

Studie naar de effecten van een zandontgraving nabij Wijk aan Zee

Studie naar de effecten van een zandontgraving nabij Wijk aan Zee

Studie naar de effecten van een zandontgraving nabij Wijk aan Zee




Opdrachtgever	NRG Group
Contactpersoon	██████████
Referenties	
Trefwoorden	Zandontgraving, kabel aanlanding, stranddynamiek, windmolenpark, HKN, Haven van IJmuiden, Wijk aan Zee, MorphAn, JarKus, Rijkswaterstaat, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Python

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	21-01-2021
Projectnummer	11206609-002
Document ID	11206609-002-HYE-0001
Pagina's	24
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

██████████

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
1.0	██████████	██████████	██████████	
				

Samenvatting

NRG-Groep is bezig met het voorbereiden van een ontwerp voor een tijdelijke constructie op het strand t.b.v. de aanlanding van vier exportkabels van windpark Hollandse Kust Noord, net ten noorden van Wijk aan Zee. Voor deze tijdelijke constructie is een volume van 50.000 m³ zand (voor verhoging van de lokale bodemligging) benodigd om horizontale directionele boringen mogelijk te maken op de locatie van de aanlanding. NRG-Groep overweegt het betreffende zandvolume te winnen op het droge strand net ten zuiden van de aanlanding.

Op de geplande zandwinningslocatie is er een grote hoeveelheid droog zand die als een probleem wordt ervaren door de strandhuis- en restauranteigenaren. Door te onderzoeken of dit zand kan worden gebruikt voor de aanlanding, wordt geprobeerd om een oplossing te vinden waar zowel NRG als strandhuis / restauranteigenaren van kunnen profiteren. Hiertoe heeft NRG voorgesteld de zandontgraving te laten plaatsvinden vanaf de lage waterlijn tot ongeveer 5 m van de locatie van de strandhuizen / restaurants.

Voor een zandontgraving op het droge strand moeten zowel Rijkswaterstaat (RWS) als het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) toestemming geven. Hierin is het HHNK beheerder van de primaire waterkeringen (duinveiligheid), terwijl RWS verantwoordelijk is voor de Noordzee en het behoud van de basiskustlijn (BKL, kustlijnontwikkeling). Beide mogen niet ontoelaatbaar worden verlaagd of verplaatst. Het doel van deze studie is daartoe om de geografische locatie en het ontwerp van de beoogde zandontgraving te specificeren en om het effect hiervan op de kustlijnligging en kustveiligheid te bepalen. Dit is bewerkstelligd met een data analyse en de opzet van een kustlijnontwikkelings- en duinveiligheidsmodel.

Op basis van historische JarKus-profielen (jaarlijkse kustlijnmetingen), welke 56 jaar aan bodem data bevatten, is de locatie van de zandontgraving bepaald. Deze is ontworpen tussen raai (700)5225 en 5275. Het ontgravingsvolume voor de drie geselecteerde raaien betreft maximaal 75.000 m³ over een totale kustlijn lengte van 500 m. Dit volume stelt NRG, in combinatie met RWS en het HHNK, in staat om een optimalisatieslag in het ontgravingsontwerp te maken terwijl er nog steeds minimaal 50.000 m³ zand kan worden gewonnen. Op de beoogde locatie van de zandontgraving is onderscheid gemaakt tussen de vooroever en het droge strand. De vooroever laat een cyclisch gedrag zien, waarbij zandbanken ontstaan nabij de waterlijn, vervolgens zeewaarts migreren en groeien in omvang om uiteindelijk weer uit te dempen. Het strand daarentegen laat een duidelijk aanzandende trend zien, welke wordt veroorzaakt door de nabije aanwezigheid van de haven van IJmuiden.

Het kustlijnontwikkelingsmodel laat voor raai 5225, 5250 en 5275 een aanzandende trend zien voor afgelopen tien jaar, welke licht is afgezwakt door de ontgraving van zand uit het droge strand. Hierdoor zijn de aanwezige momentane kustlijn en de te toetsen kustlijn buffers iets afgenomen, maar komen deze niet in de buurt van de BKL. Het is voorzien dat de trend ten minste de komende vijf jaar positief (aanzandend) blijft. Voor het duinveiligheidsmodel is voor de drie geselecteerde raaien eenzelfde soort uitkomst als voor het kustlijnontwikkelingsmodel afgeleid. De beoogde zandontgraving zal de aanwezige buffer iets verminderen maar de afslagpunten zullen niet in de buurt van het grensprofiel komen.

Er wordt verwacht dat de aanzandende trend, welke zowel uit de data analyse als het kustlijnontwikkelings- en duinveiligheidsmodel komt, langer doorzet dan de beschouwde komende vijf jaar en mogelijk zelfs herstelt na de zandontgraving. Hierdoor worden er dus geen directe negatieve effecten verwacht, terwijl er binnen het ontgravingsontwerp ook nog optimalisatie mogelijkheden liggen.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	6
1.1	Achtergrond en doelstelling	6
1.2	Methode en leeswijzer	7
2	Data analyse	8
2.1	Historische ontwikkeling	8
2.2	Zandontgraving	10
2.3	Shoreline Monitor	12
3	Kustlijnontwikkelings- & Duinveiligheidsmodel	14
3.1	Model opzet referentie situatie & zandontgraving	14
3.2	Effect op kustlijnontwikkeling	15
3.3	Effect op duinveiligheid	17
4	Conclusies en aanbevelingen	19
	Referenties	20
	Appendix A	21
A.1	Bodemprofielen voor en na ontgraving	21
A.2	Duinerosieberekeningen voor en na ontgraving	22

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en doelstelling

NRG-Groep is bezig met het voorbereiden van een ontwerp voor een tijdelijke constructie op het strand t.b.v. de aanlanding van vier exportkabels van windpark Hollandse Kust Noord (HKN), net ten noorden van Wijk aan Zee. Voor deze tijdelijke constructie is een volume van 50.000 m³ zand (voor verhoging van de lokale bodemligging) benodigd om horizontale directionele boringen (HDD) mogelijk te maken op de locatie van de aanlanding. NRG heeft voorgesteld het betreffende zandvolume te winnen op het droge strand net ten zuiden van de aanlanding (ongeveer ten hoogte van Wijk aan Zee) en zodoende Deltares gevraagd de effecten van deze zandontgraving te onderzoeken. In dit rapport beschrijft Deltares de uitkomsten van dit onderzoek.

Op de geplande zandwinningslocatie is er een grote hoeveelheid droog zand die als een probleem wordt ervaren door de lokale strandhuis- en restauranteigenaren. Door te onderzoeken of dit zand kan worden gebruikt voor de aanlanding, wordt geprobeerd om een oplossing te vinden waar zowel NRG als strandhuis / restauranteigenaren van kunnen profiteren. Hiertoe heeft NRG voorgesteld de zandontgraving te laten plaatsvinden vanaf de laag waterlijn met een hoek van 1:10 tot 1:20 tot ongeveer 5 m van de strandhuizen / restaurants. Zie Figuur 1-1 voor een impressie van de locatie en het betreffende (beoogde) strandprofiel.



Figuur 1-1: Links: drone meting van de locatie van de beoogde zandontgraving. Rechts: strandprofiel voor (groen) en schets van het beoogde profiel (rood) na de zandontgraving langs dwarsprofiel AA.

Voor een zandontgraving op het droge strand moeten zowel Rijkswaterstaat (RWS) als het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) toestemming geven. Dit dient te geschieden volgens de Waterwet. Hierin is het HHNK beheerder van de primaire waterkeringen oftewel de duinveiligheid, terwijl RWS verantwoordelijk is voor de Noordzee en het behoud van de zogenaamde basislijn (BKL) oftewel kustlijnontwikkeling. De BKL werd in 1990 door de Nederlandse overheid vastgesteld (Verhagen, 1990) en verwijst naar de kustposities die door middel van suppleties moeten worden gehandhaafd.

Zowel RWS als het HHNK zullen aan de hand van de resultaten van dit onderzoek beslissen of het NRG toelaat om zand te winnen vanaf het droge strand ten hoogte van Wijk aan Zee. Hun besluit zal worden gebaseerd op de gekwantificeerde effecten van de zandontgraving op de duinveiligheid (HHNK) en de ligging van de kustlijn (RWS). Beide mogen niet ontoelaatbaar worden verlaagd of verplaatst. Hierin slaat ontoelaatbaar zowel op de hardere (wettelijke) eisen

als zachtere (beheers) eisen. De beheereisen stellen RWS en het HHNK in staat erop te sturen dat de aanwezige reserve niet geheel door NRG wordt opgesoupeerd. De winning van zand uit het droge zand moet immers uitlegbaar zijn aangezien dit vereist dat beide overheidsorganen moeten afwijken van hun eigen beleid.

Het doel van dit onderzoek is driedelig:

- Verschaffen van informatie met betrekking tot de geografische locatie en het ontwerp van de zandontgraving.
- Bepalen van het effect van het verwijderen van 50,000 m³ zand van het droge strand op de kustlijnligging i.r.t. de BKL.
- Bepalen van het verwijderen van 50,000 m³ zand van het droge strand op de kustveiligheid.

RWS en het HHNK kunnen met deze informatie een oordeel vellen over het effect van de zandontgraving op de wettelijke en beheereisen; om zodoende de zandontgraving toe te staan of te verbieden.

