hierbij zijn zowel het wrak van de *Baloeran* als de *Herta M.* nauwkeurig gekarteerd. Het wrak van de *Louise Gerdina* is niet gevonden. Rondom de *Baloeran* liggen verschillende clusters met rechthoekige stenen blokken tot 3 x 2 x 1 meter.

<sup>32</sup> Van den Brenk, 2018

Een zoektocht naar de herkomst van deze stenen leverde het volgende op. In de periode 1960-1965 zijn de havenpien van IJmuiden vervangen. De heer B. Stuuut, voormalig hoofdopzichter van Rijkswaterstaat bij de bouw van de pieren meldt hierover het volgende:

*'Tijdens de bouw van de tuimelkade is gebruik gemaakt van blokken uit het oude gesloopte pierlichaam en afgedekt met steenasfalt. De resterende blokken uit de oude pier zijn door een Franse firma met een onderlosser bij de Baloeran gestort. (buitengaatse visplek voor o.a. gul en zeebaars op circa een halve mijl vanaf de Noordpier gerekend, WNW van IJmuiden).'*

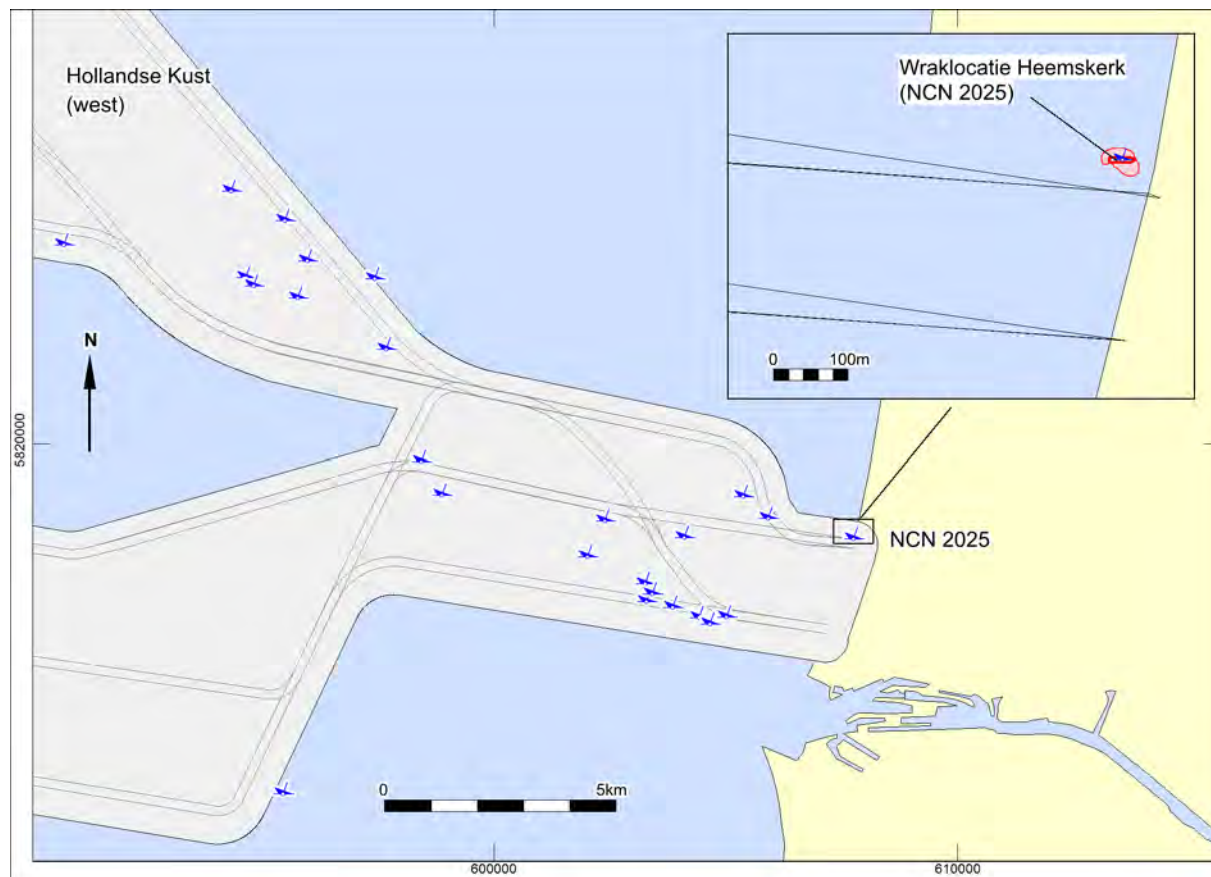
Het feit dat daar in 1960-1965 stenen op het wrak gestort zijn geeft aan dat waardering voor wrakken/erfgoed door loop van de tijd kan veranderen (erfgoedwaardering is dus dynamisch). Nu zouden we dergelijke 'dump' niet meer doen. Onderstaande afbeelding toont de *multibeamopname* van de *Baloeran* met een aantal stenen rondom.



Afbeelding 25. Hoge resolutie multibeamopname van het wrak van de Baloeran.

### NCN 2025 – wrak van de Heemskerk

Dicht bij de locatie waar de kabels aan land komen ligt het wrak van de *Heemskerk* (NCN 2025).



Afbeelding 26. Locatie van wrak NCN 2025, de Heemskerk.



Afbeelding 27 Foto van het wrak in 1923 (links) en 1988 (rechts).

In september 2019 is door TenneT een nader onderzoek uitgevoerd op de locatie waarbij is vastgesteld dat het inderdaad om het wrak van de Heemskerk gaat en wat de exacte ligging van het wrak is.<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Van den Brenk en van Lil, in voorbereiding. Onderzoek wrak Heemskerk



### Overige objecten

Naast de wrakken zijn in de SonarReg database van Rijkswaterstaat nog 501 andere contacten bekend binnen het onderzoeksgebied. Een samenvatting wordt gegeven in onderstaande tabel.

Type	Aantal
Anker	11
Bodemverstoring	46
Container	1
Kabel / ketting	66
Man made object	16
Onbekend	356
Schelpen	2
Stenen	2
Veen	1
<b>Totaal</b>	<b>501</b>

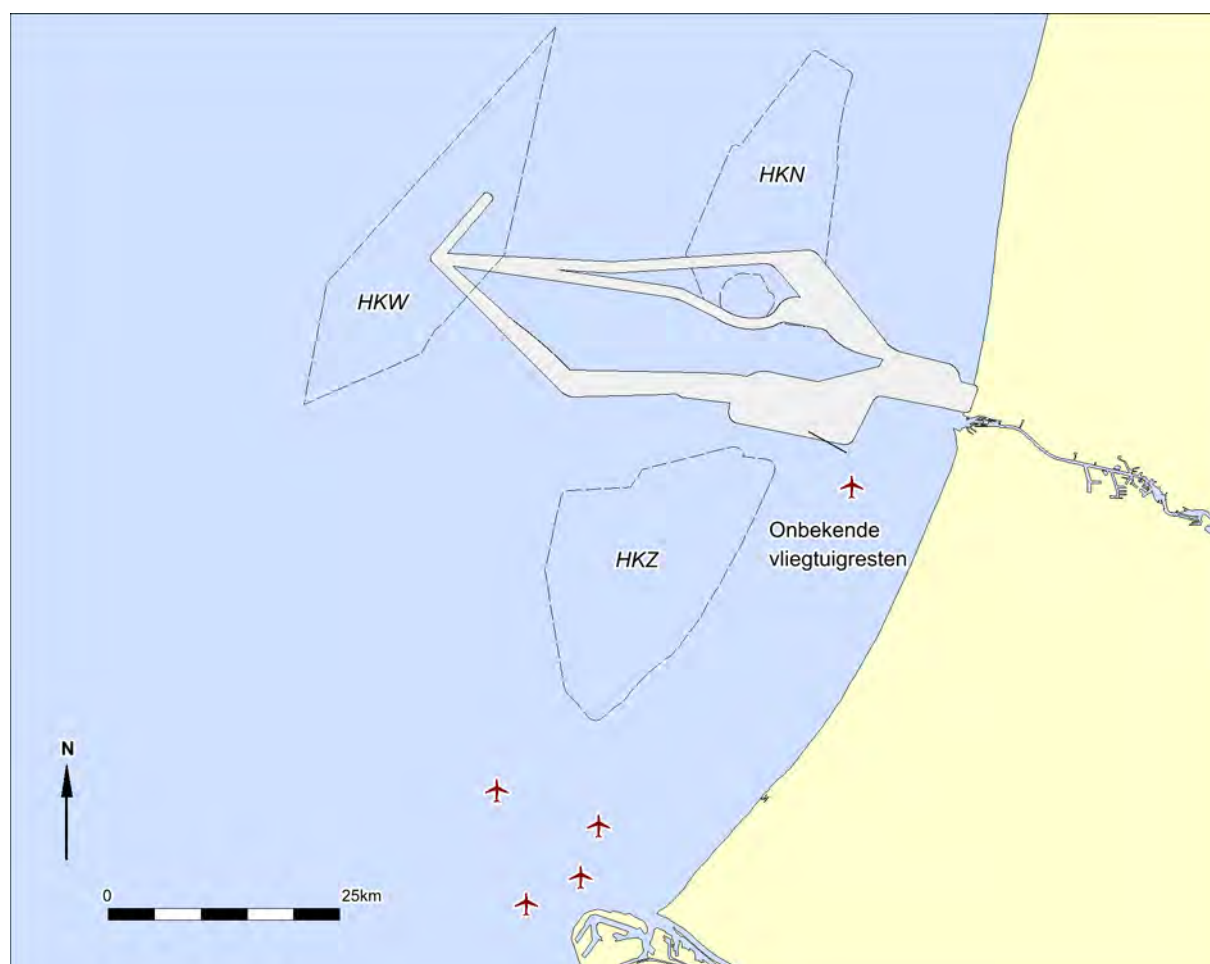
Tabel 11. Overzicht van de overige objecten binnen het onderzoeksgebied

Tien van de gekarteerde contacten in de categorie 'man made objecten' betreffen afsluiters (*wellheads*) van boorgaten uit de olie en gasindustrie. Hierbij zijn de boorgaten afgesloten met cement. Dit kunnen obstakels vormen voor de voorgenomen werkzaamheden. Onder de 'onbekende' objecten kunnen zich ook objecten met een archeologische waarde bevinden. Op basis van de beperkte beschikbare informatie kunnen daarover geen nadere uitspraken worden gedaan.

## Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.<sup>34</sup> Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden.<sup>35</sup> Archeologische vindplaatsen worden gewaardeerd op basis van hun fysieke kwaliteit (gaafheid en conservering) en inhoudelijke kwaliteit (zeldzaamheid, informatiewaarde, ensemblewaarde en representativiteit). Overblijfselen van gevechtsvliegtuigen uit de WO I en WO II hebben een andere bijzondere waarde: de herinneringswaarde. Hierdoor kunnen vliegtuigwrakken ongeacht hun fysieke en inhoudelijke kwaliteit behoudenswaardig zijn.

Voor het IJsselmeergebied bezit Rijkswaterstaat een overzichtskaart waarop vondsten en vermissingen zijn weergegeven. Een vergelijkbare kaart van de Noordzee bestaat (nog) niet<sup>36</sup>. Onderstaande afbeelding toont een overzicht van bekende vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied uit diverse bronnen.



Afbeelding 28. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving.

<sup>34</sup> Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.

<sup>35</sup> Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

<sup>36</sup> Persoonlijk commentaar Majoor A. Kappert, voormalig bergingsofficier Koninklijke Luchtmacht

Ten zuidwesten van IJmuiden ligt een locatie met (mogelijke) vliegtuigresten (NCN 9520, aangetroffen door Rijkswaterstaat in 2013). Het is denkbaar dat zich meerdere onontdekte resten bevinden in de omgeving. In de buitenhaven van IJmuiden zouden zich ook nog resten van een vliegtuigwrak bevinden.<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup> [http://haagsebunkerploeg.com/Forteneiland\\_IJmuiden/Wrakopruiming](http://haagsebunkerploeg.com/Forteneiland_IJmuiden/Wrakopruiming)

## 2.8. Gespecificeerde verwachting (LS05wb)

### Vroege prehistorie

In de ondergrond van de tracéalternatieven kunnen bewoningsresten uit het Midden *Paleolithicum*, het Laet *Paleolithicum* en het Vroeg *Mesolithicum* voorkomen. De top van de *pleistocene* afzettingen vormt het archeologische niveau voor laat-paleolithische en mesolithische kampplaatsen en begravingsresten. Resten uit deze perioden kunnen ook aan de basis van de holocene afzettingen voorkomen. Op een dieper niveau kunnen in de top van de Formatie van Drente kampplaatsen van Neanderthalers voorkomen. De correlatie tussen archeologische niveaus en lithostratigrafische eenheden is in onderstaande tabel samengevat.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Archeologische Verwachting*	Periode
Southern Bight	Bligh bank	zand	Holoceen	I, IV	ME – NT
Naaldwijk	Zandvoort	zand	Holoceen	I	ME – NT
	Wormer	klei en zand	Holoceen	I	ME – NT
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	II	VMESO
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg Holoceen	II	VMESO
Boxtel	Wierden	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	III	LPALEO – VMESO
	Singraven	zand, leem, klei en veen		II en III	LPALEO – VMESO
Kreftenheye	-	grof zand	Weichselien	IV	LPALEO
Eem	Brown Bank	klei	Eem tot Vroeg Weichselien	II en III	MPALEO
	-	zand en klei	Eem	IV	MPALEO
Drente	Uitdam	zand, silt en klei	Saalien	II en III	MPALEO
	Schaarsbergen	zand		II	MPALEO
	Gieten	grindig klei, leem en zand met stenen		III	MPALEO

Tabel 12. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie

\*

Archeologische verwachting	
I	Scheepswrakken en scheepvaartgerelateerde objecten; vliegtuigwrakken
II	Verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiiken en boomstamboten
III	Kampplaatsen en begravingsresten
IV	Verspoelde artefacten

In tabel 12 is te zien dat sporen van prehistorische nederzettingen (III) in dekzand van het Laagpakket van Wierden en beekafzettingen van het Laagpakket van Singraven worden verwacht. De locaties waar intacte

dekzandruggen en -kopjes of randen van beekdalen binnen de tracéalternatieven voorkomen is niet bekend.

Onder de *Formatie van Naaldwijk* kan het *pleistocene* landschap intact bewaard zijn gebleven. De kans hierop is vooral groot in zones waar geen erosie door getijdengeulen is opgetreden en waar de basis van de holocene opeenvolging wordt gemarkeerd door de Basisveen Laag en/of de Laag van Velsen. Het voorkomen van de Laag van Velsen en de Basisveen Laag is goed bekend binnen de begrenzing van het onderzoeksgebied Hollandse Kust (noord) en (west Alpha). De voorkomens zijn hier op basis van een *subbottom profiler survey* gekarteerd. Echter ook het voorkomen van veen en klei in het gebied rond de IJgeul is bekend. Veen en klei zijn hier vaak ontsloten aan de waterbodembodem. Deze ontsluitingen zijn waargenomen op sidescan sonar beelden.

De aanwezigheid van kampplaatsen (III) wordt gemarkeerd door vuurstenen en benen artefacten, botresten, houtskool en/ of verbrande zaden en noten (hazelnootdoppen). De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning).

Het is onbekend in hoeverre het *vroeg-holocene* landschap, en daarmee de gaafheid van de verwachte prehistorische nederzettingen, ter plaatse van de tracéalternatieven door erosie is aangetast. Deze geoarcheologische kennisleemte voor het Noordzeegebied is herkend door Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. In 2009 is daarom de 'North Sea Prehistory Research and management Framework (NSPRMF)' opgesteld, waarin de basis voor toekomstig onderzoek en beheer van het prehistorisch erfgoed wordt gelegd.<sup>38</sup> In 2019 is de NSPRMF opnieuw onder de loep genomen en op basis van de ontwikkelingen in de tussenliggende periode bijgesteld.

Theme	Topics
A. Stratigraphic and chronological frameworks	A.1: Lithostratigraphic classification and chronological anchoring A.2: Sea level change and glacio-isostasy A.3: Survival of deposits of archaeological significance A.4: Biostratigraphies and absolute dating
B. Palaeogeography and environment	B.1: Middle/Late Pleistocene reshaping of topography and river drainage B.2: Development of the Weichselian/Devensian landscape B.3: Palaeogeographic evolution after the Last Glacial Maximum (LGM) B.4: Quaternary palaeoecology
C. Global perspectives on intercontinental hominin dispersals	C.1: North Sea coastal dynamics and human uses of the coastal zone C.2: Pleistocene North Sea level oscillations and population of islands
D. Pleistocene hominin colonisations of northern Europe	D.1: Early human exploitation strategies in changing environments D.2: Natural barriers for hominin expansion
E. Reoccupation of northern Europe after the Last Glacial Maximum (LGM)	E.1: Post-LGM occupation flux E.2: Occupation strategies
F. Post-glacial land use dynamics in the context of a changing landscape	F.1: Changing landscape structure F.2: Behavioural diversity among hunter-gatherers F.3: Maritime archaeologies of the North Sea
G. Representation of prehistoric hunter-gatherer communities and lifeways	G.1: Spatial perspectives on North Sea palaeolandscapes G.2: The distributional nature of early hominin communities G.3: Enculturated hunter-gatherer landscapes

\* Despite the fact that theme G primarily focusses on post-LGM hunter-gatherers, topic G.2 was broadly defined, and of equal relevance to theme D.

Tabel 13. Onderzoeksthema's en onderwerpen uit de NSPRMF

<sup>38</sup> Peeters 2009; Peeters 2019.

Het NSPRMF 2019 rapport vormt de basis voor beleid de komende jaren. De AMZ onderzoeken die in het Noordzee-gebied worden uitgevoerd, waaronder de archeologische onderzoeken in het kader van de aanleg van exportkabels naar de windparken, moeten we aan uitgangspunten uit rapport bijdragen.<sup>39</sup>

Gezien de zeer snelle ‘verdrinking’ van het *pleistocene* landschap in het Vroeg Holoceen en de afdekking van archeologische niveaus door veen en klei kunnen prehistorische resten (zeer) goed geconserveerd zijn. Deze verwachting geldt zowel voor organische als anorganische resten. Indien de archeologische niveaus niet door menselijk handelen (denk bijvoorbeeld aan zandwinning) of natuurlijke processen (erosie) zijn aangetast, kunnen daarom prehistorische resten met een zeer hoge fysieke kwaliteit worden verwacht. Dit in tegenstelling tot de vroeg-mesolithische vindplaatsen die in de hooggelegen zandgebieden van Nederland zijn aangetroffen. Bij deze vindplaatsen is de vondstlaag vaak opgenomen in de bouwvoor en bevinden de grondsporen zich direct onder de bouwvoor en boven de grondwaterspiegel. De fysieke kwaliteit van deze vindplaatsen is altijd in meer of mindere mate aangetast.

Een ander punt waarop de verwachte nederzettingen langs de tracéalternatieven zich onderscheiden van de bekende vindplaatsen op het vasteland is hun lage ligging in het Noordzeegebied. Van de vroeg-holocene bewoners van het Noordzeegebied, van hun nederzettingen en van de wijze waarop zij zich handhaafden in het snel veranderende landschap is weinig bekend. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen in het gebied is daarom groot. Dit wordt ook gesteld in de Nationale onderzoeksagenda voor de Vroege Prehistorie: *Vindplaatsen en eventuele omringende fenomenen die zich bevinden in paleolandschappelijke contexten die nog niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde.* Voor de toekomstige onderzoeken wordt naast de NSPRMF verwezen naar het kader en de onderzoeksvragen in de NOaA.<sup>40</sup>

### **Historische scheepswrakken**

Binnen het onderzoeksgebied zijn 39 scheepswrakken bekend. Van de meeste van deze wrakken zijn weinig details bekend; de herkomst en ouderdom zijn nog niet vastgesteld. Ze kunnen dus een archeologische waarde hebben. De verwachting is, dat binnen het onderzoeksgebied nog onontdekte wrakken kunnen liggen.

Indien een schip zinkt en uiteindelijk op de zeebodem terecht komt, zal door de getijdenstroming het casco zich snel in een losse, zachte bodem inslijpen tot op het niveau van een harde bodem. Hoe dikker de laag met los materiaal, hoe meer van het schip hierin wordt verpakt en bewaard blijft.

Vooraf in gebieden waar de losse laag bestaat uit materiaal met een hoger kleigehalte zal die afdichting een sterke conserverende werking hebben. In meer zandige gebieden zal dit effect door de grotere zandfractie veel minder groot zijn.

---

<sup>39</sup> Schriftelijke mededeling B. Smit (RCE).

<sup>40</sup> <https://noaa.cultureelerfgoed.nl>.



Afbeelding 29. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).

Op het moment dat wrakken door erosie of andere oorzaken aan het oppervlak van de zeebodem komen te liggen kunnen zij worden aangetast door voortgaande erosie en zeeorganismen zoals de paalworm. Het hout van scheepswrakken wordt door de paalworm opgevreten wat leidt tot een sterke aantasting van de gaafheid en conservering van het wrak.

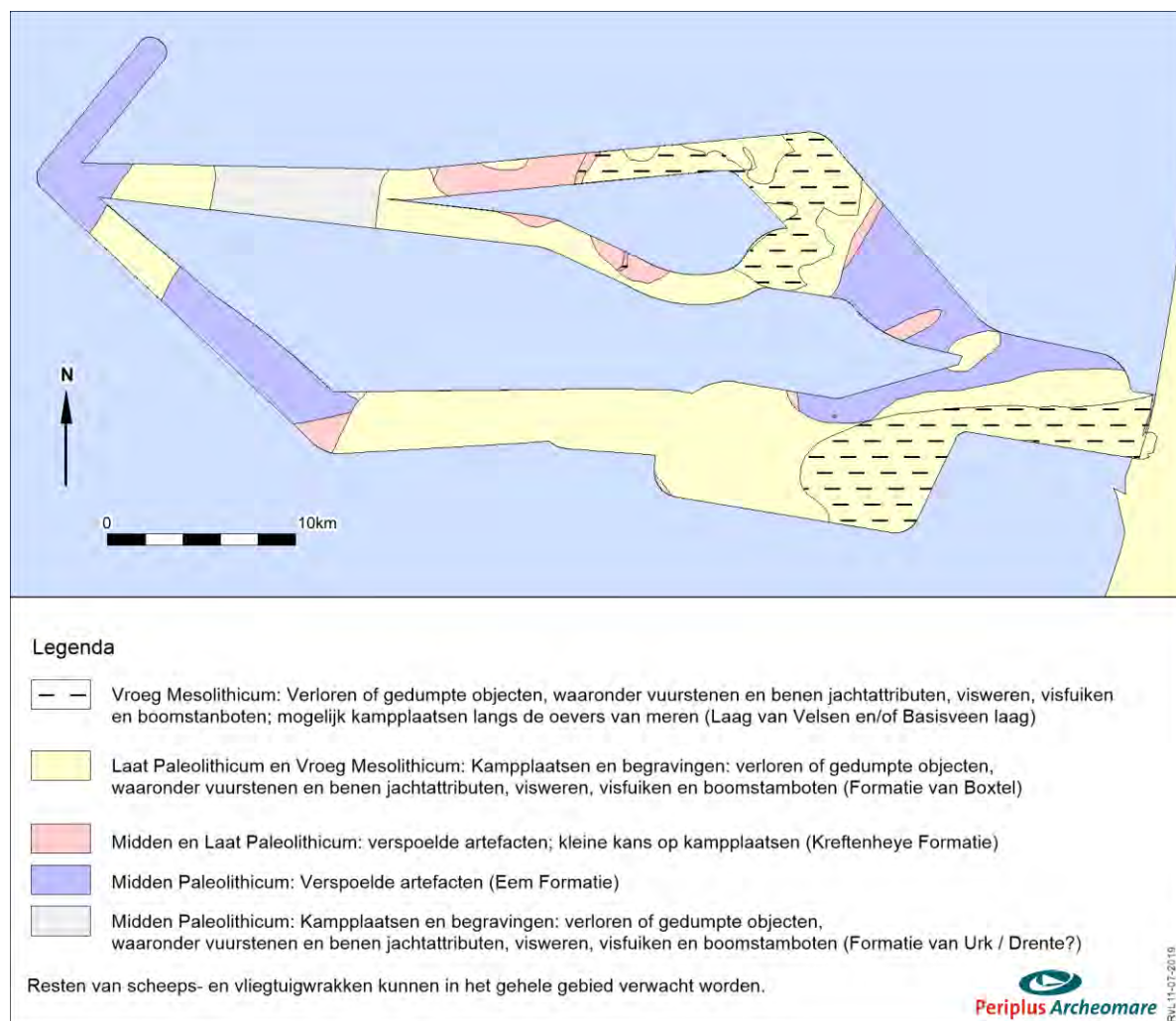
### Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland.<sup>41</sup> Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden. In de omgeving van het onderzoeksgebied is één melding van een vliegtuigwrak bekend. Het is denkbaar dat zich meerdere onontdekte resten bevinden in de omgeving.

De gecombineerde archeologische verwachting wordt samengevat in de afbeelding op de volgende bladzijde.

---

<sup>41</sup> Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.



Afbeelding 30. Samenvatting van de gespecificeerde archeologische verwachting.

De modellen waarop deze afbeelding is gebaseerd zijn onzeker en moeten getoetst worden.



### 3. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van het bureauonderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

*Zijn er archeologische waarden in het onderzoeksgebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?*

Binnen het onderzoeksgebied zijn vijf archeologische waarnemingen bekend binnen ARCHIS. Dit betreffen vier (resten van) historische scheepswrakken en één vondst van een Laat middeleeuwse ijzeren bijl.

*Kunnen in het onderzoeksgebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?*

In het onderzoeksgebied kunnen onontdekte scheeps- en vliegtuigwrakken en overblijfselen van prehistorische nederzettingen verwacht worden. Binnen het gebied zijn 39 scheepswrakken bekend waarvan het merendeel nog niet is onderzocht of geïdentificeerd, en waarvan de archeologische waarde dus nog niet is bepaald.

#### a) scheeps- en vliegtuigwrakken

De verwachting betreft vooral scheepswrakken uit de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd. Het gaat om geïsoleerde vindplaatsen met in de omgeving mogelijk objecten die aan het wrak gerelateerd zijn, zoals verloren lading of door erosie verspoelde delen van het wrak of de lading. Scheepswrakken kunnen overal in het gebied voorkomen; locaties zijn moeilijk te voorspellen. Resten worden vooral binnen het Bligh Bank Laagpakket verwacht. De dikte van deze laag varieert langs de tracéalternatieven van 0 tot 10 meter. De gaafheid en conservering van wrakken is sterk afhankelijk van het materiaal (hout of staal) en de context van de resten. Schepen die kort na het vergaan zijn afgedekt door sediment en ingebed in sediment bewaard zijn gebleven kunnen gaaf en goed geconserveerd zijn. Wrakken die aan het oppervlak liggen staan bloot aan erosie en aantasting door mariene organismen zoals de paalworm.

De verwachting voor vliegtuigwrakken betreft overblijfselen van gevechtsvliegtuigen uit WOII. Door de grote impact tijdens een crash kunnen resten over een groot gebied verspreid voorkomen.

#### b) prehistorische nederzettingsresten

De verwachting betreft kampplaatsen uit het Midden Paleolithicum, het Laat Paleolithicum en het Vroeg Mesolithicum. De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning). *In situ* resten worden verwacht in gebieden waar het *pleistocene* landschap intact is. Dit is mogelijk het geval waar het *pleistocene* vroeg *holocene* landschap is afgedekt door de *Basisveen Laag* en/of de *Laag van Velsen*. De *lithostratigrafische* context wordt gevormd door dekzandafzettingen van het *Laagpakket van Wierden* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven*. Deze eenheden liggen *offshore* en *nearshore* op een diepte van meer dan 20 mLAT. Langs de Hollandse kust kunnen dekzandkopjes en -ruggen op geringere diepte voorkomen. Vooral *offshore* vormt de *Formatie van Drente* de context voor kampplaatsen van Neanderthalers. Indien het *pleistocene* landschap intact aanwezig is worden nederzettingen van hoge fysieke kwaliteit en grote informatiewaarde verwacht.

Naast kampplaatsen kunnen in de vroeg-holocene afzettingen (*Basisveen Laag* en *Laag van Velsen*), en verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten verwacht worden. De mariene zanden en getijdenafzettingen van de *Eem Formatie*, de

*Formatie van Naaldwijk en het Bligh Bank Laagpakket* kunnen verspoelde artefacten bevatten. Deze verwachting geldt ook voor de *Formatie van Kreftenheye*.

*Vormt de aanleg van de kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?*

De aanleg van kabelsleuven kan een bedreiging vormen voor de verwachte archeologische resten. Vervolgonderzoek in de vorm van *side scan sonar, magnetometer en subbottom profiler* (inventariserend veldonderzoek opwaterfase) kan uitsluitel geven over de mogelijke aanwezigheid van deze resten. In hoeverre aanleg van de kabels een bedreiging vormt voor *in situ* prehistorische resten is op dit moment lastig in te schatten, omdat de ploegdiepte en de aard, diepteligging en intactheid van het *pleistocene* landschap op detailniveau niet bekend zijn. Voor goede inschatting hiervan is een geo-archeologische assessment noodzakelijk. Op basis van uitkomsten hiervan kan gekeken worden welke zones meest kansrijk zijn of bedreigd worden door ingreep.

*Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:*

*Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*

Om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering te kunnen bepalen wordt een vervolg onderzoek in de vorm van een geofysisch onderzoek (opwaterfase) geadviseerd. Met behulp van deze technieken kan meer informatie verkregen worden over de aanwezigheid van bekende en onbekende archeologische resten in het onderzoeksgebied. Aan de hand van de resultaten van dit onderzoek kan de route van de kabels worden aangepast binnen de grenzen van de vergunde corridor. Ook de resultaten van het onderzoek naar niet gesprongen explosieven kunnen aanleiding geven tot het verleggen van de kabelroutes binnen de corridor. Wanneer binnen de corridor voldoende ruimte kan worden gevonden voor het verleggen van de kabelroutes, dan kunnen de archeologische waarden op die manier behouden blijven.

## 4. Conclusies en advies

Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat binnen alle tracéalternatieven scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 39 scheepswrakken bekend. Het merendeel is nog niet geïdentificeerd, dus de archeologische waarde is niet vastgesteld. De verwachting is, dat binnen het onderzoeksgebied nog onontdekte wrakken kunnen liggen.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting te toetsen.<sup>42</sup> Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd. De data van deze *survey* kunnen worden gebruikt voor de toets en verfijning van het verwachtingsmodel (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	Methode	Doel	Opmerking
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Subbottom Profiler	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
	Magnetometer		
Prehistorische nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; specificeren van verwachting	boorbeschrijvingen moeten beantwoorden aan de doelstelling
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	korreleren met boorgegevens

Tabel 14. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *route survey* en wanneer de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute worden uitgevoerd. Het verdient aanbeveling de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen aan de geofysische opnamen dienen vastgelegd te worden in een Programma van Eisen.<sup>43</sup>

Het is voor de analyse van boorkernen voor archeologische doeleinden van belang dat deze kernen intact zijn. Monsters die zijn gebruikt voor sterkteproeven en korrelgroottebepalingen zijn in de regel niet geschikt voor archeologisch onderzoek, omdat ze niet meer intact zijn. Afstemming van het gebruik van de monsters is daarom van belang. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, dat de kernen voorafgaand aan het

<sup>42</sup> conform KNA waterbodems protocol 4103.

<sup>43</sup> conform KNA waterbodems protocol 4001.

gebruik voor de bepaling van fysische parameters (sterkte/korrelgrootte) worden onderzocht. Formeel dient dit te gebeuren door een gecertificeerd KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) prospector waterbodems, maar bij voorkeur ook door een groep van onderzoekers van verschillende bedrijven, instanties/kennisinstellingen met betrekking tot prehistorie op zee. Het met name om kennisvermeerdering en het verzamelen van goede data waardoor de (op dit moment nog beperkte) kennisstand uitgebouwd kan worden.

## Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied.....	5
Afbeelding 2. Diepte langs het tracé in meter ten opzichte van LAT.....	12
Afbeelding 3. Het onderzoeksgebied in relatie met de bestaande kabels en leidingen.....	14
Afbeelding 4. Overige infrastructuur rondom het onderzoeksgebied.....	15
Afbeelding 5. Overzicht van de eerder uitgevoerde onderzoeken in- en rond het gebied. ....	16
Afbeelding 6. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken.....	17
Afbeelding 7. Menselijke schedel gevonden in de netten van vissersmannen in ‘Noordzee/Doggerland’ in November 2019 (foto: Kommer Tanis).....	18
Afbeelding 8. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970).....	19
Afbeelding 9. Artist impression van het legerkamp Velsen (illustratie: Ulco Glimmerveen).....	20
Afbeelding 10. Ligging van het onderzoeksgebied op de Pascaert uit 1675 van De Wit. ....	21
Afbeelding 11. Ligging van het onderzoeksgebied op historische kaart 1852 (Jacob Swart). ....	21
Afbeelding 12. Oppervlaktensedimenten .....	23
Afbeelding 13. Top Pleistoceen (naar: Laban 2004).....	24
Afbeelding 14. Top Pleistoceen in meter onder de zeebodem (op basis van TNO grids aangevuld met data Laban 2004) .....	26
Afbeelding 15. Geologisch profiel van Hollandse Kust (west Beta) naar de kust bij Wijk aan Zee (data: Deltares grids).....	27
Afbeelding 16. Bekende veenvoorkomens in het onderzoeksgebied.....	29
Afbeelding 17. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Weichselien .....	31
Afbeelding 18. Overzichtkaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat.....	32
Afbeelding 19. Archeologische potentie voor prehistorische vondsten.....	34
Afbeelding 20. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen rondom het onderzoeksgebied.....	35
Afbeelding 21. Bekende wrakken en andere waarnemingen (NCN) binnen het onderzoeksgebied.....	36
Afbeelding 22. Sonarbeeld van NCN 2057 (Bron: Dienst der Hydrografie). ....	38
Afbeelding 23. Sonarbeeld van NCN 379 (Bron: Dienst der Hydrografie). ....	39
Afbeelding 24. De omgeving van het wrak de Baloeran. ....	40
Afbeelding 25. Hoge resolutie multibeamopname van het wrak van de Baloeran. ....	41
Afbeelding 26. Locatie van wrak NCN 2025, de Heemskerk. ....	42
Afbeelding 27 Foto van het wrak in 1923 (links) en 1988 (rechts).....	42
Afbeelding 28. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving. ....	44
Afbeelding 29. Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).....	49
Afbeelding 30. Samenvatting van de gespecificeerde archeologische verwachting. ....	50



## Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden.....	2
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied.....	2
Tabel 3. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden.....	3
Tabel 4. Overzicht van kruisende Electra- en telecomkabels.....	13
Tabel 5. Overzicht van kruisende pijpleidingen .....	13
Tabel 6. Overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied.....	16
Tabel 7. Basis Holoceen (=dikte Blich Bank Laagpakket + Formatie van Naaldwijk) .....	24
Tabel 8. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied .....	30
Tabel 9. Bekende waarnemingen uit ARCHIS rondom het onderzoeksgebied .....	35
Tabel 10. Lijst van bekende scheepswrakken binnen het onderzoeksgebied .....	37
Tabel 11. Overzicht van de overige objecten binnen het onderzoeksgebied .....	43
Tabel 12. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie .....	46
Tabel 13. Onderzoeksthema's en onderwerpen uit de NSPRMF .....	47
Tabel 14. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden.....	53

## Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

<b>Term</b>	<b>Omschrijving</b>
<i>Antropogeen</i>	Door menselijk handelen
<i>Allerød interstadiaal</i>	Het Allerød-interstadiaal is warme en nattere periode tijdens het laatste glaciaal (IJstijd) dat duurde van 13.900 tot 12.850 jaar geleden.
<i>ARCHIS</i>	ARCHEologisch Informatie Systeem. Het door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed beheerde archeologische informatiesysteem
<i>Crevasse afzetting</i>	Een crevasse afzetting bestaat uit een doorbraak van een rivier die niet heeft doorgezet. Door de doorbraak is een afzetting ontstaan met sediment uit de oeverwal. Crevasse-afzettingen zijn bewaard gebleven doordat ze hoger liggen in het landschap.
<i>Discordant</i>	Hiaat tussen twee sedimentaire lagen, komt vaak tot uiting in een hoekverschil
<i>Geogenese</i>	Ontstaansgeschiedenis
<i>Geofysisch onderzoek</i>	Non-destructief onderzoek van natuurlijke en antropogene fenomenen, op, aan of onder de waterbodem door de inzet van een surveyschip dat is toegerust met specialistische meetapparatuur (side scan sonar, single/multibeam echo sounder, magnetometer, subbottom profiler, etc.)
<i>Geotechnisch onderzoek</i>	Bodempenetrerend onderzoek door middel van grondboringen of sonderingen om de samenstelling en fysieke eigenschappen van de ondergrond vast te stellen.
<i>Holoceen</i>	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 9000 v.Chr. tot heden)
<i>In situ</i>	Ter plaatse, in de oorspronkelijke toestand
<i>Klastische rivierafzettingen</i>	Klastisch wil zeggen dat een gesteente of sediment is opgebouwd of bestaat uit fragmenten van afgebroken gesteente (zogenaamde klasten).
<i>KNA</i>	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
<i>LAT</i>	Lowest Astronomical Tide
<i>Lithostratigrafie</i>	Studie van de gesteentelagen binnen de stratigrafie en geologie.
<i>Magnetometer</i>	Techniek om afwijkingen veroorzaakt door de aanwezigheid van ferro-magnetisch materiaal (ijzer) in het natuurlijke magnetische veld te detecteren
<i>Mesolithicum</i>	De periode (8800-4900 voor Chr.) die begint na het aflopen van de laatste ijstijd en eindigt wanneer een samenleving overschakelt op landbouw en veeteelt en tal van nieuwe technologieën ontwikkelt of overneemt (Neolithicum)
<i>Multibeam echosounder</i>	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt
<i>Nearshore</i>	Het kustnabije deel van de zee vanaf de 0m dieptecontourlijn tot 3km uit de kust, of het punt waarop de waterdiepte sterk toeneemt
<i>Offshore</i>	Diepere deel van de zee, dat verder van de kust verwijderd ligt dan het <i>nearshore</i> gedeelte
<i>Paleolithicum</i>	De oudste periode in de voorgeschiedenis van de mens en zijn materiële cultuur (300.000-8800 v. Chr.)
<i>Pleistoceen</i>	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het Pleistoceen eindigt met het begin van het <i>Holoceen</i> , ca 11700 jaar geleden



<b>Term</b>	<b>Omschrijving</b>
<i>Seismiek</i>	Een methode om een beeld te krijgen van de ondergrond met behulp van kunstmatig opgewekte akoestische golven.
<i>Side scan sonar</i>	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidsignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfologie en type te classificeren
<i>Stratigrafie</i>	De volgorde van opeenvolgende gesteentelagen. Hiermee kunnen aardlagen worden beschreven en gedateerd.
<i>Stroomribbels</i>	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langsstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
<i>Survey</i>	Onderzoek, standaardterm uit de offshore industrie
<i>TNO-NITG</i>	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
<i>Vicus</i>	Nederzetting in de Romeinse tijd bij een Romeins <i>castellum</i> (legerplaats)

## Referenties

### Literatuur

- Brown, G.M. en Hageman, B.P., 1984. Geological map Flemish Bight.
- Buitendorp, T., 2019. Brittenburg, verdronken hoeksteen van het Romeinse Rijk. ISBN: 9789088907586. online te lezen via <https://www.sidestone.com/books/brittenburg>
- Busschers, F.S., C.W. Dubelaar, J. Stafleu en D. Maljers, 2010: Lithological and sand grain-size variability in the three-dimensional GeoTOP model of Zuid-Holland, Delft.
- De Mulder, E. e.a., 2003: De ondergrond van Nederland, Groningen.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation), Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 45, 9-56.
- Dijkstra, H. en Ketelaar, F.C.J., 1965. Brittenburg: raadsels rond een verdronken ruïne.
- Forzoni, A., T. Vermaas, C. Mesdag, M. Hijma, G. de Lange en M. de Kleine, 2017. Geological study Hollandse Kust (noord) Wind Farm Zone. Deltares project 11200513-002 reference 11200513-002-BGS-0001.
- Gaffney, V.L., K. Thomson en S. Fitch, 2005: The Archaeology and geomorphology of the North Sea, Kirkwall.
- Hessing, W.A.M., 2005: Het Nederlandse kustgebied, in: Bechert, T en W.J.H. Willems (red.), De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust, 89-102.
- Hijma, M., 2009: From river valley to estuary, The early-mid Holocene transgression of the Rhine-Meuse valley, The Netherlands, Netherlands Geographical Studies 389, Utrecht.
- Huizer, J. en H.J.T. Weerts, 2003: Formatie van Maassluis, In: Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond, Geologische Dienst Nederland (DINOloket).
- IMAGO projectgroep, 2003: Eindrapportage IMAGO: Samenvatting en conclusies, RDIJ rapport 2003-13a.
- Kramer, E. e.a., 2003 (red.): Koningen van de Noordzee, 250-850, Leeuwarden / Nijmegen.
- Louwe Kooijmans, L.P., 1970-1971. Mesolithic Bone and Antler Implements from the North Sea and from the Netherlands.- Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 20-21: 69-70.
- Maarleveld, Th. J. en E.J. van Ginkel, 1990: Archeologie onder water, het verleden van een varend volk, Amsterdam.
- Maarleveld, TH.J. 1998: Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies, Almere.
- Muis, L.A. en S. van den Brenk, 2013. Historische scheepswrakken – systematische opnamen en monitoring. Periplus Archeomare briefrapport 12A001
- Peeters, J.H.M., L.W.S.W. Amkreutz, K.M. Cohen and M.P. Hijma, 2019. North Sea Prehistory Research and Management Framework (NSPRMF) 2019. Nederlandse Archeologische Rapporten 063.
- Niekus, J.L.Th., P. R. B. Kozowyk, G. H. J. Langejans, D. Ngan-Tillard, H. van Keulen, J. van der Plicht, Kim M. Cohen, W. van Wingerden, B. van Os, B. I. Smit, L. W. S. W. Amkreutz, L. Johansen, A. Verbaas, G. L. Dusseldorp, 2019: Middle Paleolithic complex technology and a Neandertal tar-backed tool from the Dutch North Sea. Proceedings of the National Academy of Sciences. 116 (44).
- Rieu, R., van Heteren, S., van der Spek, J.F., and de Boer, P.L., 2005: Development and preservation of a Mid-holocene Tidal-Channel Network Offshore the Western Netherlands. Journal of Sedimentary Research, 75-3, p 409-419.
- Rijdsdijk, K.F, S. Passchier, H.J.T. Weerts, C. Laban, R.J.W. van Leeuwen & J.H.J. Ebbing, 2005: Revised Upper Cenozoic stratigraphy of the Dutch sector of the North Sea Basin: towards an integrated lithostratigraphic, seismostratigraphic and allostratigraphic approach. Netherlands Journal of Geoscience 84-2, p 129-146
- Van den Brenk, S. en R. van Lil, 2019. Programma van Eisen archeologische begeleiding berging scheepswrak 'Heemskerk' IJM 5.

- Van den Brenk, S. en van Lil, R., 2017. Archaeological desk study Hollandse Kust (noord). Periplus Archeomare rapport 17A007-01
- Van den Brenk, S., B.E.J.M. van Mierlo en W.B. Waldus, 2008. Archeologisch bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en van den Oever, E.A., 2015. Desk study archaeological assessment Hollandse Kust (zuid). Periplus Archeomare rapport 15A024
- Van den Brenk, S., 2019. Beschrijving mogelijke wraklocatie 'Heemskerk IJmuiden 5', Noord-Holland. Periplus Archeomare rapport 19A013-01 en 02
- Van Lil, R. en L.A. Muis, 2014. Bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek Noordzee – Zandwingebied Bergen – Egmond A. Periplus Archeomare rapport 14A014-02
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2014. Archeologisch bureauonderzoek windturbinepark Q4 en kabelroute naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 14A021-01.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2017. Pipe lines from platform Q10-A to platform P15-D, an archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare rapport 17A035-02.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2018. Net op Zee Hollandse Kust (noord) en (west alpha). Offshore export kabeltracé. Periplus Archeomare rapport 18A013-01.
- Van Lil, R., 2014. Bureauonderzoek en inventariserend veldonderzoek Zandwingebied Q8J. Periplus Archeomare rapport 14A040-02
- Van Mierlo, B.E.J.M., van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2009. Bureauonderzoek ontwikkeling Amstel & Zaan Field. Periplus Archeomare rapport 09A005
- Velthuis I.M.J. and J.P.F. Verweij. Offshore Route Survey, Hollandse Kust (noord), North Sea. Geophysical field survey using side scan sonar and magnetometer. ADC rapport 4797 (Draft)
- Verhart, L., 2005: Een verdronken land. Mesolithische vondsten uit de Noordzee, in: Louwe Kooijmans, L.P. e.a. (red.), de Prehistorie van Nederland, 157-160.
- Vonhögen-Peeters, L.M., S. van Heteren and J.H.M. Peeters, 2016. Indicatief model van het archeologische potentieel van de Noordzeebodem. Deltares rapport 209133-000
- Waasdorp, J.A., 1999: Van Romeinse soldaten en Cananefaten, Den Haag.

#### Atlassen en Kaarten

- Geologische kaarten *TNO-NITG*; GeoTOP-model Laag van Wijchen en Hollandveen Laagpakket
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)
- Noordzeeatlas

#### Internetbronnen

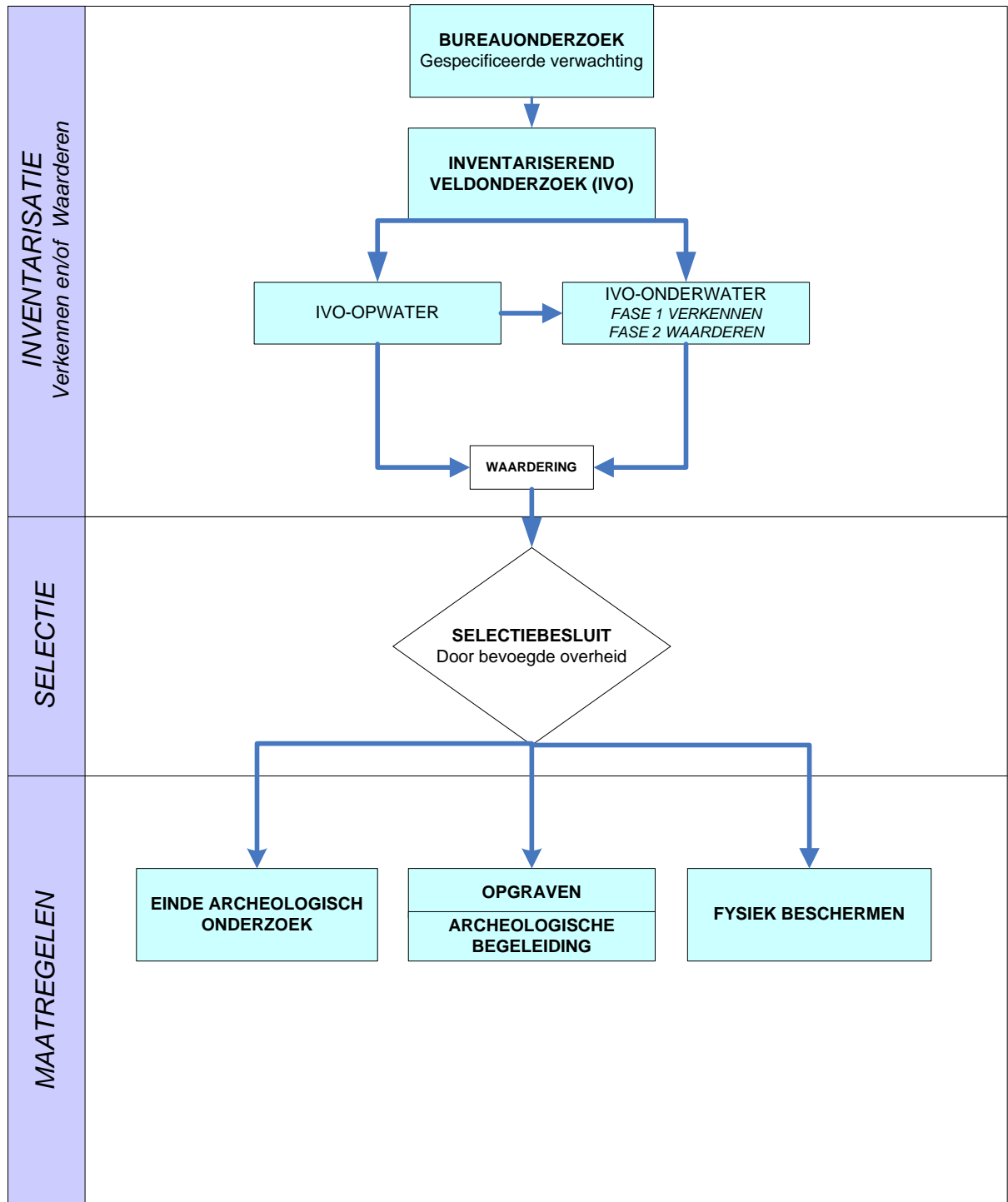
- Dienst der Hydrografie ([www.hydro.nl](http://www.hydro.nl))
- Dinoloket ([www.dinoloket.tno.nl](http://www.dinoloket.tno.nl))
- Noordzeeloket ([www.noordzeeloket.nl](http://www.noordzeeloket.nl))
- Olie en Gasportaal ([www.nlog.nl](http://www.nlog.nl))
- North Sea Paleolandscapes, University of Birmingham (<http://www.iaa.bham.ac.uk>)
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie ([www.nfla.nl](http://www.nfla.nl))
- Stichting Aircraft recovery Group 40-45 (<http://www.arg1940-1945.nl>)
- Wrakopruiming in de havenmond van IJmuiden, (<http://haagsebunkerploeg.com>)

### **Overige bronnen**

- ARCHIS III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Correspondentie en gesprekken met Majoor P. Petersen en Majoor A. Kappert, bergingsofficieren Koninklijke Luchtmacht
- Databases Periplus Archeomare
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationale Onderzoeksagenda Archeologie 2.0
- SonarReg contacten database Rijkswaterstaat Zee en Delta



## Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems



## RAAP Adviesdocument 1165

Type onderzoek	:	Proefsleuvenonderzoek
Toponiem plangebied	:	Hollandse Kust (west Beta)
Plaats	:	Wijk aan Zee
Gemeente	:	Beverwijk
Provincie	:	Noord-Holland
Opdrachtgever	:	Arcadis B.V.
RAAP-projectcode	:	WZWM4
Auteur(s)	:	H.M. Molthof MA
Versie	:	4 maart 2021

# Inleiding

Dit adviesdocument geeft een overzicht van de eerste resultaten van het proefsleuvenonderzoek aan de Tussenwijkweg te Wijk aan Zee, met een voorlopige waardering van de aangetroffen archeologische resten. Er wordt tevens een advies gegeven voor het vervolgtraject t.b.v. een eventuele doorstart naar een opgraving. Dit document dient als basis voor het bevoegd gezag om een besluit te nemen over het vervolgtraject.

In het gebied wordt een transformatorstation gebouwd, waarbij de bodem zal worden verstoord door het aanleggen van gebouwen en het ingraven van funderingspoeren voor masten, en door het aanleggen van een werkterrein t.b.v. de bouw (zie het Programma van Eisen voor meer informatie over de ingrepen; Molthof 2021). Ook worden in het noorden van het terrein gestuurde boringen gezet.

Op basis van bureau- en booronderzoek is het terrein aangemerkt voor proefsleuvenonderzoek omdat hier een historisch erf, "Tusschenwijk" heeft gelegen. Voorafgaand aan het proefsleuvenonderzoek was bekend (op basis van de kadastrale minuut uit 1832 en topografische kaarten uit de 20<sup>e</sup> eeuw) dat het erf uit een hoofdgebouw en een bijgebouw heeft bestaan en dat er later nog een extra bijgebouw aan de oostzijde is bijgebouwd. Het erf is in de loop van de 20<sup>e</sup> eeuw in fasen gesloopt.

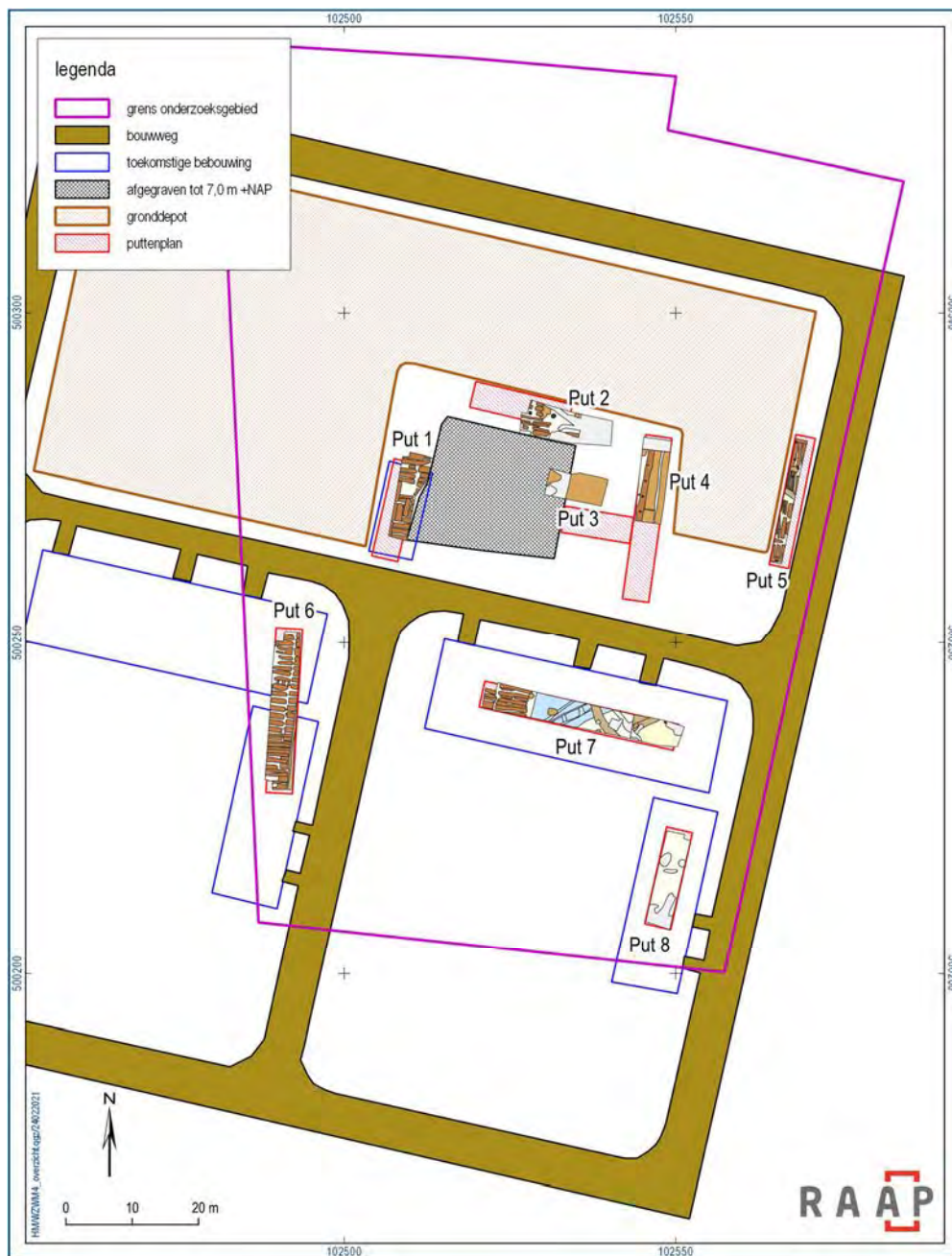
Gezien de korte termijn tussen het veldwerk en het opleveren van het adviesdocument, is de allesporenkaart nog een conceptversie en zijn vondsten nog niet volledig gedetermineerd (alleen een scan per vondstnummer met globale dateringen). Wanneer het veldwerk volledig is afgerond, zal de uitwerking worden voortgezet en een evaluatierapport worden opgesteld.



# Voorlopige resultaten veldwerk

## Putten

In totaal zijn acht putten aangelegd (zie figuur 1). Put 1, 5, 6, 7 en 8 zijn min of meer aangelegd zoals gepland. Put 2 is wat korter en breder gemaakt i.v.m. de bereikbaarheid door de kraanmachine naast het gronddepot, put 3 is wat opgeschoven naar het noorden en put 4 aan de zuidkant wat ingekort, vanwege een sneeuw/watergeul op deze locatie (deels al verstoord). Put 3 kon niet op put 4 aansluiten i.v.m. de aanwezigheid van een asbestbuis tussen beide putten (parallel aan de westkant van put 4).



Figuur 1. Overzicht aangelegde putten.

## Vondstmateriaal

Het vondstmateriaal bestaat vooral uit gebruiks aardewerk, glas en bouwkeramiek. In mindere mate is dierlijk bot aanwezig, en er zijn twee metaalvondsten verzameld. In figuur 2 is ter illustratie een foto opgenomen van het materiaal uit een vulling van greppel S11 (zie hieronder bij “Sporen”).

Het aardewerk is gescand door M. Jordanov (RAAP). Het vondstmateriaal dateert overwegend uit de 17<sup>e</sup> en 18<sup>e</sup> eeuw. Een deel van de sporen bevat alleen materieel uit deze periode (of specifiek alleen uit de 17<sup>e</sup> eeuw of alleen de 18<sup>e</sup> eeuw), maar er zijn ook een aantal sporen die een mix van materiaal uit de 17<sup>e</sup> t/m 19<sup>e</sup> eeuw bevatten. In vier à vijf sporen is materiaal uit de 20<sup>e</sup> eeuw aanwezig (soms vermengd met ouder materiaal).

Er is geen materiaal gevonden dat specifiek vroeg 17<sup>e</sup>-eeuws is, of 16<sup>e</sup>-eeuws (dus geen concrete aanwijzingen voor oudere fasen van het erf). Wel is in de onderste vulling van sloot S11 één dikke, ruwwandige wandscherf gevonden die ouder is, vermoedelijk Romeins of vroegmiddeleeuws (zie midden van krat in figuur 2).

De botvondsten bestaan uit een hondenschedel, een metacarpus van een rund, en nog enkele andere (dierlijke) botten.

De twee metaalvondsten zijn een ijzeren plaatje en een ijzeren kram of haak.



Figuur 2. Inhoud S11 vulling 11.

## Sporen

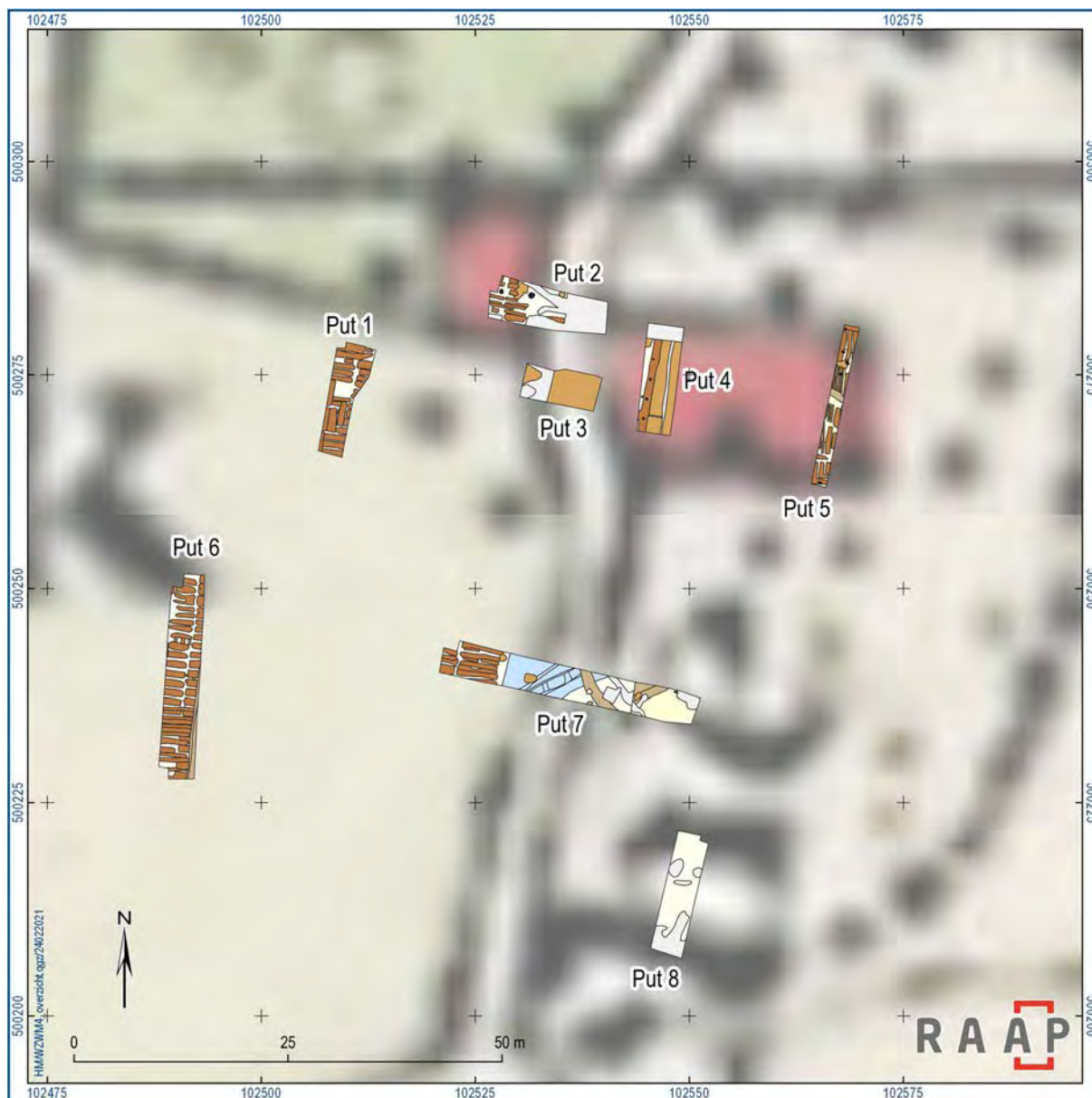
In figuur 3 is een projectie opgenomen van de allesporenkaart over de topografische kaart van ca. 1925. Zie bijlage 1 voor de allesporenkaarten per put.

In het algemeen kan worden gezegd dat het sporenvlak op de meeste plaatsen nog intact is, hoewel de tot nu toe door TenneT uitgevoerde bouwwerkzaamheden (egaliseren, verharding aanbrengen) wel enige verstoring hebben veroorzaakt, met name in en rond het zandwinningsgat tussen put 1, 2 en 3. De verstoringdiepte varieert tussen de 20 cm –Mv tot ca. 80-90 cm –Mv.

Het sporenvlak varieert van 7,5 tot 8,1 m +NAP (zie tabel 1), maar ligt in de meeste putten op 7,7 m +NAP.

Put	Hoogte sporenvlak
1	7.55 m +NAP
2	7.70 m +NAP
3	7.70 m +NAP (inschatting; bovenzijde sporen onder verstoring was 7.55 m +NAP)
4	7.75 m +NAP
5	7.70 m +NAP
6	7.70 m +NAP
7	7.70 - 8.10 m +NAP (loopt op naar het oosten)
8	7.90 m +NAP

Tabel 1. Overzicht vlakhoogtes.



Figuur 3. Projectie allesporenkaart over topografische kaart ca. 1925.

In put 1 en 6, aan de westkant van het onderzoeksgebied, liggen vooral oost-west georiënteerde plantbedden in de ondergrond. Het vondstmateriaal hieruit dateert uit de 18<sup>e</sup> en 19<sup>e</sup> eeuw en mogelijk nog uit het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw. Er zijn in ieder geval twee fasen in te zien (S1 oversnijdt S2). Hier en daar zijn plantbedden met een noord-zuid oriëntatie aanwezig. Deze leken op sommige plaatsen S1/S2 te oversnijden en op sommige plaatsen juist ouder te zijn dan S1/S2, maar dit was lastig te zien omdat het vaak om onderkanten met spitsporen ging. In put 6 liggen ongeveer halverwege de put ook drie paalkuilen, die worden oversneden door S2. De enige vondst uit één van de paalkuilen is een scherfje dat waarschijnlijk van een olielamp afkomstig is en in dat geval uit ca. 1625 tot 1675 dateert. Tegen de oostwand van put 1 loopt een greppel waar geen vondstmateriaal uit afkomstig is, maar die de plantbedden oversnijdt.

Put 2 t/m 5 liggen ongeveer ter plaatse van de voormalige historische gebouwen. Dit is ook terug te zien in de aangetroffen sporen: In de westelijke helft van put 2 liggen (behalve plantbedden) ook enkele

kuilen en paalkuilen. In de onderkant van één van de paalkuilen was nog een restant van een paalkern aanwezig. Op basis van de diameter van het hout (ca. 10 cm) lijkt het niet om een stevige grote structuur te gaan, wat ook klopt met de ligging van een bijgebouw op deze locatie. In de oostelijke helft van put 2 was een erg rommelige laag te zien met puin, die in het veld als (sloop)verstoring is geïnterpreteerd (evenals het noorden van put 4), maar die ook te maken kan hebben met de voormalige Tussenwijkweg (puinverharding?). Ook de oostelijke helft van put 3 ligt volgens de projectie op de Tussenwijkweg. Hier waren plantbedden te zien (S20), maar met een heel andere opvulling dan elders (veel grind). Waarschijnlijk is de weg aangelegd over een voormalige akker. Het westen van put 3 is recent vergraven, maar wel aangelegd om te kijken of dit inderdaad het geval was.

In put 4 zijn opnieuw plantbedden aanwezig, maar deze lagen zo dicht tegen elkaar dat ze als één doorlopend geheel zijn gedocumenteerd (S22). S21 is als kuil geïnterpreteerd omdat het mogelijk om een opgevlude laagte of kelder van het hoofdgebouw kon gaan, maar bij het couperen waren ook hier weer plantbedden zichtbaar (evenmin los gelegen zoals in put 1 en 6). Door S22 is een palenrij aangelegd (S24) van relatief smalle paaltjes met steeds 2,3 meter ertussen. Op basis van de projectie kunnen deze met het boerderijgebouw samenhangen, maar het kan ook gaan om een hek.

In put 5 waren plantbedden aanwezig met een andere oriëntatie (in het veld wel S2 genoemd omdat de vulling overeenkwam met die van S2). De plantbedden werden doorsneden door verschillende paalkuilen. Zeker één hiervan (S33/S34) betrof een staander met een diameter van 43 centimeter (S33) met daaromheen een insteek (S34) met een diameter van ca. een meter (zie figuur 5). De staander heeft nog een tweede vulling (vervanging van de paal?). S35 was een ondiepere paalkuil met een paalrest van ca. 10 cm diameter (zoals in put 2 en 4). De overige paalkuilen zijn niet gecoupeerd. S35 zou (op basis van lichte vlekken rond het spoor) eenzelfde staander kunnen zijn als S33/S34. Uit de sporen is weinig vondstmateriaal afkomstig (alleen een metalen haak/kram uit S33/S34).

Het meest opvallende spoor in put 7 is een brede sloot (S11; zie figuur 4) die qua oriëntatie afwijkt van de plantbedden, en ook van de wegen en gebouwen op het historisch kaartmateriaal. De sloot ligt min of meer op de plaats waar de Tussenwijkweg wordt verwacht, maar resten van de weg zoals waargenomen in put 2 en 3 (een laag met veel puin/grind) zijn in put 7 niet aangetroffen. Mogelijk lag deze laag hoger (over de laatste fase van S11) maar is deze niet meer aanwezig als gevolg van verstoring bij het bouwrijp maken van het terrein. Aangezien de projectie van de topografische kaart wel behoorlijk goed lijkt te kloppen (o.b.v. de ligging van resten van gebouwen en de weg in het noordelijke deel van het onderzoeksgebied), is het niet waarschijnlijk dat de weg in werkelijkheid buiten put 7 ligt.

De oriëntatie van S11 lijkt op basis van de westelijke insteek noord-zuid te lopen (zie witte stippellijn op figuur 7), dezelfde oriëntatie als de weg op de topografische kaart. Op basis van de oostelijke insteek en de loop van de meeste vullingen in S11, lijkt de sloot echter noordoost-zuidwest te lopen (zie zwarte stippellijn op figuur 7). Die oriëntatie wijkt af van de meeste andere sporen en structuren (zoals de plantbedden en de bebouwing) en komt meer overeen met die van het vervolg van de Tussenwijkweg naar het zuidwesten (zie onderaan figuur 7). Dit kan betekenen dat de sloot een relatief vroege oorsprong heeft, maar omdat die ook 19<sup>e</sup>-eeuws materiaal bevat is het dan nog steeds vreemd dat er geen structuren met deze oriëntatie zichtbaar zijn op de topografische kaarten. Het is dus onduidelijk waar deze sloot bij hoort, zeker aangezien die wel veel materiaal bevat en dus niet zomaar tot de periferie van het erf kan worden gerekend.

Uit de onderste vulling van de sloot is materiaal uit de 17<sup>e</sup> en 18<sup>e</sup> eeuw afkomstig, maar ook één dikke, ruwwandige wandscherf die vermoedelijk Romeins of vroegmiddeleeuws is. Het is mogelijk dat er op een dieper niveau resten uit deze periode liggen (opspit), maar aangezien uit het booronderzoek (Coppens, 2018) blijkt dat er zeker tot 5,3 m +NAP (1,7 m onder het onderzochte vlak) geen humeuze niveaus voorkomen, is dat niet heel waarschijnlijk. In de bredere omgeving van het onderzoeksgebied (> 100 m afstand) komen wel humeuze niveaus voor (op ca. 3 à 4 m +NAP) dus het is mogelijk dat de scherf van een andere locatie in de buurt afkomstig is en met ander afval in de sloot is beland.

In de hogere vullingen van S11 zit een mix van materiaal uit de 17<sup>e</sup> t/m 19<sup>e</sup> eeuw, en in de hoogste vullingen uitsluitend 19<sup>e</sup>-eeuws materiaal.



*Figuur 4. Coupe door sloot S11, gedocumenteerd m.b.v. fotogrammetrie.*

In put 7 zijn behalve S11 ook enkele kuilen en greppels gelegen. S10 is een vrij recente afvalkuil. S12 bevat vooral materiaal uit de 17<sup>e</sup> en 18<sup>e</sup> eeuw, maar oversnijdt S11 en is dus vermoedelijk 19<sup>e</sup>-eeuws of jonger. Kuilen S13 en S28 bevatten materiaal uit de 17<sup>e</sup> eeuw. In dit deel van de put liggen echter ook veel verstoringen (S14, S30, en enkele gaten van een bak van een graafmachine (S999).

In put 8 zijn alleen recente verstoringen en verstoringen door boomwortels waargenomen. Het vermoeden is dat het vlak hier vrij hoog lag (zoals in het oosten van put 7, op 8,1 à 8,2 m +NAP). De verstoring liep tot ca. 7,9 m +NAP. Echter, gezien de diepte van de meeste sporen in andere putten (plantbedden 10-30 cm diep; paalkuilen en kuilen 10-50 cm diep), is de verwachting dat hier nog wel onderkanten van sporen zichtbaar zouden moeten zijn geweest. Vermoedelijk zijn er dus geen of weinig sporen in deze hoek van het onderzoeksgebied.



*Figuur 5. Paalkuil /S33/S34.*

## Interpretatie van de vindplaats

De interpretatie is al deels aan de orde gekomen bij het bespreken van de sporen, maar samengevat kan worden gezegd dat de resten de weerslag vormen van de hele geschiedenis van het erf Tusschenwijk. De oudste kaart (tot nu toe gevonden) waar het erf op zichtbaar is, is de kaart van Hendrik de Leth uit 1732 (figuur 6). Op een kaart uit 1681 (Colom) is op die plaats niets te zien terwijl elders op de kaart wel relatief kleine erven zijn afgebeeld. Het lijkt er dus op dat Tusschenwijk tussen 1681 en 1732 is ontstaan. Zoals eerder gesteld, is er geen materiaal ouder dan de 17<sup>e</sup> eeuw aangetroffen, dus dat sluit hierbij aan en wijst er tevens op dat het ontstaan van het erf vermoedelijk in het laatste kwart van de 17<sup>e</sup> eeuw heeft plaatsgevonden.

De kern van het erf ligt in put 2 t/m 5 (gezien het voorkomen van een hogere concentratie paalkuilen en kuilen dan in de omringende putten, en zoals verwacht rond de voormalige gebouwen), maar ook in put 7 zijn verschillende sporen aanwezig die niet uitsluitend op een gebruik als akker wijzen.



Figuur 6. Het erf Tusschenwijk op een kaart uit 1732 (Hendrik de Leth).



## Waardestelling

### **Algemene waarderingssystematiek**

Voor de waardering is de KNA-systematiek 'Waarderen van vindplaatsen' gevolgd (KNA versie 4.0, specificatie VS06; [www.sikb.nl](http://www.sikb.nl)). Daarbij worden numerieke waarden toegekend aan de verschillende waarderingaspecten. Afhankelijk van de score is een vindplaats wel of niet behoudenswaardig (tabel 2).

De vindplaatsen worden eerst op hun fysieke kwaliteit beoordeeld. Ze worden op basis van hun fysieke kwaliteit als behoudenswaardig (opgraven of beschermen) aangemerkt indien de criteria gaafheid en conservering samen bovengemiddeld (5 of 6 punten) scoren. Bij een middelmatige tot lage score (4 punten of minder) wordt naar de inhoudelijke kwaliteitscriteria gekeken om te bepalen of het terrein toch behoudenswaardig is. Indien te verwachten is dat op een van de inhoudelijke criteria 'hoog' wordt gescoord, wordt de vindplaats in principe ook behoudenswaardig geacht. Dit 'vangnet' heeft tot doel er voor te zorgen dat terreinen die van beperkte fysieke kwaliteit zijn, maar desondanks inhoudelijk van groot belang, buiten de beoordeling vallen. Vindplaatsen die op grond van hun fysieke kwaliteit als in principe behoudenswaardig zijn aangemerkt, worden eveneens gewaardeerd op hun inhoudelijke kwaliteit.

Een afweging vindt plaats op de eerste drie inhoudelijke kwaliteitscriteria: zeldzaamheid, informatiewaarde en ensemblewaarde. Belevingswaarde (schoonheid en herinneringswaarde) is slechts van belang voor zichtbare archeologische monumenten en is derhalve voor onderhavig onderzoek niet relevant. Bij een bovengemiddelde score van 7 punten of meer voor de eerste drie criteria, wordt de vindplaats als behoudenswaardig aangemerkt.

Aangezien het een voorlopige waardering betreft t.b.v. een eventuele doorstart, zijn nog geen monsters gewaardeerd en zijn nog niet alle vondsten door specialisten bekeken.

### **Fysieke kwaliteit**

De fysieke kwaliteit bestaat uit de deelaspecten gaafheid en conservering. Op gaafheid scoort de vindplaats middelhoog. Op sommige plaatsen is de bovenkant van de vindplaats verstoord (akkerlagen/ophooglagen), maar het sporenvlak is vrijwel overal nog intact, met uitzondering van het zandwinningsgat dat vrij dicht bij de kern van het erf ligt. Op conservering scoort de vindplaats vooralsnog hoog (conservering van botanische resten is nog onbekend, maar er zijn houtresten bewaard gebleven in de diepere sporen). De sporen zijn duidelijk zichtbaar (niet uitgeloozd) en het vondstmateriaal is goed geconserveerd (botmateriaal is bewaard gebleven ondanks de zandige en zuurstofrijke bodem; scherven zijn nauwelijks verweerd op een enkele uitzondering na).

De vindplaats scoort 5 punten en is daarmee op fysieke kwaliteit behoudenswaardig.

### **Inhoudelijke kwaliteit**

De inhoudelijke kwaliteit bestaat uit de deelaspecten zeldzaamheid, informatiewaarde en ensemblewaarde.

Op zeldzaamheid scoort de vindplaats middelhoog. Historische erven uit de Nieuwe tijd komen in de archeoregio regelmatig voor, maar het lijkt een van de oudste erven in het duingebied te zijn. Op de kaart van Hendrik de Leth is in de hele kuststrook van Haarlem tot net boven Castricum nog geen

ander erf midden in het duingebied te zien (de erven uit die tijd liggen allemaal meer naar het oosten, in de polders net buiten het duingebied).

Eveneens vanwege de bijzondere ligging, en vanwege het feit dat de hele geschiedenis van het erf op deze locatie te onderzoeken is -en bovendien goed geconserveerd dateerbaar materiaal aanwezig is-, scoort de vindplaats hoog op de informatiewaarde.

Op ensemblewaarde scoort de vindplaats middelhoog. In synchroon opzicht (vergelijkbare vindplaatsen uit dezelfde periode in de omgeving) is de vindplaats van enige waarde gezien de ligging tussen de dan al aanwezige kernen van Beverwijk en Wijk aan Zee, maar met name de diachrone waarde is hier van belang: er zijn sporen en vondsten aanwezig van het eerste moment van ingebruikname en oprichting van het erf, tot ca. een eeuw geleden.

De vindplaats scoort 7 punten en is daarmee op ook op inhoudelijke kwaliteit behoudenswaardig.

waarde	criteria	scores		
		hoog	midden	laag
beleving	schoonheid	wordt niet gescoord		
	herinneringswaarde	wordt niet gescoord		
fysieke kwaliteit	gaafheid		2	
	conservering	3		
inhoudelijke kwaliteit	zeldzaamheid		2	
	informatiewaarde	3		
	ensemblewaarde		2	
	representativiteit	n.v.t.		

Tabel 2. Scoretabel waardestelling van de vindplaats (tabel 5 uit de KNA).

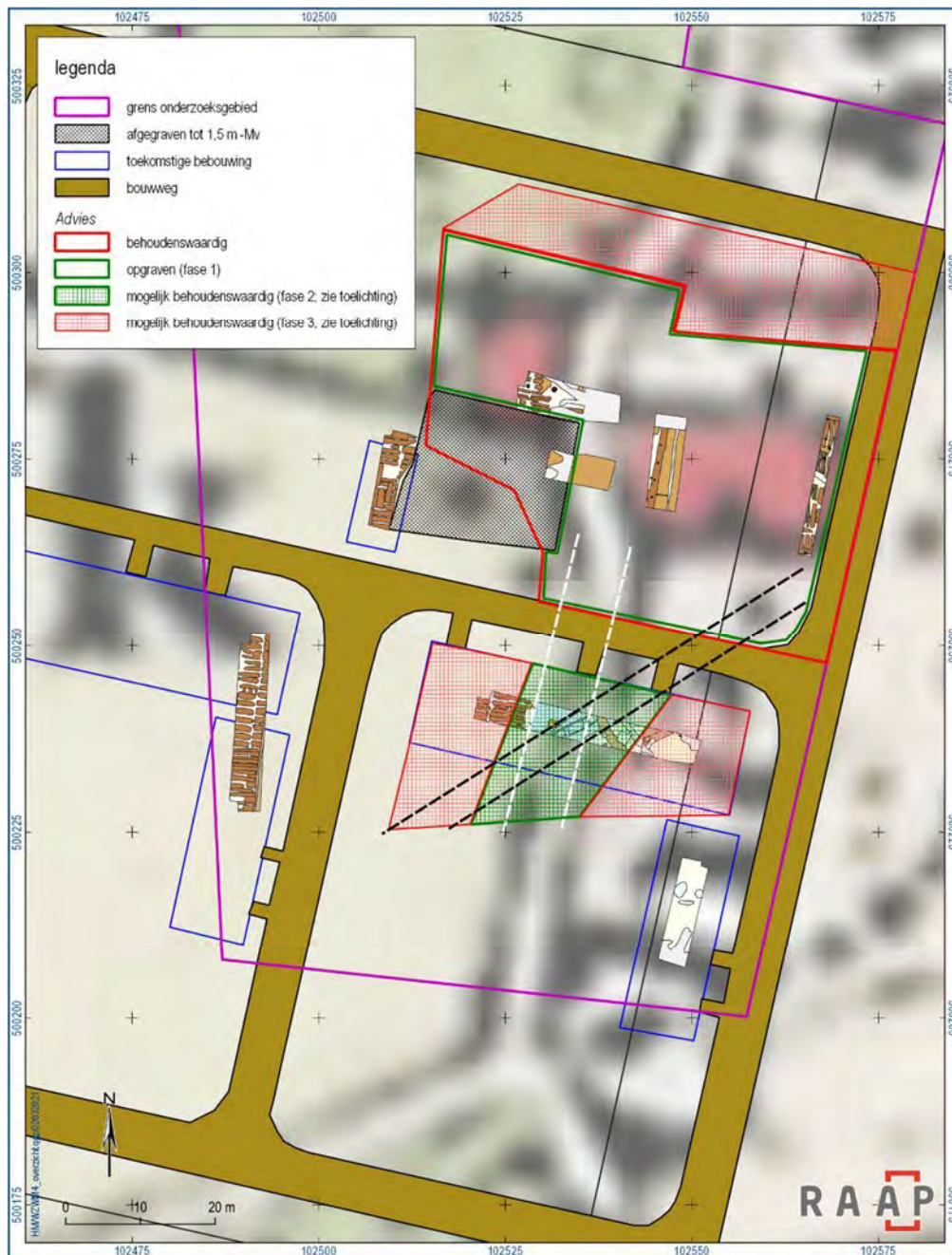
### Begrenzing

Niet het gehele erf wordt beschouwd als behoudenswaardige vindplaats. De informatiewaarde van de kern van het erf wordt hier wel toe gerekend; de periferie waarin voornamelijk plantbedden liggen, wordt beschouwd als van beperkte informatiewaarde. Daarom is in figuur 7 aangegeven welk deel van de vindplaats in ieder geval als behoudenswaardig wordt beschouwd (rood omlijnd; 2340 m<sup>2</sup>, waarvan 1850 m<sup>2</sup> nog niet verstoord is door de bouwwegen en het zandwinningsgat). Daaraan zijn nog vier zones toegevoegd waarvoor dit nog niet duidelijk is:

- In het zuiden een zone rond S11 die in principe behoudenswaardig is (groen gearceerd; 330 m<sup>2</sup>), tenzij op basis van een opgraving van het noordelijke deel al voldoende aanvullende informatie over S11 kan worden verzameld.
- Ten westen van deze groen gearceerde zone gaat het om een gebied (rood gearceerd; 290 m<sup>2</sup>) waar waarschijnlijk alleen plantbedden liggen (in dat geval niet behoudenswaardig), maar dat (deels) onderzocht dient te worden indien op basis van onderzoek in het gebied ten oosten daarvan blijkt dat dat niet het geval is.

- Ten oosten van de groen gearceerde zone een gebied (rood gearceerd; 230 m<sup>2</sup>) waar zowel 19e-eeuwse als mogelijk oudere sporen liggen, maar dat nog slechts deels intact is a.g.v. verstoringen. Deze zone komt alleen in aanmerking voor behoud/opgraving indien op basis van onderzoek in de groen gearceerde zone blijkt dat hier nog aanleiding toe is met het oog op het beantwoorden van onderzoeksvragen.
- in het noorden een zone die nu nog onder een gronddepot ligt en niet kon worden onderzocht, en die op basis van de projectie vermoedelijk akkers/velden bevat, maar te dicht bij de historische bebouwing ligt om zonder verder onderzoek vrij te geven (rood gearceerd; 610 m<sup>2</sup>)

Een aandachtspunt is dat de oostelijke begrenzing van de behoudenswaardige vindplaats nog niet is bereikt. De huidige grens van het onderzoeksgebied (paars) is gebaseerd op de grens van dit betreffende werkterrein, maar de adviescontour van het historisch erf uit het vooronderzoek loopt verder door naar het oosten (wat dus bevestigd is door het proefsleuvenonderzoek). Indien er op het bouwterrein ten oosten vergelijkbare ingrepen plaatsvinden, moet gekeken worden of hier nog archeologisch onderzoek nodig of vereist is.



Figuur 7. Behoudenswaardige en mogelijk behoudenswaardige zones (zie toelichting in tekst). Ook zijn de twee mogelijke oriëntaties voor S11 aangegeven in zwarte en witte stippellijn.

# Ingrepen

## **Gebouwen**

In totaal komen op vijf locaties gebouwen te staan (zie figuur 1). Bij de twee grootste gebouwen (beide oost-west georiënteerd; onderzocht d.m.v. proefsleuf 6 en 7) komt de onderzijde van de fundering van de kelder op 7.72 m +NAP te liggen. Het sporenvak ligt hier op 7.70 tot 8.2 m +NAP. Dit betekent dat het sporenvak deels wordt aangetast, en de akker- en ophooglagen boven het sporenvak zeker worden aangetast. Ook is de kans groot dat er bij de ingrepen niet precies wordt gegraven tot de toekomstige onderkant van de kelder, maar soms ook wat dieper.

Bij de twee kleinere gebouwen (beide noord-zuid georiënteerd) komt de onderzijde van de fundering van de kelder op 7.02 m +NAP te liggen. Dit houdt in dat het archeologisch niveau wordt verstoord.

Bij het kleinste gebouw in het noorden (t.h.v. put 1) komt de onderzijde eveneens rond 7,0 m +NAP te liggen. Ook hier wordt het archeologisch niveau verstoord.

## **Poeren**

Verspreid over het terrein worden poeren ingegraven om mastpalen op te funderen (zie figuur 8). Alle poeren binnen het onderzoeksgebied worden ingegraven tot een diepte van 7.35m +NAP; wat betekent dat zij het archeologisch niveau verstoren. De omvang van de poeren varieert van 200x200 cm tot 300x300 cm. In bepaalde zones is de afstand tussen de poeren slechts één tot twee meter, wat effectief betekent dat die zones vrijwel geheel verstoord worden.

## **Gestuurde boringen**

Helemaal in het noorden van het terrein worden enkele gestuurde boringen geplaatst. Details hierover zijn niet bekend, maar van deze zone ligt maar een kleine punt binnen het onderzoeksgebied.

## Advies

Het advies is om het behoudenswaardige deel van de vindplaats op te graven indien behoud in situ - bijvoorbeeld door ophoging, of minder diep funderen van de poeren- niet mogelijk is. Hoewel niet in het gehele gebied vlakdekkend poeren of gebouwen komen te liggen, is het zeer aannemelijk dat -na de aanleg van de gebouwen en de poeren- archeologisch onderzoek van het noordelijke deel van het erf in de toekomst niet meer mogelijk is met het oog op het geplande gebruik van het terrein. Ook is het waarschijnlijk dat in de loop der jaren nog kleinere ingrepen op het terrein zullen plaatsvinden (aanleg plaatselijke kabels en leidingen), of dat resten die nu niet worden onderzocht, worden beschadigd bij sloop van de nu geplande gebouwen. Daarbij opgeteld dat een deel van het terrein nu reeds al verstoord is of niet meer toegankelijk is voor archeologisch onderzoek, dreigt er een grote versnippering te ontstaan van de vindplaats. Dit is onwenselijk. Daarom wordt voorgesteld om het gehele behoudenswaardige deel van de vindplaats op te graven (figuur 8).

Omdat een deel van deze zone al verstoord is a.g.v. de bouwweg en het zandwinningsgat, blijft er voor het deel ten noorden van de bouwweg 1850 m<sup>2</sup> over dat in dat geval in aanmerking komt voor een opgraving (groen omlijnd; fase 1).

Indien S11 ook wordt aangetroffen in het zuiden van het op te graven gebied, en op basis van fase 1 al voldoende aanvullende informatie over S11 kan worden verzameld, hoeft het deel rond S11 in het zuiden (groen gearceerd) niet te worden onderzocht. Indien echter S11 niet is aangetroffen in fase 1, of de aard van dit spoor niet kon worden verduidelijkt op basis van de resten in fase 1, dan wordt in fase 2 het groen gearceerde deel opgegraven (330 m<sup>2</sup>).

Ten slotte wordt op basis van fase 1 en 2 gekeken in hoeverre het voor de beantwoording van de onderzoeksvragen nog nodig is om de rood gearceerde zones op te graven (fase 3; totaal 1130 m<sup>2</sup>). Indien dat het geval is, zal het waarschijnlijk gaan om gedeeltes hiervan, niet vlakdekkend onderzoek in de gehele zone.

Voor de gestuurde boringen wordt geadviseerd om deze zonder verder onderzoek uit te voeren, aangezien ze buiten de behoudenswaardige zone zijn gelegen (de lange smalle driehoek bovenin het onderzoeksgebied op figuur 8).

In het PvE is aangegeven dat bij een advies tot vervolgonderzoek dient te worden aangegeven wat een doorstart aan kenniswinst kan opleveren ten opzichte van het proefsleuvenonderzoek. In het algemeen kan worden gezegd dat van de verschillende elementen van het erf (hoofdgebouw, bijgebouw, weg, sloot, greppels) nu slechts kleine delen in kaart zijn gebracht. Een vlakdekkende opgraving van de kern van het erf zal in ieder geval kenniswinst opleveren over de gehele inrichting en daarmee ook hoe deze elementen zich tot elkaar verhouden in ruimte en tijd. Daarnaast zijn er enkele specifieke vragen die door middel van een opgraving kunnen worden beantwoord, zoals:

- Wat is de aard van S11, hoe loopt deze verder naar het (zuid)westen en noordoosten, is er meer te zeggen over hoe de Romeinse/vroegmiddeleeuwse scherf hierin is terechtgekomen?
- Hoe verhouden de kleinere paalkuilen en de grote staander zich tot elkaar, en in relatie tot de hoofd- en bijgebouwen op de historische kaart?
- Is er een overgang van houtbouw naar steenbouw op te maken binnen het erf?

- Waarbij horen de plantbedden die worden oversneden door de paalkuilen in put 5? Stond het hoofdgebouw bijvoorbeeld eerst ergens anders op het terrein?
- Zijn er beer- of waterputten aanwezig? (Deze zijn nu nog niet aangetroffen)

Ook is in het PvE aangegeven dat een strategie voor de doorstart in het adviesdocument wordt opgenomen. Voor nu worden dit hoofdstuk en figuur 8 beschouwd als een eerste aanzet voor de strategie. Wanneer met het bevoegd gezag afstemming heeft plaatsgevonden over dit advies, zal de strategie tot in meer detail worden uitgewerkt in een addendum bij het PvE.