1.2 Methode en leeswijzer

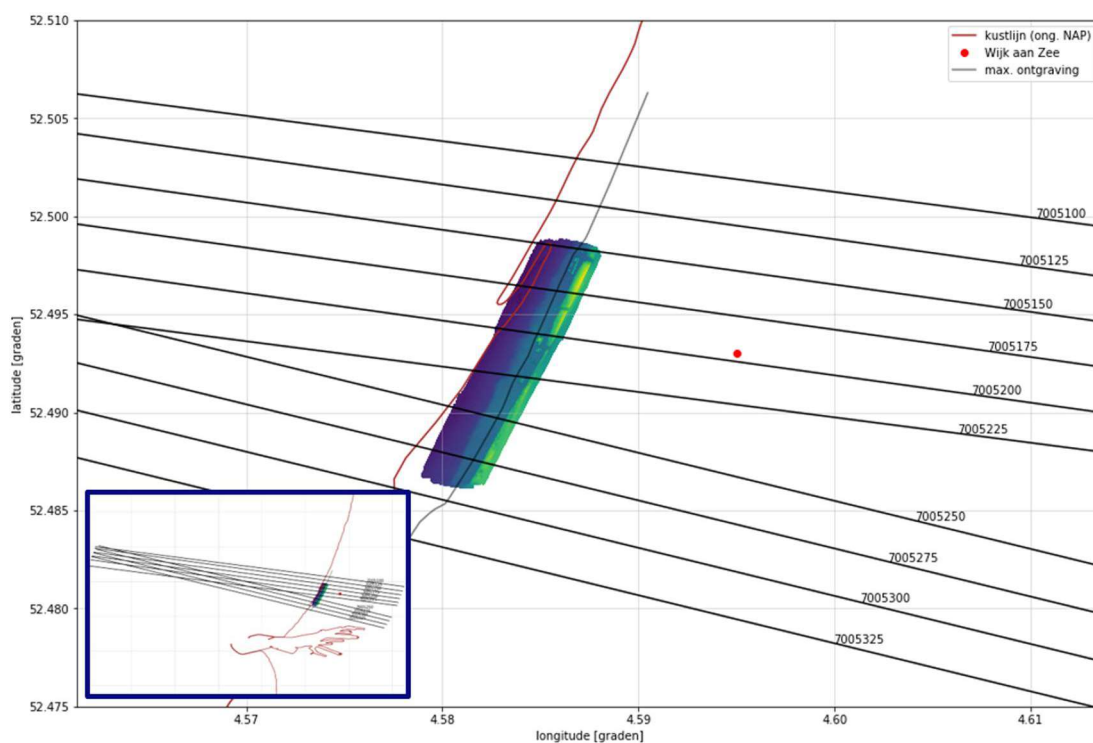
Om de bovenstaande doelstellingen te bereiken heeft Deltares allereerst een data-analyse uitgevoerd. De informatie uit deze analyse wordt gepresenteerd in Hoofdstuk 2. Op basis van de data-analyse in Hoofdstuk 2 is een kustlijnontwikkelings- en duinveiligheidsmodel (Hoofdstuk 3) opgezet. Zoals hierboven uitgelijnd zijn beide modellen nodig om de effecten van de zandontgraving te kwantificeren. Hieruit volgen de conclusies en aanbevelingen die in Hoofdstuk 4 uiteengezet zijn.

2 Data analyse

Naast de drone data die vanuit NRG-groep beschikbaar is gesteld, zijn relevante JarKus (jaarlijkse kustlijn) metingen geraadpleegd. Deze metingen geschieden langs vooraf gedefinieerde raaien die de volledige Nederlandse kust bestrijken voor elke 250 m, en die bovendien teruggaan tot en met het jaar 1965. De sectie direct hieronder geeft inzicht de stranddynamiek die op basis van de JarKus data kan worden afgeleid (de zogenoemde referentiesituatie). Met behulp van deze data, in combinatie met de opgelegde uitgangspunten, zijn de profielen van de zandontgraving gespecificeerd (zie Sectie 2.2). Extra informatie omtrent stranddynamiek, verkregen vanuit een andere databron genaamd de Shoreline Monitor is gepresenteerd in Sectie 2.3.

2.1 Historische ontwikkeling

Figuur 2-1 geeft de projectlocatie (drone meting) weer, inclusief een tiental nabijgelegen JarKus raaien waarbij er in totaal zes binnen de grenzen van drone meting vallen (raai 5150 tot en met 5275). Zoals in de introductie uitgelijnd, is voorgesteld om ongeveer tot 5 m uit de strandhuizen / restaurants zand te ontgraven. Deze handmatig gedefinieerde lijn is ook te zien in Figuur 2-1 en is gelabeld met max. ontgraving.

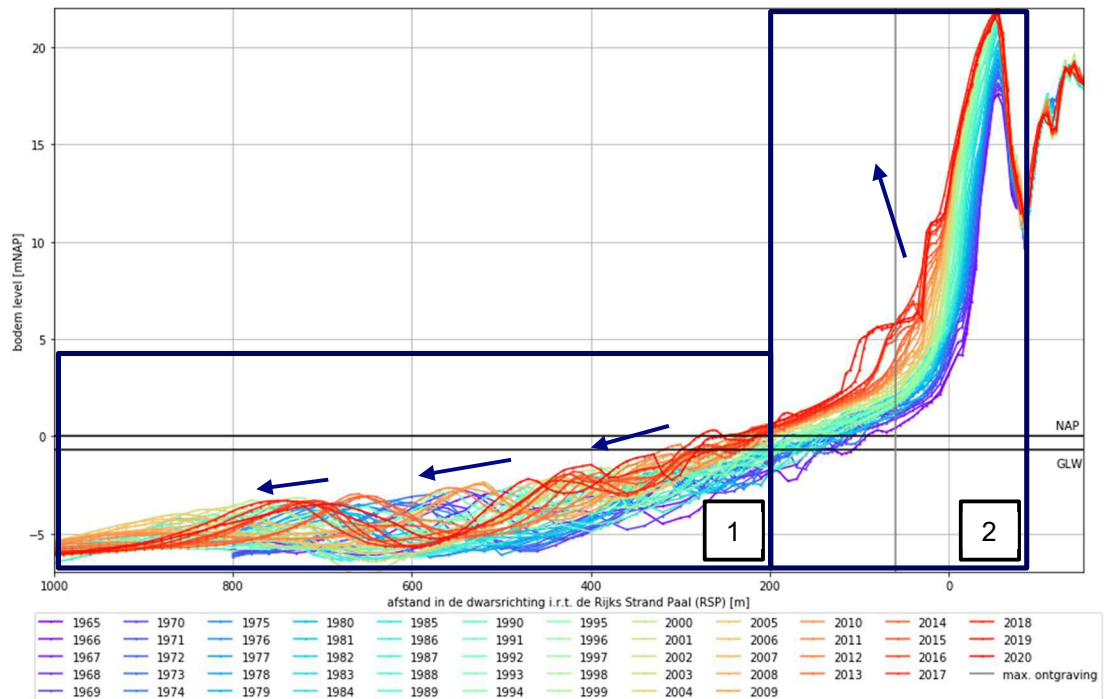


Figuur 2-1: Geschematiseerd overzicht van de projectlocatie met de drone meting en JarKus raaien 5100 tot 5325. De plot links onderin geeft een geografische indicatie van de projectlocatie in het grotere geheel, waarbij de haven van IJmuiden duidelijk zichtbaar is in de kustlijn (op ong. 0 m NAP).

Langs de raaien is in totaal 56 jaar aan hoogte en bodemligging data beschikbaar. Voor raai 5250 is dit in Figuur 2-2 weergegeven. Om de variabiliteit van de bodemdynamiek tussen verschillende jaren (jaarlijkse variatie) te analyseren is gebruik gemaakt van een splitsing in twee gebieden; de vooroever (1) en het strand (2). De vooroever laat een cyclisch gedrag zien, waarbij zandbanken ontstaan nabij de waterlijn, vervolgens zeewaarts migreren en groeien in omvang om uiteindelijk weer uit te dempen buiten de sluitingsdiepte (Depth of Closure).

Het strand (gebied 2, vanaf om en nabij 0 m NAP) laat een duidelijke aanzandende trend zien (zowel verticaal als horizontaal). Vanaf 1965 (paarse lijn) is het bodemprofiel elk jaar hoger komen te liggen en lijkt dit tot op het heden (2020, rode lijn) door te zetten.

In Figuur 2-2 is ook de locatie van de maximale landwaartse grens van de ontgraving in het profiel te zien (verticale grijze lijn) en is het Gemiddeld Laag Water (GLW) niveau aangegeven. Dit niveau bedraagt -0.7 m NAP en is ongeveer het gemiddelde van het gemiddeld hoog laag water (GHLW) en gemiddeld laag laag water (GLLW) gebaseerd op waterstanden in de haven van IJmuiden. De ontgraving zal plaatsvinden tussen de verticale en horizontale afbakening van de intersecties van het GLW en de maximale ontgravingslijn met het bodemprofiel van het jaar 2020.

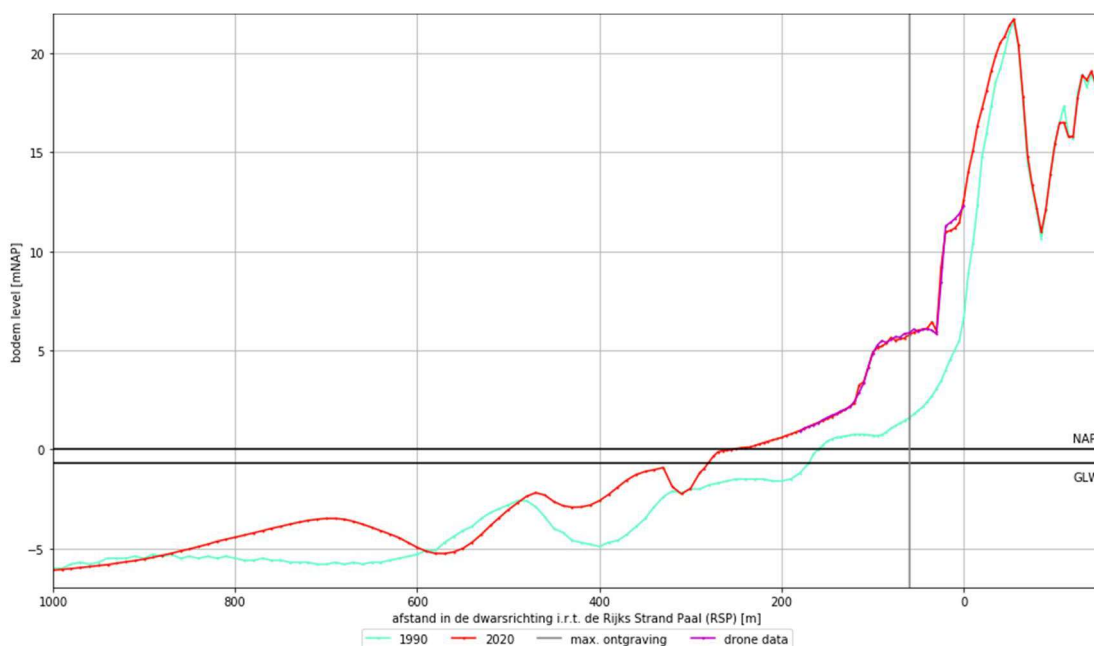


Figuur 2-2: Tijd series data voor de jaren 1965 tot en met 2020 voor raai 5250. De meest landwaartse grens van de ontgraving (max. ontgraving) is aangegeven met een verticale grijze lijn. De levels NAP (0 m) en GLW (-0.7 m) zijn aangegeven met horizontale zwarte lijnen.

In Figuur 2-3 zijn alleen de bodemprofielen van de jaren 1990 en 2020 weergegeven voor raai 5250. Hierdoor is het verschil tussen het bodemprofiel van het jaar 1990, waarin de BKL werd gedefinieerd, en het hedendaagse profiel nog duidelijker zichtbaar. Zoals Figuur 2-3 weergeeft is de kuststrook voor raai 5250 sinds 1990 flink gegroeid in zowel de verticale als horizontale richting.

JarKus profielen worden doorgaans in de zomermaanden gemeten, aangezien het weer in de zomer veelal geschikter is voor veldwerk dan in de winter. De bodemprofielen weergegeven in Figuur 2-2 & Figuur 2-3 zijn dan ook voornamelijk zomerprofielen. Deze profielen zijn over het algemeen steiler dan winterprofielen door hydrodynamische invloeden. In de winter zorgt een hoger energetische Noordzee ervoor dat het profiel wordt afgevlakt doordat het zand wordt uitgesmeerd. Bovenop de 2020 JarKus data is in Figuur 2-3 de drone data te zien. Deze door NRG beschikbaar gestelde data is gemeten op 16-10-2020, wat ook onder de zomermaanden valt. Als gevolg van de afwezigheid van metingen in de winter is er geen mogelijkheid seizoensgebonden veranderingen (seizoensvariatie) in het bodemprofiel in kaart te brengen. Dit is een onzekerheid die meegenomen dient te worden in de uitwerking van de zandontgraving.

De originele JarKus data (met name het jaar 2020) wordt gezien als de referentiesituatie en zal zonder aanpassingen worden gebruikt in verdere berekeningen.



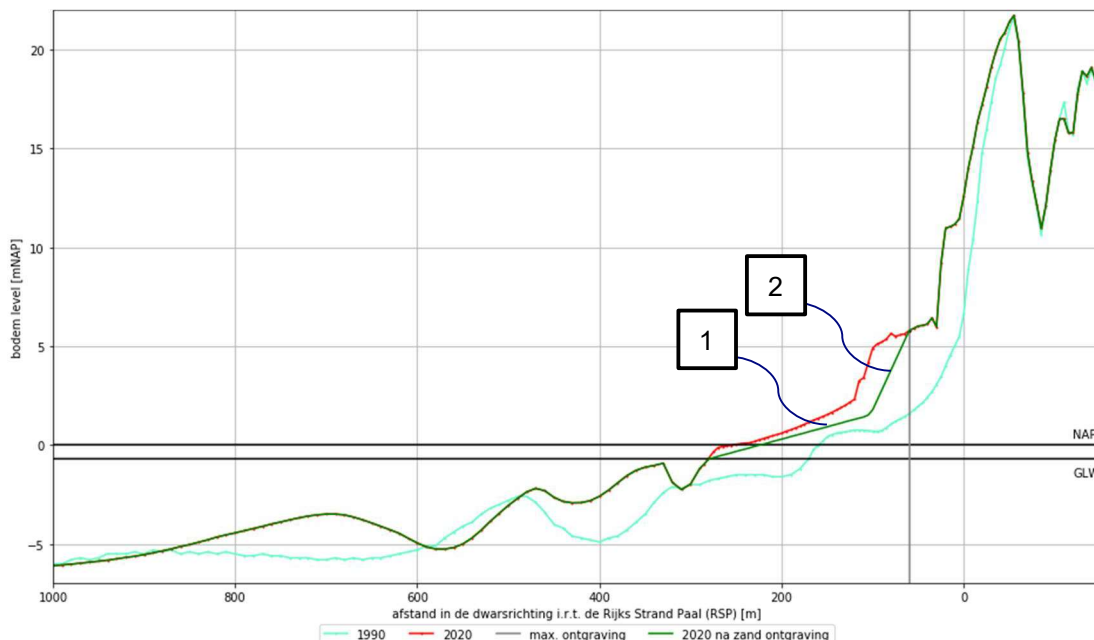
Figuur 2-3: Bodem profielen voor de jaren 1990 en 2020 voor raai 5250. De meest landwaartse grens van de zandontgraving (max. ontgraving) is aangegeven met een verticale grijze lijn. De levels NAP (0 m) en GLW (-0.7 m) zijn aangegeven met horizontale zwarte lijnen en de drone data met een paarse lijn.

2.2 Zandontgraving

Op basis van de referentiesituatie is het bodemprofiel voor het jaar 2020 aangepast tussen de afbakeningen van de verticale maximale ontgravingslijn (zie grijze lijn in Figuur 2-3) en de horizontale GLW-lijn (zie zwarte lijn in Figuur 2-3). De beoogde zandontgraving voor raai 5250 is in Figuur 2-4 weergegeven. De hoek van lijn 1 en 2, respectievelijk de lijn vanaf het water en de lijn vanaf de duin, zijn 1:80 en 1:10. Het verschil tussen de referentiesituatie (rode lijn) en de ontgraving (groene lijn) is duidelijk zichtbaar in Figuur 2-4 en bedraagt 179 m³ per strekkende meter.

Wanneer er een buffer van 250 meter in acht wordt genomen (afstand tussen elke raai) kan alleen al op basis van raai 5250 een zandvolume van ongeveer 44.850 m³ ontgraven worden. In Tabel 2-1 zijn de ontgravingsvolumes per strekkende meter voor alle raaien weergegeven. In overeenstemming met NRG, en op basis van input van het HHNK, is initieel besloten de zandontgraving conservatief te ontwerpen tussen raaien 5225, 5250 en 5275. Zodoende kan over een lengte van 500 m een maximaal volume van ongeveer 75.000 m³ worden ontgraven. Zoals te zien in Tabel 2-1 bevatten de drie geselecteerde raaien het grootste verschil in het ontgravingsvolume in de dwarsrichting, wat zorgt voor een efficiënt ontgravingsontwerp in de langsrichting. De beoogde locatie van de zandontgraving is in Figuur 2-5 met een rode polygoon gevisualiseerd.

In het vervolg zullen de raaien 5225 tot en met 5275 grijs worden gemarkeerd. Voor de compleetheit van deze studie worden nog wel karakteristieke invoer en uitvoer alle andere zeven nabijgelegen raaien weergegeven in tabellen. Zo kan zowel RWS als het HHNK objectief worden meegenomen in de beweegredenen achter de beslissing om raaien 5225, 5250 en 5275 te selecteren voor het ontgravingsontwerp. Figuren worden alleen voor de drie geselecteerde raaien gepresenteerd. De bodemprofielen van voor en na de ontgraving voor raaien 5225 en 5275 zijn in Appendix A weergegeven.



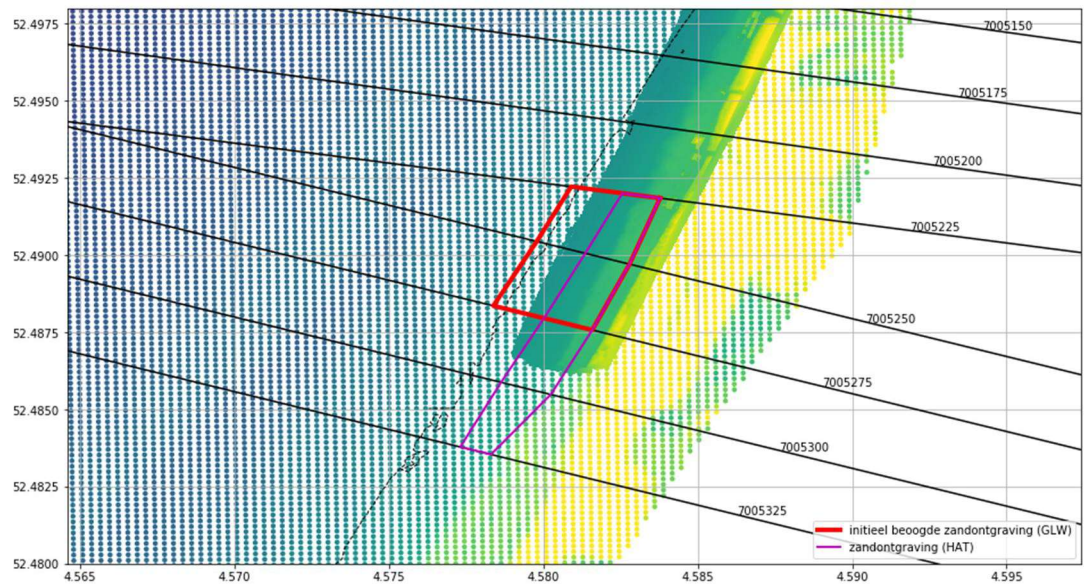
Figuur 2-4: Tijd series data voor de jaren 1990 en 2020 voor raai 5250. Het 2020 bodemprofiel na zand ontgraving is aangegeven met de groene lijn. De meest landwaartse grens van de ontgraving (max. ontgraving) betreft de verticale grijze lijn. NAP (0 m) en GLW (-0.7 m) zijn aangegeven met horizontale zwarte lijnen.

Tabel 2-1: Ontgravingsvolumes per strekkende meter voor raai 5100 tot en met 5325. De door initieel door NRG geselecteerde raaien voor het ontwerp van de zandontgraving zijn gebaseerd op het gemiddeld laag water (GLW) en zijn grijs gemarkeerd. De ontgravingsvolumes per strekkende meter zijn ook voor het hoogste astronomische getij (HAT) weergegeven.