Figuur 8. Advieskaart; overzicht reeds verstoorde zones (bouwweg en afgegraven gebied), met advies in groen en rood (zie toelichting in tekst).



# Overzicht van figuren, tabellen en bijlagen

## Figuren

Figuur 1. Overzicht aangelegde putten.	3
Figuur 2. Inhoud S11 vulling 11.	4
Figuur 3. Projectie allesporenkaart over topografische kaart ca. 1925.	6
Figuur 4. Coupe door sloot S11, gedocumenteerd m.b.v. fotogrammetrie.	8
Figuur 5. Paalkuil /S33/S34.	9
Figuur 6. Het erf Tusschenwijk op een kaart uit 1732 (Hendrik de Leth).	10
Figuur 7. Behoudenswaardige en mogelijk behoudenswaardige zones (zie toelichting in tekst).	14
Figuur 8. Advieskaart; overzicht reeds verstoorde zones (bouwweg en afgegraven gebied).	18

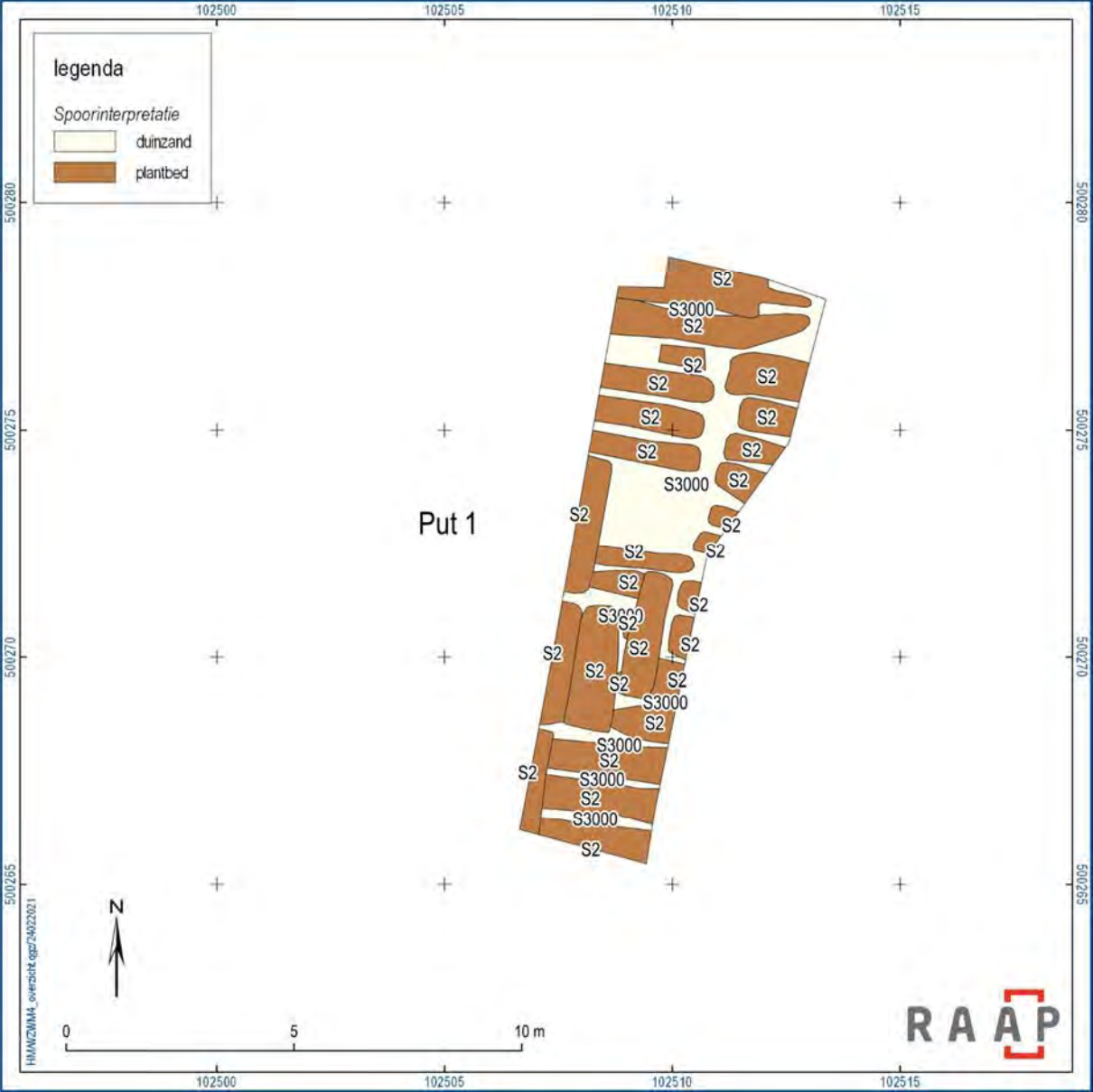
## Tabellen

Tabel 1. Overzicht vlakhoogtes.	5
Tabel 2. Scoretabel waardestelling van de vindplaats (tabel 5 uit de KNA).	12

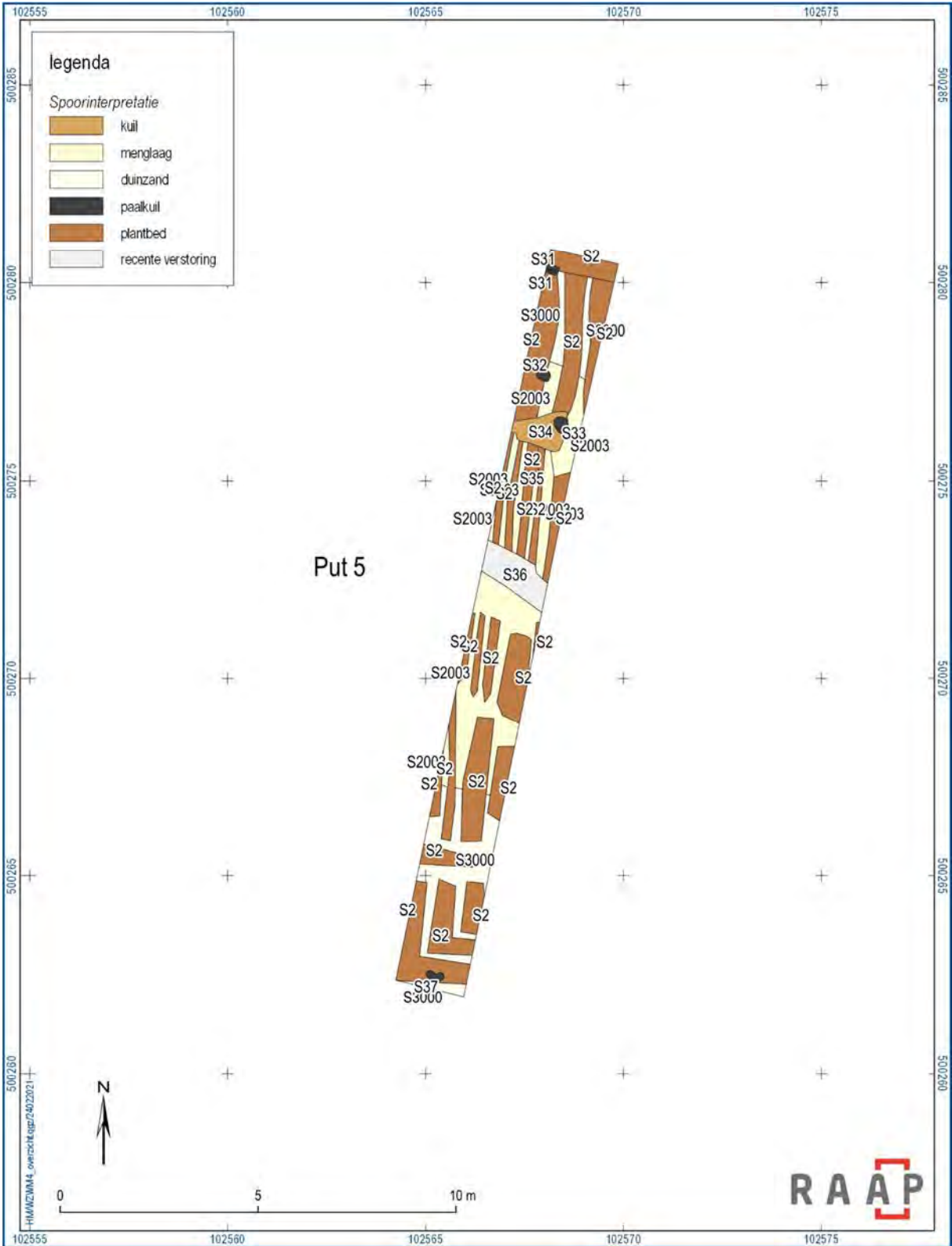
## Bijlagen

Bijlage 1. Allesporenkaarten per put
Bijlage 2. Vondstenlijst
Bijlage 3. Goedkeuring bevoegd gezag

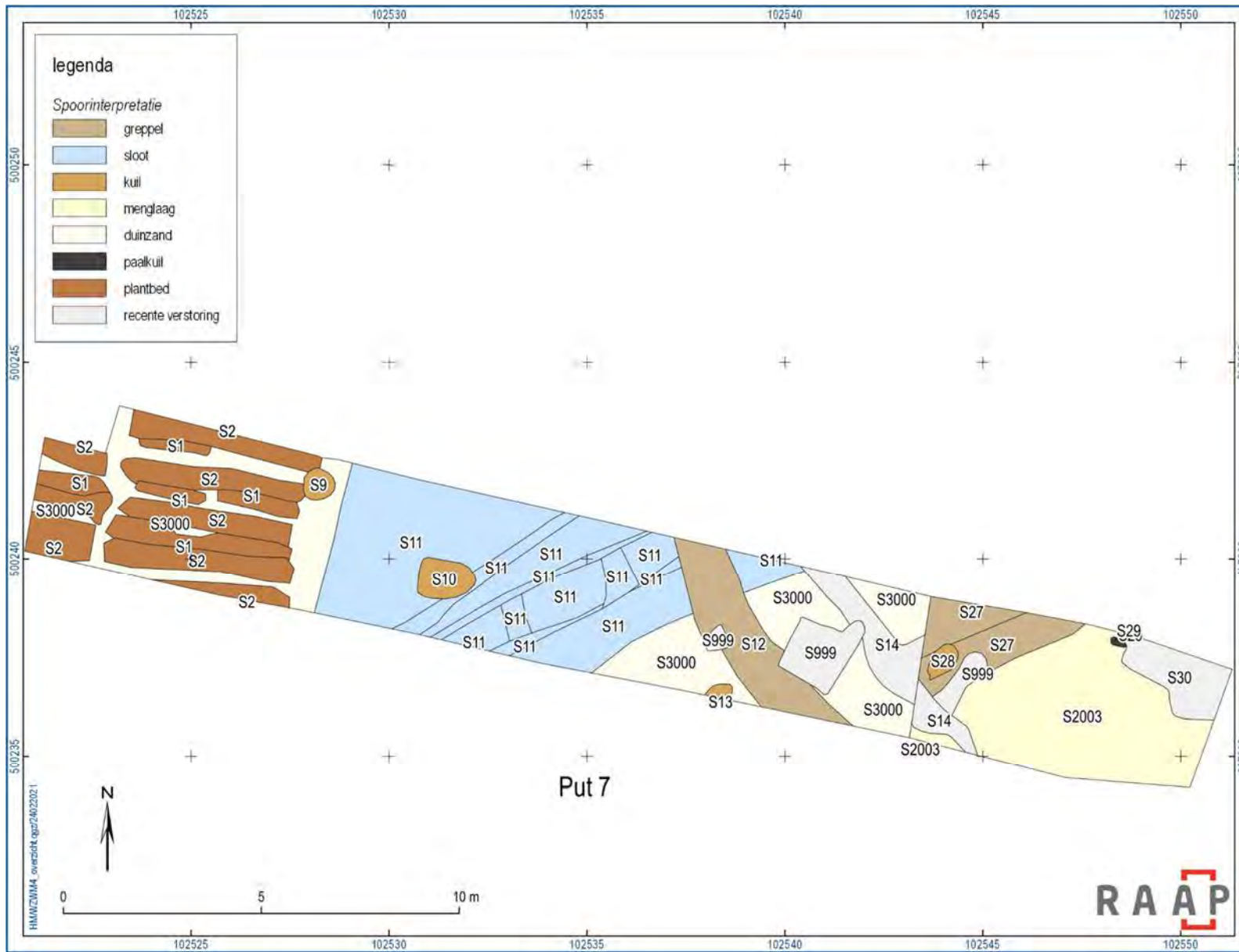
# Bijlage 1. Allesporenkaarten per put

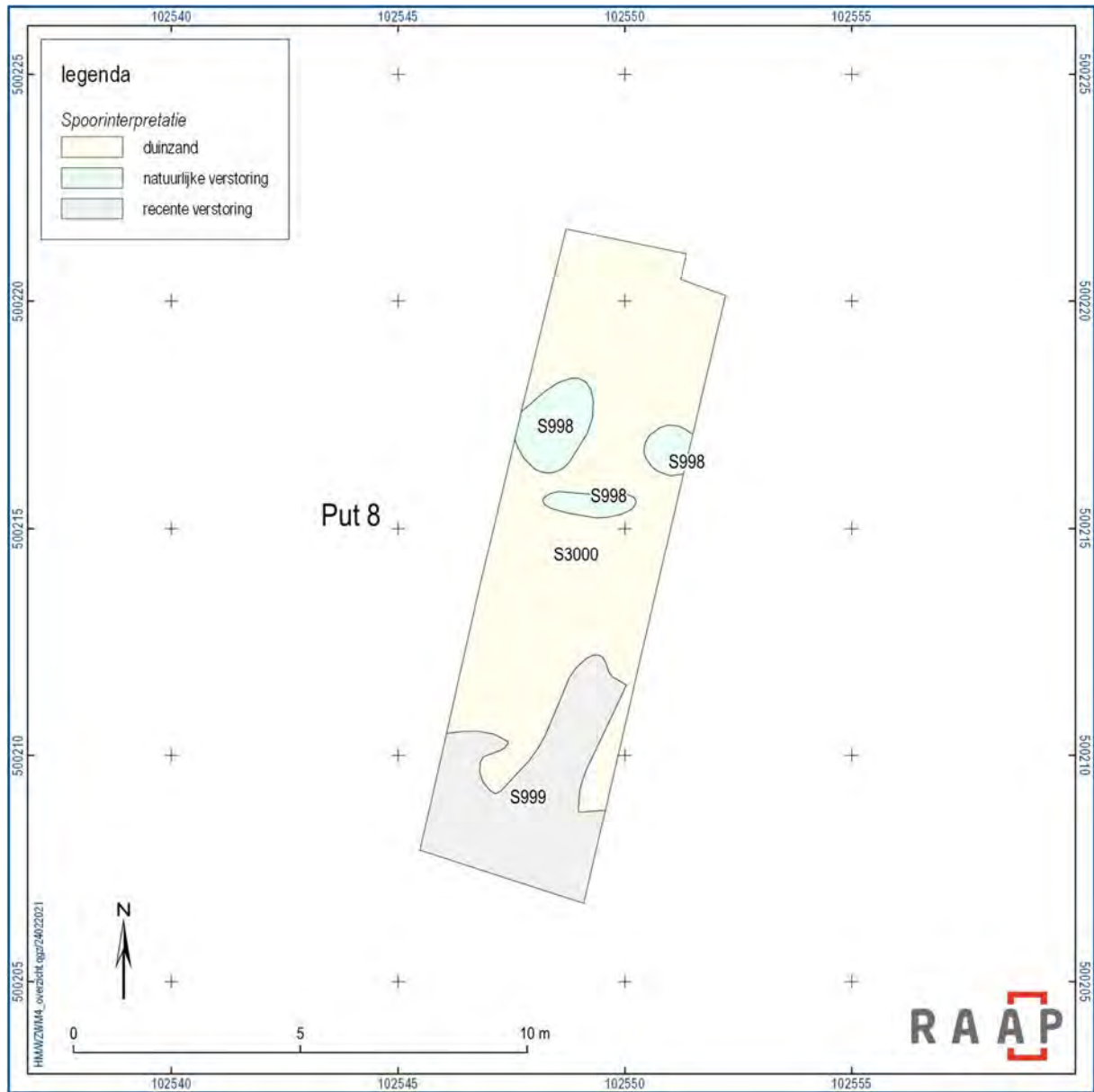












## **Bijlage 2. Vondstenlijst**



V-nr	Put-nr	S-nr	Vul-nr	Inhoud	Spooromschrijving
4	6	1	0	1x steengoed glaz (westerwald; 18e/19e), 1x roodb glaz	Plantbed put 6
2	6	2	0	19e, begin 20e eeuw (één scherfje industrieel wit met transferprint)	Plantbed put 6
19	2	2	0	Alleen dierlijk bot (hondenschedel)	Plantbed put 2
6	6	7	1	één roodbakkend scherfje olielamp(?), in dat geval 1625-1675	Kuil, oversneden door plantbedden
8	7	11	0	19e eeuws (bijna alleen ind wit, en iets met mangaanglazuur, witbakkend met koperoxide)	Sloot, meest westelijke vulling
10	7	11	10	17e eeuw (maar kan ook 18e eeuw zijn)	Sloot, meest oostelijke vulling (veel Fe)
11	7	11	8	Papkom roodbakkend 19e eeuw, nog iets roodbak, stukje glas 19e/20e, rare grijze tegel versleten (wrijfsteen?)	Sloot, middenvulling ten no van lichte vulling (6)
25	7	11	4	1x roodbakkend geglaz (indet) 17e-19e eeuw	Sloot, donkere vulling ten zw van vul 5
27	7	11	3	19e eeuw (2x roodbakkend glazuur, beetje donkere glazuur) en stukje bot	Sloot, grijze rand langs nw-zijde lichte vulling (6)
28	7	11	10	Porselein, faience, kapucijnergoed (vanaf 18e eeuw). Wijnfles met diepe ziel. Alles lijkt 18e eeuw.	Sloot, meest oostelijke vulling (veel Fe), bij verdiepen tbv coupe
29	7	11	9	18e eeuw en misschien ook 19e eeuw	Sloot, grijze rand langs
30	7	11	5	Pijpenkop met dunne steel, hielmerk BS (1750-1850) en zijmerk stadswapen (zes sterretjes; Gouda) met een S'je erboven (los). 18e eeuw of later.	Sloot, haakse vulling aan nw-zijde lichte vulling (6)
31	7	11	11	Glas 18e eeuw, steengoed s2-kan(?) Westerwald met appliques (paars, mangaan/kobalt) 1650-1700?, ploischotel faience (2e helft 17e en 18e eeuw), grape met platte bodem (1650 tot 1800), graapje met mangaanoxide (18e eeuw). Ook een oudere, dikke wandscherf (ruwwandig oid) 550-650??? Of zelfs Romeins??	Sloot, dieper gelegen vulling (onder S8)
12	7	12	0	Eind 17e eeuw en 18e eeuw	Greppel die door S11 snijdt
26	7	12	0	18e eeuw (witbakkend, en rood bord slibversiering)	Greppel die door S11 snijdt
13	7	13	0	17e eeuw	Kuil ten oosten van sloot; put 7
15	2	15	0	Papkom(?) roodbakkend, vanaf half 18e eeuw tot 19e eeuw	kuil in het westen van put 2
16	2	16	0	Dikke pijpensteel (17e eeuw), baksteen (17e of 18e eeuw), vensterglas (kan alles zijn)	paalkuil put 2 met paalrestant
17	2	16	0	Houten paal oid (helemaal vezelig en vergaan)	paalkuil put 2 met paalrestant
18	2	18	0	ijzeren plaatje oid	kuil put 2, ca 10 cm diep
21	4	21	0	roodb glaz, sterk verweerd (glaz bijna af), kanbodem? 17e of 18e eeuw	plantbedden put 4, met dikke laag erboven
32	4	21	0	2x roodbakkend glaz; één met versiering. Wsch 19e eeuw.	plantbedden put 4, met dikke laag erboven
20	2	26	0	Alleen stukje bot	kuil in het westen van put 2
22	7	28	0	17e eeuw	Kuil ten oosten van sloot; put 7
24	7	29	0	houten paalkern	paalkuil oosten put 7 met paalrestant
23	7	30	0	2e helft 17e / 1e helft 18e eeuw	grijswitte vlek in hoek put (verstoring?)
34	5	33	0	Haak oid (metaal)	paalkuil put 5 (met insteek)
1	100	999	0	Keulse pot (19e of begin 20e), gele klinker (idem), tegeltje kan 17e eeuws zijn. Mix 17e-20e eeuw.	Verzamelzak op gesloopt deel (maaiveld)
33	5	1002	0	Bloempot roodb, en jonge steengoedscherf, jonge glasbodem (Betuwe Tiel), 20e eeuw	Aanleg put 5. Laag met veel "sloopafval".
3	6	2001	0	18e eeuw	Akkerlaag boven plantbedden; put 6
5	7	2001	0	18e eeuw	Akkerlaag boven plantbedden; put 7
7	7	2001	0	19e eeuws (faience, roodbakkend, vergiet/lekschaal (18e/19e eeuw) industrieel wit/Europees porselein, glastube)	Akkerlaag boven plantbedden; put 7
14	2	2001	0	17e/18e eeuw	Aanleg put 2.
9	7	2002	0	Petrus Regout, ind wit, parfum/medicijnflesje, late steengoed (niet ouder dan 19e eeuw)	Aanleg put 7 boven greppel S11

## **Bijlage 3. Goedkeuring bevoegd gezag**

**Aan:** Gemeente Beverwijk, Conny van Rijn  
**CC:** Helle Molthof Raap en Koos Mol Arcadis  
**Van:** Tim de Ridder  
**Kenmerk:** NMF-2021-80-TdR-hz  
**Datum:** 4 maart 2021  
**Onderwerp:** Hertoets Beverwijk, Tussenwijkweg, IVO P en eventuele doorstart

## Beoordeling en advies archeologische onderzoeksrapporten

Contactgegevens	
Contactpersoon NMF	Boudewijn Voormolen
Beoordeeld door	Tim de Ridder
Datum beoordeling	3 maart 2021

Administratieve gegevens	
Titel rapport	RAAP Adviesdocument 1165 Versie 2 maart 2021
Rapportnummer	RAAP Adviesdocument 1165
Soort onderzoek	IVO Proefsleuven
Onderzoeksmeldingsnummer	onbekend
Onderzoeksbureau	RAAP
Auteur(s)	H.M. Molthof
Opdrachtgever	ARCADIS B.V. K. Mol (Adviseur archeologie en cultuurhistorie) Tel. 06-27060748 E-mail: <a href="mailto:koos.mol@arcadis.com">koos.mol@arcadis.com</a>
Bevoegde overheid; contactpersoon	Conny van Rijn, Gemeente Beverwijk

Beoordeling
Conformiteit met Kwaliteitsnorm voor de Nederlandse Archeologie versie 4.1
Document betreft adviesdocument. Dit is geen onderdeel van KNA.
Inhoudelijke opmerkingen
Opmerkingen uit de toets en bespreekpunten uit het telefonische overleg van 2 maart 2021 zijn goed verwerkt.
Overige opmerkingen

Advies
<b>1 Conclusie</b>
<b>Vervolgonderzoek</b> Het onderzoek heeft aangetoond dat er op het terrein behoudenswaardige resten aanwezig zijn. Tevens is duidelijk dat vervolgonderzoek kenniswinst zal opleveren. Het advies voor een definitief archeologisch onderzoek wordt daarmee onderschreven.
<b>Strategie</b> De voorgestelde strategie voor het opgraven in drie fasen naar bevind van zaken wordt eveneens onderschreven.
<b>2 Aanbeveling</b> Op basis van het adviesdocument een PvE op te laten stellen en deze voor te leggen aan het bevoegd gezag.

Autorisatie

# BUREAUONDERZOEK ARCHEOLOGIE HKWB VKA

Arcadis Archeologische Rapporten 265

TenneT TSO B.V.

26 MAART 2021

## Contactpersoon

**EIMERT GOOSSENS**  
Adviseur Archeologie &  
Cultuurhistorie

T 0031 627062042

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 220  
3800 AE Amersfoort  
Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>5</b>
1.1	Aanleiding van het onderzoek	5
1.2	Plangebied en onderzoeksgebied	5
1.3	Administratieve gegevens	7
1.4	Doel van het bureauonderzoek	7
1.5	Werkwijze	7
1.6	Juridisch- en beleidskader	8
1.6.1	Verdrag van Malta (1992)	8
1.6.2	Erfgoedwet (2016) en Monumentenwet (1988)	8
1.6.3	Gemeentelijk beleid	9
1.6.3.1	Gemeente Beverwijk	9
1.6.3.2	Gemeente Velsen	9
<b>2</b>	<b>LANDSCHAP</b>	<b>11</b>
2.1	Inleiding	11
2.2	Geomorfologie en bodem	13
2.3	Hoogtebestand (AHN) en grondwater	13
<b>3</b>	<b>HISTORIE</b>	<b>16</b>
3.1	Inleiding	16
3.2	Historische informatie	16
3.3	De Tweede Wereldoorlog	17
<b>4</b>	<b>ARCHEOLOGISCHE INFORMATIE</b>	<b>19</b>
4.1	Inleiding	19
4.2	Gemeentelijke archeologische verwachtingskaart	19
4.3	Archeologische informatie	22
4.3.1	AMK-terreinen	22
4.3.2	Vondstlocaties waarnemingen	22
4.3.3	Eerder uitgevoerd onderzoek	23
<b>5</b>	<b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>26</b>

5.1	Conclusie en gespecificeerd verwachtingsmodel	26
5.2	Advies	26
<b>BRONNEN</b>		<b>28</b>
<b>KAARTBIJLAGEN</b>		<b>29</b>
<b>COLOFON</b>		<b>32</b>



# 1 INLEIDING

## 1.1 Aanleiding van het onderzoek

In opdracht van TenneT TSO B.V. (hierna: Tennet) heeft Arcadis Nederland bv een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het landgedeelte van het plangebied net op zee Hollandse Kust west Beta. TenneT wil een kabelverbinding aanleggen tussen het toekomstige windpark op zee Hollandse Kust (west Beta) en het nog te realiseren transformatorstation Beverwijk. Tussen het windmolenpark op zee en het transformatorstation op land is op dit moment een voorkeursalternatief (VKA) gekozen voor de kabelverbinding. Voor de kabelverbinding wordt (de capaciteit van) het geplande transformatorstation aan de Zeestraat in Beverwijk uitgebreid. Dit bureauonderzoek heeft betrekking op het kabelgedeelte op land. De uitbreiding van het transformatorstation is reeds onderzocht ten tijde van de procedure van het net op zee project Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) (Coppens 2018). Het kabelgedeelte op zee wordt is in een ander bureauonderzoek onderzocht. Bij de uitvoering van de voorgenomen ontwikkelingen kunnen mogelijk archeologische waarden worden verstoord. Het bureauonderzoek heeft als doel inzicht te verschaffen in de archeologische waarden die zich in het plangebied kunnen bevinden.

## 1.2 Plangebied en onderzoeksgebied

Het plangebied bestaat uit het VKA met de in- en uittredepunten met werkterreinen voor de gestuurde boringen, en de uitbreiding van het transformatorstation voor net op zee Hollandse Kust (west Beta). In een eerder stadium is door TenneT gestart met het project net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha), waarvoor een transformatorstation wordt gerealiseerd. Het toekomstige transformatorstation voor het onderliggende project (net op zee Hollandse Kust (west Beta)) is een uitbreiding van het station voor net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) (Figuur 1; Figuur 2).

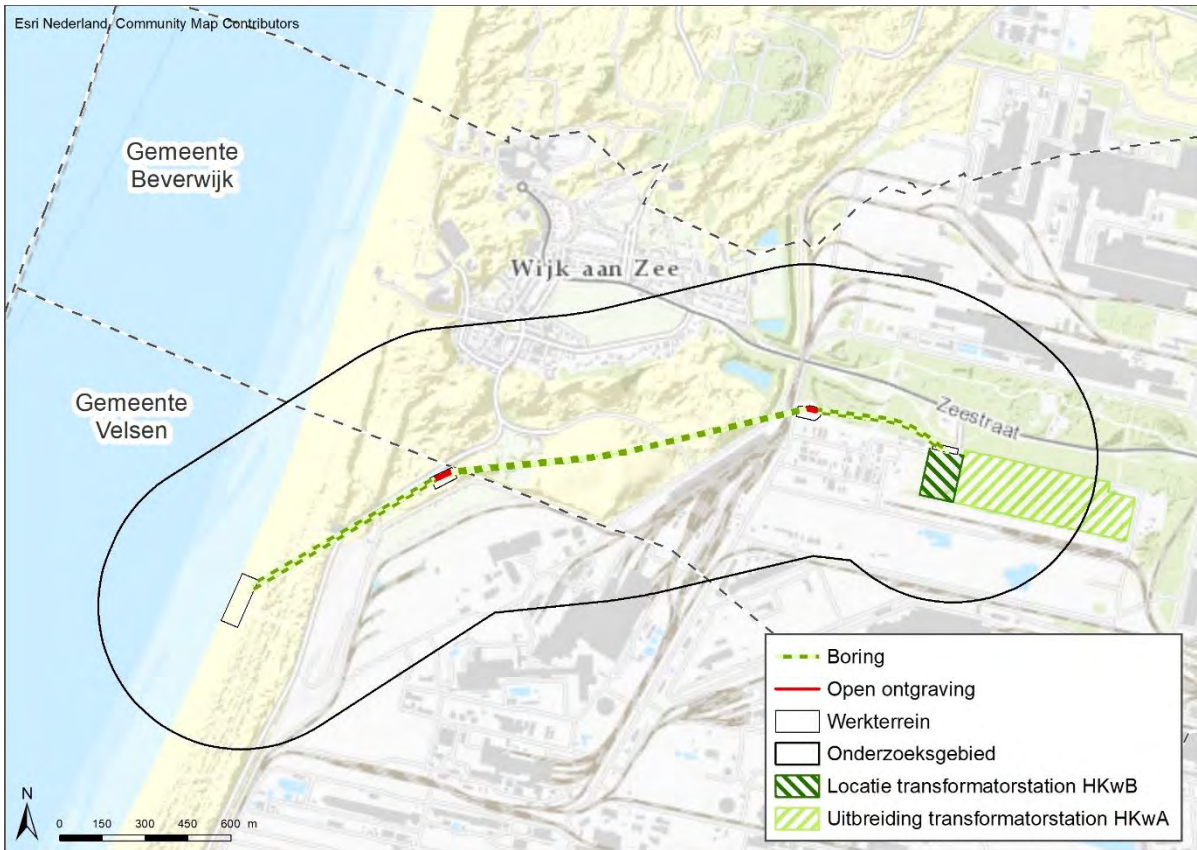
Het plangebied ligt in het duingebied ten zuiden van Wijk aan Zee en bestaat uit een tracé met een lengte van circa 2.700 meter. Het tracé bestaat uit twee kabelsystemen, die worden aangelegd met gestuurde boring. De diepte van de boring is afhankelijk van de lokale situatie en aanwezige infrastructuur en is over het algemeen tussen de 10 en 40 meter onder maaiveld. Er zijn vier locaties met in- en/of uittredepunten en er is de locatie waar het transformatorstation wordt gerealiseerd. Het gaat om:

- Het werkterrein op het strand: circa 11.000 m<sup>2</sup>;
- Het werkterrein bij het transformatorstation: circa 1.900 m<sup>2</sup>;
- Het werkterrein bij de Beeldentuin: circa 3.600 m<sup>2</sup>;
- Het werkterrein bij de West Viaductweg: circa 3.400 m<sup>2</sup>;
- De locatie voor het transformatorstation van HKwB: circa 2 ha.

Op de bovengenoemde werkterreinen zal in de praktijk slechts op een deel worden gegraven en grondverzet plaatsvinden. Verder zal op de werkterreinen wegverhardingen worden aangebracht en staan materialen opgesteld. Ook zal er op het werkterrein een bouwkeet worden gevestigd. In dit bureauonderzoek wordt uitgegaan van een worst-case benadering waarbij het gehele werkterrein wordt meegenomen in de beoordeling. De locatie van het transformatorstation is reeds onderzocht in het bureauonderzoek naar de verschillende alternatieven, maar is voor de volledigheid opnieuw opgenomen in dit bureauonderzoek.

De uitbreiding van het transformatorstation Zeestraat van circa 2 ha, maakt geen onderdeel uit van dit onderzoek.

Voor het bureauonderzoek is uitgegaan van een onderzoeksgebied dat bestaat uit het plangebied en een zone van 500 meter daaromheen. Hierdoor wordt een completer beeld verkregen van de aanwezige waarden in en rondom het plangebied en kunnen resultaten uit de omgeving worden geëxtrapoleerd. Het deel van de locatie van het transformatorstation dat reeds is onderzocht, maakt geen onderdeel uit van het onderzoeksgebied.



Figuur 1. Plangebied en onderzoeksgebied van het landgedeelte.



Figuur 2. Het plangebied op een luchtfoto (2016).

## 1.3 Administratieve gegevens

Tabel 1. Administratieve gegevens.

Objectgegevens onderzoek	
Arcadis Projectnummer	C05057.000220
Projectnaam	Hollandse Kust west Beta (HKWB) vka
Plaats	Wijk aan Zee
Gemeente	Gemeente Beverwijk, gemeente Velsen
Provincie	Noord-Holland
Centrumcoördinaat (X,Y)	101404; 500351
Lengte tracé /Oppervlakte plangebied	Lengte is circa 2.700 m. Vier werkterreinen met verschillende oppervlaktes.
Onderzoeksmelding Archis3	4713360100
Uitvoerder	Arcadis Nederland BV
Contactpersoon	Eimert Goossens Arcadis Nederland B.V. Eimert.goossens@arcadis.com
Opdrachtgever	TenneT TSO B.V.
Bevoegd Gezag	Gemeente Beverwijk en Velsen
Contactgegevens	Gemeente Beverwijk Mevr. Van Rijn-Spits c.vanrijn@beverwijk.nl  Gemeente Velsen Mevr. Joke de Groot j.groot@velsen.nl 0255 56 77 50
Uitvoeringsperiode onderzoek	januari 2021
Beheerder en plaats documentatie	Arcadis Nederland BV, locatie Arnhem

## 1.4 Doel van het bureauonderzoek

1. Het bureauonderzoek heeft als doel inzicht te verschaffen in de archeologische waarden die zich mogelijk in het plangebied bevinden of verwacht worden.
2. Aan de hand van het bureauonderzoek resulteert in een verwachtingsmodel opgesteld voor het aantreffen van archeologische resten.
3. Het bureauonderzoek bevat een advies over de noodzaak van archeologisch vervolgonderzoek en indien nodig, uit welke onderzoeksmethode het vervolgonderzoek zou moeten bestaan.

## 1.5 Werkwijze

De landschappelijke en archeologische situatie wordt beschreven op basis van een aantal bronnen. De opbouw en ontwikkeling van het onderzoeksgebied zegt veel over de mogelijke aanwezigheid van

archeologische waarden in het plangebied. In combinatie met gegevens over bekende archeologische vondsten en historische gegevens wordt een verwachting opgesteld voor de kans op het aantreffen van archeologische resten. Het rapport bevat waar mogelijk gegevens over de verwachte aan- of afwezigheid, aard, omvang, ouderdom, gaafheid, conservering en (relatieve) kwaliteit van archeologische waarden. Voor het bureauonderzoek archeologie worden de volgende bronnen geraadpleegd:

- Archeologische Monumenten Kaart (AMK);
- Gemeentelijke archeologische verwachtings- en beleidsadvieskaarten;
- Relevante publicaties van reeds uitgevoerd archeologisch onderzoek;
- Bodemkaart, geomorfologische kaart, het AHN;
- Informatie uit Archis 3;
- Indien aanwezig geomorfologische kaart van de gemeente.

## 1.6 Juridisch- en beleidskader

### 1.6.1 Verdrag van Malta (1992)

Op 16 januari 1992 is door de Raad van Europa het Europese verdrag van Malta - ook wel bekend als de Conventie van Malta of het Verdrag van Valletta - gesloten. Het verdrag beoogt het cultureel erfgoed dat zich in de bodem bevindt beter te beschermen. Grondslag van het verdrag is dat dit archeologische erfgoed integrale bescherming nodig heeft en krijgt. In het verdrag zijn drie uitgangspunten ten aanzien van de omgang met archeologie geïntroduceerd:

- Het streven naar het behouden van archeologie in de bodem, het zogenaamde "behoud in situ" (artikel 4, tweede lid). Opgraven is het (gedocumenteerd) vernietigen van het bodemarchief en is in principe niet het eerste streven.
- Tijdig rekening houden in de ruimtelijke ordening met de mogelijkheid of aanwezigheid van archeologische waarden, zodat er nog ruimte is voor archeologievriendelijke alternatieven (artikel 5). Zo wordt voorgesteld om vooraf onderzoek te doen naar de mogelijke aanwezigheid van archeologische waarden om het bodemarchief beter te beschermen en om onzekerheden tijdens de bouw te beperken.
- Elke lidstaat die het Verdrag van Malta ondertekent is verplicht maatregelen te treffen om ervoor te zorgen dat bij particuliere of openbare ontwikkelingsprojecten de kosten van de noodzakelijke archeologische maatregelen worden gedekt (artikel 6). In de Nederlandse wetgeving is dit vertaald in het 'de verstoorder betaalt'-principe (Wet op de archeologische monumentenzorg 2008). Dit principe is geïntroduceerd als een stimulans om locaties voor ruimtelijke ontwikkeling te zoeken waarbij de archeologische verwachtingswaarden minder hoog zijn.

### 1.6.2 Erfgoedwet (2016) en Monumentenwet (1988)

De Erfgoedwet harmoniseert de bestaande wet- en regelgeving omtrent roerend en onroerend erfgoed en vormt één integrale Erfgoedwet voor het beheer en behoud van cultureel erfgoed. Een belangrijke wijziging voor archeologie is dat in de Erfgoedwet de regels voor de archeologische monumentenzorg aan de orde komen. De omgang met archeologie in de fysieke leefomgeving wordt onderdeel van de Omgevingswet. Tot dat de Omgevingswet ingaat blijven de artikelen uit de Monumentenwet 1988 die niet terugkomen in de Erfgoedwet van kracht, waaronder regelingen omtrent omgevingsvergunningen en bestemmingsplannen:

- Op grond van artikel 38a van de Monumentenwet 1988 en op grond van de Wet ruimtelijke ordening (artikel 3.1.6 Besluit ruimtelijke ordening), zijn gemeenten verplicht de belangen van de archeologische monumentenzorg in hun bestemmingsplannen te verankeren. De verankering vindt plaats door het toekennen van de bestemming of dubbelbestemming 'Waarde – Archeologie'. In een gemeentelijke verordening en in het bestemmingsplan worden regels opgenomen met betrekking tot het gebruik van de grond. Aan deze regels kan een omgevingsvergunningstelsel voor onder meer het gebruik van de grond en bodemwerkzaamheden worden gekoppeld.
- Op grond van artikel 2.22, derde lid onder d, van de Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht kunnen in het belang van de archeologische monumentenzorg, voorschriften aan de omgevingsvergunning worden verbonden. Deze voorschriften kunnen inhouden dat de aanvrager van een omgevingsvergunning een rapport overlegt, waarin de archeologische waarde wordt vastgesteld van het terrein dat volgens de aanvraag wordt verstoord.

### 1.6.3 Gemeentelijk beleid

De gemeentes binnen het plangebied zijn de gemeente Heemskerk, de gemeente Beverwijk en de gemeente Velsen.

#### 1.6.3.1 Gemeente Beverwijk

De gemeente Beverwijk heeft haar beleid vastgesteld middels de Beleidsnota Cultuurhistorie Beverwijk 2007 (gemeente Beverwijk 2007). Op de bijbehorende cultuurhistorische waardenkaart zijn verschillende categorieën waarde-archeologie aangeduid met bijbehorende vrijstellingsgrenzen.

Tabel 2 Archeologiebeleid gemeente Beverwijk.

Categorie	Beschrijving	Vrijstelling	Waarde in kaartbijlage	Onderzoeksadvies voor VKA
Waarde 2	Archeologisch relevante terreinen	Bodemversturende ingrepen kleiner dan 30 m <sup>2</sup> en tot 35 cm -Mv	Bekend	Zie betreffende vindplaats beschrijving
Waarde 3	Archeologisch relevante terreinen 'het Jonge Duingebied'	Bodemversturende ingrepen kleiner dan 500 m <sup>2</sup> en tot 40 cm - Mv voor ingrepen beneden 6 m + NAP Bodemversturende ingrepen kleiner dan 2500 m <sup>2</sup> en tot 40 cm - Mv voor ingrepen boven 6 m + NAP	Hoog	Verkennd booronderzoek
Waarde 4	Overige archeologisch relevante terreinen echter zonder hoge verwachtingswaarde	Bodemversturende ingrepen kleiner dan 2500 m <sup>2</sup> en tot 40 cm - Mv	Middelhoog	Verkennd booronderzoek
-	Historisch geografische structuren en elementen / provinciaal monument	-	Bekend	Onderzoek afstemmen met bevoegd gezag

#### 1.6.3.2 Gemeente Velsen

Op de beleidskaart van de gemeente Velsen uit 2017 is het bekende aanwezige archeologisch erfgoed en de verwachting op het aantreffen van archeologische resten in de bodem weergegeven (gemeente Velsen 2017). Op basis van deze archeologische waarde zijn categorieën vastgesteld met elk hun eigen regime.

Tabel 3 Archeologiebeleid Velsen

Categorie	Beschrijving	Vrijstelling	Waarde in kaartbijlage	Onderzoeksadvies voor VKA
Monumenten	Reeds aangewezen archeologische monumenten, beschermd door het Rijk	Geen vrijstelling	Bekend	Onderzoek afstemmen met bevoegd gezag
1	AMK-terreinen. Locaties waar op een klein oppervlak belangwekkende archeologische resten bekend zijn of verwacht worden	Geen vrijstelling in oppervlakte. Bodemingrepen tot 30 cm -Mv	Bekend	Zie betreffende vindplaats beschrijving

Categorie	Beschrijving	Vrijstelling	Waarde in kaartbijlage	Onderzoekadvies voor VKA
	(monumentwaardige terreinen). Daarnaast de bodem van het beschermde dorpsgezicht van Velsen-Zuid			
2	AMK-terreinen, het overige deel van de historische kern van Velsen-Zuid en de historische kernen van Santpoort en Driehuis	Plangebieden kleiner dan 75 m <sup>2</sup> en bodemingrepen tot 30 cm -Mv	Bekend	Zie betreffende vindplaats beschrijving
3	AMK-terreinen (uiteenlopende periodes, inclusief buitenplaatsen)	Plangebieden kleiner dan 100 m <sup>2</sup> en bodemingrepen tot 40 cm -Mv	Bekend	Zie betreffende vindplaats beschrijving
4	Gebieden met een hoge archeologische verwachting	Plangebieden kleiner dan 500 m <sup>2</sup> en bodemingrepen tot 40 cm -Mv	Hoog	Verkennend booronderzoek
5	Gebieden met een archeologische verwachting; land en Noordzeebodem	Plangebieden kleiner dan 2500 m <sup>2</sup> en bodemingrepen tot 60 cm -Mv	Middelhoog	Landbodem: Verkennend booronderzoek

## 2 LANDSCHAP

### 2.1 Inleiding

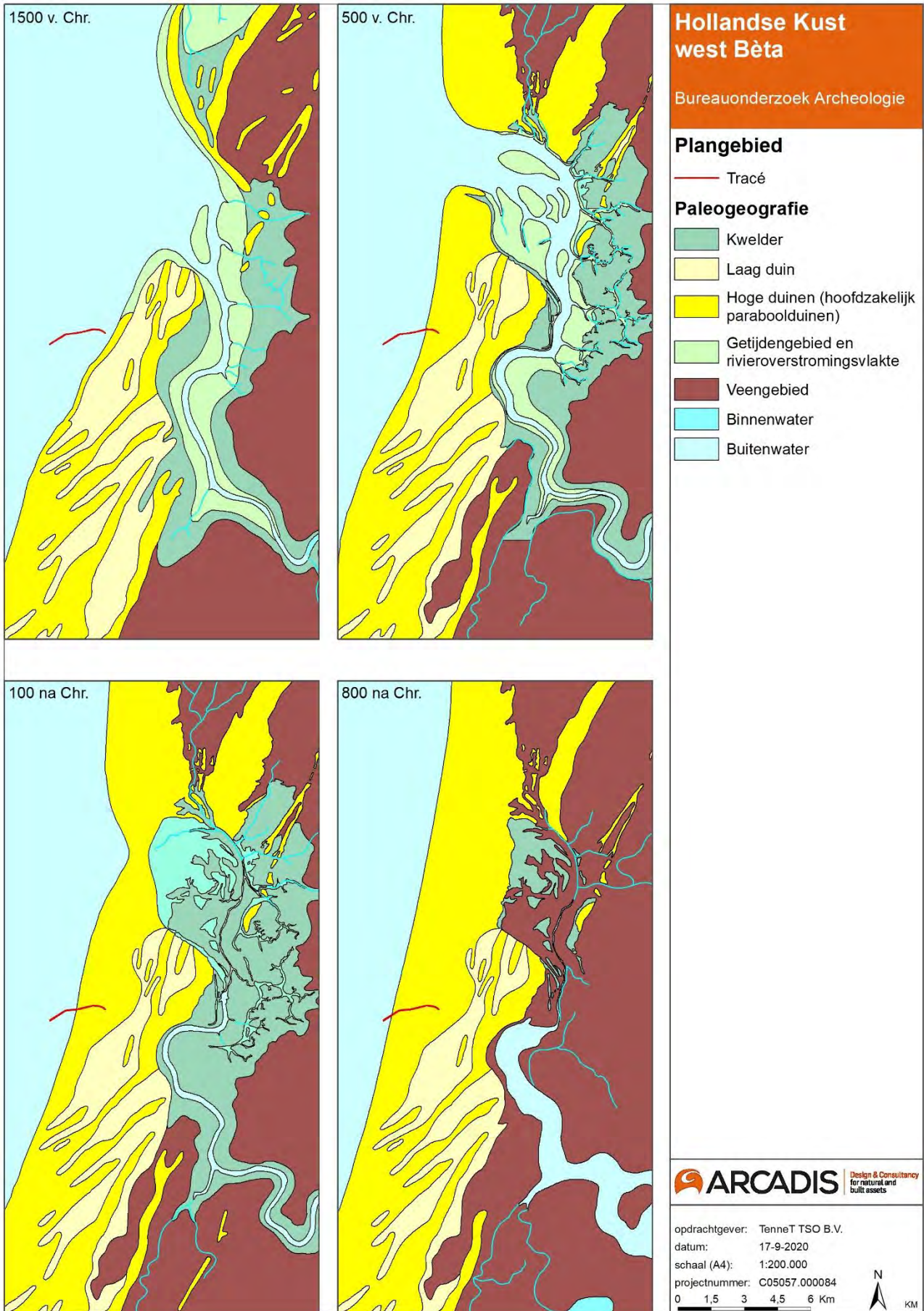
Het menselijke doen en laten werd in het verleden in grote mate bepaald door de landschappelijke omgeving en de mogelijkheden die daardoor geboden worden; de keuze van mensen om zich op een bepaalde locatie te vestigen was afhankelijk van de landschappelijke omstandigheden, zoals de aanwezigheid van vruchtbare gronden voor akkerbouw, beschikbaarheid van zoet water, bouwmaterialen en natuurlijke voedselbronnen. De geologische, geomorfologische en bodemkundige situaties zijn daarom van belang voor een archeologisch onderzoek.

De geomorfologische opbouw binnen het tracé is grotendeels bepaald door de ontwikkeling van de Noord-Hollandse kust. In de eerste helft van het Holoceen bestond de kust voornamelijk uit zandige wadplaten waartussen een groot aantal west-oost georiënteerde geulen lagen. Meer landinwaarts gingen de zandige platen over in lagunes waarin klei werd afgezet. Rond 3.800 voor Chr. veranderde de situatie langs de kust. Op de zandige wadplaten ontstonden strandwallen. De strandwallen breidden zich verder westwaarts uit en sloten de kust geleidelijk af (Figuur 3). De zee kon in deze periode alleen nog via enkele openingen in de kustlijn, zogenoemde zeegaten, in het achterland doordringen. De kust breidde zich snel uit en in de tussenliggende strandvlakte en op de strandwallen ontstonden plaatselijk kleine duinen, beter bekend als de oude duinen. De kustlijn lag in die tijd meer naar het oosten dan tegenwoordig (De Boer *et al.* 2008).

Rond 1.000 voor Chr. schoof de kustlijn steeds verder westwaarts en in de periode tussen 1500 en 500 voor Christus werd een deel van het plangebied opgenomen in het kustgebied. In de strandvlakte tussen de strandwallen ontstond op uitgebreide schaal veengroei als gevolg van de verslechterende afwatering. De laaggelegen duintjes en de randen van de strandwallen raakten in deze periode langzaam overgroeid met veen. Ter plaatse van de verschillende tracéalternatieven heeft dit echter nooit plaatsgevonden, daarvoor zijn deze te veel westwaarts gelegen (Figuur 3).

In het laatste millennium voor Chr. werd het Oer-IJ-estuarium actief; deze mondde uit in zee ter hoogte van Castricum (Figuur 3). Tijdens de ontwikkeling van het estuarium ontstond een geulensysteem waarvan de sporen nog steeds in het landschap te zien zijn. Ze bestaan uit zandige geulsedimenten die tot de Oer-IJ-afzettingen worden gerekend (voorheen: Afzettingen van Duinkerke-0 en Duinkerke-I). Verder van de (hoofd)geulen werd kleiiger sediment afgezet in de kwelderzone. De grote geul ligt tussen Assum en Heemskerk. De afzettingen die rond 100 na Chr. aan of nabij het oppervlak lagen, liggen er nu nog. Het Oer-IJ-estuarium is grotendeels verzand. Alleen bij extreme stormen kon soms nog zeewater naar binnen komen, de zogenaamde washovers. Deze overstromingen hebben zanden afgezet tot in de Vroege Middeleeuwen. De kreek- en overwalsystemen in de voormalige kwelderzone vormden als gevolg van reliëfinversie aantrekkelijke bewoningslocaties (De Boer *et al.* 2008; Dütting & Verniers 2019).

Specifiek voor het plangebied geldt dat de zone gekenmerkt wordt door jonge en oude duinen, die na 1.500 voor Chr. zijn ontstaan op de zandige wadplaten strandwallen. De strandwallen breidden zich verder westwaarts uit en sloten de kust geleidelijk af. De bodem in deze zone is met name opgebouwd uit Duinvaaggronden (Figuur 5). Het duingebied vormt een hooggelegen zone in het landschap met lokale duinen en bijbehorende laagtes (Figuur 6).



Figuur 3. Paleogeografische ontwikkeling van het kustgebied ter plaatse van het plangebied.



## 2.2 Geomorfologie en bodem

Op de geomorfologische kaart ligt het plangebied in gebieden die zijn aangegeven als kustduinen en afgegraven duinen (Figuur 4). Een aantal gebieden zijn niet aangeduid met geomorfologische eenheid, dit betreft bebouwde gebieden of gebieden die niet gekarteerd zijn. Op de bodemkaart is het plangebied gelegen in kalkhoudende duinvaaggronden en kalkhoudende vlakvaaggronden met grof zand en matig fijn zand (Figuur 5).

Een duinvaaggrond is een bodemtype binnen het Nederlandse systeem van bodemclassificatie en behoort tot de xerovaaggronden. Deze hoge zandgronden komen voor in de duinen langs de kust en in stuifzanden in het binnenland. Duinvaaggronden vertonen, afgezien van een schrale bouwvoor, een micropodzol of enkele humeuze laagjes, weinig tekenen van bodemvorming. Op de zandkorrels bevindt zich een dun laagje ijzerhoudend materiaal (ijzerhuidjes). In hoge stuifzandkopjes en duinen kunnen de ijzerhuidjes tot op grote diepte voorkomen.

In uitgestoven laagtes in het Pleistocene zandlandschap, komen ijzerarme nattere zandgronden voor, de vlakvaaggronden. Deze gronden hebben de lichtgrijze kleur van schoon zand en geen ijzerhuidjes op de zandkorrels

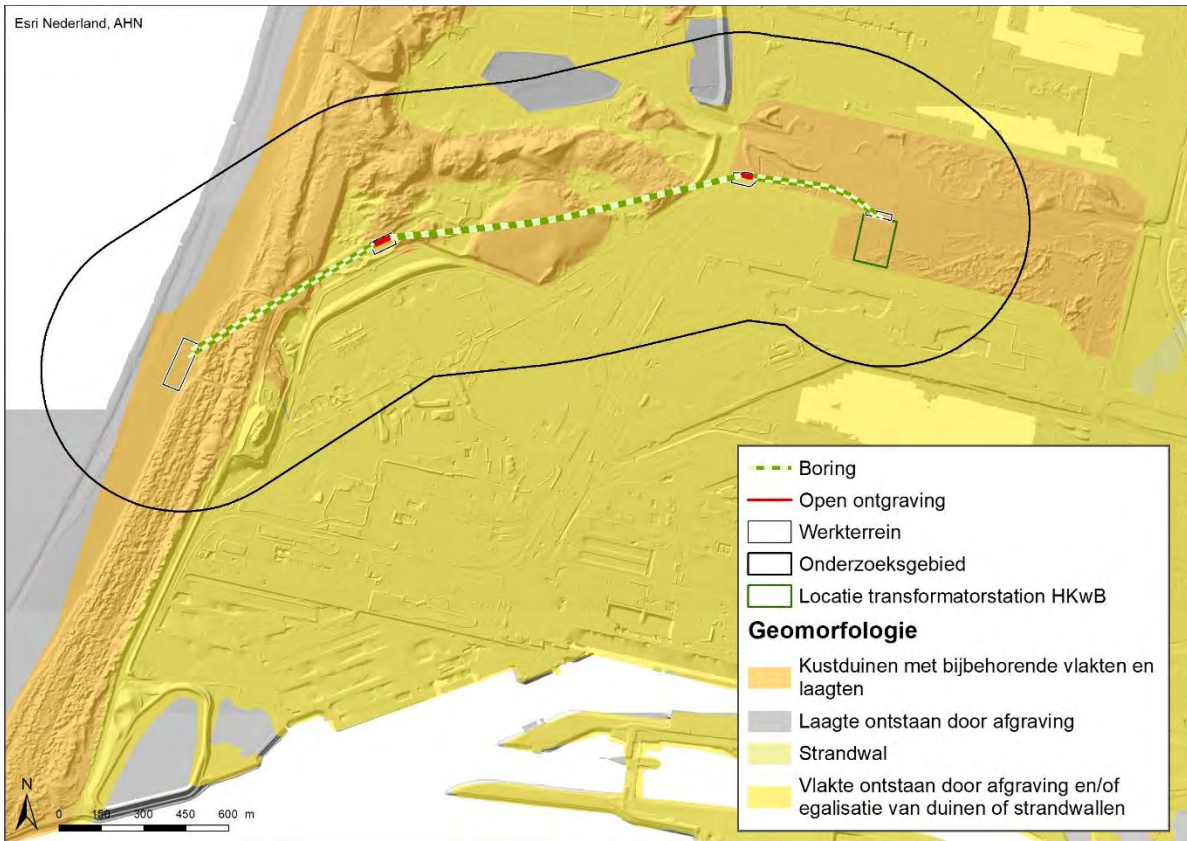
## 2.3 Hoogtebestand (AHN) en grondwater

Het Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN) geeft de precieze en gedetailleerde maaiveldhoogtes van Nederland in meters ten opzichte van het Normaal Amsterdams Peil (NAP). De maaiveldhoogtes worden in een kleurenschaal weergegeven (Figuur 6). Op het AHN is het onderscheid tussen het duingebied en het afgegraven duingebied goed zichtbaar. Duinen zijn ontstaan door verplaatsing van zand door de wind en dit kenmerkt zich door paraboolvormige patronen, waardoor ze zich onderscheiden van andere zandgebieden. Vrijwel alle geëgaliseerde gebieden zijn bebouwd, waarbij het gebied rondom de Zeestraat een uitzondering vormt. Het gebied waar het transformatorstation wordt gebouwd is op de geomorfologische kaart (Figuur 4) niet aangegeven als geëgaliseerd, maar de hoogtekaart laat op deze plaats wel een vlak gebied zien.

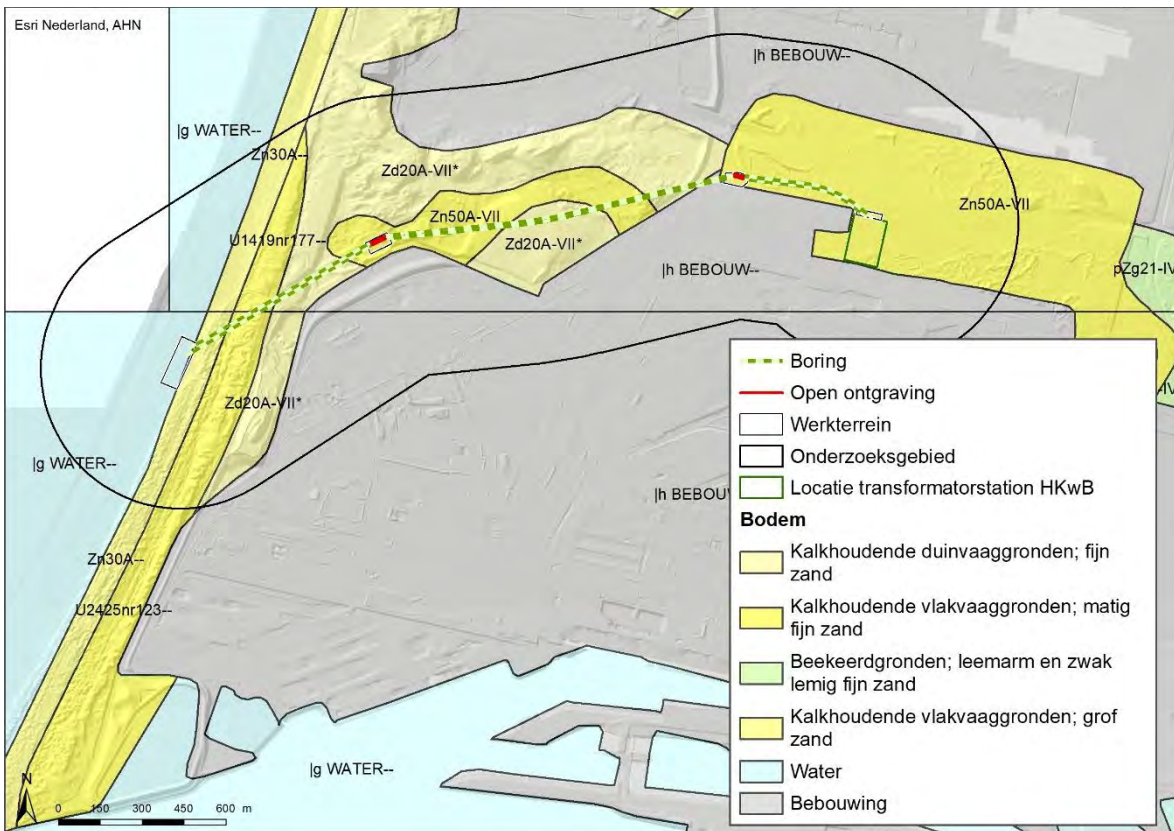
Het grondwaterpeil bepaalt voor een groot deel de mate van conservering van archeologische waarden in de bodem. Archeologische resten die zich onder de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bevinden, worden door het water tegen degradatie beschermd. Vooral organische resten blijven in een natte omgeving veelal goed geconserveerd. Resten die boven de GLG liggen raken in de loop van de tijd steeds ernstiger aangetast door verdroging en oxidatie. Wanneer de grondwaterstand door verstoringen verandert kan dat ernstige gevolgen hebben voor het in de bodem aanwezige bodemarchief. Diepte en dynamiek van de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld wordt aangeduid met de term grondwatertrappen (Gt). Grondwatertrappen worden op de bodemkaart van nat naar droog aangeduid met de Romeinse cijfers I-VII en zijn gebaseerd op de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand (afgekort met GHG en GLG). Onderstaande tabel geeft een overzicht van de indeling van de grondwatertrappen met bijbehorende grondwaterstanden. In het plangebied bevindt zich voornamelijk grondwatertrap VII (Figuur 5). Deze grondwatertrap met een zeer lage grondwaterstand is typisch voor zandgronden, omdat het water hier gemakkelijk wegsijpelt.

Tabel 4. Grondwatertrappen.

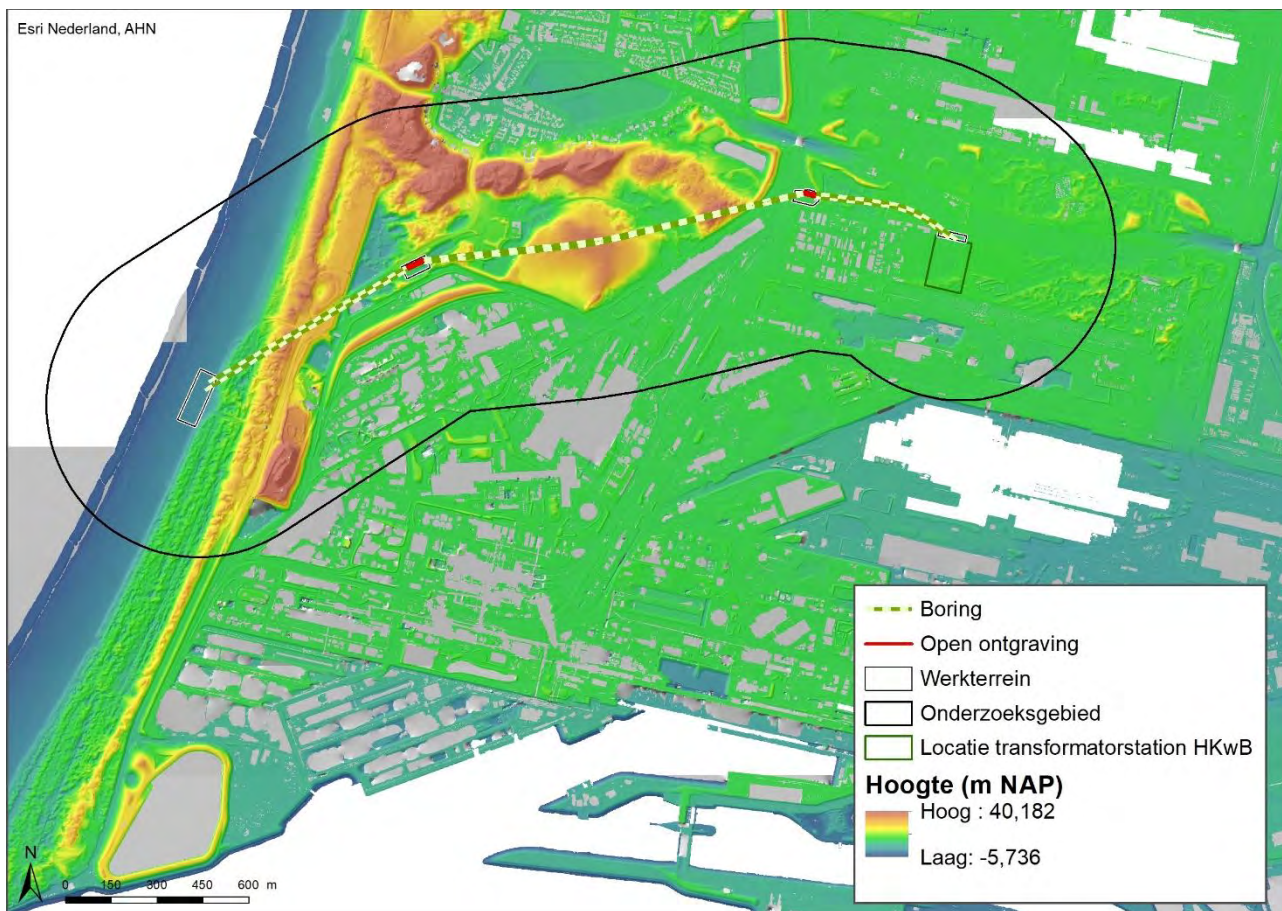
Grondwatertrap	I	II	III	IV	V	VI	VII
GHG in cm beneden maaiveld	(<20)	(<40)	<40	>40	<40	40-80	>80
GLG in cm beneden maaiveld	<50	50-80	80-120	80-120	>120	>120	(>160)



Figuur 4. Het plangebied op de geomorfologische kaart.



Figuur 5. Het plangebied op de bodemkaart.



Figuur 6. Het plangebied op het AHN (maaielveldhoogtes).

## 3 HISTORIE

### 3.1 Inleiding

Strandwallen zijn opgebouwd uit langgerekte, noord-zuid lopende, vaak verdichte zones met bos, landgoederen en buitenplaatsen en bebouwing. Op de oudste strandwallen wordt nog steeds intensief gewoond en geleefd, waardoor veel vroege bewoningssporen verloren zijn gegaan. Daarentegen is een deel van de jongere Oude Duinen door een dik pakket Jong Duin bedolven geraakt, waardoor de bewoningssporen bijzonder goed geconserveerd zijn (Provincie Noord-Holland, 2010).

Vanaf circa 600 na Christus vestigde mensen zich op de randen van de hoge duinen. Vanaf hier ontgon men langzaam het aangrenzende veengebied, de strandvlakten. Op de strandwallen werden akkers aangelegd, ook wel geesten genoemd. In de lageregelegen strandvlakten kon vee grazen op de grasvlakte. Deze geestdorpen bestonden uit een ovale opbouw met in het midden de bouwlanden die waren omgeven met boerderijen. Heemskerk is een voorbeeld van een nederzetting met een geeststructuur. Zowel de belangrijke routes als de nederzettingen hadden vaak een noord-zuid oriëntatie. De richting van de nederzettingen was dan ook overwegend noord-zuid. Ook de hoofdroutes volgen de strandwallen. Vanwege de velen natuurlijke obstakels in het gebied zoals geulen en krekken wordt het landschap gekenmerkt door een onregelmatig verkavelingspatroon. Met de verkaveling en de waterhuishouding moest hierop worden ingespeeld.

Vanaf de 17<sup>de</sup> eeuw ontstonden op de strandwallen landgoederen. Na herverkaveling van oude landgoederen ontstonden vanaf de late 19<sup>de</sup> eeuw de eerste villaparken op de hoge zandgronden (Provincie Noord-Holland 2010; Dütting & Verniers 2019).

### 3.2 Historische informatie

De historie van een plangebied speelt een grote rol bij het bepalen van de archeologische verwachting. Historische bronnen verschaffen informatie over de ontwikkelingen in het plangebied. Om een indicatie te verkrijgen van de historische ontwikkeling van het plangebied en mogelijke historische bewoningsplaatsen zijn historische kaarten een zeer waardevolle bron.

De historische kaarten zijn bestudeerd voor het inventariseren van historische elementen met archeologische betekenis zoals historische erven, boerderijen en dijken. Uit de historische kaarten valt af te leiden dat er een historisch erf aanwezig is op het terrein waar het transformatorstation wordt gerealiseerd, dat is aangeduid als boerderij Tussenwijk (Figuur 7).

#### *Tussenwijk*

Op het terrein van het toekomstige transformatorstation wordt op de historische kaarten aan de voormalige Tussenwijkse weg een erf weergegeven. Erf Tussenwijk bestaat uit een hoofdgebouw aan de oostzijde van de weg en een klein bijgebouw aan de westzijde van de weg (kadastrale minuut 1832). In de 19<sup>de</sup> eeuw is er een extra bijgebouw aan de oostzijde gebouwd. Inmiddels is het gebouw gesloopt. Tussenwijk kan een buitenplaats zijn geweest maar ook een boerderij of herberg. Het is niet bekend hoe oud het erf is en er is verder ook geen literatuur over beschikbaar (Dütting & Verniers 2019).



Figuur 7. Het plangebied op een historische kaart uit circa 1900.

### 3.3 De Tweede Wereldoorlog

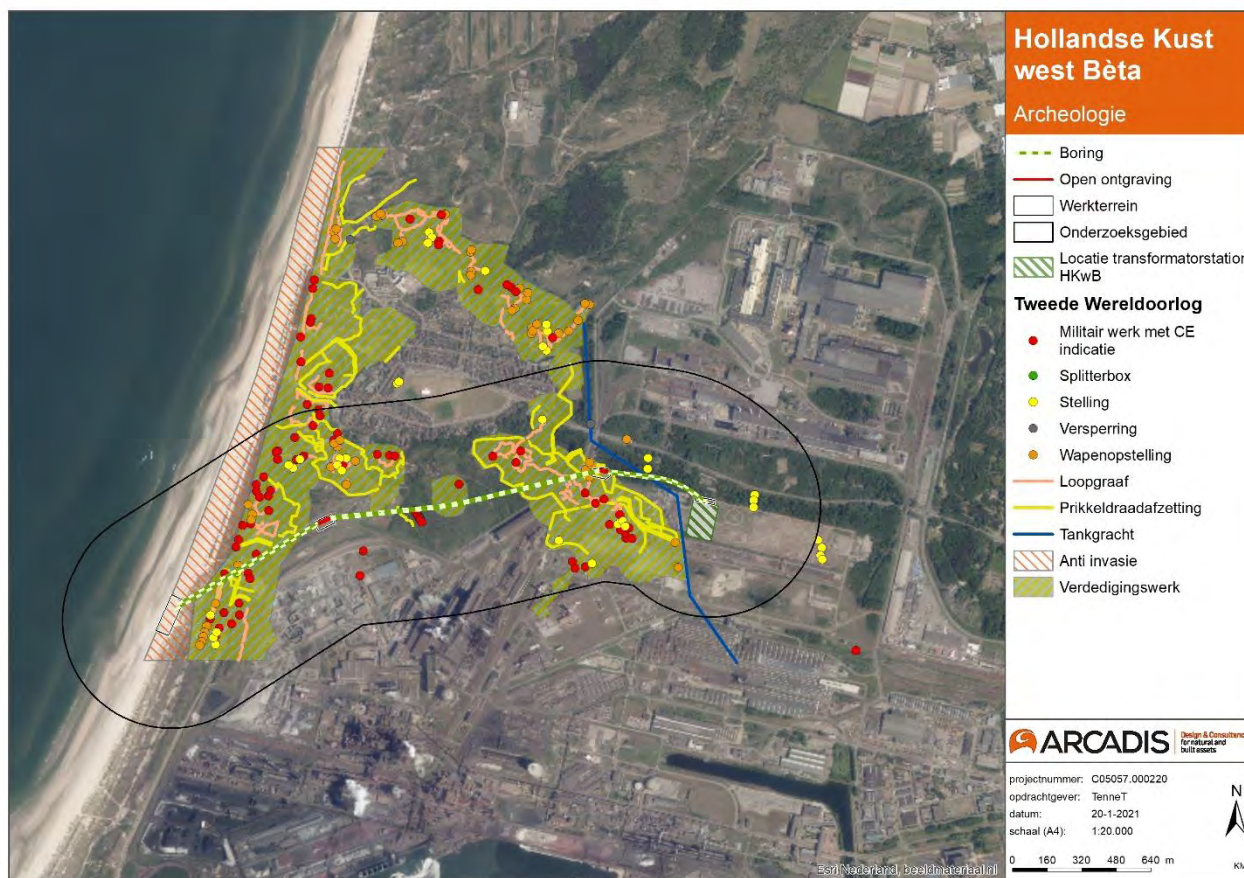
Binnen het onderzoeksgebied bevinden zich verschillende elementen uit de Tweede Wereldoorlog. Het zijn voornamelijk objecten die door de Duitsers zijn aangelegd als onderdeel van de Atlantikwall. De Atlantikwall is een tussen 1943 en 1945 gebouwde front langs de kust van Noorwegen tot Spanje, bestaande uit een samenhangend geheel van gewapend betonnen verdedigingswerken, loopgraven en diverse soorten installaties die zich voornamelijk in het reliëf van het jonge duingebied bevinden en niet of slechts ten dele zichtbaar zijn (Dütting & Verniers 2019; Provincie Noord-Holland 2010).

In het onderzoeksgebied gaat het hierbij om de volgende elementen, zie ook Figuur 8 (AVG 2019):

- Militair werk met CE-indicatie: Deze werken zijn verdacht op CE (conventionele explosieven). Dit houdt in dat in deze gebied mogelijk nog explosieven aanwezig zijn.
- Splitterbox: Aarden wallen in de vorm van een hoefijzer die door de Duitse bezetter zijn aangelegd, bedoeld om vliegtuigen te camoufleren en te beschermen tegen bombardementen.<sup>1</sup>
- Versperring: Versperringen, bovengronds, zoals strand-versperringen en Drakentanden.
- Stelling: Een stelling is een combinatie van verdedigingselementen.
- Wapenopstelling: Opstelling van handvuurwapen, machinegeweer of andere (semi)automatisch wapen, niet zijnde onderdeel van een verdedigingswerk.
- Loopgraaf: Militaire Loopgraaf. Doorgaande uitgraving als gevechtsofstelling of verbindingsgang voor troepen, of ten behoeve van het vervoeren of opslaan van voorraden munitie. Ook heb je schuilloopgraven deze waren bedoeld voor burgerbevolking om in te schuilen.
- Tankgracht: Een diepe (al dan niet droge) gracht of geul met steile wanden, aangebracht om pantservoertuigen tegen te houden.
- Prikkelraadafzetting: Afzettingen van prikkeldraad ter verdediging.

<sup>1</sup> <http://www.vliegbasistwenthe.info/ontdek/splitterbox/>

- Verdedigingswerk: Groepering van wapenopstellingen en/of geschutopstellingen, rondom afgezet met een versperring (bijvoorbeeld weerstandskern of steunpunt).



Figuur 8 Tweede Wereldoorlog elementen in het onderzoeksgebied (AVG 2019)

## 4 ARCHEOLOGISCHE INFORMATIE

### 4.1 Inleiding

Om een archeologische verwachting voor een gebied op te kunnen stellen, is eerst kennis nodig van de reeds bekende archeologische waarden en van de verwachting die voor het gebied geldt. In dit hoofdstuk worden de bekende archeologische waarden en verwachtingen aan de hand van verschillende bronnen beschreven.

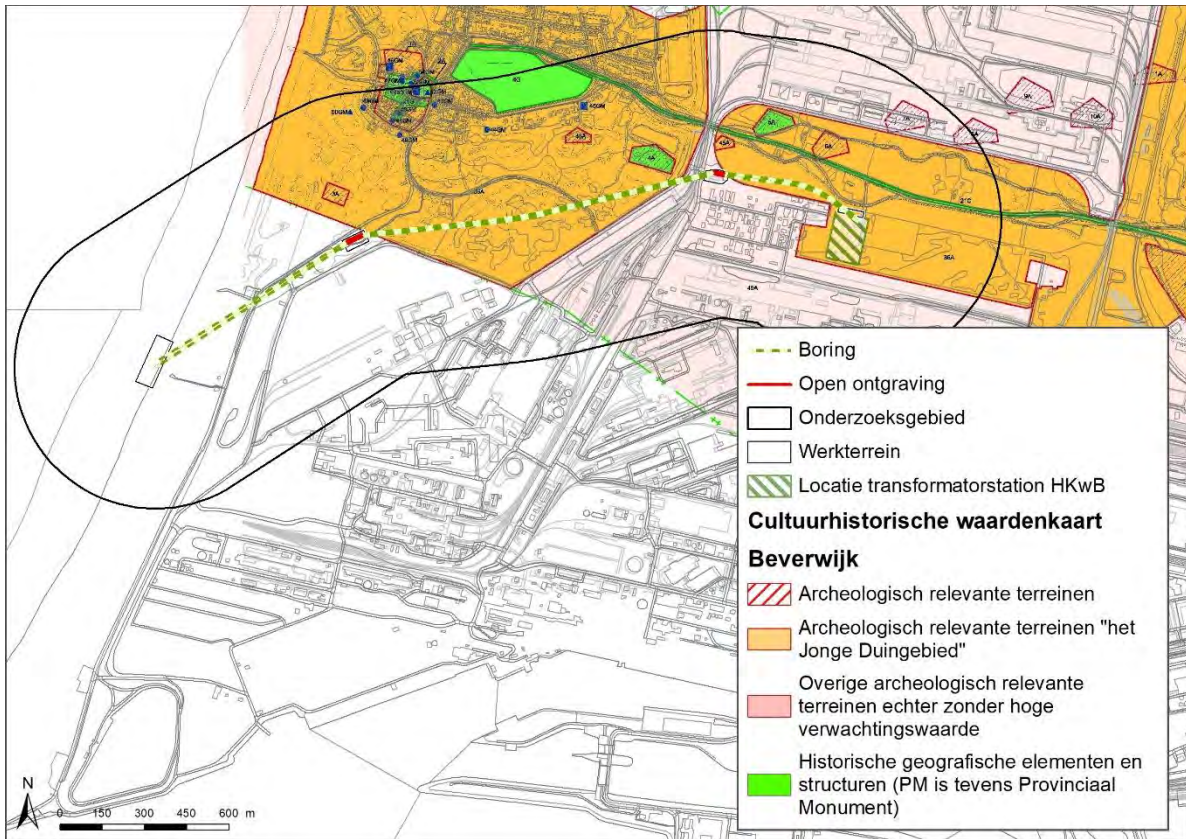
Tabel 5. Archeologische perioden (Bron: ABR).

Periode	Begin	Einde
Nieuwe Tijd	1500	Heden
Late Middeleeuwen	1050	1500
Vroege Middeleeuwen	450	1050
Romeinse Tijd	12 v. Chr.	450
IJzertijd	800 v. Chr.	12 v. Chr.
Bronstijd	2.000 v. Chr.	800 v. Chr.
Neolithicum	5.300 v. Chr.	2.000 v. Chr.
Mesolithicum	8.800 v. Chr.	4.900 v. Chr.
Laat Paleolithicum	35.000 v. Chr.	8.800 v. Chr.
Midden Paleolithicum	300.000 v. Chr.	35.000 v. Chr.

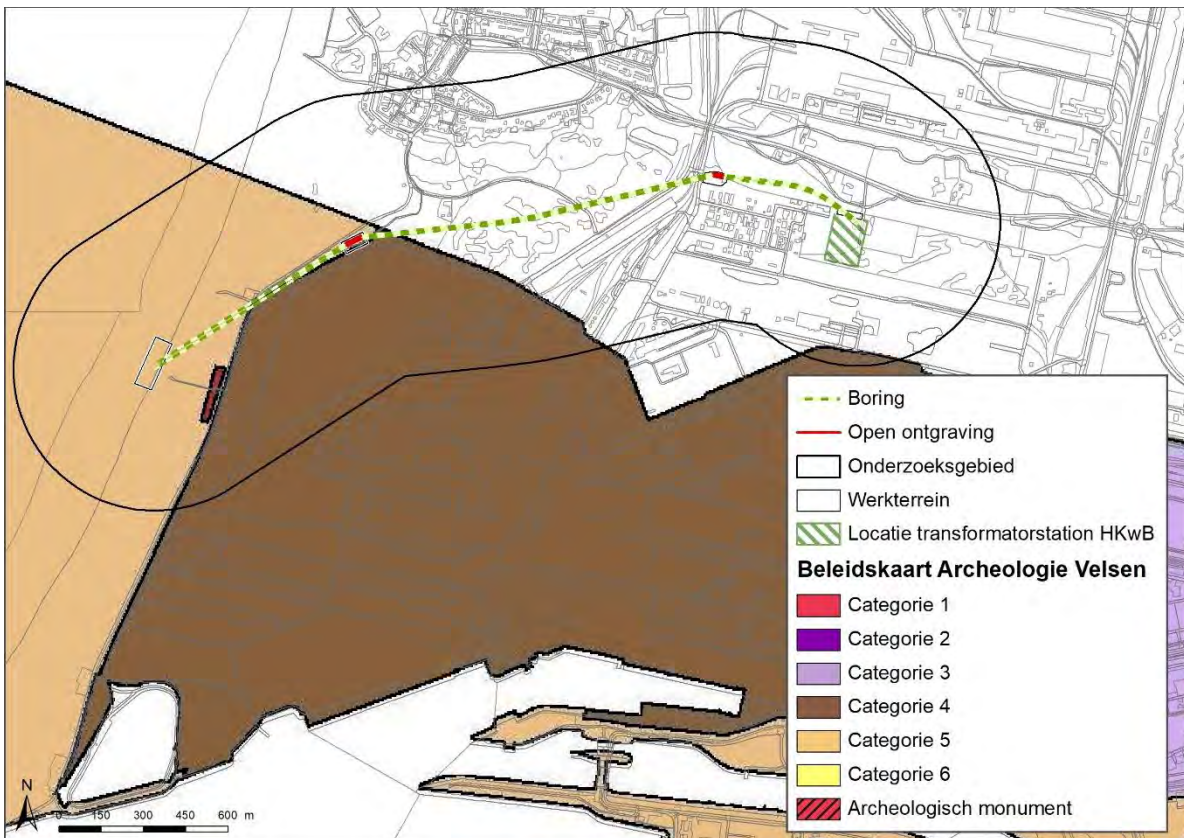
### 4.2 Gemeentelijke archeologische verwachtingskaart

De archeologische verwachtingswaarde van een gebied geeft de verwachting op de aan- en afwezigheid van archeologische waarden aan. De gemeentelijke archeologische verwachtingskaarten vormen de basis hiervoor.

In de gemeente Beverwijk ligt het plangebied in een zone met "Archeologisch relevante terreinen het Jonge Duingebied" en in gebieden met "Overige archeologische relevante terreinen echter zonder hoge verwachtingswaarde". Delen van tracés van gestuurde boringen gaan langs oude forten van de Linie van Beverwijk, die aangemerkt zijn als "Archeologisch relevante terreinen" en een deel ook als Provinciaal Monument (Figuur 9). In de gemeente Velsen ligt het plangebied deels in een zone met categorie 4 en deels in een zone met categorie 5 (Figuur 10). Categorie 4 betreft gebieden met een hoge archeologische verwachting, categorie 5 betreft gebieden met een middelhoge verwachting.

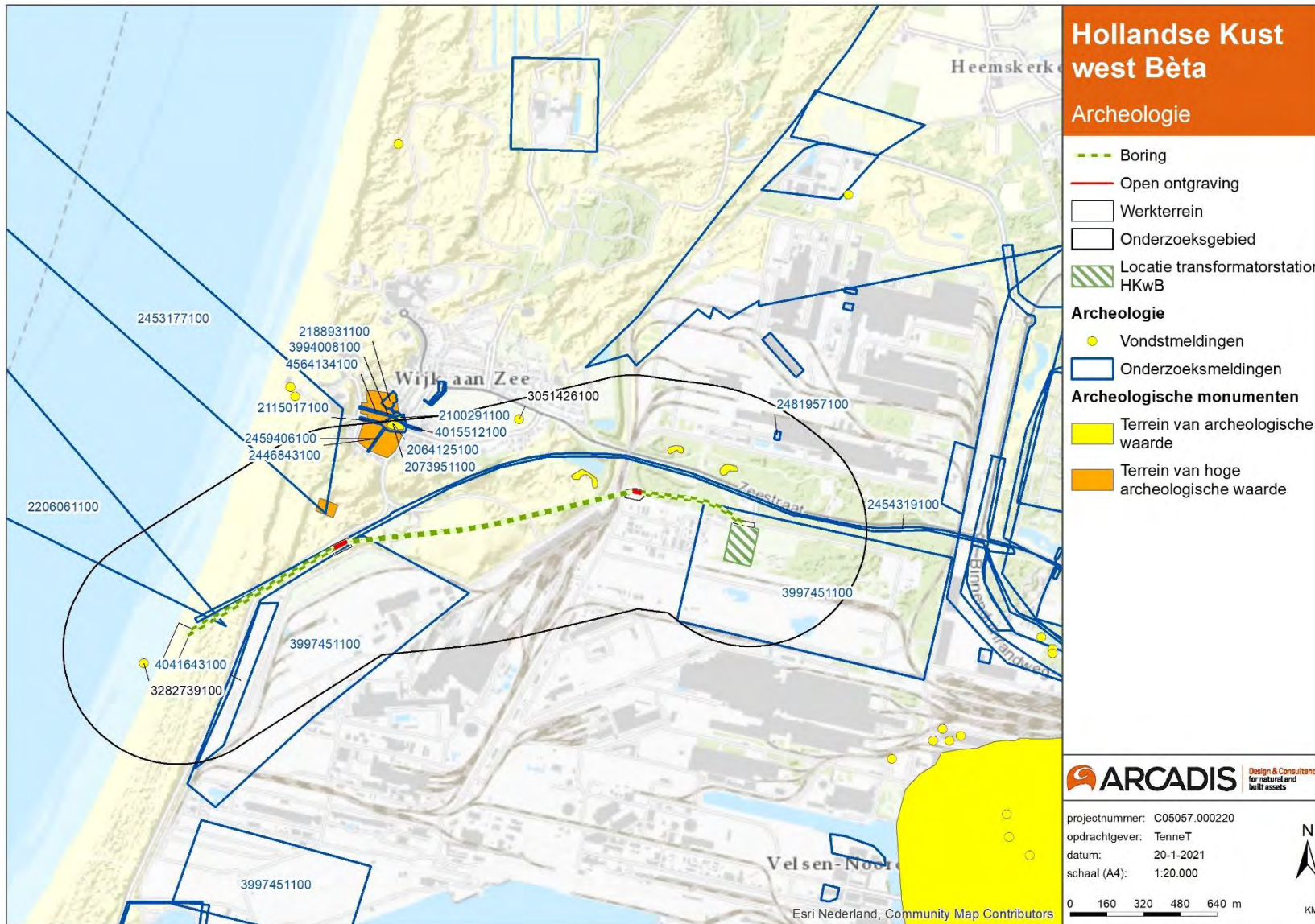


Figuur 9. Het plangebied op de gemeentelijke verwachtingskaart van de gemeente Beverwijk.



Figuur 10. Het plangebied op de gemeentelijke verwachtingskaart van de gemeente Velsen.





Figuur 11. Het plangebied met bekende vondsten, AMK-terreinen en onderzoeksmeldingen (bron: Archis 3).

## 4.3 Archeologische informatie

In dit hoofdstuk worden bekende archeologische waarden besproken, die gedocumenteerd zijn in de online archeologische database Archis 3. Het betreft AMK-terreinen, vondsten en onderzoeksterreinen.

### 4.3.1 AMK-terreinen

Op de Archeologische Monumenten Kaart (AMK) zijn bekende en waardevolle archeologische vindplaatsen weergegeven. Er wordt onderscheid gemaakt tussen terreinen van waarde, hoge waarde, zeer hoge waarde, en zeer hoge waarde – beschermd. In het laatste geval is het terrein een beschermd Rijksmonument. Het uitgangspunt bij AMK-terreinen is in principe behoud van archeologische resten in situ. Binnen het onderzoeksgebied bevinden zich zes AMK-terreinen (Figuur 11 en Tabel 6). Geen van de AMK-terreinen bevindt zich op een werkterreinen. Ook gaat het tracé niet langs of onder een AMK-terrein door.

Tabel 6. AMK-terreinen binnen het onderzoeksgebied.

AMK-nummer	Waarde	Beschrijving
1869	Terrein van hoge archeologische waarde	Terrein met de fundering van een vuurtoren uit de Late Middeleeuwen (buitenwerk van circa 4 bij 4 meter), die duidelijk zichtbaar is in een sterk vergraven duin. Deze fundamente leveren zowel in wetenschappelijk- als in cultuurhistorisch opzicht een belangrijke bijdrage aan de bewoningsgeschiedenis van het gebied en dienen derhalve in principe behouden te blijven.
13950	Terrein van hoge archeologische waarde	Historische kern van het dorp Wijk aan Zee. De begrenzing van deze historische kern is bepaald op grond van de historische kaart uit 1849-1859, schaal 1:25.000. De archeologische waarde van historische kernen bestaat uit de reeds aangetroffen of te verwachten aanwezigheid, boven of onder de grond, van bouwhistorische resten en archeologische sporen en voorwerpen. Samen bevatten zij een veelheid aan historische informatie over de ouderdom en ruimtelijke ontwikkeling van de kern. De onderzoeken met meldingsnummers 13338 en 16708 (op een deel van het monument) hebben de verwachting bevestigd.
13951	Terrein van archeologische waarde	Terrein met kerkgebouw met toren uit de Late Middeleeuwen en kerkhof. Het koor en transept zijn verdwenen. In de bodem zijn nog resten aanwezig van de kerk van vóór 1573, evenals begravingen uit (in ieder geval) de periode 1420-1869.
13952	Terrein van archeologische waarde	Terrein met resten van een lunet. De lunet maakte onderdeel uit van de linie van Beverwijk die rond 1800 is aangelegd om een aanval vanuit het noorden af te kunnen slaan. Er bevinden zich nog archeologische resten in de ondergrond.
13953	Terrein van archeologische waarde	Terrein met resten van een lunet. De lunet maakte onderdeel uit van de linie van Beverwijk die rond 1800 is aangelegd om een aanval vanuit het noorden af te kunnen slaan. Er bevinden zich nog archeologische resten in de ondergrond.
13954	Terrein van archeologische waarde	Terrein met resten van een lunet. De lunet maakte onderdeel uit van de linie van Beverwijk die rond 1800 is aangelegd om een aanval vanuit het noorden af te kunnen slaan. Er bevinden zich nog archeologische resten in de ondergrond.

### 4.3.2 Vondstlocaties waarnemingen

Vondstlocaties zijn archeologische vondsten en waarnemingen die geregistreerd zijn in Archis. Binnen het onderzoeksgebied bevinden zich twee vondstlocaties (Figuur 11 en Tabel 7). Geen van deze vondsten liggen in een gebied dat is aangegeven als werkterrein. Het betreft strandvondsten en een Romeins spinklosje waarvan de verwervingswijze niet gedocumenteerd is.

Tabel 7. Vondstmeldingen binnen het onderzoeksgebied.