Raai	Verschil referentie situatie en ontgravingsprofiel [m ³ /m]	
	GLW (~ -0.7 m NAP)	HAT (~ 1.25 m NAP)
7005100	68.60	9.80
7005125	83.10	10.30
7005150	28.95	0.00
7005175	59.25	21.25
7005200	57.35	18.35
7005225	128.40	66.15
7005250	179.40	107.95
7005275	119.80	48.60
7005300	117.15	23.35
7005325	83.95	17.35

Gebaseerd op tussentijds contact met NRG heeft Deltares naast het initiële ontgravingsontwerp, dat gebaseerd is op het GLW en efficiëntie in de kustlansrichting (raaien 5225, 5250 en 5275), ook nog een ontwerp berekend op basis van het hoogste astronomische getij (HAT) en efficiëntie in de dwarsrichting. Wanneer er enkel zand uit het droge strand wordt gehaald (i.e. van ongeveer +1.25 m NAP tot de maximale ontgravingslijn) kan er rond de 55.000 m³ worden gewonnen over een lengte van 1 km. Hiervoor zijn raaien 5225 tot en met 5325 geselecteerd, zie paarse polygoon in Figuur 2-5. Op deze manier wordt er voor de ontgraving in het gebied ten zuiden van de strandopgang de Zwaanstraat gebleven en gebruik gemaakt van de vijf raaien met ongeveer de grootste ontgravingsvolumes per strekkende meter. Zoals te zien in Tabel 2-1 is ingreep in de dwarsrichting minder groot. Hierdoor zal het

ontgravingsontwerp over vijf raaien een minder negatieve invloed op de kustlijnontwikkeling en duinveiligheid hebben dan een ontwerp over drie raaien. Dit ontwerp is zodoende niet meegenomen in het vervolg van het rapport.



Figuur 2-5: Beoogde initiële locatie van de zandontgraving (rode polygoon), ontworpen tussen de maximale ontgravinglijn en het gemiddeld laag water (GLW) voor JarKus raaien (700)5225, 5250 en 5275. De paarse polygoon geeft het ontgravingsontwerp gebaseerd op het hoogste astronomische getij (HAT) weer. De zwarte stippellijn geeft de kustlijn weer (op ong. 0 m NAP). Zowel de drone als 2D JarKus data is gevisualiseerd. De laatste betreft de zichtbare punten welke door de resolutie van de data wordt veroorzaakt.

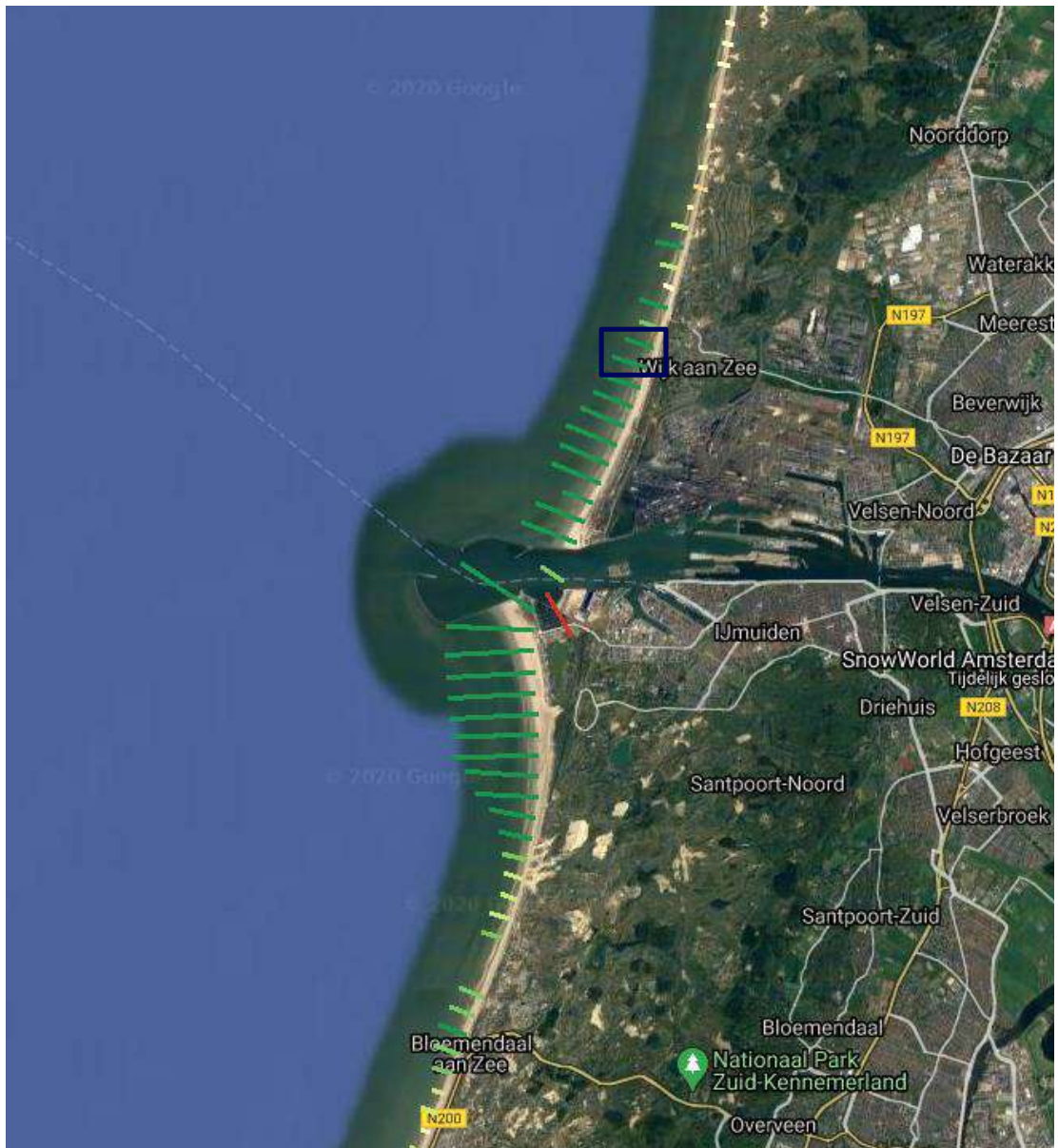
2.3 Shoreline Monitor

Alle ingrepen in het Nederlandse kuststelsel worden sinds ongeveer 1950 door Rijkswaterstaat in een database bijgehouden. In deze database is te vinden dat de suppletie het dichtst bij de projectlocatie eindigt bij raai 5075 ongeveer ten hoogte van Heemskerck in het jaar 2017 en op 250 m afstand van de eerste raai die in beschouwing is genomen in deze studie. De aanzandende trend, zoals uitgelegd met Figuur 2-2, wordt dus niet direct veroorzaakt door het suppletiebeleid van de Nederlandse overheid.

De haven van IJmuiden, waarvan de havenhoofden zijn verlengd in het jaar 1962, verstoort het transport van sediment langs de Nederlandse kust. Hierdoor zorgt de haven voor aanzandende stranden in zowel het zuiden als het noorden in een straal van ongeveer 5 km. Dit effect is goed zichtbaar in Shoreline Monitor¹. Op deze website is, met behulp 33 jaar aan satellietbeelden (1964-2016), de kustlijndynamiek van zandige kusten over de gehele wereld in kaart gebracht. In Figuur 2-6 is te zien dat rondom de haven van IJmuiden grote aanzandende trends worden waargenomen. Tijdseries van de raaien (niet gerelateerd aan JarKus raaien) in het projectgebied (zie blauwe markering) laten een aanzandende horizontale kustlijntrend zien van ongeveer 4.0 m/jaar. Dit is in overeenstemming met de in Figuur 2-2 gevisualiseerde stranddynamiek.

Onafhankelijk van de uitkomst van deze studie wordt verwacht dat de aanzandende trends die in Figuur 2-2 en Figuur 2-6 zichtbaar zijn consistent worden doorgezet in de toekomst, als gevolg van de invloed van de haven van IJmuiden. De gehele projectlocatie bevindt zich binnen de straal van invloed en is hierdoor niet direct beïnvloed door de beslissingen omtrent het suppletiebeleid van de Nederlandse overheid.

¹ <http://shorelinemonitor.deltares.nl/>



Figuur 2-6: Het aanzandende effect van de haven van IJmuiden op de kustlijnontwikkeling afgeleid uit satelliet beelden. De projectlocatie bevindt zich binnen de blauw gemarkeerde rechthoek.

3 Kustlijnontwikkelings- & Duinveiligheidsmodel

Om inzicht te genereren in de ontwikkeling / trends van de kustlijn(positie) en om de invloed op de duinveiligheid te kwantificeren na een zandontgraving zoals gepresenteerd in Hoofdstuk 2, wordt gebruik gemaakt van MorphAn (Deltares, 2020). MorphAn (versie 1.8.4) is een softwareapplicatie die speciaal is ontwikkeld om de kustlijnontwikkeling en duinveiligheid te beoordelen. Voor de kustlijnontwikkeling maakt het model gebruik van de BKL uit 1990, de momentane kustlijn (MKL) en de te toetsen kustlijn (TKL). Voor de duinveiligheid staat het algoritme genaamd DUROS+ aan de basis voor de eendimensionale duinerosieberekeningen. MorphAn is geschikt voor de ondersteuning van het regulier beheer van duinen, strand en onderwateroever en voor de wettelijke beoordeling van de veiligheid van zandige primaire waterkeringen en wordt hierdoor ook regelmatig door verschillende overheidsorganen gebruikt.

3.1 Model opzet referentie situatie & zandontgraving

Voor de opzet van het kustlijnontwikkelings- en duinveiligheids model zijn de randvoorwaarden gespecificeerd in Tabel 3-1 benodigd. De eerste kolom uit de tabel, de locatie van de BKL, is verkregen vanuit de (KPP) opdracht voor B&O Kust 2020 welke door Deltares is uitgevoerd voor de gehele Nederlandse kust. Deze wordt gebruikt voor het kustlijnontwikkelingsmodel. De rest van de kolommen in Tabel 3-1 worden gebruikt voor het duinveiligheidsmodel. Hierin komen de karakteristieken voor de significante golfhoogte (H_s), de golf piek periode (T_p), het reken peil (RP) en de mediane korrelgrootte (D_{50}) ook uit de opdracht voor B&O Kust 2020. Zowel H_s als T_p zijn waarden die direct volgen uit de signaleringsnorm van 1:3000, dat hoort bij dijkvak 13-1², en voldoen aan het wettelijk beoordelingsinstrumentarium (WBI) van 2017. De locaties van de legger (grensprofiel; Weijling, 2016) zijn gelijk aan de meest landwaartse grens van de kernzone zoals weergegeven op de website van het HHNK³. Aangezien deze kernzone ten noorden van Wijk aan Zee landwaarts van het waterwingebied ligt, is handmatig de primaire / eerste duinenrij gevolgd (afwijkende waarden in Tabel 3-1 gemarkeerd met een *) zodat de leg nog binnen de grenzen van de JarKus data gedefinieerd kan worden.

*Tabel 3-1: Randvoorwaarden voor het kustlijnontwikkelings- (1^e kolom) en duinveiligheidsmodel (overige kolommen). Let op: voor de legger (grensprofielen) van raai 5100 tot en met 5175 (gemarkeerd met een *) zijn aangepaste locaties voor de landwaartse grens van de waterkering gebruikt. De door NRG geselecteerde raaien voor het ontwerp van de zandontgraving zijn grijs gemarkeerd.*

Raai	BKL [m+RSP]	H_s [m]	T_p [s]	RP [m+NAP]	D_{50} [μ m]	Leg [m+RSP]
7005100	95	8.6	12	5.65	190	-134.46*
7005125	113	8.6	12	5.65	183	-132.44*
7005150	128	8.6	12	5.66	177	-137.57*
7005175	174	8.59	12	5.66	170	-171.24*
7005200	186	8.59	12	5.67	164	-164.93
7005225	205	8.59	12	5.67	167	-145.55
7005250	228	8.59	12	5.68	170	-123.70
7005275	218	8.58	12	5.68	172	-150.38
7005300	226	8.58	12	5.68	175	-166.11
7005325	217	8.58	12	5.69	178	-172.28

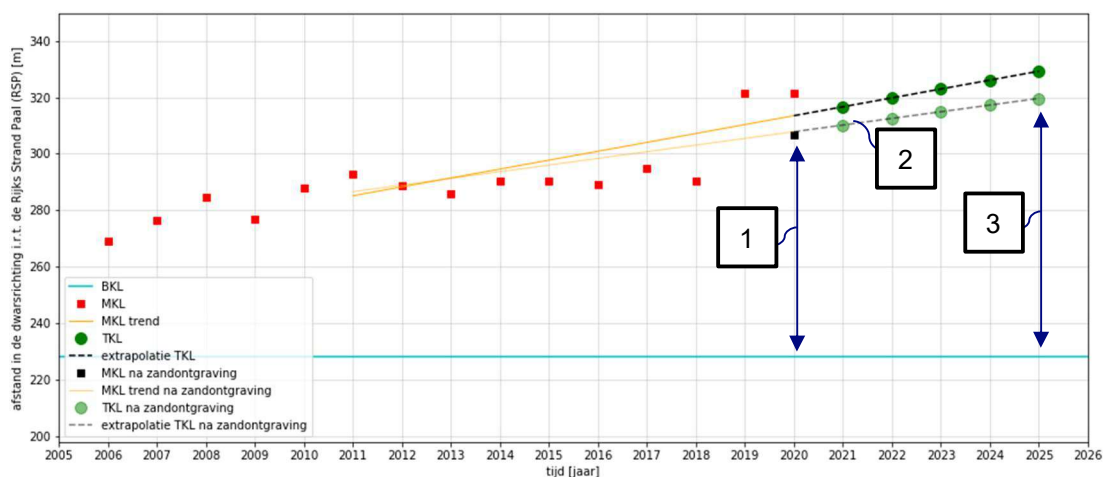
² <https://waterveiligheidsportaal.nl/#/nss/nss/current>

³ <https://hhnk.webgispublisher.nl/Viewer.aspx?map=Legger-Zandige-Kust-Zuid>

3.2 Effect op kustlijnontwikkeling

Figuur 3-1 geeft voor raai 5250 een schematisch overzicht (zoals in ENW, 2007) van de uitvoer van het MorphAn model gerelateerd aan de kustlijnontwikkeling, hetgeen voornamelijk voor RWS interessant is.

In Figuur 3-1 zijn vanaf de jaren 2006 de MKL posities weergegeven. In het jaar 2020, is er zowel een referentiesituatie MKL positie als een MKL positie na de zandontgraving. De afstand van beide MKL posities in 2020 ten opzichte van de BKL geeft de (verandering van de) buffer in de kustlijnontwikkeling weer. Deze karakteristiek is gemarkeerd met een 1. Door de verandering in de MKL positie in het jaar 2020, verandert de ge-extrapoleerde trend in de TKL posities (karakteristiek 2) en de uiteindelijke positie en buffer van de TKL in het jaar 2025 (karakteristiek 3). De numerieke waarden die gekoppeld zijn aan deze karakteristieken zijn in Tabel 3-2 weergegeven. Zo is te zien dat de MKL positie met net geen 15 m is afgenomen na de zandontgraving, terwijl er wel een buffer van bijna 80 m overblijft. Daarnaast is de TKL trend 0.8 m/jaar verminderd naar 2.36 m/jaar. Dit betekent dat er, ondanks de zandontgraving, nog steeds een aanzijdende trend voor minimaal de komende 5 jaar wordt verwacht. Door deze verandering in de trend wordt voorzien dat de TKL buffer na vijf jaar (2025) ongeveer 92 m bedraagt, dit is bijna 10 m minder dan de situatie die wordt voorzien voor de zandontgraving.



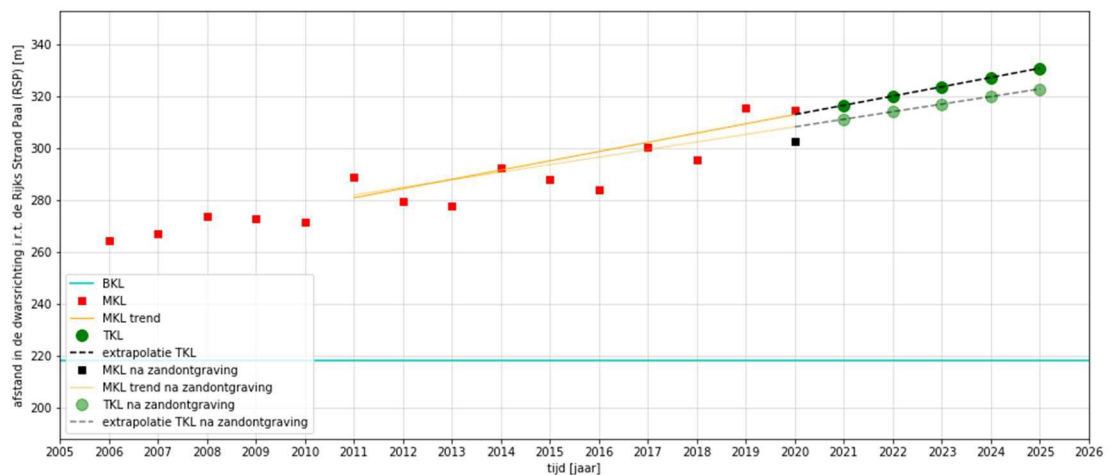
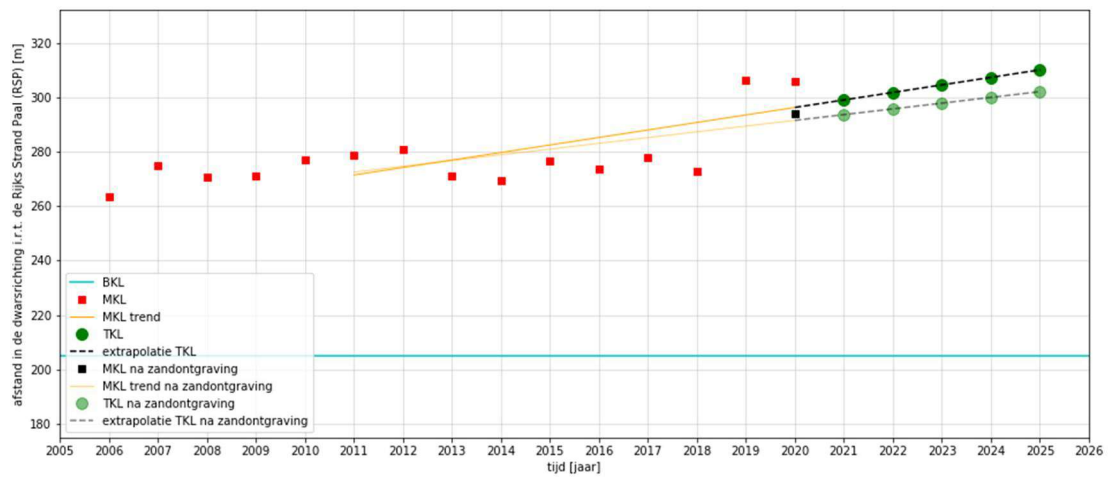
Figuur 3-1: Schematisch overzicht van de uitvoer van het MorphAn model gerelateerd aan de kustlijnontwikkeling voor raai 5250. De karakteristieke waarden die betrekking hebben op de MKL buffer, de TKL trend en de TKL buffer zijn respectievelijk met getallen 1, 2, 3 weergegeven. Dit overzicht bevat resultaten van de referentiesituatie en de situatie na de zandontgraving.

In Figuur 3-2 en Tabel 3-2 zijn de resultaten voor de andere twee geselecteerde raaien, 5225 en 5275, gepresenteerd. Voor het totaal van alle drie de geselecteerde raaien is te zien dat de zandontgraving zorgt voor een vermindering van de buffers van rond de 10 a 15 m. Desalniettemin zijn alle buffers nog ruimschoots positief en is de trend bovendien maar licht afgezwakt (i.e. deze geeft ook nog steeds een aanzijdende kuststrook weer).