Zaak IDnummer	Datum en Plaats	Beschrijving
3282739100	2013, Wijk aan Zee	Verschillende vondsten gedaan op het strand na een storm door een particulier. Het betreft hout (wielrest), steengoed en roodbakend geglazuurd aardewerk.
3051426100	1954, Wijk aan Zee	Een inheems Romeins spinklosje. Vondst gedaan door A.J. Schotman, verwervingswijze niet te bepalen.

### 4.3.3 Eerder uitgevoerd onderzoek

Op verschillende locaties in het onderzoeksgebied is eerder archeologisch bureau- en veldonderzoek uitgevoerd (Figuur 11 en Tabel 8). Relevant is onderzoek nr. 4041643100 ter plaatse van een werkterrein. Uit dit onderzoek is de verwachte bodemopbouw aangetroffen (Jong Duinzand op Oude Duin- en Strandzanden) maar zijn geen archeologische relevante lagen aangetroffen. Voor dit gebied is geen vervolgonderzoek geadviseerd. In het werkterreinen en het gebied waar de uitbreiding van het transformatorstation wordt gerealiseerd, is een verkennend en deels karterend booronderzoek uitgevoerd (Coppens 2018; Coppens 2019). In het gebied van het transformatorstation is een zone geïdentificeerd met een hoge verwachting op een historisch erf en een zone met een hoge verwachting op resten uit de perioden Bronstijd – IJzertijd en mogelijk Romeinse tijd in het paleolandschap van de Oude Duinen.

Tabel 8. Uitgevoerde onderzoeken binnen het onderzoeksgebied (bron: Archis 3).

Zaak IDnummer	Datum/ uitvoerder/ Type onderzoek	Resultaten
4607437100	2019/RAAP/ booronderzoek	Vindplaats 1 is aangetroffen in het westelijk deel van het plangebied op een (diepe) laag in het Oude duinlandschap. Het wordt afgedekt door Oud Duinzand dat op zijn beurt van het Jonge Duinzand wordt gescheiden door een dunne veen- of humeuze laag. Verspreid over de vindplaats zijn fragmenten verbrand bot, onverbrand bot en aardewerk aangetroffen. Daarnaast hebben de zeefresiduen veel houtskool opgeleverd. De aard en exacte omvang van de vindplaats is onduidelijk. De begrenzing is dus onscherp. Deze onderzoeksmelding staat niet afgebeeld op Figuur 11.
4607437100	2018/ RAAP/ booronderzoek	Betreft een verkennend en deels karterend booronderzoek (Coppens 2018). Het onderzoek heeft deels overlap met het huidige onderzoek, namelijk bij het transformatorstation en de werkterreinen bij alternatief 1. Voor de werkterreinen is geen vervolgonderzoek geadviseerd. In een deel van het transformatorstation is een karterend booronderzoek geadviseerd (zie hierboven) en in een deel karterend proefsleuvenonderzoek. Deze onderzoeksmelding staat niet afgebeeld op Figuur 11.
4593035100	2018/ Arcadis/ bureauonderzoek	Betreft een bureauonderzoek voor de kabelverbinding Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) (Van der Heijden 2018). Het onderzoek heeft deels overlap met het huidige onderzoek, namelijk bij het transformatorstation en de werkterreinen bij alternatief 1. In het bureauonderzoek is voor deze gebieden een booronderzoek geadviseerd, dat is uitgevoerd (zie boven, 4607437100). De onderzoeksmelding staat niet afgebeeld op Figuur 11.
4041643100	2017/ RAAP/ Booronderzoek	Plangebied Windpark Ferrum in Wijk aan Zee, gemeente Velsen; archeologisch vooronderzoek: een aanvullend bureau- en inventariserend veldonderzoek (verkennende fase). Tijdens het

Zaak IDnummer	Datum/ uitvoerder/ Type onderzoek	Resultaten
		veldonderzoek is onder een recent verstoord pakket een opbouw van Jong Duinzand op Oude Duin- en Strandzanden aangetroffen. Het booronderzoek heeft geen aanwijzingen opgeleverd voor de aanwezigheid van een archeologische relevante laag in het plangebied, in de vorm van bijvoorbeeld een vegetatiehorizont, vondst- en/of cultuurlaag (Coppens 2017).
2206061100	2008/ Periplus/ Bureauonderzoek	Archeologisch bureauonderzoek ten behoeve van de aanleg van een windturbinepark en kabels op de Noordzee. Rapport niet beschikbaar in Archis.
2453177100	2014/ Periplus/ Bureauonderzoek	Bureauonderzoek voor toekomstig windmolenpark Q4 en het kabeltracé naar de kust bij Wijk aan Zee. Geen rapport beschikbaar in Archis.
2115017100	2006/ ADC/ Archeologische begeleiding	Beschrijven (Lohof en Ploegaert 2008).
2459406100	2014/ Hollandia/ Archeologische begeleiding	Archeologischse begeleidingsrioolwerkzaamheden aan de Gasthuisstraat in Wijk aan Zee, gemeente Beverwijk. Bij de archeologische begeleiding zijn grondlagen aangetroffen die aangeven dat de Gasthuisstraat vanaf de 16e eeuw reeds als infrastructuur in gebruik was. Op ca. 5,0 m -NAP, op ca. 1,0 m onder het maaiveld, is een verhardingsniveau aanwezig bestaande uit baksteenpuin. Verder is er muurwerk en een slordig gemetselde put uit de 18 <sup>de</sup> /19 <sup>de</sup> opgetekend (Salomons 2015).
2446843100	2014/ Hollandia. Bureauonderzoek	Zie boven.
4564134100	2017/ Hollandia/ Archeologische begeleiding	Archeologische begeleiding aanleg riool- en drinkwaterleiding in de St. Odulfstraat in Wijk aan Zee, gemeente Beverwijk (zie 3994008100). Op drie plaatsen binnen het onderzoeksgebied is de bodemopbouw gedocumenteerd. In het oosten en midden is een laatmiddeleeuwse/nieuwetijdse cultuurlaag op jong duinzand aangetroffen. Deze cultuurlaag is in de nieuwe tijd overstoven geraakt. In het westelijk deel van het onderzoeksgebied zijn geen archeologische resten aangetroffen. De ondergrond blijkt daar sterk vergraven te zijn ten behoeve van nutsvoorzieningen. Er zijn geen menselijke skeletresten aangetroffen (Salomons 2017).
3994008100	2016/ Hollandia/ Bureauonderzoek	Een bureauonderzoek op de locatie van de Sint Odulfstraat en de Middenweg waar rioolwerkzaamheden plaatsvinden. Voor een deel van de werkzaamheden is een opgraving geadviseerd en voor een deel een archeologische begeleiding. Er geldt een hoge verwachting op resten uit de Late Middeleeuwen tot de Nieuwe tijd (Brattinga 2016).
2188931100	2008/ ArchoPro/ Booronderzoek	Booronderzoek bij het Neeltje Snijdershof te Wijk aan Zee gemeente Beverwijk, geen rapport beschikbaar in Archis en DANS.
2100291100	2005/ ADC/ Archeologische opgraving	Op de onderzoekslocatie wordt een infiltratiesysteem gerealiseerd. De ingreep in de bodem zal grotendeels reiken tot ongeveer 2 meter beneden het maaiveld, maar plaatselijk tot 3 meter diepte. Op het Julianaplein zijn tijdens vooronderzoek en opgraving zeven putten aangelegd. In put 2 zijn de noordelijke begrenzing van het kerkhof en de fundamente van enige daarbuiten gelegen gebouwtjes vastgesteld. De oudste fundamente kunnen uit de 18e of 19e eeuw dateren. De jongste horen bij een gebouw uit de 20ste eeuw. Het betreft waarschijnlijk een voormalig café. In de putten 3 – 7 zijn uitbraaksleuven, vloerresten en

Zaak IDnummer	Datum/ uitvoerder/ Type onderzoek	Resultaten
		steinberen van het noordtransept van de kerk van vóór 1573 aangetroffen (Lohof en Ploegaert 2008).
4015512100	2016/ Hollandia/ Archeologische begeleiding	Archeologische begeleiding van de rioolwerkzaamheden aan de Middenweg-Julianaplein in Wijk aan Zee, gemeente Beverwijk (Salomons 2017). Rapport niet beschikbaar in Archis.
2064125100	2005/ NMF/ Bureauonderzoek	Bureauonderzoek naar de archeologische waarde van de locatie Julianaplein/Zwaanstraat te Wijk aan Zee. Geen rapport beschikbaar.
2073951100	2005/ ADC/ Proefsleuven	Zie 4015512100.
2481957100	1969/ Particulier/ Archeologische opgraving	Deze onderzoeksmelding is administratief aangemaakt ten behoeve van koppeling van data uit BoneInfo. De precieze onderzoekslocatie was niet in alle gevallen te achterhalen (Archis).
2454319100	2014/ Periplus/ Bureauonderzoek	Rapport niet beschikbaar in Archis of DANS.
3997451100	2016/ NMF/ Bureauonderzoek	Rapport niet afgemeld en niet beschikbaar in Archis of DANS.

## 5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

### 5.1 Conclusie en gespecificeerd verwachtingsmodel

Op basis van de landschappelijke situatie, historische ontwikkeling, archeologische beleidskaarten, informatie over bekende archeologische waarden en resultaten van eerder uitgevoerd archeologisch bureau- en veldonderzoek, is een overzicht gemaakt van de bekende archeologische waarden in het plangebied en is een archeologische verwachting opgesteld.

Ter plaatse van het plangebied (voorkeursalternatief) zijn geen bekende waarden aanwezig. Er liggen geen vondstmeldingen of AMK-terreinen binnen het tracé.

De archeologische verwachting voor het plangebied valt te onderscheiden in verschillende categorieën (zie kaartbijlagen en Tabel 9). De moflocatie op het strand heeft een lage verwachting op archeologische waarden. Voor de andere werkterreinen geldt een hoge verwachting op resten uit verschillende perioden:

- Op de locatie voor het transformatorstation, en voor een klein gedeelte op het hierbij gelegen werkterrein, geldt een hoge verwachting op het aantreffen van resten van historisch erf Tussenwijk.
- In de noordwesthoek van het werkterrein bij de transformatorstationslocatie en op de locatie van het transformatorstation is in het Oud Duingebied een mogelijke vindplaats aangetroffen uit de Bronstijd-IJzertijd en mogelijk Romeinse tijd op een diepte van circa 4 tot 4,5 m -Mv (ca. 3,8 - 4,0 m +NAP)). Bewoning tot in de Vroege Middeleeuwen kan echter nog niet uitgesloten worden. Hier geldt dus een verwachting op een vindplaats uit de Late Bronstijd tot en met de Vroege Middeleeuwen.
- Voor de overige werkterreinen geldt een hoge archeologische verwachting op resten uit het Laat Neolithicum tot en met Vroege Middeleeuwen in het Oud Duingebied onder de Jonge Duinen.
- Ook kunnen bij het werkterrein aan de West Viaductweg resten van de Tweede Wereldoorlog voorkomen, in het bijzonder van de Atlantikwall (Tabel 9).
- Voor de gestuurde boringen geldt dat deze op een diepte van tussen de 10 en 40 meter onder maaiveld worden aangelegd, waardoor ze onder de verwachte archeologische lagen worden aangelegd.

In Tabel 9 is de gespecificeerde archeologische verwachting beschreven.

Tabel 9. Gespecificeerde archeologische verwachting.

Periode	Verwachting	Complextype	Kenmerken	Diepteligging	Gaafheid
Laat Neolithicum tot Late Bronstijd	Hoog	Nederzettings-resten	Losse vondsten en vondst- en sporen niveau	Top van het Oud Duingebied	Wanneer afgedekt met een intacte veenlaag en Jong Duinzand goed
Late Bronstijd tot Vroege Middeleeuwen	Hoog	Nederzettings-resten	Vondst- en sporen niveau	Bij transformatorstation circa 4 m -Mv	Goed
Late Middeleeuwen tot Nieuwe tijd B	Hoog, geldt alleen ter hoogte van Erf Tussenwijk	Historisch erf	Vondst- en sporen niveau, bouw materiaal	Direct onder de bouwvoor	Slecht tot redelijk
WOII	Hoog	WOII elementen	Vondst- en sporenniveau	Direct onder de bouwvoor	Slecht tot redelijk

### 5.2 Advies

Het advies voor de verschillende gebieden valt te onderscheiden in een aantal categorieën.

- Voor de moflocatie op het strand wordt **geen vervolgonderzoek** geadviseerd.

- Voor het deel van het (werkterrein bij het) transformatorstation met de hoge verwachting op een historisch erf wordt een **archeologisch proefsleuvenonderzoek** geadviseerd.
- Voor het deel van het (werkterrein bij het) transformatorstation met zowel een hoge verwachting op een vindplaats uit de uit de periode Late Bronstijd tot en met Vroege Middeleeuwen, als een hoge verwachting op een historisch erf, wordt een onderzoek geadviseerd in de vorm van een **karterend booronderzoek** en een **proefsleuvenonderzoek**.
- Voor het deel van het (werkterrein bij het) transformatorstation met een hoge verwachting op een vindplaats uit de uit de periode Late Bronstijd tot en met Vroege Middeleeuwen wordt een onderzoek geadviseerd in de vorm van een **karterend booronderzoek**.
- Voor de overige twee werkterreinen geldt een hoge verwachting op de periode Laat Neolithicum tot en met de Vroeg Middeleeuwen en wordt vervolgonderzoek geadviseerd in de vorm van een **verkennend booronderzoek**.

Het doel van het verkennend booronderzoek is om het gespecificeerde verwachtingsmodel te toetsen. Dit wordt getoetst door de bodem opbouw en/of bodemverstoringen gedetailleerd in kaart te brengen. Tevens moet het aantonen of er oude bewoningslagen aanwezig zijn.

Het doel van het karterend booronderzoek en het proefsleuvenonderzoek is om de aanwezigheid van archeologische resten te toetsen en eventuele vindplaatsen te karteren en waarderen.

Dit advies dient door de initiatiefnemer te worden voorgelegd aan het bevoegd gezag, in dit geval de gemeenten Beverwijk en Velsen. Het bevoegd gezag kan van het door Arcadis gegeven advies afwijken.

## BRONNEN

### Literatuur

- AVG, 2019. *Vooronderzoek CE Tennet Hollandse Kust (west Beta)*. Kaatsheuvel: AVG Explosieven Opsporing.
- Boer G.H. en S. Warning, 2017. *Plangebied Business Park IJmond in Beverwijk, gemeente Beverwijk; archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek (mechanisch booronderzoek, verkennende fase)*. RAAP-notitie 5795.
- De Boer, Ir. G.H., drs. C.M. Soonius en drs. D. Bekius, 2008. *Uitgeest, droge plek aan open water. Archeologienota gemeente Uitgeest; Deel I: Startnotitie archeologiebeleid; Deel II: Archeologische verwachtings- en beleidsadvieskaart*. RAAP-Rapport 1636.
- Dütting, M.K en L.P. Verniers, 2019. *Basisdocument Noordelijk Duingebied Provinciaal archeologiegebied*. Steunpunt monumenten en archeologie Noord-Holland.
- Brattinga, J.J., 2016. *Archeologisch bureauonderzoek rioolwerkzaamheden ter hoogte van de Sint Odulfstraat en de Middenweg in Wijk aan Zee, gemeente Beverwijk (NH)*. Hollandia reeks 567.
- Coppens, C.F.H., 2017. *Plangebied Windpark Ferrum in Wijk aan Zee, gemeente Velsen; archeologisch vooronderzoek: een aanvullend bureau- en inventariserend veldonderzoek (verkennende fase)*. RAAP-notitie 5904.
- Coppens, C.F.H., 2018. *Plangebied Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) - Voorkeursalternatief, gemeente Beverwijk, Heemskerk en Velsen; archeologisch vooronderzoek: inventariserend veldonderzoek (IVO-O, verkennend en deels karterend booronderzoek)*. RAAP-rapport 3440.
- Ilson, P.J., 2013. *Plangebied Dorpsweide in Wijk aan Zee, gemeente Beverwijk; archeologische begeleiding (protocol opgraven)*. RAAP-rapport 2656.
- Lohof, E. en P. Ploegaert, 2008. *Graven langs de kerk. Archeologisch onderzoek van Julianaplein en De Zwaanstraat in Wijk aan Zee (gemeente Beverwijk)*. ADC-Rapport 598.
- Nales, T., 2011. *Plangebied Dorpsweide te Wijk aan Zee, gemeente Beverwijk; archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek en een inventariserend veldonderzoek, verkennende fase*. RAAP-notitie 3868.
- Salomons, K.T., 2015. *Een archeologische begeleiding protocol opgraven van de rioolwerkzaamheden aan de Gasthuisstraat in Wijk aan Zee, gemeente Beverwijk*. Hollandia reeks 557.
- Salomons, K.T., 2017. *Archeologische begeleiding van de rioolwerkzaamheden Middenweg- Julianaplein in Wijk aan Zee, gemeente Beverwijk*. Hollandia reeks 624.
- Van der Heijden, N., 2018. *Bureauonderzoek Archeologie Hollandse Kust Noord Fase 2*. Arcadis Archeologische Rapporten 138.
- Zijverden, van, W., en J. van Moor, 2014. *Het Groot Profielenboek: Fysische geografie voor archeologen*. Leiden: Sidestone Press.

### Websites (bezoekt op 05-07-2019)

- [www.watwaswaar.nl](http://www.watwaswaar.nl)
- [www.topotijdreis.nl](http://www.topotijdreis.nl)

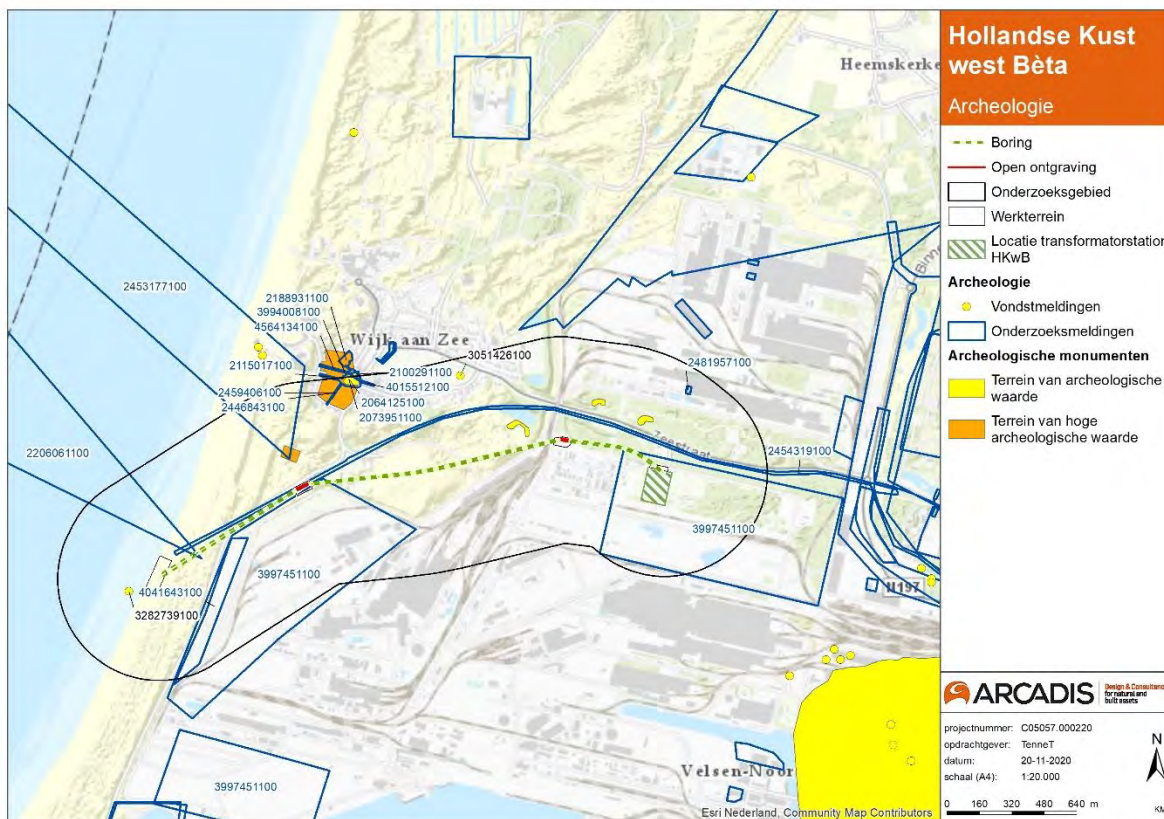
### Overige

- Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN).
- Archeologische Monumenten Kaart (AMK).
- Archeologisch Informatiesysteem Archis2; Rijksdienst voor het Culturele Erfgoed (RCE).
- Bodemkaart Nederland (1:50:000); Alterra.
- Kadasterkaart 1811-1832 ([watwaswaar.nl](http://www.watwaswaar.nl)).
- Geomorfologische Kaart (1:50:000); Alterra.
- Gemeente Beverwijk, 2007. *Beleidsnota Cultuurhistorie 2007*. Beverwijk: gemeente Beverwijk.
- Gemeente Heemskerk, 2015. *Cultuur, het creatieve hart van Heemskerk: Plan van aanpak cultuurbeleid 2015-2018*. Heemskerk: gemeente Heemskerk.
- Gemeente Velsen, 2017. *Beleidskaart Archeologie Velsen: Toelichting inhoudelijke verantwoording Beleidskaart Archeologie Velsen (BAV)*. Velsen: gemeente Velsen.
- Provincie Noord-Holland, 2010. *Leidraad Landschap en Cultuurhistorie: Ontwikkelen met ruimtelijke kwaliteit*. Haarlem: Provincie Noord-Holland.
- SIKB ([www.sikb.nl](http://www.sikb.nl))

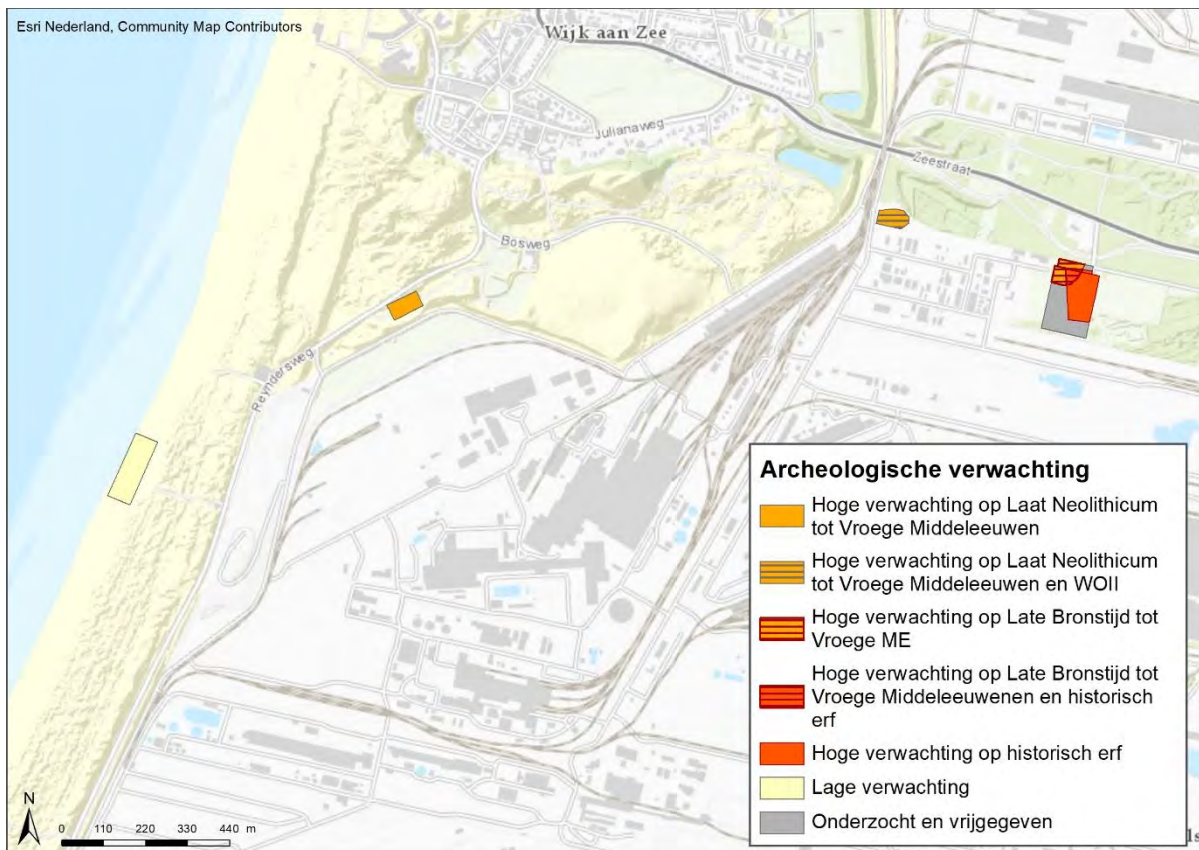


# KAARTBIJLAGEN

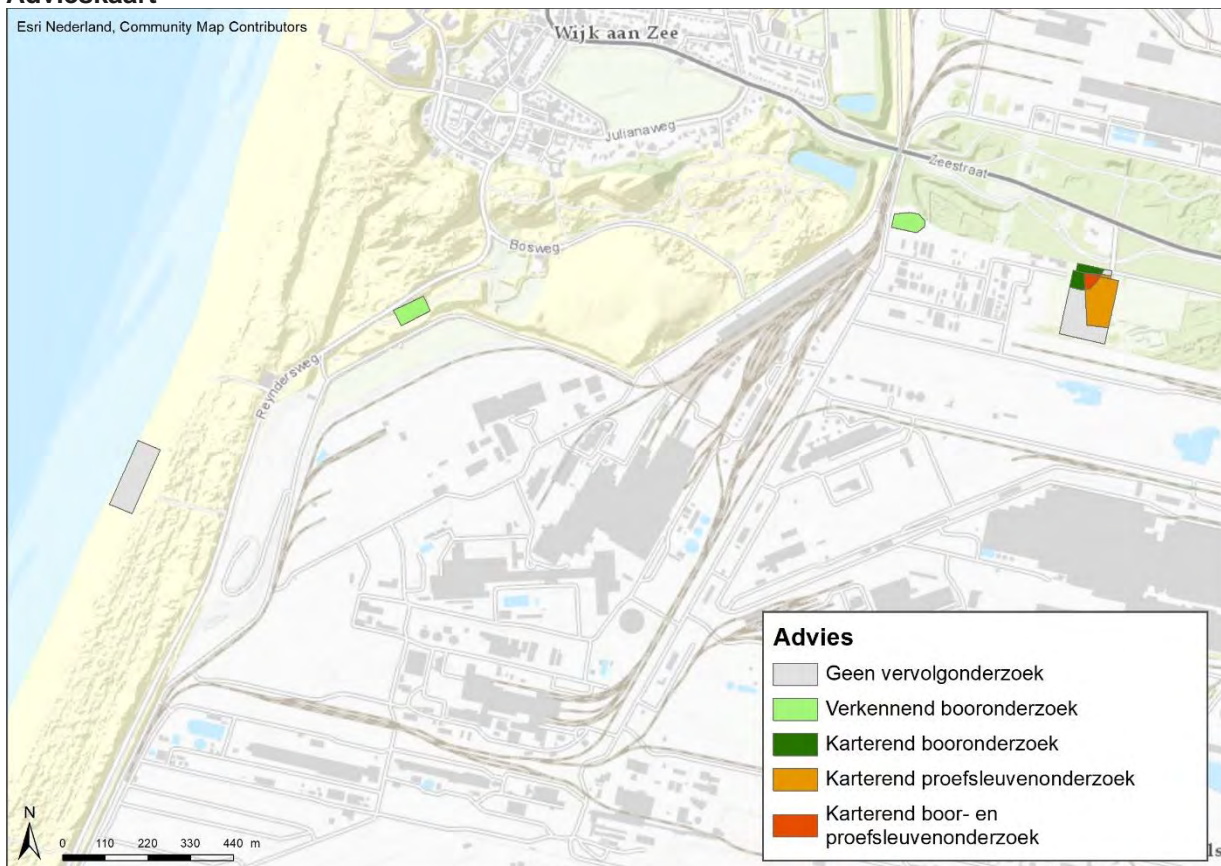
## Kaart bekende archeologische waarden



### Kaart verwachte archeologische waarden



### Advieskaart



## COLOFON

BUREAUONDERZOEK ARCHEOLOGIE HKWB VKA  
ARCADIS ARCHEOLOGISCHE RAPPORTEN 265

**KLANT**

TenneT TSO B.V.

**AUTEUR**

Koos Mol

**PROJECTNUMMER**

C05057.000220

**ONZE REFERENTIE**

083929049 0.9

**DATUM**

20 januari 2021

**STATUS**

Definitief

**GECONTROLEERD DOOR**

Eimert Goossens  
Adviseur Archeologie & Cultuurhistorie

**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 220  
3800 AE Amersfoort  
Nederland  
+31 (0)88 4261261


[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

RAAP Evaluatie- en selectierapport

## Hollandse Kust (west Beta)

Wijk aan Zee, Gemeente Beverwijk

Archeologisch onderzoek: een opgraving

<b>Evaluatierapport</b>	
Versie	21 juli 2021
RAAP-E&S rapportnummer	237
ARCHIS onderzoeksmeldingsnummers	4946058100 (IVO-P) / 5054557100 (DO)
Projectcodes	WZWM4 (IVO-P) / WZWM6 (DO)
Auteur	E. Mol MA
Goedkeuring senior KNA archeoloog (intern)	H.M. Molthof MA Datum: 21 juli 2021 Handtekening: 
Goedkeuring bevoegde overheid (alleen indien voorgeschreven in het PvE)	Datum: Handtekening:
<b>Selectierapport</b>	
Goedkeuring deponhouder	Datum: Handtekening:
Goedkeuring bevoegde overheid	Datum: Handtekening:





aanwezige archeologische resten opgegraven moesten worden. De opgraving heeft tussen 25 mei en 14 juni 2021 plaatsgevonden. Voor dit onderzoek is een apart PvE opgesteld (Molthof, 2021c).

Conform de KNA vindt na afloop van het veldonderzoek een evaluatie plaats, waarin de uitwerking van het onderzoek wordt vastgelegd, of door de bevoegde overheid definitief wordt vastgesteld. De evaluatie wordt gerapporteerd middels een evaluatie- en selectierapport, waarin globaal de resultaten van zowel het proefsleuvenonderzoek als de opgraving worden behandeld<sup>1</sup>. Hierbij komen de aantallen en typen van sporen, vondsten en monsters aan bod. In het document wordt ook advies gegeven over de intensiteit van de uitwerking en of specialistisch onderzoek nodig is om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden. Voorafgaand aan de evaluatie is alle documentatie gecontroleerd, zijn alle veldtekeningen gedigitaliseerd, alle sporen ingevoerd in een database en alle vondsten gewassen, gesplitst, geteld, gewogen en eveneens ingevoerd in een database.

### ***Fasering in evaluatie***

Het evaluatie- en selectierapport vindt conform het PvE (Molthof, 2021c) in twee fases plaats, resulterend in twee adviesdelen. In het eerste adviesdeel wordt voorgesteld hoe de vondsten worden gedetermineerd en of daar een materiaalspecialist voor nodig is. Ook wordt een voorstel gedaan welke monsters voor waardering in aanmerking komen. Het bevoegd gezag neemt op basis van de voorstellen in het evaluatierapport een besluit over deze eerste zaken. Het tweede adviesdeel wordt opgesteld als het besluit genomen is en de determinatie van vondsten en de waardering van de geselecteerde monsters heeft plaatsgevonden. Vervolgens wordt een voorstel gedaan welke monsters in aanmerking komen voor analyse en wordt een voorstel gedaan voor eventuele dateringen, objectfoto's en -tekeningen, en voor conservering van vondsten.

## **Doel en vraagstelling**

Doel van het proefsleuvenonderzoek was het toetsen van de archeologische verwachting en het karteren en waarderen van eventuele behoudenswaardige resten. Het doel van de opgraving betrof het veiligstellen van de wetenschappelijke informatie van de behoudenswaardige archeologische vindplaats (behoud *ex situ*). Tijdens de opgraving worden daartoe de in het PvE voorgeschreven gegevens gedocumenteerd. Op die manier kan informatie behouden blijven die van belang is voor kennisvorming over het verleden.

In het Programma van Eisen van de opgraving (Molthof, 2021c) zijn de volgende onderzoeksvragen gesteld:

### ***Bodemopbouw en genese***

1. Hoe ziet de bodemopbouw eruit in het onderzoeksgebied?
2. Is in (alle delen van) het gebied sprake van een intact bodemprofiel? In welke delen van het plangebied is sprake van een recentelijk verstoord bodemprofiel?
3. Welke post-depositionele processen hebben plaatsgevonden? In hoeverre is sprake van erosie en aantasting of verstoring van archeologische resten door dit soort processen?

---

<sup>1</sup> De vondsten, monsters en sporen van het proefsleuvenonderzoek zijn nog niet uitgewerkt. Het samenvoegen van de onderzoeksresultaten van het proefsleuvenonderzoek en de opgraving in één rapport leidt tot grote inhoudelijke meerwaarde en daarmee een kwaliteitsverbetering.



4. Is het lichtbruine/licht humeuze bovenste deel van het duinzand (zoals gezien in put 7 van het proefsleuvenonderzoek) op meer plaatsen aanwezig? Betreft dit een natuurlijk fenomeen (bodemontwikkeling) of is deze laag ontstaan onder antropogene invloed?
5. Is er een fasering te zien in het ophoogpakket uit de Nieuwe tijd dat boven het duinzand ligt en van waaruit de sporen zich insnijden? Wat is de datering van dit pakket of de lagen in dit pakket?
6. In hoeverre hebben de landschappelijke omstandigheden een rol gespeeld bij de locatiekeuze en inrichting van het erf?

#### *Ruimtelijke afbakening*

7. Welk deel van het erf is (samengevat) onderzocht binnen de grenzen van de opgraving en welke hoofdelementen komen hierbinnen voor?
8. Wat is de verticale verspreiding van sporen en vondsten: hoe varieert het sporenvlak t.o.v. NAP, tot welke diepte komen ophooglagen voor, tot welke diepte reiken de meeste grondsporen, en tot welke diepte de uitschieters als waterputten/beerputten? Zijn er sporen aangetroffen die tot in het (huidige) grondwaterniveau doorlopen?

#### *Bebouwing*

9. Is de locatie van het hoofdgebouw teruggevonden en zo ja, behoort de paalkuil S33/S34 uit het proefsleuvenonderzoek tot dat gebouw? Wat is de omvang, datering en fasering van dit gebouw?
10. Waarbij horen de plantbedden die worden oversneden door de paalkuilen in put 5 uit het proefsleuvenonderzoek? Zijn er aanwijzingen dat het hoofdgebouw bijvoorbeeld eerst ergens anders op het terrein stond?
11. Hoeveel bijgebouwen zijn aangetroffen en is de ligging hiervan gewijzigd in de loop der eeuwen (zoals op sommige van de topografische kaarten het geval lijkt)?
12. In hoeverre kan de informatie uit de opgraving worden gerelateerd aan het ontstaan en de ontwikkeling van het erf op basis van historische kaarten? Zijn er aanwijzingen dat er al activiteiten waren in het gebied vóór de vermoede oprichting van het erf rond 1700?
13. Is er een overgang van houtbouw naar steenbouw op te maken binnen het erf?
14. Aan welke overige veranderingen is de constructiewijze van de structuren in de bewoningsperiode onderhevig en is iets te zeggen over de bovengrondse constructie? Dit kan zowel opgaand muurwerk betreffen en de bekleding daarvan, als bijvoorbeeld vloeren en dakbedekking, op basis van teruggevonden tegels, dakpannen, leistenen, etc.
15. Zijn er aanwijzingen voor het bouwen op poeren? Indien er sprake is van het bouwen op poeren, wat is daarbij het gebruikte bouw materiaal en de constructiewijze?

#### *Overige erfinrichting*

16. Op welke wijze is het erf ingedeeld en vinden er wijzigingen in de indeling van het erf plaats in de loop der tijd?
17. Is het oude wegdek van de Tussenwijkweg overal nog aanwezig en zijn er veranderingen te zien in de loop en ligging van de weg? Wat zijn de oudste aanwijzingen voor het ontstaan van deze weg? Hoe is de ligging van gebouwen ten opzichte van de weg?

18. Wat is te zeggen over de functie van eventueel aanwezige greppels (drainage, indeling erf) en welke faseringen zijn er te onderscheiden?
19. Wat is de aard van S11, hoe loopt deze verder naar het (zuid)westen en noordoosten? Is er meer te zeggen over hoe de Romeinse/vroegmiddeleeuwse scherf hierin is terechtgekomen?
20. Zijn er beer- of waterputten aanwezig en zo ja, hoe verhouden deze zich tot de ligging van de overige elementen op het erf?
21. Zijn er resten aangetroffen die in verband kunnen worden gebracht met ambachtelijke activiteiten en zo ja, welke?

#### *Materiële cultuur*

22. Welke materiaalcategorieën zijn aanwezig? Wat is de vondstdichtheid/ruimtelijke verspreiding? Wat is de typologische datering?
23. Lijkt het op basis van het vondstmateriaal om een erf met hoofdzakelijk een agrarische functie te gaan, of zijn er aanwijzingen voor andere functies (herberg, niet tot grote buitenplaats ontwikkelde hofstede, etc.)?
24. Wat kan op basis van vondsten uit gesloten contexten (afvalkuilen, beer-/waterputten) gezegd worden over de sociaal-economische positie van de bewoners in de verschillende bewoningsfasen?
25. Wat kan op basis van de verschillende vondstcategorieën gezegd worden over de materiële cultuur en voedsleconomie van de bewoners door de eeuwen heen?
26. Gezien de vondst van één Romeinse of vroegmiddeleeuwse scherf in greppel S11 bij het proefsleuvenonderzoek: zijn er meer scherven (of andere materiaalcategorieën) aangetroffen die van vóór de Nieuwe tijd dateren?

#### *Relatie tot historische gegevens en de bredere omgeving*

27. Welke aanvullende relevante historische informatie is er voorhanden?
28. Hoe kunnen de archeologische gegevens aan de historische gegevens gekoppeld worden?
29. Zijn er specifieke vragen op basis van de historische informatie die op basis van het archeologische onderzoek beantwoord kunnen worden? Zo ja welke vragen zijn dat en welke antwoorden kunnen worden gegeven?
30. Wat was het belang van de plek Tussenwijk voor de omgeving?
31. Hebben de archeologische resten een relatie met andere uit de omgeving bekende archeologische of historische locaties (zoals bijvoorbeeld landgoed Westerhout, of de herberg Wyker Hek ten oosten van het erf aan dezelfde doorgaande weg) en welke is dat?
32. Welke conclusies kunnen er worden getrokken over de bewoningsdynamiek op deze vindplaats in zijn regionale context?
33. Welke betekenis moet worden gehecht aan de opgravingsresultaten in relatie tot het onderzoek naar historische boerderijen in het algemeen? Welke aanbevelingen zijn te doen met het oog op toekomstig onderzoek naar historische erven in het buitengebied en eventueel specifiek het duingebied?

## Resultaten veldwerk

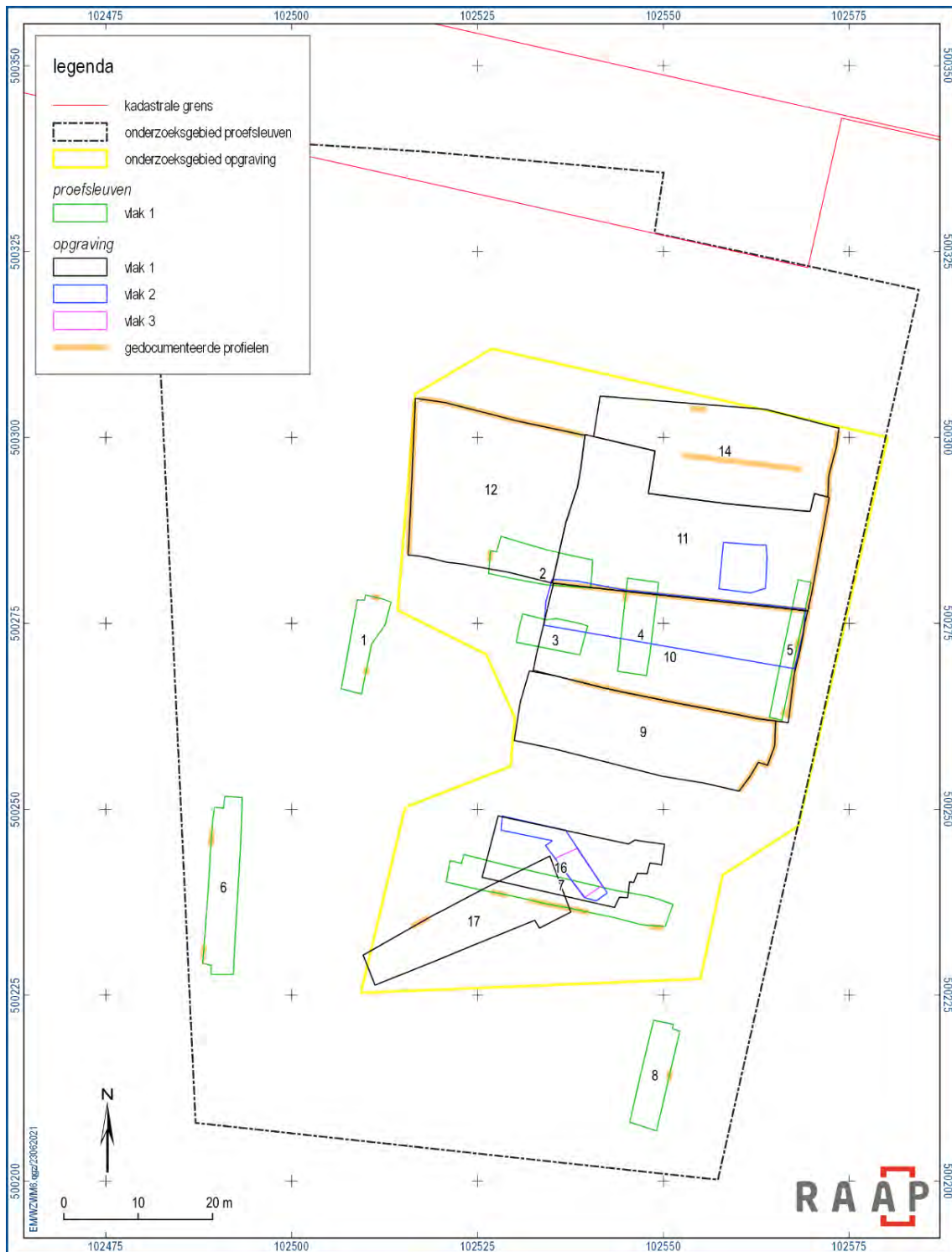
### Methodiek

Tijdens het proefsleuvenonderzoek zijn binnen het totale onderzoeksgebied in totaal acht werkputten aangelegd en gedocumenteerd. Gebaseerd op de resultaten van het proefsleuvenonderzoek is het onderzoeksgebied voor de opgraving verkleind (figuur 1). Tijdens de opgraving zijn zeven werkputten opgegraven. In totaal is 3.392 m<sup>2</sup> gedocumenteerd (tabel 1). De werkputten zijn in een doorlopende reeks genummerd, waarbij de nummering vanuit het PvE is aangehouden. De proefsleuven en werkputten worden aangeduid met de afkorting WP (bijv. WP3). Spoornummers zijn in een doorlopende reeks genummerd en worden aangeduid met de afkorting S (bijv. S2). Voor recente verstoringen is het spoornummer S999 gebruikt. Voor natuurlijke verstoringen is spoornummer S998 gebruikt.

In twee situaties is sprake van meerdere gedocumenteerde vlakken per werkput. In werkput 10 is vlak 1 relatief hoog gehouden (in plantbedden) en is vlak 2 aangelegd ter controle van onder- en tussenliggende sporen. In werkput 11 is een tweede vlak aangelegd ter documentatie van de kelder S333, die onder de verstoringen (in vlak 1) nog aanwezig bleek. In werkput 16 is tijdens het couperen van S11/S222 een tweede en derde vlak geregistreerd omdat daarbij nieuwe sporen aan het licht kwamen.

Werkput	vlak 1 (m2)	vlak 2 (m2)	vlak 3 (m2)	totaal (m2)
1	44	-	-	44
2	62	-	-	62
3	35	-	-	35
4	52	-	-	52
5	33	-	-	33
6	92	-	-	92
7	114	-	-	114
8	53	-	-	53
9	330	-	-	330
10	483	284	-	767
11	523	38	-	561
12	451	-	-	451
13	In overleg niet aangelegd			
14	388	-	-	388
15	In overleg niet aangelegd			
16	181	45	19	245
17	165	-	-	165
<b>TOTAAL</b>	<b>3.006</b>	<b>367</b>	<b>19</b>	<b>3.392</b>

Tabel 1. Oppervlaktes gedocumenteerde vlakken per werkput.



Figuur 2. Overzicht van de werkputten en de locatie van de gedocumenteerde profielen.

Tijdens het veldwerk zijn vanwege de veldsituatie niet alle werkputten geheel volgens de puttenplannen in beide PvE's (Molthof, 2021a; 2021c) aangelegd (figuur 3). In het PvE (Molthof 2021c) werd onder meer opgenomen dat enkele werkputten (werkput 13 tot en met 17) alleen onderzocht hoefden te worden, als daar (op basis van eerder aangelegde werkputten) aanleiding toe was. Voor de aanleg van werkputten 13, 15 en het zuidelijke deel van werkput 16 was geen aanleiding. Werkput 1, 5-12 en 14 zijn min of meer aangelegd zoals gepland.

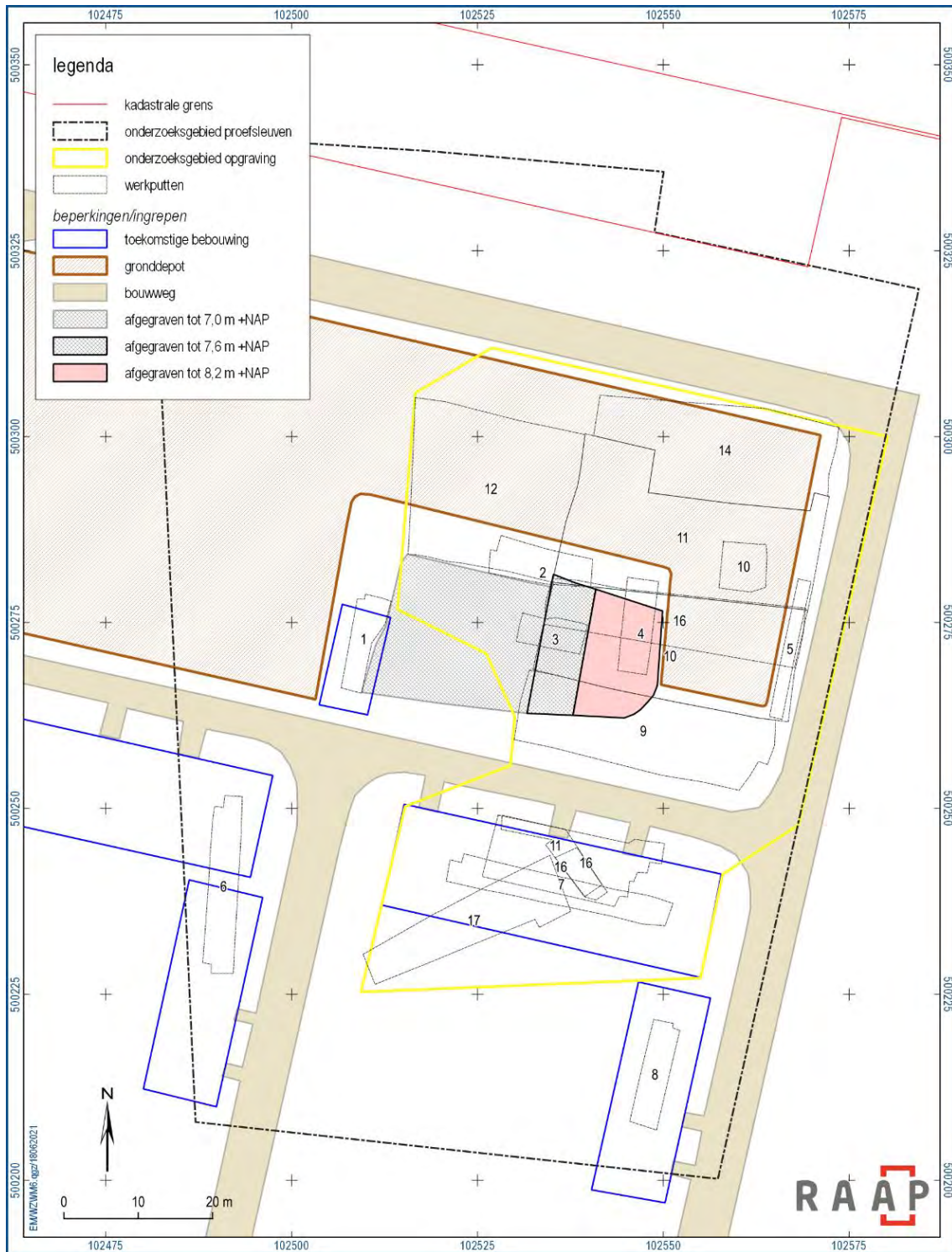
De volgende punten ten aanzien van het puttenplan zijn van toepassing:

- Werkput 2 is wat korter en breder gemaakt vanwege de bereikbaarheid door de kraanmachine naast het toen aanwezige gronddepot.
- Werkput 3 is wat opgeschoven naar het noorden.
- Werkput 4 aan de zuidkant is wat ingekort, vanwege een sneeuw/watergeul op deze locatie (deels al verstoord).
- Werkput 3 kon niet op werkput 4 aansluiten i.v.m. de aanwezigheid van een asbestbuis tussen beide putten (parallel aan de westkant van werkput 4).
- Bij de werkputten 9-11 en 14 zijn enkele vierkante meters langs de rand van het onderzoeksgebied afgevallen, vanwege de aanwezigheid van een in gebruik zijnde bouwweg.
- Vanwege storttechnische redenen is de grens tussen werkput 10 en 11 gemiddeld zes meter naar het zuiden verplaatst. De zuidgrens van werkput 11 ligt daarmee in het verlengde van de zuidgrens van werkput 12.
- De aanleg van de optionele werkputten 13 en 15 bleek niet nodig. Het was niet de verwachting dat hier behoudenswaardige resten aangetroffen zouden worden. Werkput 14 is wel aangelegd; op basis van de resultaten van werkput 11 was het de verwachting dat de behoudenswaardige (nederzettings)resten hierin doorliepen. Van werkput 16 is alleen de noordelijke helft aangelegd; dit om een haakse dwarsdoorsnede op de sloot S11/222 te documenteren.
- Werkput 17 is op verzoek van de bevoegde overheid aangelegd in een andere vorm. Het doel van werkput 17 werd het vervolgen van de noordoost-zuidwestelijk georiënteerde sloot (S11/222) om de verwachte vondstafname naar het zuidwesten toe (van het erf af) te toetsen.

De bodemopbouw binnen het onderzoeksgebied is gedocumenteerd met behulp van profielkolommen (tijdens het proefsleuvenonderzoek) en doorlopende profielen (tijdens de opgraving). In totaal is 203 meter aan profiel gedocumenteerd (figuur 1 en tabel 2). De documentatie bestond uit het opschonen, inkrassen, beschrijven en - naast reguliere foto's - vastleggen met fotogrammetrie<sup>2</sup> om alle details zo nauwkeurig mogelijk te documenteren. Ten slotte zijn de lijnen van de orthofoto's gedigitaliseerd ten behoeve van een profieltekening. Om de bodemopbouw goed te begrijpen, is ernaar gestreefd om tijdens het veldwerk de stratigrafische eenheden (lagen) in de verschillende putdelen direct aan elkaar te koppelen. Ook zijn de laagnummers van het proefsleuvenonderzoek gebruikt tijdens de opgraving.

<sup>2</sup> Bij fotogrammetrie wordt het profiel volgens specifieke richtlijnen gefotografeerd en wordt met behulp van software een nauwkeurige 3D-puntenwolk gegenereerd uit de overlap in de foto's, ongeveer gelijk aan het resultaat van een 3D-scan. De software maakt hierbij gebruik van triangulatie om de punten uit de overlap van de foto's te berekenen. Vervolgens maakt het programma een 3D-model door driehoekige vlakken binnen de puntenwolk te itereren (een 'mesh') en de foto's erover te projecteren. Van dit model kan vervolgens een orthofoto (loodrechtfoto) gemaakt worden, die met behulp van in het veld ingemeten fotopunten (die ook zijn mee-gephotografeerd) in GIS (met RD-coördinaten) kan worden geplaatst.

De laagnummers hebben, om het onderscheid te maken met de reguliere spoornummers, duizendtallen gekregen (bijv. S1000, S2000).



Figuur 3. De aangelegde werkputten en de beperkingen te velde.

werkput	profiel	profielnummer	lengte (m)
1	noord	101	1
1	oost (zuidzijde)	102	1
2	west	201	1
4	west (noordzijde)	401	1
5	oost (noordzijde)	501	1
5	oost (zuidzijde)	502	1
6	west (noordzijde)	601	2
6	west (zuidzijde)	602	2
7	zuid (westzijde)	701	2
7	zuid (centraal)	702	2
7	zuid (oostzijde)	703	2
7	zuid (centraal; S11)	704	7
8	oost (centraal)	801	1
9	noord	901	28
9	oost	902	12
10	oost (noorddeel)	1001	8
10	oost (zuiddeel)	1002	7
11	oost	1102	16
11	zuid	1103	34
12	noord	112	23
12	west	1201	21
14	centraal (O-W georiënteerd)	1401	16
14	oost	1402	9
14	noord centraal	1403	2
17	noordwest	1701	3
TOTAAL	-	-	203

Tabel 2. Lijst van gedocumenteerde profielen.

### Kwaliteit bodemopbouw

Met behulp van gedocumenteerde profielen is inzicht verkregen in de bodemopbouw binnen het onderzoeksgebied. Aan de basis van de onderzochte bodemopbouw (voor zover het onderzoek reikte) ligt duinzand (S3000). Het wordt over het algemeen afgedekt door antropogene zandlagen (met name S2001<sup>3</sup>; figuur 4). De laag is gemiddeld twintig tot dertig centimeter dik (exclusief de onderliggende grondverbeteringssporen, waarbij de onderlinge grens soms lastig te onderscheiden is). S2001 dateert uit de 20<sup>e</sup> eeuw, gebaseerd op vondsten die in deze laag zijn aangetroffen. Lokaal is een tweede

<sup>3</sup> In werkput 6 zijn aan S2001 ook laagnummers 2000 en 2002 toegekend vanwege lokale nuanceverschillen.

antropogene zandlaag aanwezig, S1002 (figuur 5 en figuur 6). Het betreft grondroering, mogelijk vanwege grondverbetering, maar mogelijk ook als gevolg van bouw- en sloopwerkzaamheden van gebouwstructuren. De laag bevat geen vondstmateriaal, maar dateert eveneens uit de 20<sup>e</sup> eeuw, gebaseerd op de stratigrafische positie bovenop S2001. Duidelijk wordt dat men de bodem in ieder geval zorgvuldig en veelvuldig omgespit heeft, en met name ter hoogte van de grondverbeterings-sporen aangerijkt heeft met enigszins humeuze grond om het voedingsarme duinzand te verrijken. Met de grondroering is de top van het duinzand afgetopt geraakt. Eventuele natuurlijke bodemvorming in de top van het duinzand is niet aanwezig.



Figuur 4. Bodemprofiel in het noordelijk deel van het onderzoeksgebied (profielkolom 1403).

Het antropogene dek wordt met name in het noorden (profiel 112, 1401 en het noordelijk deel van profiel 1201) afgedekt door een circa 20 cm dikke begraven bouwvoor (S1000). De bouwvoor heeft in de 20<sup>e</sup> eeuw nog aan de oppervlakte gelegen en is derhalve (sub)recent te noemen. Deze jonge datering wordt ook bevestigd door het voorkomen van vondsten uit deze periode in de laag.

De top van het bodemprofiel bestaat in praktisch het gehele onderzoeksgebied uit een circa veertig tot zestig centimeter dikke ophogingslaag. De laag is recent aangebracht/geroerd (S999) en is het resultaat van de moderne inrichting van c.q. recente activiteiten op het terrein.

Op slechts enkele locaties in het onderzoeksgebied (zonder verbanden voor wat betreft oriëntatie/locatie) is de bodem dieper recent verstoord, tot in het archeologisch vlak. Het gaat onder



andere om een gesaneerde zone van de voormalige Tusschenwijkweg (het verlengde van de huidige Tussenwijkweg, S62), losse recente vergravingen, de slooplocatie van opgaand muurwerk ter hoogte van de kelder S333 en locaties van ingegraven kabels en leidingen.

Geconcludeerd kan worden dat ondanks de afgetopte c.q. omgezette top van het duinzand en lokaal diepergaande verstoringen het archeologisch sporenvlak goed intact is gebleven, getuige de vele sporen. Het archeologisch vlak is aangelegd in de top van het natuurlijke duinzand. In het noordelijke en centrale deel van het onderzoeksgebied ligt het vlak op circa 7,50 á 7,60 m +NAP. Bij de gemiddelde maaiveldhoogte van 8,60 m +NAP, ligt het archeologisch vlak dus ongeveer een meter onder maaiveld. Sommige muurresten zijn vanaf 8,00 á 8,20 m +NAP aangetroffen, gemiddeld een halve meter onder het maaiveld. In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied ligt het vlak iets hoger, tussen 7,50-7,90 m +NAP. Bij een maaiveldhoogte van 8,50 m +NAP op die locatie, is dat ongeveer 0,60 tot 1,00 meter onder het maaiveld, afhankelijk van de diepte van de antropogene lagen met grondverbeteringssporen.



Figuur 5. Bodemprofiel in het centrale deel van het onderzoeksgebied (profiel 901). Opnameringing: noordwest.



Figuur 6. Bodemprofiel in het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied (profiel 1701). Opnamerichting: noordwest.

## Kwantiteit en kwaliteit grondsporen, vondsten en monsters

### Sporen

In de verschillende werkputten zijn 714 relevante sporen aangetroffen (zie bijlage 1 voor de allesporenkaart en bijlage 2 voor de sporen per werkput en per vlak). Het aantal sporen per spoorcategorie is weergegeven in tabel 3. Natuurlijke lagen, de recente bouwvoor, etc. zijn in dit tabel niet opgenomen. Sporen waarvan na het couperen bleek dat het om ondiepe vlekken ging, zijn als 'vervallen' geregistreerd (de betreffende sporen zijn nog wel aanwezig in de database en op de vlaktekening). De aantallen zijn gebaseerd op de velddata. Pas bij de uitwerking zullen de sporen definitief worden gedetermineerd. Eventueel genoemde spoordateringen zijn veelal gebaseerd op historisch kaartmateriaal en/of dateringen van vondsten uit het spoor die in deze fase van het onderzoek alleen zijn gescand. Pas na de definitieve determinatie van het vondstmateriaal en/of  $^{14}\text{C}$ -analyses kunnen sporen definitief in de tijd worden geplaatst. In bijlage 4 is de voorlopige structurenkaart opgenomen.

### Grondverbeteringssporen

Bij onderhavig onderzoek wordt de term 'grondverbeteringsspoor' gebruikt als overkoepelende term voor spitsporen, schopsteken en/of plant- of moesbedden. Noemenswaardig is dat de sporen per groep zijn genummerd en niet afzonderlijk per spoor. Immers zijn vooral groepen plant- en/of moesbedden aangetroffen. Om die reden is het aantal in tabel 3 relatief laag, in vergelijking met het werkelijke aantal opgetekende sporen uit deze categorie.

Spoorcategorie	Aantal
paalspoor	502
kuil	89
grondverbeteringsspoor (spitspoor, moesbed, plantbed)	55
greppel/sloot	14
(water)put	11
vervallen	10
verstoring	9
laag	7
muur	7
graf (dierlijk)	5
weg	3
kelder	2
<b>TOTAAL</b>	<b>714</b>

Tabel 3. Aantal sporen per spoorcategorie.

De grondverbeteringsspooren zijn in vrijwel het gehele onderzoeksgebied aangetroffen, met uitzondering van werkput 11 en 14. In deze werkputten komen meer nederzettings- en erfgerelateerde sporen voor en zijn alleen enkele plant- of moesbedden aan de randen van de werkputten teruggevonden.

Over het algemeen geldt dat tijdens de aanleg (dus op een hoger niveau dan het archeologisch gedocumenteerde vlak) vrijwel geen onderscheid tussen de verschillende bedden te zien is geweest (zie figuur 6, waar de grondverbetering zich als antropogene laag laat duiden). Op een iets dieper niveau - in het archeologisch vlak - is de laag 'uiteen' gevallen en tekenen zich aaneengeschakelde rijen van bedden af. Daarbij zijn in de zuidelijke helft van het onderzoeksgebied met name oost-west georiënteerde plantbedden gevonden. In de noordelijke helft zijn zowel oost-west, als noord-zuid georiënteerde bedden aangetroffen. De meeste plantbedden zijn in het vlak gemiddeld 1,0 tot 3,0 m lang en variëren van ca. 0,20 tot 1,00 m in breedte. De plantbedden zijn vanuit het archeologisch vlak nog gemiddeld 0,20 m diep.

Opvallend was dat tijdens het proefsleuvenonderzoek ter hoogte van de oostelijke helft van put 2 een erg rommelige laag met puin te zien was. De zone werd in het veld als (sloop)verstoring (S999) geïnterpreteerd (evenals het noorden van werkput 4). In de oostelijke helft van put 3 werd een vergelijkbare zone (S20) aangetroffen. Tijdens de opgraving zijn rondom deze zones plantbedden aangetroffen, waarbij de kopse kanten van de bedden overeenkomen met de genoemde vergraven zones. Het lijkt derhalve in oorsprong om grondverbetering te gaan, mogelijk zijn de (voormalige) plantbedden deels verstoord of vermengd geraakt met puin en grind als gevolg van de sloop van een nabijgelegen bouwstructuur.

Er zijn in ieder geval meerdere fasen en/of subfasen te onderscheiden op basis van oversnijdingen (bijv. S1 oversnijdt S2, S2 oversnijdt S61 en S50, S61 oversnijdt S50). Een kanttekening is wel dat de oversnijdingen vaak lastig te herkennen waren, omdat het vaak om onderkanten van de grondverbeteringsspooren ging, waarbij feitelijk alleen nog enkele spitspooren of schopsteken zichtbaar

waren. Het vondstmateriaal uit de onderste vullingen van de plant- of moesbedden wijst erop dat de plantbedden uit de periode 18<sup>e</sup>-20<sup>e</sup> eeuw dateren.

#### *Paalsporen*

Het aantal paalsporen is met 502 stuks eveneens een grote spoorcategorie binnen het onderzoek. De meeste paalsporen zijn aangetroffen in de noordelijke helft van het onderzoeksgebied, op perceeldelen ten oosten van de voormalige Tusschenwijkweg (S62; zie paragrafen 'Infrastructuur' en 'Interpretatie van de vindplaats').

Allereerst zijn parallel langs de weg S62 tientallen palen in een rij aangetroffen. Het gaat zeer waarschijnlijk om hekwerken, die evenals de weg een noord-zuidelijke oriëntatie hebben en langs de weg hebben gestaan. Aan de oostzijde zijn over vrijwel de gehele linie paalsporen aanwezig, hoewel de meest noordelijke rij (werkput 14) ook als westgevel van een gebouwstructuur geïnterpreteerd kan worden. Aan de westzijde van de weg zijn alleen in werkput 9 en 11 (korte) delen van vermeende hekwerken aangetroffen. Enkele paalsporen bevatten vondsten uit de periode 18<sup>e</sup>-20<sup>e</sup> eeuw.

In werkput 10 zijn op respectievelijk circa 2,0 en 2,5 m afstand van bovengenoemd hekwerk, en parallel hieraan gelegen, twee palenrijen aangetroffen. Het eerste is tijdens het proefsleuvenonderzoek aangetroffen (S24) en bestaat uit vier palen. Het gaat hier om relatief smalle paaltjes met steeds circa 2,3 meter ertussen. De tweede rij bestaat uit circa 12 palen die korter op elkaar staan (circa 1,2-1,8 m). Haaks op deze twee palen rijen zijn (in werkput 10) twee vergelijkbare palenrijen aangetroffen. Bij deze rijen is de onderlinge afstand van de palen variabel. Vermoedelijk gaat het ook hier om hekwerk. Vondsten uit de betreffende sporen zijn schaars, slechts twee scherven roodbakend aardewerk wijzen op een datering in de nieuwe tijd.

Circa 12 m noordelijker, in de zuidelijke helft van werkput 11, zijn enkele oost-west georiënteerde palenrijen aangetroffen, waarbij de onderlinge afstand tussen de palen kleiner is (gemiddeld 0,50-1,00 m). De noordelijke van deze rijen ligt parallel aan de sloot (S100/250). Het is daarom verleidelijk om aan te nemen dat het om hekwerk gaat dat langs de sloot staat. Dit kan echter niet direct worden aangenomen gezien de sloot mogelijk een andere datering heeft en rondom de palenrijen meer palen en palenrijen, maar ook steenbouw is aangetroffen. Het gaat om een restant van een kelder (S333) en een (afvoer)putje (S270). Het evengoed mogelijk dat de paalsporen in deze zone van (een deel van) een gebouwstructuur afkomstig zijn. Het gaat in dit geval om palen met een diameter tussen 15 en 20 cm, waarmee de draaglast eventueel voldoende wordt geacht voor een gebouwstructuur.

Vondstmateriaal is te schaars om de palenrijen goed in tijd te kunnen plaatsen.

Ten noorden van de sloot (S100/250) zijn meer groepen paalsporen aangetroffen. Sommige behoren tot een duidelijke structuur. Zo is aan de oostzijde van werkput 14 een rechthoekige structuur aangetroffen, waarbij de palen relatief dicht op elkaar zijn geplaatst (een onderlinge afstand van 40 cm). De sporen zijn gemiddeld 5 tot 15 cm diep. De afstand tussen de noordelijke palenrij en de zuidelijke palenrij - de vermeende tegenhanger - is ca. 8,75 m. Of het om hekwerk gaat of om (een deel van) een (bij)gebouw is vooralsnog onduidelijk. Vondstmateriaal wijst erop dat deze structuur op z'n vroegst uit het einde van de 18<sup>e</sup> of de 19<sup>e</sup> eeuw dateert. In het verlengde van de noordelijke palenrij is (in westelijke richting) een greppel (S675) aanwezig, waartussen eveneens palen zijn aangetroffen. Verder is aan de oostzijde van de weg (S62) nog een palenrij aanwezig, die eventueel als westgevel van een gebouwstructuur (of hekwerk langs de weg) gezien kan worden. Steenbouw (o.a. muurwerk, kelder, putje, gootje) in werkput 14 bevestigt in ieder geval dat hier, ten oosten van de weg, een

(bij)gebouw heeft gestaan. Of de paalsporen en palenrijen van het gebouw afkomstig zijn of als randfenomeen (bijvoorbeeld als hekwerk) gezien moeten worden, moet nog nader worden onderzocht.

Aan de westzijde van de weg is eveneens een groep paalsporen aangetroffen die mogelijk afkomstig is van een (bij)gebouw. Het gaat om de paalsporen in de westelijke helft van werkput 2 en het zuidelijk deel van werkput 12. Op basis van vondstmateriaal (o.a. roodbakkend en witbakkend aardewerk) uit de betreffende paalsporen, kan worden bevestigd dat het in ieder geval uit de nieuwe tijd dateert.

Circa 10 m ten zuidoosten hiervan is een raster aan paalsporen (S451, S465-477 en S529-550) aangetroffen. Gebaseerd op de onderlinge positie en het formaat (eerder staakjes, dan palen) wordt dit raster voorlopig geïnterpreteerd als een houten structuur ten behoeve van een opgaand gewas.

Ten slotte zijn nog enkele locaties aan te wijzen met geïsoleerde paalsporen. Zo zijn in de noordelijke helft van werkput 5 nog enkele paalsporen aangetroffen. Uit de sporen is weinig vondstmateriaal afkomstig (alleen een metalen haak/kram uit S33). Verder liggen ongeveer centraal in werkput 6 ook drie kuilen (S5-7), die waarschijnlijk als paalkuilen geïnterpreteerd kunnen worden. De sporen worden oversneden door S2 (plantbedden).

#### *Kuilen*

In het plangebied komen ook sporen voor die geïnterpreteerd zijn als kuil. De kuilen zijn min of meer verspreid over met name de noordelijke helft van het onderzoeksgebied aangetroffen. De interpretatie van kuilen is over het algemeen lastig. Het kunnen paalkuilen zijn, waarbij sporen van de paal(schaduw) niet zijn aangetroffen en/of de afmetingen minder logisch zijn voor een paalspoor. Andere interpretaties die denkbaar zijn, zijn mestkuilen, waterkuilen, afvalkuilen (bijv. spoor 10) en/of opslagkuilen. Bij kuilen zonder specifieke kenmerken als sterk humeuze (mest)lagen, spoellijnen of grotere vondstaantallen zijn de kuilen veelal niet nader te definiëren. Of de kuilen onderling gerelateerd kunnen worden, of in verband staan met de reeds behandelde structuren, valt evenmin met zekerheid te duiden. De kuilen dateren over het algemeen uit de midden en late nieuwe tijd.

#### *Infrastructuur (greppel/sloot/weg)*

In het onderzoeksgebied zijn slechts enkele greppels aangetroffen. Eén is tegen de oostwand van werkput 1 aangetroffen. Het betreft een greppel (S3) waar geen vondstmateriaal uit afkomstig is, maar die de grondverbeteringssporen (S2) oversnijdt en dus jonger is. De greppel is noord-zuid georiënteerd en komt voor wat betreft locatie niet direct overeen met een perceelsgrens op historische kaarten.

Daarnaast lopen ook twee greppels met een oost-westelijke oriëntatie langs de noordwand van werkput 14. De zuidelijkste van de twee (S675) is in de paragraaf 'Paalsporen' reeds aangestipt. De greppel ligt in het verlengde van een palenrij en tussen de greppeldelen door zijn ook paalsporen aanwezig. Het gaat om een standgreppel en/of een spoor dat is ontstaan als gevolg van de sloop van de palenrij. De palenrij zelf kan een muurfundering en/of een hekwerk betreffen. Op ongeveer een meter ten noorden van de greppel is nog een greppel (S642) aanwezig. Dit spoor kan mogelijk - op basis van historisch kaartmateriaal - als perceelsgrens geïnterpreteerd worden. Het woonerf van Tusschenwijk wordt ten noorden van deze grens verwacht (zie paragraaf 'Interpretatie van de vindplaats'). Het spoor bevat geen vondsten om de greppel nauwkeuriger in tijd te plaatsen.

Meer in het oog springend zijn de twee sloten die het onderzoeksgebied doorkruisen (S11/S222 en S100/250). In het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied is S11/222 aangesneden (werkput 7, 14 en 17; figuur 7). De sloot is noordoost-zuidwest georiënteerd en is vier tot zeven meter breed en circa 1,3 m diep. Tijdens het proefsleuvenonderzoek was er nog enige twijfel over de oriëntatie, maar de schuine

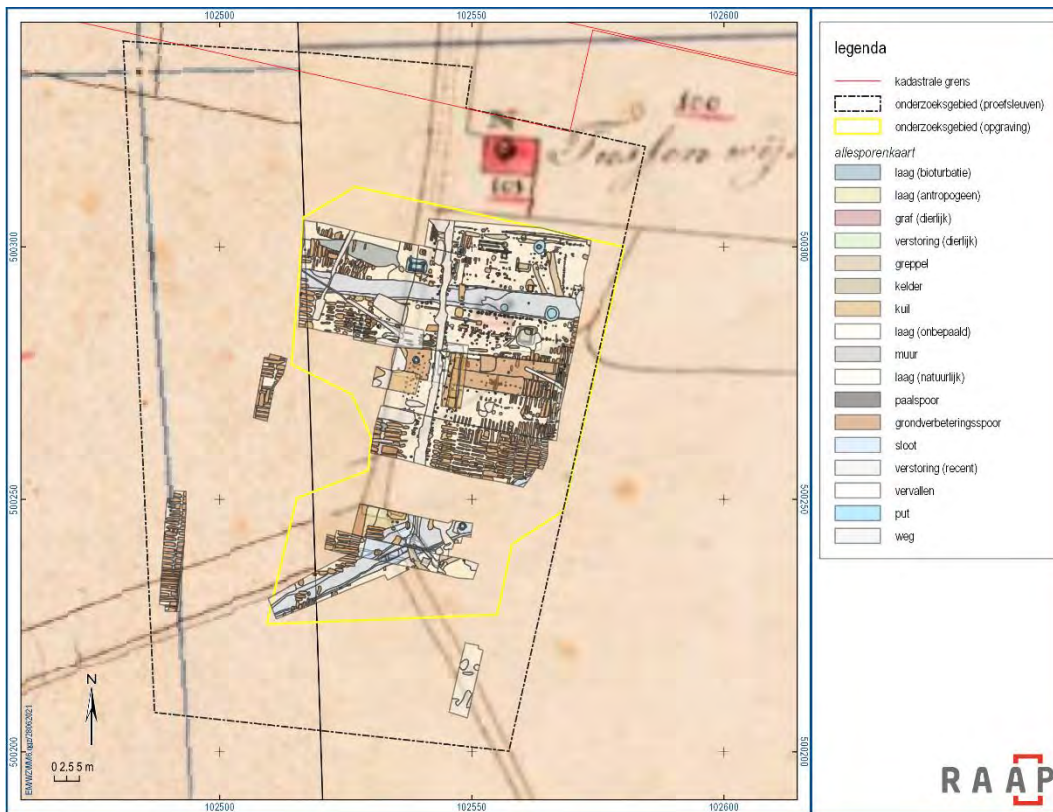
oriëntatie wordt bevestigd doordat de kenmerkende roestige rand van het spoor ook in de zuidoosthoek van werkput 9 werd aangesneden.



*Figuur 7. De sloot (S11/222) centraal in werkput 17. Opnamerichting: zuidwest.*

De sloot lijkt – min of meer ter hoogte van werkput 7 – sporen van de voormalige Tusschenwijkweg te kruisen (S12 en S14, als verlengde van S62). De sloot kruist met de weg op een locatie waar een Y-splitsing aanwezig was, getuige historische kaarten van 1811-1960 (figuur 8 en figuur 9). Uit de onderste vulling van de sloot is materiaal uit de (vroeg-)19<sup>e</sup> eeuw afkomstig (een scherf industrieel wit aardewerk, V228); in deze periode was de sloot dus actief. In theorie kan het zijn dat de sloot eerder aanwezig was; oudere scherven - uit de 18<sup>e</sup> eeuw, maar ook een losse scherf van een Iberische amfoor uit de 15/16<sup>e</sup> eeuw (V31) - zijn immers ook in de onderste vullingen aangetroffen. Van opspit lijkt geen sprake, uit direct omliggend booronderzoek (Coppens, 2019) blijkt dat er zeker tot 5,3 m +NAP (tot 1,7 m onder het onderzochte vlak) geen humeuze niveaus voorkomen. In de hogere vullingen van S11/222 zit een mix van materiaal uit de 17<sup>e</sup> t/m 20<sup>e</sup> eeuw. Dit wijst erop dat de sloot in de 20<sup>e</sup> eeuw gedempt is; overeenkomend met het historische kaartmateriaal. De ligging en oriëntatie van de sloot komen overeen met perceelsgrenzen op topografische kaarten uit 1890-1950. Op de kaart van 1920 is ten westen van de voormalige Tusschenwijkweg een blauwe lijn te zien; dit bevestigt dat hier een sloot gelegen heeft (zie figuur 9). Aanwijzingen voor het wegdeel parallel langs de blauwe lijn, ten zuidoosten van de Y-splitsing zijn niet aangetroffen.

De oost-west georiënteerde sloot (S100/250) is voor wat betreft afmetingen en uiterlijke kenmerken vergelijkbaar met S11/222. Het spoor is 3,5 tot 5 meter breed en circa 1,30 m diep. Over vrijwel de gehele breedte van werkput 11 ligt langs de zuidzijde van de sloot een palenrij, dat mogelijk een hekwerk is.



Figuur 8. Allesporenkaart op de Kadastrale Minuutplan (bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl).



Figuur 9. Allesporenkaart op de topografische kaart van 1920 (bron: topotijdreis.nl).

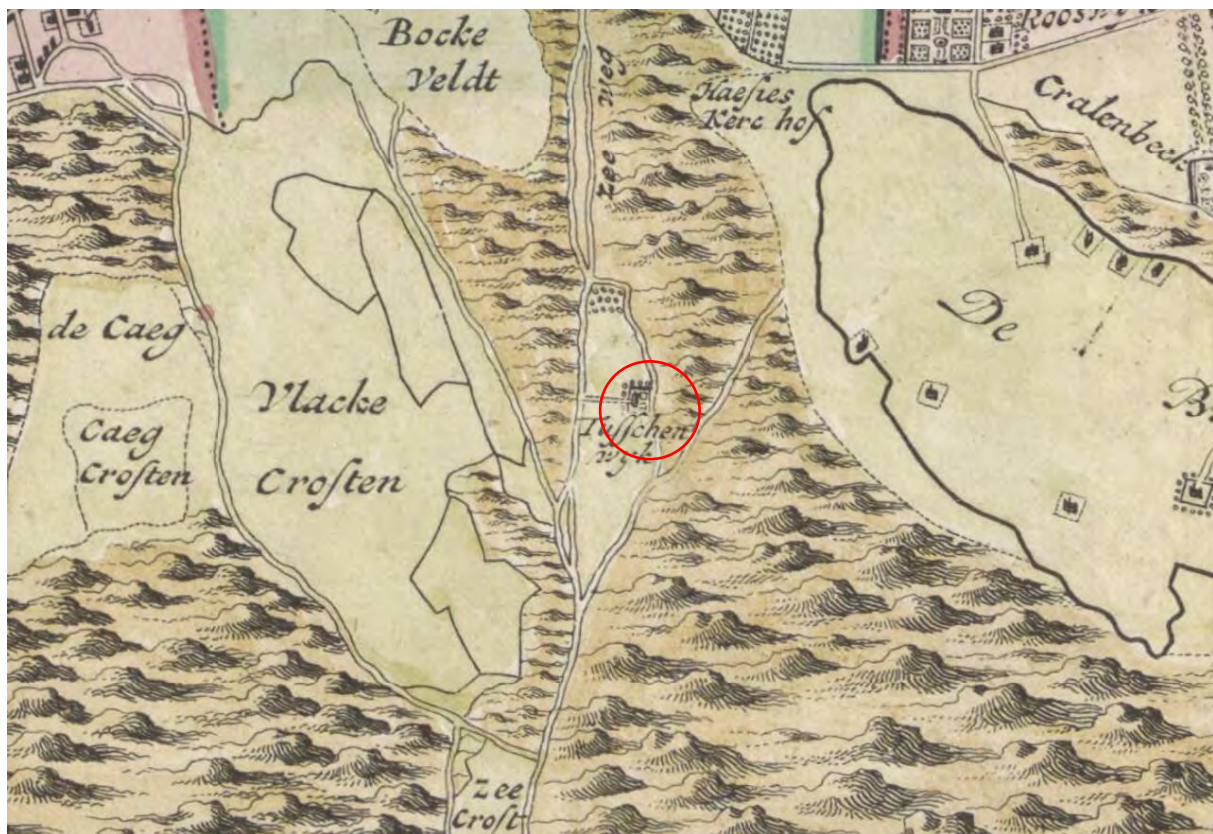
Langs de noordzijde van de sloot is alleen over een lengte van circa 6 m een palenrij aan te wijzen. De vroegste fase van de sloot (vulling 4) kon niet worden bepaald vanwege het gebrek aan vondstmateriaal hierin. De vulling hierboven (vulling 6) kon op basis van scherven roodbakkerd aardewerk, in combinatie met een steelfragment pijp-aardewerk, op z'n vroegst in de midden of late nieuwe tijd worden geplaatst. De sloot lijkt in de late nieuwe tijd te zijn gedempt, getuige de 19<sup>e</sup>-eeuwse vondsten als machinale baksteen (van na 1850) en een faience bodemfragment met stempel inclusief jaartal (1836). Hoewel de sloot ook in de moderne tijd gedempt kan zijn, als dit vondstmateriaal als opspit wordt gezien. Merkwaardig genoeg staat de sloot niet op historische kaarten van 1811 of later. Het zou kunnen zijn dat de sloot te relateren is aan de oost-west georiënteerde weg, ten zuiden van het 18<sup>e</sup>-eeuwse erf (figuur 11). Klaarblijkelijk was de sloot in de eerste helft van de 19<sup>e</sup> eeuw al gedempt en niet meer het intekenen waard. Het jongere materiaal is mogelijk in een latere fase in de bovenste vulling terechtgekomen door grondroering en/of op een moment dat - na enige inklinking - de locatie van de voormalige sloot nog eens werd geëgaliseerd.

Daarnaast loopt centraal door het plangebied een lineair spoor (S62) met een noord-zuidelijke oriëntatie, dat in verband kan worden gebracht met de voormalige Tusschenwijckweg (figuur 10). Het betreft niet een grondspoor van de weg zelf, maar van een recente verstoring op de locatie van de weg. S62 bevat immers ook modern materiaal uit de 20<sup>e</sup> eeuw (o.a. plastic). Mogelijk is de voormalige weg gesaneerd en/of betreft het spoor een naastgelegen greppel die recent is vergraven c.q. gedempt. Alleen in werkput 11 is (ter hoogte van de oost-west georiënteerde sloot, S100/250) nog een klein deel van de oorspronkelijke weg relatief intact aangetroffen (figuur 12).

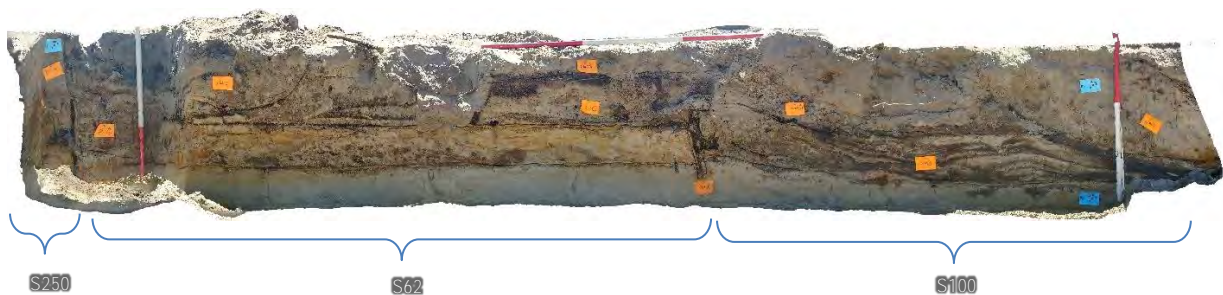


Figuur 10. Overzichtsfoto met S62 (weg) in werkput 9. Opnamerichting: zuidoost.





Figuur 11. Kaart van Weduwe Nicolaes Visscher uit 1720. De bovenzijde van de kaart betreft het oosten. Het onderzoeksgebied bevindt zich ter hoogte van de rode cirkel.



Figuur 12. Orthofoto van de dwarsdoorsnede van de weg ter hoogte van de sloot (S100/250) in werkput 11.

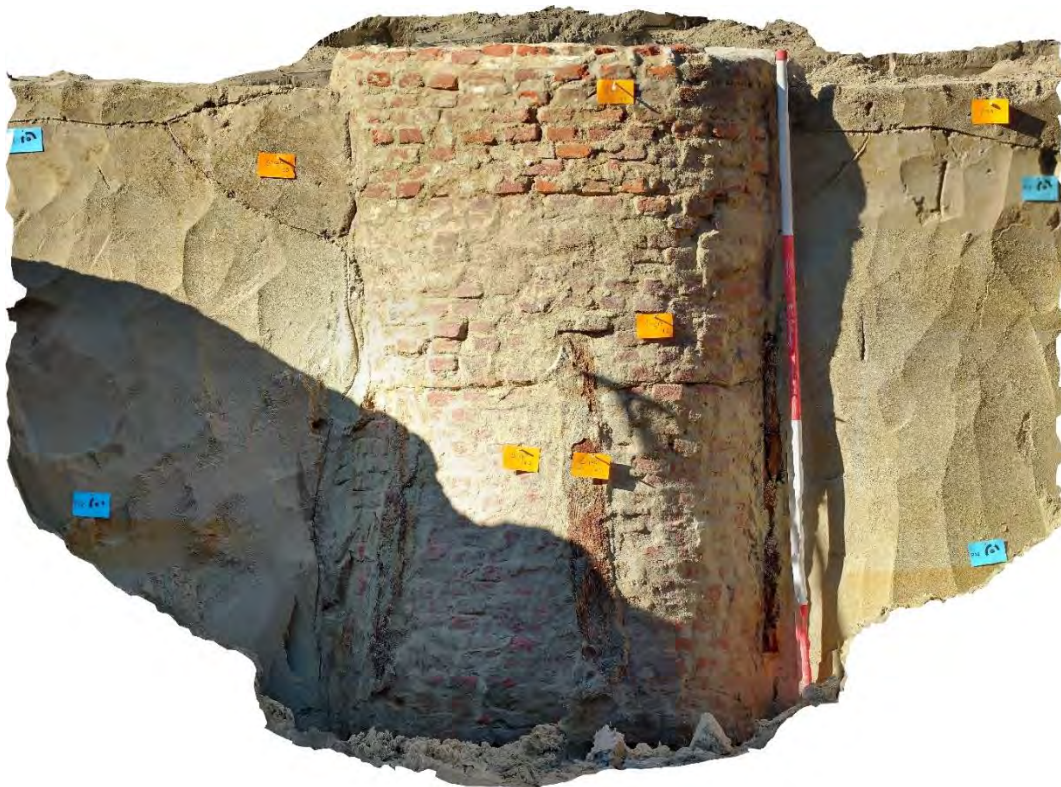
Het wegdeel dat is aangetroffen met onderhavig onderzoek (S62) staat afgebeeld op de kadastrale minuutplan van 1811-1832 (figuur 8). Mogelijk heeft de weg al in de 18<sup>e</sup> eeuw bestaan. De vroegste datering van de weg kan echter niet zuiver bepaald worden, omdat de weg grotendeels verstoord is en in de onderste vullingen van de intacte delen dateerbare vondsten ontbreken.

S12 is te velde als greppel geïnterpreteerd en bevat vooral materiaal uit de 17<sup>e</sup> en 18<sup>e</sup> eeuw, maar oversnijdt S11 en is dus vermoedelijk 19<sup>e</sup>-eeuws of jonger. Gebaseerd op uiterlijke kenmerken, de ligging en oriëntatie lijkt S12 samen te hangen met de voormalige Tusschenwijkweg (S62), daar waar de weg splitste en in zuidoostelijke richting verder doorliep.

### Putten

In het plangebied komen elf putten voor. Het gaat daarbij om diverse typen, waaronder waterputten, bezinkputten, tonputten en bakstenen afvoerputjes. De eerste indruk is – op basis van de (meestal machinale) bakstenen en vondsten – dat de putten uit de 19<sup>e</sup>/20<sup>e</sup> eeuw dateren. In de zuidelijke helft van het onderzoeksgebied is slechts één put aangetroffen. Het gaat om een put die in de noordoosthoek van werkput 14 werd gevonden. De betreffende put (S208) oversnijdt de sloot (11/222) en is opgebouwd uit een machinale baksteen. De put is daarmee in ieder geval te plaatsen in de tweede helft van de 19<sup>e</sup> of de 20<sup>e</sup> eeuw. Het spoor was voor een waterput te ondiep. De putschacht liep niet verder dan 40 cm onder het archeologisch vlak.

In de noordelijke helft, nabij de eerder genoemde nederzettings- en erfgerelateerde sporen (o.a. gebouwstructuren en erfgerelateerde sporen), zijn meer putten aangetroffen. Vier hiervan zijn ten westen van de voormalige Tusschenwijkweg (S62) aangetroffen. De bakstenen waterput S440 in het westen van werkput 10 bleek het diepst met een schacht tot circa 2,00 m onder het archeologisch vlak (vlak 1, figuur 13). Daarnaast zijn centraal in werkput 12 en in de noordoosthoek van diezelfde werkput twee tonputten aangetroffen. Op de grens van werkput 11 en 12 is daarnaast een kelderachtige structuur aangetroffen (S155), die we voor nu als bezinkput interpreteren op basis van een afvoerbuï (gres).



*Figuur 13. Vooraanzicht (orthofoto) van de waterput (spoor 440, werkput 10). Opnamerichting: zuid-zuidwest.*

Ten oosten van de Tusschenwijkweg zijn twee afvoerputjes (S270 en S692), een bakstenen waterput (S666) en een tonput (S576) aangetroffen.

Ten slotte zijn in werkput 11, ter hoogte van S250 twee moderne putten aangetroffen (S300 en S342), die bestaan uit gewapend beton en een stalen mantel.

### *Muur, goot, kelder*

In het onderzoeksgebied zijn – naast de genoemde putten - meer bakstenen structuren aangetroffen. Het gaat om een kelder (S333) in het zuiden van werkput 11. De kelder meet ongeveer 2,90 x 2,60 m. De tegelvloer van de kelder was nog intact (figuur 14). Het is in deze fase van het onderzoek onduidelijk of de kelder in relatie moet worden gezien met de naastgelegen palenrijen die – gezien het voorkomen van deze kelder – mogelijk een gebouwstructuur vormen. De kelder was opgebouwd uit een machinale baksteen en stamt dus in ieder geval uit de tweede helft van de 19<sup>e</sup> eeuw of de 20<sup>e</sup> eeuw.



*Figuur 14. Vooraanzicht van de kelder (spoor 333, werkput 11). Opnamerichting: noord-noordoost.*

Ten noorden van de oost-west georiënteerde sloot zijn nog twee kelders aangetroffen. Het gaat om een halve kelder S575 (ca. 2,80 m breed) en om een kleinere vierkante kelder (S689, ca 1,10 x 1,10 m) welke koud tegen muurfunderingen (S688) aangebouwd is.