Voor de rest van de zeven raaien die mee zijn genomen in deze studie zijn de numerieke waarden voor de buffers en de trend voor en na de zandontgraving ook in Tabel 3-2 weergegeven. Zoals verwacht op basis van de data analyse, en wat blijkt uit de tabel, verminderd en verzwakt de zandontgraving de buffers en trend voor alle raaien, maar blijven deze uiteindelijk allemaal positief. Alhoewel de TKL trends voor de geselecteerde raaien (5225, 5250 en 5275) voor de zandontgraving niet de grootste zijn, zijn hier wel de grootste MKL en TKL buffers gekwantificeerd.

Tabel 3-2: Numerieke uitvoer van het MorphAn kustlijnontwikkelingsmodel. De waarden voor de MKL buffer (1), de TKL trend (2) en de TKL buffer (3) zijn voor zowel de referentiesituatie (ref.) als voor de zandontgraving (zandont.) weergegeven. De door NRG geselecteerde raaien voor het ontwerp van de zandontgraving zijn grijs gemarkeerd.

Raai	Buffer MKL 2020 [m]		TKL trend [m/jaar]		Buffer TKL 2020 [m]	
	Ref.	Zandont.	Ref.	Zandont.	Ref.	Zandont.
7005100	55.64	46.56	3.13	2.64	83.13	77.10
7005125	58.62	47.51	3.57	2.96	85.17	77.75
7005150	70.48	66.54	3.38	3.16	92.58	89.93
7005175	60.48	54.50	3.00	2.67	70.56	66.56
7005200	84.83	77.92	1.71	1.34	78.33	73.75
7005225	100.96	88.94	2.76	2.11	105.07	97.07
7005250	93.34	78.92	3.15	2.36	101.24	91.61
7005275	96.78	84.77	3.57	2.92	112.87	104.88
7005300	78.46	63.42	2.42	1.60	97.77	87.74
7005325	89.37	78.18	1.85	1.24	110.51	103.05

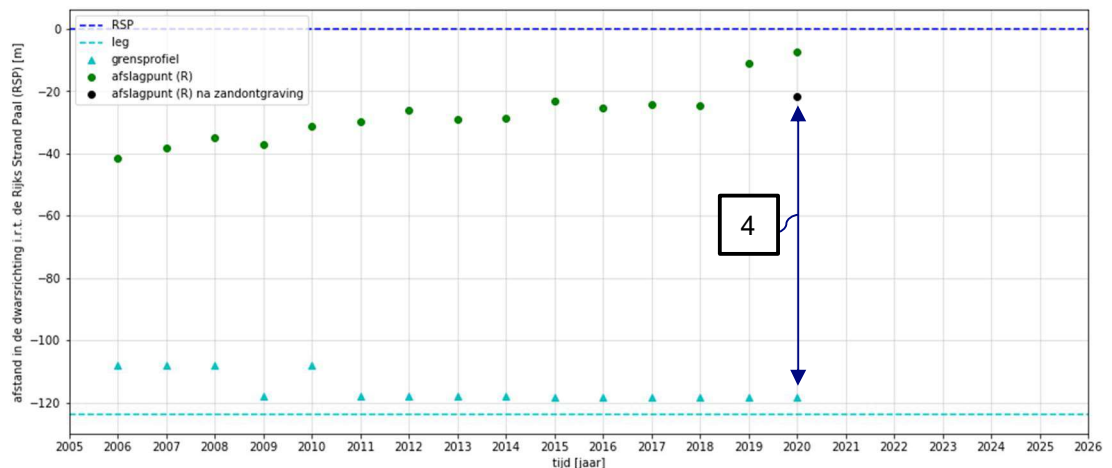


Figuur 3-2: Schematisch overzicht van de uitvoer van het MorphAn kustlijnontwikkelingsmodel voor raai 5225 (boven) en 5275 (onder). Dit overzicht bevat resultaten van de referentiesituatie en de situatie na de zandontgraving.

3.3 Effect op duinveiligheid

Een schematisch overzicht van de uitvoer van het MorphAn duinveiligheidsmodel is in Figuur 3-3 voor raai 5250 weergegeven. Dit figuur bevat vooral bruikbare informatie voor het HHNK.

In Figuur 3-3 zijn de afslagpunten weergegeven, eveneens vanaf het jaar 2006. In het jaar 2020, is er zowel een referentiesituatie afslagpunt als een afslagpunt na de zandontgraving zichtbaar. De afstand van beide afslagpunten in 2020 ten opzichte van het grensprofiel geeft de (verandering van de) buffer in de duinveiligheid weer. Deze karakteristiek is gemarkeerd met een 4. Voor een visualisatie van de cross-sectie van het profiel, de erosieberekening en de locatie van het grensprofiel wordt verwezen naar Appendix A. In Tabel 3-3 is te zien dat de buffer voor de duinveiligheid in 2020 met bijna 15 m is afgenomen door de zandontgraving, echter de buffer is nog steeds ruim 95 m.



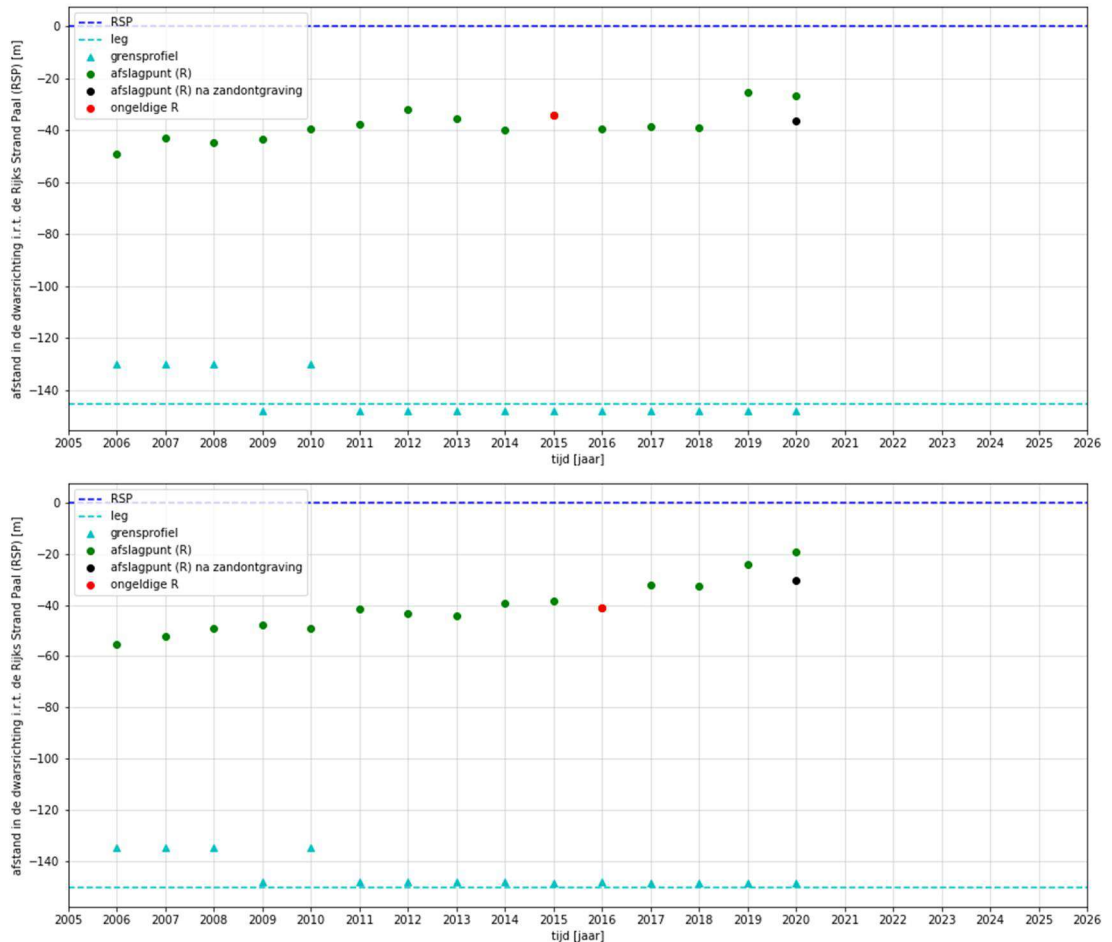
Figuur 3-3: Schematisch overzicht van de uitvoer van het MorphAn model gerelateerd aan de duinveiligheid voor raai 5250. De karakteristieke waarde die betrekking hebben op de buffer in het afslagpunt is met het getal 4 weergegeven. Dit overzicht bevat resultaten van de referentiesituatie en de situatie na de zandontgraving.

Tabel 3-3: Numerieke uitvoer van het MorphAn duinveiligheidsmodel. De waarden voor de buffer in het afslagpunt (4) is voor zowel de referentiesituatie als voor de zandontgraving (zandont.) weergegeven. Let op: voor de duinveiligheidsberekening van raai 5100 tot en met 5175 (gemarkeerd met een *) zijn aangepaste locaties voor de landwaartse grens van de waterkering gebruikt. De door NRG geselecteerde raaien voor het ontwerp van de zandontgraving zijn grijs gemarkeerd.

Raai	Buffer afslagpunt 2020 [m]	
	Ref.	Zandont.
7005100	16.82*	8.57*
7005125	22.25*	16.88*
7005150	32.88*	30.90*
7005175	68.92*	65.42*
7005200	110.76	106.62
7005225	121.11	111.68
7005250	110.66	96.49
7005275	129.14	118.22
7005300	122.99	109.57
7005325	148.89	139.70

Voor de geselecteerde raaien (5225, 5250 en 5275) is in Tabel 3-3 te zien dat de zandontgraving zorgt voor een vermindering van de buffer in de afslagpunten van rond de 10 a 15 m. Desalniettemin zijn alle buffers nog ruimschoots positief. De visualisaties van de duinveiligheidsberekeningen voor raai 5225 en 5275 zijn in Appendix A te zien, terwijl het schematische overzicht wat tot deze raaien behoort in Figuur 3-4 is weergegeven.

Voor de rest van de zeven raaien die mee zijn genomen in deze studie zijn de numerieke waarden ook in Tabel 3-3 weergegeven. Hier valt te zien dat, zoals verwacht, de buffers in de afslagpunten voor alle raaien afnemen maar deze wel positief blijven. De buffers in het afslagpunt van de geselecteerde raaien bevinden zich op ongeveer het gemiddelde van de buffers waar geen aangepaste locaties voor de landwaartse grens is gebruikt en bevatten het grootste volume dat effectief gewonnen kan worden (zie Tabel 2-1).



Figuur 3-4: Schematisch overzicht van de uitvoer van het MorphAn duinveiligheidsmodel voor raai 5225 en 5275. Dit overzicht bevat resultaten van de referentiesituatie en de situatie na de zandontgraving. De ongeldige afslagpunten worden veroorzaakt doordat DUROS+ niet in staat is de zandbalans in de duinerosieberekening te sluiten.

4 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de uitkomsten uit het kustlijnontwikkelings- en duinveiligheidsmodel kan worden geconcludeerd dat een zandontgraving op basis van raaien 5225, 5250 en 5275 het meest effectief is in termen van ontgravingsvolume, de grootste buffers in de voorziene kustlijnontwikkeling worden behouden en de duinveiligheid nauwelijks wordt beïnvloed.

Het ontgravingsvolume voor de drie geselecteerde raaien betreft maximaal 75.000 m³ over een kustlijnlengthe van 500 m. Dit volume stelt NRG, in combinatie met RWS en het HHNK, in staat om eventueel nog een optimalisatieslag in het ontgravingsontwerp te maken terwijl er nog steeds minimaal 50.000 m³ zand kan worden gewonnen.

De kustlijnontwikkeling voor de situatie na ontgraving van zand uit het droge strand laat een licht afgezwakte maar nog steeds aanzandende trend zien voor raai 5225, 5250 en 5275. Hierdoor zijn de aanwezige MKL & TKL buffers wat afgenomen, maar komen deze niet in de buurt van de BKL. Het is voorzien dat de trend ten minste de komende vijf jaar positief (aanzandend) blijft ondanks de zandontgraving.

Voor het duinveiligheidsmodel is voor de drie geselecteerde raaien eenzelfde soort uitkomst als voor het kustlijnontwikkelingsmodel afgeleid. De beoogde zandontgraving zal de aanwezige buffer iets afzwakken maar de afslagpunten zullen niet in de buurt van het grensprofiel komen.

Er wordt verwacht dat de aanzandende trend, welke zowel uit de data-analyse als het MorphAn model komt, langer doorzet dan de beschouwde horizon in deze studie. Mogelijk herstelt deze trend zelfs na de zandontgraving, aangezien de projectlocatie zich binnen een straal van 5 km van de haven IJmuiden bevindt. Deze haven zorgt voor aanzanding van naburige stranden sinds ten minste 1965 en is op deze manier alleen verantwoordelijk (i.e. zandsuppleties zijn overbodig) voor de handhaving / uitbreiding van de buffers in zowel de kustlijnontwikkeling en duinveiligheid op de projectlocatie.

Deze studie verschaft informatie ter ondersteuning van het beheer en voor de beoordeling over de effecten van deze zandontgraving op de veiligheid van zandige primaire waterkeringen. Er is nog geen aandacht besteed aan het ontwerp van de zandontgraving, terwijl het maximaal te ontgraven volume dit wel toelaat. Mogelijkheden zijn onder andere aanpassingen in de ontgravingshellingen, de grootte van de ontgraving in de dwarsrichting (met name een aanpassing van het zeewaartse begin van de ontgraving, momenteel GLW, kan de uitvoering versimpelen) en de lengte van de ontgraving langs het strand.

Het is aan te raden om, mocht de ontgraving worden toegezegd, gebied dekkende metingen uit te voeren net voor en net na de ontgraving. Vooral de meting net voor de zandontgraving kan de laatste onzekerheden met betrekking tot de seizoensgebonden verandering in het bodemprofiel wegnemen. Daarnaast kan het helpen om alvast na te denken over wat er gebeurt met het ontgraven zand nadat de tijdelijke constructie ten behoeve van de kabel aanlanding wordt afgebroken. Afhankelijk van het antwoord hierop, is het ook aan te raden deze ingreep in een database mee te nemen (als zijnde een strand suppletie ten hoogte van de kabelaanlanding) of terug te plaatsen in de originele ontgravingskuil om hierna nog een gebied dekkende meting uit te voeren. Op deze manier blijven ingrepen langs de Nederlandse kust inzichtelijk en goed gedocumenteerd.

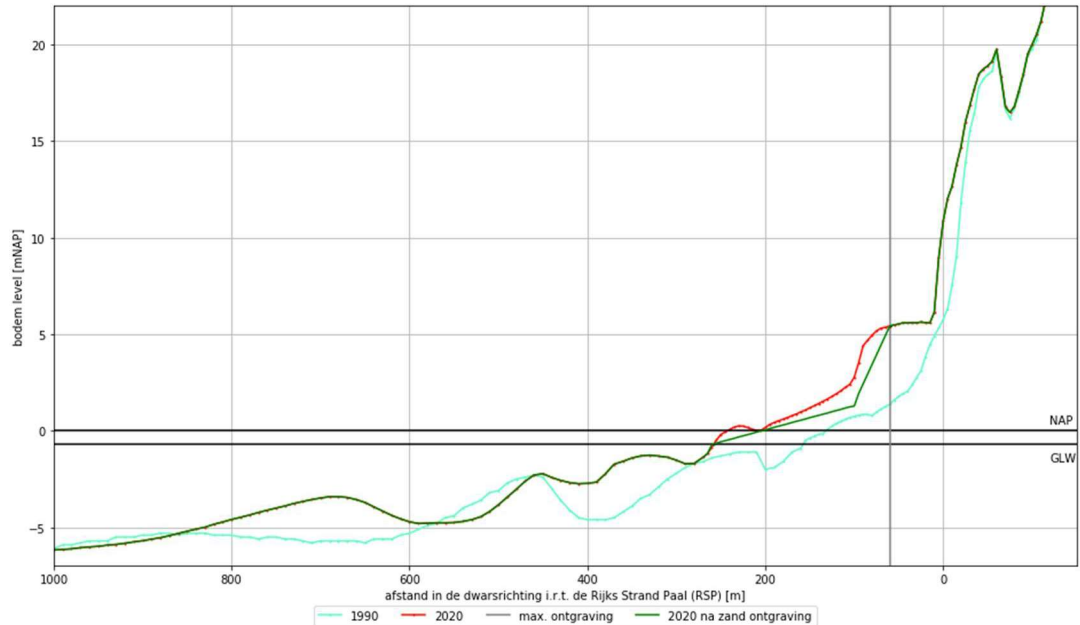
Referenties

- Deltares (2020). Analysetool voor zandige kusten, MorphAn 1.8.4. Gebruikershandleiding, *Deltares te Delft*.
- ENW (2007). Technisch rapport duinafslag. Drukkerij Lecturis, Eindhoven.
- Verhagen H.J. (1990). Definitie van de waterkering en kustlijn "De basiskustlijn". Stuurgroep kustnota, *Ministerie van verkeer en waterstaat (Rijkswaterstaat)*.
- Weijling, R. (2016). Legger van de primaire waterkeringen, zandige kust Den Helder t/m Camperduin. Gebruikershandleiding, *Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier te Heerhugowaard*.

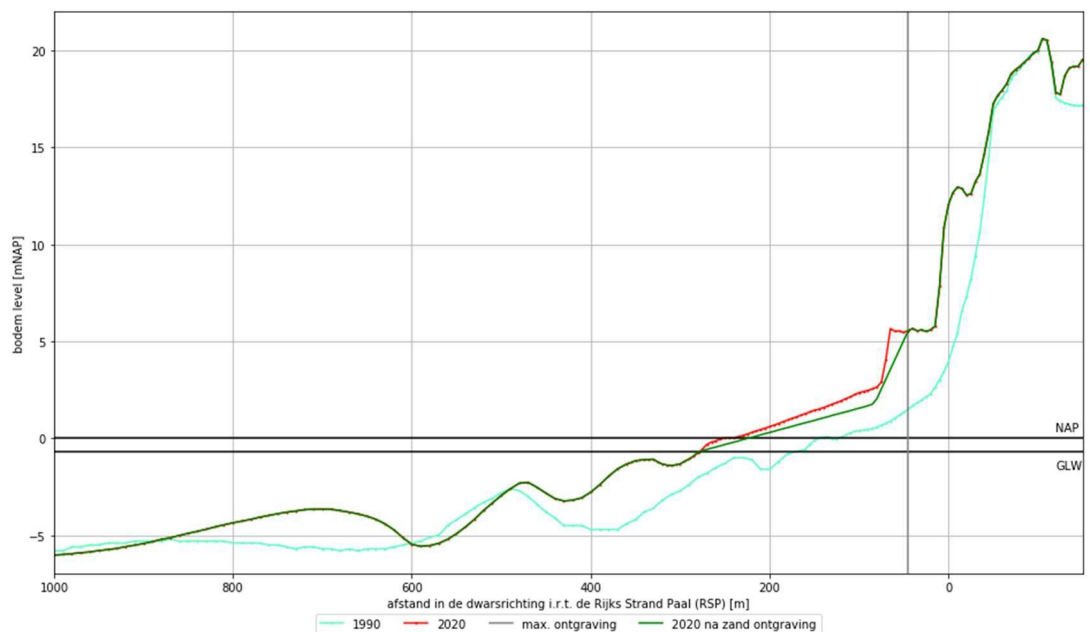
Appendix A

A.1 Bodemprofielen voor en na ontgraving

Bodemprofiel van de beoogde ontgraving voor raai 5225 en 5275. Het beoogde profiel voor raai 5250 is al weergegeven in het hoofdrapport.