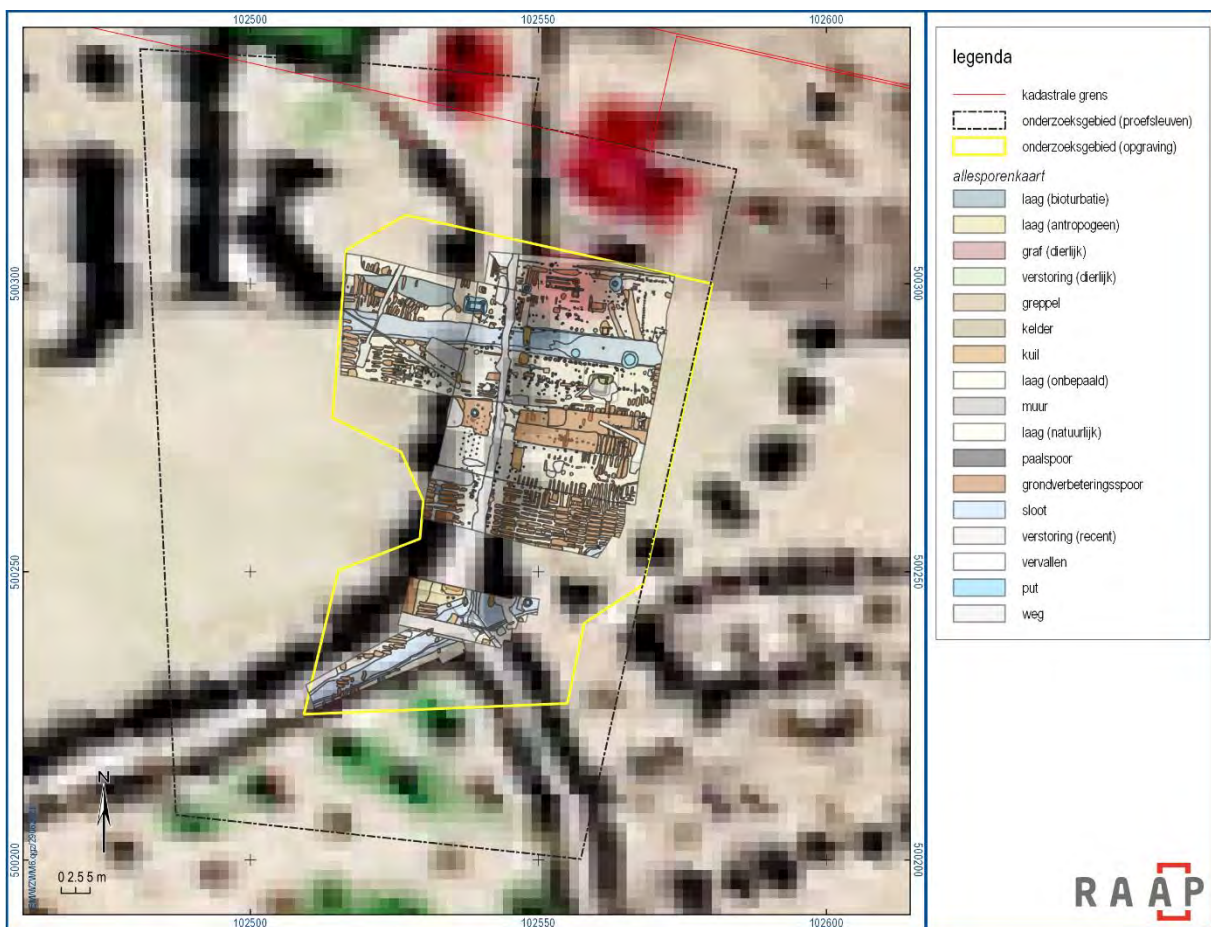
De muurfundering heeft een oost-westelijke oriëntatie en is voor een kleine 6,5 m te volgen. Aan de oostzijde is een dwarsmuurtje (S714) met gootje (S712) aanwezig. Het centrale deel van de muur is sterk verzakt, als gevolg van een ouder spoor dat hieronder aanwezig is (een kuil met houtresten, mogelijk een voormalige put: S691). De muurresten zijn dan ook jonger. De kuil bevatte echter geen vondsten om het spoor in een bepaalde eeuw te kunnen plaatsen.

Op een afstand van circa 1,5 m ten noorden van en parallel aan muurfundering S688 is een tweede muurfundering aangetroffen (S690v3). Tegen de zuidzijde van deze bijna 5 meter lange funderingsresten aan is een goot aangetroffen, mogelijk een rioolafvoer (S690 vulling 0 t/m 2). Opmerkelijk is dat de vloer van de goot twee plavuizen breed is, wat vrij breed is voor een afvoergoot. De ruimte is echter weer te smal om als kelder of doorgang te kunnen interpreteren.

Op basis van de gebruikte bakstenen i.c.m. historisch kaartmateriaal lijken de resten afkomstig van een (bij)gebouw dat in de tweede helft van de 19<sup>e</sup> eeuw bestaan heeft (figuur 16). Het gebouw bevindt zich ten zuiden van een groter gebouw dat op de kaart afgebeeld is (mogelijk het hoofdgebouw van het historische erf 'Tusschenwijk').



Figuur 15. Overzichtsfoto van de muurresten in werkput 14). Opnamerichting: zuidwest.



Figuur 16. Allesporenkaart op de topografische kaart van 1890.

### *Graf (dierlijk)*

In het onderzoeksgebied zijn vijf diergraven aangetroffen. Het betreft drie begraven honden (S573, S614 en S677) en een paard (S587) in werkput 14 en de resten van een rund (S231) in de sloot S11/S222 ter hoogte van werkput 16. De botten zijn deels vergaan door de relatief droge vondstomstandigheden; dit is de reden waarom de skeletresten incompleet zijn (figuur 16). Vanwege het gebrek aan leidend vondstmateriaal is de datering van de dierbegravingen niet direct duidelijk.



*Figuur 17. Een dierbegraving van een hond (S677, werkput 14), waarbij de botresten grotendeels vergaan zijn.*

### *Waardering van de (grond)sporen*

Geconcludeerd kan worden dat ondanks de grondverbeteringssporen en -lagen en de lokaal diepergaande verstoringen het archeologisch sporenvlak goed intact is gebleven, getuige de vele sporen. Het archeologisch vlak ligt in de top van het natuurlijke duinzand. De sporen zijn over het algemeen voldoende diep (met een gemiddelde spoordiepte van 18,25 cm) en steken goed af tegen de natuurlijke ondergrond. Wel zijn de sporen weinig humeus; bovendien reiken ook (enkele waterputten uitgezonderd) geen sporen tot in het grondwaterniveau. De conserveringsomstandigheden voor niet verkoelde organische stoffen is te classificeren als slecht.

### *Interpretatie van de vindplaats*

In het onderzoeksgebied werden resten verwacht van het historische erf 'Tusschenwijk'. Het erf staat al op historisch kaartmateriaal uit 1720 afgebeeld (figuur 11). Dankzij het opnieuw georefereren van de historische kaarten werd duidelijk dat de kern van dit historische erf niet in, maar direct ten noorden van het onderzoeksgebied verwacht moet worden. Waarschijnlijk was het onderzoeksgebied zelf in de eerste helft van de 18<sup>e</sup> eeuw nog duingebied. Volgens de kadastrale minuutplan uit 1811-1832 is het gebied aan het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw inmiddels ontgonnen en in gebruik als weiland (perceel 102, het perceel ten zuiden van perceel 103; zie figuur 8). De percelen zijn indertijd eigendom van de familie Boreel (bron: Oorspronkelijke Aanwijzende Tafel Wijk aan Zee en Wijk aan Duin, Noord Holland, sectie A, blad 005; OAT07140A005). Het historische erf met bebouwing bevond zich op percelen 100 en 101 ten noorden van perceel 102 en was ook in eigendom van de familie Boreel. Op de kadastrale

minuutplan wordt in eerste instantie één hoofdgebouw (woning) afgebeeld met een bijgebouw ten westen van het hoofdgebouw, aan de overzijde van de Tusschenwijkweg (op perceel 103). In de 19<sup>e</sup> eeuw wordt een tweede bijgebouw gerealiseerd, getuige de topografische kaart uit 1890. Het gaat om een (bij)gebouw ten zuiden van het hoofdgebouw, op het (voormalige) weiland (perceel 102). Op de topografische kaart van 1900 is laatstgenoemde bijgebouw niet meer aanwezig. Ook het hoofdgebouw en het westelijke bijgebouw verdwijnen gedurende de eerste helft van de 20<sup>e</sup> eeuw, om plaats te maken voor moderne gebouwen in de jaren '60 (ten westen van de voormalige Tusschenwijkweg, buiten het onderzoeksgebied) en jaren '70 (zowel binnen, als buiten het onderzoeksgebied).

Als we de onderzoeksresultaten (sporen, structuren en vondsten) afspiegelen tegen de historische kaarten wordt duidelijk dat we sporen van infrastructuur (voormalige Tusschenwijkweg) en perceelsgrenzen (greppels en sloten) uit de 19<sup>e</sup>/20<sup>e</sup> eeuw aangetroffen hebben. Daarnaast zijn met name met sporen van landgebruik aangetroffen, getuige de grondverbeteringssporen, palenrijen van hekwerken en bijvoorbeeld de structuur voor opgaande gewassen. Deze sporen zijn het resultaat van het verbouwen van gewassen op de (landbouw)percelen 102 en 103 (nummering van de kadastrale minuutplan) ten zuiden en zuidwesten van het historische erf.

De resten die tot een nederzettingscomplex gerekend kunnen worden, waaronder de bakstenen structuren en erfgerelateerde sporen (o.a. putten, kuilen, hekwerken) in werkput 14, zijn waarschijnlijk afkomstig van het (bij)gebouw op 'perceel 102' op de kaart van 1890, ten zuiden van het hoofdgebouw (en diens perceel 101). Sporen van het hoofdgebouw zelf en/of diens erf zijn waarschijnlijk niet aangesneden. Evenmin zijn duidelijke sporen uit de 18<sup>e</sup> eeuw aangetroffen (sporen met 18<sup>e</sup>-eeuws materiaal kunnen evengoed jonger zijn, wanneer het oudere vondstmateriaal door grondwerkzaamheden in een jongere context terecht is gekomen. Dat is bij onderhavig onderzoek best plausibel, omdat het erf dat teruggaat tot in de eerste helft van de 18<sup>e</sup> eeuw direct ten noorden van het onderzoeksgebied lag. Op basis van het vondstmateriaal, in combinatie met de historische kaarten, hebben we vooral te maken met een 19<sup>e</sup>-20<sup>e</sup>-eeuws complex aan de rand van het historische erf.

### **Vondsten**

Het totale archeologisch onderzoek (IVO-P en DO) heeft in totaal 3.990 vondsten opgeleverd. Een overzicht van de verschillende materiaalcategorieën wordt weergegeven in tabel 4. In het onderstaande wordt per vondstcategorie ingegaan op de waardering van de vondsten (conserveringsgraad) en de potentie van het materiaal voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen.

<b>Materiaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>Gewicht (g)</b>
(gebruiks)aardewerk	2.159	114.189
bot (dierlijk)	1.020	26.050
glas	349	20.723
keramisch bouwmateriaal	262	125.576
pijpaardewerk	102	599
metaal	59	61.299
steen (onbepaald)	16	7.196
schelp	13	205
hout	7	3.265
kunststof	1	2
leer	1	15
organisch (overig)	1	7
<b>Totaal</b>	<b>3.990</b>	<b>359.126</b>

Tabel 4. Aantal vondsten per materiaalcategorie.

Tijdens de basale uitwerking is het vondstmateriaal in grote lijnen bekeken in relatie tot de potentie voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen (*quick scan*). De resultaten zijn in bijlage 5 opgenomen. Aangegeven is wat de inhoud is per vondstzak; het gaat enkel om een eerste globale determinatie. Pas bij de verdere uitwerking zullen de vondsten uitvoeriger gedetermineerd en beschreven worden. De meeste vondsten zijn afkomstig uit primaire context, dat wil zeggen een aantoonbare vulling binnen een (grond)spoor. Circa 6% is afkomstig uit secundaire context. Het gaat dan om vondsten uit recente verstoringen, antropogene (geroerde) lagen en stortvondsten.

Uit deze eerste scan blijkt dat vrijwel al het aardewerk – enkele uitzonderingen daargelaten – uit de nieuwe tijd dateert. Het gaat vooral om gebruiksaardewerk (serviesgoed en keukengerei). Roodbakkend aardewerk (15<sup>e</sup>-20<sup>e</sup> eeuw) met loodglazuur is daarbij het meest voorkomende baksel (figuur 18).



*Figuur 18. Impressie van de vondsten van V137.*

Een ander baksel dat frequent voorkomt is industrieel wit, waarbij zowel crèmekleurige (tweede helft 18<sup>e</sup> eeuw), als witte kernen (19<sup>e</sup>/20<sup>e</sup> eeuw) aanwezig zijn (figuur 19). Faience (tweede helft 17<sup>e</sup>-20<sup>e</sup> eeuw), met vaak blauwe decoraties, is ook nog veelvuldig aanwezig. Scherven van witbakkend aardewerk (15<sup>e</sup>-19<sup>e</sup> eeuw) zijn ook nog geregeld aanwezig. In iets mindere mate zijn scherven van de zeer harde baksels (Rijnlands) steengoed (15<sup>e</sup>-19<sup>e</sup> eeuw) en (Europees) porselein (17<sup>e</sup>-20<sup>e</sup> eeuw) aanwezig. Het minst voorkomende baksel binnen het aardewerk uit de nieuwe tijd zijn de fragmenten majolica (vierde kwart 16<sup>e</sup>-18<sup>e</sup> eeuw). Oudere scherven zijn weinig aangetroffen. Het gaat om enkele mogelijke scherven kogelpot (10<sup>e</sup>-13<sup>e</sup> eeuw; V133, V137 en V172), scherven grijsbakkend aardewerk (13<sup>e</sup>-14<sup>e</sup> eeuw; V165 en V172) en een scherf van een Iberische amfoor uit de periode 1475-1600 (V31).

Het aardewerk is goed geconserveerd. De fragmentatiegraad is laag, met een gemiddeld gewicht per scherf van 52,9 gram. Over het algemeen zijn voldoende diagnostische kenmerken (oppervlaktebehandelingen, versieringen, vormtypes) aanwezig voor potentiële nauwkeurige dateringen.

Botmateriaal (ruim 25,5% van het totaal aantal vondsten) is uitsluitend dierlijk van aard. Het relatief hoge aantal botten is het gevolg van het aantreffen van vijf diergraven (o.a. honden, paard en rund). Het gaat mogelijk om zieke c.q. oudere (huis)dieren en vee. De overige losse botfragmenten zijn in verschillende contexten (sloot, kuil, paalspoor) aangetroffen. Het gaat overwegend om grote zoogdieren (rund, paard), middelgrote zoogdieren (schaap, geit, varken/zwijn) en kleine zoogdieren (bijv. knaagdieren).





*Figuur 19. Impressie van de vondsten van V140.*

Daarnaast zijn (wervel)fragmenten van vissen en botjes van gevogelte aangetroffen. Sommige fragmenten bevatten duidelijke snij- en kasporen; dit wijst op slacht- en consumptieafval (denkbare fasen van het verwerkingsproces zijn: het verwijderen van de huid, het segmenteren van karkassen, het uitbenen en het verdelen van vlees). Beenderen objecten zijn weinig aangetroffen. Het gaat om een knoopje (V189) en een handvat (V193). Het botmateriaal is wisselend (matig tot goed) geconserveerd.

Glas is ook veelvuldig aangetroffen (bijna 9% van het totaal aantal vondsten). Het gaat vooral om (fragmenten van) flessen, maar ook om resten van drinkglazen, vensterglas en enkele kralen. De kwaliteit is middelmatig; het meeste glaswerk is geïriseerd, maar nog wel voldoende van kwaliteit voor een identificatie.

In mindere mate komt keramisch bouwmetaal voor (6,5% van het totaal aantal vondsten). Het gaat om (fragmenten van) bakstenen (o.a. representatieve voorbeelden van de aangetroffen structuren), plavuizen, tegels (figuur 21) en dakpannen. De bakstenen zijn – een enkele uitgezonderd – vrijwel allemaal machinaal en dateren daarmee uit de tweede helft van de 19<sup>e</sup> of de 20<sup>e</sup> eeuw. De (Delfts blauwe) tegels dateren uit de periode 17<sup>e</sup>-19<sup>e</sup> eeuw. Het bouwmetaal is goed geconserveerd gebleven.

De fragmenten pijpvaardewerk (2,5% van het totaal aantal vondsten) betreffen steelfragmenten, maar ook enkele ketels met leesbare hielmerken en zijmerken. Opvallend is dat – naast 18<sup>e</sup> en 19<sup>e</sup>-eeuwse vormen (trechtersvormige en ovale kleipijpen) – ook een aantal vroege vormen aangetroffen zijn. Het gaat om ketels met een dubbelconische vorm, die uit de 17<sup>e</sup> eeuw dateren. Het pijpvaardewerk is enigszins gefragmenteerd, maar wel goed geconserveerd gebleven.



*Figuur 20. De resten van een hond (V270).*



*Figuur 21. De Delfts blauwe tegels van V46.*

Van de metalen vondsten (1,5% van de vondsten) bestaat het merendeel uit (grotendeels handgesmeden) spijkers. Daarnaast zijn de volgende herkenbare voorwerpen aangetroffen: twee

gespen (V181, V265), een klein belletje (V181), een (verf)blik (V319), de deksel van een vergelijkbaar blik (V35), ijzeren hoepel(fragmenten) van een ton, (deur)knoppen (V42, V85 en V121), een lepel (V164), een deel van een elektriciteitspaal (V184), emmers/ketels (V192, V224), muurijzers (V252) en een (gereedschaps)kist met gereedschap (o.a. een riek; figuur 22). Vrijwel alle ijzeren vondsten zijn sterk aangekoekt en verroest. De gespen, de lepel en het belletje van (brons/koper/lood)legeringen zijn minder aangetast.



*Figuur 22. Metalen kist met toebehoren (V255) te velde.*

De materiaalcategorieën natuursteen, schelp, kunststof en leer zijn met <1% van het totaal aantal vondsten beperkt aangetroffen. Van het natuursteen is het grootste gedeelte als bouw materiaal te identificeren. Het gaat met name om (resten van) drempels, dorpels, tegels en leistenen dakbedekking. Verder is een fragment puimsteen (huidverzorging) en een leistenen griffel (schrijfstift uit de 18<sup>e</sup>-20<sup>e</sup> eeuw) aangetroffen. Noemenswaardig is verder dat onder de schelpen vooral oesters en mossels aanwezig zijn. Het gaat zeer waarschijnlijk om consumptieafval. Het fragment leer ten slotte, betreft een fragment van een halsband dat is aangetroffen in het graf van een hond. Er kleven nog enkele hondenharen aan en het bevat een drukknoop (koper- of bronslegering), wat er mogelijk voor gezorgd heeft dat dit deel van de halsband bewaard is gebleven. Het leer is verder slecht geconserveerd. Het natuursteen, schelp en kunststof is goed geconserveerd.

Houten artefacten zijn – naast enkele paal- en plankresten – niet aangetroffen. De resten hout zijn slecht geconserveerd te noemen; het was vaak sterk vermolmd. In enkele gevallen was het hout te vermolmd om het te kunnen bergen. In figuur 23 zijn twee voorbeelden opgenomen, die representatief zijn voor de conserveringsgraad van het hout dat wel geborgen kon worden.



Figuur 23. Voorbeelden van paalresten (links: M29, rechts: V183).

## Monsters

Kansrijke sporen zijn tijdens het onderzoek bemonsterd ten behoeve van bio-archeologisch onderzoek (palynologie en/of macro-botanisch onderzoek) en dateringsonderzoek ( $^{14}\text{C}$ -datering). Te velde is gekozen voor sporen die de onderzoeksvragen het meest kunnen dienen (met bij voorkeur een humeuze vulling en/of houtskool in de vulling) zoals sporen van mogelijke structuren, actieve fasen van putten en sloten, grondverbeteringssporen (plantbedden) en overige (losse) humeuze sporen (bijv. kuilen). Er zijn in totaal 42 monsternummers uitgedeeld (zie tabel 5 en bijlage 6). Ten behoeve van de uitwerking wordt in paragraaf 'Advies deel 1' voorgesteld welke monsters in aanmerking komen voor een eerste waardering. In 'Advies deel 2' wordt later (op basis van de waarderingresultaten) een voorstel gedaan voor de eventuele verdere analyse van de monsterresiduen of preparaten.

<b>Monstersoort</b>	<b>Aantal</b>
Monster algemeen (botanisch/ <sup>14</sup> C)	35
Monster pollen	5
Monster hout	2
<i>Totaal</i>	42

*Tabel 5. Aantal monsters per monstersoort.*

## Advies deel 1

### **Advies voor uitwerking op basis van vraagstelling**

Het vondst- en monstermateriaal (in de context met grondsporen) heeft een hoge informatie- en ensemblewaarde. In de eerste plaats dienen de sporen en structuren – in relatie tot de bodemopbouw en de vondsten en/of monsters – middels een (standaard)uitwerking conform het Programma van Eisen (Molthof, 2021c) en de KNA 4.1 (protocol 4004) uitgewerkt te worden. Daarbij staat het streven naar het behalen van de doelstelling en de beantwoording van de onderzoeksvragen centraal.

Voor een nadere beantwoording van sommige onderzoeksvragen is een specialistische waardering, analyse en uitwerking van vondsten en/of monsters noodzakelijk. Voor de verschillende typen vondsten en/of monsters wordt hieronder beschreven of specialistisch onderzoek nodig is en waarom.

### **Bodemopbouw**

Om de onderzoeksvragen omtrent bodemopbouw te kunnen beantwoorden is een reguliere analyse van de gedocumenteerde profielen in samenhang met de bestudering van de sporen, het vondstmateriaal en eventuele monsteranalyses noodzakelijk. Het gaat met name om de onderzoeksvragen 1 tot en met 5 en 8.

### **Sporen**

Om de onderzoeksvragen omtrent de aard van de vindplaats, de fasering, gebruiksduur en continuïteit van de bewoning te kunnen beantwoorden is een reguliere analyse van de (grond)sporen in samenhang met de (eventueel specialistische) bestudering van het vondstmateriaal en de monsters noodzakelijk.

De onderzoeksvragen die hiermee met name beantwoord kunnen worden zijn de vragen 7 t/m 21.

Omdat het onderzoek gericht is op de historische buitenplaats Tusschenwijck, worden de resultaten van het onderzoek zoveel mogelijk in historische context geplaatst. Daarmee wordt getracht de onderzoeksvragen 27 t/m 29 en 31 t/m 33 te beantwoorden.

### **Vondsten**

Behalve een gedegen uitwerking van alle relevante sporen is het van belang het vondstmateriaal goed uit te werken, vooral om grip te krijgen op een eventuele fasering van de sporen binnen het onderzoeksgebied en de sociale status c.q. dagelijks leven van de bewoners. Door de vondsten te analyseren, kunnen de relevante onderzoeksvragen worden beantwoord. Hieronder volgt de motivatie voor de analyse per onderscheiden materiaalcategorie.

#### ***Gebruiksaardewerk en pijpjarde***

Bij onderhavig onderzoek zijn de materiaalcategorieën gebruiksaardewerk en pijpjarde de meest geschikte categorieën bevonden, om de sporen en structuren in de tijd te kunnen plaatsen. Het verdient de aanbeveling om deze vondsten door een materiaalspecialist (met ervaring met aardewerk uit de nieuwe tijd) te laten uitvoeren. Van de 2.159 scherven aardewerk komen er 2.082 in aanmerking voor specialistische analyse; de overige 77 komen uit verstoorde context en kunnen derhalve regulier gedetermineerd worden. Van de 102 fragmenten pijpjarde komen 64 fragmenten in aanmerking voor analyse. De pijpfragmenten uit verstoorde context en/of wanneer het alleen om steelfragmenten gaat, behoeven geen specialistische determinatie.

De uitwerking van het aardewerk en pijpaaarde zal bestaan uit:

- Beschrijving, datering en interpretatie van het aardewerk en het pijpaaarde. Waar mogelijk zal de determinatie van aardewerk uit (de middeleeuwen) en nieuwe tijd volgens het Deventer-systeem plaatsvinden door de aardewerkspecialist.
- De datering van het vondstmateriaal zal daarnaast per context/spoor worden beschreven, dusdanig dat de verschillende sporen/structuren kunnen worden gedateerd ten opzichte van elkaar dan wel dat faseringen binnen sporen/structuren achterhaald kunnen worden.

Het materiaalonderzoek zal een bijdrage kunnen leveren aan de beantwoording van de onderzoeksvragen 5, 9, 11, 12, 16 t/m 26, 30 en 32.

#### *Bot (dierlijk)*

Voorgesteld wordt om het dierlijk botmateriaal (N = 1.020) door een materiaalspecialist (archeozoöloog) te laten determineren, analyseren en rapporteren; met als doel om meer inzicht te krijgen in de omgang tussen mens en dier (bijvoorbeeld het 'hoe en waarom' van de dierbegravingen, of de interpretatie van eventuele ambachtelijke activiteiten), evenals het uiteenzetten van de voedsleconomie en eventueel hoe de vindplaats fungeerde in het sociaaleconomisch systeem van diens omgeving.

De uitwerking zal bestaan uit:

- Determinatie, analyse en beschrijving van alle botfragmenten. Bij de beschrijving wordt specifiek gelet op sporen van bewerking, slacht en/of gebruik van het botmateriaal.
- Deze bijdrage richt zich op een beschrijving van de vondsten in het algemeen (als totaal complex), maar zal ook ingaan op de interpretatie in relatie tot de betreffende sporen waar de vondsten uitkomen.

Dit (specialistische) materiaalonderzoek zal met name een bijdrage kunnen leveren aan de beantwoording van de onderzoeksvragen 22 t/m 25 en 32.

#### *Glas*

Van het glas wordt voorgesteld om dit middels een korte beschrijving te rapporteren. Het gaat met name om vormen en typen, waar geen specialist voor nodig is om dit te determineren. Voor wat betreft dateringen van sporen wordt niet verwacht dat het glas een bijdrage zal leveren; met name het aardewerk zal hierin leidend zijn.

De beschrijvingen kunnen een bijdrage leveren aan de beantwoording van de volgende onderzoeksvragen: 12 en 22 t/m 26.

#### *Keramisch bouwmetaal*

Her keramisch bouwmetaal kan regulier uitgewerkt worden. Het gaat met name om machinale bakstenen, waar geen bouwhistorisch specialist voor nodig is om dit vast te stellen. De overige categorieën (dakpannen, tegels en plavuizen) behoeven eveneens geen specialistische uitwerking, omdat ze vaak gepaard gaan met ander dateerbaar vondstmateriaal en/of (machinale) bakstenen. De meeste aangetroffen sporen/structuren met (machinale) bakstenen kunnen in de periode na 1850 worden geplaatst, waarbij historisch kaartmateriaal uitkomst kan bieden om de structuur nauwkeuriger in de tijd te kunnen plaatsen.

Van de bakstenen worden voor zover mogelijk de maten opgemeten en wordt verder het bakseltype, de kleur, de hardheid en het gebruikte mortel beschreven.

De beschrijvingen kunnen een bijdrage leveren aan de beantwoording van de volgende onderzoeksvragen: 7 t/m 26.

#### *Metaal*

Het overgrote deel van de metalen vondsten betreft (handgesmede) spijkers. De overige metalen objecten zijn relatief goed herkenbaar, ondanks de soms slechte kwaliteit en/of de aangekoekte laag roest. Voorgesteld wordt om de vondsten van deze materiaalcategorie regulier (dus niet door een materiaalspecialist) te determineren en te rapporteren. Omdat een zuivere datering (per decennium of halve eeuw in de nieuwe tijd) vrijwel niet mogelijk is, zullen de metalen voorwerpen alleen kort beschreven worden.

De beschrijvingen kunnen een bijdrage leveren aan de beantwoording van de volgende onderzoeksvragen: 12 en 22 t/m 26.

#### *Overig*

Voor wat betreft de overige materiaalcategorieën gaat het om geringe aantallen, waarbij een reguliere determinatie kan volstaan. De vondsten van de materialen natuursteen, schelp, kunststof en leer worden met de uitwerking slechts kort beschreven. Een uitvoerige rapportage met betrekking tot de herkomst van het natuursteen, leer en schelp lijkt voor dit onderzoek niet van toegevoegde waarde.

Voor wat betreft de houten paal- en plankresten wordt alleen een korte beschrijving en soortbepaling voldoende geacht. Een uitvoerige rapportage met betrekking tot bewerkingssporen en de herkomst van het hout (import of lokaal) lijkt voor dit onderzoek, in verband met de lage aantallen en slechte conservering, weinig van toegevoegde waarde.

De beschrijvingen kunnen een bijdrage leveren aan de beantwoording van de volgende onderzoeksvragen: 12 en 22 t/m 26.

#### **Monsters**

Tijdens de evaluatiefase zijn 20 monsters geselecteerd ten behoeve van 24 preparaten en/of deelmonsters (tabel 6; in bijlage 6 is opgenomen om welke monsters het gaat). Specifiek zijn (bemonsterde) sporen geselecteerd die de meeste potentie boden voor de beantwoording van de onderzoeksvragen. De potentie voor het onderzoek werd bepaald aan de hand van de context en de locatie binnen de vindplaats. Zo zijn met name sporen per potentiële (gebouw)structuur geselecteerd en is rekening gehouden met sporen die – onder gunstige conserveringsomstandigheden – veel pollen en/of macroresten bevatten, waaronder de sloten (S222, S250), putten en kuilen nabij vermeende gebouwstructuren. Daarnaast speelde bij de selectie de dateerbaarheid van het spoor, de humeusiteit van en/of aanwezigheid van houtskool binnen de vulling van het spoor een rol. Opgemerkt moet worden dat het de verwachting is dat het aantal bewaard gebleven pollen en/of macroresten gering zal zijn en mogelijk weinig monsters geschikt zullen zijn voor verdere analyse; dit vanwege de relatief droge en zandige vondstomstandigheden. Slechts een enkele vulling is als matig humeus getypeerd. Uit de waardering van de monsters zal blijken of het aantal en de kwaliteit van de pollen, macroresten en/of houtskool voldoende is voor verdere analyse.



### Macrobotanie

Het macro-botanisch onderzoek zal een beeld geven over het voorkomen van vegetatie en consumptie (voedseleconomie) binnen de vindplaats. De monsters worden gezeefd over een serie zeven met maaswijdten van 2, 1, 0,5 en 0,25 mm. Vervolgens wordt het monsterresidu beoordeeld op geschiktheid voor nadere analyse, waarbij wordt gelet op de aanwezigheid van houtskool, aanwezigheid van cultuurgewassen, soortenrijkdom en conserveringsgraad. Het macro-botanisch onderzoek kan bijdragen aan de beantwoording van de onderzoeksvragen 10, 16, 21 en 25.

Type	Beoogd specialisme	Aantal monsters	Aantal preparaten/deelmonsters
Monster algemeen	macrobotanie	10	10
Monster algemeen	14C-datering	3	3
Monster algemeen	macrobotanie én 14C-datering	1	2
Pollenmonster	palynologie	6	9
<i>Totaal</i>		20	24

Tabel 6. Aantal te waarden monsters per specialisme.

### Palynologie

Door middel van palynologisch onderzoek van een monster wordt de samenstelling van het pollen in het monster bepaald. De samenstelling van pollen (een pollenspectrum) is uniek voor bijna elke locatie en wordt gebruikt om informatie te verkrijgen over vegetatie en landschap, bijvoorbeeld de menselijke impact op de vegetatie, welke soorten of gewassen werden verbouwd, de locatiekeuze voor de nederzetting en de mate van eventuele ontbossing (voor landbouw).

Uit de pollenmonsters worden preparaten vervaardigd. Deze preparaten worden onderzocht met behulp van een microscoop met doorvallend licht met een vergroting van 400x. Bij de waardering van de palynologische resten wordt - ten behoeve van de geschiktheid voor verdere analyse - gelet op de conserveringstoestand, de hoeveelheid aan resten, diversiteit aan soorten en of er gebruiksplanten aanwezig zijn.

Het palynologisch onderzoek kan een bijdrage leveren aan de beantwoording van de onderzoeksvragen 6, 20, 21, 25 en 30.

### Koolstofdatering (<sup>14</sup>C-analyse)

Eventuele analyse van de geselecteerde monsters zal een bijdrage leveren aan de datering van de daarbij horende sporen en structuren. Gekozen is voor sporen/structuren die door het gebrek aan ander leidend vondstmateriaal (bijv. aardewerk) niet te dateren zijn. De vindplaats kan daarmee beter in de tijd worden geplaatst.

De monsters worden gezeefd op een serie zeven met maaswijdten van 2 en 1 mm, met als doel het selecteren van voor verdere analyse geschikt houtskool.

De <sup>14</sup>C-dateringen dragen bij aan de beantwoording van de onderzoeksvragen 9, 11, 12, (13) en 16.

### Dendrochronologisch onderzoek

Het aangetroffen hout is van dermate van slechte kwaliteit (vermolmd) dat een specialistische waardering ten aanzien van de potentie tot dendrochronologisch onderzoek (jaarringen) niet zinvol is.

## Advies deel 2

*//// Het opstellen van dit adviesdeel vindt plaats, nadat de bevoegde overheid een besluit heeft genomen over advies deel 1 en nadat de vondsten (eventueel door een specialist) gedetermineerd zijn en de geselecteerde monsters gewaardeerd.*

*In dit deel worden de resultaten van de waarderingen van de monsters opgenomen, inclusief de soortenlijsten van de gewaardeerde monsters, en wordt een voorstel gedaan welke monsters in aanmerking komen voor analyse. Ook wordt in dit deel een voorstel gedaan voor eventuele dateringen, voor objectfoto's en -tekeningen, en voor conservering van vondsten. \\\*

## Literatuur

Coppens, C.F.H., 2019. Plangebied Onshore Substation HKN te Wijk aan Zee, gemeente Beverwijk; archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek (IVO-O, karterend booronderzoek). RAAP-rapport 3969. Weesp.

Molthof, H.M., 2021a. Programma van Eisen. Plangebied Hollandse Kust Noord en West Alpha, voorkeursalternatief 3 te Wijk aan Zee. Gemeente Beverwijk. Archeologisch proefsleuvenonderzoek met eventuele doorstart naar opgraving. RAAP-PvE 2413. Weesp.

Molthof, H.M., 2021b. Adviesdocument plangebied Hollandse Kust (west Beta) te Wijk aan Zee in de gemeente Beverwijk RAAP-adviesdocument 1165. Weesp.

Molthof, H.M., 2021c. Programma van Eisen. Plangebied Hollandse Kust (west Beta) te Wijk aan Zee. Gemeente Beverwijk. Archeologische opgraving. RAAP-PvE 2470. Weesp.

## Figuren en bijlagen

### Figurenlijst

Figuur 1. De ligging van het plangebied. Inzet: ligging in Nederland (ster).	3
Figuur 2. Overzicht van de werkputten en de locatie van de gedocumenteerde profielen.	8
Figuur 3. De aangelegde werkputten en de beperkingen te velde.	10
Figuur 4. Bodemprofiel in het noordelijk deel van het onderzoeksgebied (profielkolom 1403).	12
Figuur 5. Bodemprofiel in het centrale deel van het onderzoeksgebied (profiel 901). Opnamerichting: noordwest.	13
Figuur 6. Bodemprofiel in het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied (profiel 1701). Opnamerichting: noordwest.	14
Figuur 7. De sloot (S11/222) centraal in werkput 17. Opnamerichting: zuidwest.	18
Figuur 8. Allesporenkaart op de Kadastrale Minuutplan (bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl).	19
Figuur 9. Allesporenkaart op de topografische kaart van 1920 (bron: topotijdreis.nl).	19
Figuur 10. Overzichtsfoto met S62 (weg) in werkput 9. Opnamerichting: zuidoost.	20
Figuur 11. Kaart van Weduwe Nicolaes Visscher uit 1720. De bovenzijde van de kaart betreft het oosten. Het onderzoeksgebied bevindt zich ter hoogte van de rode cirkel.	21
Figuur 12. Orthofoto van de dwarsdoorsnede van de weg ter hoogte van de sloot (S100/250) in werkput 11.	21
Figuur 13. Vooraanzicht (orthofoto) van de waterput (spoor 440, werkput 10). Opnamerichting: zuid-zuidwest.	22
Figuur 14. Vooraanzicht van de kelder (spoor 333, werkput 11). Opnamerichting: noord-noordoost.	23
Figuur 15. Overzichtsfoto van de muurresten in werkput 14). Opnamerichting: zuidwest.	24
Figuur 16. Allesporenkaart op de topografische kaart van 1890.	24
Figuur 17. Een dierbegraafing van een hond (S677, werkput 14), waarbij de botresten grotendeels vergaan zijn.	25
Figuur 18. Impressie van de vondsten van V137.	28
Figuur 19. Impressie van de vondsten van V140.	29
Figuur 20. De resten van een hond (V270).	30
Figuur 21. De Delfts blauwe tegels van V46.	30
Figuur 22. Metalen kist met toebehoren (V255) te velde.	31
Figuur 23. Voorbeelden van paalresten (links: M29, rechts: V183).	32

### Bijlagenlijst

Bijlage 1. Allesporenkaart
Bijlage 2. Vlaktekeningen
Bijlage 3. Sporenlijst
Bijlage 4. Voorlopige structurenkaart
Bijlage 5. Vondstenlijst
Bijlage 6. Monsterlijst
Bijlage 7. Begroting

## **Selectierapport: advies voor selectie, conservering en deponering van vondsten en monsters**

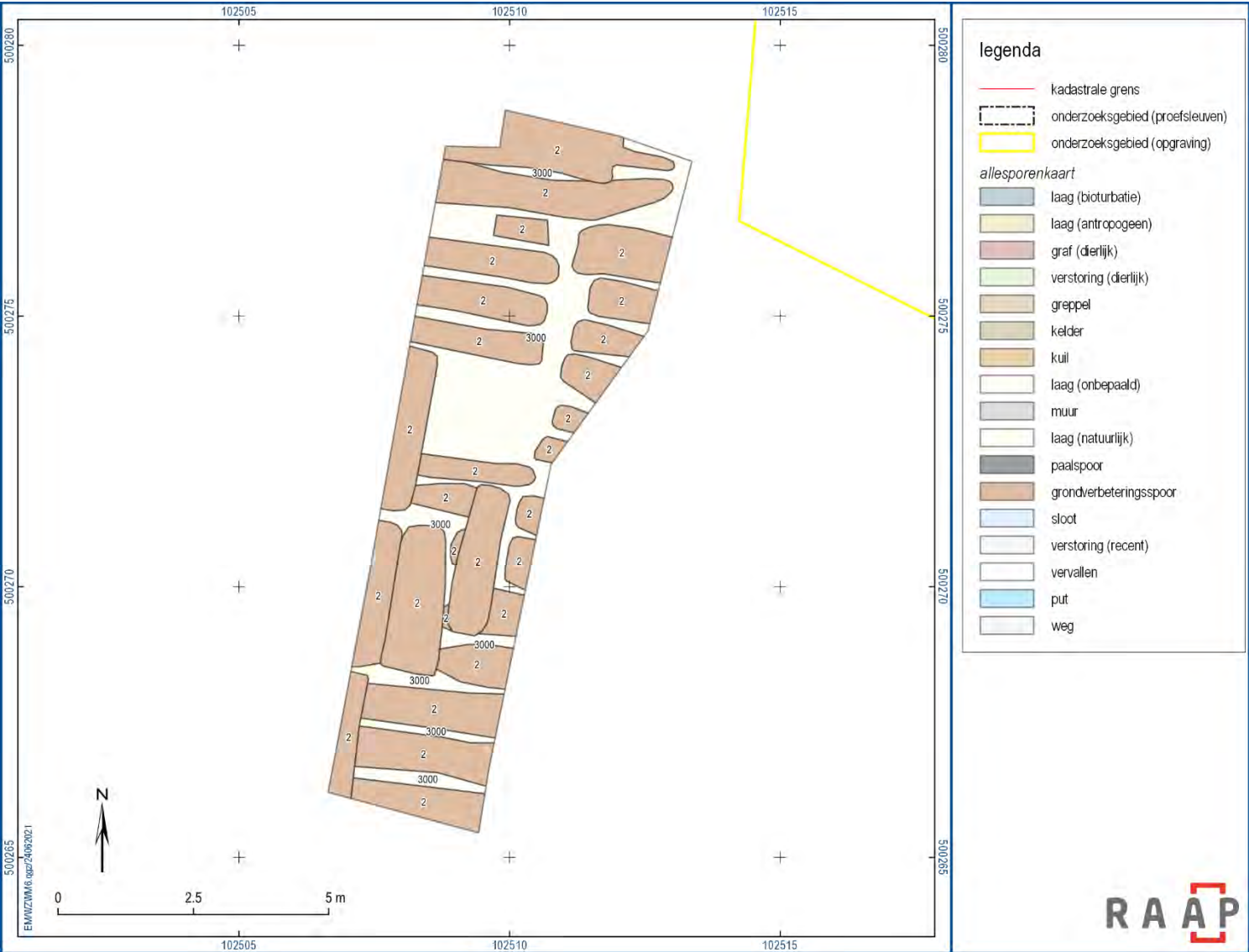
*//// Het opstellen van het selectierapport vindt plaats, nadat de bevoegde overheid een besluit heeft genomen over het evaluatierapport fase 1 en nadat de vondsten (eventueel door een specialist) gedetermineerd zijn en de geselecteerde monsters gewaardeerd. In het selectierapport zal een voorstel worden gedaan voor de (de)selectie van vondstmateriaal en monsters of diens residuen. Ook wordt een keuze gemaakt ten aanzien van welke conservering van eventuele organische en/of metalen artefacten.*

|||

# Bijlage 1. Allesporenkaart



# Bijlage 2. Vlaktekeningen

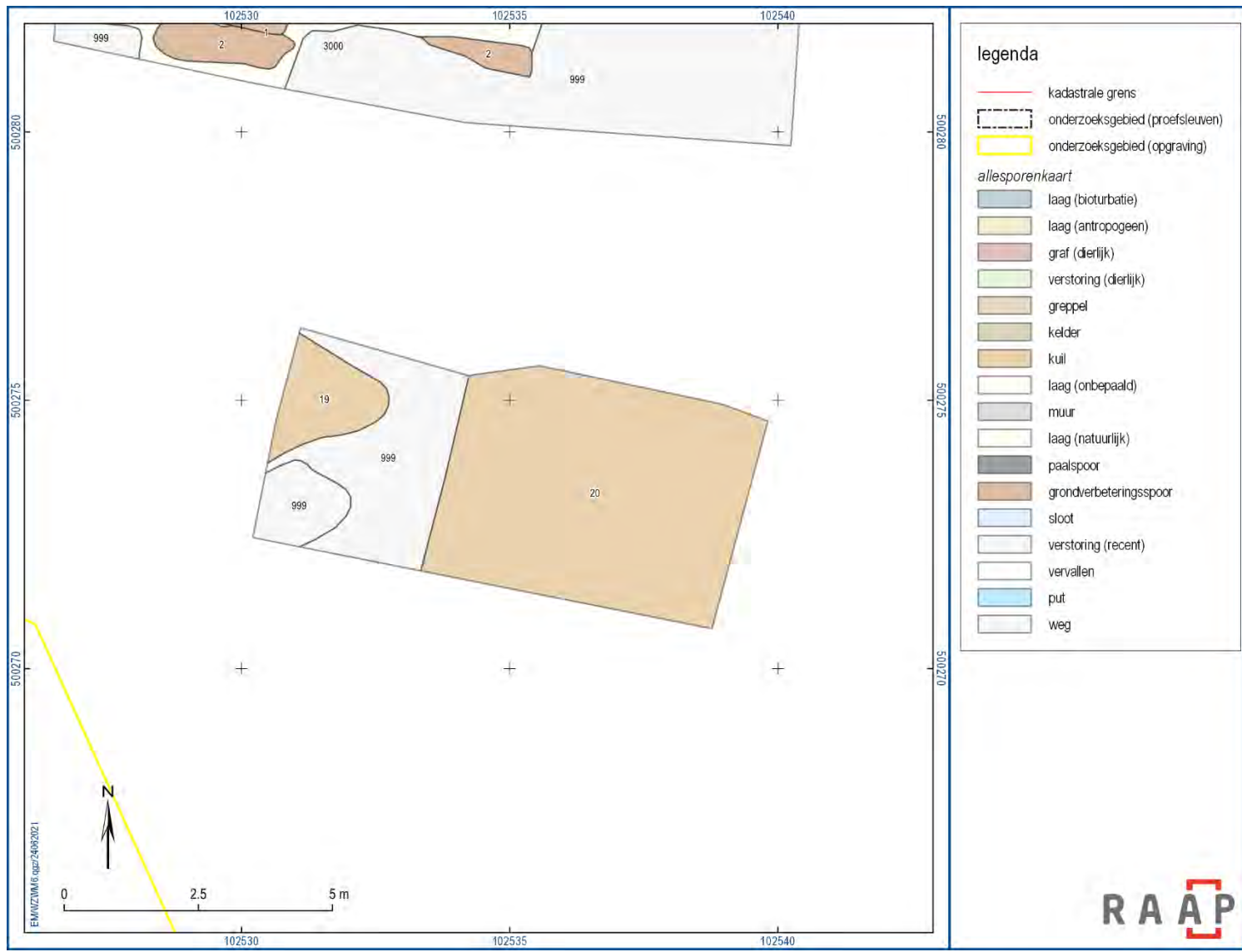


werkput 1, vlak 1

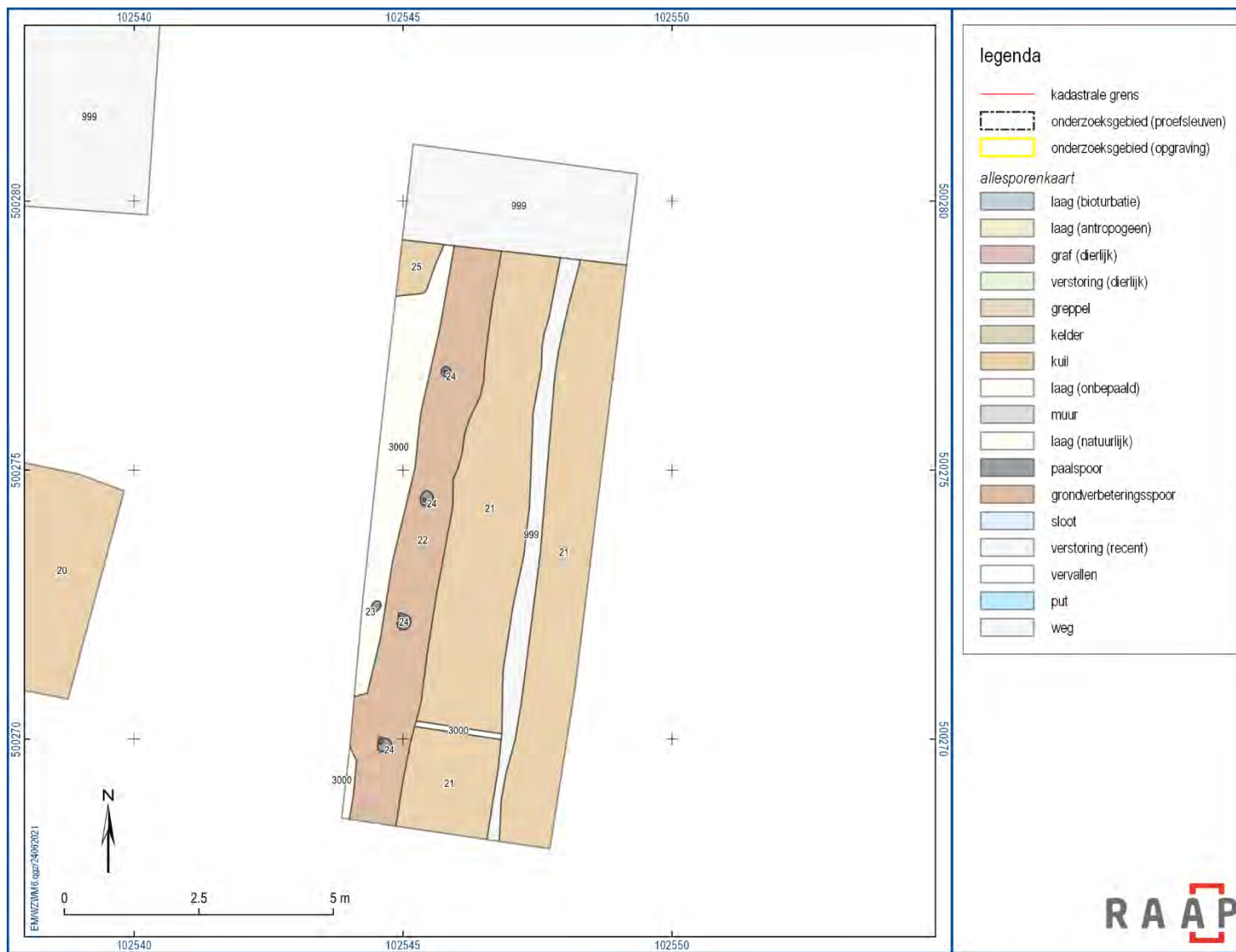


werkput 2, vlak 1



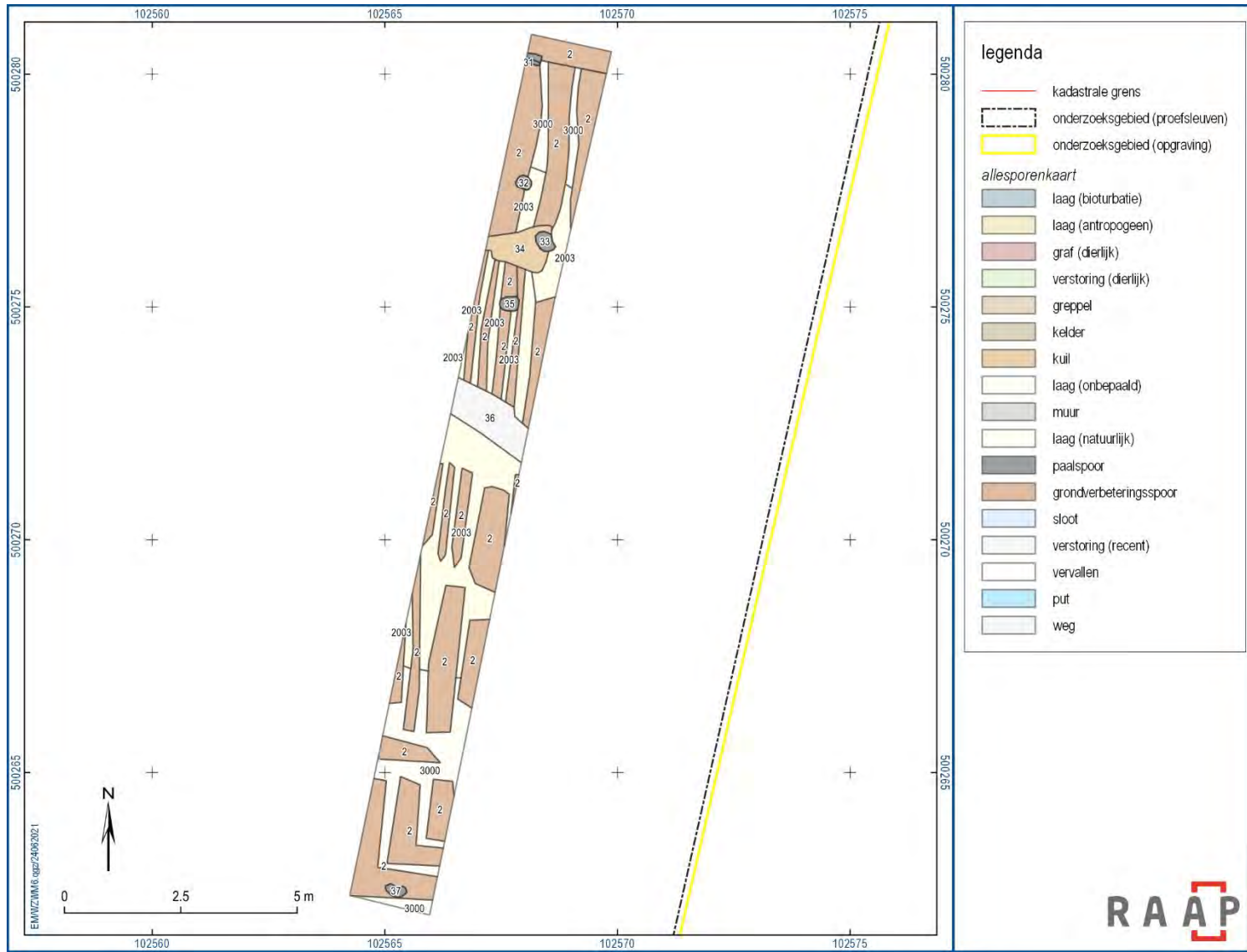


werkput 3, vlak 1

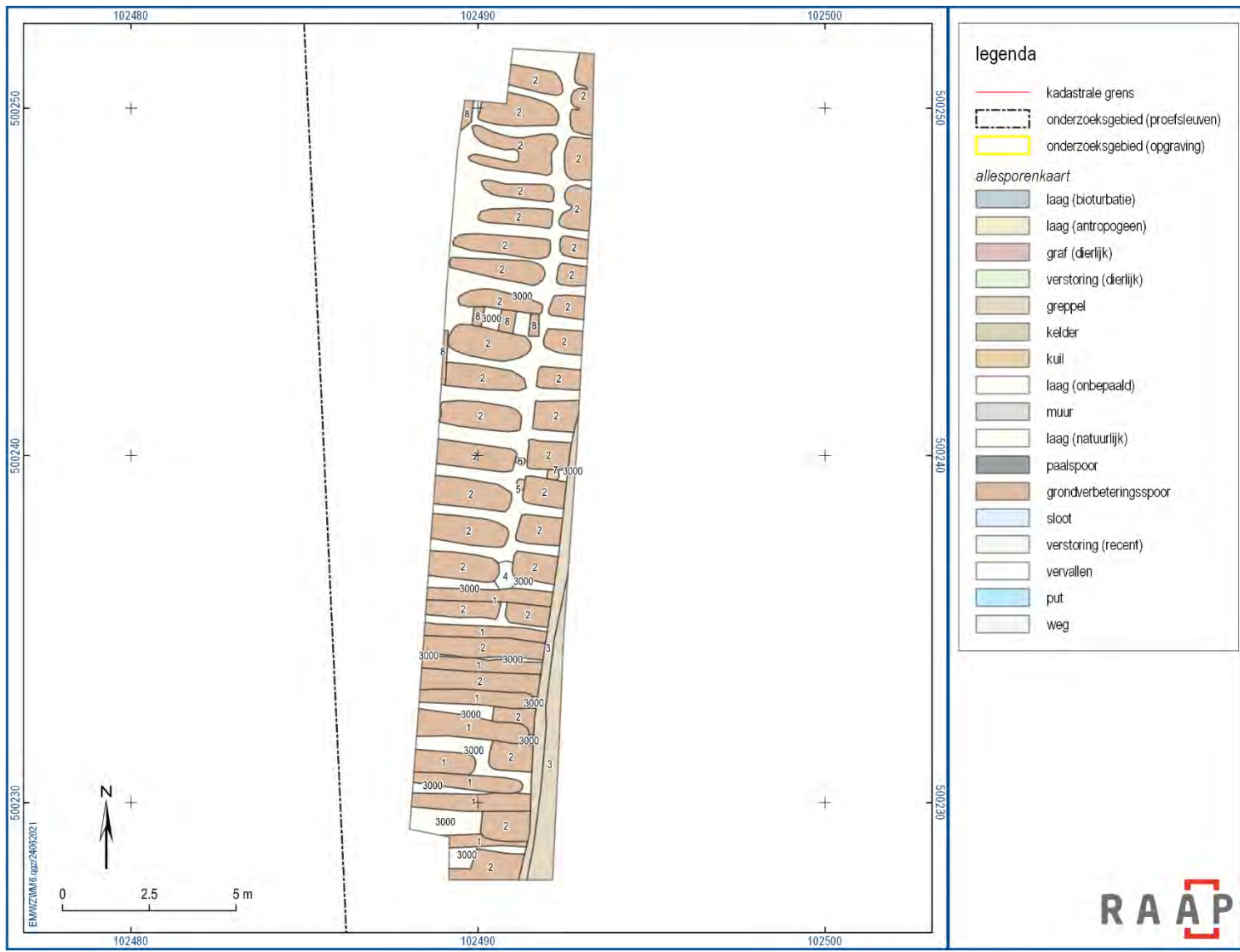


werkput 4, vlak 1

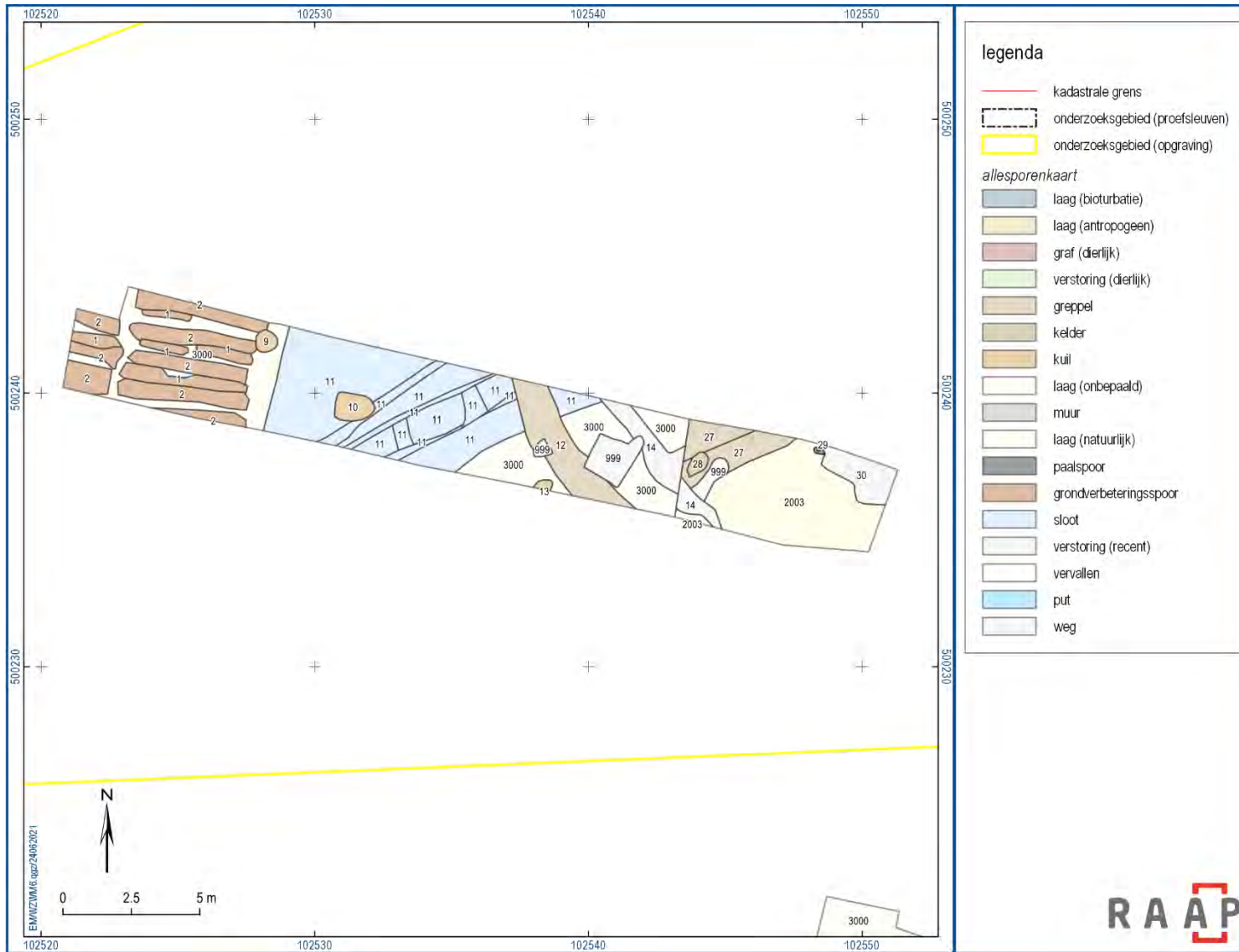




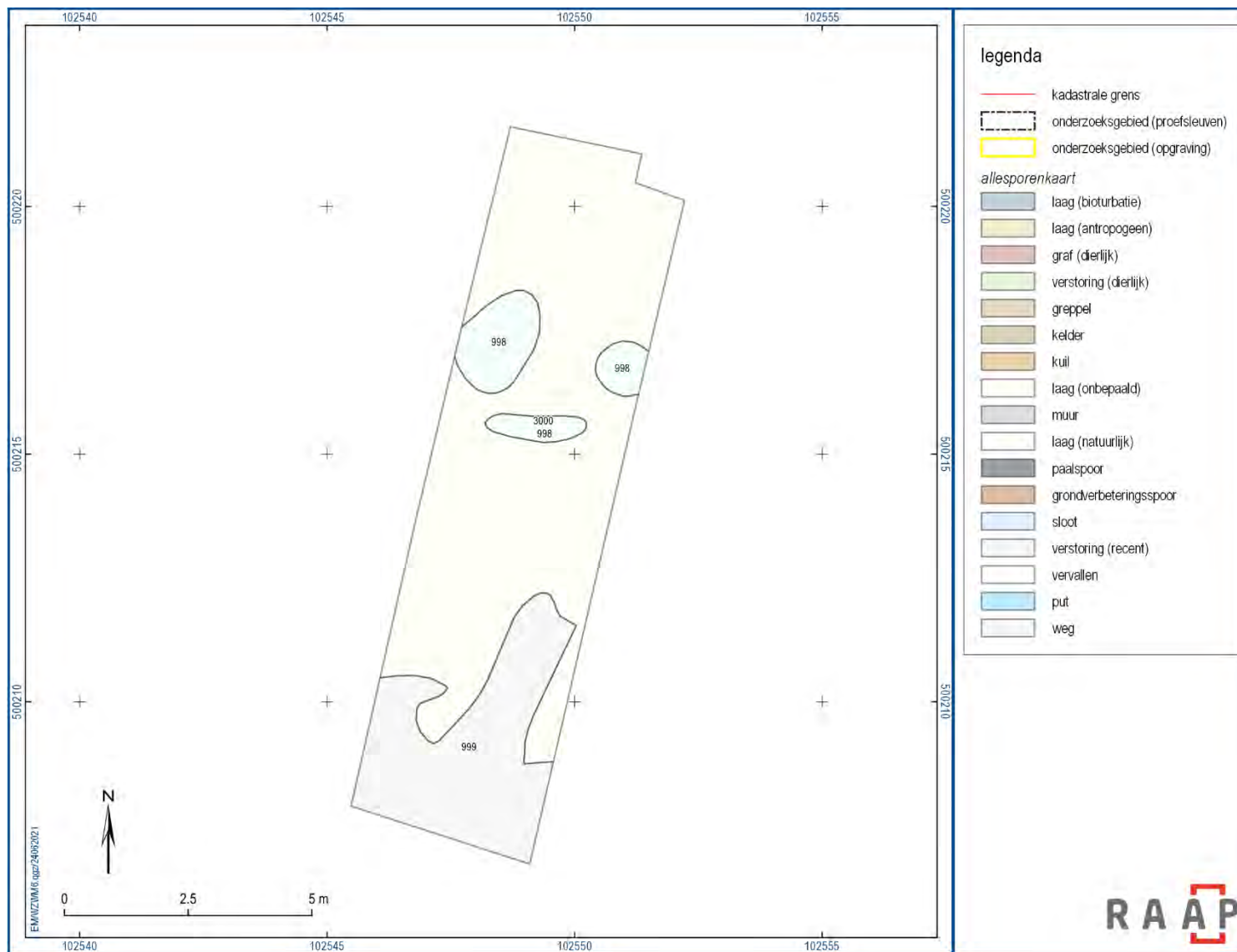
werkput 5, vlak 1



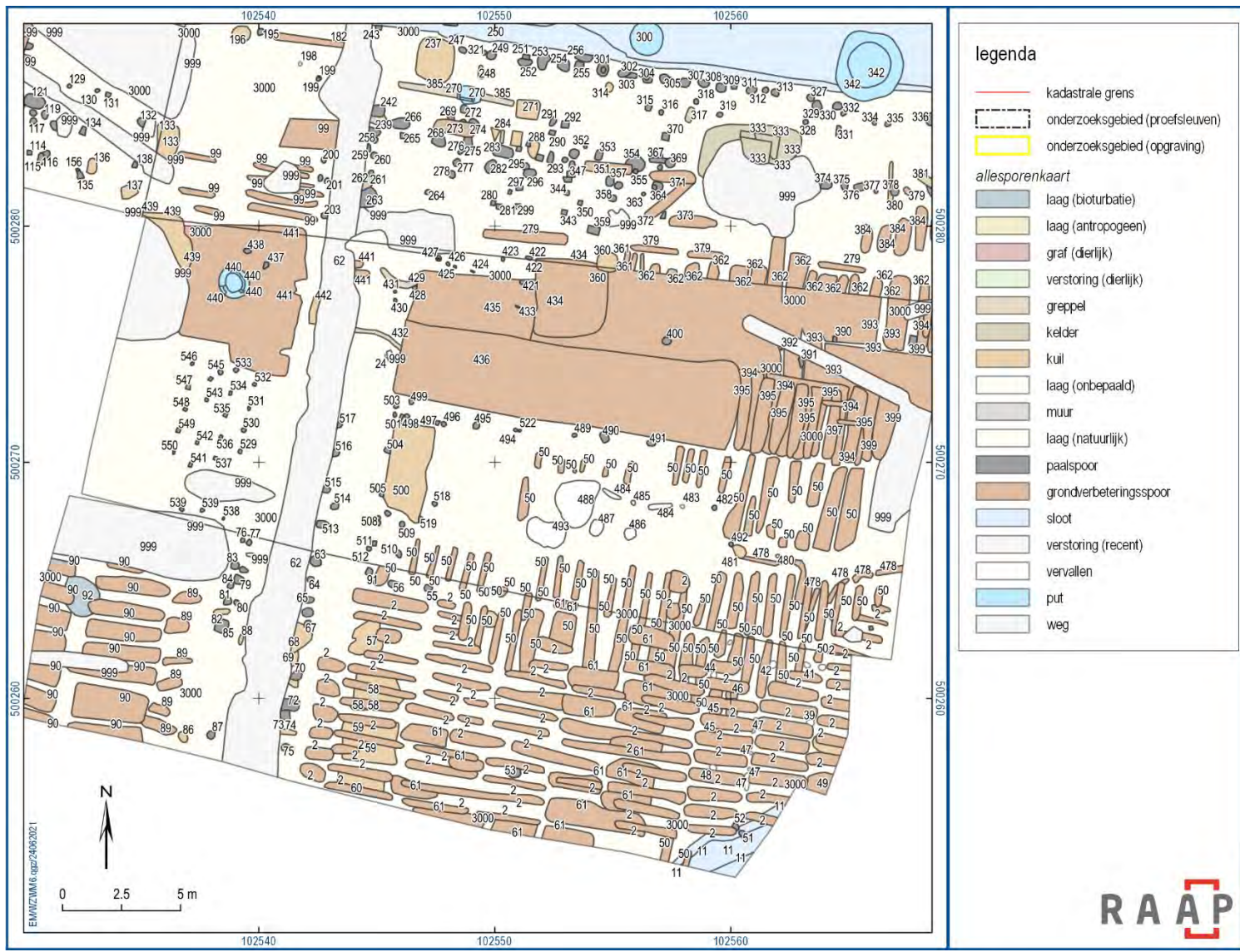
werkput 6, vlak 1



werkput 7, vlak 1

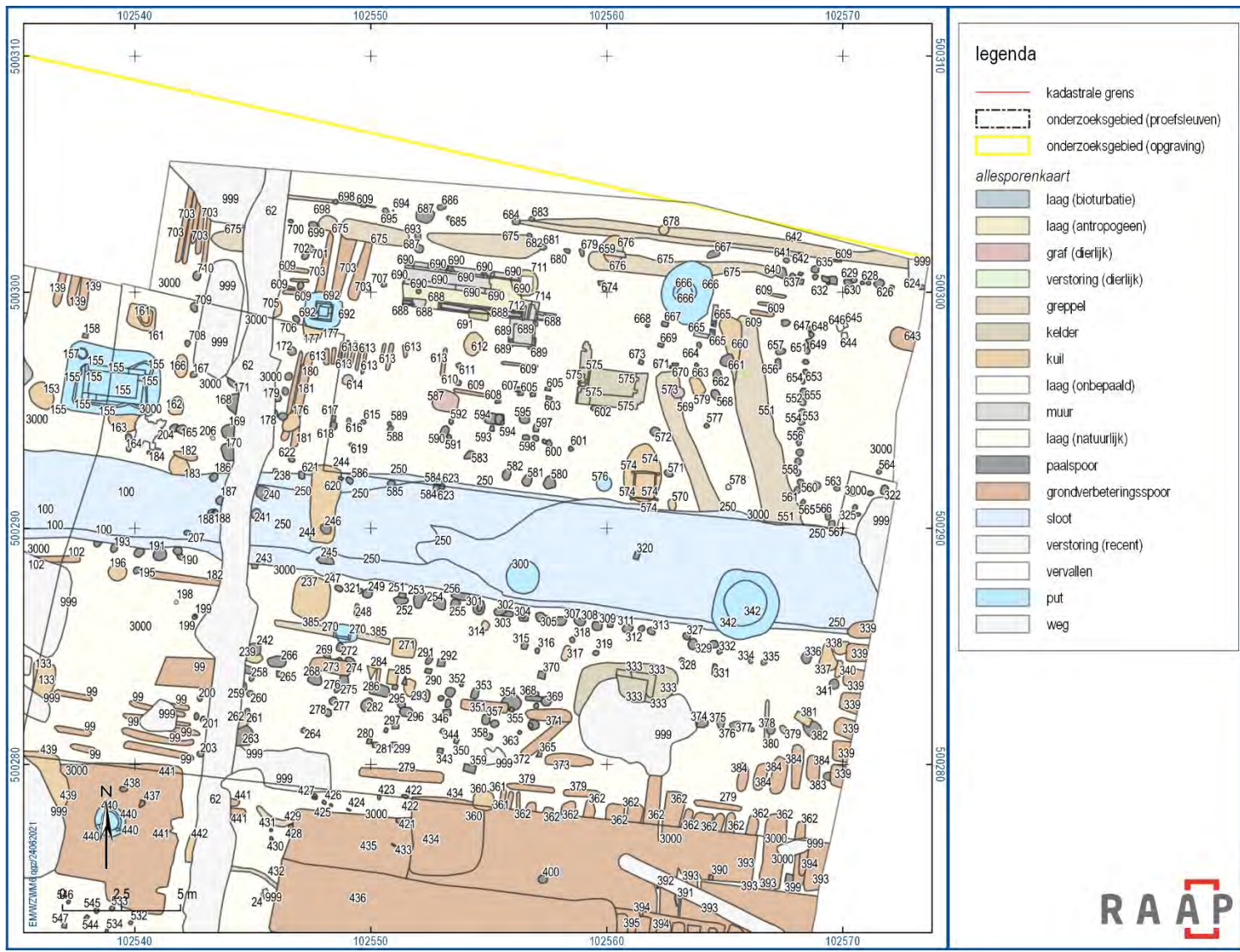


werkput 8, vlak 1



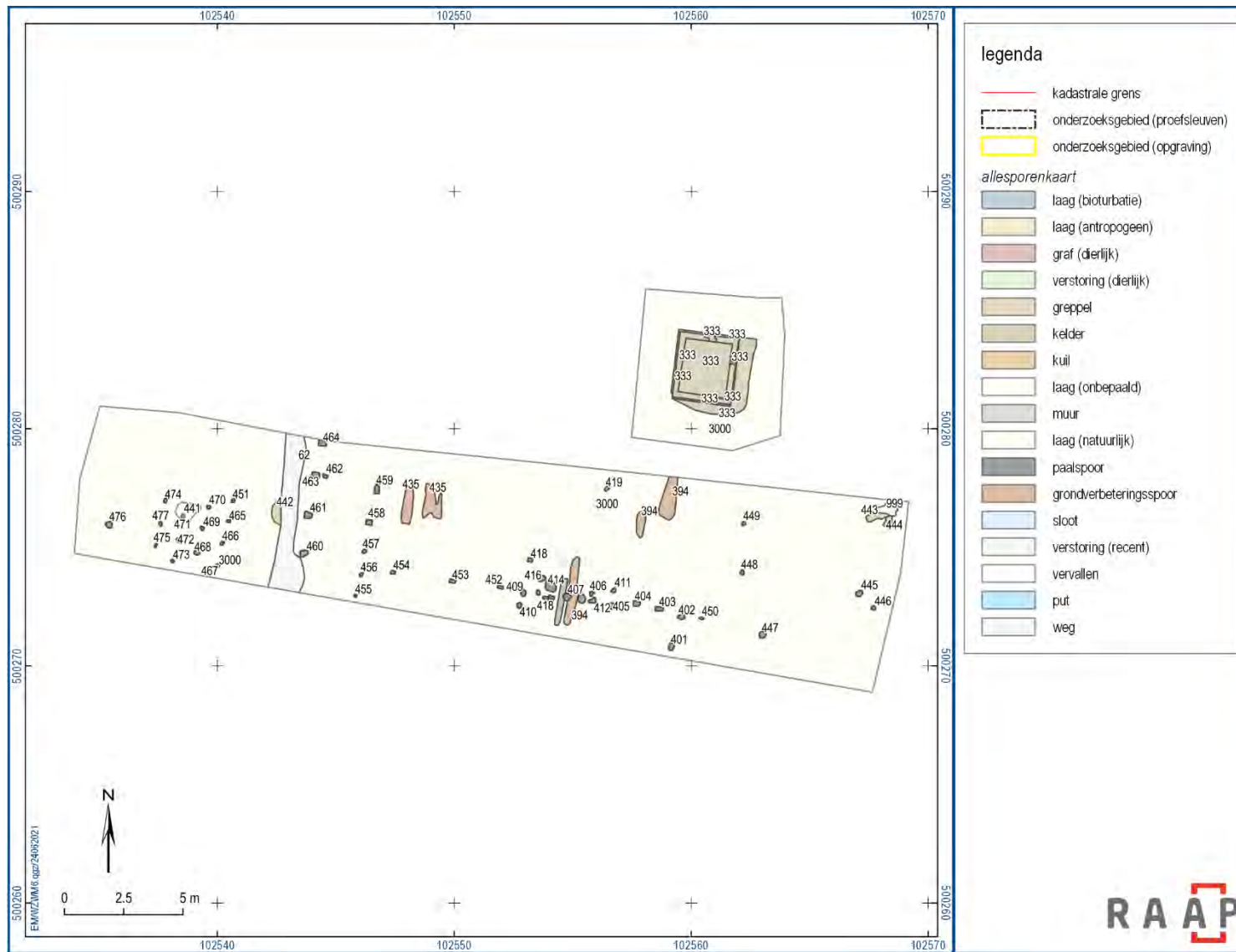
werkput 9 en 10, vlak 1



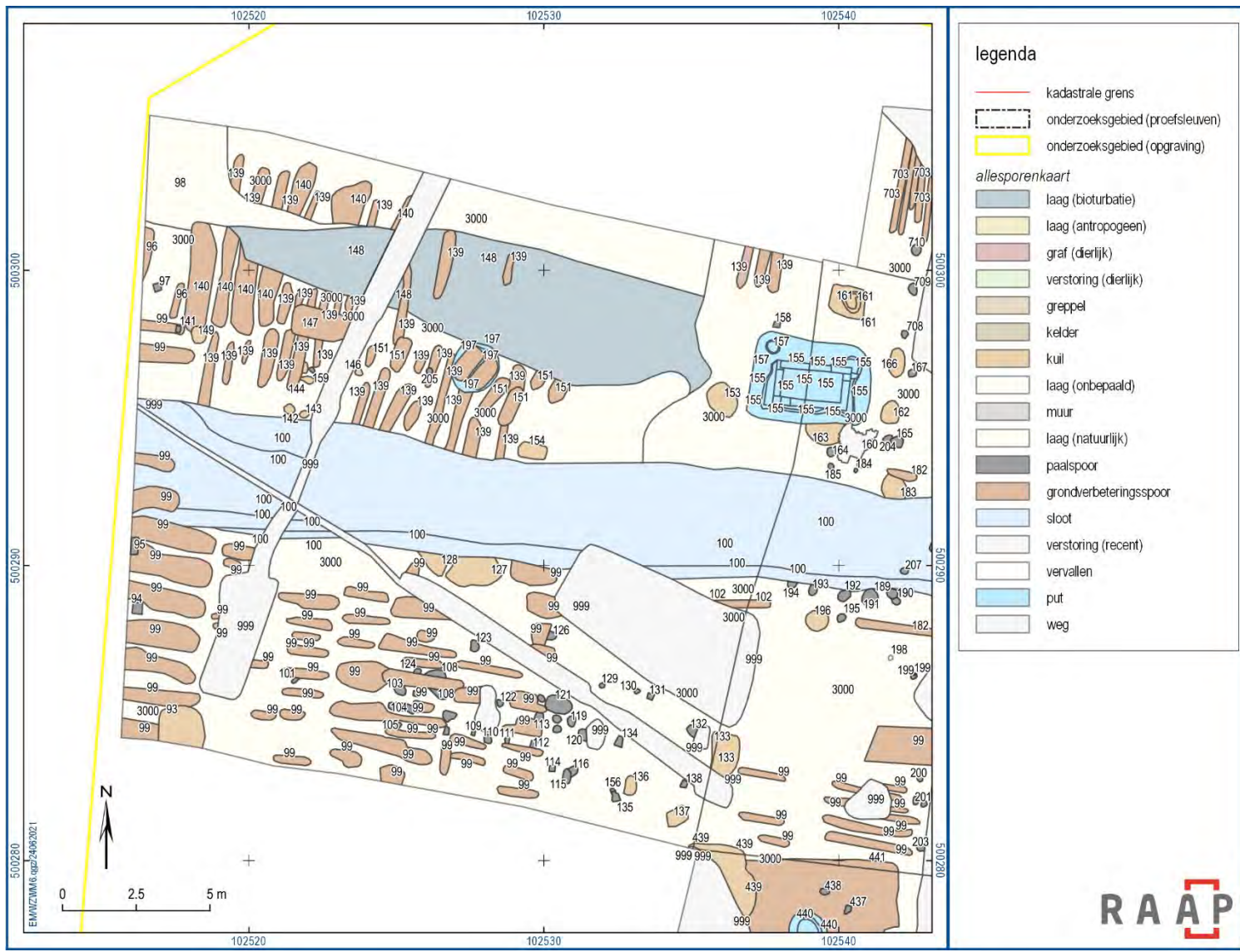


werkput 11 en 14, vlak 1

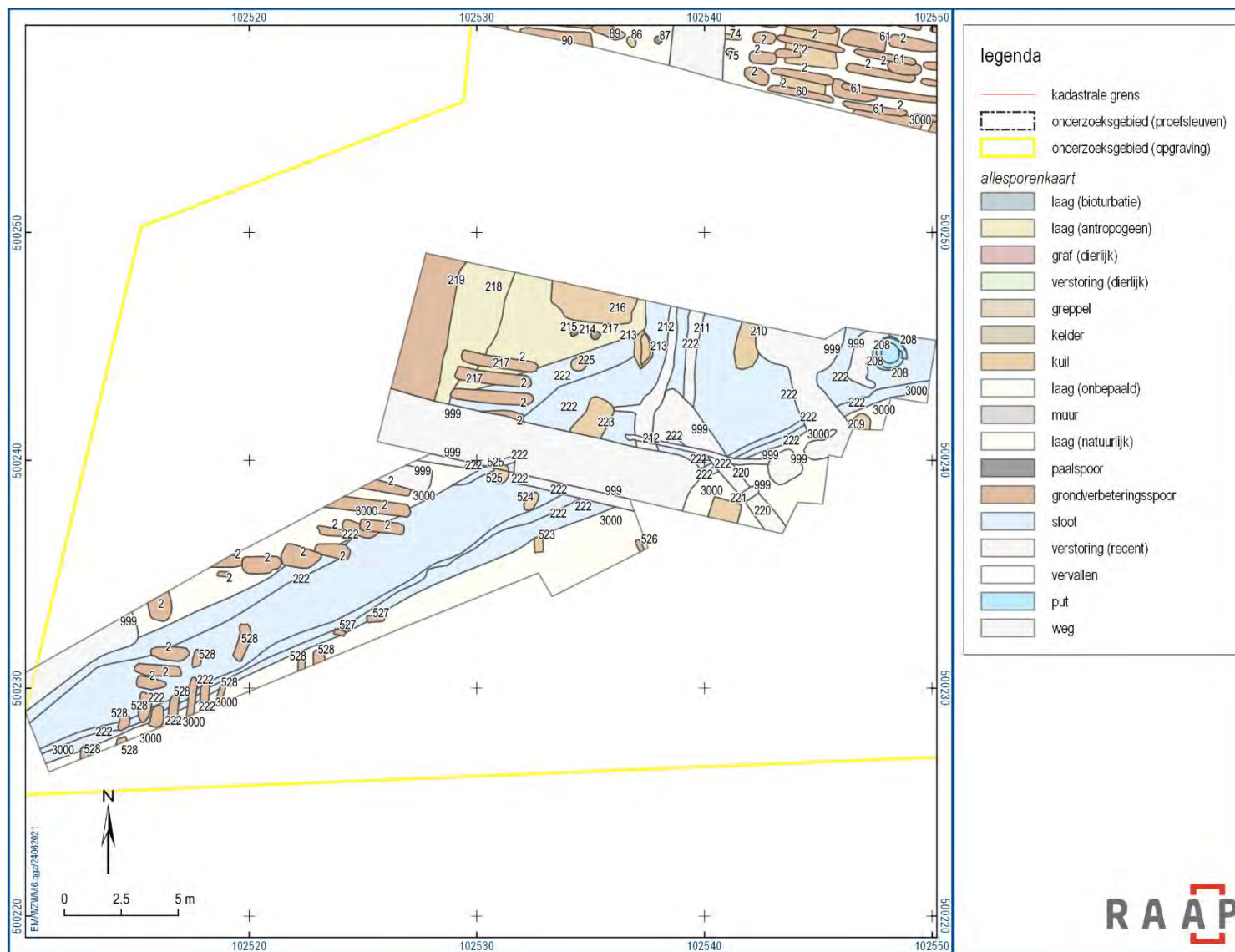




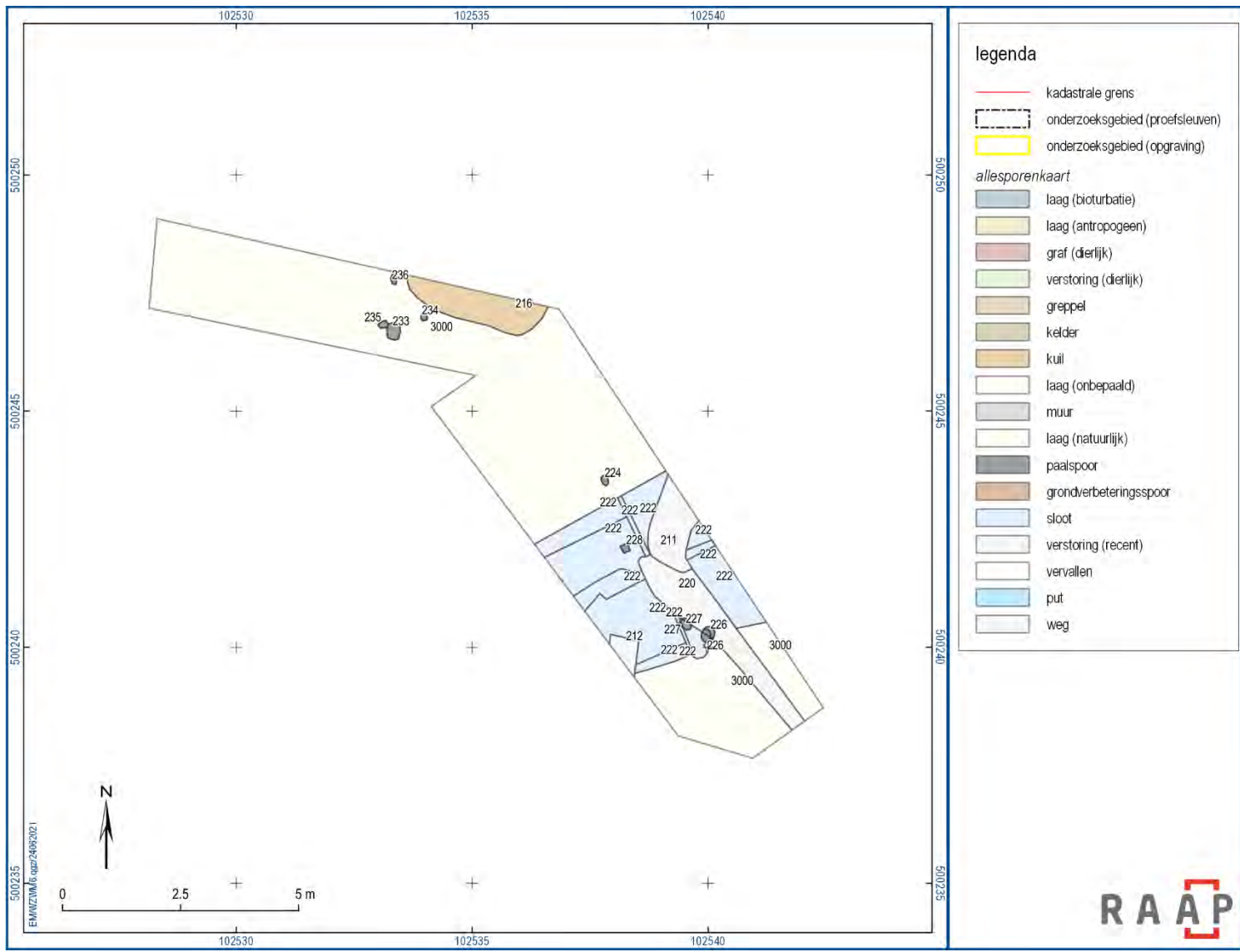
werkput 10 en 11, vlak 2



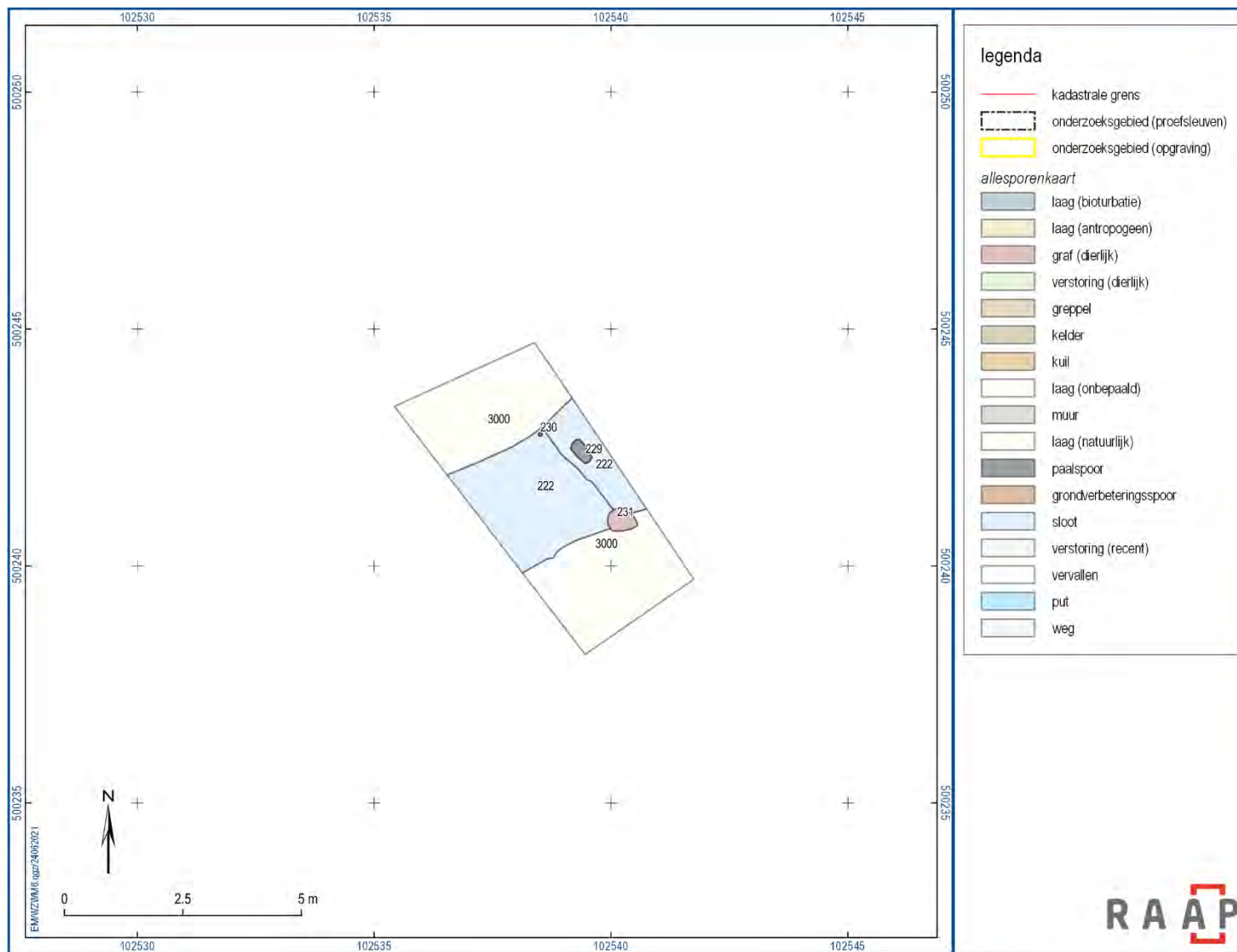
werkput 12, vlak 1



werkput 16 en 17, vlak 1



werkput 16, vlak 2



werkput 16, vlak 3

## Bijlage 3. Sporenlijst

### Legenda

#### *kleuren*

U	bruin
Y	grijs
Z	zwart
R	rood
E	geel
O	oranje

#### *textuur*

Z	zand
K	klei
V	veen
H	hout
X	overig

#### *inluitsels*

FE	ijzer
MN	mangaan
RB	rood baksteen
GB	geel baksteen
MB	modern baksteen
BET	beton
R	schelp
G	grind

#### *licht/donker*

D	donker
L	licht

#### *aantal inluitsels*

1	enkel
2	fragmenten
3	veel fragmenten
5	ondoordringbaar

#### *spoorraad*

GRD	graf (dierlijk)
GW	greppel
GWT	sloot
KE	kelder
KL	kuil
LGBT	laag, bioturbatie
MR	muur
PK	paalkuil
PKG	paalgat
PKP	paalkuil met paal
PKT	paalkuilgat
PL	paalspoor
SPP/SPS	grondverbeteringsspoor (spitspoor, plantbed)
WA	put
WG	weg

#### *lagen, verstoringen*

LGBO	laag, bouwvoor (oud)
LGBV	laag, bouwvoor (modern)
LGC	laag, cultuurlaag
LGM	laag, menglaag
LGN	laag, natuurlijk
VS	verstoring, algemeen
VSD	verstoring, dierlijk
VSN	verstoring, natuurlijk
VSR	verstoring, recent

VERVAL	vervallen
--------	-----------

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/ mangaan	houts- kool	puin
1	0	SPP	Z	h1		LU			0	
1	1	SPP	Z	h1		UU	LE		0	
2	0	SPP	Z	h1		U	LU		0	
2	1	SPP	Z	h1		UY	LU		0	
3	0	GW	Z	h1		U	LU		0	
3	1	GW	Z	h1		U	LU		0	
4	0	VSN	Z			LYU			0	
5	0	KL	Z			LYU			0	
6	0	KL	Z			YU			0	
7	0	KL	Z			LYU			0	
7	1	KL	Z			LY	LUE		0	
8	0	SPP	Z			LYU			0	
9	0	KL	Z			UY			0	
10	0	KL	Z	h2	g3	DUY			0	MB3
11	0	GWT	Z			YU			0	
11	1	GWT	Z			YU			0	
11	2	GWT	X			YU			0	
11	3	GWT	Z			YU			0	
11	4	GWT	Z			YU			0	
11	5	GWT	Z			YU			0	
11	6	GWT	Z			YU			0	
11	7	GWT	Z			YU			0	
11	8	GWT	Z			YU			0	
11	9	GWT	Z			YU			0	
11	10	GWT	Z			YU			0	
11	11	GWT	Z			YU			0	
11	12	GWT	Z			YU	R	FE9	0	
11	13	GWT	Z	h1		YU	LU	FE1	1	
11	14	GWT	Z	h1		UY	LU	FE1	1	
12	0	WG	Z	h1		DY	UU		2	RB2
12	1	WG	Z	h1		YU	LUE	FE2	0	
13	0	KL	Z			UY			0	
14	0	VSR	Z	h1	g1	EY			0	
15	0	KL	Z			YU	DU		0	
15	1	KL	H			U			0	
16	0	PKP	Z	h3		DU			0	
16	1	PKP	Z			LYU			0	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
17	0	PK	Z			YU			0	
17	1	PK	Z			LE	U		0	
18	0	PK	Z			YU			0	
19	0	KL	Z			YU			0	
20	0	SPP	Z			YU			0	
21	0	SPP	Z			UY			0	RB
21	1	SPP	Z			LE	UY		0	
22	0	SPP	Z			YU	LE		0	RB
23	0	PK	Z			YU			0	
24	0	PK	H			U			0	
24	1	PK	Z			YU			0	
25	0	KL	Z			LYU	LE		0	
26	0	SPS	Z			LYU	LE		0	
27	0	VS	Z			YU			0	
27	1	VS	Z			YU	LE		0	
28	0	KL	Z			DU			0	
29	0	PK	H			DU			0	
29	1	PK	Z			DYU			0	
30	0	VSR	Z			LUE	DUY		0	
31	0	PK	Z			DYU	YU		0	
31	1	PK	Z			YU			0	
32	0	PK	H			U			0	
32	1	PK	Z			YU			0	
33	0	PKG	Z			DUY			0	
34	0	PK	Z			WY			0	
35	0	PK	H			U			0	
35	1	PK	Z			YU			0	
36	0	VSR	Z			YU			0	
37	0	PK	Z			YU			0	
37	1	PK	Z			DY			0	
38	0	KL	Z			LUY	LU		1	
39	0	PKG	Z	h1		U		FE1	1	
40	0	PKG	Z	h1		U		FE1	1	
41	0	PKG	Z			RU	LY	FE2	1	
42	0	PKG	Z	h1		UY	RY	FE2	2	
43	0	PKG	Z	h1		LUY			1	
44	0	PKG	Z	h1		YU		FE2	1	



spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
45	0	SPP	Z	h2		LYU	RY	FE2	2	RB1
46	0	SPP	Z	h2		LYU	RY	FE2	2	RB1
47	0	PKG	Z			UY	RY	FE1	0	
48	0	PKG	Z			YU	R	FE2	1	
49	0	SPP	Z	h2		YU			2	
50	0	SPP	Z	h2		UY		FE1	1	
51	0	PL	Z	h1		UY	RY	FE2	1	
52	0	PL	Z	h1		UY	R	FE9	0	
53	0	PL	Z			UY		FE1	1	
54	0	KL	Z			LUY		FE1	1	
55	0	PL	Z	h1		YU			1	
56	0	PL	Z			LYU		FE1	1	
57	0	KL	Z	h1		UY	Z	FE1	1	RB1
57	1	KL	Z	h1		UY		FE2	2	RB1
57	2	KL	Z			UY			2	RB1
57	3	KL	Z			WE			0	
58	0	KL	Z	h2		YU		FE1	1	RB1
59	0	KL	Z	h2		YU	LU	FE1	1	
60	0	KL	Z	h2		YU	LU	FE1	2	
61	0	SPP	Z	h1		YU	LU	FE1	1	
62	0	WG	Z	h2		YU	Y	FE1	2	RB2
62	1	WG	Z	h2		YU	LUY	FE1	2	
62	2	WG	Z	h2		LUY	UY	FE1	1	
62	3	WG	Z			LUY		FE1	0	
62	4	WG	H			DU		FE1	0	
62	5	WG	Z			Y	LY	FE2	0	
62	6	WG	Z			E			0	
62	7	WG	Z			Y	DY		0	
62	8	WG	H			DU		FE1	0	
63	0	PL	Z	h1		LUY		FE1	2	RB1
64	0	PL	Z	h1		UY	LY	FE1	0	
65	0	PL	Z	h1		UY	LY	FE1	0	
66	0	PL	Z	h1		LUY	LY	FE1	1	
67	0	PL	Z	h1		LUY	LY	FE1	1	RB2
68	0	KL	Z	h1		LUY	LY	FE1	2	
69	0	KL	Z	h1		LUY	Y	FE1	2	
70	0	PL	Z	h1		LUY	Y	FE1	2	RB1

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
70	1	PL	Z			WE			0	
71	0	KL	Z	h1		LUY	Y	FE1	2	RB2
71	1	KL	Z			Y			1	
71	2	KL	Z			LEY			0	
72	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE2	2	RB2
72	1	PK	Z			YE			0	
73	0	PL	Z	h1		LUY	Y	FE1	1	RB1
74	0	KL	Z	h1		LUY	Y	FE2	0	
75	0	PL	Z	h1		LUY	Y	FE2	1	
76	0	PL	Z	h2		UY	Y	FE2	1	
77	0	PL	Z	h2		UY	DU	FE2	1	
78	0	PL	Z	h2		UY	Y	FE2	2	
79	0	PK	Z	h1	g2	UY	Y	FE2	1	
80	0	PL	Z	h1		LUY	Y	FE1	1	
81	0	PL	Z	h2		UY	Y	FE1	2	
82	0	KL	Z	h1		UY	Y	FE2	2	
83	0	PL	Z	h2		UY	LUY	FE2	1	
84	0	PL	Z	h1		UY	Y	FE2	1	
85	0	PK	Z	h2		UY	LY	FE2	1	
86	0	KL	Z	h2		YU	Y	FE9	1	GB2
87	0	PL	Z	h2		YU	LU	FE9	2	
88	0	KL	Z	h1		UY	Y	FE2	1	
89	0	SPP	Z	h2		DUY	LUY	FE2	1	RB2
90	0	SPP	Z	h2		DUY	UY	FE2	1	RB2
91	0	PL	Z	h1		UY	Y	FE1	1	
92	0	LGBT	Z	h1		UY	LY	FE2	0	RB2
93	0	KL	Z	h1		YU	DYU	FE1	1	
93	1	KL	Z			UY			2	RB1
93	2	KL	Z			UYE			1	
94	0	PK	Z	h1		YU	UY	FE2	1	
95	0	PKT	Z	h1		YU	LYU	FE1	1	
95	1	PKT	Z	h2		DUY		FE1	1	
96	0	SPP	Z	h1		LUY	R	FE9	1	
97	0	PK	Z	h2		YU			1	
98	0	LGN	Z	h2		LY		FE1	1	
99	0	SPP	Z	h1		DYU	YU	FE1	1	
100	0	GWT	Z	h1		UY	Y	FE9	1	RB2

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
100	1	GWT	Z	h1		LUY	Y	FE2	0	
100	2	GWT	Z	h1		UY	Y		1	RB1
100	3	GWT	Z			XX			0	
100	4	GWT	Z			Y		FE2	0	
100	5	GWT	Z			EY	Y	FE1	0	
100	6	GWT	Z			DY	UY	FE1	0	RB3
100	7	GWT	Z	h2		DY		FE1	0	RB1
101	0	PK	Z			UY			1	
102	0	SPP	Z	h1		UY	LU	FE2	1	
103	0	PK	Z			UY	LY	FE2	1	
103	1	PK	Z			YU		FE1	1	
103	2	PK	Z			EU		FE1	0	
104	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	1	RB1
105	0	PK	Z			UY	LY	FE1	1	RB1
106	0	PK	Z			UY	LY	FE1	1	
107	0	PKP	Z	h1		UY	DUY	FE1	1	
107	1	PKP	Z	h1		UY	DUY	FE1	1	
107	2	PKP	H	h3		ZY	LY		0	
108	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	1	
109	0	PK	Z			UY	Y	FE2	1	
110	0	PK	Z			UY	Y	FE1	1	
111	0	PK	Z			UY	LY	FE2	1	
112	0	PKP	Z			UY	Y	FE2	1	
112	1	PKP	H	h3		YZ			0	
113	0	PK	Z			UY	Y	FE2	1	RB1
113	1	PK	Z	h2		UY	Y	FE1	0	
114	0	PK	Z			UY		FE1	1	
115	0	PK	Z			UY	Y	FE1	1	RB1
116	0	PL	Z			UY	Y	FE1	1	RB1
117	0	PKP	Z	h1		UY	Y	FE1	1	RB1
117	1	PKP	Z			UY			0	
117	2	PKP	H	h3		Z	G		0	
118	0	PL	Z			UY	Y	FE1	1	RB2
119	0	PK	Z	h1		DY	Y	FE1	1	RB2
120	0	PK	Z			LUY	Y	FE1	1	RB2
121	0	PKT	Z	h1		UY	Y	FE1	1	RB1
121	1	PKT	Z			UY	GY	FE1	1	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
121	2	PKT	H	h3		ZY			0	
122	0	PK	Z	h1		LUY	LY		0	
123	0	PL	Z	h2		DUY	Y	FE1	1	
124	0	PK	Z			Y	LU	FE1	1	
125	0	PKT	Z			LY	R		0	
125	1	PKT	Z			Y	LU	FE2	1	
126	0	PK	Z	h1		DUY	UY	FE2	1	
127	0	KL	Z			UY	LYR	FE9	1	RB3
128	0	KL	Z			UY	LYR	FE9	1	RB3
129	0	PK	Z			LUY	Y	FE1	1	
130	0	PK	Z			UY	Y	FE1	1	RB2
131	0	PK	Z			UY			1	
132	0	PK	Z	h1		DUY	Y	FE1	1	
133	0	KL	Z	h1		DUY	Y	FE1	2	RB3
134	0	PK	Z			LUY	LY	FE1	1	
135	0	PK	Z			UY	Y	FE2	1	
136	0	KL	Z	h1		UY	LY	FE2	1	RB2
137	0	KL	Z	h1		UY	Y	FE2	1	RB2
138	0	PK	Z	h1		UY		FE1	1	
139	0	SPP	Z			YU	AY	FE9	1	RB1
140	0	SPP	Z			YU	LY	FE9	1	RB1
141	0	PL	Z	h2		DYU	LY		1	
142	0	KL	Z			LY	LUY	FE2	1	
143	0	KL	Z			LUY	LY	FE2	1	
144	0	KL	Z			UY	LY	FE2	1	
145	0	KL	Z			LUY	Y	FE2	1	
145	1	KL	Z			LY	LUY	FE1	1	
146	0	KL	Z	h1		UY	LU	FE1	1	
147	0	SPP	Z			YU	LUY	FE1	1	RB2
147	1	SPP	Z			EU		FE1	0	
148	0	LGBT	Z	h2		UY	DYU	FE2	1	RB2
149	0	KL	Z	h1		UY	Y	FE2	1	
150	0	PL	Z	h1		UY	LUY	FE1	1	
151	0	SPP	Z	h1		DUY	UY	FE2	1	RB2
152	0	LGC	Z	h1		LUY	DYU	FE2	2	RB2
153	0	KL	Z	h2		DUY	Y	FE9	1	RB2
154	0	KL	Z	h2		DYU	UY	FE1	1	RB1

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
154	1	KL	Z	h2		UY			0	RB3
155	0	WA	Z	h2		DYU	UY		1	RB3
155	1	WA	X			R			0	
155	2	WA	Z	h1		UY	Y	FE1	1	RB2
155	3	WA	Z	h1		UY	Y	FE1	0	RB2
155	4	WA	H			DU			0	
155	5	WA	Z	h2		DUY			0	RB1
155	6	WA	Z	h2		DUY		FE2	0	RB1
155	7	WA	Z	h3		DUY			0	
155	8	WA	X			DY			0	RB
155	9	WA	H			DU			0	
156	0	PK	Z			LUY	Y	FE2	1	
157	0	WA	Z	h1		DYU	UY	FE1	1	RB2
157	1	WA	H			DU			0	
157	2	WA	Z	h2		U			0	
157	3	WA	Z			EU		FE1	0	
158	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE2	0	
159	0	PK	Z			LY	Y	FE1	0	
160	0	WG	X			R			0	
161	0	KL	Z			LUY	LY	FE2	1	
161	1	KL	H	h3		DU	Y		0	
161	2	KL	Z	h1		UY	Y	FE1	1	
162	0	KL	Z	h1		UY	Y	FE1	1	
163	0	KL	Z			LUY	Y	FE1	1	
164	0	PK	Z	h1		UY	DUY	FE1	1	
165	0	PK	Z	h1		YU	LYU	FE2	0	
166	0	KL	Z	h2		DYU	YU	FE1	0	
167	0	PK	Z	h1		UY		FE1	1	
168	0	PK	Z	h1		Y	RUY	FE2	1	
169	0	PK	Z	h1		Y	RUY	FE2	1	
170	0	PK	Z	h1		Y	RUY	FE2	1	
171	0	PKT	Z	h1		Y	RUY	FE2	1	
172	0	PKT	Z			UY	LUY		0	
172	1	PKT	Z			LY			0	
173	0	PK	Z	h1		UY	EY	FE2	0	RB1
174	0	PK	Z	h1		UY	LUY	FE2	0	
175	0	PK	Z	h1		UY	LUY	FE2	2	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
176	0	KL	Z	h2		DUY	UY	FE2	2	
177	0	KL	Z	h1		UY	LUY		0	RB1
177	1	KL	Z			LYU			0	
177	2	KL	X			R			0	
178	0	PK	Z	h1		YU	UY	FE1	0	RB1
179	0	PK	Z	h1		UY	LY	FE1	0	RB1
180	0	PK	Z	h1		UY	LY		0	
181	0	SPP	Z	h1		UY	DUY	FE1	1	
182	0	SPP	Z	h2		YU	U	FE2	0	
183	0	KL	Z	h2		UY	LYU	FE2	1	RB1
184	0	PK	Z			UY	Y	FE1	0	
185	0	PK	H	h3		DU			0	
185	1	PK	Z	h2		UY	Y	FE1	0	
186	0	PK	Z	h2		DUY		FE1	0	
187	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
188	0	PK	H	h3		DU			0	
188	1	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
189	0	PK	Z	h1		YU	Y		1	
190	0	PK	Z	h1		YU	Y		0	
191	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	RB2
192	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	RB2
193	0	PK	Z	h1		UY	LUY	FE1	0	
194	0	PL	Z	h1		UY	LU	FE1	0	
195	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE2	0	
196	0	KL	Z	h1		UY	LY	FE2	0	
197	0	WA	Z	h1		UY			0	
197	1	WA	Z			U			0	
197	2	WA	H			DU			0	
197	3	WA	Z	h2		UY			0	
197	4	WA	Z			LY			0	
198	0	PG	Z			LUY	LY	FE1	0	
199	0	PKP	H			U			0	
199	1	PKP	Z	h1		UY	Y		0	
200	0	PL	Z	h1		YU	RY	FE1	1	
201	0	PL	Z	h1		UY	LY	FE2	0	
202	0	PL	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
203	0	PK	Z			UY	Y	FE2	0	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
204	0	PK	Z			UY		FE1	1	
205	0	PKP	Z			YU			0	
205	1	PKP	H			DU			0	
207	0	PL	Z			LY			0	
208	0	WA	Z	h1		YU	DYU	FE1	0	RB2
208	1	WA	X			R			0	
208	2	WA	Z	h1		YU	Y	FE1	0	RB1
209	0	KL	Z	h1		YU	DUY	FE2	0	RB2
209	1	KL	Z			LYU		FE1	0	
210	0	KL	Z	h1		UY	Y	FE2	0	RB1
211	0	VSR	Z	h1		YU	DUY	FE2	2	RB1
212	0	VS	Z	h1		YU	DUY	FE2	2	RB1
212	1	VS	Z	hl		Y	UY		0	
213	0	KL	Z	h1		YU	DUY	FE1	1	RB1
213	1	KL	Z			U	Y	FE2	1	RB1
213	2	KL	Z			LUY	UY	FE2	0	
214	0	PK	Z	h1		YU	DUY	FE1	0	RB1
215	0	PL	Z	h1		LYU	UY	FE1	0	RB1
216	0	KL	Z	h1		YU	LY	FE1	1	RB1
217	0	LGC	Z	h1		UY	Y	FE2	1	RB1
218	0	LGC	Z	h1		UY	Y	FE2	1	RB2
219	0	SPP	Z	h1		YU		FE1	0	
220	0	VSR	Z			UY	U		0	
221	0	KL	Z			YU	E		0	
222	0	GWT	Z	h1		UY	Y	FE1	0	RB1
222	1	GWT	Z	h1		LUY	LY	FE2	0	
222	2	GWT	Z			O	U	FE2	0	
222	3	GWT	Z	h1		LUY	LU	FE1	0	
222	4	GWT	Z	h1		LUY	Y	FE2	0	
222	5	GWT	Z	h1		DUY	Y	FE2	0	RB2
222	6	GWT	H	h3		DU			0	
222	7	GWT	H	h3		DU			0	
222	8	GWT	Z	h1		LUY	DUY	FE2	0	RB1
222	9	GWT	Z	h1		DUY	RU	FE9	0	RB2
222	10	GWT	Z			RU	Y	FE2	0	
222	11	GWT	Z			LU			0	
222	12	GWT	Z	hl		LY	DU		0	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
222	13	GWT	Z	hl		LY	DU		0	
222	14	GWT	Z			UY	LY		0	
222	15	GWT	Z			LY	O	FE2	0	
222	16	GWT	Z	h2		DUY			0	
222	17	GWT	Z	h1		DUY	UY	FE1	0	
223	0	KL	Z			DYU	U		0	
224	0	PK	Z	h1		UY			0	
225	0	KL	Z			UY	RU	FE2	0	RB1
226	0	PKP	H			DU			0	
226	1	PKP	Z	h2		UY			1	
227	0	PKP	H	h3		DU			0	
228	0	PK	Z			DUY	LE		0	
229	0	PK	Z			DYU	UY	FE2	0	
230	0	PKP	H	h3		DU			0	
231	0	GRD	Z			UY			0	
232	0	PKG	Z	hl		LY	DUY		0	
233	0	PK	Z			LY			0	
234	0	PK	Z			LY			0	
235	0	PK	Z			LY			0	
235	1	PK	H			U			0	
236	0	PK	Z			LY			0	
236	1	PK	X			DU			0	
237	0	KL	Z			UY			0	
238	0	PL	Z			UY			0	
239	0	KL	Z			DYE			2	
240	0	PKT	Z			EU			0	
240	1	PKT	Z	h2		UY			0	
241	0	PK	Z			LE			0	
241	1	PK	Z	h3		UE			0	
241	2	PK	Z			LY		FE1	0	
242	0	PK	Z			UY			0	
243	0	PK	Z			LYU			0	
244	0	KL	Z			YU		FE2	0	
245	0	PKP	Z			YU			0	
245	1	PKP	H			DU			0	
246	0	PK	Z	h2		DY			0	RB1
247	0	PKT	Z	h2		UY			0	



spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
247	1	PKT	Z			EY			0	
248	0	KL	Z			Y		FE1	0	
249	0	PK	Z	h1		LY			0	RB1
250	0	GWT	Z	h1		LUY		FE1	0	
250	1	GWT	Z	h1		UY	Y	FE2	0	
250	2	GWT	Z	h1		LYU	Y	FE2	0	
250	3	GWT	Z			LY		FE2	0	
250	4	GWT	Z			GY		FE1	0	
250	5	GWT	Z	h3		DYU	UY	FE2	0	
250	6	GWT	Z	h2		RU	Y		0	
251	0	PK	Z			LYU			0	
252	0	PK	Z			LYU			0	
253	0	PK	Z			LYU			0	
254	0	PKP	Z			LYU			0	
254	1	PKP	Z	h2		DU			0	
255	0	PK	Z			LUY			1	
256	0	PKT	Z			LYU			0	
256	1	PKT	Z	h3		DU			0	
257	0	PK	Z			Y		FE1	1	
257	1	PK	Z			EY		FE1	1	
258	0	PK	Z			Y		FE1	0	
258	1	PK	Z	h2		YU			0	
259	0	PK	Z			YW		FE1	1	
260	0	PK	Z			LYU		FE1	0	
261	0	PK	Z			LY			0	
262	0	KL	Z			LU			0	
263	0	PK	Z			YE			0	
264	0	PK	Z			YU			0	
265	0	PK	Z			YU			0	
266	0	PK	Z			LY			0	
267	0	SPP	Z	h1		UY			0	
268	0	PK	Z			EY		FE1	0	
269	0	PK	Z			Y		FE1	0	
270	0	WA	Z	h1		UY			1	
270	1	WA	Z			EY		FE1	1	
271	0	KL	Z	h2		DYU			1	RB1
272	0	PK	Z			WY		FE1	0	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
273	0	PK	Z			Y		FE1	0	
274	0	PK	Z			Y		FE1	1	
274	1	PK	Z			YU		FE1	1	
275	0	PK	Z			YU			1	
276	0	PK	Z	h2		UY			0	
277	0	PK	Z			LYU			0	
278	0	PK	Z			YU			0	
279	0	SPP	Z			LUY		FE1	0	
280	0	PK	Z			YE		FE1	1	
281	0	PK	Z			UY		FE1	0	
282	0	PK	Z			UE			0	
283	0	PKT	Z	h1		UE		FE2	0	RB1
283	1	PKT	Z	h2		UY			0	
284	0	KL	Z			DU			0	
285	0	KL	Z			DUY			0	
286	0	KL	Z			DU			0	
287	0	PK	Z			UE			0	
288	0	PK	Z			DY			0	
289	0	KL	Z			YE			1	
290	0	PK	Z			UE			1	
291	0	PK	Z			UY			1	
292	0	PK	Z			Y			1	
293	0	PK	Z	h3		YU			0	
293	1	PK	Z			YU			0	
294	0	PK	Z	h2		UE			0	
294	1	PK	Z			LY			0	
295	0	PK	Z			UY			1	
296	0	PK	Z			UY			1	
297	0	PK	Z			UY			1	
298	0	PK	Z			YE			1	
299	0	PK	Z			YE			0	
300	0	WA	X			Y			0	BT
301	0	PK	Z			YW		FE1	1	
301	1	PK	Z	h3		DUY			0	
302	0	PK	Z			YU		FE1	0	
303	0	PK	Z			YW		FE1	0	
303	1	PK	Z			WE		FE1	0	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
304	0	PK	Z	h1		YE		FE1	0	
304	1	PK	Z	h3		UE			0	
305	0	PK	Z			EU		FE1	1	RB1
306	0	PK	Z			UY			0	
307	0	PK	Z			LY		FE1	0	
308	0	PK	Z			YW		FE1	0	
308	1	PK	Z	h2		YU			0	
309	0	PK	Z			YW		FE1	0	
310	0	PK	Z			Y		FE1	1	
311	0	PK	Z			YE		FE1	0	
312	0	PK	Z			YE		FE1	1	
313	0	PK	Z			EY		FE1	0	
314	0	KL	Z			LYW			0	
315	0	PK	Z			UE			1	
315	1	PK	Z			WE			0	
316	0	PK	Z	h1		EW			0	
317	0	KL	Z			LYW		FE1	0	
318	0	PK	Z			LYW		FE1	0	
319	0	PK	Z	h1		UY			0	
320	0	PK	Z			DUY			1	
321	0	PK	Z	h2		LY	DY		0	
322	0	PK	Z	h1		UY	Y		0	
323	0	PK	Z	h1		LUY	LY	FE1	0	
324	0	PK	Z	h1		LUY	LY	FE1	1	
325	0	PK	Z	h1		UY	LY	FE1	0	
326	0	PK	Z	h1		DUY	Y	FE1	0	RB1
327	0	PK	Z			UY	U	FE1	0	
328	0	PK	Z			UY	U	FE1	0	
329	0	PK	Z			LUY		FE1	0	
330	0	PL	Z			UY	LU	FE1	0	
331	0	PK	Z			UY	LY	FE1	0	
332	0	PL	Z			LUY	UY	FE1	0	
333	0	KE	Z	h1		DUY	U		0	RB5
333	1	KE	X			R			0	MB
333	2	KE	Z			LUY	DYU	FE1	0	
333	3	KE	X			RU			0	
333	4	KE	H			DU			0	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
334	0	PK	Z			LY		FE2	0	
335	0	PK	Z			LUY		FE1	0	
336	0	PK	Z			LUY	UY	FE1	0	RB1
337	0	KL	Z	h1		UY	LY	FE1	0	
338	0	KL	Z			LUY	UY	FE1	0	
339	0	SPP	Z	h1		DUY			1	
340	0	KL	Z			LYU	Y	FE2	0	
341	0	PK	Z			LY		FE2	0	
342	0	WA	Z	h2		DYU	YU		0	RB2
342	1	WA	Z	h2		DYU	YU	FE1	0	RB1
343	0	PK	Z			LUY			0	
344	0	PK	Z			UY		FE1	0	
345	0	PK	Z			UY	LY	FE1	0	
346	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
347	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
348	0	PK	Z			LUY	LY	FE1	0	
349	0	PK	Z			UY		FE1	0	
350	0	PK	Z	h1		UY			0	
351	0	SPP	Z	h1		UY		FE1	0	
352	0	PK	Z	h1		UY	LY		0	
353	0	PK	Z			LUY	LY	FE1	0	
354	0	PK	Z			Y	UY	FE1	0	
355	0	PK	Z			Y		FE1	0	
355	1	PK	Z			EW			0	
356	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
357	0	PK	Z			UY	Y	FE1	0	
358	0	PL	Z			LY	Y	FE1	0	
359	0	PK	Z	h1		YU			0	
360	0	KL	Z	h2		UY	DYU	FE2	0	
361	0	SPP	Z	h1		LUY	Y	FE2	0	
362	0	SPP	Z			LY	LY	FE1	0	
363	0	PL	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
364	0	PK	Z			LY	W	FE1	0	
364	1	PK	Z			LY		FE1	1	
364	2	PK	Z			LY		FE1	1	
365	0	PK	Z			Y	UY	FE2	0	
366	0	PL	Z			UY	Y	FE1	0	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
367	0	PK	Z			UY	U	FE1	0	
368	0	PL	Z	h1		YU	Y	FE1	0	
369	0	PL	Z			UY		FE1	0	
370	0	PK	Z			UY		FE1	0	
371	0	SPP	Z	h2		U	Y	FE1	0	RB1
372	0	SPP	Z	h2		U	Y	FE1	0	RB1
373	0	SPP	Z	h2		U	Y	FE1	0	
374	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE2	0	
374	1	PK	Z			LY		FE1	0	
375	0	PK	Z	h1		U	Y	FE1	0	
376	0	PK	Z	h1		UY	U	FE1	0	
376	1	PK	Z			LYU			0	
377	0	PK	Z			UY			0	
378	0	PK	Z			UY	Y	FE1	0	
379	0	SPP	Z			UY	Y	FE1	0	
380	0	KL	Z	h2		YU	Y	FE1	0	
381	0	KL	Z	h1		YU		FE1	0	
382	0	PKP	Z	h1		DYU	YU	FE1	1	
382	1	PKP	H	h3		DU			0	
382	2	PKP	Z			YE		FE1	1	
382	3	PKP	Z			DY			1	
383	0	PK	Z	h2		DU		FE2	0	
384	0	SPP	Z			UY			0	
385	0	GW	Z			DY			1	
386	0	PK	Z			Y			0	
387	0	PK	Z			LUY	Y	FE1	0	
388	0	PKT	Z			LUY	Y	FE1	1	
388	1	PKT	Z	h3		LEY	Y	FE1	1	
389	0	PK	Z	h1		EW	LY		0	
390	0	PK	Z			UY	Y		0	
391	0	PL	Z			YU	Y	FE1	0	
392	0	PK	Z	h2		ZY			0	
393	0	SPP	Z	h1		LYU			0	RB1
394	0	SPP	Z	h1		YU	Y		0	RB1
395	0	SPP	Z	h1		YU	Y	FE2	0	RB1
396	0	SPP	Z	h1	g1	DUY			1	
397	0	SPP	Z	h1	g1	DUY			1	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
398	0	PK	Z	h1		DYU			0	
399	0	SPP	Z			LUY		FE1	1	
400	0	PK	Z	h1		DUY			0	
401	0	PL	Z	h1		DUY		FE1	0	
402	0	PK	Z	h1		DUY		FE1	0	RB1
403	0	PK	Z	h1		DUY			0	RB1
404	0	PK	Z	h1		DUY			0	
405	0	PK	Z	h1		DUY		FE1	0	RB1
406	0	SPS	Z	h1		DUY		FE1	0	
407	0	PK	Z	h1		UY			1	
408	0	PK	Z	h1		UY		FE2	0	
409	0	PK	Z			UY			0	
410	0	PK	Z	h1		DUY			0	
411	0	PL	Z	h1		DUY	R	FE2	0	
412	0	PK	Z	h1		DUY	Y		0	
413	0	PK	Z	h1		DUY	Y	FE1	0	
414	0	PK	Z			UY	Y	FE2	0	
415	0	PK	Z			UY	Y	FE2	0	RB1
416	0	PK	Z			UY	Y	FE2	0	
417	0	PL	Z			UY	Y	FE1	0	
418	0	PK	Z			UY	Y	FE2	0	
419	0	PK	Z			UY	Y	FE1	0	
420	0	GW	Z	h2		DYU			0	
421	0	PK	Z	h1		DYU	Y		0	
422	0	PK	Z	h1		DYU	Y		0	
423	0	PK	Z	h1		DYU	Y		0	
424	0	PK	Z	h1		DYU	Y		0	
425	0	PL	Z	h1		DYU	Y		0	
426	0	PL	Z	h1		DYU	Y	FE1	0	
427	0	PK	Z	h1		YU		FE1	0	
427	1	PK	Z	h3		DU			0	
428	0	PK	Z	h1		DUY	Y		0	
428	1	PK	Z			YU	E		1	
429	0	GW	Z			LUY	Y		0	
430	0	PL	Z	h3		DYU	Y	FE1	0	
431	0	PL	Z	h1		UY	Y		0	
432	0	GW	Z			LUY	Y		0	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
433	0	PK	Z	h1		DUY		FE1	0	
434	0	SPP	Z	h1		UY	R	FE9	0	
435	0	SPP	Z	h1		LUY		FE1	0	
436	0	SPP	Z	h1		DUY			0	
437	0	PK	Z	h2		DUY	DY	FE1	0	RB1
438	0	PL	Z	h1		DUY	Y	FE1	0	RB1
439	0	KL	Z	h1		UY	DUY	FE1	0	RB2
440	0	WA	Z	h1		DUY	UY	FE1	0	RB2
440	1	WA	X			R			0	
440	2	WA	X			R			0	
440	3	WA	X			R			0	
440	4	WA	H			DU			0	
440	5	WA	Z			LUY		FE1	0	
440	6	WA	Z	h2		LUY	DU	FE1	0	
440	7	WA	Z			UY	Y	FE1	0	
440	8	WA	Z	h2		LUY	Y	FE1	0	RB1
440	9	WA	Z			LY			0	
441	0	SPP	Z	h1		UY	Y	FE2	0	
442	0	KL	Z	h1	g3	UZ			0	
443	0	KL	Z			UY	LY	FE1	1	
444	0	KL	Z			UY	LY	FE1	1	
444	1	KL	Z			DY	W		1	
445	0	PK	Z	h1		UY	LY		0	
446	0	PK	Z			LY	UY	FE1	0	
447	0	PL	Z			LUY	LY	FE2	0	
448	0	PL	Z			LUY	LY	FE2	0	
449	0	PK	Z			LUY	LY	FE2	0	
450	0	PK	Z			DUY	R	FE2	0	
451	0	PK	Z			UY			0	
452	0	PK	Z	h1		DUY		FE1	0	
453	0	PK	Z	h2		DUY			0	
454	0	PK	Z			LY			0	
455	0	PK	Z	h1		UY			0	
456	0	PK	Z	h1		UY			0	
457	0	PK	Z			LY	UY		0	
458	0	PK	Z			LY	UY	FE1	0	
459	0	PK	Z	h1		UY	LY		0	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/ mangaan	houts- kool	puin
460	0	PK	Z	h1		DUY			0	
461	0	PK	Z	h1		DUY			0	
462	0	PK	Z	h1		DUY			0	
463	0	PK	Z	h1		UY			0	
464	0	PK	Z	h1		UY			0	
464	1	PK	Z			DY			1	
465	0	PK	Z			UY		FE1	0	
466	0	PK	Z			UY			0	
467	0	PK	Z	h1		UY	Y		0	
468	0	PK	Z			UY			0	RB1
469	0	PK	Z			UY	LY		0	
469	1	PK	Z	h1		YU			1	
470	0	PK	Z			UY			0	
470	1	PK	Z	h2		DU			0	
471	0	PKT	Z			LY	DUY		1	
471	1	PKT	Z	h1		DY			0	
472	0	PK	Z	h1		UY	LY		0	
473	0	PK	Z	h1		UY	LY		0	
474	0	PKT	Z	h1		UY	LY		0	
475	0	PKT	Z	h1		UY	LY		0	
475	1	PKT	Z	h3		DY			0	
476	0	PK	Z	h1		UY	LY	FE1	1	
477	0	PK	Z	h1		UY	LY		0	
478	0	SPP	Z	h1		LUY	E	FE1	1	
479	0	PK	Z			LUY		FE1	0	
480	0	VERVA L	Z			LUY			0	
481	0	KL	Z	h1		UY	Y	FE1	1	
482	0	PK	Z	h1		DUY	Y	FE1	0	
483	0	PK	Z	h1		UY	Y		0	
484	0	VERVA L	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
485	0	VERVA L	Z	h1		UY	Y		0	
486	0	VERVA L	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
487	0	VERVA L	Z	h1		UY	Y	FE1	0	



spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
488	0	VERVAL	Z			UY	Y	FE2	0	
489	0	PK	Z	h1		UY	Y		0	
490	0	PK	Z			UY	LY	FE1	0	
491	0	PK	Z	h1		UY	Y		0	
492	0	PK	Z	h1		UY	Y		0	
493	0	VERVAL	Z			UY	Y	FE1	0	
494	0	PK	Z	h1		UY	Y		0	
495	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
495	1	PK	Z			Y	LY		1	
496	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
497	0	PL	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
498	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
499	0	PL	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
500	0	KL	Z	h1		DUY	Y	FE1	0	
501	0	PL	Z	h2		DUY	Y	FE1	0	
502	0	PL	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
503	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
504	0	PK	Z	h2		DUY			0	
505	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
506	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
507	0	PL	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
508	0	PL	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
509	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
510	0	PK	Z	h1		DUY	Y	FE1	0	
511	0	PK	Z	h2		UY	Y	FE1	0	
512	0	PL	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
513	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	RB1
514	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE2	0	
515	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	RB1
516	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	RB1
517	0	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	RB1
518	0	PK	Z			UY			0	
519	0	PK	Z			UY			0	
520	0	LGN	Z			LUY	UY		0	
521	0	PK	Z			LY		FE1	0	
522	0	PK	Z			Y			1	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
523	0	KL	Z			DUY	R	FE1	0	
524	0	KL	Z	h1		ZY	Y	FE1	0	RB1
525	0	KL	Z	h1		YZ	Y	FE1	0	
526	0	SPP	Z			LY			0	
527	0	SPP	Z			UY	RU	FE1	0	
528	0	SPP	Z	h1		DUY	Y		0	
529	0	PKT	Z			UY	Y		0	
529	1	PKT	Z	h2		YU			0	
530	0	PL	Z			LUY	Y		0	
531	0	PK	Z			LUY	Y		0	
532	0	PKT	Z			LUY	Y		0	
533	0	PKT	Z	h1		UY	Y		0	
533	1	PKT	Z	h2		YU			0	
534	0	PKT	Z			LUY	Y		0	
534	1	PKT	Z	h2		YU			0	
535	0	PL	Z			LUY	Y		0	
536	0	PK	Z			Y			0	
536	1	PK	Z	h2		YU			0	
537	0	PK	Z			LUY	Y		0	
537	1	PK	Z	h2		YU			0	
538	0	PK	Z			LUY	Y		0	
539	0	PL	Z			LUY	Y		0	
540	0	PL	Z	h1		UY	Y		0	
541	0	PK	Z			LUY	Y		0	
542	0	PK	Z	h1		LUY	Y		0	
543	0	PK	Z			LUY	Y		0	
544	0	PK	Z			LUY	Y		0	
545	0	PL	Z	h2		LUY	Y		0	
546	0	PK	Z			LUY	Y		0	
547	0	PK	Z	h1		LUY	Y		0	
548	0	PK	Z	h1		LUY	Y		0	
549	0	PK	Z			LUY	Y		0	
550	0	PK	Z	h1		LUY	Y		0	
551	0	GW	Z			LY			0	RB3
551	1	GW	Z			DUY			0	RB3
552	0	PK	Z			LUY			0	
553	0	PK	Z			LUY			1	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/ mangaan	houts- kool	puin
553	1	PK	Z	h1		LY			0	
554	0	PK	Z	h1		UY	LU		1	
555	0	PK	Z			UY	LY		0	
556	0	PK	Z			UY	LY		1	
557	0	PK	Z			UY	Y		1	RB1
558	0	PK	Z			UY	Y		1	
558	1	PK	Z	h1		LY	DU		0	
559	0	PK	Z			LUY	Y		0	
560	0	PK	Z			UY	Y	FE1	0	
561	0	PK	Z			UY	EY	FE1	0	
562	0	PK	Z	h1		Y			1	
563	0	PK	Z			LY	Y		1	
564	0	PK	Z			ly	Y		1	
565	0	PK	Z	h1		YU	Y		1	
566	0	PK	Z			YU			1	
567	0	PK	Z			LUY	Y		1	
568	0	PK	Z			UY	U	FE1	0	RB1
569	0	GW	Z			LYU	O	FE2	0	
570	0	KL	Z	h2		UZ			0	
571	0	PK	Z			UY	O	FE2	0	
572	0	PK	Z			UY			0	
573	0	GRD	Z			UY			0	
573	1	GRD	Z			UY			0	
574	0	KL	Z			UY	U	FE1	0	RB2
574	1	KL	Z	h2		U			0	
574	2	KL	H			DU			0	
574	3	KL	Z	h1		OU	EW	FE1	0	RB1
574	4	KL	Z			Y	LY		0	RB1
575	0	KE	Z			DYU	G		0	RB2
575	1	KE	X			R			0	
575	2	KE	Z			DUY		FE1	0	
576	0	WA	Z	h1		UY			0	
576	1	WA	Z			LUY			0	
576	2	WA	H			DU			0	
576	3	WA	X			OU			0	
576	4	WA	Z			YU			0	
576	5	WA	Z	h1		U			0	RB2

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
576	6	WA	Z			LY			0	
577	0	PK	Z	h1		U			0	
578	0	VSD	Z	h1		DUY			0	RB1
579	0	KL	Z	h1		UY		FE1	1	RB2
580	0	PK	Z			O	Y	FE2	0	
581	0	PK	Z			LUY	UY	FE1	0	
582	0	PK	Z			LUY	UY	FE1	0	
583	0	PK	Z	h2		DYU	EU	FE1	0	
584	0	PK	Z			LY		FE1	0	
584	1	PK	Z	h3		U			0	
585	0	PK	Z			UY	YU	FE1	0	
586	0	PK	Z			YU	Y		0	
587	0	GRD	Z			LY	YU	FE1	0	
588	0	PK	Z			UY	Y	FE1	1	
588	1	PK	Z	h2		DY			0	
589	0	PK	Z			UY	Y	FE1	1	
589	1	PK	Z	h3		DYU			0	
590	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
590	1	PK	Z	h1		DU	LY		0	
591	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
592	0	PK	Z	h1		DUY	EY	FE1	0	
593	0	PK	Z			UY	EY	FE1	0	
594	0	PK	Z	h2		ZY	Y	FE1	0	
594	1	PK	Z	h1		UY	Y	FE1	0	
595	0	PK	Z			LU	LY	FE1	0	
596	0	PK	Z			LUY	LY	FE1	0	
597	0	PK	Z			UY	Y	FE1	0	
598	0	PK	Z			LUY	LY	FE1	0	
599	0	PK	Z			LUY	LY	FE1	0	
600	0	PK	Z			UY	Y	FE1	0	
601	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
602	0	PK	Z			UY	Y	FE1	0	
603	0	PK	Z			LUY	Y	FE1	0	
604	0	PK	Z			LUY	Y	FE1	0	
605	0	PL	Z			UY	Y	FE1	0	
606	0	PL	Z			LUY	Y	FE1	0	
607	0	PK	Z			UY	Y	FE1	0	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
608	0	PK	Z			UY	Y	FE1	0	
609	0	SPP	Z			LUY	Y		0	
610	0	PK	Z			UY	Y	FE1	0	
611	0	PK	Z			UY	LY	FE2	0	
611	1	PK	Z	h1		UY	Y		0	
612	0	KL	Z			UY	Y	FE1	1	RB1
612	1	KL	X			YO			0	
613	0	SPP	Z	h2		LUY	DUY		0	RB1
614	0	GRD	Z	h2		DU			0	
615	0	PK	Z			UY			0	
616	0	PK	Z			UY	Y		0	
617	0	PK	Z			UY	Y		0	
618	0	PK	Z			UY	Y		0	
619	0	PK	Z	h1		Y	DUY		0	
620	0	PK	Z			LUY	EY		0	
621	0	PKT	Z			UY	LY	FE1	0	
621	1	PKT	Z	h2		DU			0	
622	0	PKT	Z			LUY	O	FE1	0	
622	1	PKT	Z			LYE			0	
623	0	PK	Z			UY	LY	FE1	0	
624	0	PK	Z			UY	Y		1	
625	0	PL	Z			UY	Y	FE1	0	
626	0	PL	Z			UY			1	
627	0	PL	Z			UY		FE1	0	
628	0	PL	Z			UY			0	
629	0	PK	Z			DUY			1	
629	1	PK	Z	h2		DYU			1	
630	0	PK	Z			DUY			0	
631	0	PK	Z	h1		DUY	UY		0	
631	1	PK	Z	h2		LY			1	
632	0	PK	Z			DUY	Y		0	
633	0	PK	Z			DUY			1	
634	0	PK	Z			UY	LY		0	
635	0	PK	Z	h1		UY	LY		0	
636	0	PK	Z	h1		DUY	LY	FE1	0	RB1
637	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
638	0	PK	Z			Y			1	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
638	1	PK	Z	h2		DYU			1	
639	0	PK	Z			DUY		FE1	0	RB1
640	0	PK	Z			DUY	Y		0	RB1
641	0	PK	Z			UY	LY	FE1	1	
642	0	GW	Z			DUY	UY	FE1	1	RB1
642	1	GW	Z			EU			0	
643	0	SPP	Z			DUY	UY	FE1	1	RB1
644	0	VERVA L	Z			DUY	UY	FE1	1	RB1
645	0	VERVA L	Z			DUY	UY	FE1	1	RB1
646	0	VERVA L	Z			DUY	UY	FE1	1	RB1
647	0	PK	Z			UY	LY	FE1	0	
648	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
649	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
650	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
651	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
652	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
653	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
654	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
655	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
656	0	PK	Z			DUY	Y	FE1	0	
657	0	PK	Z			UY	LY	FE1	0	RB1
658	0	PK	Z			DUY	Y		0	
659	0	MR	X			R			0	
660	0	KL	Z			DUY	Y	FE1	1	
661	0	PK	Z			DUY	UY	FE1	0	RB1
662	0	PK	Z			DUY	LY	FE1	0	RB1
663	0	PK	Z			UY		FE1	0	
664	0	PK	Z			DUY	Y		0	
665	0	MR	X			R			0	
666	0	WA	Z			U			0	
666	1	WA	X			R			0	
666	2	WA	Z			DUY		FE1	0	
666	3	WA	X			R			0	
666	4	WA	X			R			0	
667	0	PK	Z			UY	LY	FE1	0	

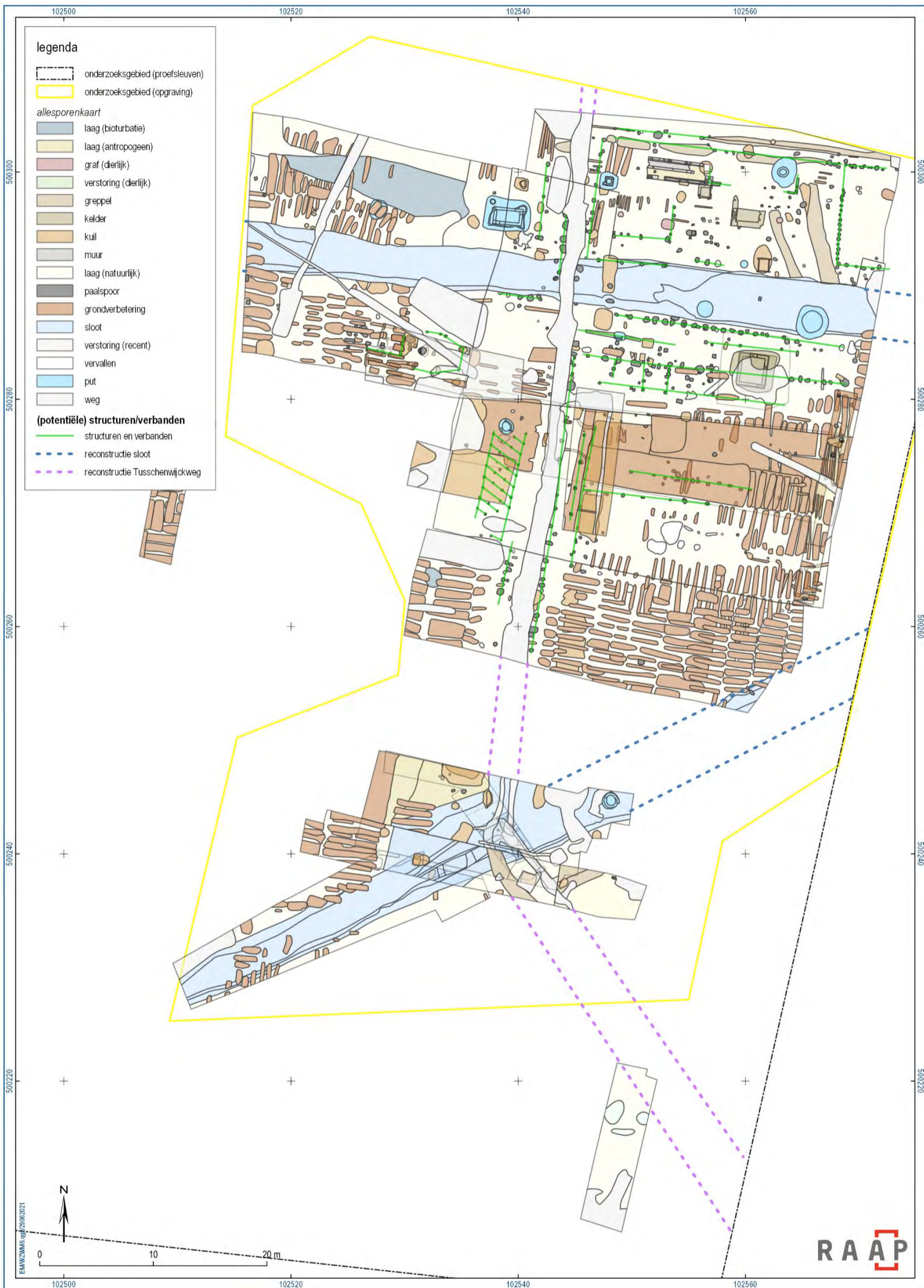
spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
668	0	PK	Z			UY	Y		0	
669	0	PK	Z			UY	Y	FE1	1	
670	0	PK	Z			LUY			0	
671	0	PK	Z			LUY			0	
672	0	PK	Z			UY		FE1	0	
673	0	PK	Z			UY	U	FE1	0	
674	0	PL	Z			UY		FE1	0	
675	0	GW	Z	h1		DYU			0	
676	0	KL	Z			UY	Y	FE1	0	
676	1	KL	Z			LYU			0	
676	2	KL	Z	h2		DYU			0	
676	3	KL	Z			UY			0	
676	4	KL	Z			W	LY		0	
677	0	GRD	Z			UY	LY	FE1	0	
677	1	GRD	Z			UY			0	
678	0	KL	Z			DUY	Y	FE1	1	
678	1	KL	Z	h2		DUY	Y		1	
679	0	PK	Z			UY			0	
679	1	PK	Z	h2		DUY			0	
680	0	PK	Z			UY			0	
681	0	PK	Z			UY			0	
682	0	PK	Z			UY		FE1	0	
683	0	PK	Z			DUY		FE1	0	
683	1	PK	Z	h2		DU			0	
684	0	PK	Z			DUY		FE1	0	
685	0	PK	Z			DUY			1	
686	0	PK	Z			DUY			0	
687	0	PK	Z	h1		DUY	Y		0	
688	0	MR	X			R			0	
689	0	MR	Z			LUY			0	
689	1	MR	X			R			0	
689	2	MR	X			R			0	
690	0	MR	X			DYZ			0	
690	1	MR	X			R			0	
690	2	MR	X			R			0	
690	3	MR	X			R			0	
691	0	KL	Z			DUY	UY	FE1	2	

spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
691	1	KL	H			U			0	
692	0	WA	Z			DUY			0	
692	1	WA	X			R			0	
692	2	WA	X			RZ			0	
692	3	WA	Z			YU			1	RB2
692	4	WA	H			DU			0	
692	5	WA	Z	h1		YU	Y		0	
693	0	PL	Z			UY	Y		0	
694	0	PL	Z			UY	Y		1	
695	0	PL	Z			LY	LUY		0	
696	0	PL	Z			DUY		FE1	0	
697	0	PL	Z			DUY		FE1	0	
698	0	GW	Z			LUY			0	
699	0	PL	Z			DUY	Y		0	
700	0	PL	Z			UY	Y		1	
701	0	PL	Z			UY	Y		0	
702	0	PL	Z			UY	Y	FE1	0	
703	0	SPP	Z	h1		DUY	Y	FE1	0	
704	0	PL	Z			DUY	Y	FE1	1	
705	0	KL	Z			LUY	Y	FE1	0	
706	0	PL	Z			LUY	U		0	
707	0	PL	Z			DUY		FE1	0	
708	0	PL	Z			UY	LY	FE1	0	
709	0	PL	Z			UY	Y	FE1	1	
710	0	PL	Z			UY	Y	FE1	0	RB1
711	0	KL	Z			DUY	Y		0	
711	1	KL	Z			UY			0	
712	0	MR	X			R			0	
712	1	MR	X			R			0	
713	0	PL	Z	h1		DYU			1	
714	0	MR	X			R			0	
998	0	VSN	Z			LUY	Y	MN1	0	
999	0	VSR	Z			DUY			0	
1000	0	LGBV	Z			DYU			0	
1001	0	LGBV	Z			DYU			0	
1002	0	LGBV	Z			YU	ZY		0	
1003	0	LGM	Z			UY			0	R3



spoor	vulling	spoor-aard	textuur	hu-mus	grind	kleur	gevekt	ijzer/mangaan	houts-kool	puin
2000	0	LGC	Z			UU			0	
2001	0	LGC	Z			YU	LE	FE1	0	RB
2002	0	LGC	Z			YU	OO	FE2	0	RB
2003	0	LGM	Z			LU	UU	FE1	0	
3000	0	LGN	Z			LE		FE1	0	

# Bijlage 4. Voorlopige structurenkaart



# Bijlage 5. Vondstenlijst

## Legenda

### *materialen*

KER	(gebruiks)aardewerk
BKR	bouwkeramiek
PYP	pijpaarde
GLS	glas
SXX	natuursteen
MXX	metaal
ODL	leer
ODS	schelp
OXX	organisch (onbekend)
OXB	bot (onbepaald)
KUN	kunststof

### *aardewerkbaksels*

r	roodbakkend
w	witbakkend
g	grijsbakkend
m	majolica
f	faience
iw	industrieel wit
kp	kogelpot
s2	steengoed (met oppervlaktebehandeling)
ep	(Europees) porselein

### *verzamelwijze*

OPPV	oppervlaktevondst
MASVER	machinaal verdiepen/aanleg vlak
HASCHA	handmatig schaven
COUPE	couperen
AFWERK	afwerken
PROFIEL	profiel
DETECT	metaaldetector
STORT	stortvondst
XXX	onbekend

### *(dierlijk) bot*

zd	zoogdier
----	----------

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
1	0	KER	16	630	OPPV	0	0	999	r, s2, w, ep	nee
1	1	BKR	4	1150	OPPV	0	0	999	machinale bakstenen, 'Delfts blauwe' tegel, dakpan (oranje)	nee
1	2	GLS	2	310	OPPV	0	0	999	flessenhals (groen), voet (kleurloos; vaas?)	nee
1	3	OXB	1	36	OPPV	0	0	999	groot zd	ja, dierlijk bot
2	0	KER	1	14	MASVER	6	1	2	iw (creme-kern)	ja, ker
3	0	KER	7	26	MASVER	6	1	2001	r, f, w, iw (witte kern)	ja, ker
3	1	BKR	1	20	MASVER	6	1	2001	plavuis	nee
4	0	KER	2	32	HASCHA	6	1	1	s2, r	ja, ker
5	0	KER	1	1	MASVER	7	1	2001	f	ja, ker
5	1	GLS	1	10	MASVER	7	1	2001	fles (groen)	nee
6	0	KER	1	10	COUPE	6	1	7	r	ja, ker
7	0	KER	10	474	MASVER	7	1	2001	r, w, iw (witte en creme-kern)	ja, ker
7	1	BKR	3	406	MASVER	7	1	2001	dakpan	nee
7	2	GLS	2	24	MASVER	7	1	2001	matglas, ampul/flesje?	nee
7	3	PYP	1	1	MASVER	7	1	2001	steelfragm. (radstempel)	nee
8	0	KER	85	656	MASVER	7	1	11	iw (witte kern), r, w	ja, ker
8	1	BKR	4	518	MASVER	7	1	11	machinale baksteen, dakpan (oranje)	nee
8	2	GLS	4	16	MASVER	7	1	11	helder kleurloos glas (drinkglas?)	nee
9	0	KER	14	210	MASVER	7	1	2002	w, iw (witte kern), s2	ja, ker
9	1	OXB	1	186	MASVER	7	1	2002	groot zd (bewerkt: glis).	ja, dierlijk bot
9	2	GLS	5	112	MASVER	7	1	2002	flesje (ampul achtige vorm), vensterglas, groene fles, en ovaal glas (van een bril)	nee
10	0	KER	10	250	HASCHA	7	1	11	w, r, f	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
10	1	BKR	1	314	HASCHA	7	1	11	machinale baksteen (geel)	nee
10	2	GLS	5	64	HASCHA	7	1	11	groene fles	nee
11	0	KER	4	96	HASCHA	7	1	11	r	ja, ker
11	1	BKR	2	596	HASCHA	7	1	11	bakstenen (oranje; grijs machinaal?)	nee
11	2	GLS	1	1	HASCHA	7	1	11	kleurloos, geribbeld drinkglas	nee
12	0	KER	13	352	HASCHA	7	1	12	r, iw (witte en creme-kern), w	ja, ker
12	1	BKR	1	62	HASCHA	7	1	12	dakpan	nee
12	2	OXB	1	16	HASCHA	7	1	12	middel zd	ja, dierlijk bot
12	3	SXX	2	30	HASCHA	7	1	12	leisteel (bewerkt, stylus?), puimsteen (bewerkt)	nee
12	4	GLS	3	60	HASCHA	7	1	12	groene fles (tuit en wand), kleurloos (wandfragm.)	nee
13	0	KER	2	6	HASCHA	7	1	13	r, s2	ja, ker
13	1	GLS	1	16	HASCHA	7	1	13	groene fles	nee
14	0	KER	4	242	MASVER	2	1	0	s2	ja, ker
14	1	PYP	1	1	MASVER	2	1	0	steelfragm.	nee
15	0	KER	2	34	MASVER	2	1	15	r	ja, ker
15	1	BKR	1	106	MASVER	2	1	15	baksteen	nee
16	0	BKR	6	1690	COUPE	2	1	16	(machinale) bakstenen, dakpannen	nee
16	1	PYP	1	1	COUPE	2	1	16	steelfragm.	nee
16	2	GLS	1	1	COUPE	2	1	16	vensterglas	nee
17	0	OPH	1	198	COUPE	2	1	16	Koeling plank 5;K5	nee
18	0	MXX	1	30	COUPE	2	1	18	Koeling plank 5;K5	nee
19	0	OXB	7	188	COUPE	2	1	2	hond (schedel)	ja, dierlijk bot
20	0	OXB	1	34	COUPE	2	1	26	middel zd	ja, dierlijk bot
21	0	KER	1	72	MASVER	4	1	21	r	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
22	0	KER	13	254	COUPE	7	1	28	r, w, iw (creme- kern)	ja, ker
22	1	PYP	2	8	COUPE	7	1	28	steelfragm.	nee
22	2	BKR	2	12	COUPE	7	1	28	schilfers baksteen/dakpa n	nee
22	3	OXB	1	1	COUPE	7	1	28	indet	ja, dierlijk bot
22	4	GLS	1	1	COUPE	7	1	28	heel dun, valt uiteen	nee
23	0	KER	7	252	COUPE	7	1	30	r (scherven van een en hetzelfde bord?)	ja, ker
24	0	OPH	1	664	COUPE	7	1	29	Koeling plank;K5	nee
25	0	KER	1	68	HASCHA	7	1	11	r	ja, ker
26	0	KER	3	62	AFWERK	7	1	12	r, w	ja, ker
27	0	KER	2	84	MASVER	7	2	11	r	ja, ker
27	1	OXB	1	24	MASVER	7	2	11	groot zd	ja, dierlijk bot
28	0	KER	29	834	MASVER	7	2	11	r, f, w, iw (creme-kern), ep	ja, ker
28	1	GLS	4	518	MASVER	7	2	11	bodem groene fles, vensterglas	nee
28	2	OXB	8	352	MASVER	7	2	11	groot zd	ja, dierlijk bot
29	0	KER	7	88	MASVER	7	2	11	f, r, w	ja, ker
29	1	ODS	1	14	MASVER	7	2	11	oester	nee
29	2	BKR	1	620	MASVER	7	2	11	(machinale) baksteen	nee
29	3	GLS	1	26	MASVER	7	2	11	fles	nee
30	0	PYP	1	8	MASVER	7	2	11	ketelfragm. (met hielmerk 'BS' en zijmerk)	ja, ker
31	0	BKR	5	2090	MASVER	7	2	11	bakstenen (waaronder machinale), plavuis (geglazuurd)	nee
31	1	GLS	8	562	MASVER	7	2	11	groene fles	nee
31	2	OXB	7	252	MASVER	7	2	11	mix: middel, groot zd	ja, dierlijk bot
31	3	PYP	3	12	MASVER	7	2	11	steelfragm.	nee

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
31	4	KER	37	3005	MASVER	7	2	11	r, f, w, iw (creme-kern), s2, Iberische amfoor (1475- 1600)	ja, ker
32	0	KER	2	30	COUPE	4	1	21	r	ja, ker
33	0	KER	6	124	MASVER	5	1	2001	r, s2	ja, ker
33	1	OXB	3	18	MASVER	5	1	2001	mix: vogel, middel zd	ja, dierlijk bot
33	2	GLS	1	102	MASVER	5	1	2001	bodem jampot (Tiel, Betuwe)	nee
34	0	MXX	1	52	COUPE	5	1	33	kram/haak	nee
35	0	KER	14	624	MASVER	9	1	2001	r, iw (witte kern), ep?, geglazuurd dakpan?	ja, ker
35	1	OXB	4	95	MASVER	9	1	2001	groot zd	ja, dierlijk bot
35	2	PYP	1	2	MASVER	9	1	2001	steelfr.	nee
35	3	SXX	1	178	MASVER	9	1	2001	bouwmateriaal, drempel, plavuis oid.	nee
35	4	MXX	1	92	MASVER	9	1	2001	deksel van (verf)blik	nee
36	0	KER	2	39	MASVER	9	1	2001	r	ja, ker
36	1	GLS	5	221	MASVER	9	1	2001	pot calve pindakaas (post 1948)	nee
36	2	PYP	1	3	MASVER	9	1	2001	steelfr.	nee
36	3	MXX	1	75	MASVER	9	1	2001	spijker	nee
37	0	KER	5	37	MASVER	9	1	2	iw (creme-kern), ep, f, beige baksel	ja, ker
37	1	PYP	1	2	MASVER	9	1	2	steelfr.	nee
37	2	GLS	4	31	MASVER	9	1	2	helder (modern?) vensterglas, groen flesfragm.	nee
37	3	BKR	4	48	MASVER	9	1	2	dakpanfragm., snippers baksteen/dakpa n.	nee
38	0	BKR	1	20	MASVER	9	2	3000	baksteen	nee
39	0	KER	2	13	MASVER	9	1	2	r, w.	ja, ker
39	1	PYP	1	2	MASVER	9	1	2	steelfr.	nee
39	2	GLS	1	29	MASVER	9	1	2	flesfragm. groen	nee

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
40	0	KER	6	23	MASVER	9	1	11	ep	ja, ker
40	1	PYP	1	3	MASVER	9	1	11	steelfr.	nee
40	2	BKR	2	66	MASVER	9	1	11	mortelresten (1x cementachtig, 1x zachtere zandige kalkmortel)	nee
41	0	KER	46	3200	MASVER	9	1	11	r, f	ja, ker
41	1	SXX	2	537	MASVER	9	1	11	bouwmateriaal: drempel / dorpel.	nee
41	2	GLS	2	601	MASVER	9	1	11	bodems groene flessen	nee
41	3	MXX	1	28	MASVER	9	1	11	spijker	nee
42	0	KER	7	110	MASVER	9	1	2001	r, iw (witte kern), s2	ja, ker
42	1	BKR	2	218	MASVER	9	1	2001	dakpan (oranje), mortel (hard, zand/kalk)	nee
42	2	MXX	2	64	MASVER	9	1	2001	knop of paardentuig en spijker	nee
43	0	KER	7	186	MASVER	9	1	999	r, iw (witte kern), s2, f	nee
43	1	MXX	1	124	MASVER	9	1	999	ijzeren ring	nee
44	0	KER	2	12	MASVER	9	1	2	r, ep	ja, ker
44	1	PYP	1	2	MASVER	9	1	2	steelfr.	nee
45	0	GLS	1	3	COUPE	9	1	2001	vensterglasfrag m.	nee
46	0	BKR	20	1423	MASVER	9	1	62	veel fragmenten 'Delfts blauwe' tegels met centrale voorstelling (menselijke figuren), dakpan	nee
46	1	GLS	1	83	MASVER	9	1	62	helder glas, bodemfragm.	nee
47	0	KER	1	18	MASVER	9	1	62	f	ja, ker
47	1	BKR	3	591	MASVER	9	1	62	dakanfragm., baksteen	nee
48	0	PYP	1	6	MASVER	9	1	82	steelfr. (vrij dik).	nee
49	0	KER	1	9	MASVER	9	1	90	f/iw (creme-kern)	ja, ker
49	1	BKR	1	9	MASVER	9	1	90	snipper dakpan (oranje)	nee
50	0	KER	2	10	MASVER	9	1	92	s2, iw/f	ja, ker



vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
50	1	BKR	2	91	MASVER	9	1	92	tegels, wit (1x blauwe opdruk, 1x paarse opdruk).	nee
51	0	KER	8	685	MASVER	9	1	11	r, iw (witte kern), f	ja, ker
51	1	BKR	2	2579	MASVER	9	1	11	plavuis (oranje)	nee
52	0	KER	1	62	COUPE	9	1	61	r	ja, ker
52	1	BKR	1	15	COUPE	9	1	61	schilfer dakpan?	nee
53	0	KER	1	20	MASVER	12	1	2001	f	ja, ker
54	0	OXB	1	4	MASVER	12	1	100	klein d	ja, dierlijk bot
54	1	KER	67	2522	MASVER	12	1	100	r, r, iw (creme- kern), s2	ja, ker
54	2	SXX	1	21	MASVER	12	1	100	onbewerkt (zandsteen?)	nee
54	3	OXX	1	7	MASVER	12	1	100		ja, dierlijk bot
54	4	BKR	2	513	MASVER	12	1	100	dakpan (donkergrijs), geel baksteen	nee
54	5	GLS	5	238	MASVER	12	1	100	bodem groene fles, vensterglas	nee
54	6	MXX	3	95	MASVER	12	1	100	spijkers	nee
54	7	PYP	3	24	MASVER	12	1	100	2x ketel met hielmerken, steelfr.	ja, ker
55	0	KER	1	8	AFWERK	12	1	97	r? (beige kleurige kern).	ja, ker
56	0	OXB	3	18	MASVER	12	1	108	klein zd	ja, dierlijk bot
57	0	KER	2	38	MASVER	12	1	119	r	ja, ker
58	0	KER	1	24	MASVER	12	1	138	s2	ja, ker
59	0	KER	2	149	MASVER	12	1	100	r	ja, ker
60	0	KER	1	14	MASVER	12	1	140	r	ja, ker
61	0	KER	5	247	PROFIE L	12	1	100	s2, r, iw (witte kern)	ja, ker
61	1	PYP	3	8	PROFIE L	12	1	100	steelfr., ketelfragm.	ja, ker
62	0	KER	1	23	MASVER	12	1	100	iw (creme-kern)	ja, ker
62	1	BKR	4	1241	MASVER	12	1	100	plavuis (oranje), tegel (wit)	nee
63	0	KER	1	10	COUPE	12	1	119	r	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
63	1	BKR	1	15	COUPE	12	1	119	dakpan/plavuisfr agm. (oranje)	nee
64	0	MXX	1	12	COUPE	12	1	112	spijker	nee
65	0	OXB	40	46	COUPE	12	1	121	klein zd / vogel?	ja, dierlijk bot
66	0	KER	1	7	COUPE	12	1	150	r	ja, ker
66	1	GLS	1	2	COUPE	12	1	150	vensterglas	nee
66	2	OXB	1	6	COUPE	12	1	150	middel/groot zd	ja, dierlijk bot
67	0	BKR	1	43	COUPE	12	1	138	mortelresten, harde zandige kalkmortel	nee
68	0	PYP	1	10	COUPE	12	1	137	ketelfragm.	ja, ker
68	1	BKR	1	26	COUPE	12	1	137	dakpan	nee
69	0	BKR	3	2687	AFWERK	11	1	160	(machinale) bakstenen	nee
70	0	KER	1	6	COUPE	12	1	117	w	ja, ker
70	1	MXX	1	25	COUPE	12	1	117	grote spijker	nee
71	0	KER	1	6	MASVER	12	1	139	iw? (creme-kern)	ja, ker
72	0		0	0	XXX	0	0	0	ontbreekt, niet uitgedeeld?	nee
73	0		0	0	XXX	0	0	0	ontbreekt, niet uitgedeeld?	nee
74	0		0	0	XXX	0	0	0	ontbreekt, niet uitgedeeld?	nee
75	0		0	0	XXX	0	0	0	ontbreekt, niet uitgedeeld?	nee
76	0	PYP	1	4	AFWERK	9	1	63	steelfr.	nee
77	0	KER	1	2	AFWERK	9	1	64	w	ja, ker
78	0	KER	1	5	COUPE	9	1	90	r	ja, ker
79	0	BKR	7	111	COUPE	9	1	92	tegelfragm. (‘Delfts blauwe’ hoekeversiering en)	nee
79	1	KER	6	52	COUPE	9	1	92	w, s2	ja, ker
79	2	PYP	2	11	COUPE	9	1	92	steelfr.	nee
80	0	KER	1	17	COUPE	9	1	87	r	ja, ker
81	0	KER	1	3	PROFIE L	9	101	62	iw (witte kern)	ja, ker
81	1	BKR	5	155	PROFIE L	9	101	62	dakpanfragment en (oranje)	nee
81	2	GLS	1	24	PROFIE L	9	101	62	mat-wit glas, drinkglas	nee

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
81	3	PYP	1	2	PROFIE L	9	101	62	steelfr.	nee
82	0	BKR	1	93	PROFIE L	9	101	62	tegel (wit met 'Delfts-blauwe' hoekversiering)	nee
83	0	KER	1	23	AFWERK	9	1	87	f	ja, ker
84	0	BKR	1	3	AFWERK	9	1	89	snipper tegel (wit)	nee
85	0	KER	5	21	COUPE	12	1	93	r	ja, ker
85	1	GLS	1	7	COUPE	12	1	93	vensterglas, één geribbelde zijde	nee
85	2	OXB	1	9	COUPE	12	1	93	middel zd?	ja, dierlijk bot
85	3	MXX	1	80	COUPE	12	1	93	ijzeren knop of paardentuig?	nee
86	0	BKR	1	4	AFWERK	12	1	93	tegelfragm (wit)63	nee
87	0	KER	1	5	AFWERK	12	1	93	s2	ja, ker
88	0	KER	1	24	COUPE	12	1	103	r (met gaten: zeef/vergiet)	ja, ker
88	1	BKR	2	138	COUPE	12	1	103	baksteenfragm., dakpanfragm.	nee
89	0	BKR	1	24	AFWERK	12	1	103	dakpanfragm.? (oranje)	nee
89	1	GLS	1	3	AFWERK	12	1	103	vensterglas	nee
89	2	MXX	2	64	AFWERK	12	1	103	spijkers	nee
90	0	BKR	1	554	AFWERK	12	1	104	machinale baksteen	nee
91	0	BKR	2	311	AFWERK	12	1	115	baksteenfragm (machinaal)	nee
92	0	BKR	1	449	AFWERK	12	1	121	baksteen(fragme nt), machinaal?	nee
93	0	KER	3	32	AFWERK	12	1	136	s2, r	ja, ker
93	1	BKR	1	315	AFWERK	12	1	136	baksteen (machinaal)	nee
94	0	BKR	2	13	AFWERK	12	1	137	dakpanfragm.? (oranje)	nee
94	1	OXB	3	9	AFWERK	12	1	137	viswervels	ja, dierlijk bot
95	0	BKR	4	43	AFWERK	12	1	133	snippers baksteen, mortel en tegel (wit)	nee
96	0	KER	3	29	AFWERK	12	1	132	r	ja, ker
97	0	GLS	1	3	AFWERK	12	1	146	wandfragm. groen	nee

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
98	0	BKR	1	12	AFWERK	12	1	124	dakpandfragmen t? (oranje)	nee
99	0	KER	1	15	AFWERK	12	1	140	schilfer rbak (aanzet tot pootje?)	ja, ker
100	0	KER	1	28	COUPE	12	1	154	r	ja, ker
100	1	PYP	1	7	COUPE	12	1	154	steelfr.	nee
101	0	KER	8	1170	COUPE	12	1	154	serie (r) bloempotten	ja, ker
101	1	BKR	7	3500	COUPE	12	1	154	dakpanfragment en (oranje), baksteen (machinaal, tapstoelopen- d), baksteen (niet machinaal? oranje).	nee
102	0	MXX	3	295	AFWERK	12	1	154	ijzeren hengsel (emmer, ketel, ton)	nee
103	0	KER	12	429	MASVER	11	1	999	iw (witte kern), r, f, w	nee
103	1	PYP	1	5	MASVER	11	1	999	steelfr. met radstempelversi- ering	nee
103	2	BKR	5	746	MASVER	11	1	999	tegel/plavuis (wit), dakpan (oranje)	nee
103	3	GLS	1	169	MASVER	11	1	999	rand en wand, glazen pot	nee
104	0	KER	7	1827	MASVER	11	1	196	w (bij elkaar horende scherven) en een s2 mineraalwaterkr- uik (met stempel 'Fachingen')	ja, ker
104	1	OXB	1	401	MASVER	11	1	196	groot zd	ja, dierlijk bot
104	2	GLS	1	25	MASVER	11	1	196	wandfragm. groene fles	nee
105	0	KER	4	38	MASVER	11	1	195	iw (witte kern), zwart bloemmotief / lichtblauwe en groene deklaag.	ja, ker
106	0	KER	1	71	MASVER	11	1	192	r	ja, ker
106	1	BKR	1	85	MASVER	11	1	192	dakpanfragment	nee
107	0	KER	1	8	MASVER	11	1	100	iw (creme-kern)	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
107	1	BKR	3	544	MASVER	11	1	100	dakpan (oranje), tegel (wit)	nee
107	2	MXX	1	31	MASVER	11	1	100	spijker	nee
108	0	BKR	1	870	COUPE	11	1	166	baksteen, machinaal (modern?)	nee
108	1	GLS	1	96	COUPE	11	1	166	bodemfragm. groene fles	nee
108	2	OXB	1	209	COUPE	11	1	166	groot zd	ja, dierlijk bot
108	3	KER	1	16	COUPE	11	1	166	r	ja, ker
109	0	BKR	1	31	COUPE	11	1	185	baksteen- snipper	nee
110	0	OXB	11	6500	PROFIE L	12	1	100	Deel 1/3: g zd (paard?)	ja, dierlijk bot
110	1	OXB	29	966	PROFIE L	12	1	100	Deel 2/3: groot zd (paard?)	ja, dierlijk bot
110	2	OXB	10	1470	PROFIE L	12	1	100	Deel 3/3: groot zd (paard?)	ja, dierlijk bot
111	0	KER	37	1935	COUPE	12	1	100	r, f, iw (vooral creme-kernen, ook een witte kern?), w	ja, ker
111	1	GLS	1	391	COUPE	12	1	100	bodem groene fles	nee
111	2	OXB	6	16	COUPE	12	1	100	mix: klein/middel zd	ja, dierlijk bot
111	3	BKR	2	20	COUPE	12	1	100	schilfers dakpan	nee
111	4	PYP	5	36	COUPE	12	1	100	2x steel, 3x ketel (met zijmerken/hielme rk).	ja, ker
112	0	KER	1	23	MASVER	11	1	175	f	ja, ker
113	0	OXB	1	8	COUPE	11	1	167	middel? zd	ja, dierlijk bot
114	0	KER	1	10	COUPE	11	1	165	r	ja, ker
115	0	OPH	1	200	AFWERK	11	1	205		nee
116	0	KER	2	380	COUPE	11	1	197	r (bloempot, gat onderzijde met mortel dichtgemaakt), w	ja, ker
116	1	BKR	1	275	COUPE	11	1	197	oranje dakpan	nee
116	2	GLS	2	94	COUPE	11	1	197		nee
117	0	KER	1	10	COUPE	11	1	197	iw (creme-kern)	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
118	0	MFE	3	795	COUPE	11	1	197	ijzeren hoepel ton	nee
119	0	KER	2	6	COUPE	11	1	183	w, f	ja, ker
120	0	KER	1	18	COUPE	11	1	182	r	ja, ker
121	0	MXX	1	336	COUPE	12	1	197	deurknop? sterk aangekoekt	nee
122	0	KER	1	5	HASCHA	11	1	157	w	ja, ker
123	0	BKR	1	2313	HASCHA	11	1	155	machinale baksteen (met cementachtige mortel)	nee
124	0	KER	4	24	COUPE	11	1	192	r	ja, ker
125	0	KER	7	389	COUPE	11	1	178	r	ja, ker
125	1	ODS	1	13	COUPE	11	1	178	oester	nee
126	0	KER	8	176	COUPE	11	1	176	r, s2	ja, ker
126	1	PYP	6	31	COUPE	11	1	176	steelfr.; 1x ketel (kleine, vroege vorm).	ja, ker
127	0	BKR	1	195		11	1	187	dakpan (oranje)	nee
127	1	MXX	1	46		11	1	187	spijker	nee
128	0	KER	2	9	MASVER	16	1	223	r	ja, ker
128	1	GLS	1	11	MASVER	16	1	223	vensterglas	nee
128	2	SXX	1	15	MASVER	16	1	223	onbewerkt, git?	nee
128	3	OXB	1	2	MASVER	16	1	223	klein zd	ja, dierlijk bot
129	0	KER	3	9	MASVER	16	3	222	ep, f	ja, ker
130	0	KER	7	343	MASVER	16	1	222	f, r, iw (creme- kern)	ja, ker
131	0	KER	8	137	MASVER	16	1	212	r, s2, iw (witte kern/creme- kern)	ja, ker
131	1	SXX	1	12	MASVER	16	1	212	onbewerkt	nee
131	2	MXX	1	11	MASVER	16	1	212	klein plaatje, sterk aangekoekt	nee
132	0	OXB	13	87	MASVER	16	1	214	klein zd	ja, dierlijk bot
132	1	MXX	1	12	MASVER	16	1	214	sterk verbogen, bijna in 8 vorm (spijker achtig)	nee
133	0	KER	18	478	COUPE	16	1	212	f, iw (witte kern, creme-kern), r, kp	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
133	1	GLS	4	446	COUPE	16	1	212	bodem groene fles, helder kleurloos vensterglas, groene wandscherf fles	nee
133	2	OXB	2	486	COUPE	16	1	212	groot zd	ja, dierlijk bot
133	3	BKR	2	77	COUPE	16	1	212	plavuis (geribbeld, 20e eeuws?), tegel (wit)	nee
133	4	PYP	1	3	COUPE	16	1	212	steelfr.	nee
134	0	KER	6	58	COUPE	16	1	211	r, iw (creme-kern)	ja, ker
134	1	GLS	1	34	COUPE	16	1	211	bodem groene fles	nee
135	0	KER	16	634	HASCHA	16	1	222	r, f, iw (creme-kern)	ja, ker
135	1	GLS	1	75	HASCHA	16	1	222	kleurloos (iets mat) drinkglas	nee
136	0	KER	7	306	COUPE	16	1	222	r, iw (creme-kern)	ja, ker
136	1	OXB	5	32	COUPE	16	1	222	klein zd	ja, dierlijk bot
137	0	KER	50	2754	COUPE	16	1	222	Vondstzak 1/3: r (oa. bakpan), wi, iw (witte kern), f (bordfragm.)	ja, ker
137	1	KER	70	2261	COUPE	16	1	222	Vondstzak 2/3: r, f, iw (creme kern en gebroken witte kern), w	ja, ker
137	2	KER	42	1639	COUPE	16	1	222	Vondstzak 3/3: r, iw (witte kern), f, w.	ja, ker
137	3	OXB	16	1352	COUPE	16	1	222	middel/groot zd (varkenskaak)	ja, dierlijk bot
137	4	PYP	4	25	COUPE	16	1	222	ketels (1x hielmerk, 1x zijmerken), steelfr.	ja, ker
137	5	SXX	1	1037	COUPE	16	1	222	bewerkt: plavuis/drempel	nee
137	6	BKR	3	1131	COUPE	16	1	222	dakpanfragment en (oranje)	nee
137	7	GLS	18	1866	COUPE	16	1	222	bodems groene flessen en halsfragm.	nee

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
137	8	MXX	1	43	COUPE	16	1	222	ijzeren plaat	nee
138	0	KER	27	450	COUPE	16	2	222	r, f, iw (creme- kern)	ja, ker
138	1	BKR	1	20	COUPE	16	2	222	tegel (wit)	nee
138	2	GLS	4	144	COUPE	16	2	222	groene fles, kleurloos drinkglas	nee
139	0	KER	2	35	COUPE	16	2	222	r	ja, ker
139	1	GLS	2	4	COUPE	16	2	222	kleurloos vensterglas (vrij dun)	nee
140	0	KER	49	2133	COUPE	16	2	222	iw (creme kern/ gebroken witte kernen), r, s2, f	ja, ker
140	1	OXB	5	275	COUPE	16	2	222	mix: klein, middel, groot zd	ja, dierlijk bot
140	2	GLS	8	369	COUPE	16	2	222	groene fles, groen vensterglas	nee
140	3	BKR	2	1392	COUPE	16	2	222	bakstenen (geeltjes, machinaal?)	nee
140	4	PYP	2	6	COUPE	16	2	222	steelfr.	nee
141	0	KER	6	72	MASVER	16	1	222	rbak, stg, iw (creme-kern)	ja, ker
141	1	BKR	3	243	MASVER	16	1	222	tegel (onversierd), plavuis/dakpan (oranje), plavuis/tegel (grijs).	nee
141	2	GLS	1	343	MASVER	16	1	222	bodemfragm. fles, groen	nee
141	3	OXB	1	52	MASVER	16	1	222	m/g zd	ja, dierlijk bot
142	0	KER	20	1216	MASVER	16	1	222	r (één met stempel 'Bergen op Zoom +++); vrijwel complete pan	ja, ker
143	0	OXB	60	920	AFWERK	16	3	231	groot zd	ja, dierlijk bot
143	1	KER	1	22	AFWERK	16	3	231	s2	ja, ker
143	2	BKR	1	57	AFWERK	16	3	231	mortelresten (hard, zand/kalk)	nee
143	3	MXX	1	7	AFWERK	16	3	231	nagel/spijker, sterk verroest	nee



vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
144	0	KER	4	57	COUPE	16	3	222	f, r, iw (creme- kern)	ja, ker
144	1	BKR	1	54	COUPE	16	3	222	tegelfragm. (paarse opdruk, bloemmotief)	nee
144	2	GLS	2	107	COUPE	16	3	222	flessenhalsfragm , groen.	nee
145	0	KER	5	339	COUPE	16	1	208	r, w	ja, ker
146	0	BKR	2	3400	COUPE	16	1	208	machinale bakstenen (modern)	nee
147	0	KER	2	194	COUPE	16	1	222	r, f.	ja, ker
147	1	GLS	2	421	COUPE	16	1	222	bodemfragm. fles, groen	nee
148	0	KER	26	756	COUPE	16	1	222	r, f, iw (creme- kern)	ja, ker
148	1	GLS	2	30	COUPE	16	1	222	vensterglasfrag m, drinkglasfragm,	nee
148	2	BKR	1	60	COUPE	16	1	222	dakpan	nee
149	0	KER	4	97	COUPE	16	1	222	r, iw (creme- kern)	ja, ker
149	1	GLS	1	307	COUPE	16	1	222	bodemfragm. fles, groen	nee
150	0	KER	1	5	COUPE	16	1	208	iw (creme-kern)	ja, ker
151	0	GLS	1	10	XXX	16	1	999	drinkglas, gegraveerd	nee
152	0	KER	2	35	AFWERK	16	1	222		ja, ker
152	1	PYP	1	14	AFWERK	16	1	222	steelfr.	nee
153	0	KER	1	10	AFWERK	16	1	222	r	ja, ker
154	0	KER	2	120	AFWERK	16	1	222	f, r	ja, ker
155	0	KER	1	5	AFWERK	16	1	222	iw (creme-kern) of f	ja, ker
156	0	KER	3	32	HASCHA	16	1	222	r, iw (creme- kern)	ja, ker
156	1	OXB	1	2	HASCHA	16	1	222	klein zd/vogel?	ja, dierlijk bot
157	0	BKR	1	804	COUPE	11	1	166	baksteen, modern (grijs, machinaal)	nee
157	1	GLS	2	38	COUPE	11	1	166	kleurloos, vrij helder, drinkglas/fles	nee
158	0	PYP	2	6	MASVER	11	1	250	steelfr.	nee
159	0	KER	1	26	MASVER	11	1	2001	r	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
159	1	BKR	2	82	MASVER	11	1	2001	tegel (paarse opdruk, bloemmotief?)	nee
160	0	PYP	1	14	MASVER	11	1	239	ketel (incl. zijmerken) met steelfrag.	ja, ker
161	0	KER	2	94	MASVER	11	1	259	s2	ja, ker
162	0	KER	2	63	COUPE	11	1	262	r	ja, ker
163	0	PYP	1	10	COUPE	11	1	259	ketel met zijmerken.	ja, ker
164	0	KER	38	0	MASVER	11	1	250	r, w, iw, f (een bodemfragm met jaartal: 1836)	ja, ker
164	1	BKR	4	701	MASVER	11	1	250	dakpan (oranje en donkergrijs)	nee
164	2	GLS	5	640	MASVER	11	1	250	bodem groen fles, vaasje/kom doorzichtig met versiering (zwaan), helder groen glas fles.	nee
164	3	MXX	3	63	MASVER	11	1	250	lepel met versiering en kromgeslagen (grote) spijker	nee
165	0	KER	21	5500	MASVER	11	1	250	r, iw (witte kern), g	ja, ker
165	1	PYP	1	8	MASVER	11	1	250	ketelfrag. met onleesbaar hielmerk (gekroonde A?)	ja, ker
166	0	BKR	2	118	COUPE	11	1	312	dakpanfragm., plavuisfragm.	nee
167	1	BKR	3	834	COUPE	11	1	307	dakpan (oranje)	nee
168	0	KER	1	13	COUPE	11	1	302	f	ja, ker
169	0	KER	4	34	COUPE	11	1	239	r, w, iw (creme- kern)	ja, ker
169	1	PYP	14	90	COUPE	11	1	239	4 ketels (vrij vroeg vormen?), rest steelfragm. (overwegend dikke)	ja, ker
169	2	OXB	3	66	COUPE	11	1	239	middel/groot zd	ja, dierlijk bot
169	3	ODS	1	67	COUPE	11	1	239	oester	nee
169	4	MXX	3	204	COUPE	11	1	239	spijkers	nee
170	0	KER	1	8	COUPE	11	1	291	r	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
171	0	PYP	3	20	AFWERK	11	1	261	steelfr., ketel (zijmerk, vrij vroeger vorm).	ja, ker
172	0	GLS	1	1	AFWERK	11	1	263	vensterglasfrag m.	nee
172	1	PYP	4	14	AFWERK	11	1	263	steelfr., ketelfragm.	ja, ker
172	2	OXB	4	9	AFWERK	11	1	263	klein zd	ja, dierlijk bot
172	3	KER	7	103	AFWERK	11	1	263	kp/g, r	ja, ker
173	0	KER	4	131	AFWERK	11	1	258	r, s2	ja, ker
173	1	OXB	3	14	AFWERK	11	1	258	middel zd	ja, dierlijk bot
173	2	PYP	7	45	AFWERK	11	1	258	steelfr. (dikke varianten), 1x ketel (kleine oudere variant).	ja, ker
174	0	KER	1	7	AFWERK	11	1	296	r	ja, ker
175	0	KER	1	14	AFWERK	11	1	0	r	ja, ker
176	0	KER	1	5	COUPE	11	1	155	r	ja, ker
177	0	KER	9	174	COUPE	11	1	100	r	ja, ker
177	1	PYP	1	11	COUPE	11	1	100	steelfr.	nee
178	0	KER	1	8	COUPE	11	1	301	r	ja, ker
179	0	BKR	1	95	AFWERK	11	1	255	baksteenfragm.	nee
180	0	BKR	1	445	AFWERK	11	1	249	machinale baksteen	nee
181	0	MXX	2	17	AFWERK	11	1	239	gesp en belletje	nee
182	0	BKR	1	188	AFWERK	11	1	303	machinale baksteen(fragm.)	nee
183	0	OPH	2	803	AFWERK	11	1	276	paal	nee
184	0	MXX	1	2097	COUPE	11	2	382	deel electriciteitspaal	nee
185	0	KER	1	11	AFWERK	11	1	271	iw (witte kern)	ja, ker
186	0	BKR	1	2368	AFWERK	11	1	270	complete baksteen (machinaal): modern (grijs/beige)	nee
187	0	KER	2	13	COUPE	11	1	386	ep	ja, ker
188	0	PYP	1	5	COUPE	11	1	324	ketelfragm.	ja, ker
189	0	KER	51	3503	PROFIE L	11	1	251	Deel 1/16: r, s2, iw (witte kern)	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
189	1	KER	50	3300	PROFIE L	11	1	251	Deel 2/16: r, iw (witte kernen), ep, w, 'bloempot'.	ja, ker
189	2	KER	10	2647	PROFIE L	11	1	251	Deel 3/16: r,	ja, ker
189	3	KER	50	3000	PROFIE L	11	1	251	Deel 4/16: r, ep, iw (witte kernen), w,	ja, ker
189	4	KER	50	3600	PROFIE L	11	1	251	Deel 5/16: r, iw (witte kernen), w, ep	ja, ker
189	5	KER	50	2516	PROFIE L	11	1	251	Deel 6/16: r, iw (witte kernen), w, f	ja, ker
189	6	KER	50	3200	PROFIE L	11	1	251	Deel 7/16: r, iw (witte kernen), s2, modern blauw baksels	ja, ker
189	7	KER	50	2956	PROFIE L	11	1	251	Deel 8/16: r, iw (witte kernen), w, s2, ep?	ja, ker
189	8	KER	50	3700	PROFIE L	11	1	251	Deel 9/16: r, iw (witte kernen), w,	ja, ker
189	9	KER	30	3500	PROFIE L	11	1	251	Deel 10/16: iw (witte kernen), r,	ja, ker
189	10	KER	50	3200	PROFIE L	11	1	251	Deel 11/16: r, ep, iw (witte kernen), s2	ja, ker
189	11	KER	50	3700	PROFIE L	11	1	251	Deel 12/16: r, ep, s2, iw (witte kernen)	ja, ker
189	12	KER	20	3800	PROFIE L	11	1	251	Deel 13/16: r, iw (witte kernen), ep, s2	ja, ker
189	13	KER	50	2720	PROFIE L	11	1	251	Deel 14/16: r, iw (witte kernen), ep,	ja, ker
189	14	KER	40	4300	PROFIE L	11	1	251	Deel 15/16: r, iw (witte kernen), ep,	ja, ker
189	15	KER	25	3600	PROFIE L	11	1	251	Deel 16/16: r, iw (witte kernen), s2.	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
189	17	GLS	50	3100	PROFIE L	11	1	251	Deel 1/2: Fragmenten flessen (ook een complete fles), drinkglazen, flesjes. Zowel doorzichtig, groen, bruin, wit kleurig glas (oogt late-NT).	nee
189	18	GLS	60	2943	PROFIE L	11	1	251	Deel 2/2. Fragmenten flessen, drinkglazen, flesjes. Zowel doorzichtig, groen, blauw, wit kleurig glas (oogt late-NT).	nee
189	19	PYP	2	5	PROFIE L	11	1	251	steelfr. (1x met tekst E.S.Sparne / ROTTERDAM )	ja, ker
189	20	BKR	15	3100	PROFIE L	11	1	251	baksteen (nagenoeg compleet) dakpanfragment en, plavuisfragm.	nee
189	21	OXB	19	473	PROFIE L	11	1	251	groot zd	ja, dierlijk bot
189	22	KUN	1	2	PROFIE L	11	1	251	bloemmottief	nee
189	23	OXB	1	5	PROFIE L	11	1	251	Bewerkt bot: knoop.	ja, dierlijk bot
190	0	KER	17	865	PROFIE L	11	1	250	r, f, iw (gebroken witte kern)	ja, ker
190	1	ODS	1	9	PROFIE L	11	1	250		nee
190	2	OXB	6	13	PROFIE L	11	1	250	klein zd	ja, dierlijk bot
190	3	BKR	1	753	PROFIE L	11	1	250	machinale baksteen (geel)	nee
191	0	KER	2	201	AFWERK	11	1	339	r (kaarsenhouder)	ja, ker
192	0	MXX	1	20000	PROFIE L	11	1	250	emmer/ketel	nee
193	0	KER	2	13	COUPE	11	1	245	r, iw (witte kern)	ja, ker
193	1	OXB	1	30	COUPE	11	1	245	Bewerkt: handvat (gereedschap?)	ja, dierlijk bot

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
194	0	BKR	1	2251	AFWERK	11	2	333	machinale baksteen	nee
195	0	GLS	4	44	AFWERK	11	1	333	kleurloos (iets licht blauwgroen?) fles?	nee
195	1	BKR	2	90	AFWERK	11	1	333	mortelresten (hard, cement achtig)	nee
196	0	BKR	1	893	AFWERK	11	2	333	plavuis (oranje, geglazuurd)	nee
197	0	BKR	1	1912	AFWERK	11	2	333	machinale baksteen	nee
198	0	KER	1	55	MASVER	10	1	393	r	ja, ker
199	0	KER	1	20	MASVER	10	1	401	r (veel gebruikssporen, krassen)	ja, ker
200	0	KER	1	32	AFWERK	10	1	398	f	ja, ker
201	0	KER	1	17	COUPE	10	1	428	r?	ja, ker
202	0	PYP	1	10	HASCHA	10	1	429	ketel (geen merk, vrij vroege vorm).	ja, ker
203	0	KER	1	20	COUPE	10	2	443	r	ja, ker
204	0	KER	2	6	AFWERK	10	2	403	r	ja, ker
205	0	PYP	1	5	COUPE	10	1	434	steelfr. met radstempel	nee
206	0	BKR	1	1056	AFWERK	10	1	440	machinale baksteen (cementachtige mortel)	nee
207	0	BKR	2	1393	AFWERK	10	1	440	baksteen (machinaal?) zachtere kalkmortel.	nee
208	0		0	0	XXX	0	0	0		nee
209	0	KER	1	16	AFWERK	10	1	440	f	ja, ker
210	0	OPH	2	1400	COUPE	10	1	440	planken	nee
211	0	BKR	1	3900	AFWERK	10	1	440	(drie) bakstenen aan elkaar, machinaal.	nee
212	0	BKR	1	1950	AFWERK	10	1	440	dakpan, machinale baksteen	nee
212	1	KER	2	256	AFWERK	10	1	440	r, s2	ja, ker
213	0	KER	1	58	MASVER	10	2	435	r	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
214	0	PYP	1	10	COUPE	10	2	463	ketel (geen leesbaar merkteken)	ja, ker
214	1	BKR	1	221	COUPE	10	2	463	baksteen (machinaal?)	nee
215	0	BKR	1	347	COUPE	10	2	468	baksteen	nee
216	0	KER	1	41	AFWERK	10	1	481	r	ja, ker
216	1	GLS	1	1	AFWERK	10	1	481	vensterglas	nee
216	2	MXX	1	12	AFWERK	10	1	481	spijker	nee
217	0	KER	7	508	MASVER	17	1	525	w (bij elkaar horende scherven, zeef/vergiet)	ja, ker
217	1	OXB	1	56	MASVER	17	1	525	middel/groot zd	ja, dierlijk bot
218	0	GLS	1	220	MASVER	17	1	222	bodem groene fles	nee
218	1	KER	6	144	MASVER	17	1	222	r	ja, ker
219	0	KER	1	18	MASVER	17	1	222	m	ja, ker
220	0	KER	1	583	MASVER	17	1	524	r	ja, ker
221	0	BKR	3	290	MASVER	17	1	222	dakpan, baksteen	nee
221	1	KER	1	9	MASVER	17	1	222	iw (creme-kern)	ja, ker
222	0	BKR	1	754	MASVER	17	1	525	dakpan (oranje)	nee
222	1	GLS	1	213	MASVER	17	1	525	dik vensterglas (kleurloos, iets mat)	nee
223	0	BKR	1	332	AFWERK	10	1	515	baksteen, machinaal?	nee
224	0	MXX	1	7800	COUPE	17	1	222	emmer/ketel	nee
225	0	KER	3	171	AFWERK	17	1	222	r, iw (gebroken witte kern)	ja, ker
225	1	OXB	2	35	AFWERK	17	1	222	middel/groot zd	ja, dierlijk bot
226	0	KER	6	87	AFWERK	17	1	222	f/iw (creme-kern), rbak	ja, ker
226	1	GLS	1	15	AFWERK	17	1	222	groen,	nee
227	0	GLS	2	174	AFWERK	17	1	222	bodem groene fles	nee
227	1	KER	1	14	AFWERK	17	1	222	f	ja, ker
227	2	OXB	3	148	AFWERK	17	1	222	middel/groot zd	ja, dierlijk bot
228	0	KER	8	500	AFWERK	17	1	222	s2, f, iw (witte kern)	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
228	1	GLS	2	284	AFWERK	17	1	222	groen, bodem fles	nee
229	0	KER	4	137	AFWERK	17	1	222	s2, iw (creme- kern), r	ja, ker
229	1	BKR	1	1442	AFWERK	17	1	222	plavuis (oranje)	nee
229	2	GLS	1	10	AFWERK	17	1	222	groene fles	nee
230	0	KER	3	44	AFWERK	17	1	222	iw	ja, ker
230	1	OXB	1	7	AFWERK	17	1	222	zd?	ja, dierlijk bot
231	0	KER	1	129	AFWERK	17	1	222	indet: creme- kleur, ruwwandig, zandmagering	ja, ker
232	0	OXB	1	57	AFWERK	17	1	222	middel/groot zd	ja, dierlijk bot
233	0	KER	51	2419	AFWERK	17	1	222	r, f, iw (creme- kern)	ja, ker
233	1	PYP	1	3	AFWERK	17	1	222	steelfr.	nee
233	2	OXB	2	89	AFWERK	17	1	222	groot zd	ja, dierlijk bot
233	3	GLS	37	1559	AFWERK	17	1	222	hals en bodemfragm. groene flessen.	nee
233	4	BKR	2	514	AFWERK	17	1	222	baksteen (machinaal?)	nee
234	0	KER	8	237	AFWERK	17	1	222	r, f	ja, ker
234	1	BKR	1	8	AFWERK	17	1	222	mortelresten (zandige kalk)	nee
234	2	GLS	1	365	AFWERK	17	1	222	bodem, groene fles	nee
234	3	OXB	1	351	AFWERK	17	1	222	groot zd	ja, dierlijk bot
235	0	KER	8	98	AFWERK	17	1	222	r, f	ja, ker
235	1	GLS	7	425	AFWERK	17	1	222	bodem groene fles, voet (kleurloos) drinkglas (wijn?)	nee
236	0	KER	1	8	AFWERK	17	1	222	iw (creme-kern)	ja, ker
237	0	MXX	1	8	DETECT	17	1	222	klein brons(legering) kokertje rondom een pen oid	nee
238	0	KER	2	165	AFWERK	17	1	222	r	ja, ker
238	1	BKR	1	227	AFWERK	17	1	222	plavuis (geglazuurd)	nee



vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
239	0	KER	2	83	AFWERK	17	1	222	r, f	ja, ker
239	1	OXB	1	66	AFWERK	17	1	222	kies, paard	ja, dierlijk bot
239	2	GLS	1	167	AFWERK	17	1	222	bodemfragment fles groen	nee
240	0	KER	3	55	AFWERK	17	1	222	iw (creme-kern), r	ja, ker
240	1	GLS	1	44	AFWERK	17	1	222	fles, groen, wand	nee
241	0	KER	1	13	AFWERK	17	1	222	iw (creme-kern)	ja, ker
241	1	BKR	1	250	AFWERK	17	1	222	dakpan (oranje)	nee
242	0	GLS	1	286	AFWERK	17	1	222	bodemfragm. fles, groen	nee
243	0	MXX	1	139	DETECT	17	1	222	beitel of deurscharnier	nee
244	0	KER	3	128	AFWERK	17	1	222	f, r	ja, ker
244	1	SXX	1	2262	AFWERK	17	1	222	kwarsitsch zandsteen, gebroken, niet intentioneel?	nee
244	2	GLS	1	90	AFWERK	17	1	222	bodem groene fles	nee
245	0	KER	1	20	AFWERK	17	1	222	f	ja, ker
246	0	KER	1	38	AFWERK	17	1	222	r	ja, ker
246	1	GLS	1	116	AFWERK	17	1	222	bodem groen fles	nee
247	0	SXX	1	54	AFWERK	17	1	222	tegel, bruin met zwarte vlammen, oogt niet heel oud, hele strakke randen	nee
248	0	KER	1	147	AFWERK	17	1	222	r	ja, ker
249	0	MFE	1	2858	DETECT	17	1	222		nee
250	0	KER	4	52	AFWERK	17	1	222	iw (witte kern)	ja, ker
251	0	PYP	1	2	AFWERK	17	1	222	steelfr.	nee
252	0	MFE	2	3300	MASVER	14	1	999	muurijzers	nee
253	0	KER	51	2234	MASVER	14	1	551	r, s2, w, iw (geel/witte kern), m/f	ja, ker
253	1	MXX	1	17	MASVER	14	1	551	ovaal plaatje (slechte kwaliteit)	nee
253	2	ODS	1	8	MASVER	14	1	551	oester, verbrand?	nee

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
253	3	GLS	9	220	MASVER	14	1	551	fles bodem (groen), verder blauw (helder) en groen (helder).	nee
253	4	PYP	1	3	MASVER	14	1	551	steelfr.	nee
253	5	BKR	6	2594	MASVER	14	1	551	baksteen (compleet geeltje), oranje dakpanfragment en (één compleet)	nee
254	0	KER	8	1307	STORT	14	1	999	r, iw (witte kernen), fragment beeldje (menselijk been)	nee
254	1	PYP	2	32	STORT	14	1	999	2x ketel met hielmerken	nee
254	2	GLS	1	118	STORT	14	1	999	voet van kleurloos glas, schaaltje/drinkgl as? versierd, machinaal?	nee
255	0	MFE	1	19300	MASVER	14	1	551	kist (met gereedschap)	nee
256	0	KER	24	2082	MASVER	14	1	569	iw (witte kern), r, s2	ja, ker
256	1	GLS	7	289	MASVER	14	1	569	drinkglasfragm. (helder, wit- matglas) flesfra gm., buis- fles/vaas/ampul?	nee
256	2	BKR	1	68	MASVER	14	1	569	dakpan	nee
257	0	KER	1	8	COUPE	14	1	563	r	ja, ker
258	0	KER	34	1392	MASVER	14	1	999	r, w, iw (witte kernen), f	nee
258	1	GLS	5	983	MASVER	14	1	999	fles groen (bijna compleet), bodem groene fles, vensterglas (wit geverfd?)	nee
259	0	KER	1	6	COUPE	14	1	583	r	ja, ker
260	0	MFE	3	1900	COUPE	14	1	576	ijzeren hoepel (tonput)	nee
261	0	BKR	1	2231	COUPE	14	1	576	machinale baksteen	nee
262	0	KER	1	4	COUPE	14	1	576	iw	ja, ker
263	0	BKR	1	1491	AFWERK	14	1	575	baksteen (machinaal?)	nee

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
264		ODL	1	15	AFWERK	14	1	573	halsbandfragme nt met metalen drukknop (en haarresten van de hond)	nee
265	0	OXB	250	535	AFWERK	14	1	573	Hond (middel grootte)	ja, dierlijk bot
265	1	BKR	1	26	AFWERK	14	1	573	mortel? verkit zand?	nee
265	2	MXX	1	29	AFWERK	14	1	573	gesp, sterk verroest/aangek oekt	nee
266	0	KER	2	6	AFWERK	14	1	570	r	ja, ker
266	1	OXB	3	2	AFWERK	14	1	570	knaagdier?	ja, dierlijk bot
267	0	PYP	1	12	COUPE	14	1	594	ketelfragm. incl. hielmerk en zijmerk	ja, ker
268	0	OXB	36	5000	AFWERK	14	1	587	Deel 1/3: paard (o.a. deel schedel)	ja, dierlijk bot
268	1	OXB	40	1312	AFWERK	14	1	587	Deel 2/3: paard	ja, dierlijk bot
268	2	OXB	90	2044	AFWERK	14	1	587	Deel 3/3: paard	ja, dierlijk bot
269	0	KER	2	19	AFWERK	14	1	587	r	ja, ker
269	1	ODS	1	2	AFWERK	14	1	587	mossel	nee
270	0	OXB	225	536	AFWERK	14	1	614	hond (dierbegraving)	ja, dierlijk bot
271	0	KER	2	23	AFWERK	14	1	618	f, r	ja, ker
271	1	PYP	1	5	AFWERK	14	1	618	steelfr.	nee
272	0	PYP	1	10	AFWERK	14	1	614	ketelfragm., onleesbaar hielmerk	ja, ker
273	0	BKR	4	2451	COUPE	14	1	574	dakpan (oranje en grijs), plavuis (oranje, geglazuurd)	nee
273	1	OXB	1	19	COUPE	14	1	574	middel/groot zd	ja, dierlijk bot
273	2	KER	12	913	COUPE	14	1	574	r, f	ja, ker
273	3	MXX	3	115	COUPE	14	1	574	spijkers	nee
274	0	KER	9	167	PROFIE L	14	101	551	rbak, ep, f	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
274	1	BKR	1	103	PROFIE L	14	101	551	tegel, met bloemmotief (blauw, groen, geel)	nee
274	2	GLS	2	32	PROFIE L	14	101	551	vensterglas, flesfragm.	nee
275	0	KER	3	37	AFWERK	14	1	374	r	ja, ker
275	1	OXB	3	32	AFWERK	14	1	374	middel/groot zd	ja, dierlijk bot
275	2	GLS	1	4	AFWERK	14	1	374	vensterglas	nee
275	3	MXX	1	31	AFWERK	14	1	374	nagel/spijker, sterk verroest	nee
276	0	KER	17	421	HASCHA	14	1	2100	iw (witte kern), stg (o.a. fragm mineraalwaterkr uik), wbak	ja, ker
276	1	OXB	4	104	HASCHA	14	1	2100	groot zd	ja, dierlijk bot
276	2	GLS	3	124	HASCHA	14	1	2100	flessenhals groen, vensterglas	nee
276	3	PYP	1	11	HASCHA	14	1	2100	ketelfragm. zijmerken en hielmerk (gekroonde 12)	ja, ker
276	4	BKR	4	1381	HASCHA	14	1	2100	plavuis/tegelfrag m.	nee
276	5	SXX	4	50	HASCHA	14	1	2100	leiste (dakbedekking?) , vuursteen (onbewerkt)	nee
277	0	KER	18	273	HASCHA	14	1	551	fai, stg, rbak	ja, ker
277	1	GLS	9	118	HASCHA	14	1	551	kraal (zwart met witte lijnen) en vensterglas.	nee
277	2	BKR	4	1309	HASCHA	14	1	551	machinale baksteen, tegelfragm. met blauwe opdruk (waaronder geitachtige).	nee
277	3	OXB	2	59	HASCHA	14	1	551	klein zd	ja, dierlijk bot
278	0	KER	1	124	MASVER	14	1	640	rbak	ja, ker
279	0	KER	1	1	MASVER	14	1	654	iw (creme-kern)	ja, ker
280	0	KER	2	54	MASVER	14	1	2001	rbak? (creme kleurige kern)	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
281	0	BKR	2	1036	AFWERK	14	1	659	machinale bakstenen	nee
282	0	KER	1	11	COUPE	14	1	633	iw (creme-kern)	ja, ker
283	0	KER	1	2	COUPE	14	1	636	iw	ja, ker
284	0	KER	4	30	COUPE	14	1	639	rbak, f	ja, ker
284	1	GLS	2	10	COUPE	14	1	639	drinkglasfragm. (waarvan één gegraveerd).	nee
284	2	MXX	1	88	COUPE	14	1	639	grote spijker	nee
285	0	KER	1	40	COUPE	14	1	658	rbak	ja, ker
286	0	PYP	1	10	COUPE	14	1	676	ketel (geen leesbaar merkteken)	ja, ker
286	1	BKR	1	483	COUPE	14	1	676	gesinterd en vervormd baksteenfragme nt.	nee
286	2	BKR	1	508	COUPE	14	1	676	baksteen (machinaal?)	nee
286	3	MXX	1	24	COUPE	14	1	676	spijker	nee
287	0	KER	3	24	MASVER	14	1	666	w	ja, ker
288	0	KER	1	9	AFWERK	14	1	669	rbak	ja, ker
289	0	KER	1	3	COUPE	14	1	664	ep	ja, ker
290	0	KER	1	5	COUPE	14	1	663	iw (creme-kern)	ja, ker
291	0	KER	1	9	COUPE	11	1	291	rbak	ja, ker
291	1	PYP	1	2	COUPE	11	1	291	steelfr.	nee
291	2	OXB	2	29	COUPE	11	1	291	klein zd	ja, dierlijk bot
292	0	BKR	7	1671	AFWERK	14	1	661	machinale baksteenfragme nten, dakpanfragm.	nee
293	0	OXB	42	143	COUPE	14	1	677	kleine hond	ja, dierlijk bot
294	0	KER	1	4	AFWERK	14	1	676	iw (creme-kern)/f	ja, ker
294	1	PYP	2	8	AFWERK	14	1	676	steelfr.	nee
294	2	BKR	1	779	AFWERK	14	1	676	machinale baksteen	nee
294	3	OXB	2	146	AFWERK	14	1	676	m zd	ja, dierlijk bot
295	0	KER	1	80	AFWERK	14	1	676	rbak	ja, ker
296	0	KER	2	10	COUPE	14	1	710	iw (creme- kern)/f, rbak	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
296	1	BKR	1	32	COUPE	14	1	710	tegelfragm, met blauwe opdruk	nee
297	0	BKR	1	1093	AFWERK	14	1	688	machinale baksteen	nee
298	0	BKR	1	1137	AFWERK	14	1	689	machinale baksteen (cementachtige mortel)	nee
299	0	OXB	6	402	HASCHA	14	1	74	groot zd	ja, dierlijk bot
300	0	BKR	1	1230	AFWERK	14	1	690	machinale baksteen (cementachtige mortel)	nee
301	0	BKR	1	1204	AFWERK	14	1	690	machinale baksteen (cementachtige mortel)	nee
302	0	BKR	1	3200	AFWERK	14	1	690	plavuis (grijs)	nee
303	0	BKR	1	1545	AFWERK	14	1	690	machinale baksteen (cementachtige mortel)	nee
304	0	KER	1	21	AFWERK	14	1	693	rbak	ja, ker
305	0	BKR	1	618	AFWERK	14	1	687	baksteen (machinaal?)	nee
306	0	BKR	1	2243	AFWERK	14	1	692	machinale baksteen	nee
307	0	BKR	1	2336	AFWERK	14	1	692	machinale baksteen, modern? (cementachtige mortel)	nee
308	0	BKR	2	2165	AFWERK	14	1	665	machinale bakstenen	nee
309	0	BKR	2	3800	AFWERK	14	1	692	machinale bakstenen	nee
310	0	KER	1	2	COUPE	14	1	713	snipper iw (creme-kern)	ja, ker
311	0	KER	10	148	HASCHA	14	1	711	s2, r, w, f, iw (creme-kern), ep	ja, ker
311	1	ODS	5	80	HASCHA	14	1	711	schelp, oester, wolk	nee
311	2	OXB	4	31	HASCHA	14	1	711	klein zd	ja, dierlijk bot
311	3	PYP	1	11	HASCHA	14	1	711	ketelfragm. met hiel- (gekroonde 12) en zijmerk	ja, ker

vondst	subnr.	mate- riaal	aan- tal	gewicht (g)	verza- melwijze	put	vlak	spoor	opmerkingen vondstzak	spec. onder- zoek
311	4	GLS	1	19	HASCHA	14	1	711	bodemfragm. kleurloos matglas	nee
312	0	KER	23	714	COUPE	14	1	551	r, iw (witte kern), f, ep.	ja, ker
312	1	GLS	10	61	COUPE	14	1	551	kralen, vensterglas	nee
312	2	OXB	10	123	COUPE	14	1	551	mix: klein zd, groot zd, vogel/	ja, dierlijk bot
312	3	ODS	2	12	COUPE	14	1	551	oester	nee
313	0	KER	1	3	AFWERK	14	1	660	iw (witte kern)	ja, ker
313	1	OXB	2	18	AFWERK	14	1	660	klein zd	ja, dierlijk bot
314	0	BKR	1	3500	AFWERK	14	1	690	plavuis (grijs)	nee
315	0	KER	3	145	COUPE	14	1	689	p, w, iw (witte kern)	ja, ker
315	1	OXB	1	17	COUPE	14	1	689	klein/middel zd	ja, dierlijk bot
316	0	BKR	2	3000	COUPE	14	1	689	machinale bakstenen	nee
317	0	BKR	1	1734	COUPE	14	1	689	dikke plavuis/drempel/ baksteen?	nee
317	1	SXX	1	3000	COUPE	14	1	689	bouwmateriaal: dorpel, drempel of plavuis- achtig.	nee
318	0	BKR	1	13800	AFWERK	14	1	689	grote plavuis, oranje	nee
319	0	MXX	1	980	COUPE	14	1	666	ijzeren blik	nee
319	1	OXB	1	7	COUPE	14	1	666	hoektand varken	ja, dierlijk bot
320	0	BKR	1	1188	COUPE	14	1	666	baksteen (machinaal?)	nee
321	0	BKR	1	2893	COUPE	14	1	666	baksteen (een kleine en grote op elkaar, machinaal?)	nee
322	0	BKR	1	1002	COUPE	14	1	666	machinale baksteen (half)	nee

## Bijlage 6. Monsterlijst

monster-nr.	spoor	vulling	spoor aard	monster-soort	context	dateerbare vondsten uit spoor	indicatie spoordatering o.b.v. vondsten	humeusiteit	houtschool (1-3: weinig tot veel)	selectie voor waardering	beoogd onderzoek	selectie voor analyse
1	12	0	grondverbetering	monster algemeen	palenrij langs oostzijde Tussenwijkstraat	ker (r, iw-c/w, w), bkr, gls	1800-1950	zwak	2	-	-	ntb
2	2	0	grondverbetering	monster algemeen	(oost-west georiënteerde) plantbedden	ker (r, w, ep, f, iw-c), bkr, gls, pyp	1700-1950	zwak	0	ja	macrobotanie	ntb
3	61	0	grondverbetering	monster algemeen	(oost-west georiënteerde) plantbedden (ouder dan S2)	ker (r), bkr	1700-1900	zwak	1	ja	macrobotanie	ntb
4	2	0	grondverbetering	monster algemeen	(oost-west georiënteerde) plantbedden	ker (r, w, ep, f, iw-c), bkr, gls, pyp	1700-1950	zwak	0	-	-	ntb
5	65	0	paalspoor	monster algemeen	palenrij langs oostzijde Tussenwijkstraat	-	-	zwak	0	-	-	ntb
6	135	0	paalspoor	monster algemeen	bijgebouw (ten westen van Tussenwijkstraat)	-	-	-	1	ja	<sup>14</sup> C-datering	ntb
7	120	0	paalspoor	monster algemeen	bijgebouw (ten westen van Tussenwijkstraat), de centrale paal	-	-	-	1	ja	macrobotanie/ <sup>14</sup> C-datering	ntb
8	139	0	grondverbetering	monster algemeen	noord-zuid georiënteerde groep (noordwesten plangebied)	ker (iw-c)	1750-1800	-	1	ja	macrobotanie	ntb
9	140	0	grondverbetering	monster algemeen	noord-zuid georiënteerde	ker (r)	1500-1900	-	1	-	-	ntb



monster-nr.	spoor	vulling	spoor aard	monster-soort	context	dateerbare vondsten uit spoor	indicatie spoordatering o.b.v. vondsten	humeusiteit	houtschool (1-3: weinig tot veel)	selectie voor waardering	beoogd onderzoek	selectie voor analyse
					plantbedden (noordwesten plangebied)							
10	147	1	grondverbetering	monster algemeen	oost-west georiënteerde plantbed (noordwesten plangebied)	-	-	-	0	-	-	ntb
11	99	0	grondverbetering	monster algemeen	oost-west georiënteerde plantbedden (westen plangebied)	-	-	zwak	1	ja	macrobotanie	ntb
12	151	0	grondverbetering	monster algemeen	noordoost-zuidwest georiënteerde plantbedden (noordwesthoek plangebied)	-	-	zwak	1	-	-	ntb
13	154	1	kuil	monster algemeen	losse kuil (westen plangebied)	ker (r, bloempot), pyp, bkr (o.a. machinaal bs)	1850-1950	matig	0	-	-	ntb
14	166	0	kuil	monster algemeen	mogelijk paalkuil; mogelijk verband met hekwerk of (bij)gebouw (ten westen van Tussenwijckweg, t.h.v. S155, bezinkput).	ker (r), bkr (o.a. machinaal bs), gls	1850-1950	matig-sterk	0	ja	macrobotanie	ntb
15	100	4	sloot	monster algemeen	oost-west georiënteerde sloot (ten westen van Tussenwijckweg)	ker (r, iw (c/w), s2, f, w), bkr, pyp, gls	1800-1950	-	0	-	-	ntb
16	197	3	put	monster algemeen	tonput (noordwesten plangebied)	ker (r, bloempot, w, iw-c), bkr	1750-1900	matig	0	ja (1 preparaat)	palynologie	ntb

monster-nr.	spoor	vulling	spoor aard	monster-soort	context	dateerbare vondsten uit spoor	indicatie spoordatering o.b.v. vondsten	humeusiteit	houtschool (1-3: weinig tot veel)	selectie voor waarder ing	beoogd onderzoek	selectie voor analyse
17	157	2	put	monster algemeen	tonput (noordwesten plangebied)	ker (w)	1500-1950	matig	0	ja (1 preparaat)	paly-nologie	ntb
18	176	0	kuil	monster algemeen	in/naast palenrijen, hekwerk/bijgebouw (noordoosten plangebied)	ker (r, s2), pyp	1650-1900	matig	2	ja	macro-botanie	ntb
19	222	6	sloot	hout	beschoeiing? oost-west georiënteerde sloot	ker (r, iw-c/w, f, ep, w, m), bkr (o.a. machinale bs), gls, pyp	1800-1950	-	0	-	-	ntb
20	222	8, 9	sloot	pollen-monster	NO/ZW-georiënteerde sloot (zuiden plangebied)	ker (r, iw-c/w, f, ep, w, m), bkr (o.a. machinale bs), gls, pyp	1800-1950	zwak	0	ja (3 preparaten)	paly-nologie	ntb
21	271	0	kuil	monster algemeen	kuil in verlengde van greppel S385 met bakstenen afvoerputje S270 (noorden plangebied, ten zuiden van de sloot S250)	ker (iw-w)	1850-1950	matig	1	ja	macro-botanie	ntb
22	270	0	put	monster algemeen	afvoerputje (noorden plangebied, ten zuiden van de sloot S250)	bkr (machinale bs)	1850-1950	zwak	1	-	-	ntb
23	283	0	paalspoor	monster algemeen	kuil ter hoogte van palenrijen (noorden plangebied, ten zuiden van de sloot S250)	-		zwak	0	-	-	ntb
24	304	0	paalspoor	monster algemeen	palenrij parallel aan en direct ten zuiden van sloot S250 (hekwerk/bijgebouw)	-		zwak	0	-	-	ntb

monster-nr.	spoor	vulling	spoor aard	monster-soort	context	dateerbare vondsten uit spoor	indicatie spoordatering o.b.v. vondsten	humeusiteit	houtschool (1-3: weinig tot veel)	selectie voor waarder ing	beoogd onderzoek	selectie voor analyse
25	339	0	grond-verbetering	monster algemeen	oost-westgeoriënteerde plantbedden (oosten plangebied)	ker (r: kaarsenhouder)	1700-1900	zwak	1	ja	macro-botanie	ntb
26	324	0	paalspoor	monster algemeen	hekwerk/bijgebouw noordoosten plangebied	pyp	1700-1900	zwak	1	-	-	ntb
27	250	6	sloot	pollen-monster	oost-west georiënteerde sloot (ten oosten van Tussenwijkstraat)	ker (r, iw-c/w, w, f), pyp, bkr (o.a. machinale bs)	1800-1950	zwak	0	ja (2 preparaten)	paly-nologie	ntb
28	362	0	grond-verbetering	monster algemeen	noord-zuid georiënteerde plantbedden (oosten plangebied)	-	-	-	0	-	-	ntb
29	330	4	paalspoor	hout	hekwerk/bijgebouw direct ten zuiden van sloot S250 (oosten plangebied)	-	-	-	0	-	-	ntb
30	421	0	paalspoor	monster algemeen	solitaire paal	-	-	zwak	0	-	-	ntb
31	440	8	put	pollen-monster	bakstenen waterput	bkr (machinale bs)	1850-1950	matig	0	ja (1 preparaat)	paly-nologie	ntb
32	440	6	put	pollen-monster	bakstenen waterput	bkr (machinale bs)	1850-1950	matig	0	-	-	ntb
33	453	0	paalspoor	monster algemeen	hekwerk/bijgebouw (centrale deel plangebied, ten oosten van de Tussenwijkstraat)	-	-	matig	0	-	-	ntb
34	460	0	paalspoor	monster algemeen	palenrij langs oostzijde Tussenwijkstraat	-	-	zwak	0	-	-	ntb
35	471	1	paalspoor	monster algemeen	raster voor opgaand gewas	-	-	zwak	0	ja	macro-botanie	ntb

monster-nr.	spoor	vulling	spoor aard	monster-soort	context	dateerbare vondsten uit spoor	indicatie spoordatering o.b.v. vondsten	humeusiteit	houtskool (1-3: weinig tot veel)	selectie voor waarderding	beoogd onderzoek	selectie voor analyse
36	531	0	paalspoor	monster algemeen	raster voor opgaand gewas	-	-	-	0	-	-	ntb
37	554	0	paalspoor	monster algemeen	hekwerk/bijgebouw noordoosten plangebied	-	-	zwak	1	ja	<sup>14</sup> C-datering	ntb
38	576	5	put	monster algemeen	tonput (noordoosten plangebied)	bkr (machinale bs)	1850-1950	-	0	-	-	ntb
39	576	5	put	monster algemeen	tonput (noordoosten plangebied)	bkr (machinale bs)	1850-1950	zwak	0	ja (1 preparaat)	paly-nologie	ntb
40	588	0	paalspoor	monster algemeen	(bij)gebouw (noorden plangebied, ten oosten van de Tussenwijkstraat)	-	-	zwak	1	ja	<sup>14</sup> C-datering	ntb
41	574	3	kuil	pollen-monster	mogelijke put (direct ten noorden van sloot S250, noordoosten plangebied)	ker (r, f), bkr	1650-1950	zwak	0	-	-	ntb

## Bijlage 7. Begroting

Omdat deze bijlage financiële informatie bevat wordt deze alleen ter beschikking gesteld aan de opdrachtgever.

### **NB (!)**

- Na oplevering van het evaluatierapport met alleen 'Advies deel 1' is de begroting nog in concept, omdat de posten 'analyse monsters' en 'overige verrekenprijzen' nog moeten worden vastgesteld. De nog aan te passen cellen zijn geel gemarkeerd.
- Na oplevering van de eindversie van het evaluatierapport (incl. 'Advies deel 1 én 2;') en na goedkeuring van het document door de bevoegde overheid, zal de begroting definitief worden opgesteld en ter accordering aan de opdrachtgever worden voorgelegd.



**ONDERWERP**  
Adviesmemo Waarde-Archeologie HKwB transformatorstation

**ONZE REFERENTIE**  
D10039065:38

**DATUM**  
5 oktober 2021

**VAN**  
Wanda Zijl

## Inleiding

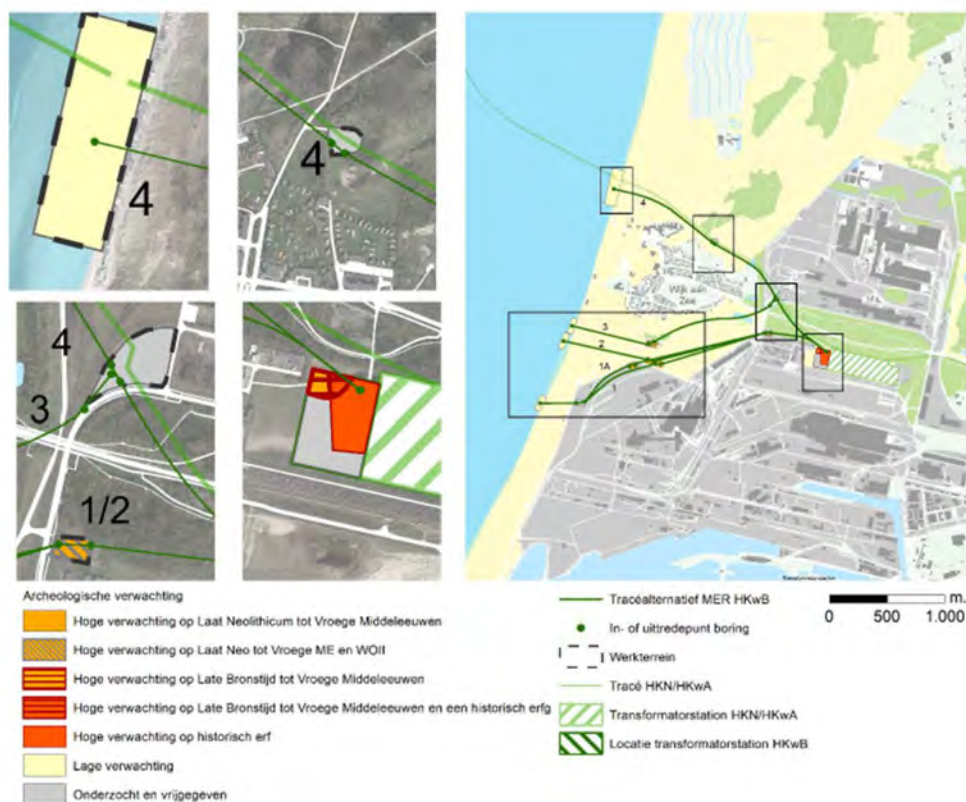
Dit adviesmemo gaat in op de invloed van onderstaande archeologische onderzoeken op de dubbelbestemmingen Waarde - Archeologie die binnen het onderzoeksgebied HKwB transformatorstation aanwezig zijn.

Aanleiding hiervoor vormt het voornemen om het onderzoeksgebied te ontwikkelen voor een transformatorstation. De bodem zal worden verstoord door het aanleggen van gebouwen en het ingraven van funderingspoeren voor masten, en door het aanleggen van een werkterrein ten behoeve van de bouw.

## Doorlopen proces

### Bureauonderzoek

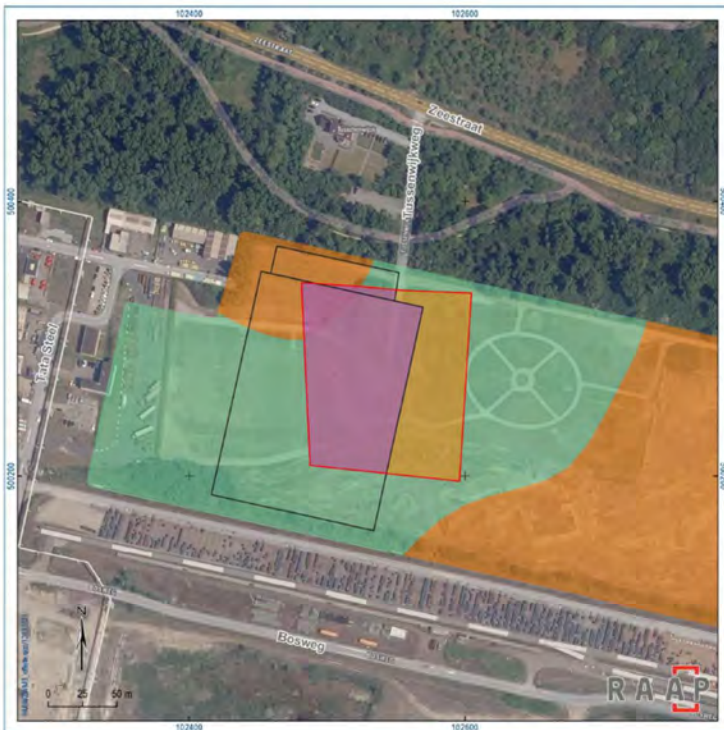
Op basis van een bureauonderzoek, dat is uitgevoerd voor het gehele plangebied, werd aan het huidige onderzoeksgebied een hoge verwachting voor archeologische resten toegekend, op basis van het voorkomen van een historisch erf op deze locatie (Van der Heijden, 2018 en Mol, 2019). Er is destijds geadviseerd om deze verwachting te toetsen door middel van een proefsleuvenonderzoek en dit advies is overgenomen door het bevoegd gezag (gemeente Beverwijk).



Figuur 1 Archeologische verwachting naar aanleiding van het bureauonderzoek.

### Booronderzoek

In het gehele plangebied is vervolgens ook een verkennend en deels karterend booronderzoek uitgevoerd (Coppens, 2018). In het huidige onderzoeksgebied (dat in het rapport van Coppens valt onder “deelgebied 8 Transformatorstation Tata Steel”) is slechts een beperkt aantal boringen gezet, vanwege de ontoegankelijkheid van een deel van het terrein. Uit de boringen die wel konden worden gezet (alleen in het westelijke deel van het huidige onderzoeksgebied) is gebleken dat de verwachting voor het historisch erf kan worden gehandhaafd. Ook is gebleken dat in het noordwesten van het onderzoeksgebied in de diepere ondergrond (ca. 3,8 - 4,0 m +NAP; ca. 4 tot 4,5 m -Mv) huneuze lagen zijn waargenomen, waarin resten vanaf de Late Bronstijd kunnen voorkomen. De geplande ingrepen reiken echter niet tot in deze laag; daarom richt het hierop volgende proefsleuvenonderzoek zich uitsluitend op het gebied waarbinnen het historisch erf wordt verwacht (zie figuur 2).



Figuur 2. Het onderzoeksgebied (paars) is het snijvlak tussen de grens van de toekomstige ingrepen (zwart omlijnd) en de vermoedelijke grens van het historisch erf (rood omlijnd). De groene delen in de ondergrond zijn vrijgegeven op basis van het booronderzoek (zie Coppens, 2018).



Figuur 3 Ligging onderzoeksgebied booronderzoek Antea (Locatie 5, rood omrand) ten opzichte van het onderzoeksgebied HKwB transformatorstation.

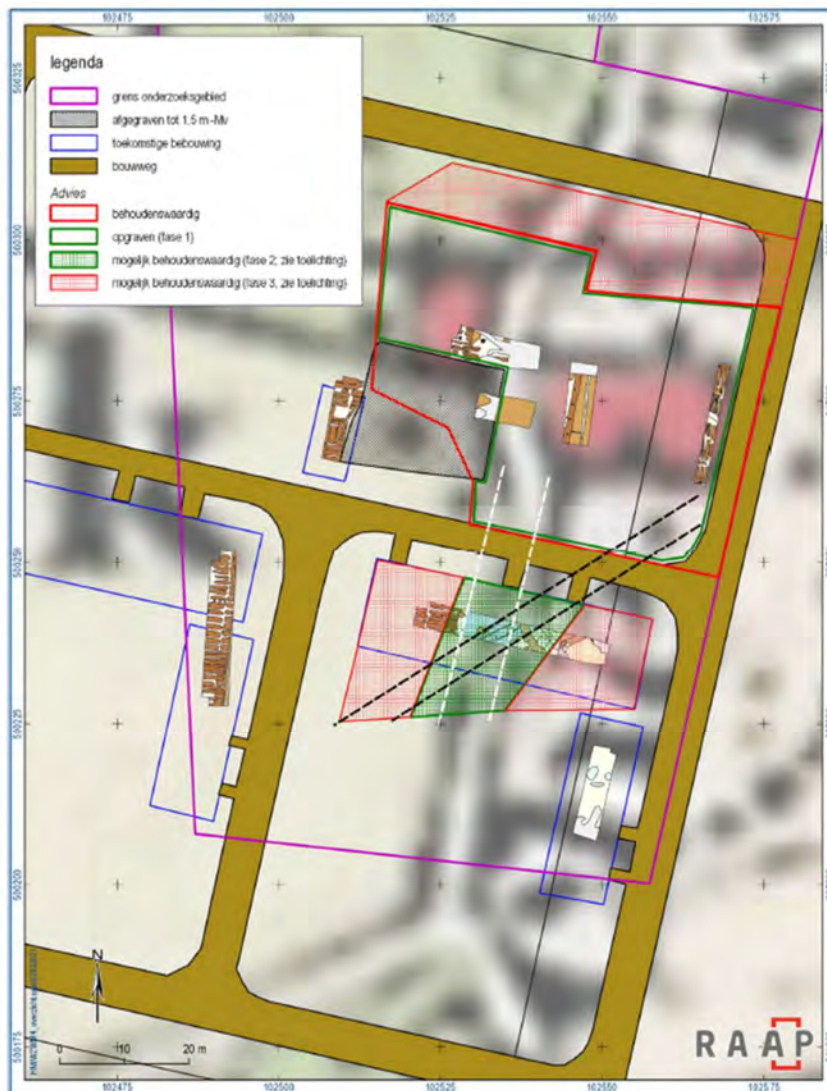
Tijdens het onderzoek net ten noorden van het onderzoeksgebied HKwB transformatorstation is in 2020 door Antea een verkennend booronderzoek uitgevoerd (Figuur 3). Ook bij dit onderzoek is vanaf 4,5 m- Mv (circa 3,85 m +NAP) een veenlaag aangetroffen, waarin resten vanaf de Late Bronstijd kunnen voorkomen (Fens, Fleuren en van Dasselaar, 2021).

### Proefsleuvenonderzoek

Omdat het booronderzoek maar ten dele binnen het onderzoeksgebied heeft plaatsgevonden, en de vraagstelling voor deze boringen niet was gericht op het karteren/waarderen van een historisch erf, is de verwachting voor deze vindplaats nog steeds met name gebaseerd op het bureauonderzoek. Dat onderzoek geeft geen inzicht in de precieze aard en waarde van deze vindplaats. Het proefsleuvenonderzoek dient om vast te stellen of het gaat om een behoudenswaardige vindplaats.

Het proefsleuvenonderzoek heeft in februari 2021 plaatsgevonden. Voor dit onderzoek werd een Programma van Eisen (PvE) opgesteld (Molthof, 2021a). Uit de resultaten van het onderzoek bleek dat in de ondergrond behoudenswaardige resten aanwezig waren. Op basis hiervan is een adviesdocument geschreven, waarin werd geadviseerd tot vervolgonderzoek voor bepaalde delen van het onderzoeksgebied (Molthof, 2021b) (Figuur 4). Omdat het niet mogelijk is gebleken om de behoudenswaardige vindplaats duurzaam in de ondergrond te behouden, is door de bevoegde overheid besloten dat de aanwezige archeologische resten opgegraven moesten worden.





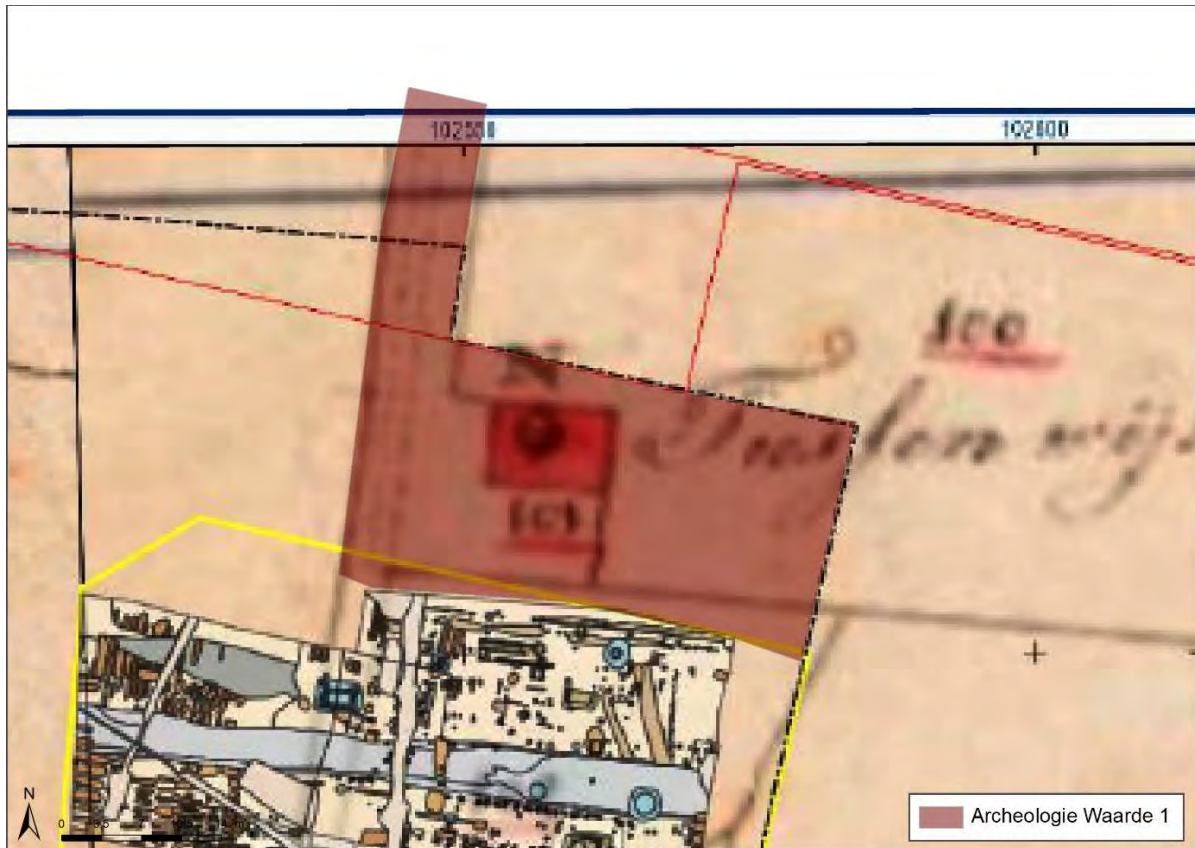
Figuur 4 Advies vervolgonderzoek naar aanleiding van de proefsleuven.

#### Opgraving

De opgraving heeft tussen 25 mei en 14 juni 2021 plaatsgevonden. Voor dit onderzoek is een apart PvE opgesteld (Molthof, 2021c). De eerste resultaten zijn beschreven in het evaluatie- en selectierapport (Mol, 2021).

## Voorlopige resultaten opgraving

In het onderzoeksgebied werden resten verwacht van het historische erf 'Tusschenwijck'. Het erf staat al op historisch kaartmateriaal uit 1720 afgebeeld. Dankzij het opnieuw georefereren (door de verkregen nieuwe informatie uit de opgraving) van de historische kaarten werd duidelijk dat de kern van dit historische erf niet in, maar direct ten noorden van het onderzoeksgebied verwacht moet worden (Figuur 5).



Figuur 5 Allesporenkaart op de Kadastrale Minuutplan (bron: beeldbank.cultureelerfgoed.nl).

Als we de onderzoeksresultaten (sporen, structuren en vondsten) afspiegelen tegen de historische kaarten wordt duidelijk dat we sporen van infrastructuur (voormalige Tusschenwijckweg) en perceelsgrenzen (greppels en sloten) uit de 19<sup>e</sup>/20<sup>e</sup> eeuw aangetroffen hebben. Daarnaast zijn met name met sporen van landgebruik aangetroffen, getuige de grondverbeteringsspooren, palenrijen van hekwerken en bijvoorbeeld de structuur voor opgaande gewassen. Deze sporen zijn het resultaat van het verbouwen van gewassen op de (landbouw)percelen ten zuiden en zuidwesten van het historische erf.

De resten die tot een nederzittingscomplex gerekend kunnen worden, waaronder de bakstenen structuren en erfgerelateerde sporen (o.a. putten, kuilen, hekwerken) in werkput 14, zijn waarschijnlijk afkomstig van het (bij)gebouw op 'perceel 102' op de kaart van 1890, ten zuiden van het hoofdgebouw (en diens perceel 101). Sporen van het hoofdgebouw zelf en/of diens erf zijn waarschijnlijk niet aangesneden. Evenmin zijn duidelijke sporen uit de 18<sup>e</sup> eeuw aangetroffen (sporen met 18<sup>e</sup>-eeuws materiaal kunnen evengoed jonger zijn, wanneer het oudere vondstmateriaal door grondwerkzaamheden in een jongere context terecht is gekomen). Dat is bij onderhavig onderzoek best plausibel, omdat het erf dat teruggaat tot in de eerste helft van de 18<sup>e</sup> eeuw direct ten noorden van het onderzoeksgebied lag. Op basis van het vondstmateriaal, in combinatie met de historische kaarten, hebben we vooral te maken met een 19<sup>e</sup>-20<sup>e</sup>-eeuws complex aan de rand van het historische erf.

Geconcludeerd kan worden dat ondanks de afgetopte c.q. omgezette top van het duinzand en lokaal diepergaande verstoringen het archeologisch sporenveld goed intact is gebleven, getuige de vele sporen. Het archeologisch vlak is aangelegd in de top van het natuurlijke duinzand. In het noordelijke en centrale deel van het onderzoeksgebied ligt het vlak op circa 7,50 á 7,60 m +NAP. Sommige muurresten zijn vanaf 8,00 á 8,20 m +NAP aangetroffen. In het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied ligt het vlak iets hoger, tussen 7,50-7,90 m +NAP.

## Advies dubbelbestemming

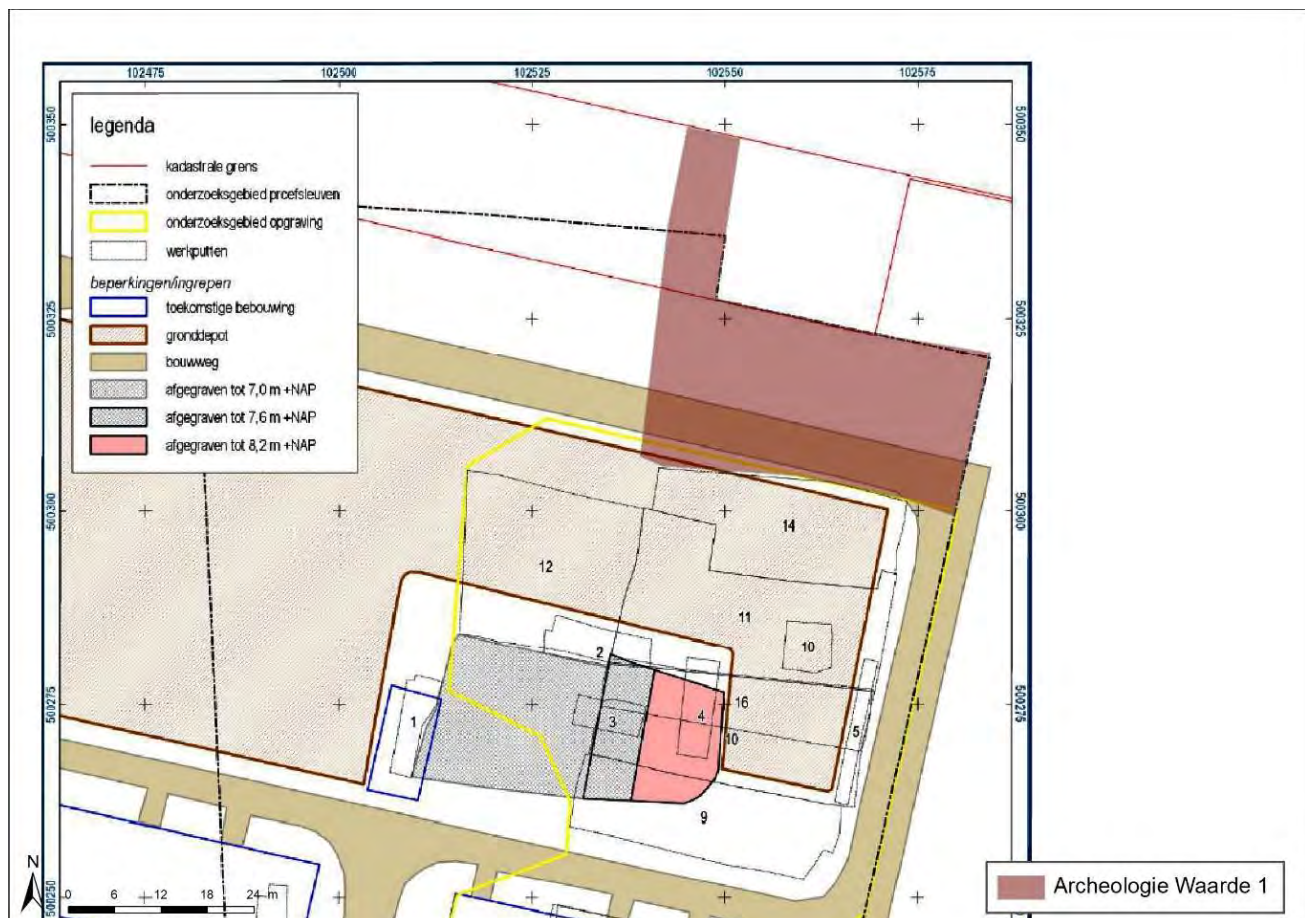
### Waarde – Archeologie 1

Na het uitvoeren van de verschillende onderzoeken kan er een groot gedeelte van het gebied met Waarde – Archeologie 1 worden vrijgegeven (Figuur 7).

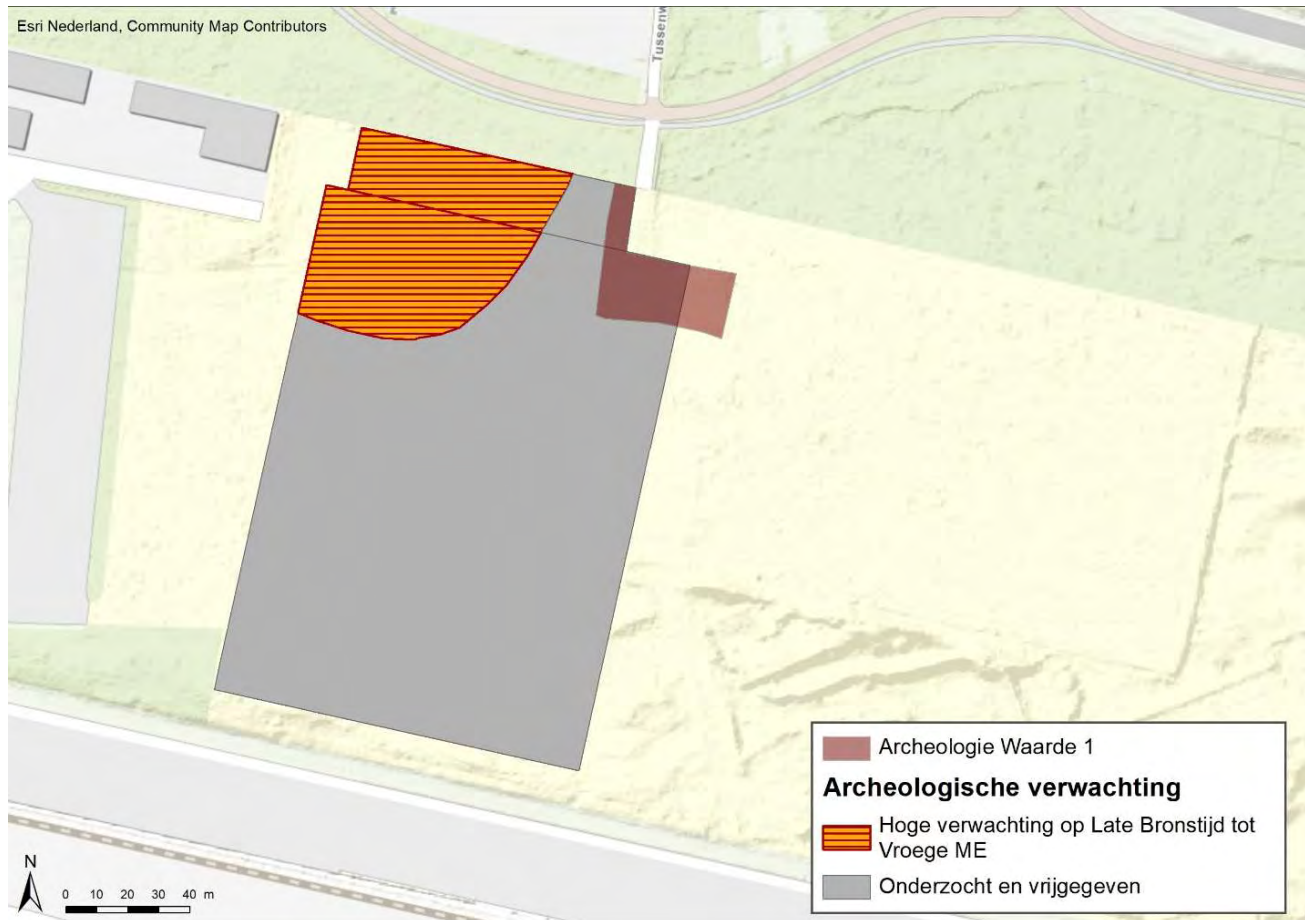
Aangezien dat blijkt dat uit het opnieuw georefereren van de historische kaarten (Figuur 5) de kern van het historische erf Tusschenwijk nog niet volledig is opgegraven en zich ten noorden van de huidige opgraving bevindt, blijft voor dit gebied de dubbelbestemming Waarde – Archeologie 1 behouden.

Qua diepte gaat de dubbelbestemming nu uit van 8,30 m +NAP, aangezien de archeologische resten vanaf 8,20 m +NAP zijn aangetroffen is het advies om een marge aan te houden. Er mogen werkzaamheden tot een diepte van maximaal 8,50 m +NAP uitgevoerd worden binnen het gebied Waarde – Archeologie 1.

De omvang van de bodemingrepen waarbij een archeologisch traject moet worden ingezet is nu vastgesteld op 100 m<sup>2</sup>. Aan de hand van de resultaten uit de tot nu toe uitgevoerde onderzoeken op deze locatie, is het advies om dit te blijven hanteren. De interpretatie van de vindplaats kan met deze omvang gewaarborgd blijven, bij een grotere omvang bestaat de kans dat de gehele de kern van het historische erf verstoord wordt en niet meer te duiden is.



Figuur 6 Ligging Waarde – Archeologie 1 ten opzichte van de bouwweg.



Figuur 7 Ligging Waarde – Archeologie 1 (rood) en Waarde – Archeologie 2 (oranje gearceerd).

### Waarde – Archeologie 2

Door middel van een booronderzoek uitgevoerd door Antea (Fens, Fleuren en van Dasselaar, 2021) en RAAP (Coppens, 2018) is het potentieel aanwezige niveau bevestigd.

Deze vindplaats uit de Bronstijd-IJzertijd en mogelijk Romeinse tijd bevindt zich op een diepte van circa 4,0 m +NAP. De werkzaamheden in de bouwfase van Net op zee Hollandse Kust reiken niet tot deze diepte. Wat betekent dat voor een deel van de locatie de verwachte waarden nog intact zijn. Er is geen risico op de aantasting van archeologische verwachtingswaarden; de archeologische resten worden dieper verwacht.

Om deze potentiële resten te beschermen is ter plaatse een dubbelbestemming Waarde – Archeologie 2 opgenomen met een omgevingsvergunningstelsel. Indien dieper gegraven wordt dan de in de regeling aangegeven maximale diepte, moet een omgevingsvergunning aangevraagd worden, waarbij aangetoond moet worden door onderzoek dat er geen archeologisch waardevolle resten aanwezig zijn dan wel dat de resten niet geschaad worden.

De contour van Waarde - Archeologie 2 verandert niet (Figuur 7) en ook de diepte blijft staan op 4,0 m +NAP. Ook de omvang van de bodemingrepen waarbij een archeologisch traject moet worden ingezet blijft gehandhaafd op de reeds vastgestelde 500 m<sup>2</sup>.

## Literatuurlijst

Coppens, C.F.H., 2018. Plangebied Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west Alpha) - Voorkeursalternatief, gemeente Beverwijk, Heemskerk en Velsen; archeologisch vooronderzoek: inventariserend veldonderzoek (IVO-O, verkennend en deels karterend booronderzoek). RAAP-rapport 3440. Weesp.

Fens, R.L., I. Fleuren en M. van Dasselaar, 2021. Inventariserend Veldonderzoek d.m.v. boringen, verkennende fase Net op zee - Hollandse Kust (west Bèta), locatie 4 en 5, gemeente Beverwijk. Antea Group Archeologie 2021/4.

Van der Heijden, N., 2018. Bureauonderzoek Archeologie Hollandse Kust Noord Fase 2. Arcadis Archeologische Rapporten 138.

Mol, E., 2021. Evaluatie- en selectierapport. Hollandse Kust (west Beta). RAAP-E&S rapportnummer 237. Weesp.

Mol, K., 2019. Bureauonderzoek Archeologie HKWB. Arcadis Archeologische Rapporten 193.

Molthof, H.M., 2021a. Programma van Eisen. Plangebied Hollandse Kust Noord en West Alpha, voorkeursalternatief 3 te Wijk aan Zee. Gemeente Beverwijk. Archeologisch proefsleuvenonderzoek met eventuele doorstart naar opgraving. RAAP-PvE 2413. Weesp.

Molthof, H.M., 2021b. Adviesdocument plangebied Hollandse Kust (west Beta) te Wijk aan Zee in de gemeente Beverwijk RAAP-adviesdocument 1165. Weesp.

Molthof, H.M., 2021c. Programma van Eisen. Plangebied Hollandse Kust (west Beta) te Wijk aan Zee. Gemeente Beverwijk. Archeologische opgraving. RAAP-PvE 2470. Weesp.





# Antea Group Archeologie 2021/3

Inventariserend Veldonderzoek d.m.v. boringen,  
verkennende fase

Net op zee - Hollandse Kust (west Bèta), locatie  
1 en 2, gemeente Velsen

projectnummer 463337  
definitief, revisie 02  
5 oktober 2021

# Antea Group Archeologie 2021/3

Inventariserend Veldonderzoek d.m.v. boringen, verkennende fase

Net op zee - Hollandse Kust (west Bèta), locatie 1 en 2, gemeente Velsen

projectnummer 463337


revisie 02  
5 oktober 2021

## Auteurs

I. Fleuren  
R.L. Fens

## Opdrachtgever

TenneT TSO B.V.  
Utrechtseweg 310  
6812 AR ARNHEM

datum vrijgave	beschrijving revisie 02	gecontroleerd	vrijgave
05-10-2021	Beoordeeld door bevoegde overheid	A.J. Brokke	R.S. Raap 



# Inhoudsopgave

Blz.

<b>Samenvatting</b>	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2 Bureauonderzoek</b>	<b>6</b>
2.1 Begrenzing plangebied	6
2.2 Huidig en toekomstig gebruik	6
2.3 Archeologisch beleid en regelgeving	7
2.4 Landschappelijke situatie	7
2.5 Historische situatie en mogelijke verstoringen	10
2.6 Archeologische waarden	11
2.7 Bestaande verwachtingskaarten	12
2.8 Gespecificeerde archeologische verwachting	14
<b>3 Veldonderzoek</b>	<b>15</b>
3.1 Doel- en vraagstelling	15
3.2 Onderzoeksopzet en werkwijze	15
3.3 Resultaten	16
3.3.1 Bodemopbouw	17
3.3.2 Archeologie	17
<b>4 Conclusies en advies</b>	<b>18</b>
4.1 Beantwoording onderzoeksvragen	18
4.2 Conclusies en (selectie)advies	19
<b>Literatuur en geraadpleegde bronnen</b>	<b>21</b>
<b>Lijst met afbeeldingen</b>	<b>22</b>
<b>Bijlagen</b>	
1 Archeologische perioden	
2 Schema Archeologische Monumentenzorg (AMZ)	
3 Boorprofielen	
<b>Kaartbijlagen</b>	
463337-ARCHIS Gegevens uit ARCHIS	
463337-ARO Situatiekaart met ligging boorpunten	

### Administratieve gegevens

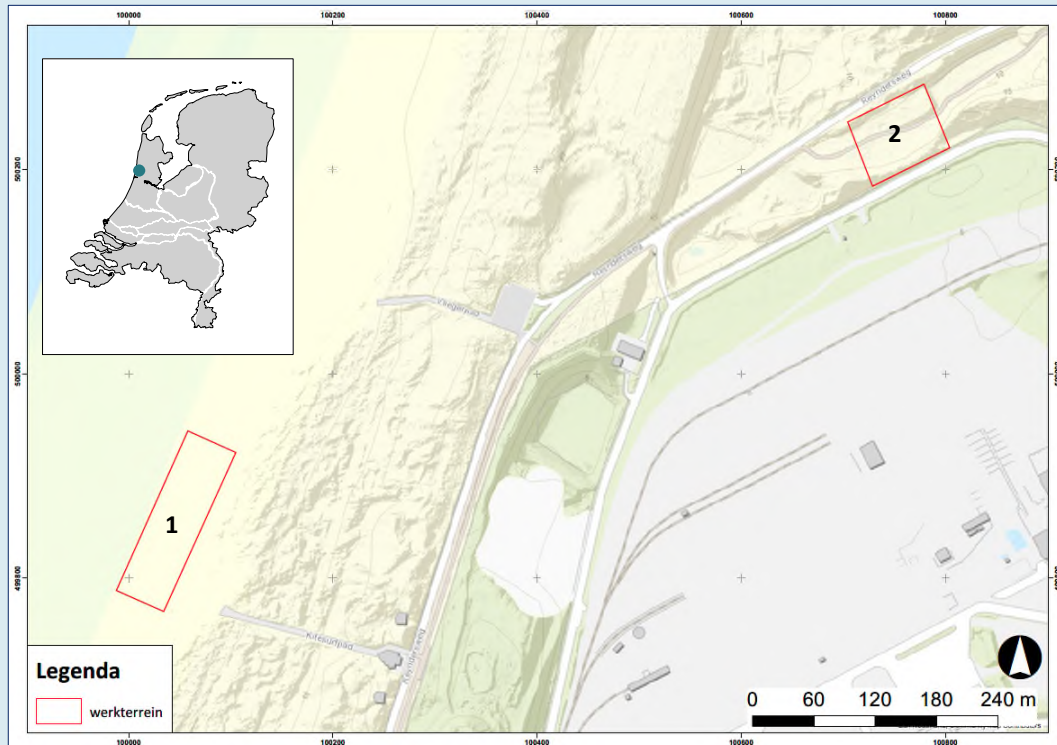
*Projectnummer Antea Group* 463337  
*OM-nummer* 4878383100  
*Provincie* Noord-Holland  
*Gemeente* Velsen  
*Plaats* Velsen-Noord  
*Toponiem* Kitesurfpad, Reyndersweg

*Kaartblad* 24W / 25O  
*Coördinaten* 100050 / 499855 (Kitesurfpad)  
100739 / 500241 (Reyndersweg)

*Opdrachtgever* TenneT TSO B.V.  
*Uitvoerder* Antea Group  
*Datum uitvoering* juli 2020-januari 2021  
*Projectteam* I. Fleuren (archeoloog)  
R.L. Fens (KNA-prospecteur)

*Vrijgave conform KNA* A. Brokke (senior KNA-prospecteur)  
*Bevoegd gezag* gemeente Velsen  
*Deskundige bevoegd gezag* NMF Erfgoedadvies

*Beheer documentatie* Antea Group  
*Vondstdepot* Huis van Hilde, Castricum



Afbeelding 1. Uitsnede topografische kaart met de ligging van de twee locaties binnen de gemeente Velsen (het onderhavige plangebied). Linksonder: locatie 1; rechtsboven: locatie 2. Bron: Esri & partners.

## Samenvatting

In september 2020 en december 2020 heeft Antea Group een inventariserend veldonderzoek door middel van boringen, verkennende fase, uitgevoerd op twee locaties in de gemeente Velsen in het kader van het Rijksproject Net op Zee - Hollandse Kust (West Bèta).

### **Resultaten en advies bureauonderzoek**

In een eerdere fase van dit plan heeft Arcadis voor een aantal locaties en tracé-alternatieven een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd, voorzien van een bijbehorend selectieadvies.<sup>1</sup> Hierbij dient te worden opgemerkt dat er zich op de tracéopties zoals deze zijn onderzocht door Arcadis planwijzigingen hebben voorgedaan. De omvang van Locatie 1 (Kitesurfpad) is aanzienlijk uitgebreid. Deze wijziging overschrijdt daarmee de omvang waarmee in het bureauonderzoek rekening is gehouden. De totale uitbreiding heeft een oppervlakte van circa 2.500 m<sup>2</sup>. Locatie 2 (Reyndersweg) betreft eveneens een wijziging op de onderzochte alternatief (gewijzigde locatie). Deze locatie komt in de plaats van een direct ten zuiden hiervan gelegen, maar in het huidige plan vervallen locatie. Voor die locatie werd een booronderzoek, verkennende fase geadviseerd. Voor de locatie Kitesurfpad was vanwege de relatief geringe verstoringsoppervlakte vrijgave geadviseerd. De planwijzigingen (toegevoegde locaties en oppervlakten) zijn geen onderdeel van het bureauonderzoek geweest. Om die reden heeft Antea Group geadviseerd beide gebieden mee te nemen voor het verkennend booronderzoek, zoals in het bureauonderzoek geadviseerd voor de nabijgelegen locaties.

Voor het plangebied geldt enerzijds een hoge verwachting voor de periode laat-neolithicum-vroege middeleeuwen. Hierbij kunnen nederzettingsresten (losse vondsten en vondst- en sporen niveaus) worden aangetroffen in de top van het Oud Duingebied (onder de jonge duinen). Deze vondsten zullen met name goed geconserveerd zijn gebleken indien deze zijn afgedekt met een intacte veenlaag en jong duinzand. Anderzijds geldt er een hoge verwachting voor resten uit de Tweede Wereldoorlog.

### **Resultaten verkennend veldonderzoek en (selectie)advies**

Er is een verkennend booronderzoek uitgevoerd voor het plangebied. In het jonge duinzand van locatie 2 zijn enkele dunne begraven humeuze bandjes aangetroffen die evenwel niet worden gezien als een archeologisch niveau. Ook zijn in deze niveaus geen archeologische indicatoren aangetroffen. Een mogelijk archeologisch niveau kan zich bevinden op de overgang van jong naar oud duinzand. Dit potentiële niveau is op locatie 1 niet of niet meer aanwezig: een zeer dunne laag jong duin gaat hier direct over in strandzand. Voor locatie 2 geldt dat een eventueel archeologisch niveau zich op een grotere diepte kan bevinden, dat wil zeggen dieper dan de maximale boordiepte van 6 m -mv (circa 4 m +NAP). Indien de werkzaamheden dieper zullen reiken dan 4 m +NAP, bestaat er een kans dat hierbij eventueel in de bodem aanwezige archeologische waarden verstoord zullen raken.

Gelet op het uitgangspunt dat de HDD-boringen vanaf het maaiveld worden ingezet en hiermee dus een geringe verstoring door vergraving en grondverzet plaatsvindt, adviseert Antea Group tot vrijgave van beide plangebieden. Een potentieel aanwezig archeologisch niveau bevindt zich op een grotere diepte dan de eventuele spitdiepte die benodigd is op het terrein weer op te leveren na het uitvoeren van de werkzaamheden. De impact op eventuele archeologisch relevante lagen blijft daarmee beperkt tot de diameter van de (geboorde) buis.

---

<sup>1</sup> Mol, 2019.

Indien de werkzaamheden op locatie 2 echter toch dieper reiken dan 6 m-mv (4 m + NAP) bestaat er een kans dat hierbij eventueel in de bodem aanwezige archeologische waarden verstoord zullen raken. In dat geval is nader archeologisch onderzoek wèl noodzakelijk. Hierbij dient te worden gedacht aan een karterend booronderzoek, waarbij grotere dieptes met een machinale boorinstallatie (Aqualockboor) kunnen worden bereikt.

#### ***Revisiebeheer***

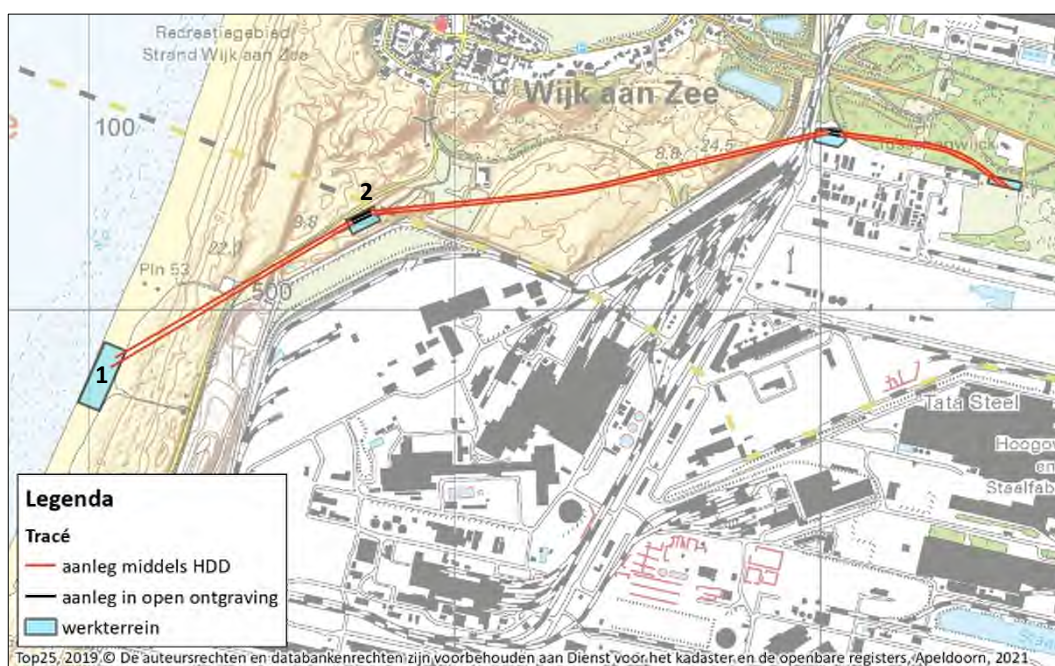
De onderhavige rapportage is voorgelegd aan en beoordeeld door de bevoegde overheid. In de huidige revisie zijn de opmerkingen van het bevoegd gezag (dhr. S. Hakvoort, d.d. 27 september 2021) verwerkt.

#### ***Meldingsplicht***

Ook voor vrijgegeven (delen van) plangebieden bestaat altijd de mogelijkheid dat er tijdens graafwerkzaamheden toch losse sporen en vondsten worden aangetroffen. Het betreft dan vaak kleine sporen of resten die niet door middel van een booronderzoek kunnen worden opgespoord. Op grond van artikel 5.10 van de Erfgoedwet dient zo spoedig mogelijk melding te worden gemaakt van de vondst bij de Minister (de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed: telefoon 033-4217456). Een vondstmelding bij de gemeentelijk of provinciaal archeoloog kan ook.

# 1 Inleiding

In december 2020 heeft Antea Group een inventariserend veldonderzoek door middel van boringen, verkennende fase, uitgevoerd op twee locaties in de gemeente Velsen in het kader van het Rijksproject Net op Zee - Hollandse Kust (West Bèta). Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat is in samenwerking met TenneT TSO B.V. voornemens een ondergrondse hoogspanningsverbinding te realiseren van een nieuw windpark op de Noordzee naar een nieuw transformatorstation in de gemeente Beverwijk. De hoogspanningsverbinding zal grotendeels door middel van gestuurde ondergrondse boringen worden aangelegd. Voor de aanlanding en het vervolg naar het transformatorstation is het noodzakelijk enkele ontvangstlocaties in open ontgraving aan te leggen. In onderstaande figuur is de ondergrondse hoogspanningsverbinding weergegeven.



**Afbeelding 1a. Overzichtkaart van de hoogspanningsverbinding en de werkterreinen (gemeente Velsen en Beverwijk).**

Twee van deze ontvangstlocaties bevinden zich in de gemeente Velsen, het betreft locaties 1 (de aanlanding op het strand) en locatie 2 in de het beeldenpark Zee van Staal.

Locatie 1 betreft de aanlanding op het strand en is gelegen in de nabijheid van het Kitesurfpad en heeft een oppervlakte van 8.550 m<sup>2</sup>. Locatie 2 bevindt zich nabij de Reyndersweg, in de smalle duinenreep, en heeft een oppervlakte van 5.800 m<sup>2</sup>. De genoemde oppervlakten betreffen de omvang van het werkgebied rondom de ontvangstlocaties.

In een eerdere fase van dit plan heeft Arcadis voor een aantal locaties en tracé-alternatieven een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd, voorzien van een bijbehorend selectieadvies.<sup>2</sup> Hierbij dient te worden opgemerkt dat er op de tracé-opties zoals deze zijn onderzocht door Arcadis planwijzigingen hebben voorgedaan. De omvang van locatie 1 (Kitesurfpad) is aanzienlijk

<sup>2</sup> Mol, 2019.

uitgebreid. Deze wijziging overschrijdt daarmee de omvang waarmee in het bureauonderzoek rekening is gehouden. De totale uitbreiding heeft een oppervlakte van circa 2.500 m<sup>2</sup>. De locatie Reyndersweg betreft eveneens een wijziging op de onderzochte alternatief (gewijzigde locatie). Deze locatie komt in de plaats van een direct ten zuiden hiervan gelegen, maar in het huidige plan vervallen locatie. Voor die locatie werd een booronderzoek, verkennende fase geadviseerd. Voor de locatie Kitesurfpad was vrijgave geadviseerd omdat het beneden de vrijstellingsgrenzen viel. De planwijzigingen (toegevoegde locaties en oppervlakten) zijn geen onderdeel van het bureauonderzoek geweest. Om die reden heeft Antea Group geadviseerd beide gebieden mee te nemen voor het verkennend booronderzoek, zoals in het bureauonderzoek geadviseerd voor de nabijgelegen locaties.

Aangezien het voorgenomen werk nog geen onderdeel is van een vergunningstraject heeft er nog geen beoordeling vanuit de bevoegde overheid op het rapport (bureauonderzoek) van Arcadis plaatsgevonden, noch op het daarin gestelde selectieadvies. Het is daarmee niet bekend of de bevoegde overheid het selectieadvies onderschrijft. Anderzijds is het vanuit de KNA een verplichting om een verwachting uit een bureauonderzoek deze te toetsen. De eerste veldtoets betreft een inventariserend veldonderzoek, zoals uitgevoerd. Zie voor een overzicht van de stappen in de Archeologische Monumentenzorg (AMZ) bijlage 2.

Dit onderzoek is uitgevoerd conform BRL 4000, protocol 4003 met daarin besloten de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA), versie 4.1. Voor de KNA-protocollen 4001 (programma van eisen), 4002 (bureauonderzoek), 4003 (inventariserend veldonderzoek) en 4004 (opgraven) is Antea Group gecertificeerd conform de SIKB-BRL 4000 (Beoordelingsrichtlijn voor archeologie).

## 2 Bureauonderzoek

Er is in een eerder stadium al een bureauonderzoek uitgevoerd door Arcadis.<sup>3</sup> In het onderstaande volgt een korte samenvatting van dit bureauonderzoek. Waar nodig zijn specifieke gegevens aangepast aan het huidige ontwerp van het tracé-alternatief.

### 2.1 Begrenzing plangebied

### 2.2 Huidig en toekomstig gebruik

#### *Huidig gebruik plangebied*

Locatie 1 betreft de aanlanding op het strand en is gelegen in de nabijheid van het Kitesurfpad en heeft een oppervlakte van 8.550 m<sup>2</sup>. Locatie 2 bevindt zich nabij de Reyndersweg, in de smalle duinenreep, en heeft een oppervlakte van 5.800 m<sup>2</sup> (afbeelding 2).



**Afbeelding 2.** Het plangebied op een recente luchtfoto. Locatie 1: linksonder, locatie 2: rechtsboven.  
**Bron: Esri & partners.**

#### *Consequenties toekomstig gebruik*

De te realiseren hoogspanningsverbinding zal grotendeels door middel van gestuurde ondergrondse boringen worden aangelegd. Voor de aanlanding en het vervolg naar het transformatorstation is het noodzakelijk enkele ontvangstlocaties aan te leggen. Twee van deze locaties bevinden zich in de gemeente Velsen, het betreft locaties 1 (de aanlanding op het strand) en locatie 2 in de duinen van het beeldenpark Zee van Staal.

<sup>3</sup> Mol 2019.

Er wordt uitgegaan van een maximale werkdiepte ter plaatse van de werkerreinen van circa 0,7-0,8 m-mv. Het uitgangspunt is dat de HDD-boringen vanaf maaiveld zullen worden ingezet met een minimum aan grondverzet. Bij de voorgenomen werkzaamheden kunnen eventueel in de bodem aanwezige archeologische waarden verstoord raken.

## 2.3 Archeologisch beleid en regelgeving

Op [www.ruimtelijkeplannen.nl](http://www.ruimtelijkeplannen.nl) is te zien dat het plangebied onderdeel is van bestemmingsplan Zeezicht (2015). Hierbij zijn geen dubbelbestemmingen archeologie opgenomen. De gemeente Velsen beschikt echter wel over een gemeentelijke beleidsnota en -kaart. Voor beide zones geldt dat er een waardestellend archeologisch rapport dient te worden overlegd indien de bodemversturende activiteiten een grotere oppervlakte dan 2500 m<sup>2</sup> beslaan en dieper reiken dan 0,6 m-mv. Deze vrijstellingswaarden worden overschreden (mogelijk: afhankelijk van de exacte diepte van cultuurtechnisch herstel).

## 2.4 Landschappelijke situatie

De geogenetische opbouw binnen het tracé is grotendeels bepaald door de ontwikkeling van de Noord-Hollandse kust. In de eerste helft van het Holoceen bestond de kust voornamelijk uit zandige wadplaten waartussen een groot aantal west-oost georiënteerde geulen lagen. Meer landinwaarts gingen de zandige platen over in lagunes waarin klei werd afgezet. Rond 3800 voor Chr. veranderde de situatie langs de kust. Op de zandige wadplaten ontstonden strandwallen. De strandwallen breidden zich verder westwaarts uit en sloten de kust geleidelijk af. De zee kon in deze periode alleen nog via enkele openingen in de kustlijn, zogenaamde zeegaten, in het achterland doordringen. De kust breidde zich snel uit en in de tussenliggende strandvlakte en op de strandwallen ontstonden plaatselijk kleine duinen, beter bekend als de oude duinen. De kustlijn lag in die tijd meer naar het oosten dan tegenwoordig.

Rond 1000 voor Chr. schoof de kustlijn steeds verder westwaarts en in de periode tussen 1500 en 500 voor Christus werd een deel van het plangebied opgenomen in het kustgebied. In de strandvlakte tussen de strandwallen ontstond op uitgebreide schaal veengroei als gevolg van de verslechterende afwatering. De laaggelegen duintjes en de randen van de strandwallen raakten in deze periode langzaam overgroeid met veen. Ter plaatse van de verschillende tracéalternatieven heeft dit echter nooit plaatsgevonden, daarvoor zijn deze te veel westwaarts gelegen.

In het laatste millennium voor Chr. werd het Oer-IJ-estuarium actief; deze monddede uit in zee ter hoogte van Castricum. Tijdens de ontwikkeling van het estuarium ontstond een geulensysteem waarvan de sporen nog steeds in het landschap te zien zijn. Ze bestaan uit zandige geulsedimenten die tot de Oer-IJ-afzettingen worden gerekend (voorheen: Afzettingen van Duinkerke-0 en Duinkerke-I). Verder van de (hoofd)geulen werd kleiiger sediment afgezet in de kwelderzone. De grote geul ligt tussen Assum en Heemskerk. De afzettingen die rond 100 na Chr. aan of nabij het oppervlak lagen, liggen er nu nog. Het Oer-IJ-estuarium is grotendeels verzand. Alleen bij extreme stormen kon soms nog zeewater naar binnen komen, de zogenaamde washovers. Deze overstromingen hebben zanden afgezet tot in de Vroege Middeleeuwen. De kreek- en oeverwalsystemen in de voormalige kwelderzone vormden als gevolg van reliëfinversie aantrekkelijke bewoningslocaties.



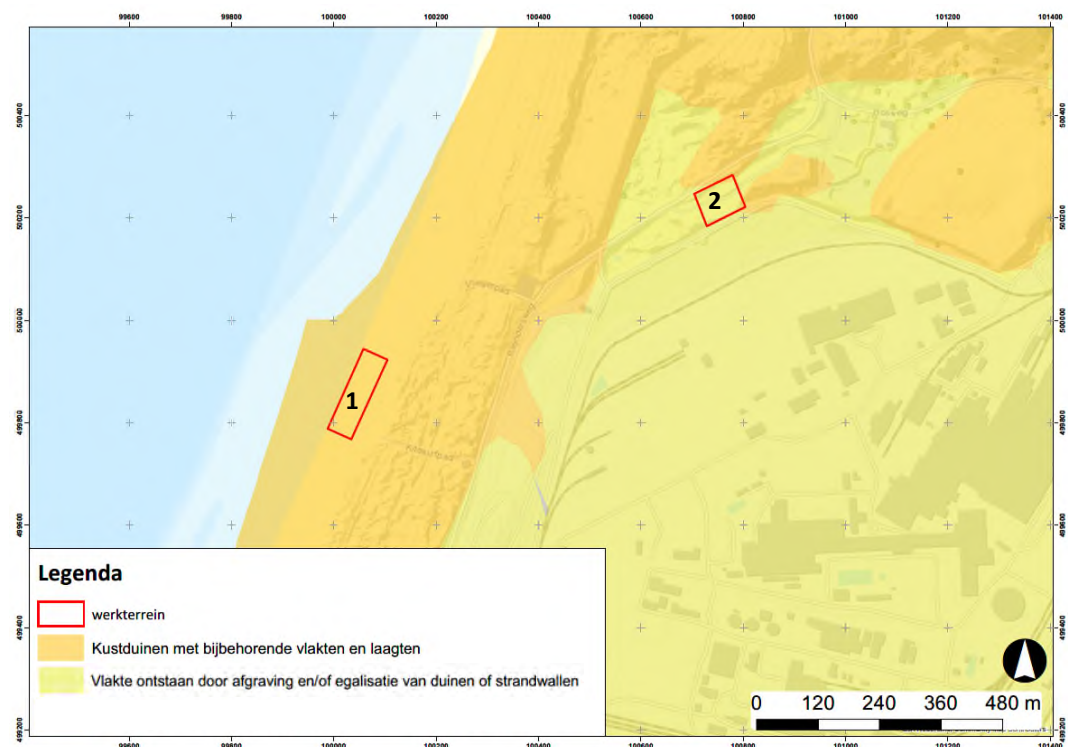
Specifiek voor het plangebied geldt dat de zone gekenmerkt wordt door jonge en oude duinen, die na 1500 voor Chr. zijn ontstaan op de zandige wadplaten en strandwallen. De strandwallen breidden zich verder westwaarts uit en sloten de kust geleidelijk af. De bodem in deze zone is met name opgebouwd uit Duinvaaggronden. Het duingebied vormt een hooggelegen zone in het landschap met lokale duinen en bijbehorende laagtes.

#### *Geomorfologie en bodem*

Op de geomorfologische kaart ligt het plangebied in gebieden die zijn aangegeven als kustduinen (oranje op afbeelding 2) en afgegraven duinen (geel op afbeelding 2). Op de bodemkaart is het plangebied gelegen in kalkhoudende duinvaaggronden en kalkhoudende vlakvaaggronden met grof zand en matig fijn zand ((code Zn50A en Zd20A op afbeelding 3)

Een duinvaaggrond is een bodemtype binnen het Nederlandse systeem van bodemclassificatie en behoort tot de xerovaaggronden. Deze hoge zandgronden komen voor in de duinen langs de kust en in stuifzanden in het binnenland. Duinvaaggronden vertonen, afgezien van een schrale bouwvoor, een micropodzol of enkele humeuze laagjes, weinig tekenen van bodemvorming. Op de zandkorrels bevindt zich een dun laagje ijzerhoudend materiaal (ijzerhuidjes). In hoge stuifzandkopjes en duinen kunnen de ijzerhuidjes tot op grote diepte voorkomen.

In uitgestoven laagtes in het zandlandschap, komen ijzerarme nattere zandgronden voor, de vlakvaaggronden. Deze gronden hebben de lichtgrijze kleur van schoon zand en geen ijzerhuidjes op de zandkorrels.



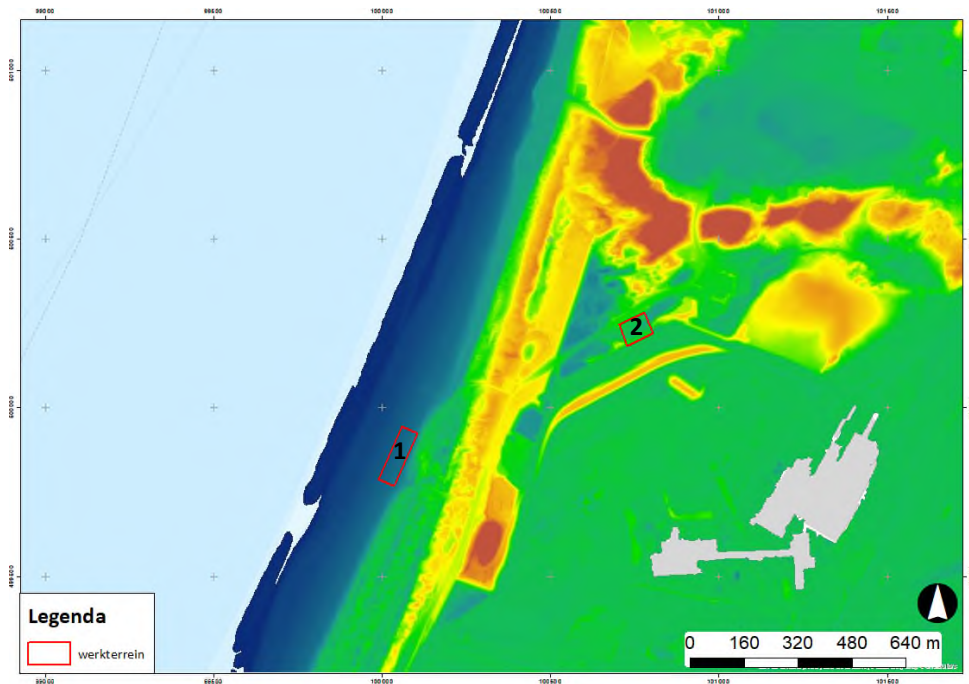
Afbeelding 3. Het plangebied op de geomorfologische kaart. Bron: Esri & partners.



Afbeelding 4. Het plangebied op de bodemkaart van Nederland. Bron: Stiboka/Alterra.

#### AHN

Op het Actueel Hoogtebestand van Nederland is te zien dat de locatie Kitesurfpad gelegen is op een hoogte van circa 2,4 m +NAP. Locatie Reyndersweg ligt aanzienlijk hoger, namelijk op een hoogte van circa 8 tot 10 m +NAP (afbeelding 5).

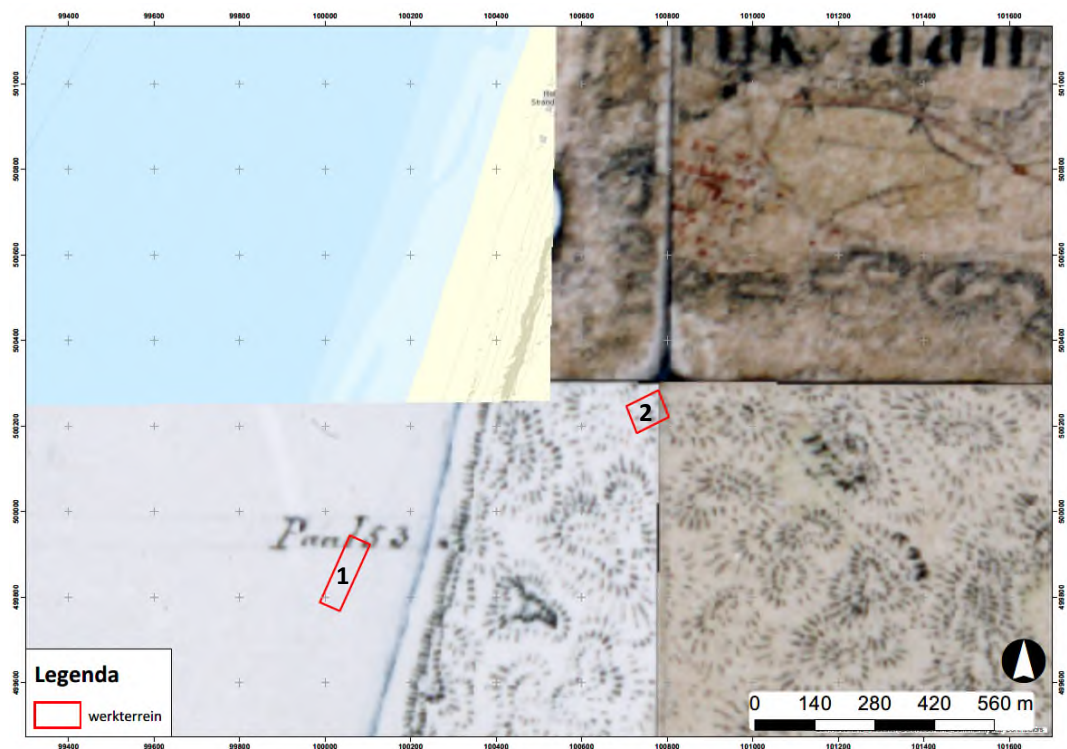


Afbeelding 5. Het plangebied op het Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN). Bron: ahn.nl/Esri & partners.

## 2.5 Historische situatie en mogelijke verstoringen

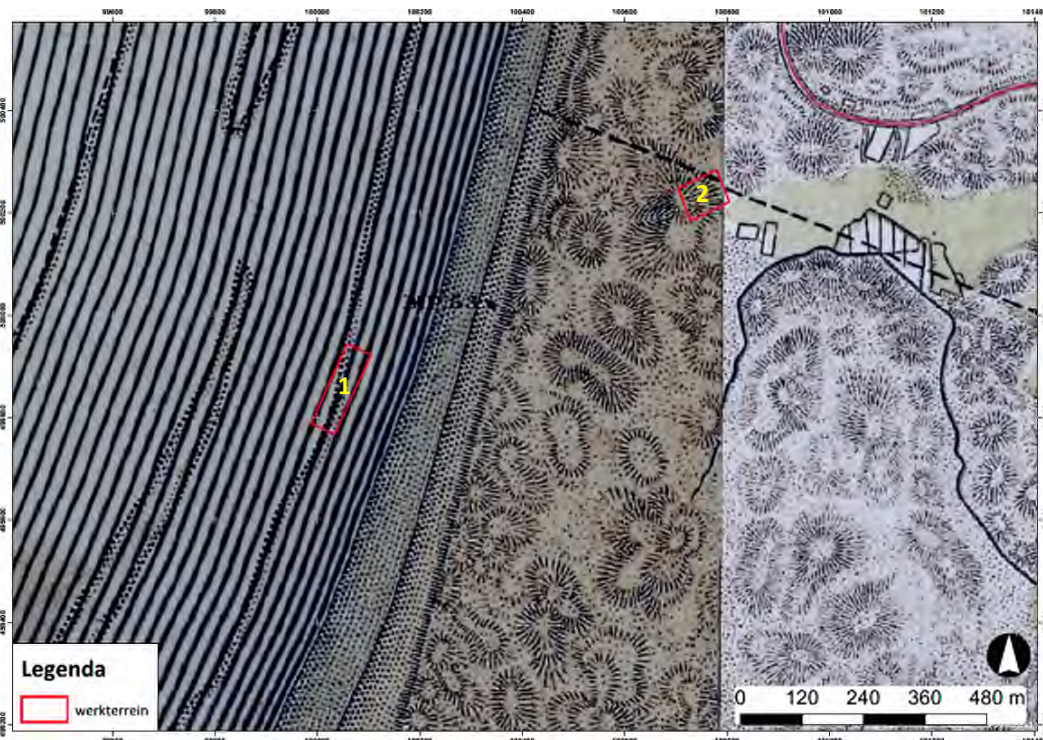
### *Historische situatie*

Op het historische kaartmateriaal (afbeeldingen 6 en 7) is te zien dat Locatie 1 in zee gelegen is en Locatie 2 in het duingebied. Ten oosten van Locatie 2 is wat bebouwing te zien (afbeelding 7). Verder zijn er in de regio tijdens de Tweede Wereldoorlog meerdere militaire werken gebouwd en maakte de verdedigingslinie Wijk aan Zee onderdeel uit van de Atlantikwall.<sup>4</sup> In het duingebied kunnen in principe restanten van betonnen verdedigingswerken of loopgraven aanwezig zijn, maar hiervoor zijn geen concrete aanwijzingen.



Afbeelding 6. Het plangebied op de Topografisch Militaire Kaart (circa 1850). Bron: Esri & partners.

<sup>4</sup> Den Braven, 2020.



Afbeelding 7. Het plangebied rond 1900 (Bonnebladen). Bron: topotijdreis.nl / Esri & partners.

#### *Mogelijke verstoringen*

Locatie 1 bevindt zich op het strand: eventueel aanwezige archeologische waarden kunnen vanwege de getijdenwerking / invloed van de zee verstoord zijn geraakt. Wat betreft Locatie 2 is het niet geheel duidelijk in hoeverre de duingrond hier is afgegraven en vervlakt. Zowel de AHN als de geomorfologische kaart duiden echter wel op afgraving en vervlaking..

## 2.6 Archeologische waarden

Ten noorden van Locatie 2 ligt AMK-terrein 1869. Het betreft een terrein met de fundering van een vuurtoren uit de Late Middeleeuwen (buitenwerk van circa 4 bij 4 meter), die duidelijk zichtbaar is in een sterk vergraven duin. Deze fundamente leveren zowel in wetenschappelijk als in cultuurhistorisch opzicht een belangrijke bijdrage aan de bewoningsgeschiedenis van het gebied en dienen derhalve in principe behouden te blijven.

In een eerdere fase van dit onderzoek heeft Arcadis voor een aantal locaties en tracéalternatieven een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd. Hieruit is een advies voortgevloeid, waarbij Locatie 1 een lage verwachting kreeg en werd vrijgegeven.<sup>5</sup> Hierbij dient te worden opgemerkt dat er op deze locatie een planwijziging heeft plaatsgevonden, waarbij de omvang van deze locatie aanzienlijk is uitgebreid. Verder heeft NMF Erfgoedadvies in 2016 een bureauonderzoek uitgevoerd m.b.t. tot een gasbehandelingsinstallatie. De resultaten van dit onderzoek zijn niet via de gangbare digitale mediakanalen openbaar gemaakt, maar een eventueel geadviseerd vervolgonderzoek is niet in Archis aangetroffen.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Mol, 2019; zaakid. 4713360100.

<sup>6</sup> Zaakid. 3983640100.

Ten zuiden van Locatie 2 (en ten oosten van Locatie 1) heeft RAAP in 2017 een booronderzoek uitgevoerd m.b.t. plangebied Windpark Ferrum. Tijdens het booronderzoek is onder een recent verstoord pakket een opbouw van Jong Duinzand op Oude Duin- en Strandzanden aangetroffen. Hierbij zijn echter geen archeologische relevante lagen aangetroffen. Op basis van deze resultaten werd het plangebied vrijgegeven voor de voorgenomen ontwikkeling.<sup>7</sup>

Verder is er nabij Locatie 1 een niet-archeologische vondstmelding geregistreerd in Archis (zaakid. 3282739100). Het betreft aangespoelde vondsten in de vorm van o.a. keramiëscherven uit de periode late middeleeuwen en nieuwe tijd.

## 2.7 Bestaande verwachtingskaarten

### *Provinciale verwachtingskaart*

Op de Informatiekaart Landschap en Cultuurhistorie van de provincie Noord-Holland<sup>8</sup> is het plangebied onderdeel van het Noordelijke Duingebied: een regio met een archeologisch belang. Overigens kunnen in het plangebied ook nog aardkundige waarden in het geding zijn. Specifiek voor het plangebied zijn dit de Jonge Duinen.

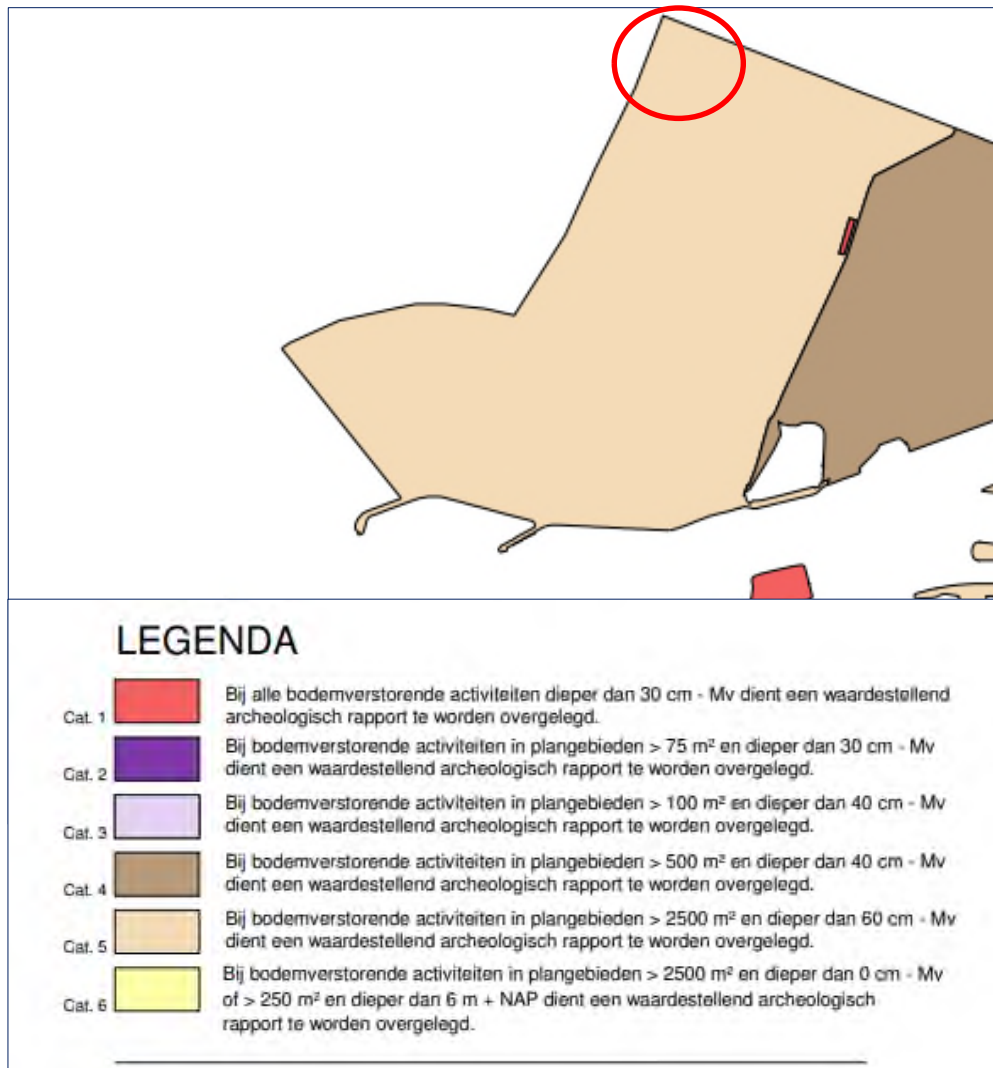
### *Gemeentelijke verwachtingskaart*

Op de gemeentelijke beleidskaart van de gemeente Velsen (afbeelding 8) liggen beide locaties in een lichtbruine zone (categorie 5). Voor deze zone geldt een archeologische verwachting (land en Noordzeebodem). Voor beide zones geldt dat er een waardestellend archeologisch rapport dient te worden overlegd indien de bodemversturende activiteiten een grotere oppervlakte dan 2500 m<sup>2</sup> beslaan en dieper reiken dan 0,6 m-mv.

---

<sup>7</sup>Zaakid. 4041643100; Coppens, 2017.

<sup>8</sup> <https://geoapps.noord-holland.nl/app/ilc>



Afbeelding 8. De planlocaties (binnen de rode cirkel gelegen) op de archeologische beleidskaart van de gemeente Velsen. Bron: Gemeente Velsen, 2019. (De afbeelding is noordgericht, maar niet op schaal).

## 2.8 Gespecificeerde archeologische verwachting

Voor het plangebied geldt enerzijds een hoge verwachting voor de periode laat-neolithicum tot vroege middeleeuwen. Hierbij kunnen nederzettingsresten (losse vondsten en vondst- en sporen niveaus) worden aangetroffen in de top van de Oude Duinen (onder de Jonge Duinen). Deze vondsten zullen met name goed geconserveerd zijn gebleken indien deze zijn afgedekt met een intacte veenlaag/vegetatielaag en jong duinzand.

Anderzijds geldt er een hoge verwachting voor resten uit de Tweede Wereldoorlog. Binnen het onderzoeksgebied bevinden zich verschillende elementen uit deze periode. Het zijn voornamelijk objecten die door de Duitsers zijn aangelegd als onderdeel van de Atlantikwall. De Atlantikwall is een tussen 1943 en 1945 gebouwd front langs de kust van Noorwegen tot Spanje, bestaande uit een samenhangend geheel van gewapend betonnen verdedigingswerken, loopgraven en diverse soorten installaties die zich voornamelijk in het reliëf van het jonge duingebied bevinden en niet of slechts ten dele zichtbaar zijn. Met betrekking tot de huidige locaties dient concreet rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van mijnevelden en anti-invasie/landingsmaatregelen. Dergelijke vondsten kunnen direct onder de bouwvoor / maaiveld worden aangetroffen.

## 3 Veldonderzoek

### 3.1 Doel- en vraagstelling

Het doel van het inventariserend veldonderzoek is het toetsen van de archeologische verwachting, zoals deze op basis van het uitgevoerde bureauonderzoek is opgesteld.

Het uitgevoerde onderzoek betreft een inventariserend veldonderzoek door middel van boringen, verkennende fase. Een verkennend onderzoek heeft als doel het in kaart brengen van eventuele verstoringen in de bodem, het verkrijgen van enig inzicht in de bodemopbouw van het gebied en aldus het in kaart brengen van kansrijke en kansarme zones wat betreft archeologie. Naar aanleiding van de resultaten van het verkennende booronderzoek kan worden bepaald of vervolgonderzoek in de vorm van een karterend onderzoek (boor of gravend) noodzakelijk is.

Het onderzoek dient antwoord te geven op de volgende vragen<sup>9</sup>:

- Wat is de bodemopbouw en zijn er aanwijzingen voor bodemverstoringen? Kunnen de verwachte oude duin en strandzanden worden onderscheiden? Wat kan er worden gezegd over de kwaliteit (gaafheid) van deze afzettingen?
- Is er binnen het plangebied een vindplaats aanwezig en/of zijn er archeologische indicatoren aangetroffen die hierop kunnen wijzen? Zo ja, wat is de aard, conserveringstoestand en datering van deze indicatoren/vindplaats?
- Indien archeologische lagen aanwezig zijn; op welke diepte bevinden deze zich en wat is de maximale diepte?
- Waaruit bestaat of bestaan deze archeologische laag of lagen?
- In welke mate wordt een eventueel aanwezige vindplaats verstoord door realisatie van geplande bodemingrepen?
- Hoe kan deze verstoring door planaanpassing tot een minimum worden beperkt?
- In welke mate stemmen de resultaten van het veldwerk overeen met de verwachtingen van de bureaustudie?
- Wat zijn de aanbevelingen? Is nader onderzoek noodzakelijk?  
En zo ja, waaruit kan deze bestaan?

### 3.2 Onderzoeksofzet en werkwijze

Datum uitvoering	18 december 2020
Veldteam	R. Fens (KNA-prospector) I. Fleuren (prospector-archeoloog)
Weersomstandigheden	Halfbewolkt, circa 10 °C
Boortype	Edelman 6 cm en handmatige zuigerboor
Methode conform Leidraad SIKB <sup>10</sup>	n.v.t. verkennend onderzoek
Motivatie methode	De gekozen methode – een verkennend booronderzoek bestaande uit een gelijkzijdig boorgrid van 40 x 50 m (boorpuntsafstand 50 m)- is er niet primair op gericht om archeologische resten aan te treffen (hiervoor is de gehanteerde boordichtheid en -intensiteit te gering), maar is wel uitermate

<sup>9</sup> Fleuren & Fens, 2020.

<sup>10</sup> Tol e.a. 2012.



	<p>geschikt om 1) de verwachting zoals opgesteld in het bureauonderzoek te toetsen 2) de bodemopbouw en 3) de bodemkwaliteit (gaafheid) te bepalen. Met deze methode kan goed de aan- of afwezigheid van hoge verwachtingszones binnen het gebied worden bepaald.</p> <p>Aan de hand van de resultaten van het onderzoek kan worden bepaald of er een noodzaak bestaat tot het uitvoeren van verder archeologisch onderzoek (karterend booronderzoek, proefsleuven of opgraving, variant begeleiding).</p>
Aantal boringen	<p>Locatie 1 (uitbreiding): 3 boringen          Locatie 2: 5 boringen</p>
Oriëntatie grid t.o.v. geomorfologie/paleo-landschap	<p>n.v.t.          De oriëntatie ligt vast door de vorm en met name de geringe omvang van het plangebied.</p>
Wijze inmeten boringen	Toughpad GPS
Overige toegepaste methoden	kalkgehalte bepaling d.m.v. zoutzuuroplossing
Wijze onderzoek / beschrijving boorkolom	NEN 5104/ASB
Verzamelwijze archeologische indicatoren	snijden/verbrossen, doorwoelen en visuele inspectie van de boorkernen
Bemonstering	n.v.t.
Vondstzichtbaarheid aan oppervlak	nihil
Omschrijving oppervlaktekartering	n.v.t.: slechte vondstzichtbaarheid verwacht
Afwijkingen t.o.v. PvA	n.v.t.
Doelen en wensen opdrachtgever	n.v.t.
Randvoorwaarden	n.v.t.

### 3.3 Resultaten

Voor een overzicht van de boringen wordt verwezen naar de boorprofielen in Bijlage 3 en de situatiekaart in de kaartenbijlage.

### 3.3.1 Bodemopbouw

#### Locatie 1: boringen 16 t/m 18 en 118

Deze boringen zijn op het strand gezet. In boringen 16 en 17 bestaat de bovenste laag uit zeer fijn, zwak siltig zand dat wordt geïnterpreteerd als Jong Duinzand. Deze laag is 0,1 tot 0,45 m dik. Hieronder volgt tot 2,5 m-mv een pakket fijn zand met resten of laagjes schelpen. Het betreft waarschijnlijk strandzand. Boring 18 bestaat vanaf maaiveld uit een pakket strandzand, waarbij vanaf 1,2 m-mv enkele anaerobe niveaus zijn waargenomen.

Op deze locatie is één verbuisde geohydrologische boring gezet voor het plaatsen van een peilbuis (boring 118). Boring 118 bevond zich ten hoogte van boring 16 en is tot een diepte van 6 m-mv doorgezet. Vanaf 3 m -mv wordt het zand sterk schelphoudend. Het gehele pakket, tenminste vanaf 1 m-mv, is te interpreteren als jonge strandwal.

#### Locatie 2: boringen 11 t/m 15 en 210

Deze boringen zijn in het duingebied gezet. De bodemopbouw bestaat, van boven naar beneden, uit een dunne zwak humeuze teruggeplaatste bouwvoor die scherp overgaat in een dik pakket Jonge Duinafzettingen. Het duinzand loopt door tot de einddiepte van circa 3,5 m-mv en is zeer fijn en zwak kalkhoudend. In boring 11 is op een diepte van 1,8 m -mv puin aangetroffen, wat er op wijst dat het gebied of tenminste deze boring minimaal tot deze diepte verstoord is.

In boring 12 is op een diepte van 0,6 m-mv een humeus begraven niveau aangetroffen, dat overgaat zwak humeuze A-horizont (tot 0,8 m-mv). Ook in boring 13 is een zwak humeus laagje aangetroffen (tussen de 0,8 en 0,85 m-mv). Daarnaast is in boring 14 een op een diepte van 2,5 m-mv een matig humeus begraven niveau aangetroffen (1 cm dik).

Ook op deze locatie is één via een verbuisde methode geohydrologische boring gezet voor het plaatsen van een peilbuis (boring 210). Deze boring is ook archeologisch geïnterpreteerd. Boring 210 bestaat tot de einddiepte van 6 m -mv uit Jong Duinzand, zonder humeuze of venige lagen.

### 3.3.2 Archeologie

In een aantal boringen is een humeus niveau aangetroffen op een diepte van respectievelijk 0,6 m-mv / 7,2 m +NAP (boring 12) en 2,5 m-mv / 5,8 m + NAP (boring 14). Het laagje is gelegen in een dik pakket Jong Duinzand en heeft daarmee een datering late-middeleeuwen / nieuwe tijd. Het humeuze zand bevat geen archeologische indicatoren en ook in de overige boringen zijn geen archeologische waarden aangetroffen.

Het gaat hier echter wel om een verkennende fase van het inventariserend veldonderzoek door middel van boringen. Het doel van de verkennende fase van het veldonderzoek is het toetsen van de archeologische verwachting, zoals deze op basis van het uitgevoerde bureauonderzoek is opgesteld, het in kaart brengen van de bodemopbouw en het aantonen van eventuele bodemverstoringen. De afwezigheid van archeologische indicatoren kan dan ook niet worden beschouwd als indicatie voor de afwezigheid van een archeologische vindplaats.

## 4 Conclusies en advies

### 4.1 Beantwoording onderzoeksvragen

- *Wat is de bodemopbouw en zijn er aanwijzingen voor bodemverstoringen? Kunnen de verwachte oude duin en strandzanden worden onderscheiden? Wat kan er worden gezegd over de kwaliteit (gaafheid) van deze afzettingen?*

#### Locatie 1

Binnen locatie 1 zijn de strandzanden aan de oppervlakte dan wel onder een laag Jonge Duinafzettingen aangetroffen. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de lagen lastig van elkaar zijn te onderscheiden. In boring 16 is het strandzand kalkarm, zwak gelaagd en bevat deze schelpenlaagjes, terwijl het bovenliggende duinzand kalkrijk is en enkel schelpenspikkels bevat.

#### Locatie 2

Ter plaatse van Locatie 2 bestaat de bovengrond uit een dunne teruggeplaatste bouwvoor van circa 0,1 m dik. Het onderliggende pakket Jonge Duinafzettingen lijkt intact, maar een aangetroffen stukje puin op een diepte van 1,8 m-mv in boring 11 laat zien dat het binnen dit gebied zeer lastig te zien is of schone Jonge Duinzand reeds verstoord is.

Er zijn in het plangebied geen Oude Duinafzettingen aangetroffen. Naar aanleiding van de resultaten van eerdere onderzoeken worden deze hier op een grotere diepte verwacht (mogelijk vanaf 3,85 m +NAP).<sup>11</sup>

Voor verdere details omtrent de bodemopbouw wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

- *Is er binnen het plangebied een vindplaats aanwezig en/of zijn er archeologische indicatoren aangetroffen die hierop kunnen wijzen? Zo ja, wat is de aard, conserveringstoestand en datering van deze indicatoren/vindplaats?*

Binnen het plangebied is geen vindplaats aanwezig en zijn tevens geen archeologische indicatoren aangetroffen. In enkele boringen is een humeus laagje aangetroffen. Deze wordt hieronder besproken.

- *Indien archeologische lagen aanwezig zijn; op welke diepte bevinden deze zich en wat is de maximale diepte? Waaruit bestaat of bestaan deze archeologische laag of lagen?*

Ter plaatse van Locatie 2 is in een drietal boringen een humeus niveau aangetroffen in de Jonge Duinafzettingen. Het laagje wordt echter niet als archeologisch niveau geïnterpreteerd. In boringen 12 en 13 bevindt het laagje zich op een diepte van respectievelijk 0,6 tot 0,8 m-mv (circa 7,2 – 7,0 m +NAP) en 0,8 tot 0,85 m-mv (7,2 – 7,15 m +NAP). In boring 14 is er een humeus laagje aangetroffen op een diepte van 2,5 tot 2,55 m-mv (5,8 – 5,75 M +NAP).

De humeuze niveaus bestaan uit zeer fijn, zwak siltig en matig humeus zand en gaan over in zwak humeus zand. In boring 12 is het laagje kalkarm en in boring 14 kalkrijk.

In het plangebied is plaatselijk wel een humeus niveau waargenomen, maar geen vindplaats aangetroffen. Humeuze laagjes markeren een kortstondig aan de oppervlakte gelegen niveau en zijn kenmerkend voor jong duinzand. Een dikkere humeuze tot venige laag aan de top van het Oude Duinzand is echter niet in de boringen, binnen de boordiepte, aanwezig. Dit niveau moet zich, indien aanwezig, dus dieper dan circa 6 m -mv (3,85 m +NAP) bevinden. Deze diepte komt overeen met de resultaten van het boordonderzoek dat RAAP in de directe omgeving van het

---

<sup>11</sup> Coppens, 2019; Fens et al., 2021.

plangebied heeft uitgevoerd. Hierbij is het veen aangetroffen op een diepte van 4 – 8 m-mv (2,1 – 4,3 m +NAP). Dit eventuele niveau ligt daarmee onder de verwachte verstoringsdiepte. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de grootste archeologische verwachting geldt voor het Oude Duinzand dat zich direct ónder het veen bevindt (niet aangeboord). Tijdens het booronderzoek van RAAP is de top van het Oude Duinzand aangetroffen op een diepte van 4 – 6,6 m-mv (1,5 -5 m +NAP). De vindplaats die bij ditzelfde onderzoek werd aangetroffen dateert waarschijnlijk uit de periode bronstijd-ijzertijd en mogelijk Romeinse tijd, maar bevond zich echter op een nog grotere diepte, namelijk tussen de 0,3 en 2,1 m +NAP (6,1 – 8,2 m-mv).<sup>12</sup>

- *In welke mate wordt een eventueel aanwezige vindplaats verstoord door realisatie van geplande bodemingrepen?*

Niet van toepassing: geen vindplaats of archeologische laag aangetroffen.

- *Hoe kan deze verstoring door planaanpassing tot een minimum worden beperkt?*

Niet van toepassing: geen vindplaats of archeologische laag aangetroffen.

- *In welke mate stemmen de resultaten van het veldwerk overeen met de verwachtingen van de bureaustudie?*

De resultaten stemmen over het algemeen goed overeen met de verwachtingen van het bureauonderzoek. Binnen het plangebied werden met name archeologische resten verwacht in de top van het Oude Duinzand. Het Oude Duinzand bevindt zich echter op een grotere diepte en is niet aangetroffen. Verder gold er een specifieke verwachting voor restanten uit de Tweede Wereldoorlog. Voor die verwachting zijn geen nadere aanwijzingen aangetroffen.

- *Wat zijn de aanbevelingen? Is nader onderzoek noodzakelijk?  
En zo ja, waaruit kan deze bestaan?*

Zie paragraaf 4.2.

## 4.2 Conclusies en (selectie)advies

Er is een inventariserend veldonderzoek door middel van boringen (verkennende fase) uitgevoerd voor het plangebied. In het jonge duinzand van locatie 2 zijn enkele dunne begraven humeuze bandjes aangetroffen (boringen 12 t/m 14) die evenwel niet worden gezien als een archeologisch niveau. Ook zijn in deze niveaus geen archeologische indicatoren aangetroffen. Een mogelijk archeologisch niveau kan zich bevinden op de overgang van jong naar oud duinzand. Dit potentiële niveau is op locatie 1 niet of niet meer aanwezig: een zeer dunne laag jong duinzand gaat hier direct over in strandzand. Voor locatie 2 geldt dat een eventueel archeologisch niveau zich op een grotere diepte kan bevinden, dat wil zeggen dieper dan de maximale boordiepte van 6 m -mv (circa 4 m +NAP).

Gelet op het uitgangspunt dat de HDD-boringen vanaf het maaiveld worden ingezet en hiermee dus een geringe verstoring door vergraving en grondverzet plaatsvindt, adviseert Antea Group tot vrijgave van beide plangebieden. Een potentieel aanwezig archeologisch niveau bevindt zich op een grotere diepte dan de eventuele spitdiepte die benodigd is op het terrein weer op te leveren na het uitvoeren van de werkzaamheden. De impact op eventuele archeologisch relevante lagen blijft daarmee beperkt tot de diameter van de (geboorde) buis.

---

<sup>12</sup> Coppens, 2019.

Indien de werkzaamheden op locatie 2 echter toch dieper reiken dan 6 m-mv (4 m + NAP) bestaat er een kans dat hierbij eventueel in de bodem aanwezige archeologische waarden verstoord zullen raken. In dat geval is nader archeologisch onderzoek wèl noodzakelijk. Hierbij dient te worden gedacht aan een karterend booronderzoek, waarbij grotere dieptes met een machinale boorinstallatie (Aqualockboor) kunnen worden bereikt.

Ook voor vrijgegeven (delen van) plangebieden bestaat altijd de mogelijkheid dat er tijdens graafwerkzaamheden toch losse sporen en vondsten worden aangetroffen. Het betreft dan vaak kleine sporen of resten die niet door middel van een booronderzoek kunnen worden opgespoord. Op grond van artikel 5.10 van de Erfgoedwet dient zo spoedig mogelijk melding te worden gemaakt van de vondst bij de Minister (de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed: telefoon 033-4217456). Een vondstmelding bij de gemeentelijk of provinciaal archeoloog kan ook.

Antea Group  
Heerenveen, oktober 2021

## Literatuur en geraadpleegde bronnen

Coppens, C.F.H., 2017: *Plangebied Windpark Ferrum in Wijk aan Zee, gemeente Velsen; archeologisch vooronderzoek: een aanvullend bureau- en inventariserend veldonderzoek (verkennende fase)*. RAAP-Notitie 5904. RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., Weesp.

Coppens, C.F.H., 2019: *Plangebied Onshore Substation HKN te Wijk aan Zee, gemeente Beverwijk; archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek (IVO-O, karterend booronderzoek)*. RAAP-rapport 3969. RAAP Archeologisch Adviesbureau, Weesp.

Fens, Fleuren & Van Dasselaar, 2021: *Inventariserend Veldonderzoek d.m.v. boringen, verkennende fase. Net op zee – Hollandse Kust (West Bèta), locatie 4 en 5, gemeente Beverwijk*. Antea Group Archeologie 2021/4. Antea Group, Heerenveen.

Fleuren, I. & R. Fens, 2020. *Plan van Aanpak Inventariserend Veldonderzoek d.m.v. boringen Net op zee - Hollandse Kust (west Beta), gemeente Velsen*. Antea Group, Heerenveen.

Mol, K., 2019: *Bureauonderzoek Archeologie HKWB. Arcadis Archeologische Rapporten 193*. Arcadis Nederland BV, Arnhem.

Tol, A., P. Verhagen & M. Verbruggen, 2012: *Leidraad inventariserend veldonderzoek. Deel: karterend booronderzoek*. SIKB.

### Kaarten

- Topografische kaart 1:25000 (<http://kadata.kadaster.nl>)
- Bodemkaart van Nederland, 1:50.000, STIBOKA/Alterra, Wageningen
- Geomorfologische kaart 1:50.000, Alterra, Wageningen
- Kadastrale kaarten 1811-1832 (<http://beeldbank.cultureelerfgoed.nl>)
- Topografische kaart 1:25000 (<http://kadata.kadaster.nl>)
- Informatiekaart Landschap en Cultuurhistorie van de provincie Noord-Holland (<https://geoapps.noord-holland.nl/app/ilc>)

## Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1.	Uitsnede topografische kaart met de ligging van de twee locaties binnen de gemeente Velsen (het onderhavige plangebied). Bron: Esri & partners.
Afbeelding 2.	Het plangebied op een recente luchtfoto. Bron: Esri & partners.
Afbeelding 3.	Het plangebied op de geomorfologische kaart. Bron: Esri & partners.
Afbeelding 4.	Het plangebied op de bodemkaart van Nederland. Bron: Stiboka/Alterra.
Afbeelding 5.	Het plangebied op het Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN). Bron: ahn.nl/Esri & partners.
Afbeelding 6.	Het plangebied op de Topografisch Militaire Kaart (circa 1850). Bron: Esri & partners.
Afbeelding 7.	Het plangebied rond 1900 (Bonnebladen). Bron: topotijdreis.nl / Esri & partners.
Afbeelding 8.	De planlocaties (bij benadering) op de archeologische beleidskaart van de gemeente Velsen. Bron: Gemeente Velsen, 2019.

### Bijlagen

Bijlage 1.	Archeologische perioden Beschrijving van de archeologische perioden
Bijlage 2.	Schema Archeologische Monumentenzorg (AMZ) Beschrijving en weergave van de Archeologische Monumentenzorg
Bijlage 3.	Boorprofielen Beschrijving en weergave van de boorprofielen

### Kaartbijlage

463337-ARCHIS	Kaart met gegevens uit ARCHIS: waarnemingen, archeologische onderzoeksgebieden en AMK-terreinen
463337-ARO	Boorpuntenkaart

## Bijlage 1: Archeologische perioden

Als bijlage op de resultaten en verzamelde gegevens wordt hieronder een algemene ontwikkeling van de bewoners-geschiedenis in Nederland geschetst.

Gedurende het **paleolithicum** (300.000-8800 voor Chr.) hebben moderne mensen (*homo sapiens*) onze streken tijdens de warmere perioden wel bezocht, doch sporen uit deze periode zijn zeldzaam en vaak door latere omstandigheden verstoord. De mensen trokken als jager-verzamelaars rond in kleine groepen en maakten gebruik van tijdelijke kampementen. De verschillende groepen jager-verzamelaars exploiteerden kleine territoria, maar verbleven, afhankelijk van het seizoen, steeds op andere locaties.

In het **mesolithicum** (8800-4900 voor Chr.) zette aan het begin van het Holoceen een langdurige klimaatsverbetering in. De gemiddelde temperatuur steeg, waardoor geleidelijk een bosvegetatie tot ontwikkeling kwam en de variatie in flora en fauna toenam. Ook in deze periode trokken de mensen als jager-verzamelaars rond. Voorwerpen uit deze periode bestaan voornamelijk uit voor de jacht ontworpen vuurstenen spitsjes.

De hierop volgende periode, het **neolithicum** (5300-2000 voor Chr.), wordt gekenmerkt door een overschakeling van jager-verzamelaars naar sedentaire bewoners, met een volledig agrarische levenswijze. Deze omwenteling ging gepaard met een aantal technische en sociale vernieuwingen, zoals huizen, geslepen bijlen en het gebruik van aardewerk. Door de productie van overschot kon de bevolking gaan groeien en die bevolkingsgroei had tot gevolg dat de samenleving steeds complexer werd. Uit het neolithicum zijn verschillende grafmonumenten bekend, zoals hunebedden en grafheuvels.

Het begin van de **bronstijd** (2000-800 voor Chr.) valt samen met het eerste gebruik van bronzen voorwerpen, zoals bijlen. Het gebruik van vuursteen was hiermee niet direct afgelopen. Vuursteenmateriaal uit de bronstijd is meestal niet goed te onderscheiden van dat uit andere perioden. Het aardewerk is over het algemeen zeldzaam. De grafheuveltraditie die tijdens het neolithicum haar intrede deed werd in eerste instantie voortgezet, maar rond 1200 voor Chr. vervangen door begravingen in urnenvelden. Het gaat hier om ingegraven urnen met crematieresten waar overheen kleine heuveltjes werden opgeworpen, eventueel omgeven door een greppel.

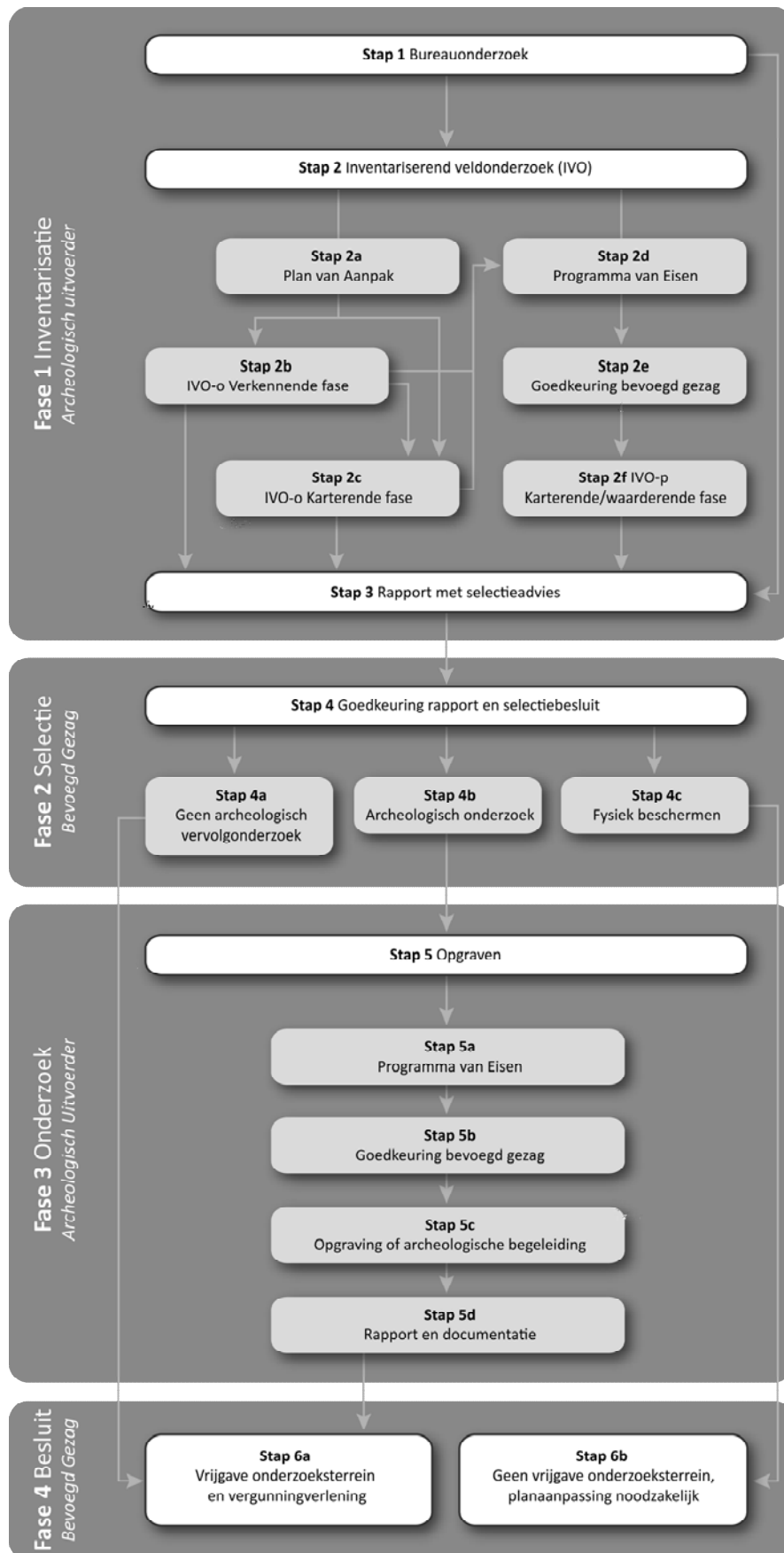
In de **ijzertijd** (800-12 voor Chr.) werden de eerste ijzeren voorwerpen gemaakt. Ten opzichte van de bronstijd traden er in de aardewerktraditie en in het gebruik van vuursteen geen radicale veranderingen op. De mensen woonden in verspreid liggende hoeven of in nederzettingen van enkele huizen. Op de hogere zandgronden ontstonden uitgebreide omwalde akkercomplexen (*celtic fields*). In deze periode werden de kleigebieden ook in gebruik genomen door mensen afkomstig van de zandgebieden. Opvallend zijn de verschillen in materiële welstand. Er zijn zogenaamde vorstengraven bekend in Zuid-Nederland, maar de meeste begravingen vonden plaats in urnenvelden.

Met de **Romeinse tijd** (12 voor Chr. tot 450 na Chr.) eindigt de prehistorie en begint de geschreven geschiedenis. In 47 na Chr. werd de Rijn definitief als rijksgrens van het Romeinse Rijk ingesteld. Ter controle van deze zogenaamde *limes* werden langs de Rijn *castella* (militaire forten) gebouwd. De inheems leefwijze handhaafde zich wel, ook al werd de invloed van de Romeinen steeds duidelijker in soorten aardewerk (o.a. gedraaid) en een betere infrastructuur. Onder meer ten gevolge van invallen van Germaanse stammen ontstond er instabiliteit wat uiteindelijk leidde tot het instorten van de grensverdediging langs de Rijn.

Over de **middeleeuwen** (450-1500 na Chr.), en met name de vroege middeleeuwen (450-1000 na Chr.), zijn nog veel zaken onbekend. Archeologische overblijfselen zijn betrekkelijk schaars. De politieke macht was na het wegvallen van de Romeinen in handen gekomen van regionale en lokale hoofdliden. Vanaf de 10<sup>e</sup> eeuw ontstaat er weer enige stabiliteit en is een toenemende feodalisering zichtbaar. Door bevolkingsgroei en gunstige klimatologische omstandigheden werd in deze periode een begin gemaakt met het ontginnen van bos, heide en veen. Veel van onze huidige steden en dorpen dateren uit deze periode.

De hierop volgende periode 1500 – heden wordt aangeduid als **nieuwe tijd**.





## Verklarende woordenlijst Archeologische Monumentenzorg (AMZ)

### *Archeologische begeleiding (STAP 5c)*

Een archeologische begeleiding wordt uitgevoerd wanneer proefsleuven of en opgraving niet mogelijk zijn door bijvoorbeeld civieltechnische beperkingen.

### *Archeologische indicatoren*

Hiermee worden aanwijzingen in de bodem bedoeld die duiden op menselijke activiteiten in het verleden, zoals aardewerkscherven, houtskool, botmateriaal, vondstlagen, etc.

### *Archis*

Archeologisch informatiesysteem voor Nederland. Een digitale databank met gegevens over archeologische vindplaatsen en terreinen.

### *Bureauonderzoek (STAP 1)*

Het bureauonderzoek is een rapportage waarin een gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel wordt opgesteld aan de hand van geomorfologische en bodemkaarten, de Archeologische Monumentenkaart (AMK), het Archeologisch Informatiesysteem (ARCHIS), historische kaarten en archeologische publicaties.

### *Fysiek beschermen (STAP 4c)*

De archeologische resten blijven in de bodem behouden door bijvoorbeeld planaanpassingen.

### *Geofysisch onderzoek*

Meetapparatuur brengt archeologische verschijnselen in de bodem driedimensionaal in kaart zonder te boren of te graven. Dit kan bijvoorbeeld door radar-, weerstandsonderzoek of elektromagnetische metingen.

### *Gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel*

Dit model geeft op detailniveau voor het plangebied aan wat aan archeologische vindplaatsen aanwezig kan zijn. Op basis van dit verwachtingsmodel wordt bepaald of een inventariserend veldonderzoek nodig is en wat de juiste methode is om eventueel aanwezige archeologische resten aan te tonen.

### *Inventariserend veldonderzoek (IVO) (STAP 2)*

Tijdens een inventariserend veldonderzoek worden archeologische waarden in het veld geïnventariseerd en gedocumenteerd. Waar is wat in de bodem aanwezig? De inventarisatie kan bestaan uit een inventariserend veldonderzoek-overig (door middel van een booronderzoek, veldkartering en/of geofysisch onderzoek) en/of een inventariserend veldonderzoek door middel van proefsleuven. Wat de beste methode is, hangt sterk af van de omstandigheden en de aard van de vindplaats.

### *Inventariserend veldonderzoek - overig (IVO-o) (STAP 2b of 2c)*

Bij een inventariserend veldonderzoek - overig door middel van boringen (IVO-o) worden boringen gezet door middel van een handboor of guts.

### *Inventariserend veldonderzoek - proefsleuven (IVO-p) (STAP 2f)*

Proefsleuven zijn lange sleuven van twee tot vijf meter breed die worden aangelegd in de zones waar aanwijzingen zijn voor het aantreffen van archeologische vindplaatsen.

### *Inventariserend veldonderzoek (IVO) - Verkennende fase (STAP 2b)*

Wanneer bij het bureauonderzoek onvoldoende gegevens beschikbaar zijn om een gespecificeerd verwachtingsmodel op te stellen, wordt een inventariserend veldonderzoek - verkennende fase uitgevoerd. In deze fase wordt onderzocht of de bodem nog intact is, wat de bodemopbouw is en hoe deze invloed heeft gehad op de locatiekeuze van de mens in het verleden. Het onderzoek is bedoeld om kansarme zones om archeologische resten aan te treffen uit te sluiten en kansrijke zones te selecteren voor vervolgonderzoek. Een verkennend onderzoek kent een relatief lage onderzoeksintensiteit en wordt meestal uitgevoerd door middel van boringen.

### *Inventariserend veldonderzoek (IVO) - Karterende fase (STAP 2c of 2f)*

Tijdens een inventariserend veldonderzoek - karterende fase wordt het plangebied systematisch onderzocht op de aanwezigheid van archeologische sporen en/of vondsten. De intensiteit van onderzoek is groter dan in de verkennende fase, bijvoorbeeld door een groter aantal boringen per hectare of door het aanleggen van proefsleuven.

### *Inventariserend veldonderzoek (IVO) - Waarderende fase (STAP 2f)*

Tijdens de waarderende fase wordt aangegeven of de aangetroffen archeologische vindplaatsen behoudenswaardig zijn. Dat betekent dat de aard, omvang, datering, conservering en inhoudelijke kwaliteit van de vindplaats(en) wordt vastgesteld. Wanneer de waardering van de archeologische resten laag is, hoeft geen verder archeologisch onderzoek te worden uitgevoerd. Het plangebied wordt 'vrijgegeven'. Wanneer de resten behoudenswaardig zijn, wordt in eerste instantie behoud in situ (ter plekke in de bodem) nagestreefd. Wanneer dit door de voorgenomen ontwikkelingen niet mogelijk is, wordt vervolgonderzoek uitgevoerd in de vorm van een opgraving of archeologische begeleiding. Vaak wordt deze fase gecombineerd uitgevoerd met het inventariserend veldonderzoek karterende fase.

### *Opgraving (STAP 5c)*

Wanneer door de toekomstige ontwikkelingen aanwezige archeologische resten in de bodem niet behouden kunnen worden, wordt een opgraving uitgevoerd. Tijdens de opgraving worden archeologische resten gedocumenteerd, gefotografeerd en bestudeerd. Hierdoor wordt informatie over het verleden zo goed mogelijk vastgelegd en behouden.

### *Plan van Aanpak (PvA) (STAP 2a)*

Voor een booronderzoek is een Plan van Aanpak (PvA) noodzakelijk. Het PvA beschrijft hoe het veldwerk wordt uitgevoerd en uitgewerkt.

### *Programma van Eisen (PvE) (STAP 2d of 5a)*

Voor het uitvoeren van een inventariserend veldonderzoek - proefsleuven, archeologische begeleiding of opgraving is een Programma van Eisen (PvE) noodzakelijk. Het PvE beschrijft het doel, vraagstelling en uitvoeringsmethode van het archeologisch onderzoek. Dit document wordt beschouwd als basisdocument voor archeologisch veldonderzoek waarmee de inhoudelijke kwaliteit gewaarborgd wordt. Het PvE wordt goedgekeurd door het bevoegd gezag (gemeente, provincie of het rijk).

### *Quickscan*

In een quickscan wordt geïnventariseerd of en waar archeologisch onderzoek moet worden uitgevoerd.

### *Selectieadvies (STAP 3)*

In het selectieadvies wordt op archeologisch inhoudelijke argumenten het advies gegeven welke delen van het plangebied vrijgegeven kunnen worden voor verdere ontwikkeling en welke delen behouden of opgegraven moeten worden.

### *Selectiebesluit (STAP 4)*

De bevoegde overheid (gemeente, provincie of soms het rijk) geeft op basis van het selectieadvies aan welke maatregelen genomen worden. De bevoegde overheid kan van het selectieadvies afwijken indien zij dat nodig acht.

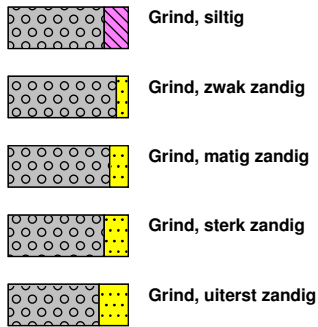
### *Veldkartering*

Bij een veldkartering wordt het plangebied systematisch belopen om archeologische oppervlaktevondsten te verzamelen.

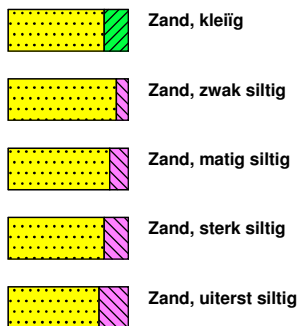
## Bijlage 3: Boorprofielen

### Legenda (conform NEN 5104 / ASB)

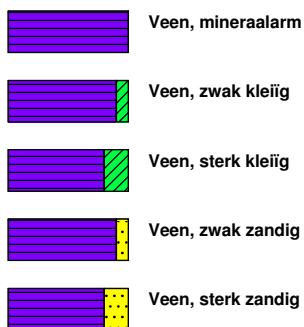
#### grind



#### zand



#### veen



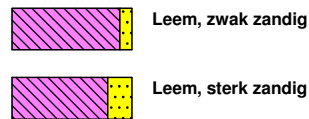
#### overig

- ▲ bijzonder bestanddeel
- ◀ Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- ≡ grondwaterstand
- ◆ Gemiddeld laagste grondwaterstand

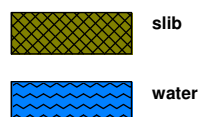
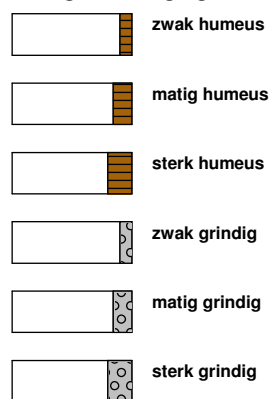
#### klei



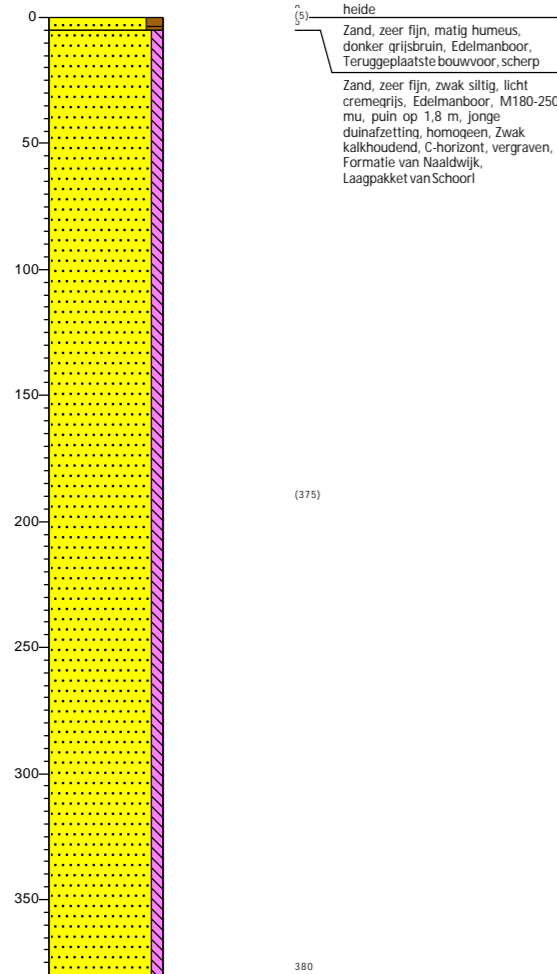
#### leem



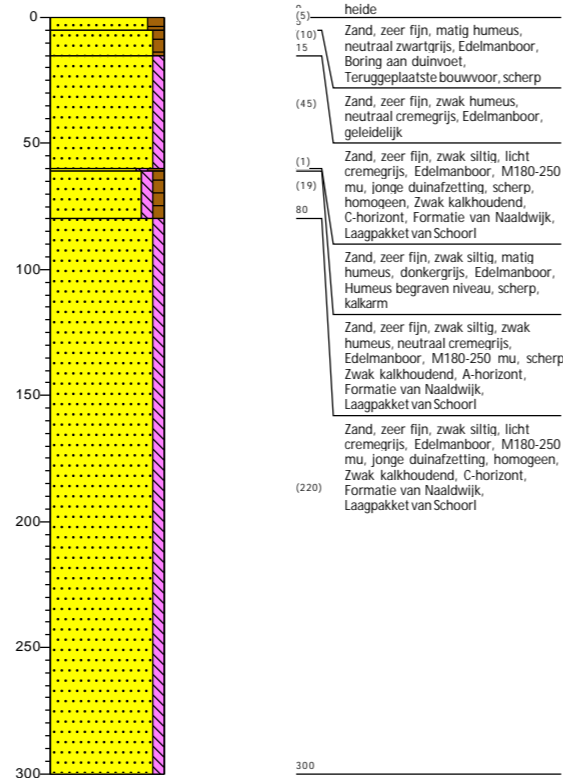
#### overige toevoegingen



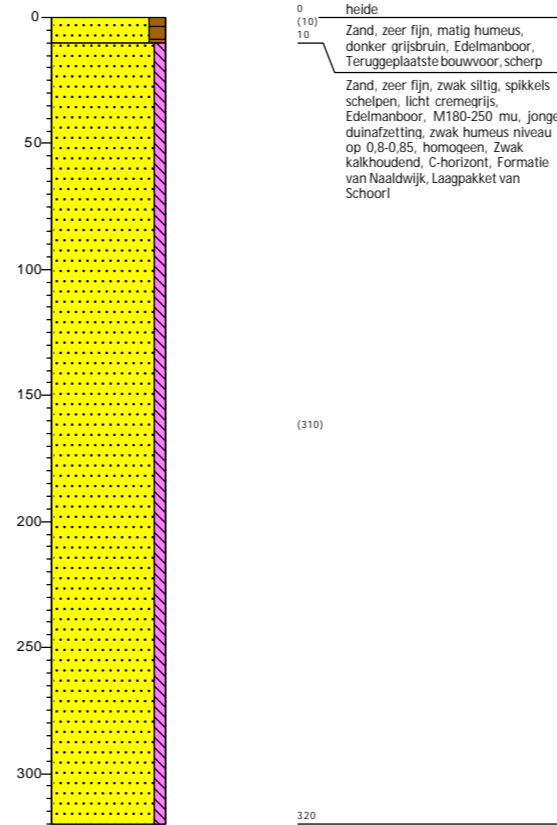
**Boring: 11**  
 Datum: 18-12-2020  
 Boormeester: Richard Fens



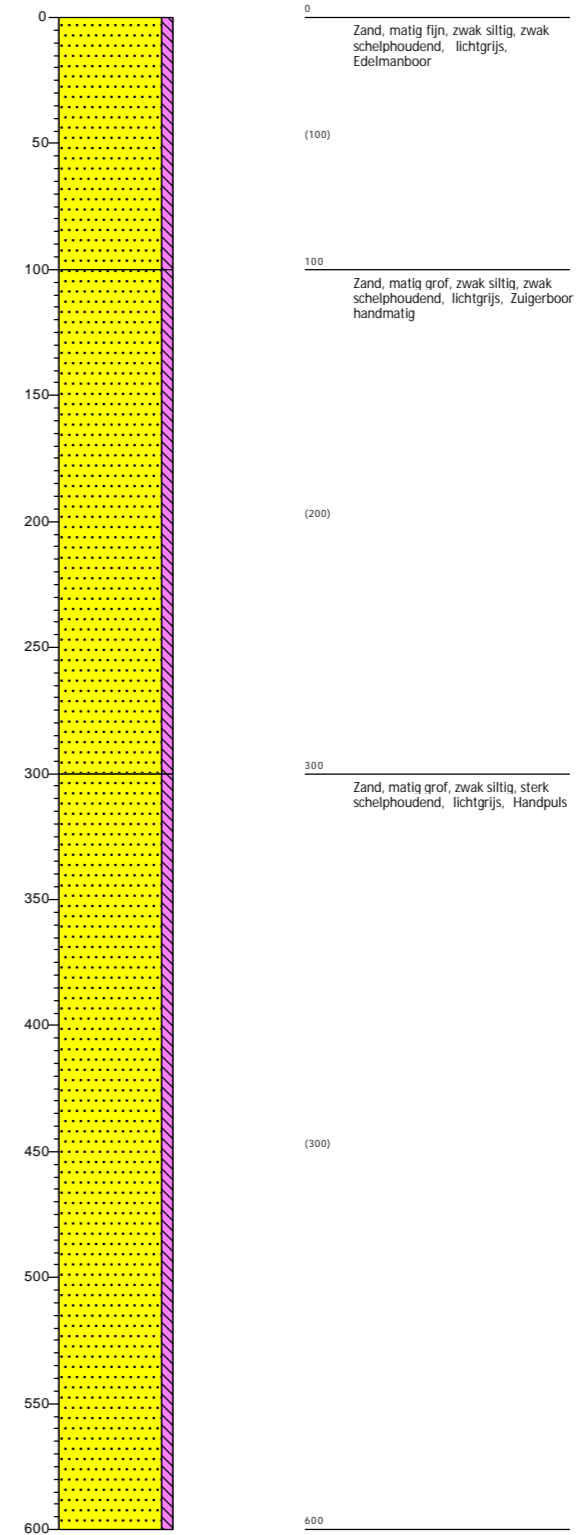
**Boring: 12**  
 Datum: 18-12-2020  
 Boormeester: Richard Fens



**Boring: 13**  
 Datum: 18-12-2020  
 Boormeester: Richard Fens



**Boring: 118**  
 Datum: 15-2-2021

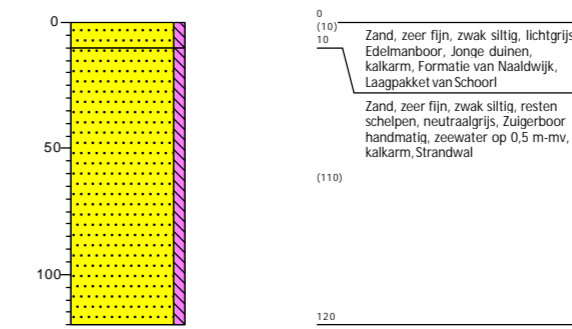
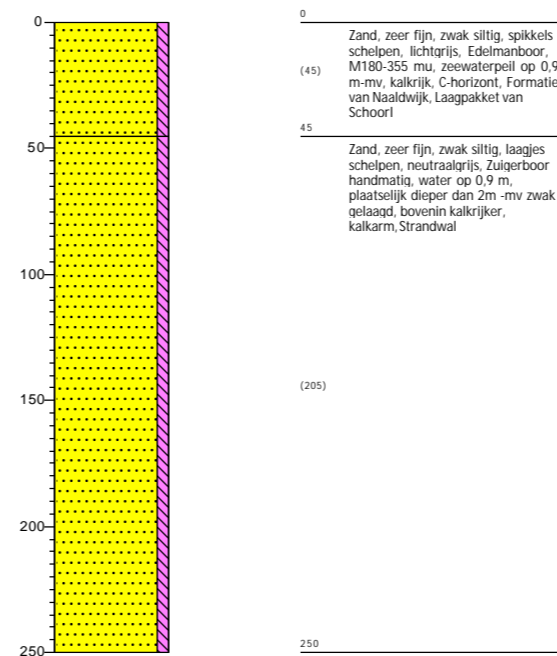
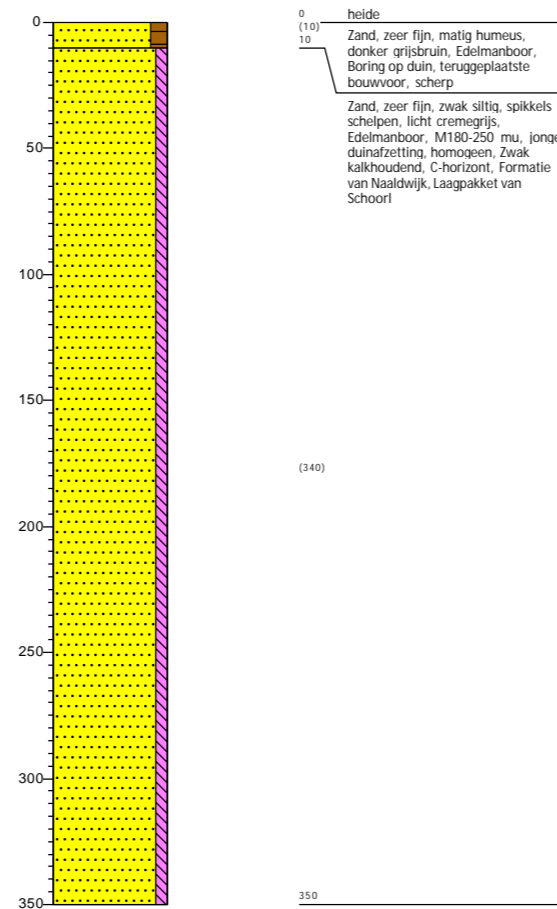
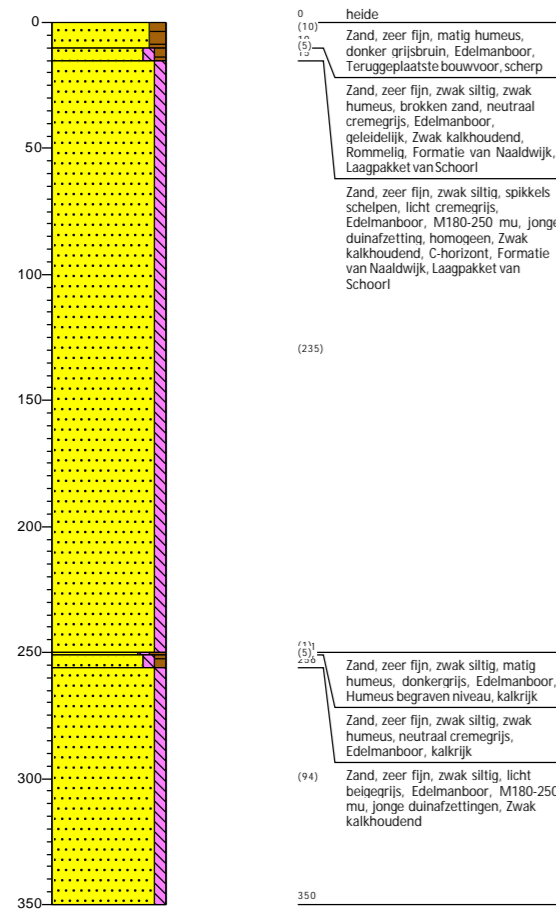


**Boring: 14**  
 Datum: 18-12-2020  
 Boormeester: Richard Fens

**Boring: 15**  
 Datum: 18-12-2020  
 Boormeester: Richard Fens

**Boring: 16**  
 Datum: 18-12-2020  
 Boormeester: Richard Fens

**Boring: 17**  
 Datum: 18-12-2020  
 Boormeester: Richard Fens

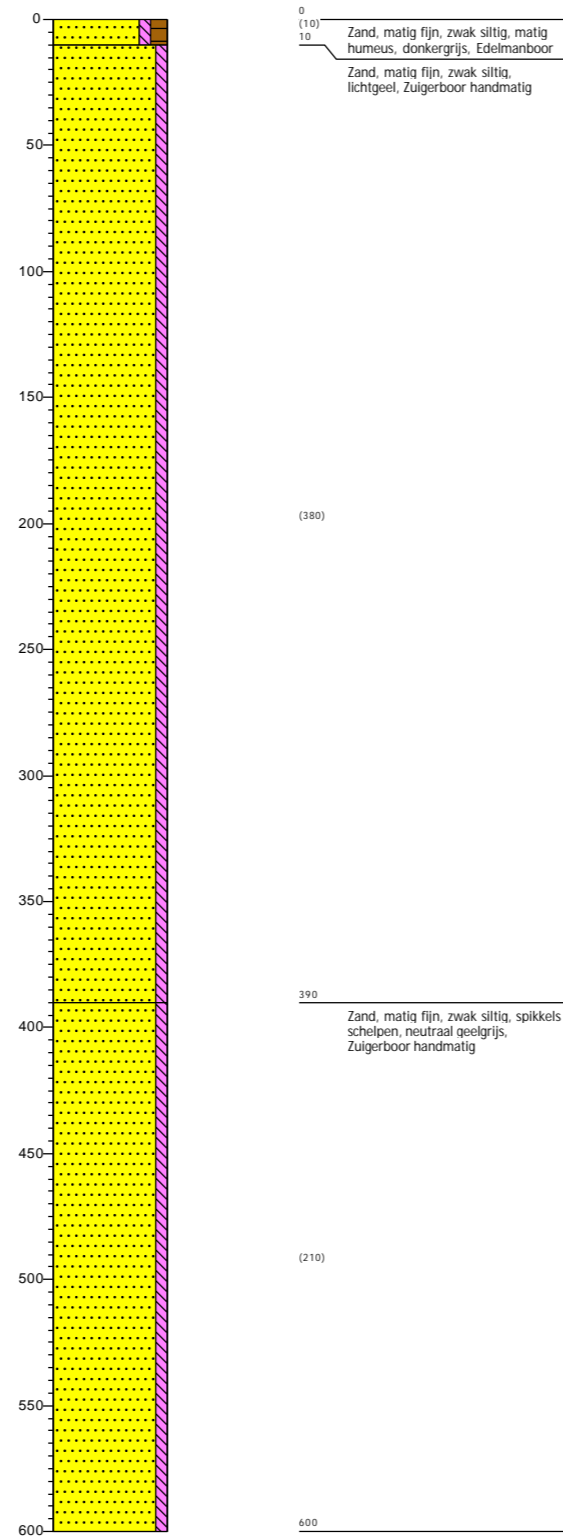
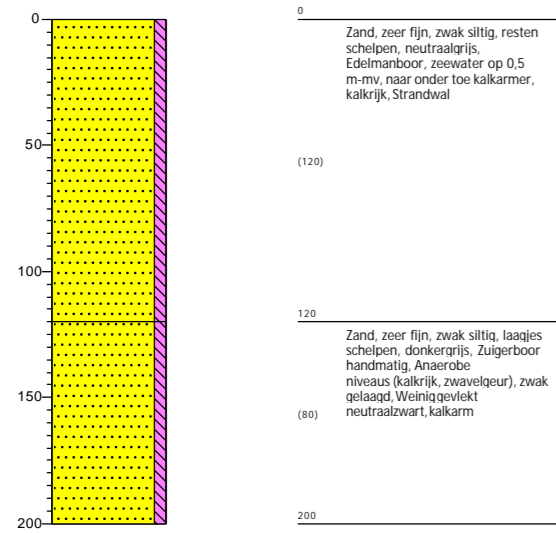


**Boring: 18**

Datum: 18-12-2020  
Boormeester: Richard Fens

**Boring: 210**

Datum: 15-2-2021



## Kaartbijlage

99500

100000

100500

101000

101500

500500

500500

500000

500000

499500

499500

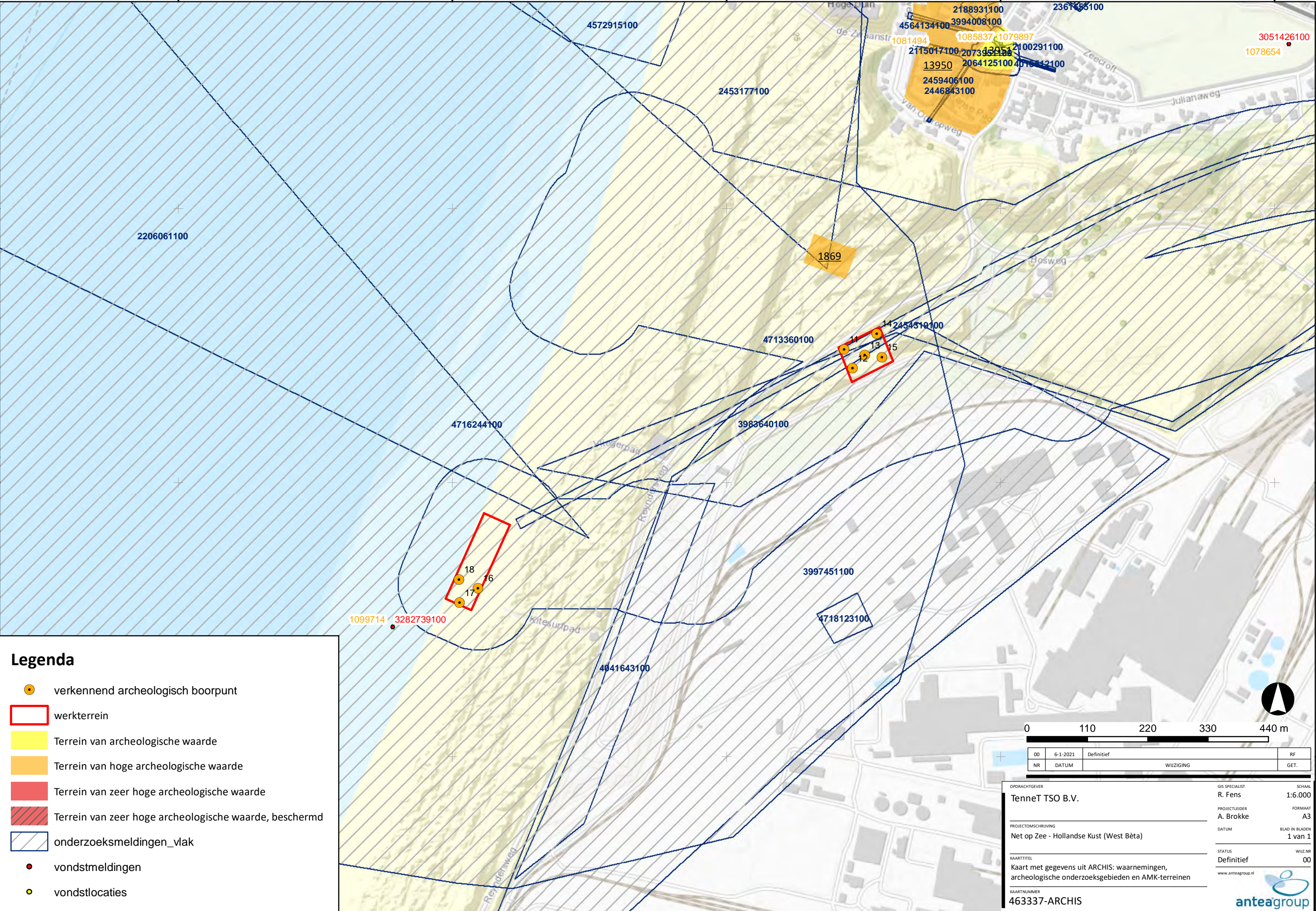
99500

100000

100500

101000

101500



### Legenda

- verkennend archeologisch boorpunt
- werkterrein
- Terrein van archeologische waarde
- Terrein van hoge archeologische waarde
- Terrein van zeer hoge archeologische waarde
- Terrein van zeer hoge archeologische waarde, beschermd
- onderzoeksmeldingen\_vlak
- vondstmeldingen
- vondstlocaties

00	6-1-2021	Definitief	RF
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

OPDRACHTGEVER	GIS SPECIALIST	SCHAAL
TenneT TSO B.V.	R. Fens	1:6.000
PROJECTLEIDER	FORMAAT	
A. Brokke	A3	
PROJECTOMSCHRIJVING	DATUM	BLAD IN BLADEN
Net op Zee - Hollandse Kust (West Bèta)		1 van 1
KAARTTITEL	STATUS	WIJZ.NR
Kaart met gegevens uit ARCHIS: waarnemingen, archeologische onderzoeksgebieden en AMK-terreinen	Definitief	00
KAARTNUMMER	www.anteagroup.nl	
463337-ARCHIS		

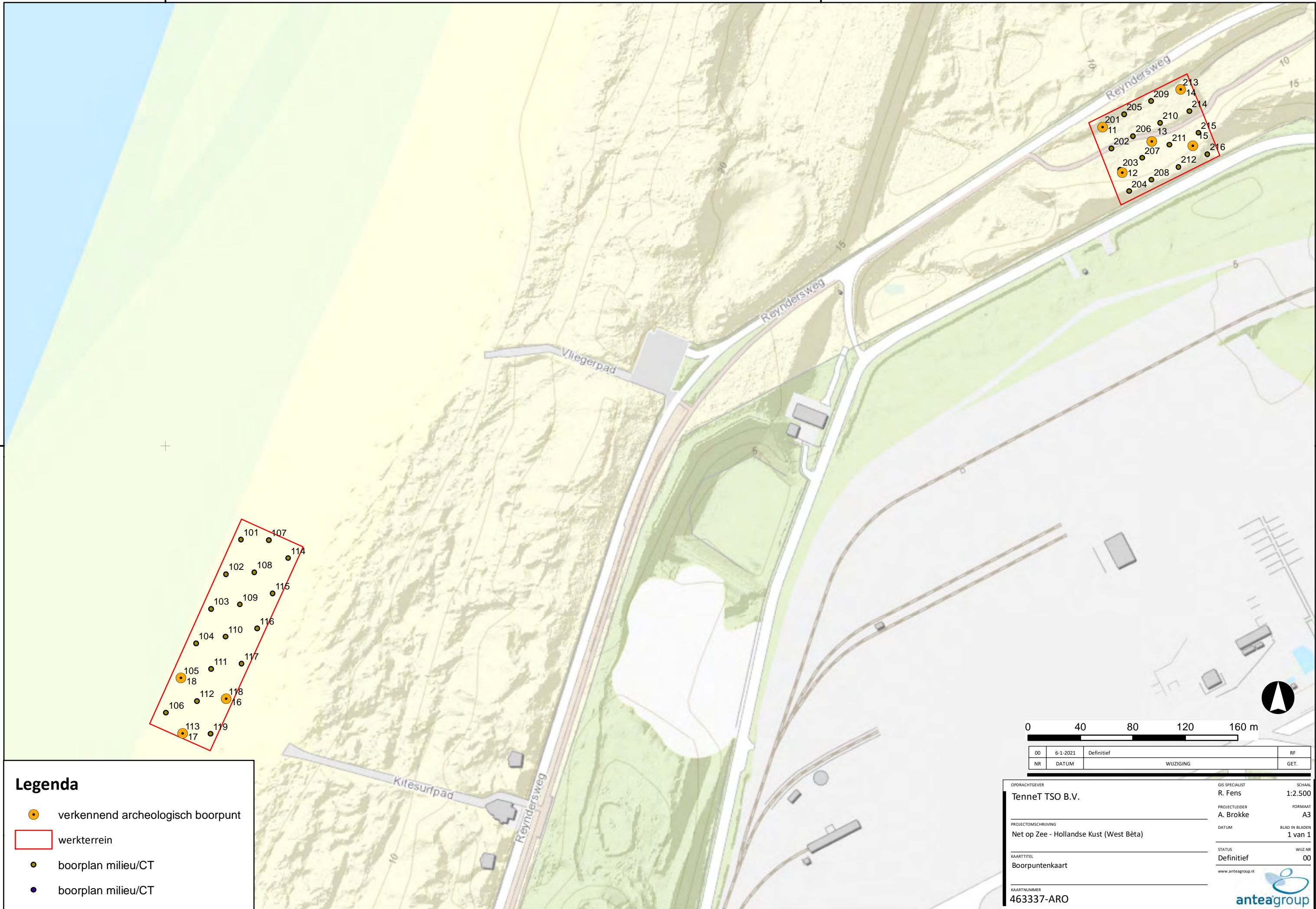


100000

100500

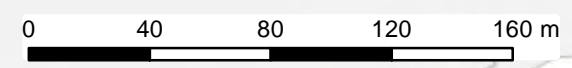
500000

500000



**Legenda**

- verkennend archeologisch boorpunt
- werkterrein
- boorplan milieu/CT
- boorplan milieu/CT



00	6-1-2021	Definitief	RF
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

OPDRACHTGEVER <b>TenneT TSO B.V.</b>	GIS SPECIALIST R. Fens	SCHAAL 1:2.500
PROJECTLEIDER A. Brokke	FORMAAT A3	
PROJECTOMSCHRIJVING Net op Zee - Hollandse Kust (West Bèta)	DATUM	BLAD IN BLADEN 1 van 1
KAARTTITEL Boorpuntenkaart	STATUS Definitief	WIJZ.NR 00
KAARTNUMMER 463337-ARO	www.anteagroup.nl	



100000

100500

---

## Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al bijna 70 jaar.

---

## Contactgegevens

Tolhuisweg 57  
8443 DV HEERENVEEN  
Postbus 24  
8440 AA HEERENVEEN  
T. 06 533 63 708  
E. reinier.raap@anteagroup.nl

[www.anteagroup.nl](http://www.anteagroup.nl)

ISSN: 1570-6273

### Copyright © 2021

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

### Disclaimer

Antea Group aanvaardt op generlei wijze aansprakelijkheid voor schade welke voortvloeit uit beslissingen genomen op basis van de resultaten van archeologisch (voor)onderzoek.



# Antea Group Archeologie 2021/4

Inventariserend Veldonderzoek d.m.v. boringen,  
verkennende fase

Net op zee - Hollandse Kust (west Bèta), locatie  
4 en 5, gemeente Beverwijk

projectnummer 463337  
revisie 02  
6 oktober 2021

# Antea Group Archeologie 2021/4

Inventariserend Veldonderzoek d.m.v. boringen, verkennende fase

Net op zee - Hollandse Kust (west Bèta), locatie 4 en 5, gemeente Beverwijk

projectnummer 463337

revisie 02

6 oktober 2021

## Auteurs

R.L. Fens

I. Fleuren

M. van Dasselaar

## Opdrachtgever

TenneT TSO B.V.

Utrechtseweg 310

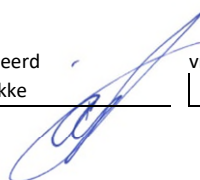
6812 AR ARNHEM

datum vrijgave  
06-10-2021

beschrijving revisie 02  
Beoordeeld door BG

gecontroleerd  
A.J. Brokke

vrijgave  
R.S. Raap



# Inhoudsopgave

Blz.

<b>Samenvatting</b>	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2 Bureauonderzoek</b>	<b>6</b>
2.1 Begrenzing plangebied	6
2.2 Huidig en toekomstig gebruik	7
2.3 Archeologisch beleid en regelgeving	7
2.4 Landschappelijke situatie	8
2.5 Historische situatie en mogelijke verstoringen	11
2.6 Archeologische waarden	12
2.7 Gespecificeerde archeologische verwachting	14
<b>3 Veldonderzoek</b>	<b>15</b>
3.1 Doel- en vraagstelling	15
3.2 Onderzoeksopzet en werkwijze	15
3.3 Resultaten	17
3.3.1 Bodemopbouw locatie 4	17
3.3.2 Bodemopbouw locatie 5	17
3.3.3 Archeologie	18
<b>4 Conclusies en advies</b>	<b>19</b>
4.1 Beantwoording onderzoeksvragen	19
4.2 Conclusies en (selectie)advies	20
<b>Literatuur en geraadpleegde bronnen</b>	<b>22</b>
<b>Lijst met afbeeldingen</b>	<b>23</b>
<b>Bijlagen</b>	
1 Archeologische perioden	
2 Schema Archeologische Monumentenzorg (AMZ)	
3 Boorprofielen	
<b>Kaartbijlagen</b>	
463337-ARCHIS Gegevens uit ARCHIS	
463337-ARO Situatiekaart met ligging boorpunten	

### Administratieve gegevens

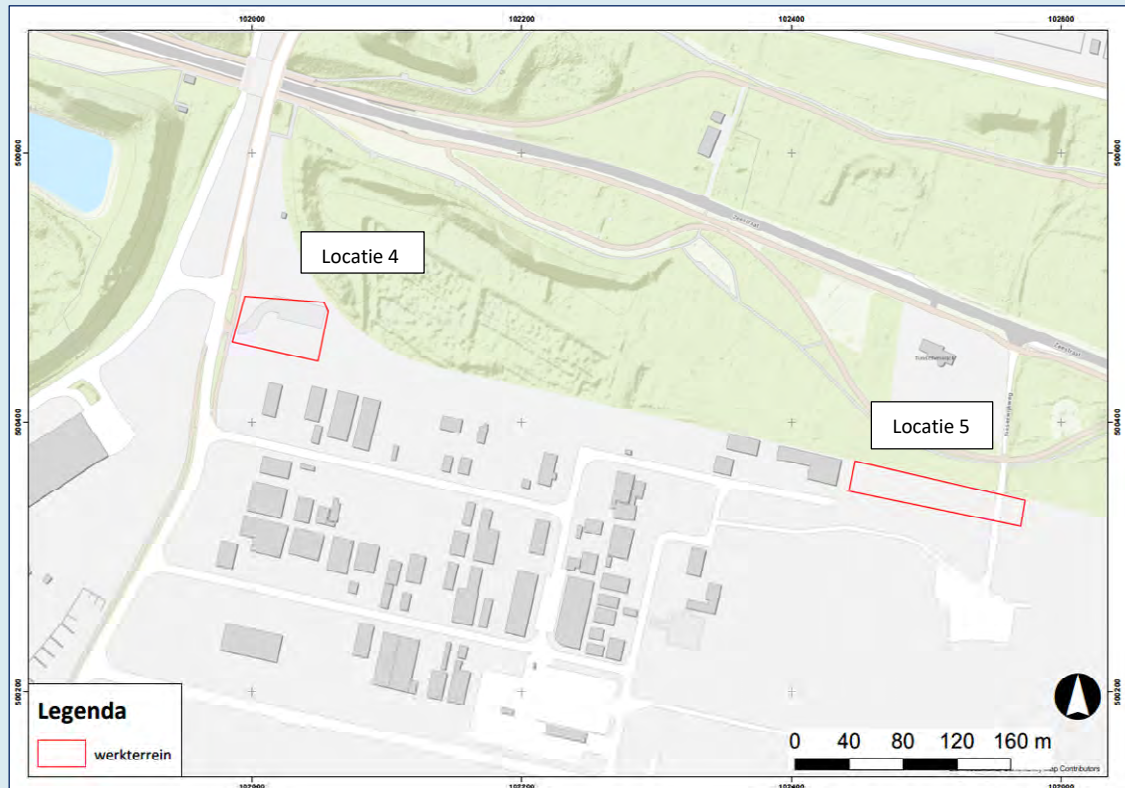
*Projectnummer Antea Group* 463337  
*OM-nummer* 4878383100  
*Provincie* Noord-Holland  
*Gemeente* Beverwijk  
*Plaats* Wijk aan Zee  
*Toponiem* Tusschenwijk

*Kaartblad* 19-W  
*Coördinaten* 100050/499855 100739/500241  
101004/500282 102016/500483

*Opdrachtgever* TenneT TSO B.V.  
*Uitvoerder* Antea Group  
*Datum uitvoering* juli 2020-januari 2021  
*Projectteam* M. van Dasselaar (senior KNA-prospecteur)  
I. Fleuren (archeoloog)  
R.L. Fens (KNA-prospecteur)

*Vrijgave conform KNA* A. Brokke (senior KNA-prospecteur)  
*Bevoegd gezag* Gemeente Beverwijk  
*Deskundige bevoegd gezag* NMF Erfgoedadvies

*Beheer documentatie* Antea Group  
*Vondstdepot* Huis van Hilde, Castricum



Afbeelding 1. Uitsnede topografische kaart met de ligging van locaties locatie 4 en 5 in de gemeente Beverwijk (=het onderhavige plangebied). Bron: Esri & partners.

## Samenvatting

In september 2020 en december 2020 heeft Antea Group een inventariserend veldonderzoek door middel van boringen, verkennende fase, uitgevoerd op twee locaties in de gemeente Beverwijk in het kader van het Rijksproject Net op Zee - Hollandse Kust (West Bèta).

### **Resultaten en advies bureauonderzoek**

In een eerdere fase van dit plan heeft Arcadis voor een aantal locaties en tracé-alternatieven een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd, voorzien van een bijbehorend selectieadvies.<sup>1</sup> Hierbij dient te worden opgemerkt dat er in de tracéopties zoals deze zijn onderzocht door Arcadis planwijzigingen hebben plaatsgevonden. Locatie 3 in het duingebied aan de Reyndersweg is komen te vervallen en locatie 5 is toegevoegd. Locatie 4 (West Viaductweg) was onderdeel van het onderzoek van Arcadis en hiervoor is op grond van de archeologische verwachting geadviseerd om een verkennend archeologische booronderzoek uit te voeren.

Voor het plangebied geldt enerzijds een hoge verwachting voor de periode laat-neolithicum-vroege middeleeuwen. Hierbij kunnen nederzettingsresten (losse vondsten en vondst- en sporen niveaus) worden aangetroffen in de top van het Oud Duingebied (onder de jonge duinen). Deze vondsten zullen met name goed geconserveerd zijn gebleken indien deze zijn afgedekt met een intacte veenlaag en jong duinzand. Anderzijds geldt er een hoge verwachting voor resten uit de Tweede Wereldoorlog.

### **Resultaten verkennend veldonderzoek en (selectie)advies**

Er zijn tijdens het veldonderzoek geen relevante archeologische indicatoren aangetroffen. Wel is er in een tweetal boringen een laagje veen aangetroffen. Deze (zandige) veenlaag betreft hoogstwaarschijnlijk de overgang tussen de Jonge en de Oude duinen en vormt daarmee een indicatief niveau, namelijk de scheiding tussen Oud en Jong Duin. Deze laag is in boring 412 aangetroffen op een diepte van 4,9 m-mv (circa 3,3 m +NAP) en in boring 23 op een diepte vanaf 4,5 m-mv (circa 3,85 m +NAP).

Deze diepte komt overeen met de resultaten van een booronderzoek dat RAAP<sup>2</sup> in de directe omgeving van het plangebied heeft uitgevoerd. Hierbij is het veen aangetroffen op een diepte van 4 – 8 m-mv (2,1 – 4,3 m +NAP). Hierbij dient te worden opgemerkt dat de grootste archeologische verwachting geldt voor het Oude Duinzand dat zich direct onder het veen bevindt (niet aangeboord). Tijdens het booronderzoek van RAAP is de top van het Oude Duinzand aangetroffen op een diepte van 4 – 6,6 m-mv (1,5 -5 m +NAP). Een vindplaats die bij ditzelfde onderzoek werd aangetroffen bevond zich echter op een nog grotere diepte, namelijk tussen de 0,3 en 2,1 m +NAP (6,1 – 8,2 m-mv).<sup>3</sup>

Gelet op het uitgangspunt dat de HDD-boringen vanaf het maaiveld worden ingezet en hiermee dus een geringe verstoring door vergraving en grondverzet plaatsvindt, adviseert Antea Group tot vrijgave van beide plangebieden. Een potentieel aanwezig archeologisch niveau bevindt zich op een grotere diepte dan de eventuele spitdiepte die benodigd is om het terrein weer op te leveren na het uitvoeren van de werkzaamheden. De impact op eventuele archeologisch relevante lagen blijft daarmee beperkt tot de diameter van de (geboorde) buis.

---

<sup>1</sup> Mol, 2019.

<sup>2</sup> Coppens, 2019.

<sup>3</sup> Zaakid. 4607437100; Coppens, 2019.

Indien de graafwerkzaamheden echter toch dieper reiken dan 4,5 m-mv (3,85 + NAP) bestaat er een kans dat hierbij eventueel in de bodem aanwezige archeologische waarden verstoord zullen raken. In dat geval is nader archeologisch onderzoek wèl noodzakelijk. Hierbij kan worden gedacht aan een karterend booronderzoek, waarbij grotere dieptes met een machinale boorinstallatie (Aqualockboor) kunnen worden bereikt.

***Revisiebeheer***

De onderhavige rapportage is voorgelegd aan en beoordeeld door de bevoegde overheid. In de huidige revisie zijn de opmerkingen van het bevoegd gezag (dhr. S. Hakvoort, d.d. 27 september 2021) verwerkt.

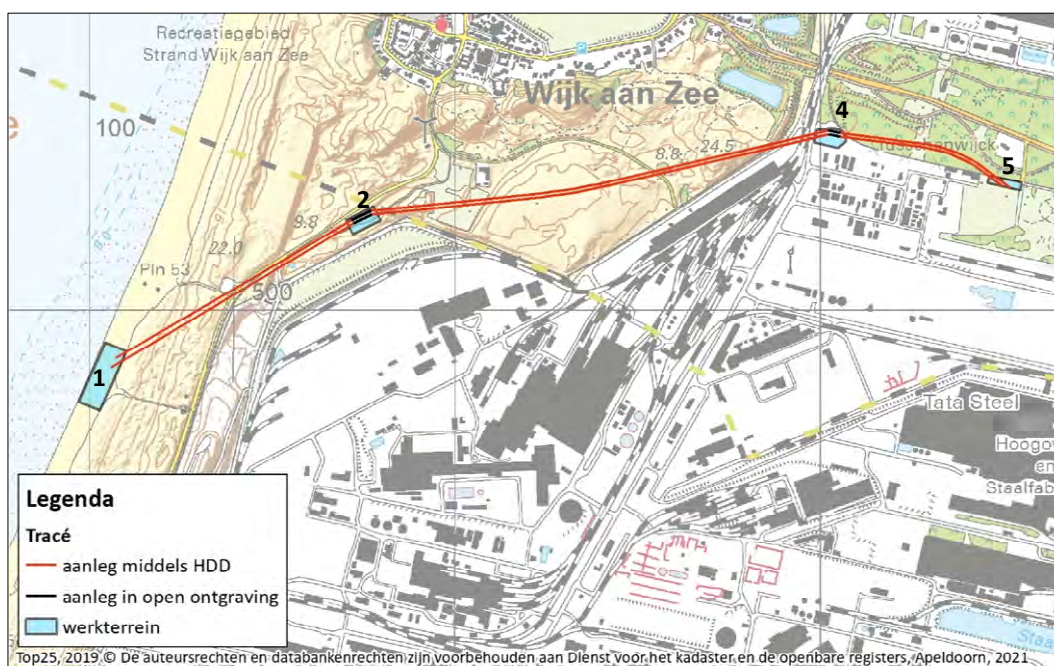
***Meldingsplicht***

Ook voor vrijgegeven (delen van) plangebieden bestaat altijd de mogelijkheid dat er tijdens graafwerkzaamheden toch losse sporen en vondsten worden aangetroffen. Het betreft dan vaak kleine sporen of resten die niet door middel van een booronderzoek kunnen worden opgespoord. Op grond van artikel 5.10 van de Erfgoedwet dient zo spoedig mogelijk melding te worden gemaakt van de vondst bij de Minister (de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed: telefoon 033-4217456). Een vondstmelding bij de gemeentelijk of provinciaal archeoloog kan ook.



# 1 Inleiding

In september 2020 en december 2020 heeft Antea Group een inventariserend veldonderzoek door middel van boringen, verkennende fase, uitgevoerd op twee locaties in de gemeente Beverwijk in het kader van het Rijksproject Net op Zee - Hollandse Kust (West Bèta). Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat is in samenwerking met TenneT TSO B.V. voornemens een ondergrondse hoogspanningsverbinding te realiseren van een nieuw windpark op de Noordzee naar een nieuw transformatorstation in de gemeente Beverwijk. De hoogspanningsverbinding zal grotendeels door middel van gestuurde ondergrondse boringen worden aangelegd. Voor de aanlanding en het vervolg naar het transformatorstation is het noodzakelijk enkele ontvangstlocaties aan te leggen. In onderstaande figuur is de ondergrondse hoogspanningsverbinding weergegeven.



**Afbeelding 1a. Overzichtskartaal van de hoogspanningsverbinding en de werkterreinen (gemeente Velsen en Beverwijk).**

Twee van deze ontvangstlocaties bevinden zich in de gemeente Beverwijk. Locatie 4 is gelegen aan de West Viaductweg op het terrein van Tata Steel en heeft een oppervlakte van 3.150 m<sup>2</sup>. Locatie 5 is gelegen direct naast het transformatorstation en heeft een oppervlakte van 2.000 m<sup>2</sup> (zie afbeelding 1 en 2). De genoemde oppervlakten betreffen de omvang van het werkgebied rondom de ontvangstlocaties.

In een eerdere fase van dit plan heeft Arcadis voor een aantal locaties en tracé-alternatieven een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd, voorzien van een bijbehorend selectieadvies.<sup>4</sup> Hierbij dient te worden opgemerkt dat er in de tracé-opties zoals deze zijn onderzocht door Arcadis planwijzigingen hebben plaatsgevonden. Locatie 3 in het duingebied aan de Reyndersweg is komen te vervallen en locatie 5 is toegevoegd. Overigens betreft locatie 5 een uitbreiding op een groter onderzoeksvlak, waarvoor reeds een nader onderzoek was aanbevolen (locatie

<sup>4</sup> Mol, 2019.

'Tusschenwijk'). Nadere gegevens over de adviezen en parallel uit te voeren onderzoeken volgen in de hiernavolgende hoofdstukken, specifiek in de paragrafen 2.5 en 4.2.

Locatie 4 (West Viaductweg) was onderdeel van het onderzoek van Arcadis en hiervoor is op grond van de archeologische verwachting geadviseerd om een verkennend archeologische booronderzoek uit te voeren.

Aangezien het voorgenomen werk nog geen onderdeel is van een vergunningstraject heeft er nog geen beoordeling op het rapport (bureauonderzoek) van Arcadis plaatsgevonden, noch op de daarin gestelde selectieadviezen.

Dit onderzoek is uitgevoerd conform BRL 4000, protocol 4003 met daarin besloten de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA), versie 4.1. Voor de KNA-protocollen 4001 (programma van eisen), 4002 (bureauonderzoek), 4003 (inventariserend veldonderzoek) en 4004 (opgraven) is Antea Group gecertificeerd conform de SIKB-BRL 4000 (Beoordelingsrichtlijn voor archeologie).

## 2 Bureauonderzoek

Er is in een eerder stadium al een bureauonderzoek uitgevoerd door Arcadis.<sup>5</sup> In het onderstaande volgt een korte samenvatting van dit bureauonderzoek. Waar nodig zijn specifieke gegevens aangepast aan het huidige ontwerp van het tracé-alternatief.

### 2.1 Begrenzing plangebied

Locatie 4 is gelegen aan de West Viaductweg op het terrein van Tata Steel en heeft een oppervlakte van 3.150 m<sup>2</sup>. Locatie 5 betreft een uitbreiding van een groter gebied dat al wel onderdeel is geweest van eerder onderzoek (afbeelding 2a) en is gelegen bij het bestaande transformatorstation. De locatie heeft een oppervlakte van 2.000 m<sup>2</sup>.

De genoemde oppervlakten betreffen de omvang van het werkgebied rondom de ontvangstlocaties. Er wordt uitgegaan van een maximale werkdiepte ter plaatse van de werkerreinen van circa 0,7-0,8 m-mv.



Afbeelding 2. Het plangebied (rode kaders) op een recente luchtfoto (links: locatie 4, rechts: locatie 5).  
Bron: Esri & partners.

<sup>5</sup> Mol, 2019



Afbeelding 2a. Locatie 5 (rood omlijnd): toevoeging van het plangebied aan het reeds na bureauonderzoek onderzochte terrein (donkergroen). Bron: Esri & partners / Mol, 2019.

## 2.2 Huidig en toekomstig gebruik

### *Huidig gebruik plangebied*

De locaties bestaan momenteel uit parkeerterrein / braakliggend terrein met gras.

### *Consequenties toekomstig gebruik*

De te realiseren hoogspanningsverbinding zal grotendeels door middel van gestuurde ondergrondse boringen worden aangelegd. Voor de aanlanding en het vervolg naar het transformatorstation is het noodzakelijk enkele ontvangstlocaties in open ontgraving aan te leggen. Locatie 4 en 5 zijn betreffen twee van deze locaties. Er wordt uitgegaan van een maximale werkdiepte ter plaatse van de werkterreinen van circa 0,7-0,8 m-mv. Het uitgangspunt is dat de HDD-boringen vanaf maaiveld zullen worden ingezet met een minimum aan grondverzet. Bij de voorgenomen werkzaamheden kunnen eventueel in de bodem aanwezige archeologische waarden verstoord raken.

## 2.3 Archeologisch beleid en regelgeving

Op [www.ruimtelijkeplannen.nl](http://www.ruimtelijkeplannen.nl) is te zien dat het plangebied onderdeel is van bestemmingsplan Industrierrein Tata Steel. De locaties bevinden zich in een zone waarbij een Waarde-Archeologie van kracht is. Hierbij is archeologisch onderzoek noodzakelijk indien de werkzaamheden een oppervlakte beslaan groter dan 500 m<sup>2</sup> en dieper reiken dan 0,6 m-mv of wanneer er heiwerkzaamheden (of een andere wijze van het indrijven van voorwerpen) plaatsvinden.

## 2.4 Landschappelijke situatie

### *Landschap*

De geomorfologische opbouw binnen het tracé is grotendeels bepaald door de ontwikkeling van de Noord-Hollandse kust. In de eerste helft van het Holoceen bestond de kust voornamelijk uit zandige wadplaten waartussen een groot aantal west-oost georiënteerde geulen lagen.

Meer landinwaarts gingen de zandige platen over in lagunes waarin klei werd afgezet. Rond 3800 voor Chr. veranderde de situatie langs de kust.

Op de zandige wadplaten ontstonden strandwallen. De strandwallen breidden zich verder westwaarts uit en sloten de kust geleidelijk af. De zee kon in deze periode alleen nog via enkele openingen in de kustlijn, zogenoemde zeegaten, in het achterland doordringen. De kust breidde zich snel uit en in de tussenliggende strandvlakte en op de strandwallen ontstonden plaatselijk kleine duinen, beter bekend als de oude duinen. De kustlijn lag in die tijd meer naar het oosten dan tegenwoordig.

Rond 1000 voor Chr. schoof de kustlijn steeds verder westwaarts en in de periode tussen 1500 en 500 voor Christus werd een deel van het plangebied opgenomen in het kustgebied. In de strandvlakte tussen de strandwallen ontstond op uitgebreide schaal veengroei als gevolg van de verslechterende afwatering. De laaggelegen duintjes en de randen van de strandwallen raakten in deze periode langzaam overgroeid met veen. Tusschenwijk is nog gelegen in het gebied met (jonge, maar niet zeer hoog opgestoven) duinen.

In het laatste millennium voor Chr. werd het Oer-IJ-estuarium actief; deze monddede uit in zee ter hoogte van Castricum. Tijdens de ontwikkeling van het estuarium ontstond een geulensysteem waarvan de sporen nog steeds in het landschap te zien zijn. Ze bestaan uit zandige geulsedimenten die tot de Oer-IJ-afzettingen worden gerekend (voorheen: Afzettingen van Duinkerke-0 en Duinkerke-I). Verder van de (hoofd)geulen werd kleiiger sediment afgezet in de kwelderzone. De grote geul ligt tussen Assum en Heemskerk. De afzettingen die rond 100 na Chr. aan of nabij het oppervlak lagen, liggen er nu nog. Het Oer-IJ-estuarium is grotendeels verzand. Alleen bij extreme stormen kon soms nog zeewater naar binnen komen, de zogenaamde washovers. Deze overstromingen hebben zanden afgezet tot in de Vroege Middeleeuwen. De kreek- en oeverwalsystemen in de voormalige kwelderzone vormden als gevolg van reliëfinversie aantrekkelijke bewoningslocaties.

Specifiek voor het plangebied geldt dat de zone gekenmerkt wordt door jonge en oude duinen, die na 1500 voor Chr. zijn ontstaan op de zandige wadplaten en strandwallen. De strandwallen breidden zich verder westwaarts uit en sloten de kust geleidelijk af. De bodem in deze zone is met name opgebouwd uit Duinvaaggronden. Het duingebied vormt een hooggelegen zone in het landschap met lokale duinen en bijbehorende laagtes.

### *Geomorfologie en bodem*

Op de geomorfologische kaart ligt het plangebied in gebieden die zijn aangegeven als kustduinen (oranje op afbeelding 3) en nabij afgegraven duinen (geel op afbeelding 3). Op de bodemkaart is het plangebied gelegen in kalkhoudende duinvaaggronden met grof zand en matig fijn zand (code Zn50A op afbeelding 4) en nabij kalkhoudende vlakvaaggronden (code Zd50A).

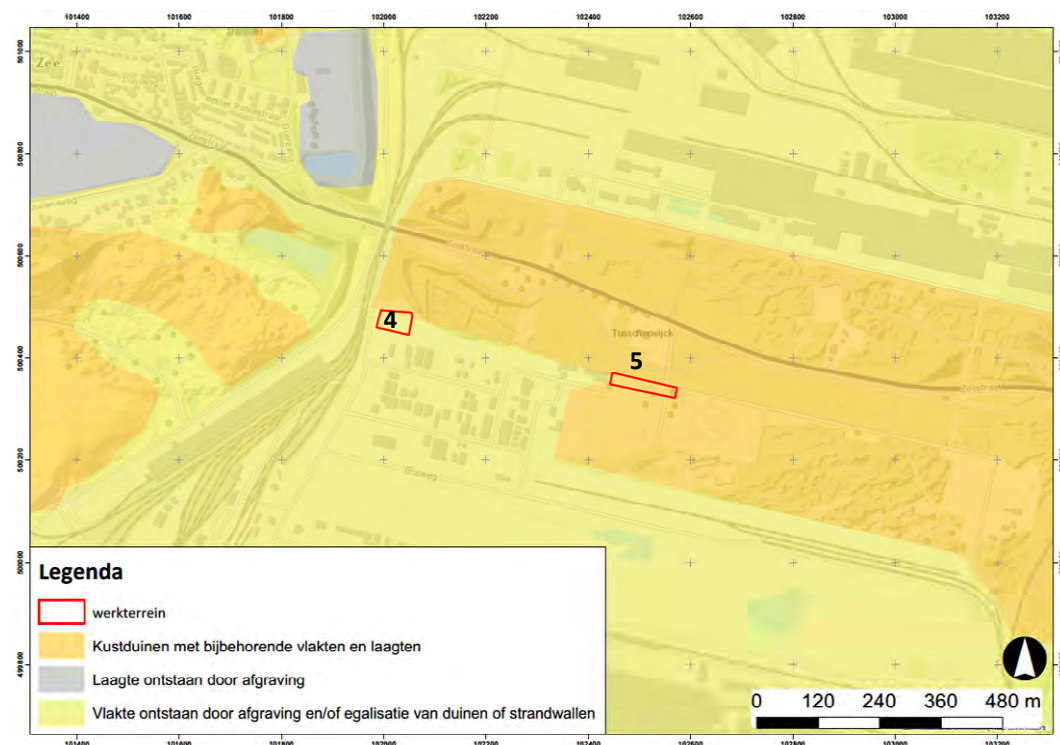
Een duinvaaggrond is een bodemtype binnen het Nederlandse systeem van bodemclassificatie en behoort tot de xerovaaggronden. Deze hoge zandgronden komen voor in de duinen langs de kust en in stuifzanden in het binnenland. Duinvaaggronden vertonen, afgezien van een schrale bouwvoor, een micropodzol of enkele humeuze laagjes, weinig tekenen van bodemvorming. Op

de zandkorrels bevindt zich een dun laagje ijzerhoudend materiaal (ijzerhuidjes). In hoge stuifzandkopjes en duinen kunnen de ijzerhuidjes tot op grote diepte voorkomen.

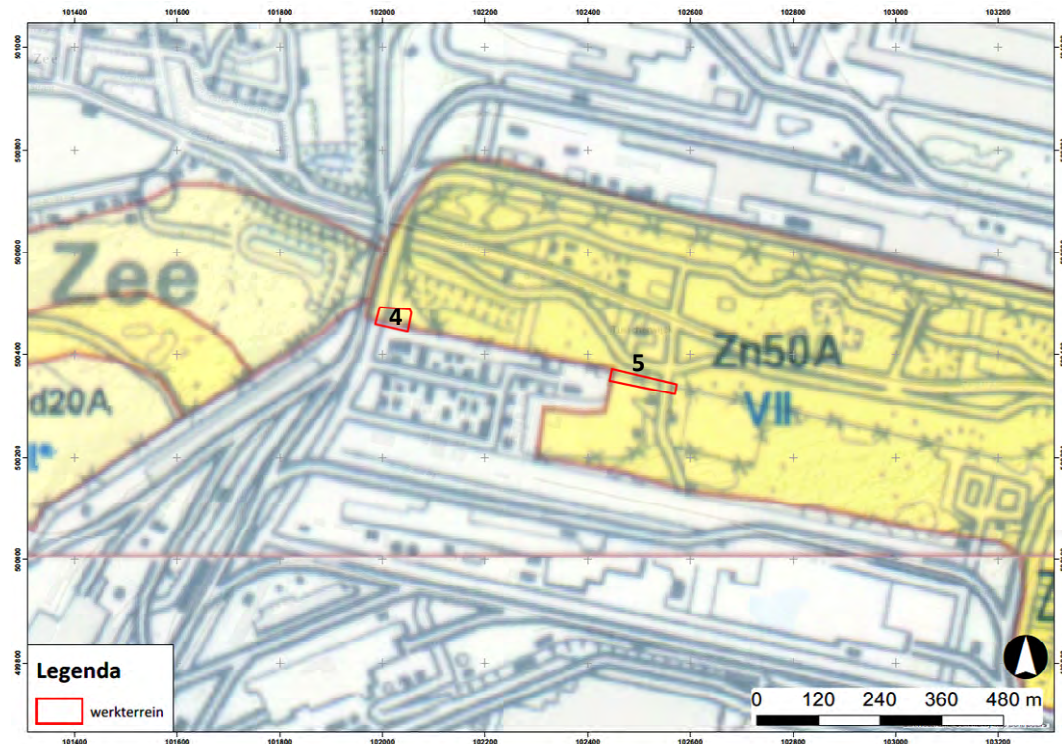
In uitgestoven laagtes in het Pleistocene zandlandschap, komen ijzerarme nattere zandgronden voor, de vlakvaaggronden. Deze gronden hebben de lichtgrijze kleur van schoon zand en geen ijzerhuidjes op de zandkorrels.

#### AHN

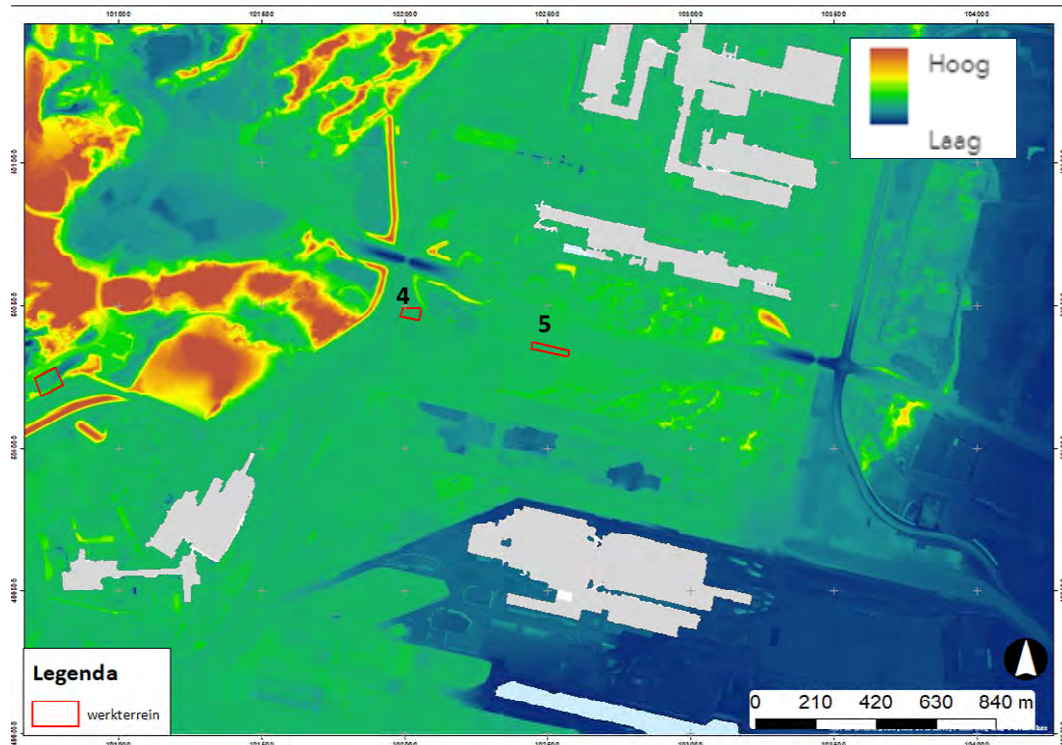
De locaties zijn gelegen op een hoogte van circa 8 m +NAP. Het Actueel Hoogtebestand van Nederland toont een voor duingronden vrij vlak reliëf. Het is niet geheel duidelijk in hoeverre de duingrond hier is afgegraven en vervlakt.



Afbeelding 3. Het plangebied (rode kaders) op de geomorfologische kaart. Bron: Esri & partners.



Abbeelding 4. Het plangebied (rode kaders) op de bodemkaart van Nederland. Bron: Stiboka/Alterra.



Abbeelding 5. Het plangebied op het Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN). Bron: [ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer](http://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer).

## 2.5 Historische situatie en mogelijke verstoringen

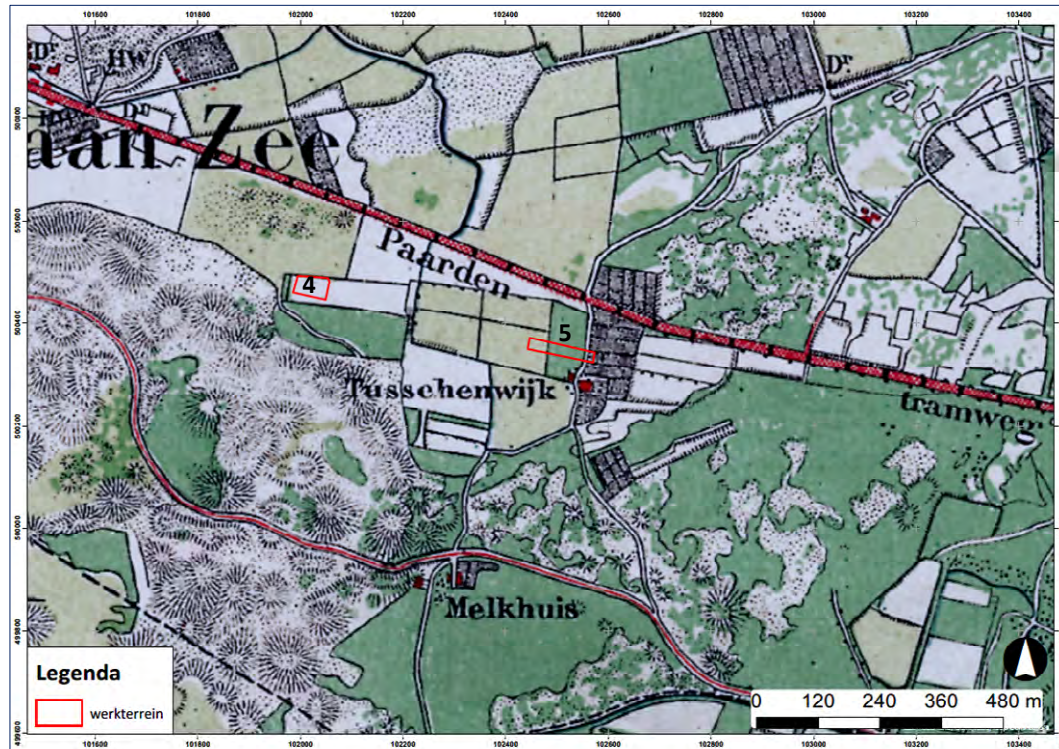
### *Historische situatie*

Op het historische kaartmateriaal (afbeelding 6 en 7) is te zien dat locatie 5 in de buurt van een historisch erf gelegen is (toponiem: *Tusschenwijk*). Het erf inclusief bebouwing ligt echter buiten het onderhavige plangebied. Ten noorden en ten westen van locatie 4 zijn twee terreinen aanwezig met daarop resten van een lunet (afbeelding 6). De lunetten maakten onderdeel uit van de Linie van Beverwijk die rond 1800 is aangelegd om een aanval vanuit het noorden af te kunnen slaan. Op de feitelijke locatie 4 is volgens het kaartmateriaal echter alleen akkerland te zien en zijn er geen constructies / bebouwing aanwezig.



Afbeelding 6. Het plangebied op de Topografisch Militaire Kaart (circa 1850). Bron: Esri & partners.





Abbeelding 7. Het plangebied rond 1900 (Bonnebladen). Bron: Esri & partners / topotijdreis.nl.

#### *Mogelijke verstoringen*

Het gebruik van de locaties als agrarisch gebied kan tot een verstoring van de bodemgrond hebben geleid. Mede door het grondgebruik, maar ook door de vlakheid van het terrein staat wel vast dat dit deel van het dungebied is vervlakt/afgegraven.

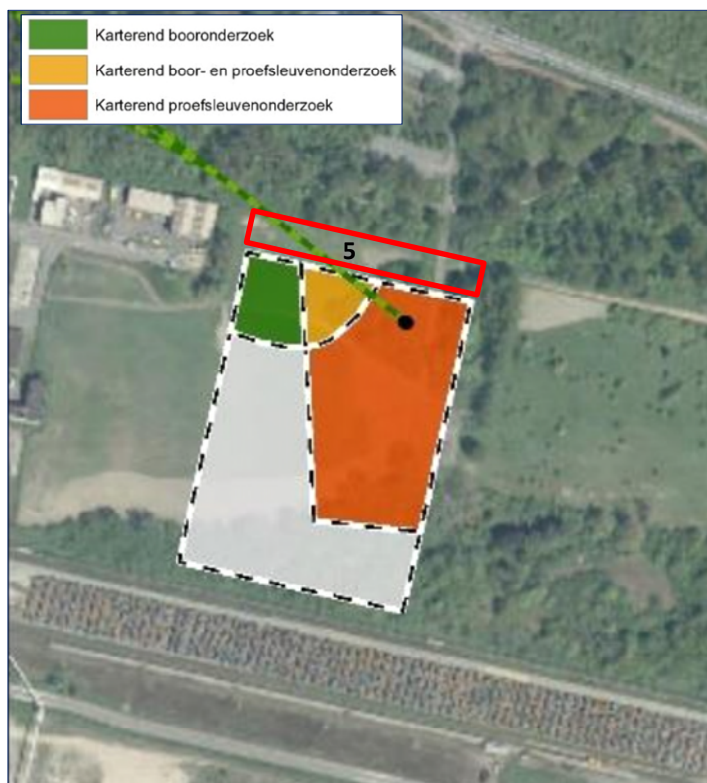
## 2.6 Archeologische waarden

#### *Bekende archeologische waarden*

Ten noorden van locatie 4 en 5 en ten westen van locatie 4 zijn in totaal drie terreinen met resten van een lunet aanwezig (AMK-terrein 13952, 13953 en 13954). De lunetten maakten onderdeel uit van de Linie van Beverwijk die rond 1800 is aangelegd om een aanval vanuit het noorden af te kunnen slaan. Er bevinden zich nog archeologische resten in de ondergrond. Deze lunetten zijn ook duidelijk te zien op het oude kaartmateriaal (afbeelding 6).

Locatie 5 is verdacht als een gebied met een historisch erf (*Tussenwijk*). Voor het zuidelijke deel van deze locatie is op basis van vooronderzoek reeds een proefsleuvenonderzoek geadviseerd (donkeroranje op afbeelding 8). Ook geldt er een verwachting voor de periode bronstijd -ijzertijd (geel op afbeelding 8). De bebouwing bij het historisch erf lijkt op historische kaarten juist meer aan de zuidzijde te verwachten en niet in dit deel van het plangebied.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Zaakid. 4713360100; Mol, 2019.



**Afbeelding 8. Advies voor vervolgonderzoek op de naastgelegen locatie. De onderhavige locatie 5 is rood omlijnd. (Bron: Mol, 2019).**

In 2019 heeft RAAP een karterend booronderzoek uitgevoerd ten zuidoosten van het onderhavige plangebied. Tijdens het onderzoek zijn in een groot aantal boringen archeologische indicatoren aangetroffen in de (licht tot sterk) humeuze lagen in of op het Oude Duinzand, bestaande uit aardewerk, bot en houtskool. Hierbij is 1 vindplaats aangewezen met een vermoedelijke datering uit de periode bronstijd-ijzertijd en mogelijk Romeinse tijd. De vindplaats bevindt zich op een diepte van 0,3 tot 2,1 m +NAP (6,1 – 8,2 m-mv).<sup>7</sup> Naar aanleiding van deze resultaten werd geadviseerd om op deze locatie nader archeologisch onderzoek uit te voeren indien de werkzaamheden dieper reiken dan 2,1 m +NAP. Dit vervolgonderzoek (een proefsleuvenonderzoek) is inmiddels aangemeld, maar de resultaten zijn nog niet bekend.<sup>8</sup>

Verder heeft NMF Erfgoedadvies een bureauonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de voorgenomen schrootopslaglocatie op het terrein van Tata Steel (ten zuiden van het plangebied).<sup>9</sup> In het gebied kunnen archeologische resten uit de prehistorie, Romeinse tijd en vroege middeleeuwen worden verwacht. Daarnaast zijn er restanten behorende bij de Linie van Beverwijk te verwachten. Naar aanleiding van deze resultaten werd een karterend booronderzoek geadviseerd. Dit booronderzoek is in 2019 door RAAP uitgevoerd. Hieruit is gebleken dat er binnen het plangebied geen archeologische resten verwacht en bedreigd worden. Binnen het bereik van de voorgenomen ingrepen zijn geen archeologische niveaus aangetroffen. Er werd geen vervolgonderzoek geadviseerd.<sup>10</sup>

<sup>7</sup> Zaakid. 4607437100; Coppens, 2019.

<sup>8</sup> Zaakid. 4946058100 (aangemeld op 5 februari 2021)

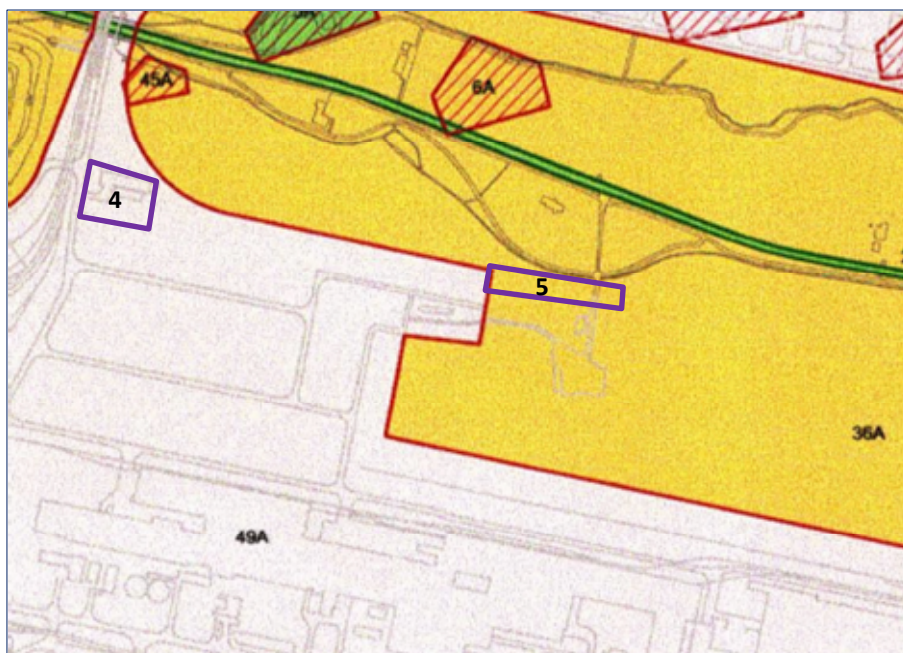
<sup>9</sup> Zaakid. 4676611100; De Haan, 2019.

<sup>10</sup> Zaakid. 4685173100; Wolzak & Coppens, 2019.

## 2.7 Gespecificeerde archeologische verwachting

### *Gemeentelijke verwachtingskaart*

Op de cultuurhistorische waardenkaart van de gemeente Beverwijk (afbeelding 9) ligt locatie 4 in een archeologisch relevant terrein zonder hoge verwachtingswaarde (code 49A) en locatie 5 in een archeologisch relevant terrein, namelijk het Jonge Duingebied (code 36A).



**Afbeelding 9. Het plangebied (paars omkaderd) op de Cultuurhistorische waardenkaart van de gemeente Beverwijk (2007). Bron: Afdeling Wijkzaken TEAM GEO, Geo-Informatie En Ontwerp / Gemeente Beverwijk.**

### *Gespecificeerde archeologische verwachting*

Voor het plangebied geldt enerzijds een hoge verwachting voor de periode laat-neolithicum-vroege middeleeuwen. Hierbij kunnen nederzettingsresten (losse vondsten en vondst- en sporen niveaus) worden aangetroffen in de top van het Oud Duingebied (onder de jonge duinen). Deze vondsten zullen met name goed geconserveerd zijn gebleken indien deze zijn afgedekt met een intacte veenlaag en jong duinzand. Er geldt een specifieke verwachting voor begraven bodems uit de bronstijd-ijzertijd<sup>11</sup> en op resten van bebouwing of het gebruik als agrarisch terrein (e.g. akkerniveaus, greppels) op het erf Tusschenwijk (nieuwe tijd of late middeleeuwen).

Anderzijds geldt er een hoge verwachting voor resten uit de Tweede Wereldoorlog. Binnen het onderzoeksgebied (N.B. voor zover bekend niet in plangebied) bevinden zich verschillende elementen uit de Tweede Wereldoorlog. Het zijn voornamelijk objecten die door de Duitsers zijn aangelegd als onderdeel van de Atlantikwall. De Atlantikwall is een tussen 1943 en 1945 gebouwd front langs de kust van Noorwegen tot Spanje, bestaande uit een samenhangend geheel van gewapend betonnen verdedigingswerken, loopgraven en diverse soorten installaties die zich voornamelijk in het reliëf van het jonge duingebied bevinden en niet of slechts ten dele zichtbaar zijn. Dergelijke vondsten kunnen direct onder de bouwvoor / maaiveld worden aangetroffen.

<sup>11</sup> Op basis van het onderzoek van RAAP in de direct omgeving (Coppens, 2019).

## 3 Veldonderzoek

### 3.1 Doel- en vraagstelling

Het doel van het inventariserend veldonderzoek is het toetsen van de archeologische verwachting, zoals deze op basis van het uitgevoerde bureauonderzoek is opgesteld.

Het uitgevoerde onderzoek betreft een inventariserend veldonderzoek door middel van boringen, verkennende fase. Een verkennend onderzoek heeft als doel het in kaart brengen van eventuele verstoringen in de bodem, het verkrijgen van enig inzicht in de bodemopbouw van het gebied en aldus het in kaart brengen van kansrijke en kansarme zones wat betreft archeologie.

Het onderzoek dient antwoord te geven op de volgende vragen:<sup>12</sup>

- Wat is de bodemopbouw en zijn er aanwijzingen voor bodemverstoringen?
- Kunnen de verwachte oude duin en strandzanden worden onderscheiden? Wat kan er worden gezegd over de kwaliteit (gaafheid) van deze afzettingen?
- Is er binnen het plangebied een vindplaats aanwezig en/of zijn er archeologische indicatoren aangetroffen die hierop kunnen wijzen? Zo ja, wat is de aard, conserveringstoestand en datering van deze indicatoren/vindplaats?
- Indien archeologische lagen aanwezig zijn; op welke diepte bevinden deze zich en wat is de maximale diepte?
- Waaruit bestaat of bestaan deze archeologische laag of lagen?
- In welke mate wordt een eventueel aanwezige vindplaats verstoord door realisatie van geplande bodemingrepen?
- Hoe kan deze verstoring door planaanpassing tot een minimum worden beperkt?
- In welke mate stemmen de resultaten van het veldwerk overeen met de verwachtingen van de bureaustudie?
- Wat zijn de aanbevelingen? Is nader onderzoek noodzakelijk?  
En zo ja, waaruit kan deze bestaan?

### 3.2 Onderzoekopzet en werkwijze

Datum uitvoering	Locatie 4: 9 september 2020 Locatie 5: 15 december 2020
Veldteam	M. van Dasselaar (senior KNA-prospecteur) J. Kuit (bodemkundige)
Weersomstandigheden	Locatie 4: halfbewolkt, droog, winderig 18 °C Locatie 5: halfbewolkt, droog 10 °C
Boortype	Edelman 6-10 cm / en/of gutsboor of handmatige zuigerboor. Indien nodig kan gebruik gemaakt worden van een edelmanboor met mantelbuis en/of handpuls.
Methode conform Leidraad SIKB <sup>13</sup>	n.v.t.: verkennend booronderzoek
Motivatatie methode	De gekozen methode – een verkennend booronderzoek bestaat normaal gesproken uit een gelijkzijdig boorgrid van 40 x 50 m (afstand tussen de

<sup>12</sup> Fleuren & Fens, 2020a; Fleuren en Fens 2020b.

<sup>13</sup> Tol e.a. 2012

	<p>boringen 50 m) – en is er niet primair op gericht om archeologische resten aan te treffen (hiervoor is de gehanteerde boordichtheid en -intensiteit te gering), maar is wel uitermate geschikt om 1) de verwachting zoals opgesteld in het bureauonderzoek te toetsen 2) de bodemopbouw en 3) de bodemkwaliteit (gaafheid) te bepalen. Door de langwerpige vorm van locatie 5 (100 m lengte bij 20 m breedte) is het aanhouden van dit grid niet mogelijk (de raaiafstand is immer groter dan de breedte van het plangebied). Daarom is ervoor gekozen voor locatie 5 de boordichtheid te verhogen naar een enkele raai met boringen op 25 m tussenafstand.</p> <p>Met deze methode kan goed de aan- of afwezigheid van hoge verwachtingszones binnen het gebied worden bepaald. Een verkennend booronderzoek, bestaande uit één boring om de 50 m (voor locatie 5 aangepast naar één boring om de 25 m), is hiervoor een veel gebruikte en zeer geschikte methode.</p> <p>In het Plan van Aanpak<sup>14</sup> werd de mogelijkheid opengehouden om ook de andere milieukundige of cultuurtechnische boringen te beschrijven. Hiervan is gebruik gemaakt door ook boring 411 (archeologisch) te beschrijven op locatie 4.</p>
Aantal boringen	<p>Locatie 4: 6 boringen (403-406, 411-412)          Locatie 5: 5 boringen (21-25)</p>
Oriëntatie grid t.o.v. geomorfologie/paleo-landschap	n.v.t. de vorm van het plangebied bepaalt de plaatsing van de boringen, zie boven
Wijze inmeten boringen	Toughpad GPS
Overige toegepaste methoden	kalkgehalte bepaling d.m.v. zoutzuuroplossing
Wijze onderzoek / beschrijving boorkolom	NEN5104-ASB
Verzamelwijze archeologische indicatoren	snijden/verbrossen, doorwoelen en visuele inspectie van de boorkernen
Bemonstering	veenmonster uit B23
Vondstzichtbaarheid aan oppervlak	Locatie 5: vondstzichtbaarheid aan het maaiveld is redelijk tot goed. Wel duidelijk recent geroerd. Er ligt her en der wat 18-19 <sup>e</sup> -eeuws aardewerk, dat niet verzameld is (vermoedelijk van de boerderij die op oude kaarten net ten zuiden van de planlocatie stond).
Omschrijving oppervlaktekartering	n.v.t.
Afwijkingen t.o.v. PVA	Locatie 3 in het duingebied aan de Reyndersweg was onderdeel van het PVA <sup>15</sup> , maar is komen te vervallen. Locatie 5 is toegevoegd, daarvoor is een apart PVA <sup>16</sup> opgesteld.
Doelen en wensen opdrachtgever	n.v.t.
Randvoorwaarden	n.v.t.

<sup>14</sup> Fleuren & Fens, 2020a; Fleuren en Fens 2020b.

<sup>15</sup> Fleuren en Fens 2020a.

<sup>16</sup> Fleuren en Fens 2020b.

### 3.3 Resultaten

Voor een overzicht van de boringen wordt verwezen naar de boorprofielen in Bijlage 3 en de situatiekaart in de kaartenbijlage.

#### 3.3.1 Bodemopbouw locatie 4

##### **Boringen 403 t/m 406 en 411 t/m 412**

In alle boringen is doorgeboord tot in de C-horizont. In boring 404 en 406 bleek de bodem tot de vereiste diepte van 1,2 m-mv geroerd en zijn de boringen tot 1,5 respectievelijk 2 m-mv doorgezet. De bodemopbouw bestaat, van boven naar beneden, uit bruingrijs (licht) humeus en matig fijn zand met plaatselijk veel groot grind, baksteenfragmentjes en bruine humeuze/venige vlekken (A-horizont). De laag heeft een minimale dikte van 0,5 m en een maximale dikte van 2 m (boring 404). Gezien de grote verschillen in dikte wordt deze laag geïnterpreteerd als een recent pakket. Onder dit niveau ligt sterk kalkhoudend, schoon geel zand (C-horizont), met plaatselijk één of meerdere roesthoudende niveaus.

Boring 412 is gezamenlijk met de collega's van het bodemonderzoek uitgevoerd en tot 5 m-mv doorgezet. In deze boring is op een diepte van 4,9 tot 5 m-mv (circa 3,2-3,3 m +NAP) een sterk zandige en zeer compacte veenlaag aangeboord.<sup>17</sup> Het bovenliggende zand is (sterk) kalkrijk en bevat geen uitspoelingslagen en/of ontkalkte of humeuze niveaus. Deze laag wordt geïnterpreteerd als zijnde één pakket Jong Duinzand (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Schoorl).

#### 3.3.2 Bodemopbouw locatie 5

##### **Boringen 21 t/m 25**

In alle boringen is doorgeboord tot in de C-horizont, waarbij in enkele boringen dieper dan de vereiste 1,2 m-mv is geboord. De bodemopbouw bestaat, van boven naar beneden, uit bruingrijs (licht) humeus en uiterst fijn zand, met plaatselijk baksteenfragmentjes (A-horizont). In boring 21 is vensterglas aangetroffen en boring 22 bevatte stukjes roodbakkerend geglaazuurd aardewerk uit de 17<sup>e</sup> -19<sup>e</sup> eeuw. De laag is 0,2 tot 0,7 m dik in boringen 21, 23 en 24. In boring 22 is onder een dikkere toplaag op een diepte van 1,1 m-mv een humeus niveau met recent hout en wortels aangetroffen. Mogelijk betreft het een slootvulling of een recent geroerde laag. Boring 25 is tot een diepte van 1,1 m-mv (zeer) recent geroerd. Onder de 1,1 m-mv ligt in alle boringen sterk kalkhoudend, uiterst fijn schoon geel zand (C-horizont). Plaatselijk bevat dit pakket roesthoudende niveaus. Het zand bevat geen uitspoelingslagen en/of ontkalkte of humeuze niveaus en wordt geïnterpreteerd als één pakket Jong Duinzand (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Schoorl).

Boring 23 is samen met de collega's van het bodemonderzoek doorgezet tot een diepte van 4,65 m-mv. Net als in boring 412 (locatie 4) is onder het Jonge Duinzand een veenlaag aangetroffen (afbeelding 10). Het veen bevindt zich tussen de 4,5 en 4,65 m-mv (circa 3,7 – 3,85 m +NAP).

---

<sup>17</sup> Uit deze laag is een veenmonster genomen.



Afbeelding 10. De veenlaag in boring 23, met een natte / kleiige top. Bron: Antea Group / M. van Dasselaar.

### 3.3.3 Archeologie

Er zijn tijdens het veldonderzoek geen relevante archeologische indicatoren aangetroffen. Wel is er in een tweetal boringen (locatie 4: boring 412 en locatie 5: boring 23) op een diepte van 4,5 respectievelijk 4,9 m-mv een veenlaag aangetroffen. De veenlaag wordt echter niet zo zeer als een archeologisch niveau, maar meer als een indicatief niveau gezien. Het betreft immers de scheiding tussen Oud en Jong Duin.

Het gaat hier echter wel om een verkennende fase van het inventariserend veldonderzoek door middel van boringen. Het doel van de verkennende fase van het veldonderzoek is het toetsen van de archeologische verwachting, zoals deze op basis van het uitgevoerde bureauonderzoek is opgesteld, het in kaart brengen van de bodemopbouw en het aantonen van eventuele bodemverstoringen. De afwezigheid van archeologische indicatoren kan dan ook niet worden beschouwd als indicatie voor de afwezigheid van een archeologische vindplaats.

## 4 Conclusies en advies

### 4.1 Beantwoording onderzoeksvragen

- *Wat is de bodemopbouw en zijn er aanwijzingen voor bodemverstoringen?*

#### Locatie 4

Onder een laag (recent) geroerde grond met een dikte variërend van 0,8 tot 2 m is een pakket Jong Duinzand aangetroffen. In boring 412 is vanaf 4,9 m-mv (circa 3,3 m +NAP) een laag sterk zandig veen aangetroffen.

#### Locatie 5

Onder de bouwvoor /geroerde grond is een vrij scherpe overgang met het duinzand aan te wijzen. De bovengrond is plaatselijk tot 1,1 m-mv volledig recent geroerd. Mogelijk is de gehele onderzoekslocatie machinaal bewerkt. Onder de bouwvoor bevindt zich een pakket Jong Duinzand. In boring 23 is hieronder, vanaf 4,5 m-mv (circa 3,85 m +NAP) een veenlaag aangetroffen.

Voor verdere details omtrent de bodemopbouw wordt verwezen naar paragraaf 3.3.1. en 3.3.2.

- *Kunnen de verwachte oude duin en strandzanden worden onderscheiden? Wat kan er worden gezegd over de kwaliteit (gaafheid) van deze afzettingen?*

In principe kunnen de verschillende zanden niet van elkaar worden onderscheiden. Wel betreft de (zandige) veenlaag (die in boringen 412 en 23 op de einddiepte is aangetroffen) hoogstwaarschijnlijk de overgang tussen de Jonge en de Oude duinen. Het Jonge Duinzand lijkt intact, maar het is binnen dit gebied zeer lastig te zien of het schone Jonge Duinzand reeds verstoord is. Wel kan worden gesteld dat er in het Jonge Duinzand geen uitspoelingslagen en/of ontcalcite of humeuze niveaus zijn aangetroffen.

- *Is er binnen het plangebied een vindplaats aanwezig en/of zijn er archeologische indicatoren aangetroffen die hierop kunnen wijzen? Zo ja, wat is de aard, conserveringstoestand en datering van deze indicatoren/vindplaats?*

Binnen het plangebied zijn geen vindplaats of relevante archeologische indicatoren aangetroffen.

- *Indien archeologische lagen aanwezig zijn; op welke diepte bevinden deze zich en wat is de maximale diepte?*

De aangetroffen (sterk zandige) veenlaag wordt niet zo zeer als een archeologisch niveau, maar meer als een indicatief niveau gezien. Het betreft immers de scheiding tussen Oud en Jong Duin. Deze laag is in boring 412 aangetroffen op een diepte van 4,9 m-mv (circa 3,3 m +NAP) en in boring 23 op een diepte vanaf 4,5 m-mv (circa 3,85 m +NAP). Deze diepte komt overeen met de resultaten van het boordonderzoek dat RAAP in de directe omgeving van het plangebied heeft uitgevoerd. Hierbij is het veen aangetroffen op een diepte van 4 – 8 m-mv (2,1 – 4,3 m +NAP).

Hierbij dient te worden opgemerkt dat de grootste archeologische verwachting geldt voor het Oude Duinzand dat zich direct ónder het veen bevindt (niet aangeboord). Tijdens het booronderzoek van RAAP is de top van het Oude Duinzand aangetroffen op een diepte van 4 – 6,6 m-mv (1,5 -5 m +NAP). De vindplaats die bij ditzelfde onderzoek werd aangetroffen bevond zicht echter op een nog grotere diepte, namelijk tussen de 0,3 en 2,1 m +NAP (6,1 – 8,2 m-mv).<sup>18</sup> Dit betreft het onderzoeksgebied direct ten zuiden van locatie 5.

---

<sup>18</sup> Coppens, 2019.



- *Waaruit bestaat of bestaan deze archeologische laag of lagen?*

Het veen is sterk zandig en in boring 23 zwak tot matig houthoudend.

- *In welke mate wordt een eventueel aanwezige vindplaats verstoord door realisatie van geplande bodemingrepen?*

In het plangebied is geen vindplaats aangetroffen. Het potentiële archeologische niveau bevindt zich echter op een grote diepte en is in het gros van de boringen niet bereikt. Indien de voorgenomen werkzaamheden dieper zullen reiken dan 4,5 m-mv (3,85 + NAP), bestaat er een kans dat hierbij eventueel in de bodem aanwezige archeologische waarden verstoord zullen raken.

- *Hoe kan deze verstoring door planaanpassing tot een minimum worden beperkt?*

Een verstoring kan tot een minimum worden beperkt indien de werkzaamheden niet tot op het potentiële archeologische niveau of dieper zullen reiken.

- *In welke mate stemmen de resultaten van het veldwerk overeen met de verwachtingen van de bureaustudie?*

Binnen het plangebied werden met name archeologische resten verwacht in de top van het Oude Duinzand. Het Oude Duinzand bevindt zich echter op een grotere diepte en is dan ook niet aangetroffen. Verder gold er een specifieke verwachting voor restanten uit de Tweede Wereldoorlog. Deze zijn bij het onderhavige onderzoek niet aangetroffen.

- *Wat zijn de aanbevelingen? Is nader onderzoek noodzakelijk? En zo ja, waaruit kan deze bestaan?*

Zie paragraaf 4.2.

## 4.2 Conclusies en (selectie)advies

Er is een inventariserend veldonderzoek door middel van boringen (verkennende fase) uitgevoerd voor het plangebied. Binnen het plangebied zijn geen vindplaats of relevante archeologische indicatoren aangetroffen. Wel is er in een tweetal boringen een laagje veen aangetroffen. Deze (zandige) veenlaag betreft hoogstwaarschijnlijk de overgang tussen de Jonge en de Oude duinen en vormt daarmee een indicatief niveau, namelijk de scheiding tussen Oud en Jong Duin. Binnen het plangebied werden met name archeologische resten verwacht in de top van het Oude Duinzand. Het Oude Duinzand bevindt zich echter op een grotere diepte en is dan ook niet aangetroffen.

Gelet op het uitgangspunt dat de HDD-boringen vanaf het maaiveld worden ingezet en hiermee dus een geringe verstoring door vergraving en grondverzet plaatsvindt, adviseert Antea Group tot vrijgave van beide plangebieden. Een potentieel aanwezig archeologisch niveau bevindt zich op een grotere diepte dan de eventuele spitdiepte die benodigd is op het terrein weer op te leveren na het uitvoeren van de werkzaamheden. De impact op eventuele archeologisch relevante lagen blijft daarmee beperkt tot de diameter van de (geboorde) buis.

Indien de werkzaamheden echter toch dieper reiken dan 4,5 m-mv (3,85 + NAP) bestaat er een kans dat hierbij eventueel in de bodem aanwezige archeologische waarden verstoord zullen raken. In dat geval is nader archeologisch onderzoek wél noodzakelijk. Hierbij dient te worden gedacht aan een karterend booronderzoek, waarbij grotere dieptes met een machinale boorinstallatie (Aqualockboor) kunnen worden bereikt.

Ook voor vrijgegeven (delen van) plangebieden bestaat altijd de mogelijkheid dat er tijdens graafwerkzaamheden toch losse sporen en vondsten worden aangetroffen. Het betreft dan vaak kleine sporen of resten die niet door middel van een booronderzoek kunnen worden opgespoord. Op grond van artikel 5.10 van de Erfgoedwet dient zo spoedig mogelijk melding te worden gemaakt van de vondst bij de Minister (de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed: telefoon 033-4217456). Een vondstmelding bij de gemeentelijk of provinciaal archeoloog kan ook.

Antea Group  
Heerenveen, oktober 2021

## Literatuur en geraadpleegde bronnen

Coppens, C.F.H., 2019: *Plangebied Onshore Substation HKN te Wijk aan Zee, gemeente Beverwijk; archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek (IVO-O, karterend booronderzoek)*. RAAP-rapport 3969. RAAP Archeologisch Adviesbureau, Weesp.

Fleuren, I. & R. Fens, 2020a. *Plan van Aanpak Inventariserend Veldonderzoek d.m.v. boringen. Net op zee - Hollandse Kust (west Beta), gemeente Beverwijk*. Antea Group, Heerenveen.

Fleuren, I. & R. Fens, 2020b. *Plan van Aanpak Inventariserend Veldonderzoek d.m.v. boringen. Net op zee - Hollandse Kust (west Beta), extra locatie 5 Tusschenwijk, gemeente Beverwijk*. Antea Group, Heerenveen.

Haan, M.L.S., de, 2019: *Bureauonderzoek voorgenomen schrootopslaglocatie voormalige Blokwalserij 2 en de Knuppelwalserij op het terrein van Tata Steel, Wijk aan Zee, gemeente Beverwijk*. NMF Erfgoedadvies Rapport 09. NMF Erfgoedadvies, Castricum.

Mol, K., 2019: *Bureauonderzoek Archeologie HKWB*. Arcadis Archeologische Rapporten 193. Arcadis Nederland BV, Arnhem.

Tol, A., P. Verhagen & M. Verbruggen, 2012: *Leidraad inventariserend veldonderzoek. Deel: karterend booronderzoek*. SIKB.

Wolzak, J.A. & C.F.H. Coppens, 2019: *Plangebied Schrootopslaglocatie Bosweg te Wijk aan Zee. Gemeente Beverwijk. Archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek (verkennend booronderzoek)*. RAAP-rapport 3901. RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., Weesp.

## Lijst met afbeeldingen

- Afbeelding 1. Uitsnede topografische kaart met de ligging van locaties locatie 4 en 5 in de gemeente Beverwijk. Bron: Esri & partners.
- Afbeelding 2. Het plangebied (rode kaders) op een recente luchtfoto. Bron: Esri & partners.
- Afbeelding 2a. Locatie 5: toevoeging van het plangebied aan het reeds na bureauonderzoek onderzochte terrein (donkergroen). Bron: Esri & partners / Mol, 2019.
- Afbeelding 3. Het plangebied op de geomorfologische kaart. Bron: Esri & partners.
- Afbeelding 4. Het plangebied op de bodemkaart van Nederland. Bron: Stiboka/Alterra.
- Afbeelding 5. Het plangebied op het Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN).  
Bron: [ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer](http://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer).
- Afbeelding 6. Het plangebied op de Topografisch Militaire Kaart (circa 1850). Bron: Esri & partners.
- Afbeelding 7. Het plangebied rond 1900 (Bonnebladen). Bron: Esri & partners / topotijdreis.nl.
- Afbeelding 8. Advies voor vervolgonderzoek op de naastgelegen locatie. Bron: Mol, 2019.
- Afbeelding 9. Het plangebied (paars omkaderd) op de Cultuurhistorische waardenkaart van de gemeente Beverwijk (2007). Bron: Afdeling Wijkzaken TEAM GEO, Geo-Informatie En Ontwerp / Gemeente Beverwijk.
- Afbeelding 10. De veenlaag in boring 23, met een natte / kleiige top.  
Bron: Antea Group / M. van Dasselaar.

### Bijlagen

- Bijlage 1. Archeologische perioden  
Beschrijving van de archeologische perioden
- Bijlage 2. Schema Archeologische Monumentenzorg (AMZ)  
Beschrijving en weergave van de Archeologische Monumentenzorg
- Bijlage 3. Boorprofielen  
Beschrijving en weergave van de boorprofielen

### Kaartbijlage

- 463337-ARCHIS Kaart met gegevens uit ARCHIS: waarnemingen, archeologische onderzoeksgebieden en AMK-terreinen
- 463337-ARO Boorpuntenkaart

## Bijlage 1: Archeologische perioden

Als bijlage op de resultaten en verzamelde gegevens wordt hieronder een algemene ontwikkeling van de bewoners-geschiedenis in Nederland geschetst.

Gedurende het **paleolithicum** (300.000-8800 voor Chr.) hebben moderne mensen (*homo sapiens*) onze streken tijdens de warmere perioden wel bezocht, doch sporen uit deze periode zijn zeldzaam en vaak door latere omstandigheden verstoord. De mensen trokken als jager-verzamelaars rond in kleine groepen en maakten gebruik van tijdelijke kampementen. De verschillende groepen jager-verzamelaars exploiteerden kleine territoria, maar verbleven, afhankelijk van het seizoen, steeds op andere locaties.

In het **mesolithicum** (8800-4900 voor Chr.) zette aan het begin van het Holoceen een langdurige klimaatsverbetering in. De gemiddelde temperatuur steeg, waardoor geleidelijk een bosvegetatie tot ontwikkeling kwam en de variatie in flora en fauna toenam. Ook in deze periode trokken de mensen als jager-verzamelaars rond. Voorwerpen uit deze periode bestaan voornamelijk uit voor de jacht ontworpen vuurstenen spitsjes.

De hierop volgende periode, het **neolithicum** (5300-2000 voor Chr.), wordt gekenmerkt door een overschakeling van jager-verzamelaars naar sedentaire bewoners, met een volledig agrarische levenswijze. Deze omwenteling ging gepaard met een aantal technische en sociale vernieuwingen, zoals huizen, geslepen bijlen en het gebruik van aardewerk. Door de productie van overschot kon de bevolking gaan groeien en die bevolkingsgroei had tot gevolg dat de samenleving steeds complexer werd. Uit het neolithicum zijn verschillende grafmonumenten bekend, zoals hunebedden en grafheuvels.

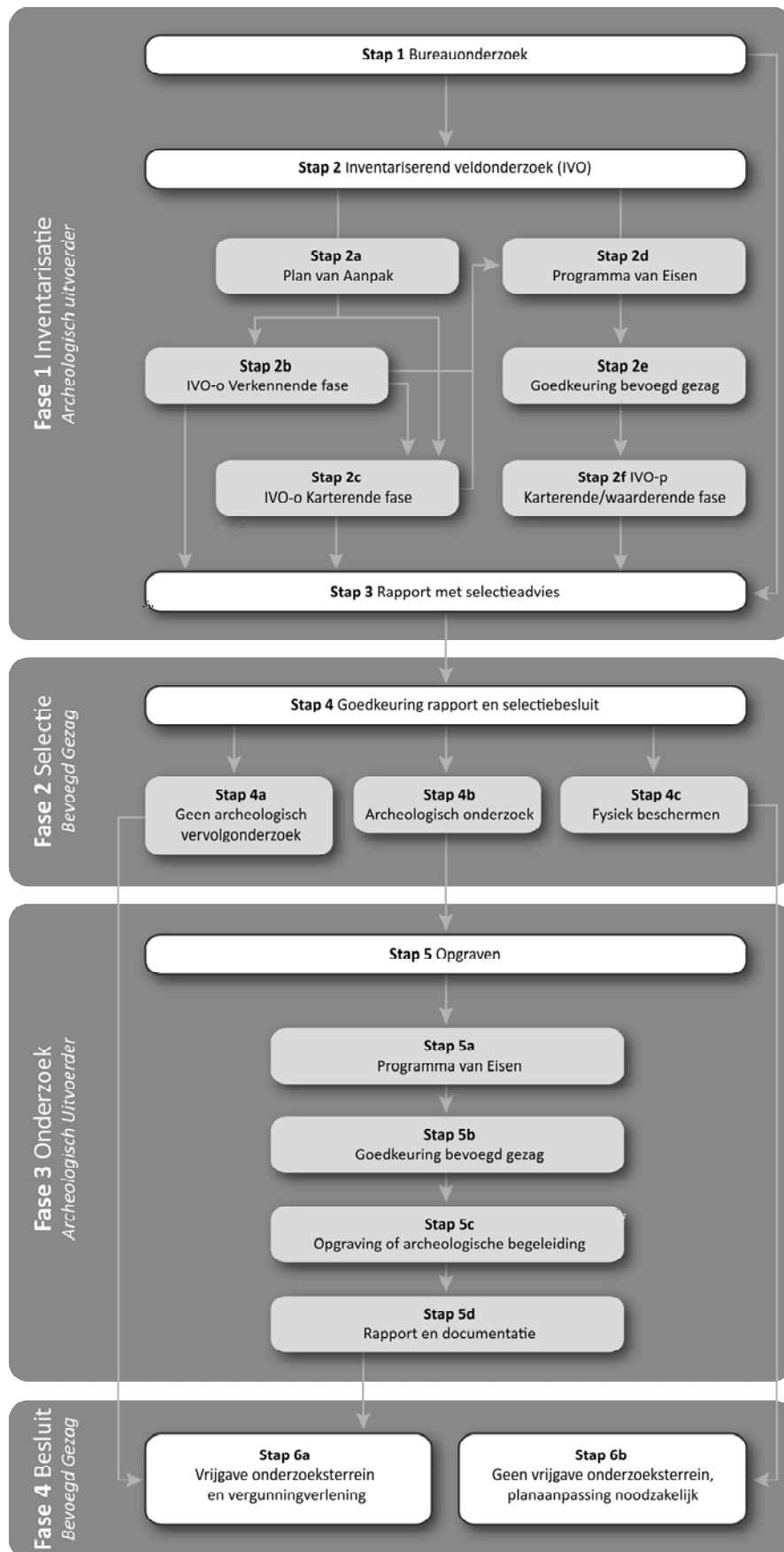
Het begin van de **bronstijd** (2000-800 voor Chr.) valt samen met het eerste gebruik van bronzen voorwerpen, zoals bijlen. Het gebruik van vuursteen was hiermee niet direct afgelopen. Vuursteenmateriaal uit de bronstijd is meestal niet goed te onderscheiden van dat uit andere perioden. Het aardewerk is over het algemeen zeldzaam. De grafheuveltraditie die tijdens het neolithicum haar intrede deed werd in eerste instantie voortgezet, maar rond 1200 voor Chr. vervangen door begravingen in urnenvelden. Het gaat hier om ingegraven urnen met crematieresten waar overheen kleine heuveltjes werden opgeworpen, eventueel omgeven door een greppel.

In de **ijzertijd** (800-12 voor Chr.) werden de eerste ijzeren voorwerpen gemaakt. Ten opzichte van de bronstijd traden er in de aardewerktraditie en in het gebruik van vuursteen geen radicale veranderingen op. De mensen woonden in verspreid liggende hoeven of in nederzettingen van enkele huizen. Op de hogere zandgronden ontstonden uitgebreide omwalde akkercomplexen (*celtic fields*). In deze periode werden de kleigebieden ook in gebruik genomen door mensen afkomstig van de zandgebieden. Opvallend zijn de verschillen in materiële welstand. Er zijn zogenaamde vorstengraven bekend in Zuid-Nederland, maar de meeste begravingen vonden plaats in urnenvelden.

Met de **Romeinse tijd** (12 voor Chr. tot 450 na Chr.) eindigt de prehistorie en begint de geschreven geschiedenis. In 47 na Chr. werd de Rijn definitief als rijksgrens van het Romeinse Rijk ingesteld. Ter controle van deze zogenaamde *limes* werden langs de Rijn *castella* (militaire forten) gebouwd. De inheems leefwijze handhaafde zich wel, ook al werd de invloed van de Romeinen steeds duidelijker in soorten aardewerk (o.a. gedraaid) en een betere infrastructuur. Onder meer ten gevolge van invallen van Germaanse stammen ontstond er instabiliteit wat uiteindelijk leidde tot het instorten van de grensverdediging langs de Rijn.

Over de **middeleeuwen** (450-1500 na Chr.), en met name de vroege middeleeuwen (450-1000 na Chr.), zijn nog veel zaken onbekend. Archeologische overblijfselen zijn betrekkelijk schaars. De politieke macht was na het wegvallen van de Romeinen in handen gekomen van regionale en lokale hoofdlieden. Vanaf de 10<sup>e</sup> eeuw ontstaat er weer enige stabiliteit en is een toenemende feodalisering zichtbaar. Door bevolkingsgroei en gunstige klimatologische omstandigheden werd in deze periode een begin gemaakt met het ontginnen van bos, heide en veen. Veel van onze huidige steden en dorpen dateren uit deze periode.

De hierop volgende periode 1500 – heden wordt aangeduid als **nieuwe tijd**.



## Verklarende woordenlijst Archeologische Monumentenzorg (AMZ)

### *Archeologische begeleiding (STAP 5c)*

Een archeologische begeleiding wordt uitgevoerd wanneer proefsleuven of en opgraving niet mogelijk zijn door bijvoorbeeld civieltechnische beperkingen.

### *Archeologische indicatoren*

Hiermee worden aanwijzingen in de bodem bedoeld die duiden op menselijke activiteiten in het verleden, zoals aardewerkscherven, houtskool, botmateriaal, vondstlagen, etc.

### *Archis*

Archeologisch informatiesysteem voor Nederland. Een digitale databank met gegevens over archeologische vindplaatsen en terreinen.

### *Bureauonderzoek (STAP 1)*

Het bureauonderzoek is een rapportage waarin een gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel wordt opgesteld aan de hand van geomorfologische en bodemkaarten, de Archeologische Monumentenkaart (AMK), het Archeologisch Informatiesysteem (ARCHIS), historische kaarten en archeologische publicaties.

### *Fysiek beschermen (STAP 4c)*

De archeologische resten blijven in de bodem behouden door bijvoorbeeld planaanpassingen.

### *Geofysisch onderzoek*

Meetapparatuur brengt archeologische verschijnselen in de bodem driedimensionaal in kaart zonder te boren of te graven. Dit kan bijvoorbeeld door radar-, weerstandsonderzoek of elektromagnetische metingen.

### *Gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel*

Dit model geeft op detailniveau voor het plangebied aan wat aan archeologische vindplaatsen aanwezig kan zijn. Op basis van dit verwachtingsmodel wordt bepaald of een inventariserend veldonderzoek nodig is en wat de juiste methode is om eventueel aanwezige archeologische resten aan te tonen.

### *Inventariserend veldonderzoek (IVO) (STAP 2)*

Tijdens een inventariserend veldonderzoek worden archeologische waarden in het veld geïnventariseerd en gedocumenteerd. Waar is wat in de bodem aanwezig? De inventarisatie kan bestaan uit een inventariserend veldonderzoek-overig (door middel van een booronderzoek, veldkartering en/of geofysisch onderzoek) en/of een inventariserend veldonderzoek door middel van proefsleuven. Wat de beste methode is, hangt sterk af van de omstandigheden en de aard van de vindplaats.

### *Inventariserend veldonderzoek - overig (IVO-o) (STAP 2b of 2c)*

Bij een inventariserend veldonderzoek - overig door middel van boringen (IVO-o) worden boringen gezet door middel van een handboor of guts.

### *Inventariserend veldonderzoek - proefsleuven (IVO-p) (STAP 2f)*

Proefsleuven zijn lange sleuven van twee tot vijf meter breed die worden aangelegd in de zones waar aanwijzingen zijn voor het aantreffen van archeologische vindplaatsen.

### *Inventariserend veldonderzoek (IVO) - Verkennende fase (STAP 2b)*

Wanneer bij het bureauonderzoek onvoldoende gegevens beschikbaar zijn om een gespecificeerd verwachtingsmodel op te stellen, wordt een inventariserend veldonderzoek - verkennende fase uitgevoerd. In deze fase wordt onderzocht of de bodem nog intact is, wat de bodemopbouw is en hoe deze invloed heeft gehad op de locatiekeuze van de mens in het verleden. Het onderzoek is bedoeld om kansarme zones om archeologische resten aan te treffen uit te sluiten en kansrijke zones te selecteren voor vervolgonderzoek. Een verkennend onderzoek kent een relatief lage onderzoeksintensiteit en wordt meestal uitgevoerd door middel van boringen.

### *Inventariserend veldonderzoek (IVO) - Karterende fase (STAP 2c of 2f)*

Tijdens een inventariserend veldonderzoek - karterende fase wordt het plangebied systematisch onderzocht op de aanwezigheid van archeologische sporen en/of vondsten. De intensiteit van onderzoek is groter dan in de verkennende fase, bijvoorbeeld door een groter aantal boringen per hectare of door het aanleggen van proefsleuven.

### *Inventariserend veldonderzoek (IVO) - Waarderende fase (STAP 2f)*

Tijdens de waarderende fase wordt aangegeven of de aangetroffen archeologische vindplaatsen behoudenswaardig zijn. Dat betekent dat de aard, omvang, datering, conservering en inhoudelijke kwaliteit van de vindplaats(en) wordt vastgesteld. Wanneer de waardering van de archeologische resten laag is, hoeft geen verder archeologisch onderzoek te worden uitgevoerd. Het plangebied wordt 'vrijgegeven'. Wanneer de resten behoudenswaardig zijn, wordt in eerste instantie behoud in situ (ter plekke in de bodem) nagestreefd. Wanneer dit door de voorgenomen ontwikkelingen niet mogelijk is, wordt vervolgonderzoek uitgevoerd in de vorm van een opgraving of archeologische begeleiding. Vaak wordt deze fase gecombineerd uitgevoerd met het inventariserend veldonderzoek karterende fase.

### *Opgraving (STAP 5c)*

Wanneer door de toekomstige ontwikkelingen aanwezige archeologische resten in de bodem niet behouden kunnen worden, wordt een opgraving uitgevoerd. Tijdens de opgraving worden archeologische resten gedocumenteerd, gefotografeerd en bestudeerd. Hierdoor wordt informatie over het verleden zo goed mogelijk vastgelegd en behouden.

### *Plan van Aanpak (PvA) (STAP 2a)*

Voor een booronderzoek is een Plan van Aanpak (PvA) noodzakelijk. Het PvA beschrijft hoe het veldwerk wordt uitgevoerd en uitgewerkt.

### *Programma van Eisen (PvE) (STAP 2d of 5a)*

Voor het uitvoeren van een inventariserend veldonderzoek - proefsleuven, archeologische begeleiding of opgraving is een Programma van Eisen (PvE) noodzakelijk. Het PvE beschrijft het doel, vraagstelling en uitvoeringsmethode van het archeologisch onderzoek. Dit document wordt beschouwd als basisdocument voor archeologisch veldonderzoek waarmee de inhoudelijke kwaliteit gewaarborgd wordt. Het PvE wordt goedgekeurd door het bevoegd gezag (gemeente, provincie of het rijk).

### *Quickscan*

In een quickscan wordt geïnventariseerd of en waar archeologisch onderzoek moet worden uitgevoerd.

### *Selectieadvies (STAP 3)*

In het selectieadvies wordt op archeologisch inhoudelijke argumenten het advies gegeven welke delen van het plangebied vrijgegeven kunnen worden voor verdere ontwikkeling en welke delen behouden of opgegraven moeten worden.

### *Selectiebesluit (STAP 4)*

De bevoegde overheid (gemeente, provincie of soms het rijk) geeft op basis van het selectieadvies aan welke maatregelen genomen worden. De bevoegde overheid kan van het selectieadvies afwijken indien zij dat nodig acht.

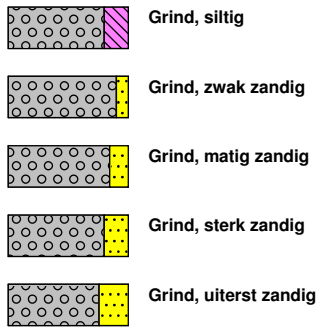
### *Veldkartering*

Bij een veldkartering wordt het plangebied systematisch belopen om archeologische oppervlaktevondsten te verzamelen.

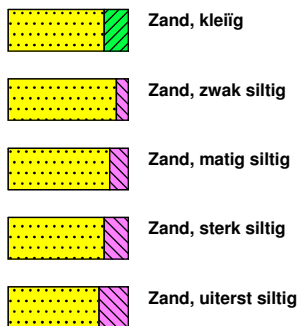
## Bijlage 3: Boorprofielen

### Legenda (conform NEN 5104 / ASB)

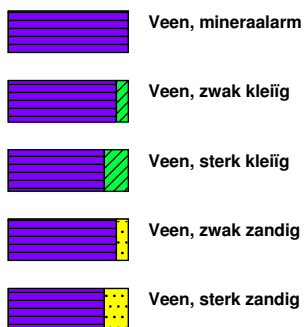
#### grind



#### zand



#### veen



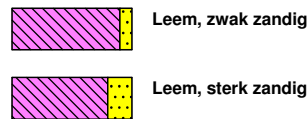
#### overig

- ▲ bijzonder bestanddeel
- ◀ Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- ≡ grondwaterstand
- ◆ Gemiddeld laagste grondwaterstand

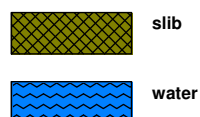
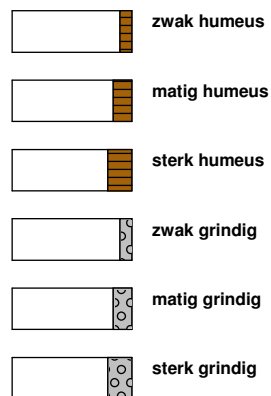
#### klei



#### leem

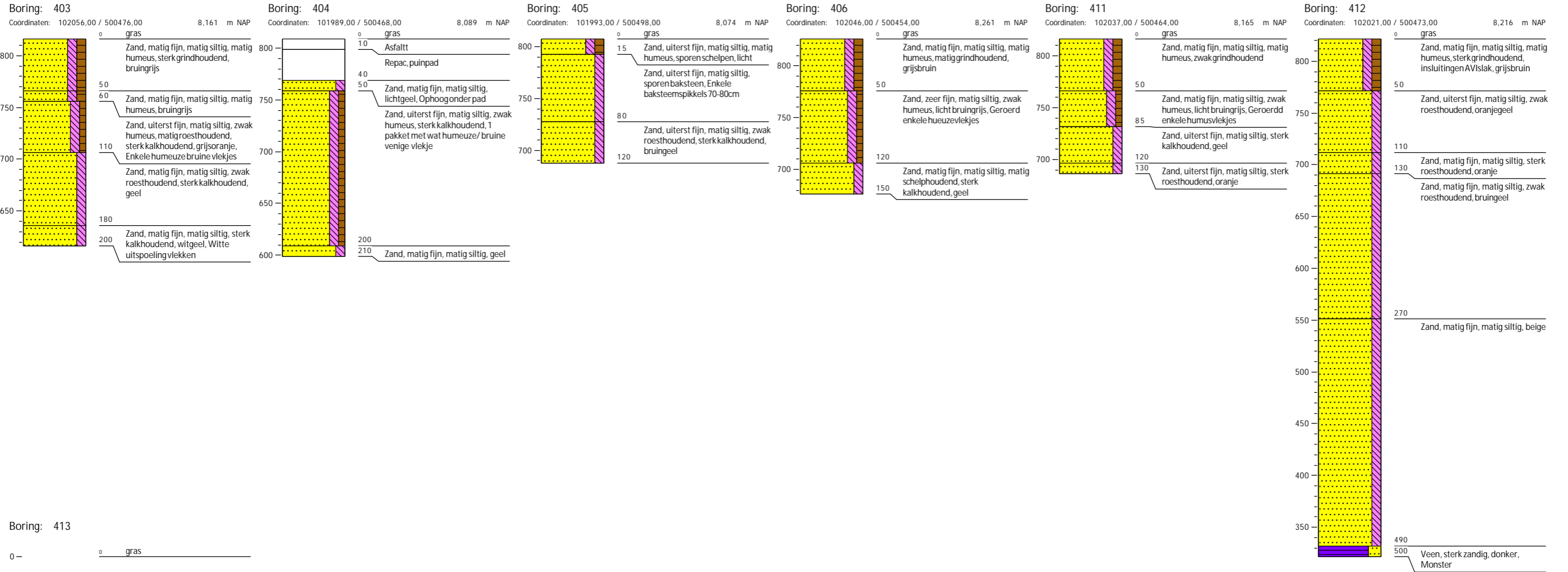


#### overige toevoegingen





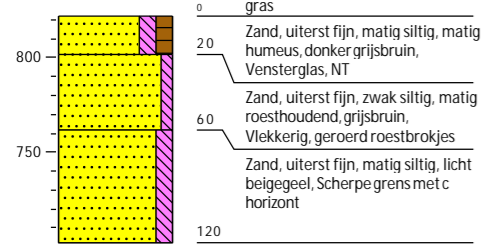
Bijlage 3: Profielbeschrijvingen met waarnemingen



## Bijlage 3: Profielbeschrijvingen met waarnemingen

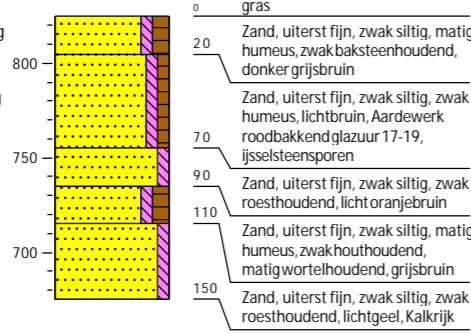
## Boring: 21

Coördinaten: 102465,90 / 500351,00 8,22 m NAP



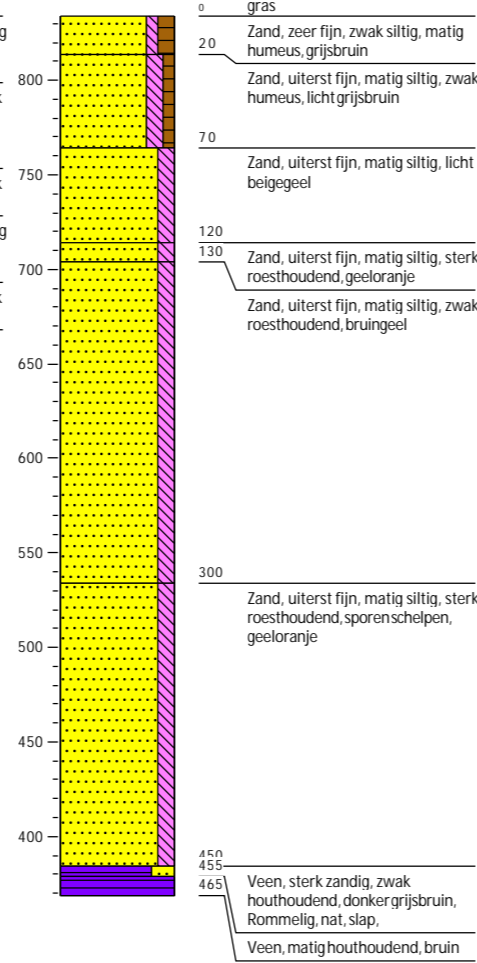
## Boring: 22

Coördinaten: 102488,00 / 500437,00 8,25 m NAP



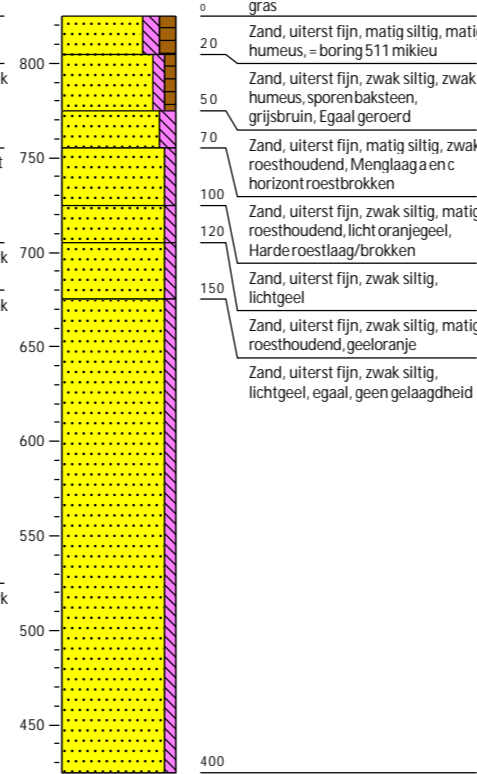
## Boring: 23

Coördinaten: 102512,00 / 500345,00 8,34 m NAP



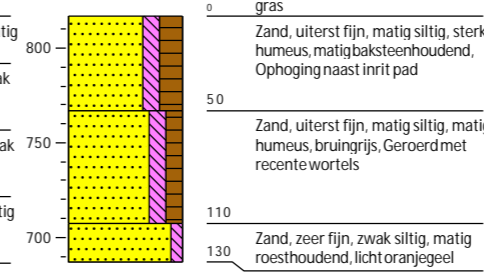
## Boring: 24

Coördinaten: 102531,00 / 500335,00 8,25 m NAP

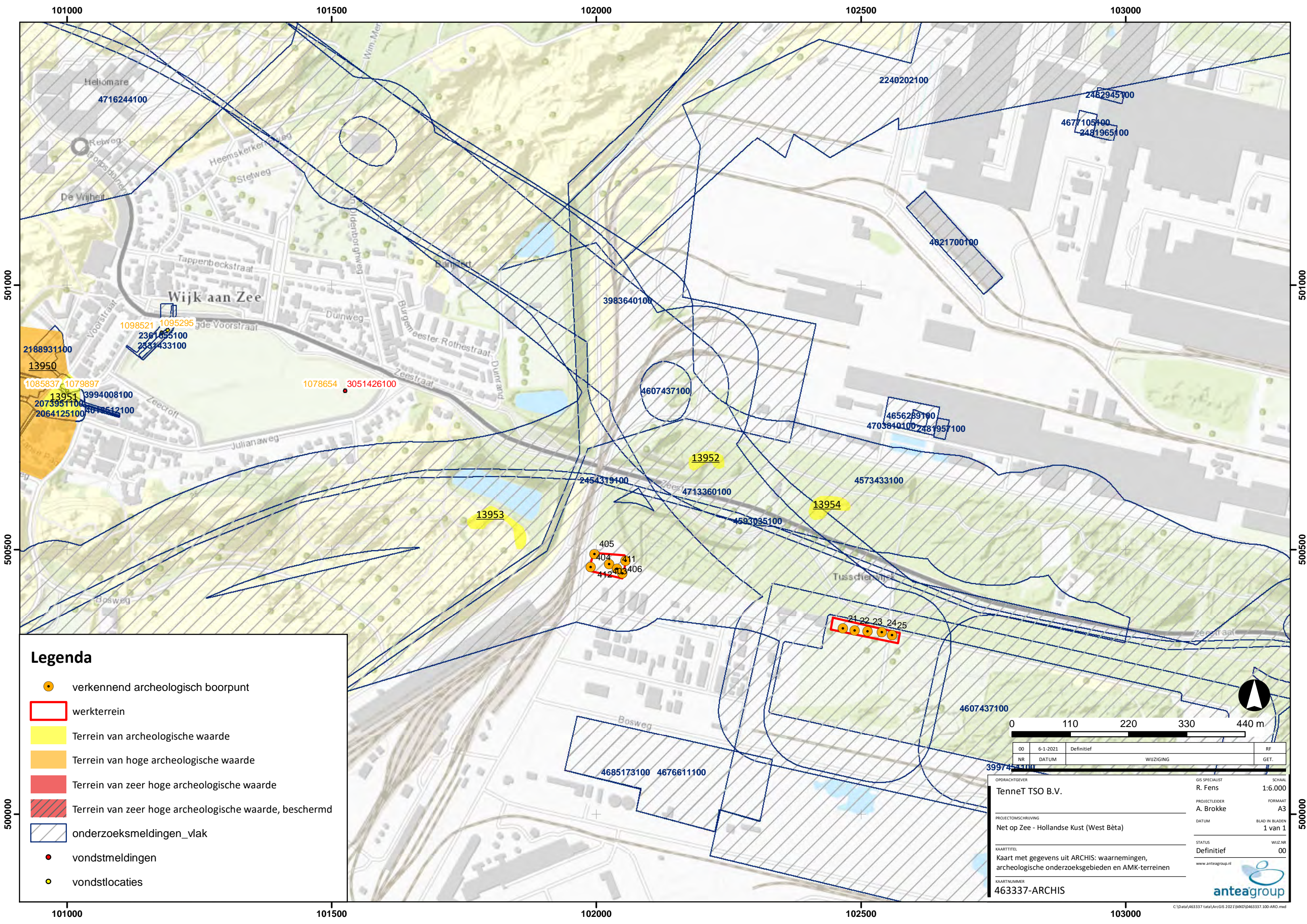


## Boring: 25

Coördinaten: 105561,00 / 500331,01 8,17 m NAP

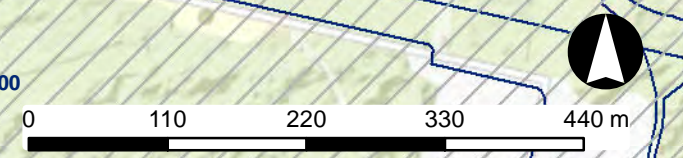


## Kaartbijlage



**Legenda**

- verkennend archeologisch boorpunt
- werkterrein
- Terrein van archeologische waarde
- Terrein van hoge archeologische waarde
- Terrein van zeer hoge archeologische waarde
- Terrein van zeer hoge archeologische waarde, beschermd
- onderzoeksmeldingen\_vlak
- vondstmeldingen
- vondstlocaties



00	6-1-2021	Definitief	RF
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

OPDRACHTGEVER		GIS SPECIALIST		SCHAAL	
TenneT TSO B.V.		R. Fens		1:6.000	
PROJECTLEIDER		PROJECTLEIDER		FORMAAT	
A. Brokke		A. Brokke		A3	
DATUM		DATUM		BLAD IN BLADEN	
1 van 1		1 van 1		1 van 1	
KAARTITTEL		STATUS		WIJZ.NR	
Kaart met gegevens uit ARCHIS: waarnemingen, archeologische onderzoeksgebieden en AMK-terreinen		Definitief		00	
KAARTNUMMER		www.anteagroup.nl		anteagroup	
463337-ARCHIS					

102000

102500

500500

500500




### Legenda

- verkennend archeologisch boorpunt
- werkterrein

0 30 60 90 120 m

00	6-1-2021	Definitief	RF
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

OPDRACHTGEVER <b>TenneT TSO B.V.</b>	GIS SPECIALIST <b>R. Fens</b>	SCHAAL <b>1:2.000</b>
PROJECTLEIDER <b>A. Brokke</b>	FORMAAT <b>A3</b>	
PROJECTOMSCHRIJVING <b>Net op Zee - Hollandse Kust (West Bèta)</b>	DATUM	BLAD IN BLADEN <b>1 van 1</b>
KAARTTITEL <b>Boorpuntenkaart</b>	STATUS <b>Definitief</b>	WIJZ.NR <b>00</b>
KAARTNUMMER <b>463337-ARO</b>		

102000

102500

---

## Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al bijna 70 jaar.

---

## Contactgegevens

Tolhuisweg 57  
8443 DV HEERENVEEN  
Postbus 24  
8440 AA HEERENVEEN  
T. 06 533 63 708  
E. reinier.raap@anteagroup.nl

**[www.anteagroup.nl](http://www.anteagroup.nl)**

ISSN: 1570-6273

### Copyright © 2021

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

### Disclaimer

Antea Group aanvaardt op generlei wijze aansprakelijkheid voor schade welke voortvloeit uit beslissingen genomen op basis van de resultaten van archeologisch (voor)onderzoek.