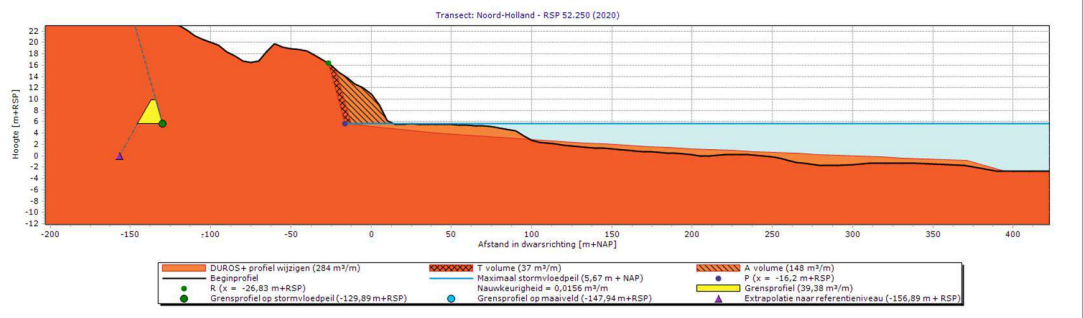
Figuur A-1: Bodem profielen voor de jaren 1990 en 2020 voor raai 5225. Het 2020 bodemprofiel na zand ontgraving is aangeven met de groene lijn. De meest landwaartse grens van de ontgraving (max. ontgraving) betreft de verticale grijze lijn. NAP (0 m) en GLW (-0.7 m) zijn aangegeven met horizontale zwarte lijnen.



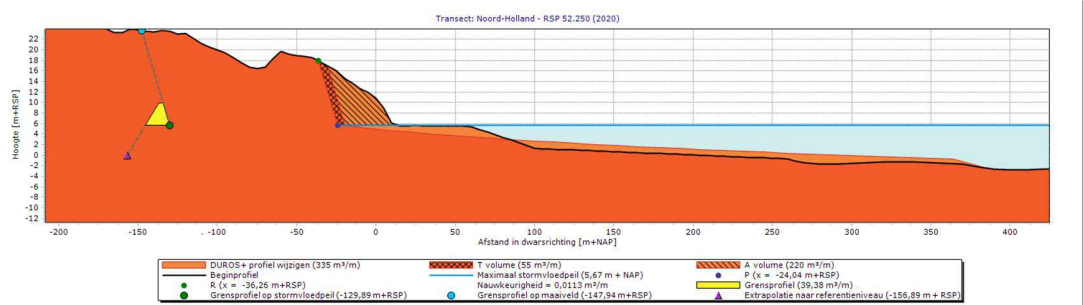
Figuur A-2: Bodem profielen voor de jaren 1990 en 2020 voor raai 5275. Het 2020 bodemprofiel na zand ontgraving is aangeven met de groene lijn. De meest landwaartse grens van de ontgraving (max. ontgraving) betreft de verticale grijze lijn. NAP (0 m) en GLW (-0.7 m) zijn aangegeven met horizontale zwarte lijnen.

A.2 Duinerosieberekeningen voor en na ontgraving

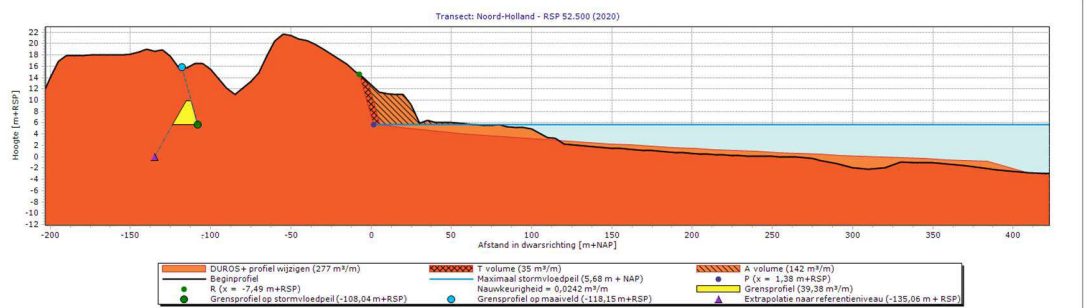
Dwarsprofielen van de duinerosieberekeningen in MorphAn, voor de drie geselecteerde raaien voor het ontgravingsontwerp. In de afbeeldingen zijn de afslagpunten, het grensprofiel en de horizontale buffer te zien.



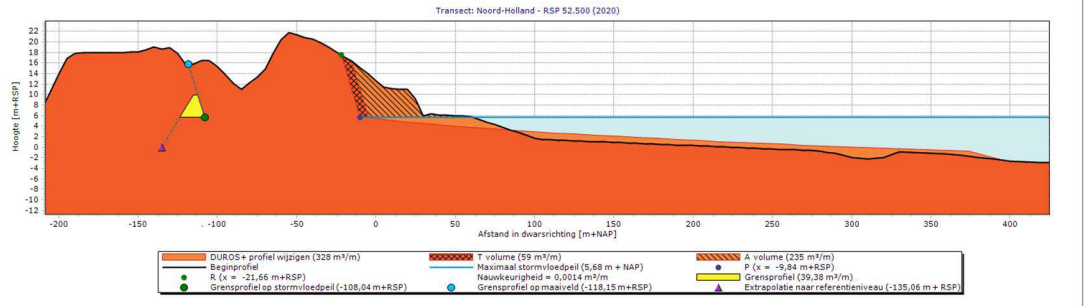
Figuur A-3: MorphAn uitvoer voor de duinerosieberekening van raai 5225 voor het jaar 2020 voor de zandontgraving. Het afgeslagen (gearceerde) duinvolume wordt door middel van een sluitende zandbalans over de dwarsrichting uitgesmeerd. Het grensprofiel (gele markering) wordt niet bereikt door het afslagpunt R. Let op: de oriëntatie van de MorphAn resultaten kan niet worden veranderd en is tegenovergesteld aan de afbeeldingen in het hoofdrapport.



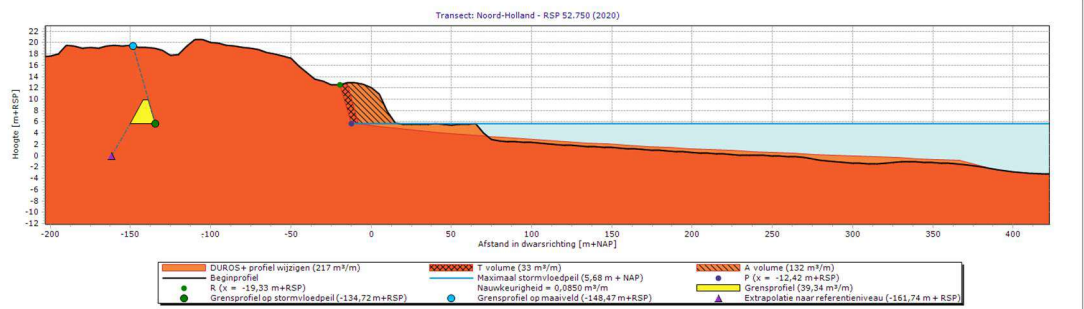
Figuur A-4: MorphAn uitvoer voor de duinerosieberekening van raai 5225 voor het jaar 2020 na de zandontgraving. Het afgeslagen (gearceerde) duinvolume wordt door middel van een sluitende zandbalans over de dwarsrichting uitgesmeerd. Het grensprofiel (gele markering) wordt niet bereikt door het afslagpunt R. Let op: de oriëntatie van de MorphAn resultaten kan niet worden veranderd en is tegenovergesteld aan de afbeeldingen in het hoofdrapport.



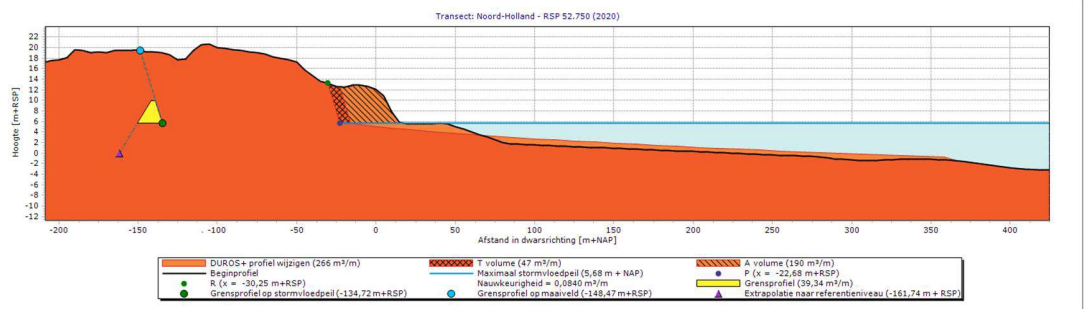
Figuur A-5: MorphAn uitvoer voor de duinerosieberekening van raai 5250 voor het jaar 2020 voor de zandontgraving. Het afgeslagen (gearceerde) duinvolume wordt door middel van een sluitende zandbalans over de dwarsrichting uitgesmeerd. Het grensprofiel (gele markering) wordt niet bereikt door het afslagpunt R. Let op: de oriëntatie van de MorphAn resultaten kan niet worden veranderd en is tegenovergesteld aan de afbeeldingen in het hoofdrapport.



Figuur A-6: MorphAn uitvoer voor de duinerosieberekening van raai 5250 voor het jaar 2020 na de zandontgraving. Het afgeslagen (gearceerde) duinvolume wordt door middel van een sluitende zandbalans over de dwarsrichting uitgesmeerd. Het grensprofiel (gele markering) wordt niet bereikt door het afslagpunt R. Let op: de oriëntatie van de MorphAn resultaten kan niet worden veranderd en is tegenovergesteld aan de afbeeldingen in het hoofdrapport.



Figuur A-7: MorphAn uitvoer voor de duinerosieberekening van raai 5275 voor het jaar 2020 na de zandontgraving. Het afgeslagen (gearceerde) duinvolume wordt door middel van een sluitende zandbalans over de dwarsrichting uitgesmeerd. Het grensprofiel (gele markering) wordt niet bereikt door het afslagpunt R. Let op: de oriëntatie van de MorphAn resultaten kan niet worden veranderd en is tegenovergesteld aan de afbeeldingen in het hoofdrapport.



Figuur A-8: MorphAn uitvoer voor de duinerosieberekening van raai 5275 voor het jaar 2020 na de zandontgraving. Het afgeslagen (gearceerde) duinvolume wordt door middel van een sluitende zandbalans over de dwarsrichting uitgesmeerd. Het grensprofiel (gele markering) wordt niet bereikt door het afslagpunt R. Let op: de oriëntatie van de MorphAn resultaten kan niet worden veranderd en is tegenovergesteld aan de afbeeldingen in het hoofdrapport.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl