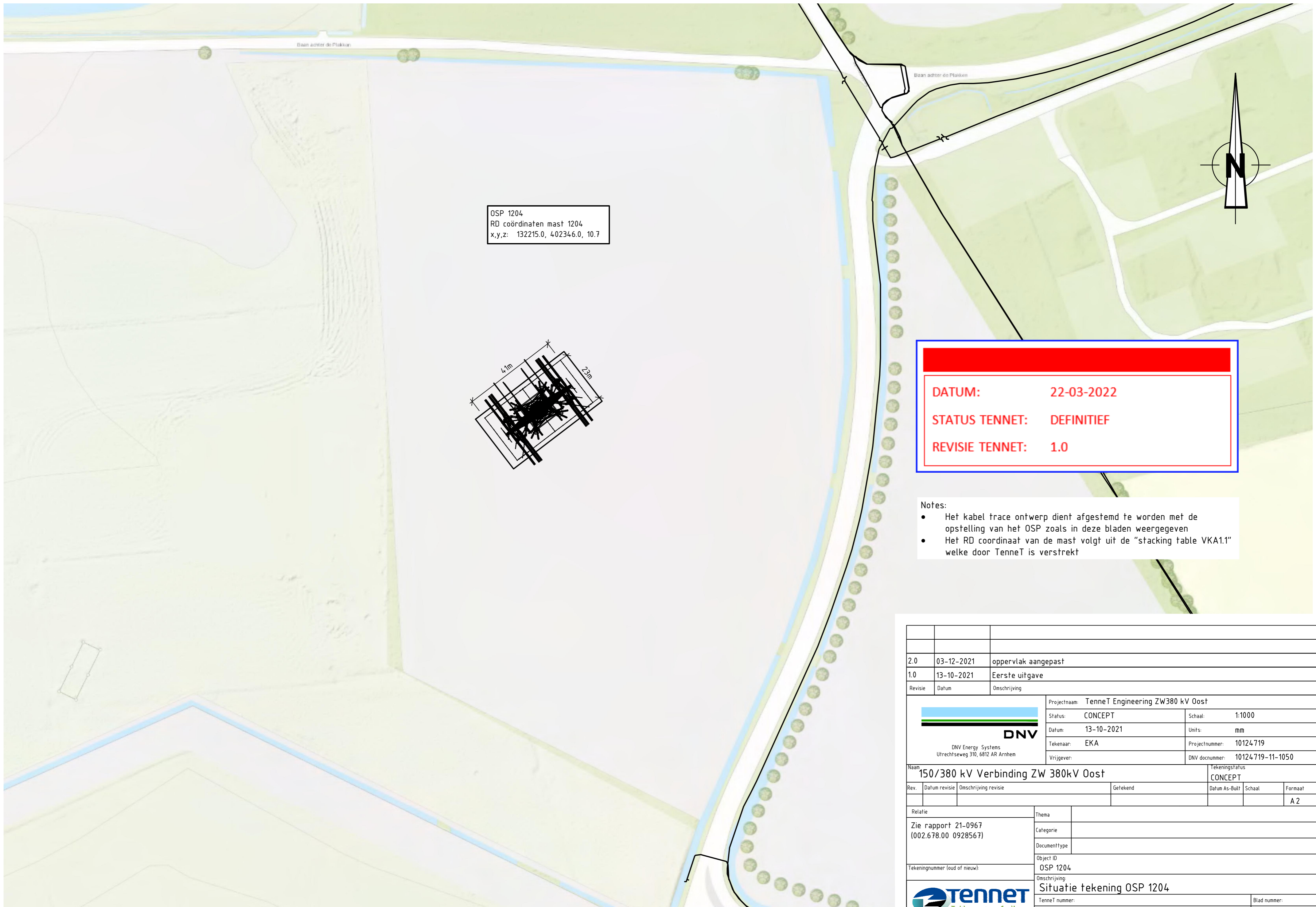
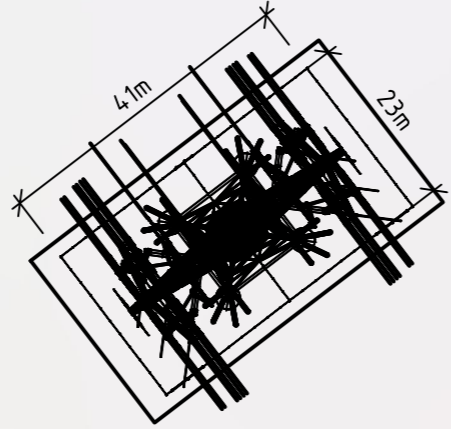


C.2 Situatietekeningen OSP en mast inclusief hekwerk

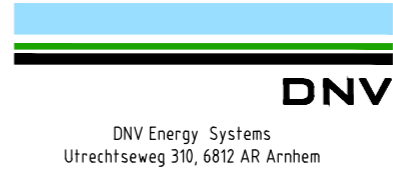



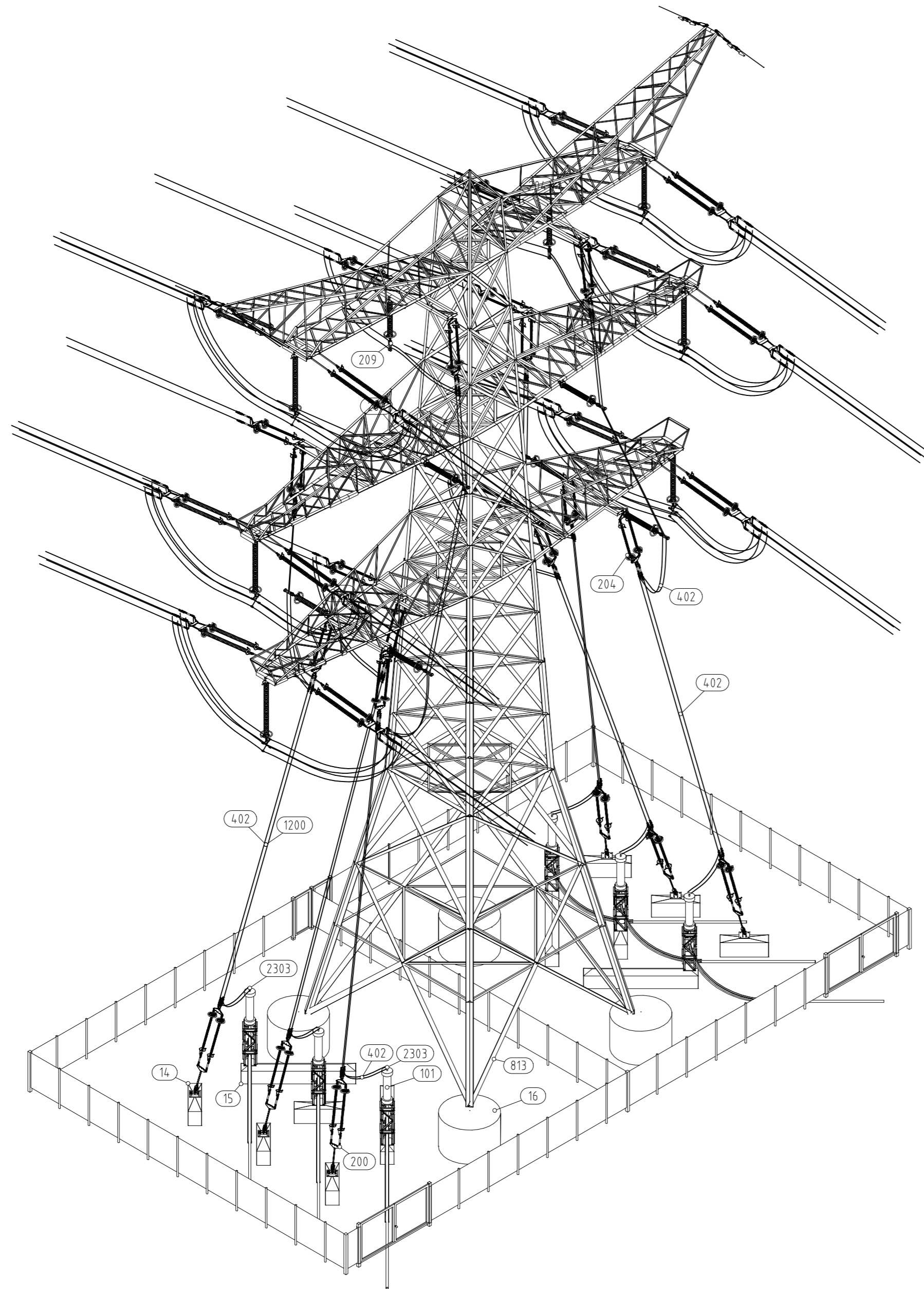
OSP 1204
 RD coördinaten mast 1204
 x,y,z: 132215.0, 402346.0, 10.7



DATUM: 22-03-2022
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

- Notes:
- Het kabel trace ontwerp dient afgestemd te worden met de opstelling van het OSP zoals in deze bladen weergegeven
 - Het RD coördinaat van de mast volgt uit de "stacking table VKA1.1" welke door TenneT is verstrekt

2.0		03-12-2021	oppervlak aangepast			
1.0		13-10-2021	Eerste uitgave			
Revisie	Datum	Omschrijving				
			Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 13-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:			
			Schaal: 1:1000	Units: mm		
			Projectnummer: 10124.719		DNV docnummer: 10124.719-11-1050	
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost				Tekeningstatus: CONCEPT		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 2
Relatie: Zie rapport 21-0967 (002.678.00 0928567)		Thema: Categorie: Documenttype: Object ID: OSP 1204				
Tekeningnummer (oud of nieuw):		Omschrijving: Situatie tekening OSP 1204				
			TeneT nummer: 002.678.00 0928570		Blad nummer: 1 van 5	

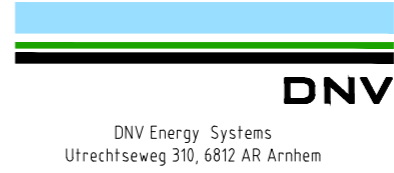


Overzicht met hoofdcomponenten

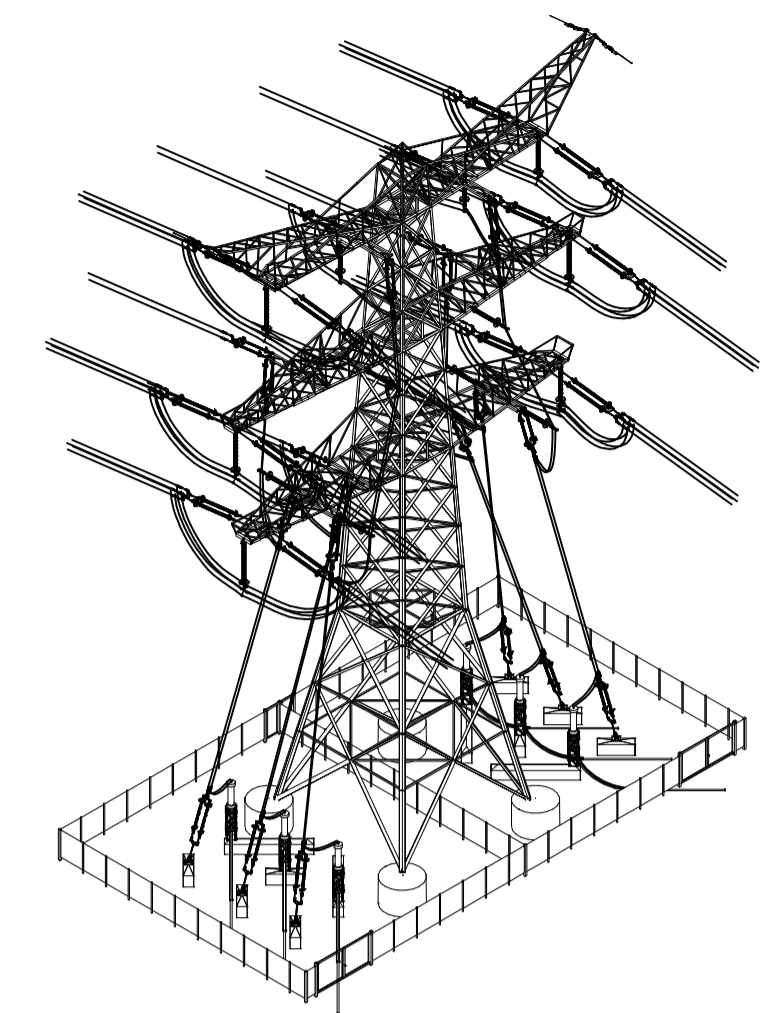
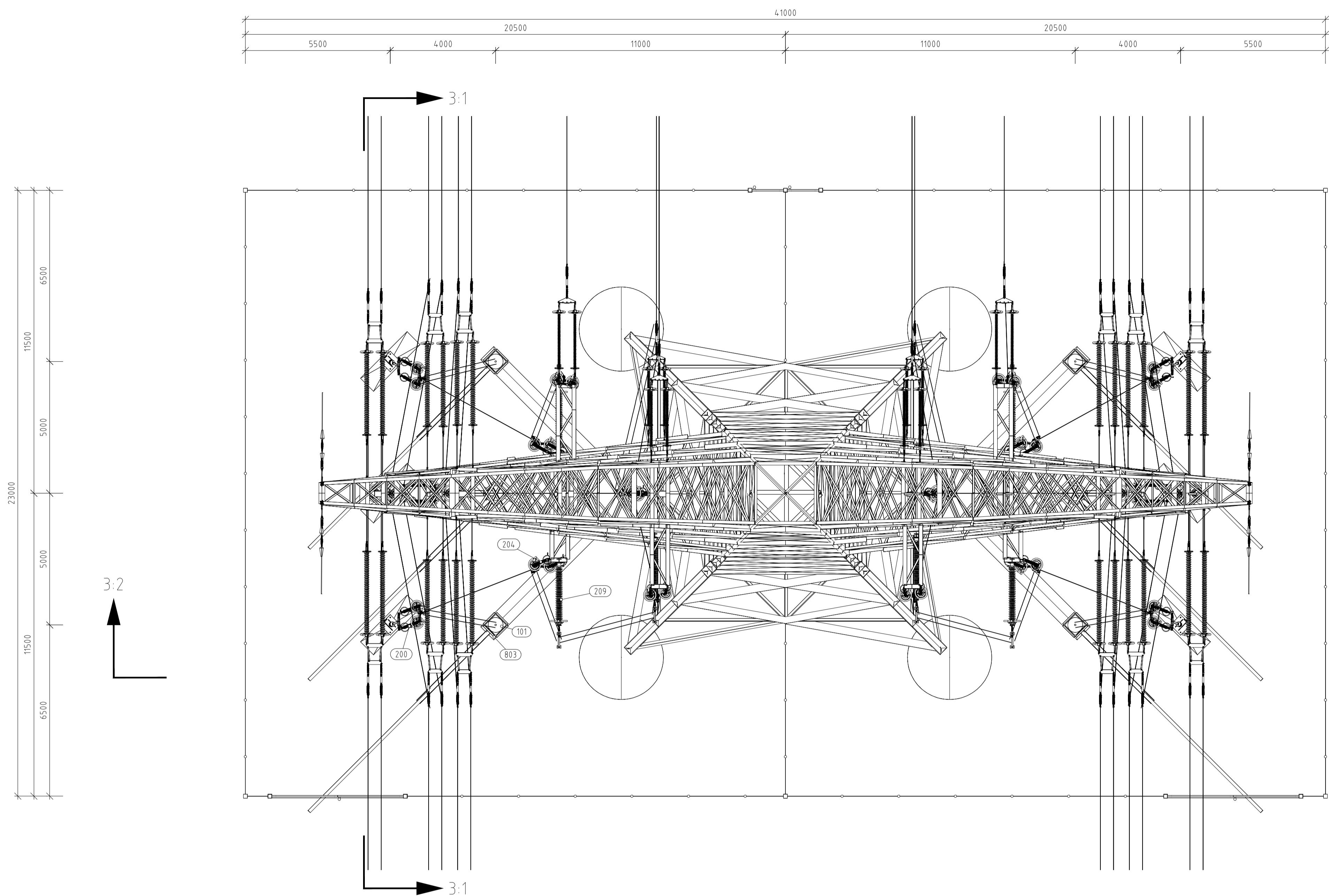
POS	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier	Aant.
14	Fundatie Poer 800x1000x2500 (OSA380kV)	002.678.00.0935075 (10124.719-12-1020)	n.t.b.	8
15	Fundatie Poer 700x1000x5900	onbekend	n.t.b.	4
16	4-paals poer (Masttype HA+0/ci)	002.678.00.0903475 (10124.719-032-1005)	n.t.b.	2
101	150kV Kabeindsluiting	n.t.b.	n.t.b.	6
200	150kV vertical-up strain insulator (opstijgpunten)	002.678.00.0944976 (10124.719-40-1035)	n.t.b.	6
204	150kV vertical insulator (opstijgpunten)	002.678.00.0928621 (10124.719-40-1030)	n.t.b.	10
209	150kV post-insulator	002.678.00.0928613 (10124.719-40-1033)	n.t.b.	8
402	AAAC-AL7 620 mm ²		n.t.b.	
813	Mast type HA+0 ci	002.678.00.0927490 (10124.719-35-1040)	Moldau	1
1200	Spacer t.b.v. AAAC-AL7 620mm ² , 2 bundel	Spacer type 2 (150kV)	n.t.b.	18
2303	T-klem t.b.v. AAAC-AL7 620mm ² , 2 bundel	Clamp type 2 (150kV)	n.t.b.	6

Opmerkingen;

- 380kV armaturen zijn niet benoemd, en vallen onder geleidermontage
- 150kV afspanning t.b.v. verbinding zijn niet benoemd, en vallen onder geleidermontage

2.0		26-11-2021	oppervlak aangepast			
1.0		13-10-2021	Eerste uitgave			
Revisie	Datum	Omschrijving				
 DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem			Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost			
			Status: CONCEPT	Schaal: 1:100		
			Datum: 13-10-2021	Units: mm		
			Tekenaar: EKA	Projectnummer: 10124.719		
			Vrijgever:	DNV docnummer: 10124.719-11-1050		
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost			Tekeningstatus: CONCEPT			
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 2
Relatie		Thema				
Zie rapport 21-0967 (002.678.00.0928567)		Categorie				
		Documenttype				
Tekeningnummer (oud of nieuw):		Object ID: OSP 1204				
		Omschrijving: 3D aanzicht OSP 1204				
		TenneT nummer: 002.678.00.0935066				Blad nummer: 2 van 5



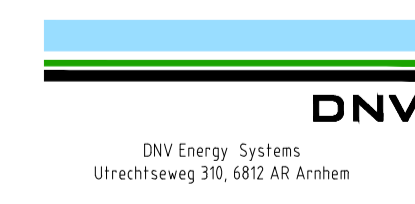


3D aanzicht
Schaal 1:500

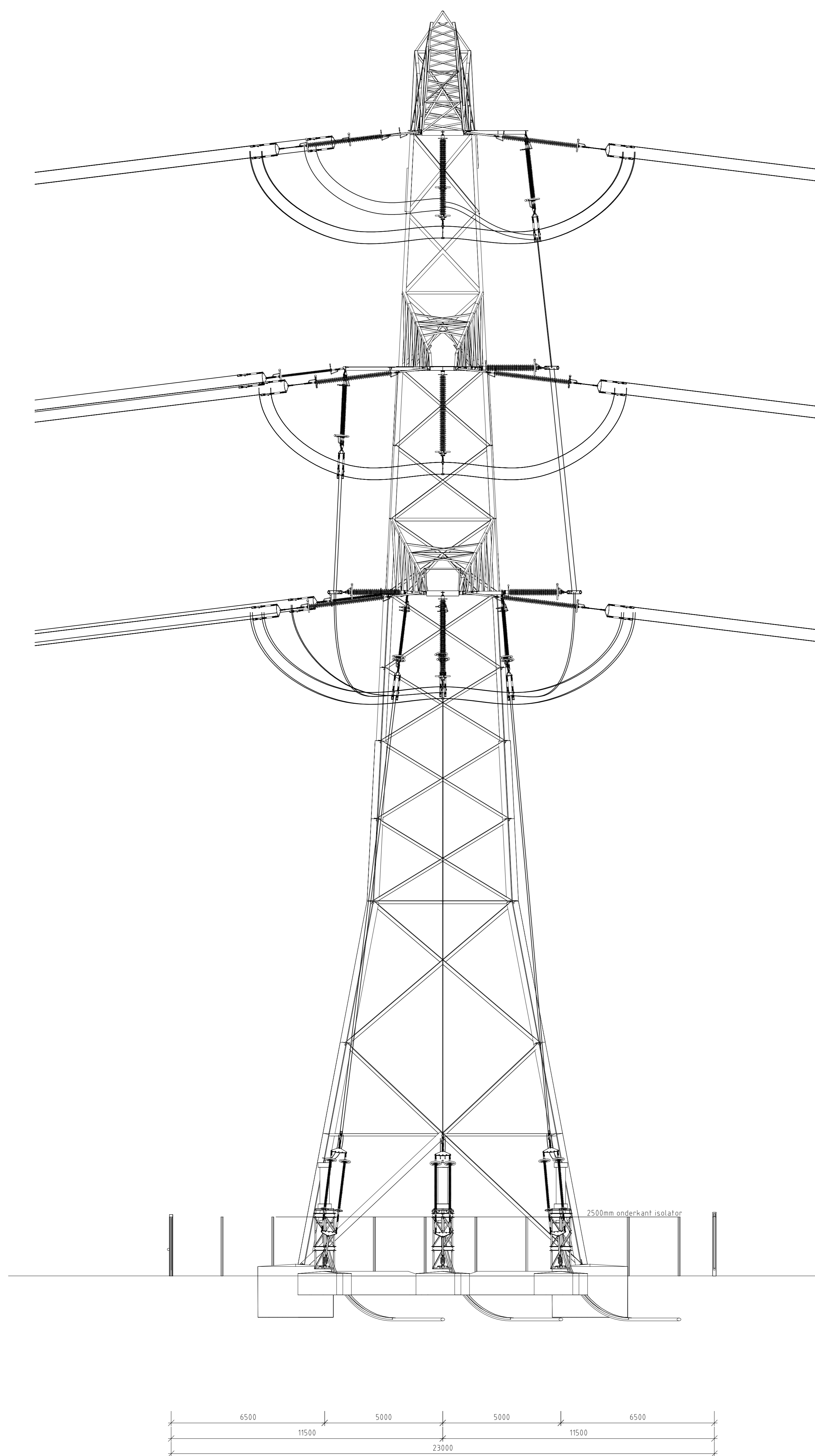
Overzicht van hoofd elementen t.b.v OSP

Pos	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier
101	150kV Kabeindsluiting	n.t.b.	n.t.b.
200	150kV vertical-up strain insulator (opstijgpunten)	002.678.00.094.4976 (10124.719-4.0-1035)	n.t.b.
204	150kV vertical insulator (opstijgpunten)	002.678.00.0928621 (10124.719-4.0-1030)	n.t.b.
209	150kV post-insulator	002.678.00.0928613 (10124.719-4.0-1033)	n.t.b.
803	Staalwerk KES 150kV	002.678.00.0935072 (10124.719-12-1004)	n.t.b.

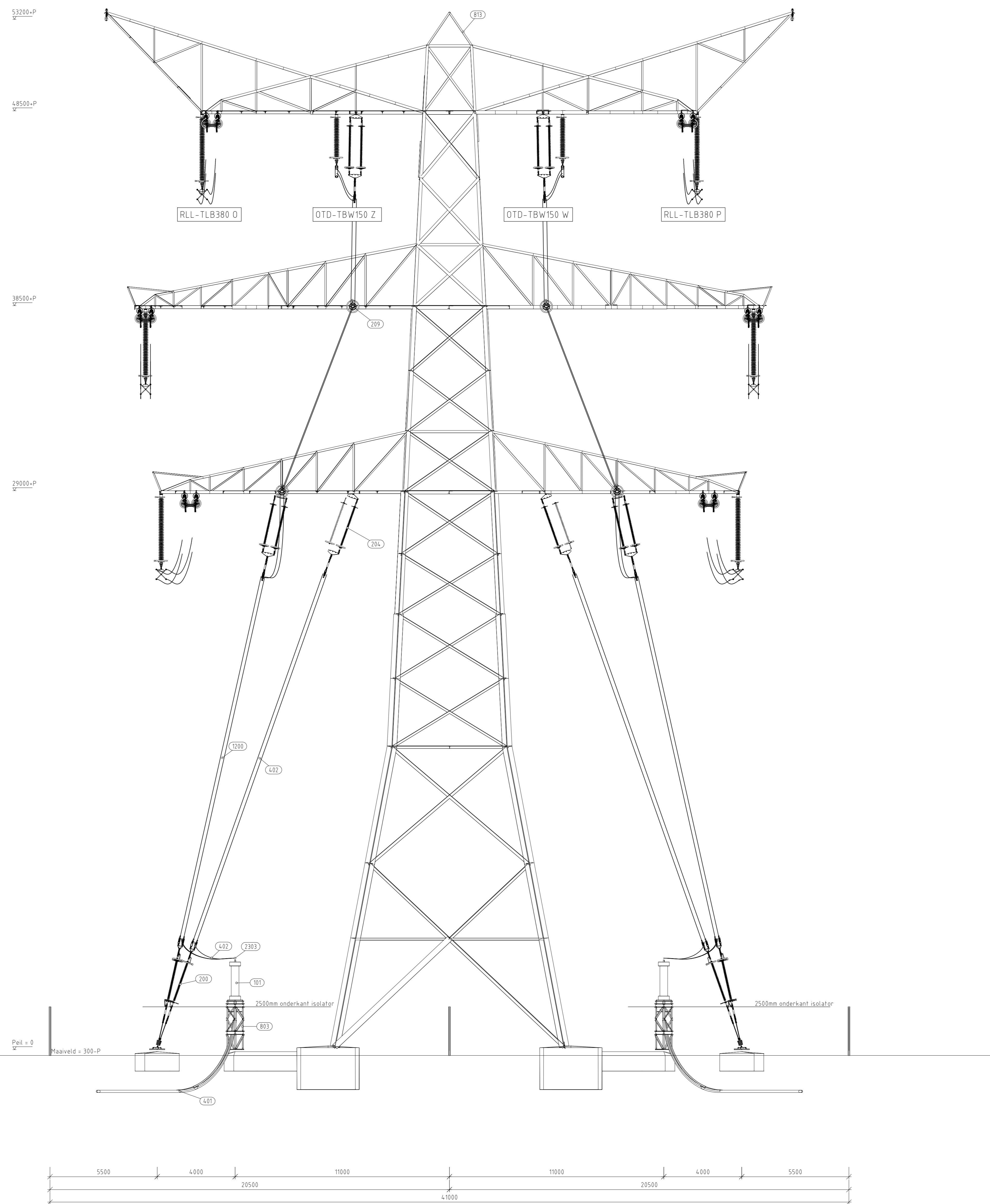
- Opmerking:
- 1) Voor de aanzichten zie blad 3
 - 2) Voor de civiele installatie zie blad 4

2.0	26-11-2021	oppervlak aangepast				
1.0	13-10-2021	Concept versie				
Revisie	Datum	Omschrijving				
						
Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost		Schaal: 1:100				
Status: CONCEPT		Units: mm				
Datum: 13-10-2021		Projectnummer: 10124.719				
Tekenaar: EKA		DNV documentnummer: 10124.719-11-1050				
Vrijgever:						
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost Tekeningstafus: CONCEPT						
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefokend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 1
Relatie		Thema				
Zie rapport 21-0967 (002.678.00.0928567)		Categorie				
		Documenttype				
		Object ID				
		OSP 1204				
Tekeningnummer (oud of nieuw)		Omschrijving				
		Bovenaanzicht primaire installatie OSP 1204				
		TenneT nummer				
		002.678.00.0935066				
		Blad nummer				
		3 van 5				

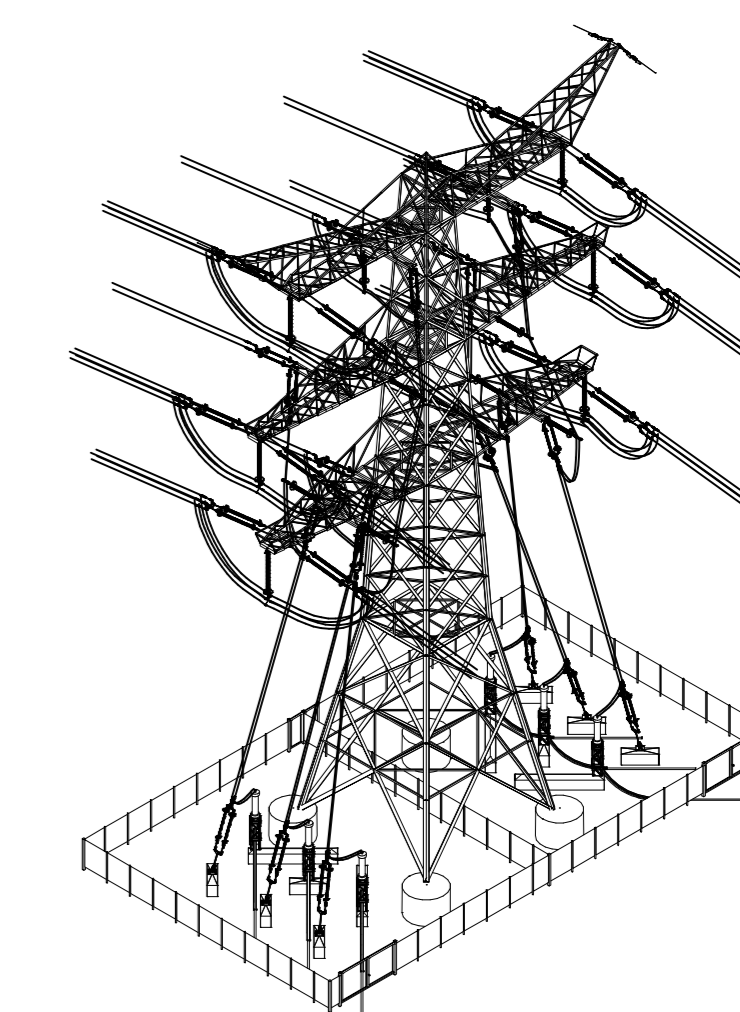




Doorsnede 3.1



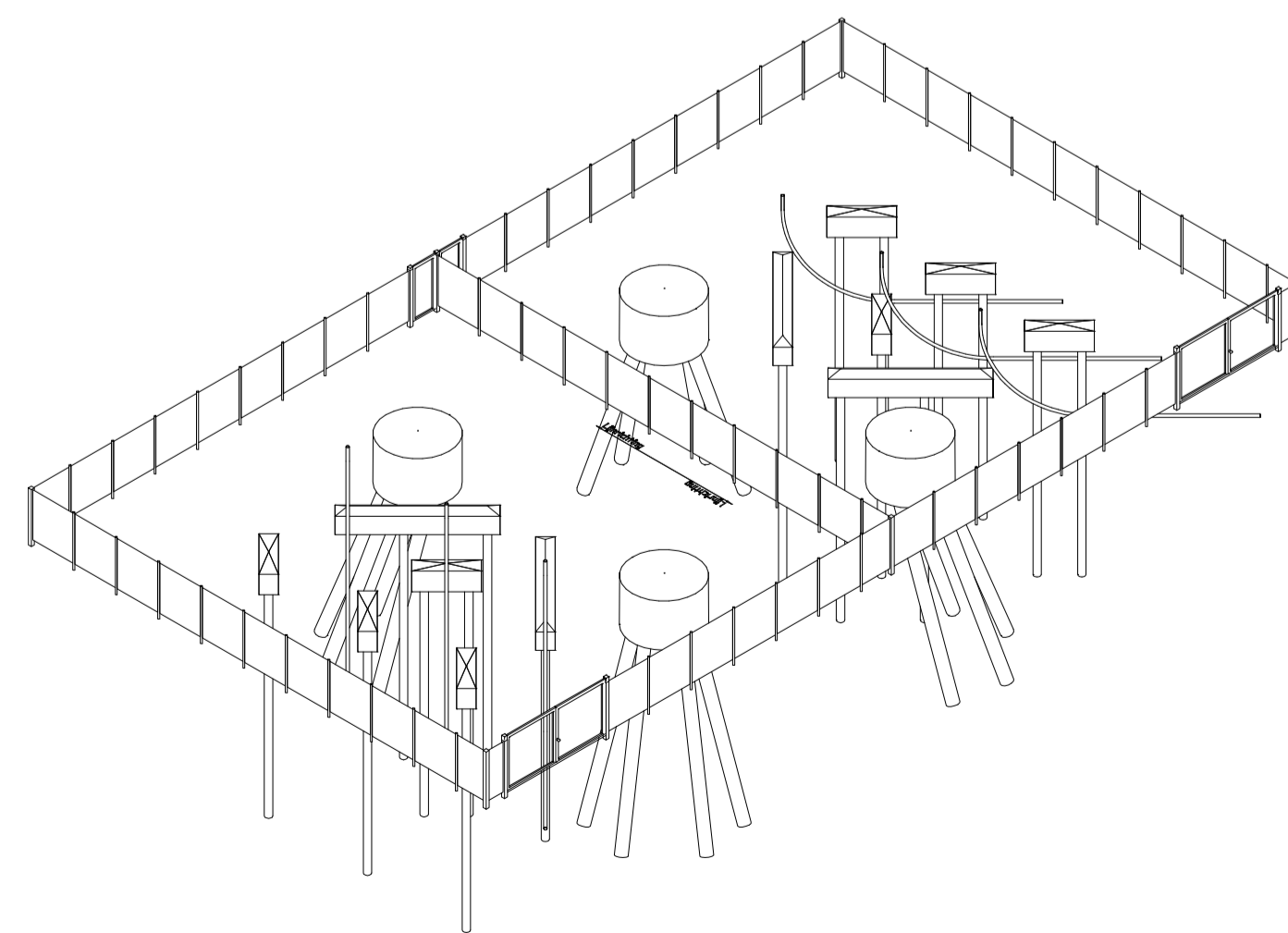
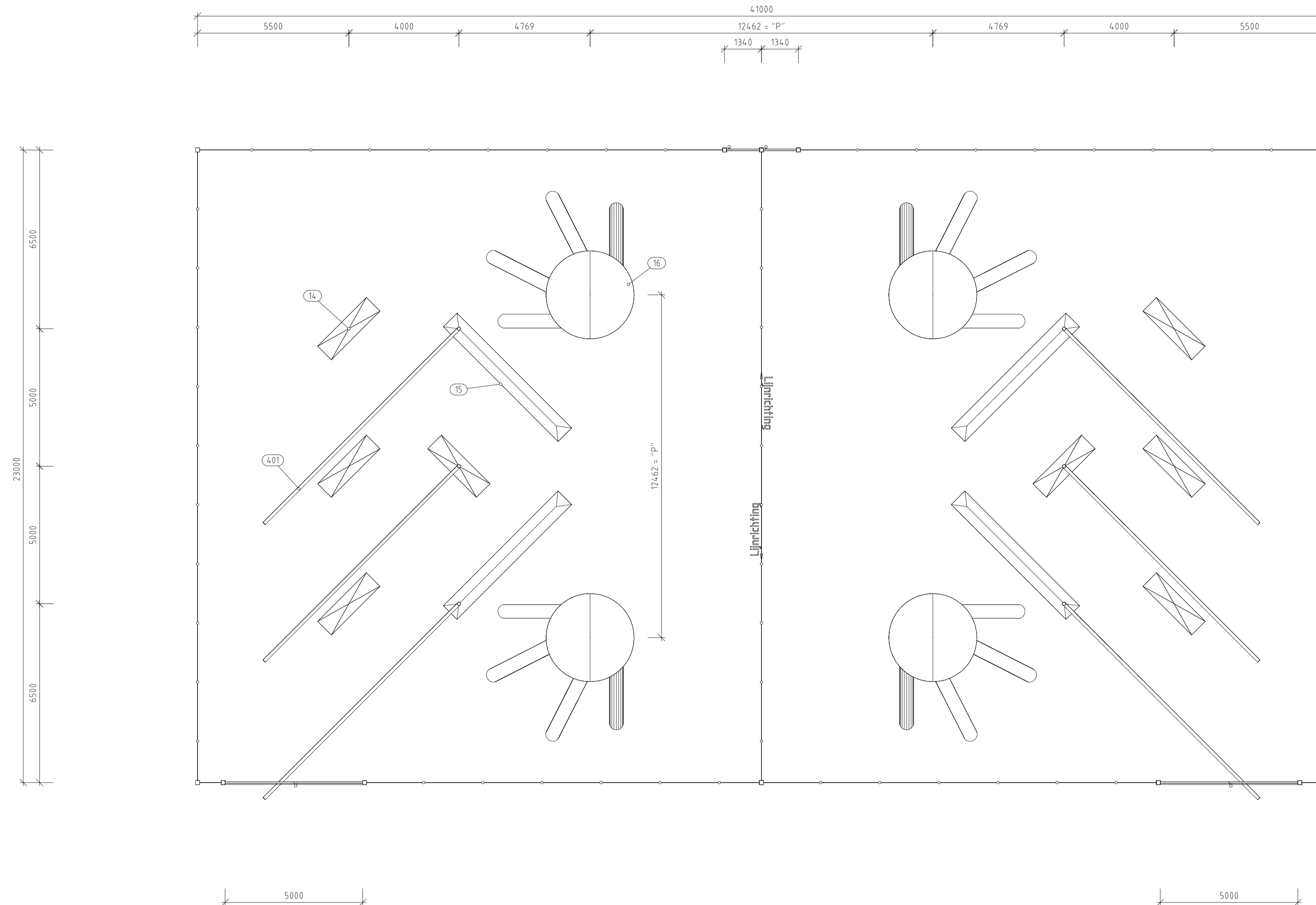
Doorsnede 3.2



3D aanzicht
Schaal 1:500

Overzicht van hoofd elementen t.b.v. OSP			
Pos	Omschrijving	Id nr.	Leverancier
101	150kV Kabelsluiting	n.t.b.	n.t.b.
200	150kV verticaal-up straal insulator (opstijppunten)	002.678.00.0944976 10124719-40-10351	n.t.b.
204	150kV verticaal insulator (opstijppunten)	002.678.00.0928637 10124719-40-10351	n.t.b.
209	150kV post-insulator	002.678.00.0928613 10124719-40-10351	n.t.b.
401	150kV kabel	002.678.00.0935072 10124719-02-15043	n.t.b.
402	AAAC-ALT 620 mm ²	002.678.00.0927490 10124719-35-10101	n.t.b.
803	Staalwerk KES 150kV	002.678.00.0935072 10124719-02-15043	n.t.b.
813	Mast type HA-0 ci	002.678.00.0927490 10124719-35-10101	Moldau
1200	Spacer t.b.v. AAAC-ALT 620mm ² , 2 bundel	002.678.00.0927490 10124719-35-10101	n.t.b.
2303	T-klem t.b.v. AAAC-ALT 620mm ² , 2 bundel	(Lamp type 2 (150kV))	n.t.b.

20	26-11-2021	opgevat/ aangepast																										
10	13-10-2021	Concept versie																										
Revisie	Datum	Omschrijving																										
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost</td> </tr> <tr> <td>Status: CONCEPT</td> <td>Schaal: 1:100</td> </tr> <tr> <td>Datum: 13-10-2021</td> <td>Uitsch: mm</td> </tr> <tr> <td>Tekenaar: EKA</td> <td>Projectnummer: 10124719</td> </tr> <tr> <td>Ontwerp: DNV Energy Systems</td> <td>DNV document: 10124719-11-1050</td> </tr> <tr> <td colspan="2">150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost</td> </tr> <tr> <td>Rev</td> <td>Datum/revise</td> <td>Omschrijving/revise</td> <td>Geneest</td> <td>Datum/Rev</td> <td>Schaal</td> <td>Formaat</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>A 0</td> </tr> </table>			Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost		Status: CONCEPT	Schaal: 1:100	Datum: 13-10-2021	Uitsch: mm	Tekenaar: EKA	Projectnummer: 10124719	Ontwerp: DNV Energy Systems	DNV document: 10124719-11-1050	150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost		Rev	Datum/revise	Omschrijving/revise	Geneest	Datum/Rev	Schaal	Formaat							A 0
Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost																												
Status: CONCEPT	Schaal: 1:100																											
Datum: 13-10-2021	Uitsch: mm																											
Tekenaar: EKA	Projectnummer: 10124719																											
Ontwerp: DNV Energy Systems	DNV document: 10124719-11-1050																											
150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost																												
Rev	Datum/revise	Omschrijving/revise	Geneest	Datum/Rev	Schaal	Formaat																						
						A 0																						
<table border="1"> <tr> <td>Bladzijde</td> <td>Tekst</td> </tr> <tr> <td>Zie rapport 21-1067 (002.678.00.0935066)</td> <td>Categorie</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Documenttype</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Object</td> </tr> <tr> <td></td> <td>OSP: 1204</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Aanvraagnummer (ind. of nieuw)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Omschrijving</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Zijaanzichten primaire installatie OSP 1204.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TenneT Taking power further</td> </tr> <tr> <td>002.678.00.0935066</td> <td>Bladnummer</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>van 5</td> </tr> </table>			Bladzijde	Tekst	Zie rapport 21-1067 (002.678.00.0935066)	Categorie		Documenttype		Object		OSP: 1204	Aanvraagnummer (ind. of nieuw)		Omschrijving		Zijaanzichten primaire installatie OSP 1204.		TenneT Taking power further		002.678.00.0935066	Bladnummer	4	van 5				
Bladzijde	Tekst																											
Zie rapport 21-1067 (002.678.00.0935066)	Categorie																											
	Documenttype																											
	Object																											
	OSP: 1204																											
Aanvraagnummer (ind. of nieuw)																												
Omschrijving																												
Zijaanzichten primaire installatie OSP 1204.																												
TenneT Taking power further																												
002.678.00.0935066	Bladnummer																											
4	van 5																											

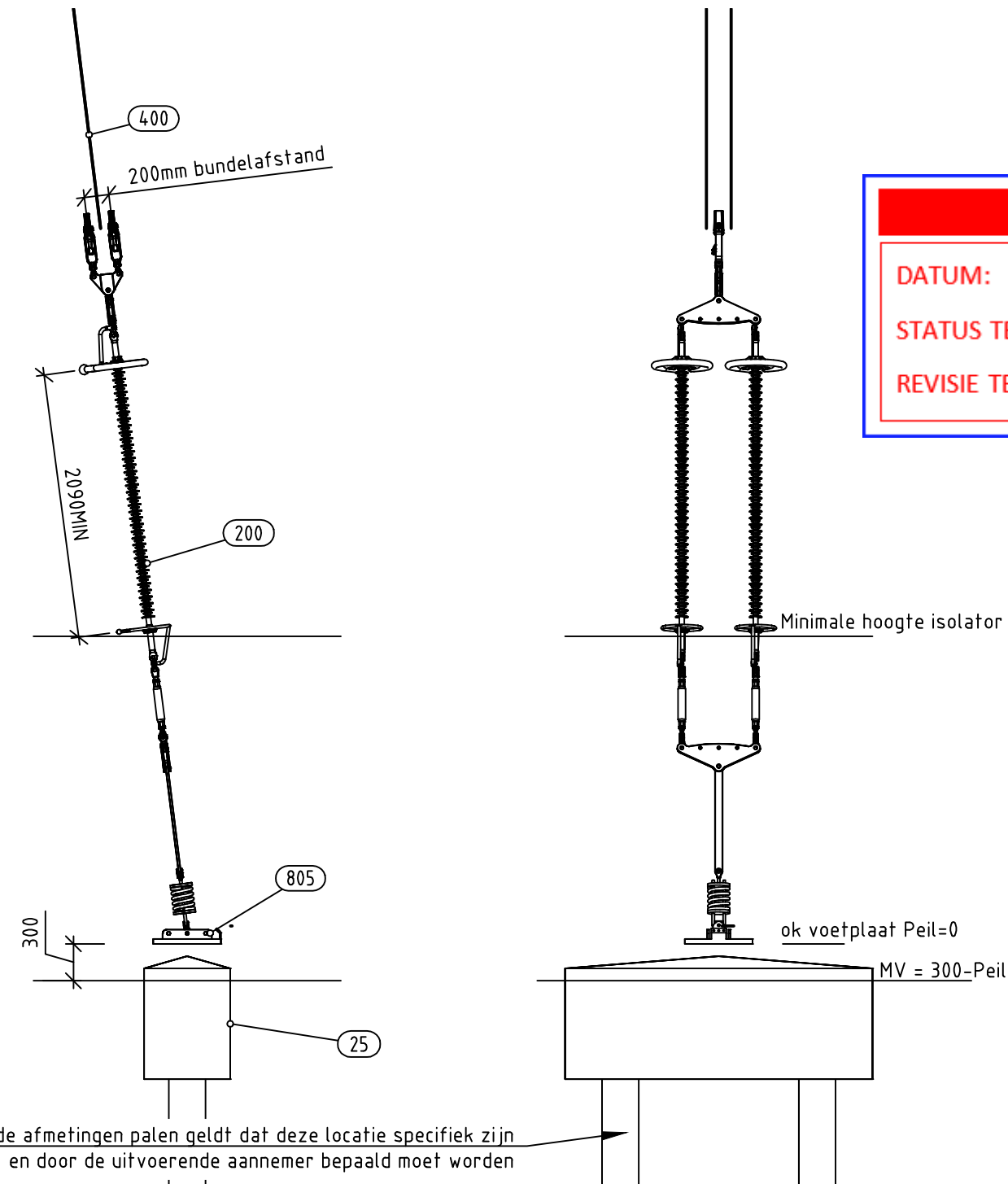


3D aanzicht
Schaal 1:250

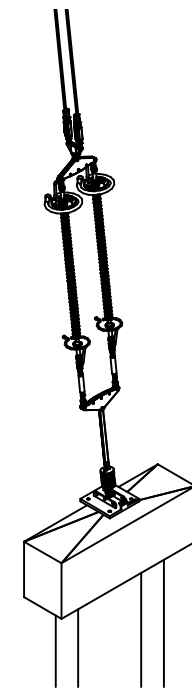
Overzicht van hoofd elementen t.b.v OSP			
Pos	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier
14	Fundatie Poer 800x1000x2500 (OSA380kV)	002.678.00.0935075 (10124.719-12-1020)	n.t.b.
15	Fundatie Poer 700x1000x5900	onbekend	n.t.b.
16	4-paals poer (Masttype HA+0/ci)	002.678.00.0903475 (10124.719-032-1005)	n.t.b.
4.01	150kV kabel		n.t.b.

2.0		26-11-2021	oppervlak aangepast		
1.0		13-10-2021	Concept		
Revisie	Datum	Omschrijving			
Naam		150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost			
Rev.		Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefokend	Tekeningstatus
Relatie		Zie rapport 21-0967 (002.678.00.0928567)			
Thema		OSP 1205			
Categorie		Bovenaanzicht civiele installatie OSP 1205			
Documenttype		Tensat nummer: 002.678.00.0935066			
Object ID		Blad nummer: 5 van 5			
Tekeningsstatus		CONCEPT			
Datum		13-10-2021			
Schaal		1:100			
Formaat		A1			
Projectnummer		10124.719			
DNV docnummer		10124.719-11-1050			
Tekenaar		EKA			
Vrijgever		DNV			
Projectnaam		Tennet Engineering ZW380 kV Oost			
Status		CONCEPT			
Units		m/m			
DNV Energy Systems		Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem			
Logo					
Tennet Logo					

C.3 Opstellingstekening grondafspanning

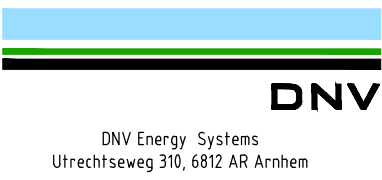


DATUM: 11-11-2021
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

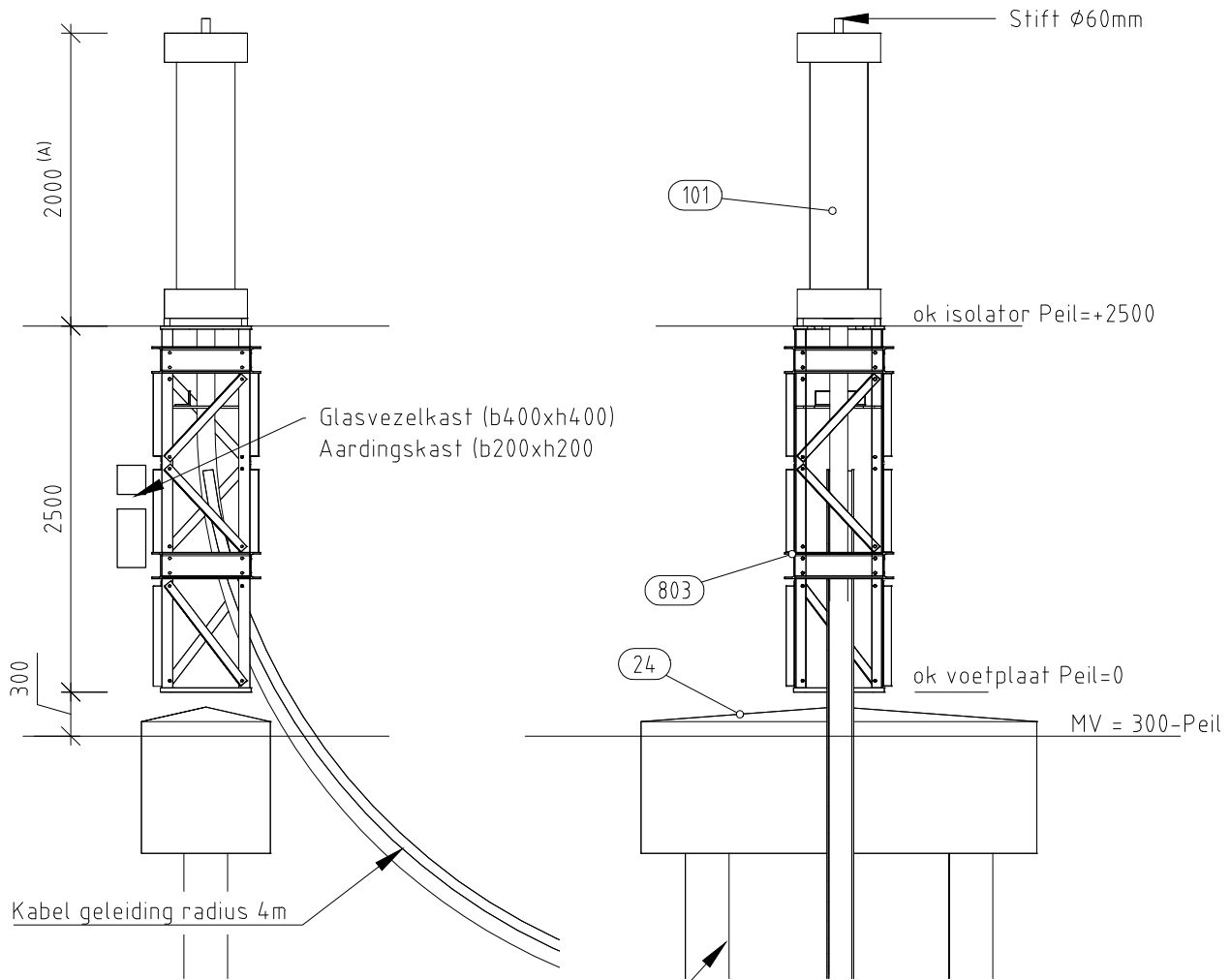


Notes:
 - Voor POS 25 geldt dat dit de standaard uitvoering betaamd en locatie specifiek kan afwijken.

Overzicht met hoofdcomponenten				
POS	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier	Ant.
25	Fundatie Poer 800x1000x2500 (VPL150/380kV)	002.678.00 0935080 (10124719-12-10235)	n.t.b.	1
200	150kV vertical-up strain insulator (opstijgpunten)	002.678.00 0944976 (10124719-40-1035)	n.t.b.	1
400	undefined wire			2
805	Voetplaat grondafspanning isolatoren op OSP 380/150kV	002.678.00 0935073 (10124719-12-1105)	n.t.b.	1

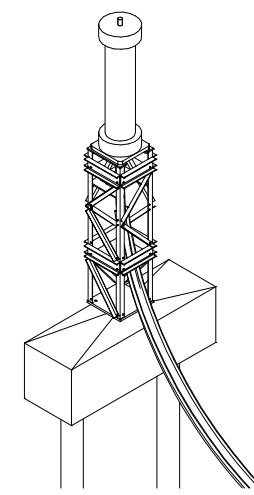
2.0	27-10-2021	RFA commentaar 0963139 verwerkt				
1.0	12-10-2021	Concept versie				
Revisie	Datum	Omschrijving				
 Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: DEFINITIEF Datum: 27-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:						
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost		Schaal: 1:50 Units: mm Projectnummer: 10124719 DNV docnummer: 10124719-13-1002				
Tekeningsstatus: DEFINITIEF		Formaat: A3				
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
Relatie:						
Thema:			Object ID: OSP Locaties			
Omschrijving: Opstellings tekening grondafspanning 150kV			TeneT nummer: 002.678.00 0928581			
Blad nummer: 1			van: 1			

C.4 Opstellingstekening KES



Voor de afmetingen palen geldt dat deze locatie specifiek zijn en door de uitvoerende aannemer bepaald moet worden

DATUM: 11-11-2021
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0



Notes:

- (A) maatvoering opgegeven door TenneT
- Voor POS 24 geldt dat dit de standaard uitvoering betaamd en locatie specifiek kan afwijken.
- Voor kasten geldt dat er maximaal 2 per ondersteuning geplaatst kunnen worden afmeting dienen afgestemd te worden met de leverancier. Per fase kan dient bepaald te worden welke kasten van toepassing zijn

Revisie	Datum	Omschrijving
2.0	25-10-2021	RFA commentaar 0960291 verwerkt
1.0	12-10-2021	Concept versie

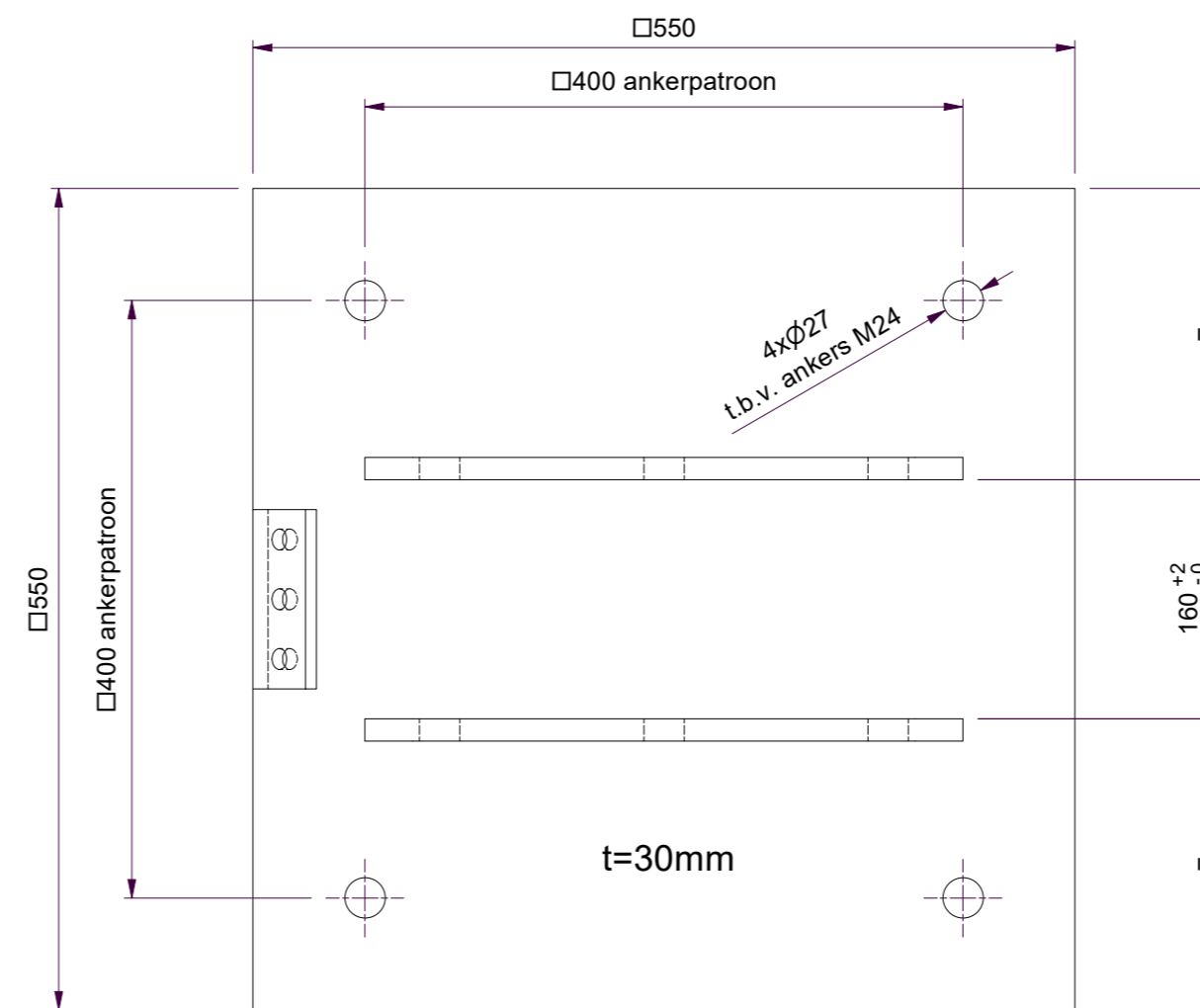
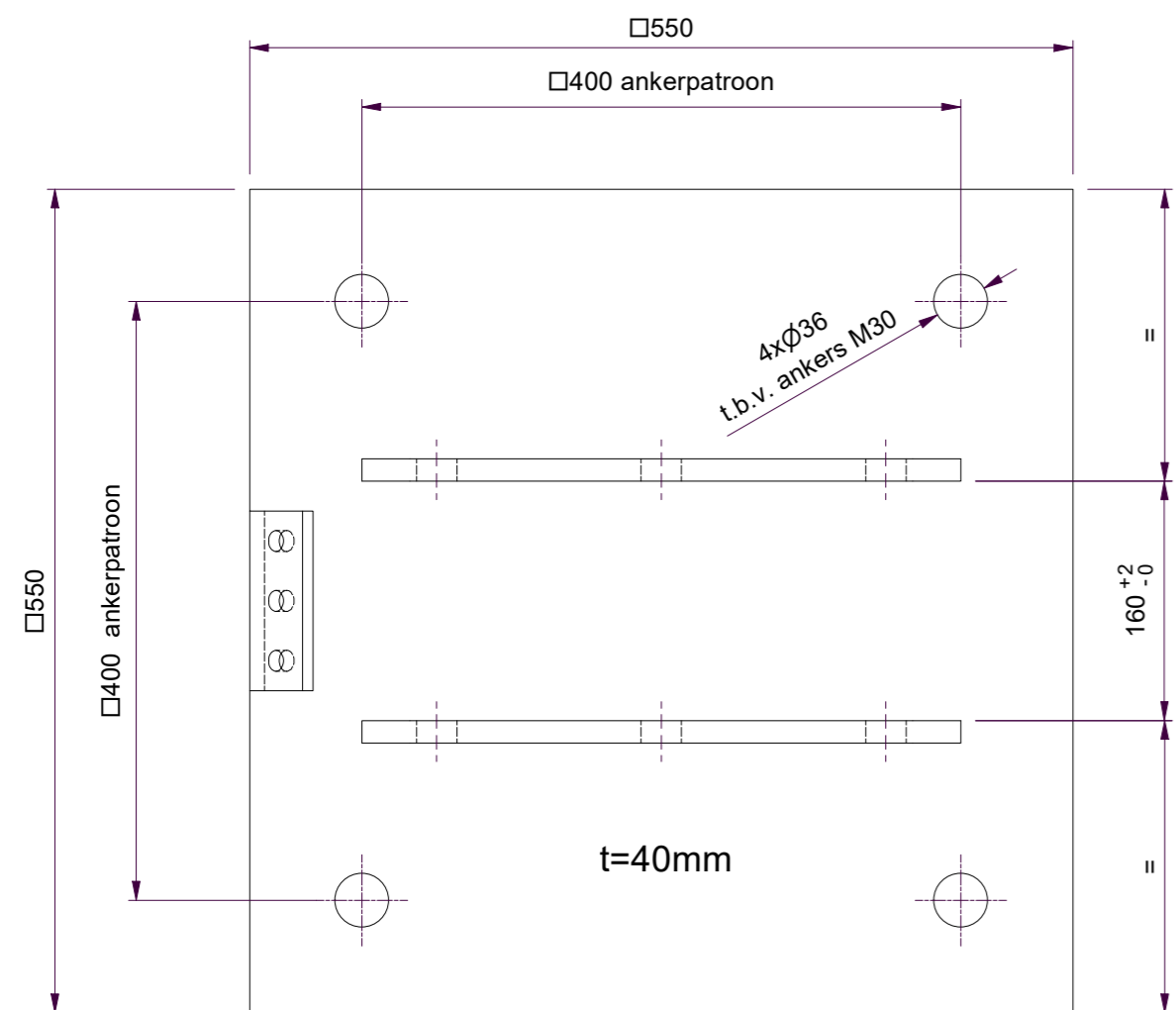
 DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem	Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost	
	Status: DEFINTIEF	Schaal: 1:50
	Datum: 25-10-2021	Units: mm
	Tekenaar: EKA	Projectnummer: 10124719
Vrijgever:	DNV docnummer: 10124719-13-1004	

Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost			Tekeningstatus: DEFINITIEF			
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A3

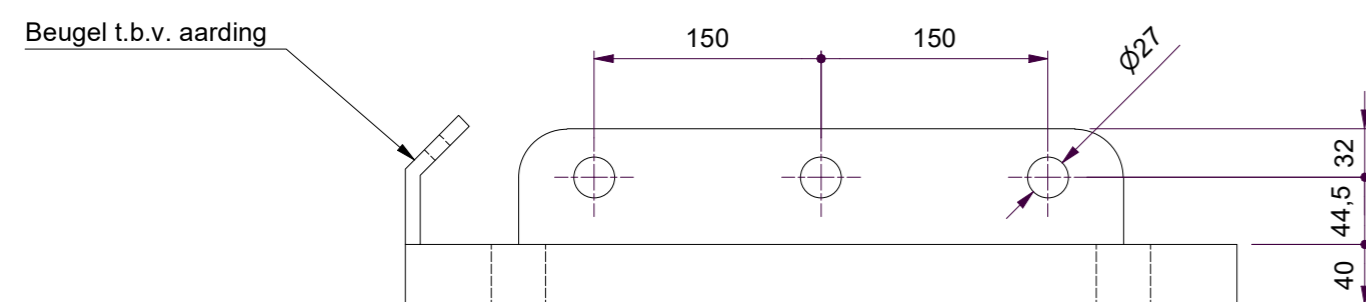
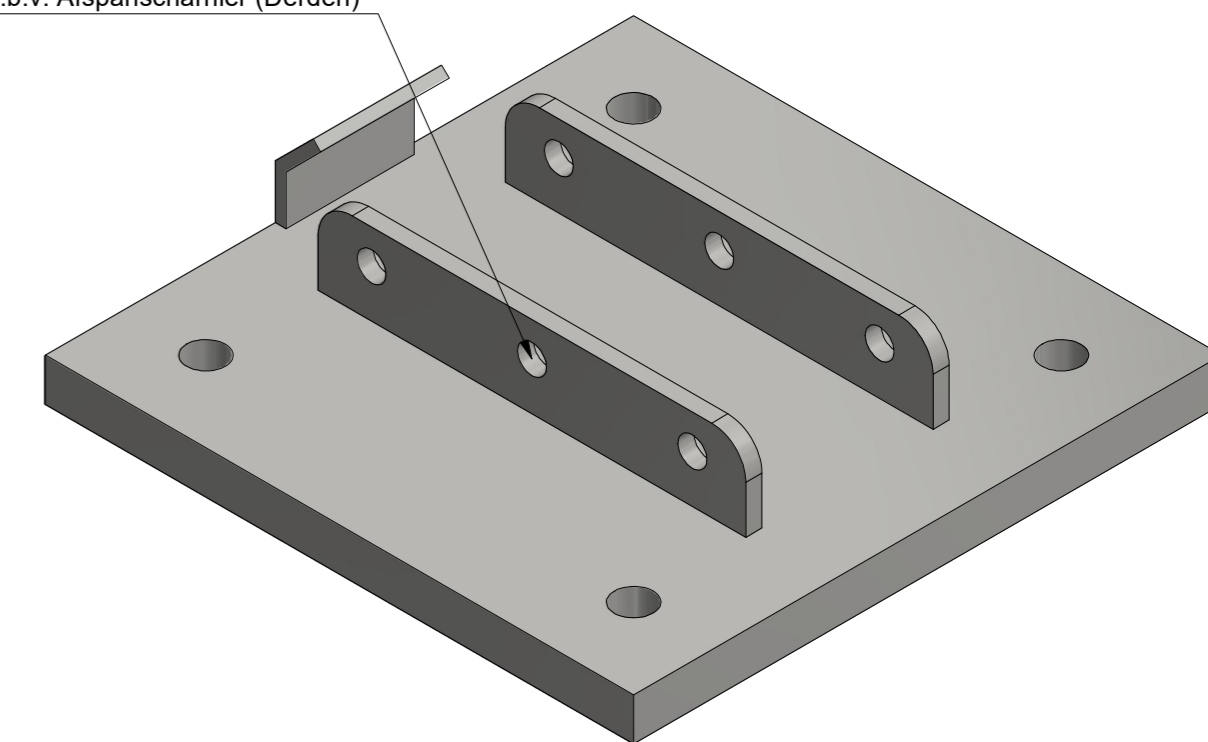
Relatie	Thema	
Zie rapport 21-0967 (002.678.00 0928567)	Categorie	
	Documenttype	
	Object ID	
Tekeningnummer (oud of nieuw):	OSP algemeen	
	Omschrijving: Opstellings tekening KES 150kV	
	TenneT nummer:	Blad nummer:
	002.678.00 0928584	1 van: 1

Hoofdcomponenten				
POS	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier	Ant.
24	Fundatie Poer 880x1000x2500 (KES150kV)	002.678.00 0935079 (10124719-12-1024)	n.t.b.	1
101	150kV Kabeleindsluiting	n.t.b.	n.t.b.	1
803	Staalwerk KES 150kV	002.678.00 0935072 (10124719-12-1004)	n.t.b.	1

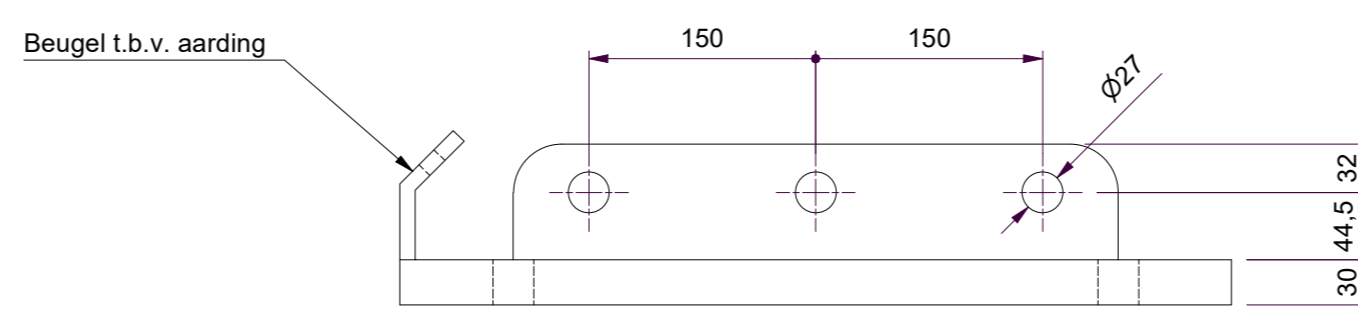
C.5 Voetplaat grondafspanning



Gaten t.b.v. Afspanscharnier (Derden)



380 kV variant
Gewicht ca 101 kg



150 kV variant
Gewicht ca 78 kg

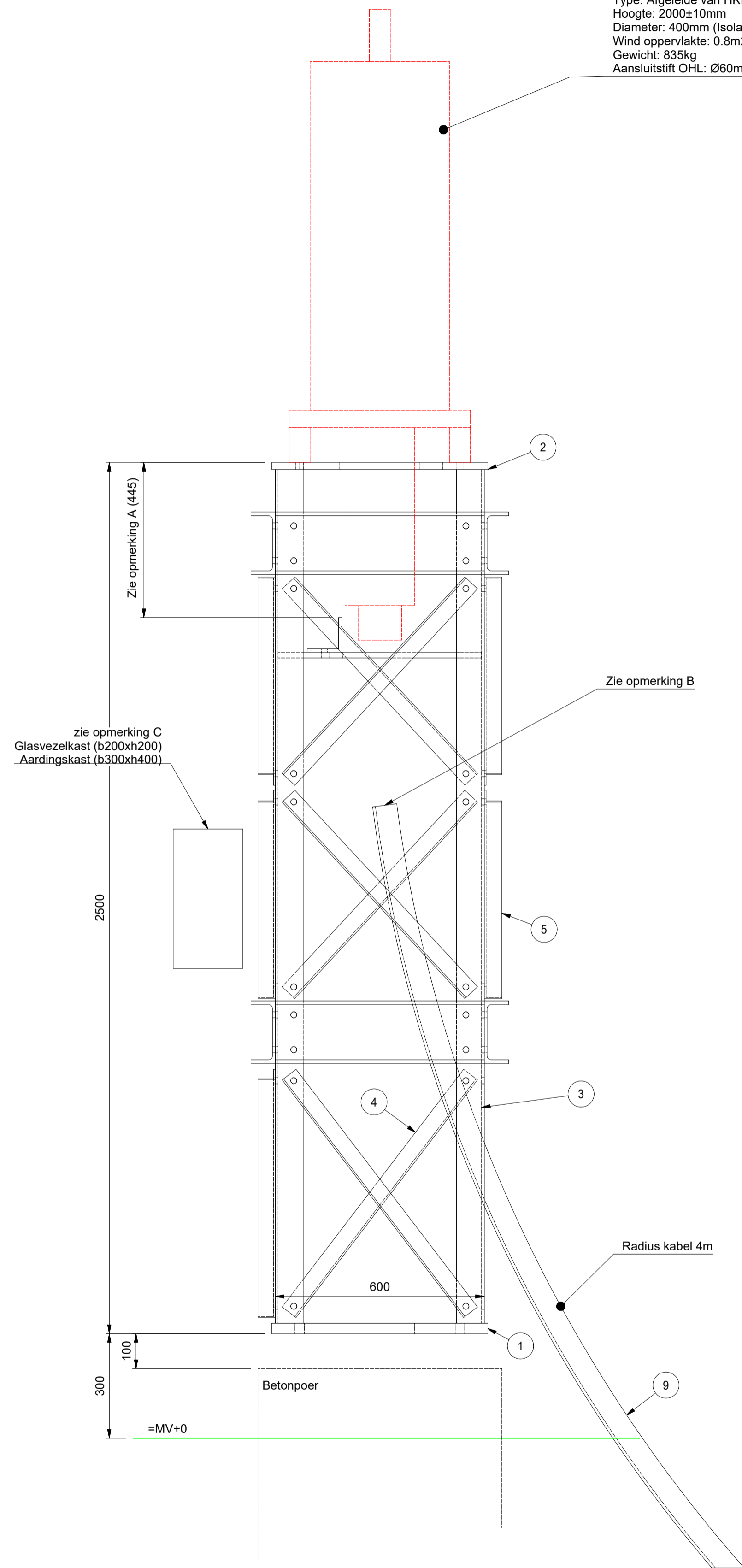
DATUM: 20-12-2021
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

Revision history		Description	
Rev.	Date	Description	
2.0	3-11-2021	Update naar aanleiding RFA rapportage	
1.0	24-06-2021	First edition	
Project:		TenneT Engineering ZW380 kV Oost	
Design State:		WorkInProgress	Scale: 1 : 5
Date:		24-6-2021	Units: mm
Author:		EKA	Projectno.: 10124.719
Approved:		EPL	DNV Doc.no.: 10124.719-12-1005
Title		Design State	
150/380kV Verbinding ZW 380kV Oost		DO Fase	
Rev.No.	Date revision	description revision	Author:
			DNV
		Date As-Built	Scale
			1 : 5
		Format	A2
Relationship to other drawings		Theme	
		Category	
		Documenttype	
Drawing no. (old or new)		Object ID	
		Description	
		Voetplaat grondafspanning isolatoren op OSP 380/150kV	
		TenneT number:	
		002.678.00 0935073	

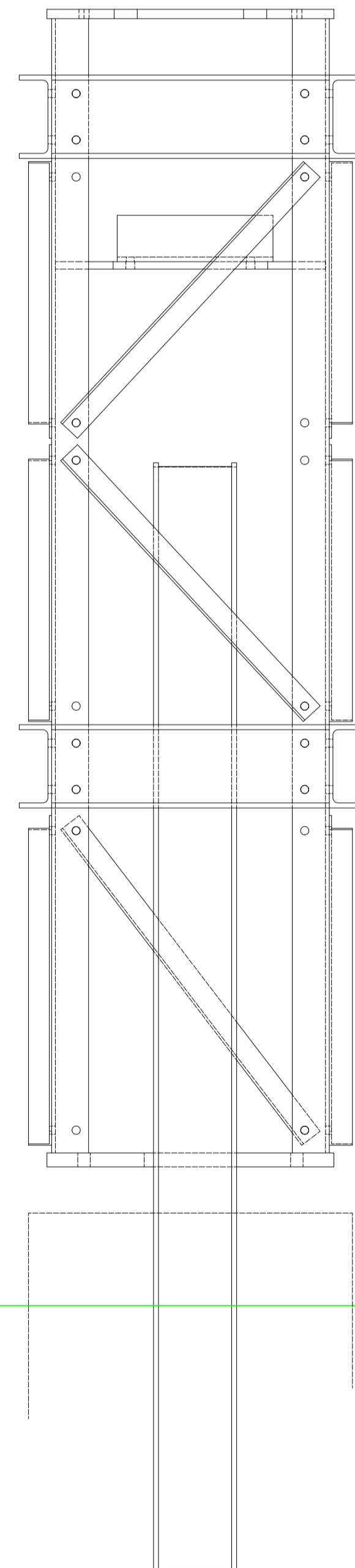


C.6 Staalwerk KES 150kV

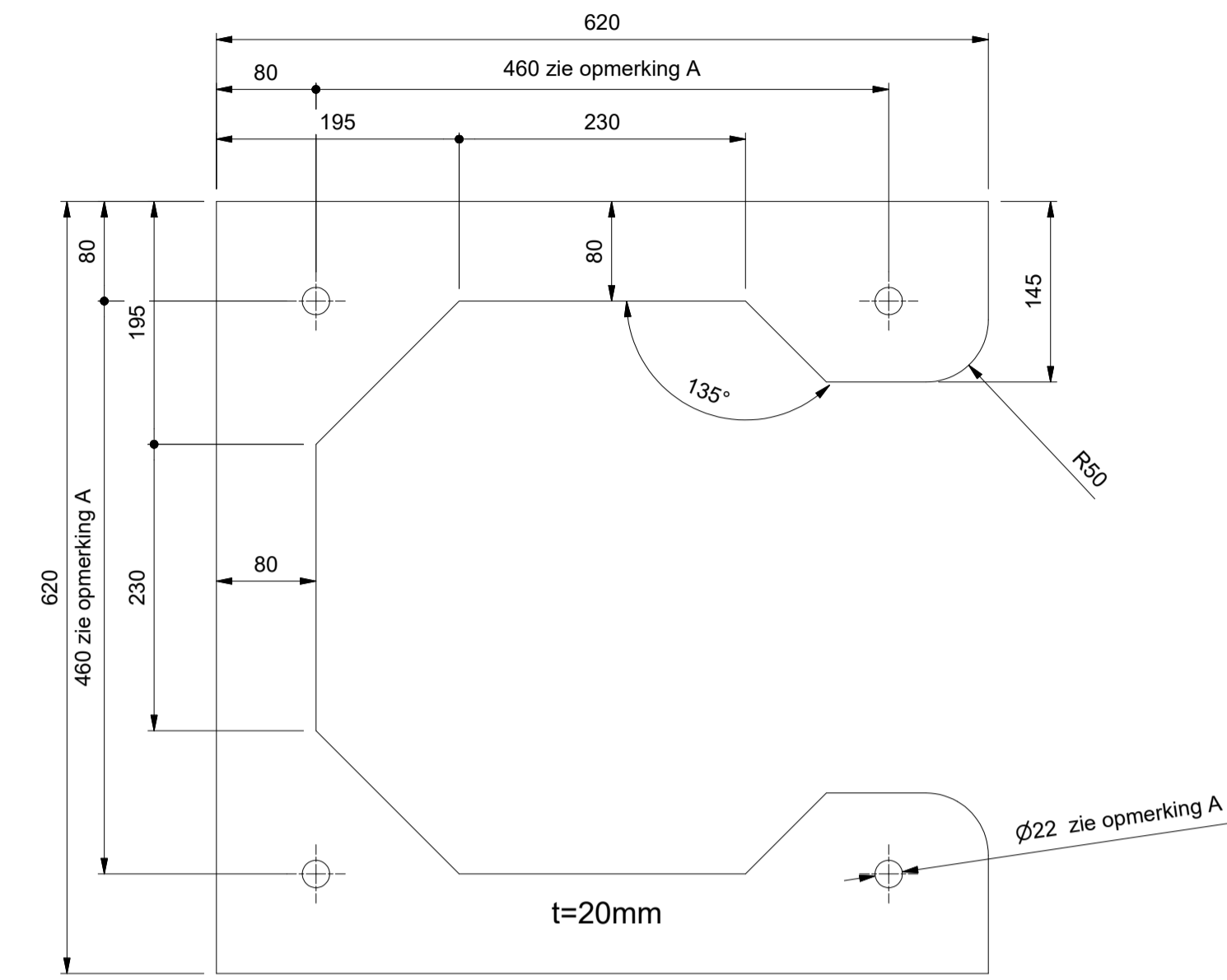
Type: Afgeleide van HKN-TAI-00005 (Taihan)
 Hoogte: 2000±10mm
 Diameter: 400mm (Isolator)
 Wind oppervlakte: 0.8m²
 Gewicht: 835kg
 Aansluitstift OHL: Ø60mm



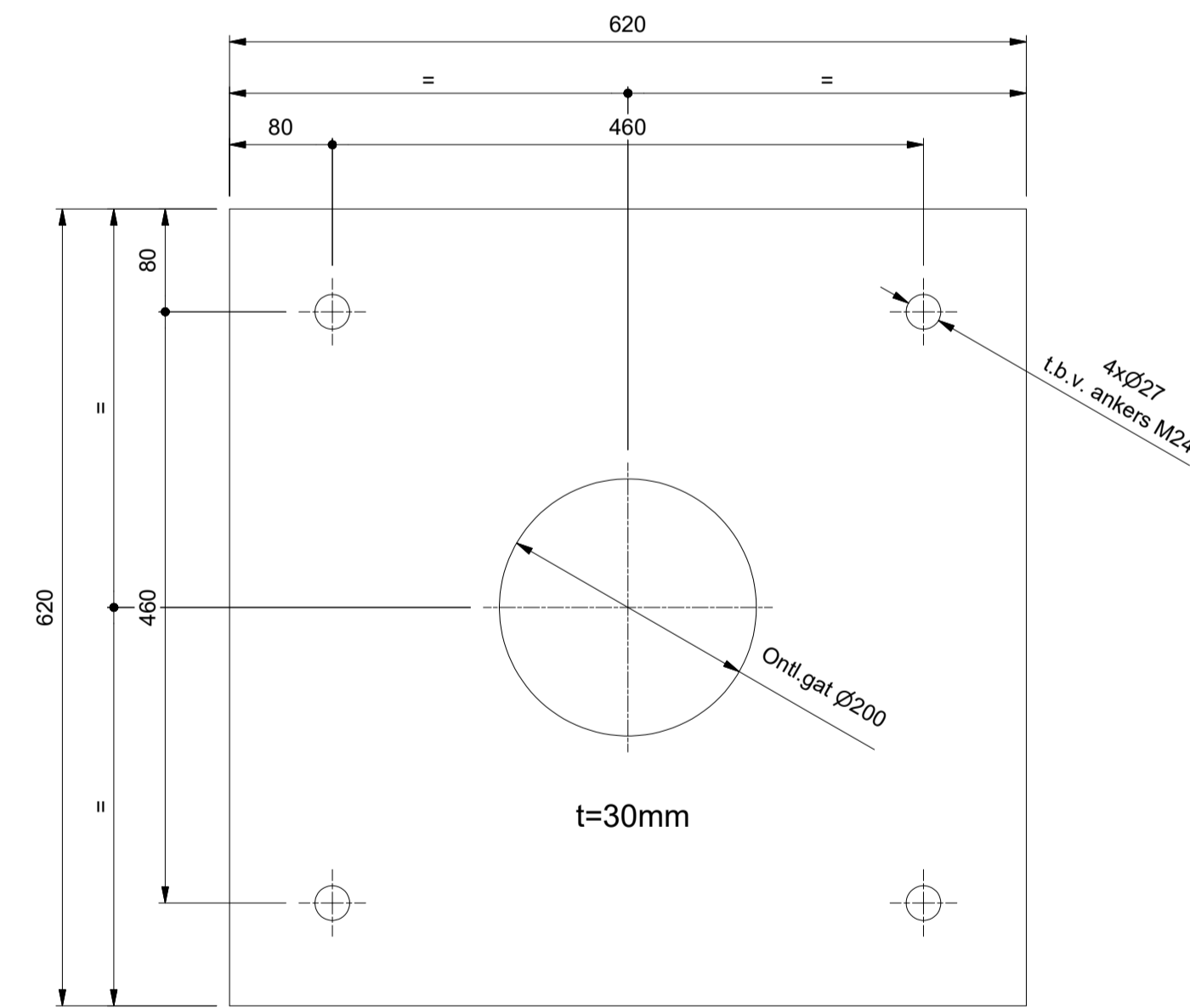
Zijaanzicht (1 : 10)



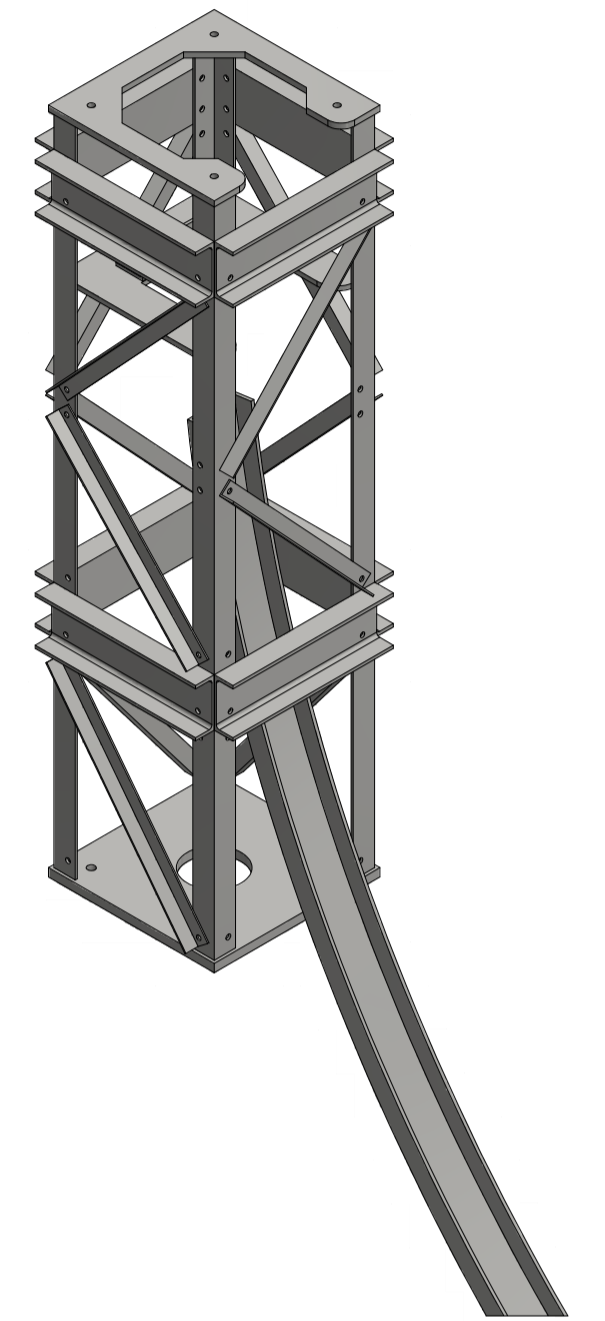
Vooraanzicht (1 : 10)



Top plaat
Pos 2 (1 : 5)



Voetplaat
Pos 1 (1 : 5)



3D-aanzicht (1 : 20)

Opmerking:

- A. De maatvoering is afhankelijk van de leverancier kabeleindsluiting en zal dan ook met de leverancier afgestemd moeten worden
- B. Hier dient een tussen plaat te komen volgend opgave van leverancier kabeleindsluiting
- C. Positie en afmetingen kasten dienen met leverancier afgestemd te worden. Voor kasten geldt dat er maximaal 2 per ondersteuning geplaatst kunnen worden afmeting dienen afgestemd te worden met de leverancier. Per fase dient bepaald te worden welke kasten van toepassing zijn

Gewicht ca 504 kg

Item	Drawingnr	Qty	Description	MATERIAL	remark
9	10124719-12-1004-POS-09	1	Kabel begeleiding	S355J2	Zie opmerking A
5	10124719-12-1004-POS-05	8	Diagonaal L50x5 Lg=770	S355J2	
4	10124719-12-1004-POS-04	3	Diagonaal L50x5 Lg=858	S355J2	
3	10124719-12-1004-POS-03	4	Randstijl L80x8	S355J2	
2	10124719-12-1004-POS-02	1	Topplaat t=20	S355J2	Zie opmerking A
1	10124719-12-1004-POS-01	1	Voetplaat 620x620 t=30	S355J2	

Rev.	Date	Description
6.0	07-12-2021	Update naar aanleiding RFA 0942922 - punt 42
5.0	11-11-2021	Opmerking kasten toegevoegd

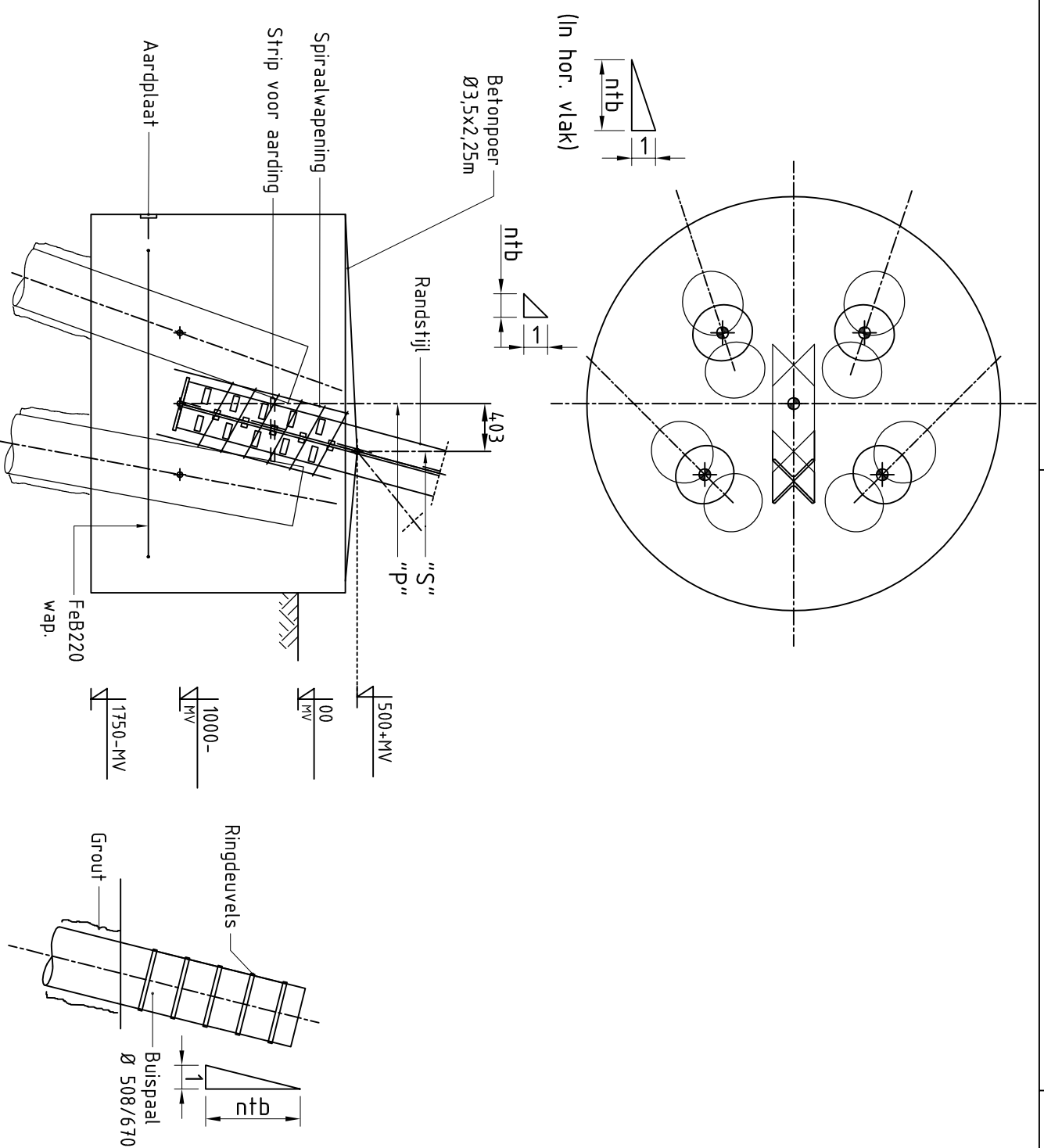
Project:	TenneT Engineering ZW380 kV Oost
Design State:	Released
Date:	28-7-2021
Author:	EKA
Approved:	EPL
Scale:	1 : 10
Units:	mm
Projectno:	10124.719
DW Dec.no:	10124.719-12-1004

Rev.No	Date revision	Description revision	Author	Date As-Built	Scale	Format
					1 : 10	A1

Relationship to other drawings	Theme	
	Category	
	Documenttype	
Drawing no. (old or new)	Object ID	
	Description	Staalwerk KES 150kV
	TenneT number:	002.678.00 0935072

DATUM: 20-12-2021
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

C.7 Fundatietekening Vierpaals

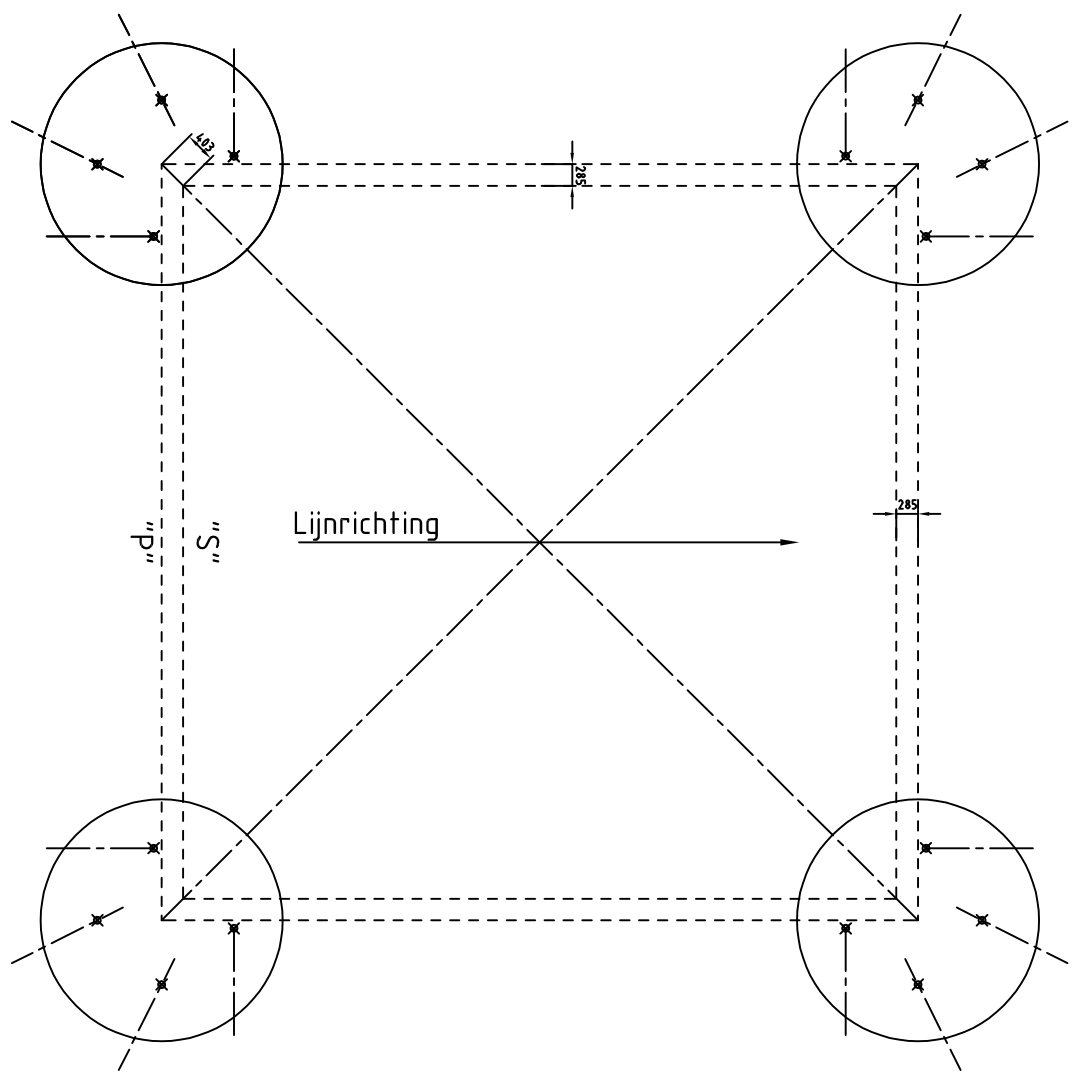


MASTTYPE	MASTNR:	Pootsprei "S"
EA-3/co	1025	11,602
EA-3/so	1014	10,999
EB+0/s	1205	11,275
EB-3/s	1001	10,999
HA+0/ci	1051, 1066, 1098, 1099, 114,7, 1153, 1167, 1168, 1204	11,762
HA+3/c	1094, 1095	12,902
HA+3/ca	1114	12,902
HC+0/c	1131, 1133, 1159, 1187	11,762
WA+0/c	1033, 1105, 1111	11,762
WB+0/c	1118	11,762

STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

UITGANGSPUNTEN
 Betonsterkteklasse C30/37
 Milieuklasse XC4/XF3
 Wapeningstaal B500B, B220
 Staalkwaliteit S355J2H
 Gevolgklasse C2
 Ontwerp levensduur 100 jaar

Aarding:
 - Koppelstrip lassen tussen randstijl en wand stalen buispaal
 - In poer aardnet opnemen van zachtstralen wapening, verbinden met wapeningskorf, randstijl, palen en aardplaat.
 - Aardplaat opnemen in poer.



Rev.	Datum	omschrijving	omschrijving
3	14-06-2022	Mastnrs. VKA2.0, bemating aangepast	
2	16-12-2021	Mastnrs aangepast	
1	15-11-2021	RFA opmerkingen verwerkt	

DNV
 DNV Energy Systems
 Utrechtseweg 310, 6817 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11

Projectnaam: ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN
Status: DEFINITIEF
Datum: 15-10-2021
Tekenaar: DMR
Vrijgever: TBR

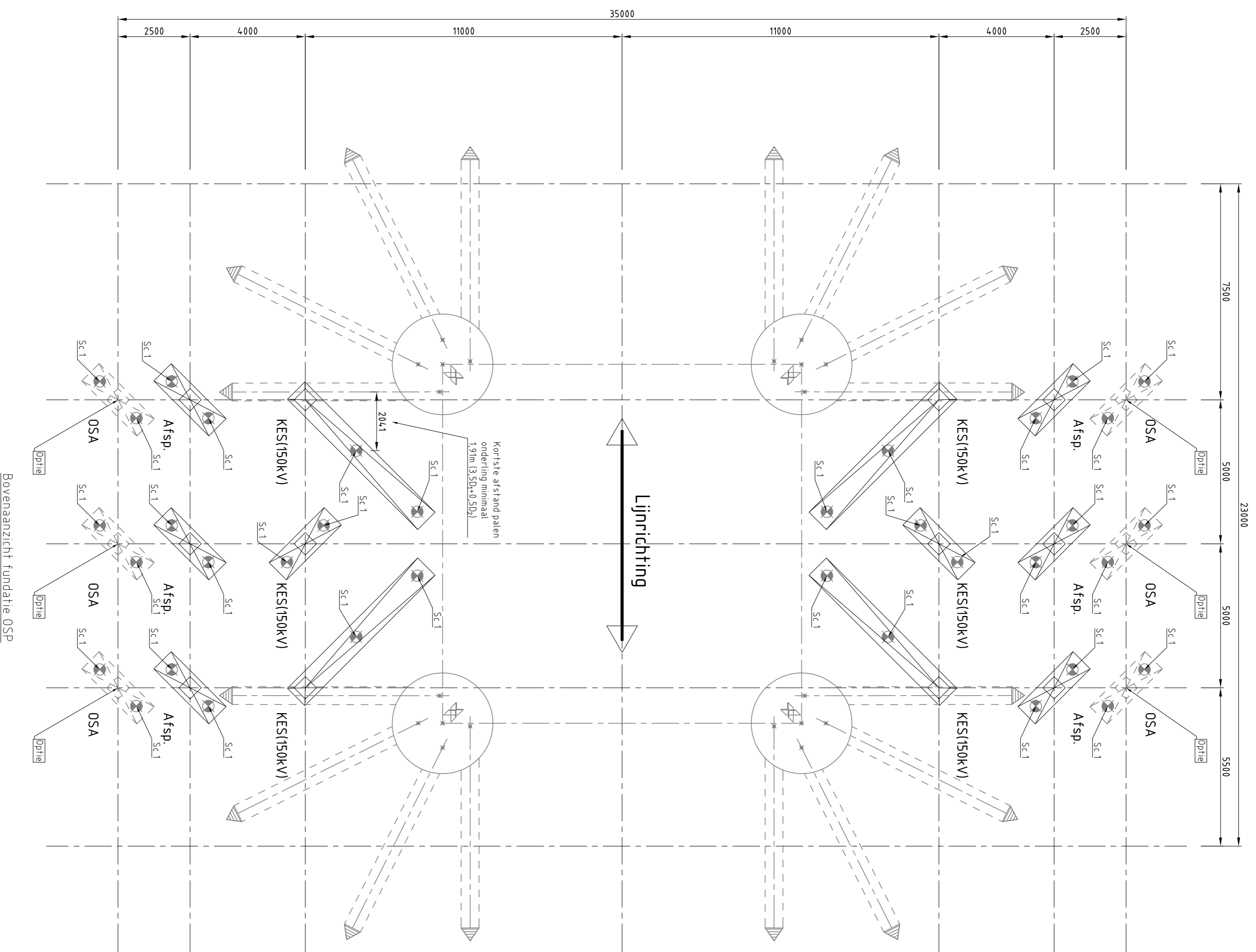
Schaal: 1:30
Units: mm
Projectnummer: 10124719
DNV document: 10124719-32-1004

Rev.	Datum	omschrijving	omschrijving	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
				DNV		1:30	A3

Takenlijst
 Relatie Thema
 Object ID
 Hoekmasten Moldau
 Omschrijving: Fundatietekening vierpaalsfundering hoekmast Moldaumasten
 Tekeningsnummer: 002.678.00 0928598



C.8 Fundatietekening opstijgpunt



DATUM: 04-05-2022
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

Mastrn.	Masttype	Paalttype	Aantal	Paallengte (m)	b.k. paal t.o.v. N.A.P.(m)	M.V. t.o.v. N.A.P.(m)	PPN paal t.o.v. N.A.P.(m)	Schoorstand	Staalwaaifiet
1051	HA-0/G	Si-paal Ø323/425 (Sc 1)	36	11,99	+1,99	+1,99	-13,0	Nee	S355
1052	HA-0/G	Si-paal Ø323/425 (Sc 1)	36	8,73	+0,23	-0,23	-7,50	Nee	S355
1098	HA-0/G	Si-paal Ø323/425 (Sc 1)	36	9,78	+2,28	-2,28	-7,50	Nee	S355
1099	HA-0/G	Si-paal Ø323/425 (Sc 1)	36	7,93	+0,43	-0,43	-7,50	Nee	S355
1147	HA-0/G	Si-paal Ø323/425 (Sc 1)	36	7,93	+0,43	-0,43	-7,50	Nee	S355
1153	HA-0/G	Si-paal Ø323/425 (Sc 1)	36	8,66	+1,16	+1,16	-7,50	Nee	S355
1167	HA-0/G	Si-paal Ø323/425 (Sc 1)	36	7,02	-0,48	-0,48	-7,50	Nee	S355
1168	HA-0/G	Si-paal Ø323/425 (Sc 1)	36	7,02	-0,48	-0,48	-7,50	Nee	S355
1204	HA-0/G	Si-paal Ø323/425 (Sc 1)	36	8,66	+10,66	-10,66	+2,0	Nee	S355

UITGANGSPUNTEN
 Betonsterkteklasse C30/37
 Milieuklasse XC4/ XF3
 Wapeningstaal B500B, B220
 Staalwaaifiet S355J2H
 Oefvolgklasse C2
 Ontwerptevensduur 100 jaar

Aandacht:
 - Kornegroef lassen tussen randstijf en wand
 stalen buspaal
 - In poer aardriet opnemen van zachtstalen
 wapening, verbinden met wapeningkorf, randstijf,
 paal en aarclpaal
 - Aardrietaf opnemen in poer

Poeren rondom de omtrek aanvullen met zand, laagsgewijs aanrillen. Peilmaat is indicatief.

RAPPORTAGE
 002.678.00.098862 DNV rapport Fundaties 150 / 300 kV opstijpunten H00daastan

DO-FASE
 Aanpakken definitief in DO-fase
 Paalontwerp definitief in DO-fase
 Paalontwerp en schoorstand definitief in DO-fase
 Paallengte en paalttype afhankelijk van sondingen en locatie

02	25-04-2022	Afstand tot schoorpaal maatvoerschuif
01	22-03-2022	Tabelten aangepast en betonfundaties

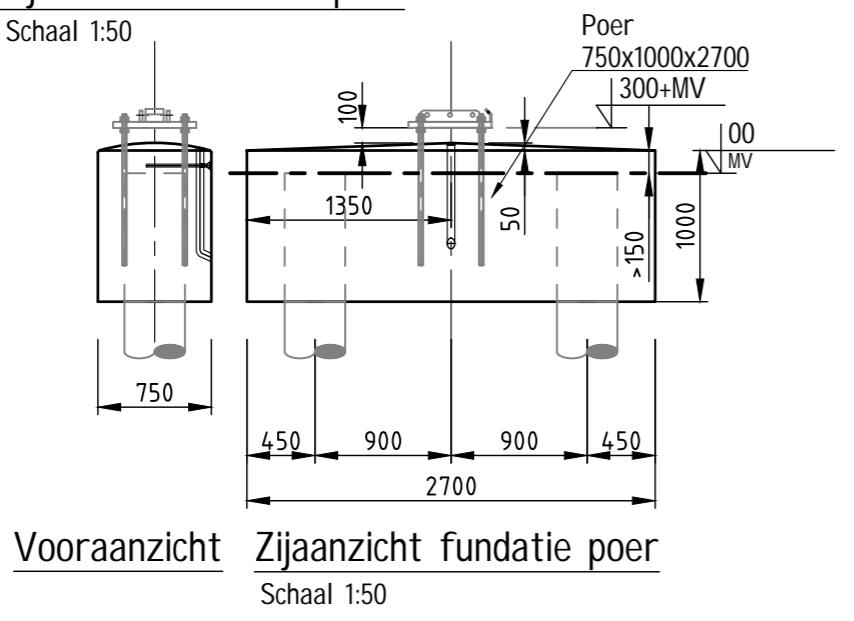
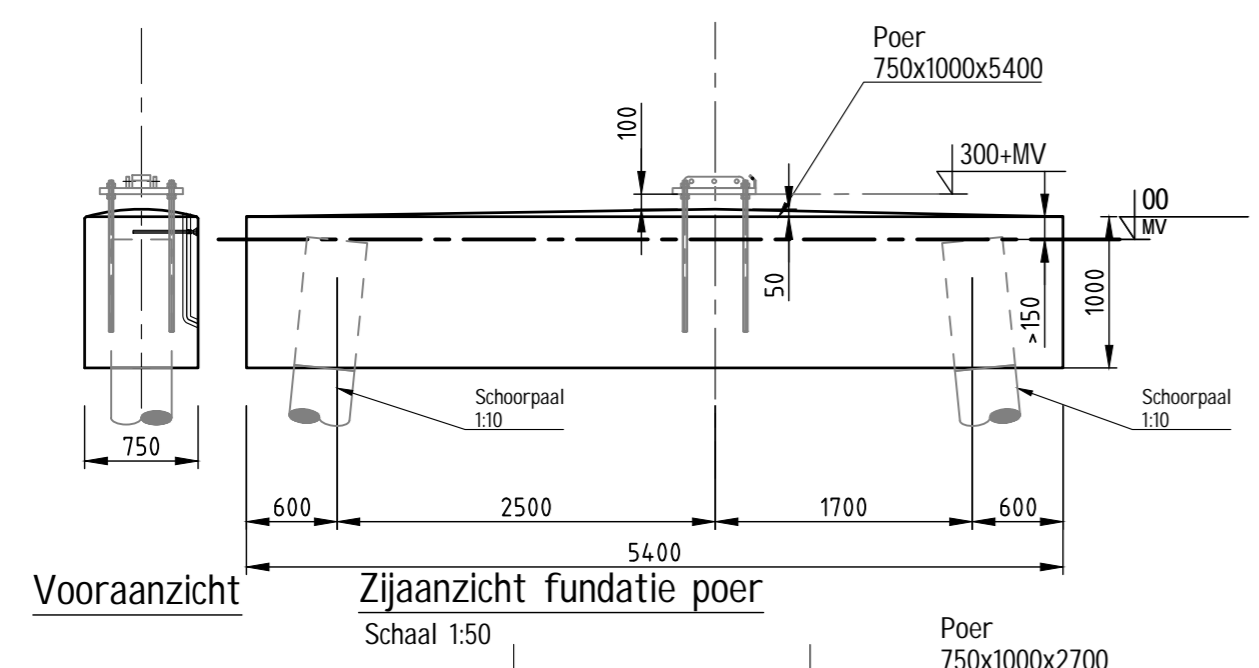
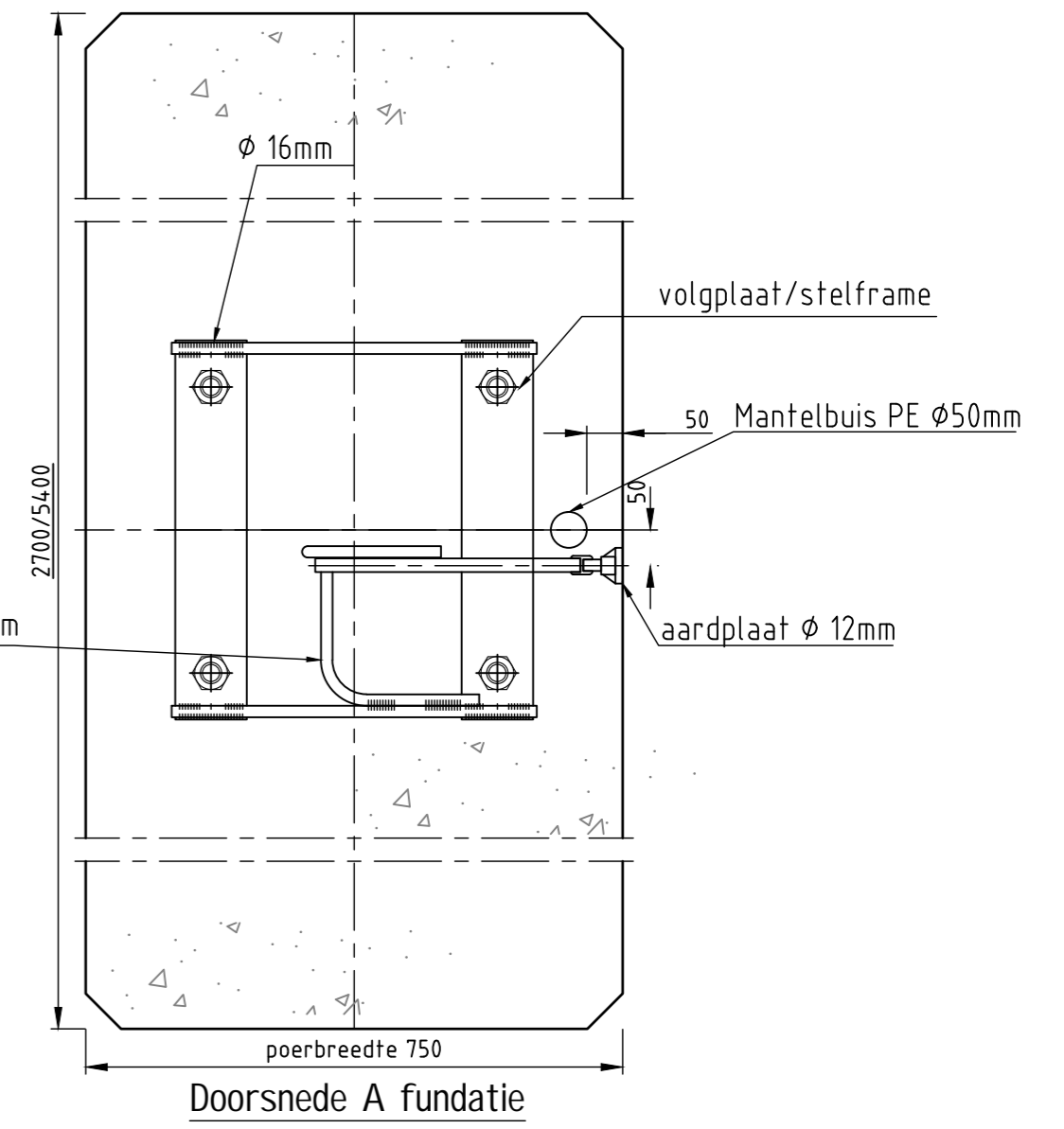
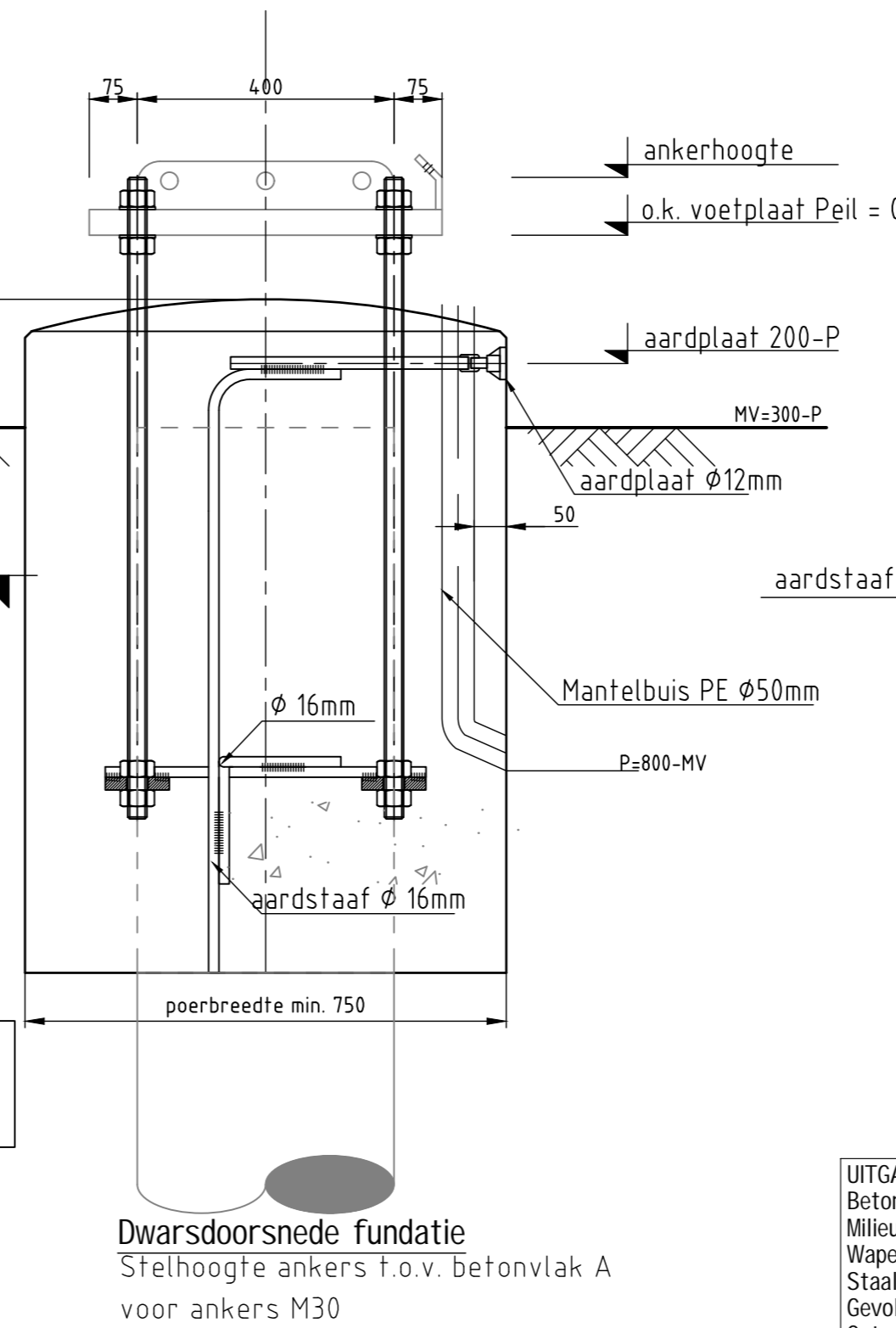
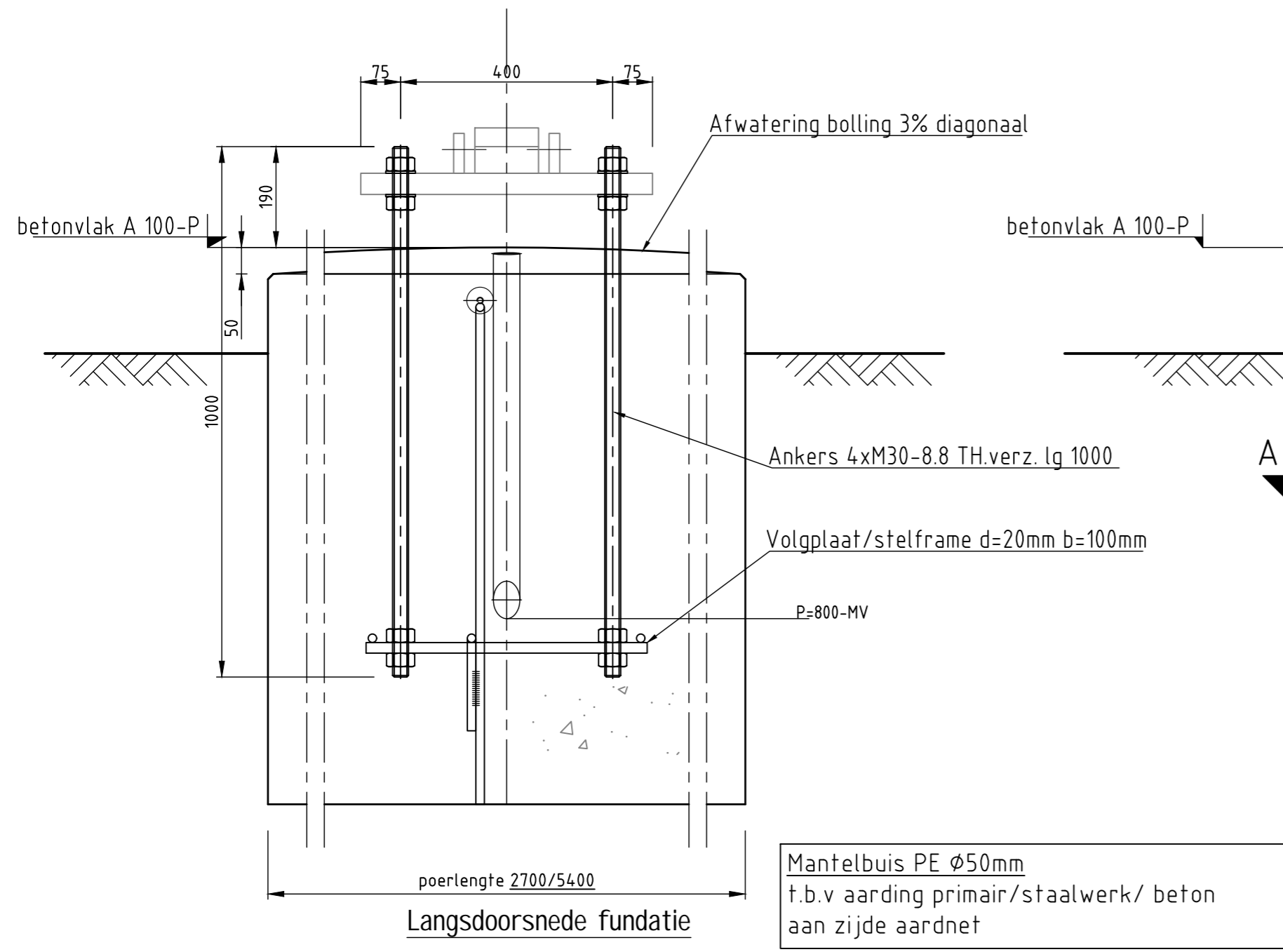
Projectnaam	ZOUD-MEST 300 KV OOST VERBODINGEN
Status	CONCEPT
Datum	11-02-2022
Tekenaar	DNV
Projectnummer	1012479
Uitgever	TBR
Uw documentnummer	1012479-12-002

Revisie	1800	1800	1800
Revisie	1800	1800	1800

Tennet
 Rating Power Partner
 002.678.00.098862

C.9 Fundatietekening voetplaat

M30/Grondafspanning 380kV



Voor M24 ankers
Grondafspanning 150kV
zie blad 2

DATUM: 04-04-2022

STATUS TENNET: DEFINITIEF

REVISIE TENNET: 1.0

UITGANGSPUNTEN
 Betonsterkteklasse C30/37
 Milieuklasse XC4/XF3
 Wapeningstaal B500B, B220
 Staalkwaliteit S355J2H
 Gevolgklasse CC2
 Ontwerplevensduur 100 jaar

Aarding:
 - Koppelstrip lassen tussen randstijl en wand
 stalen buispaal
 - In poer aardnet opnemen van zachtstalen
 wapening, verbinden met wapeningskorf, randstijl,
 palen en aardplaat
 - Aardplaat opnemen in poer

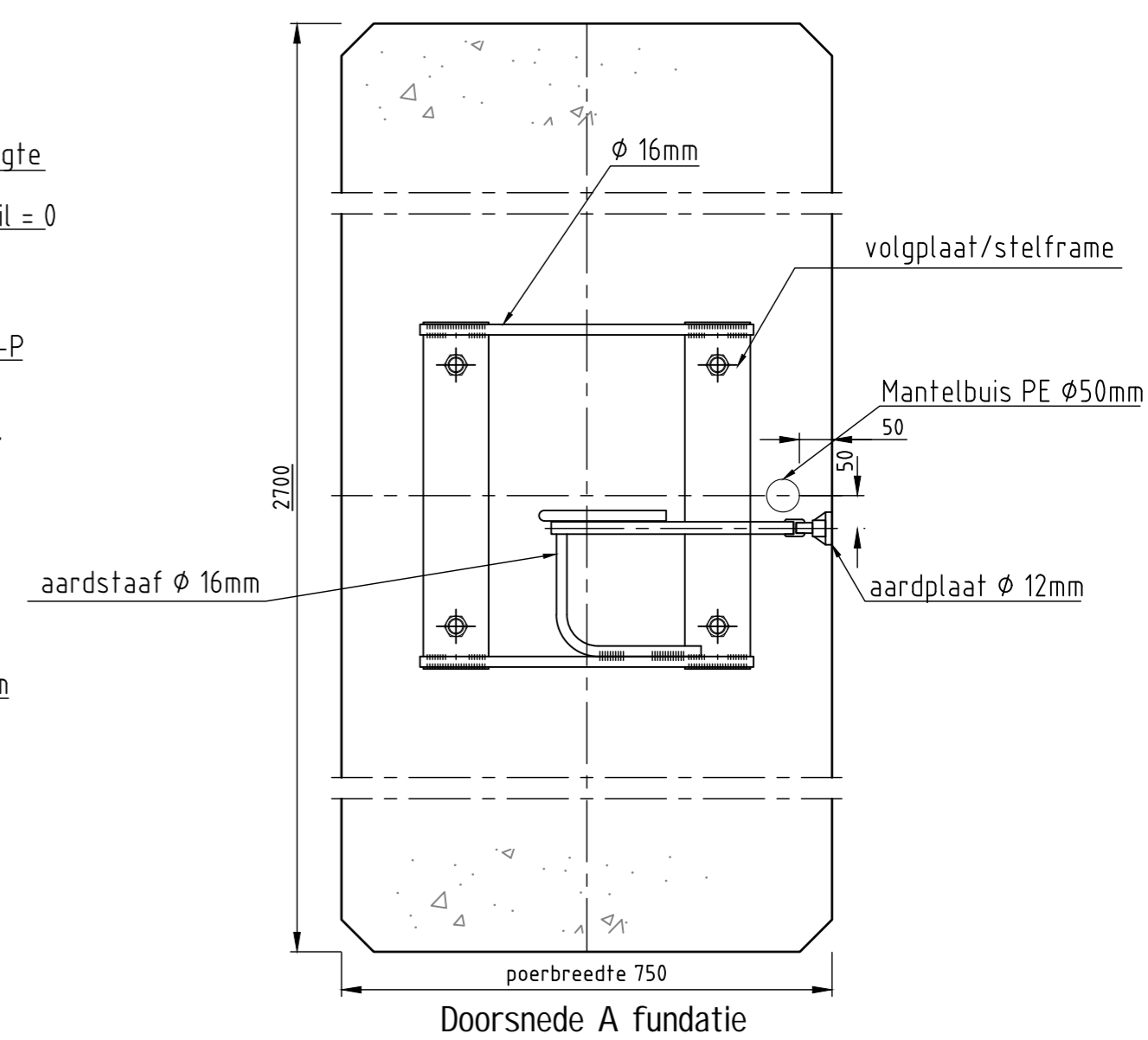
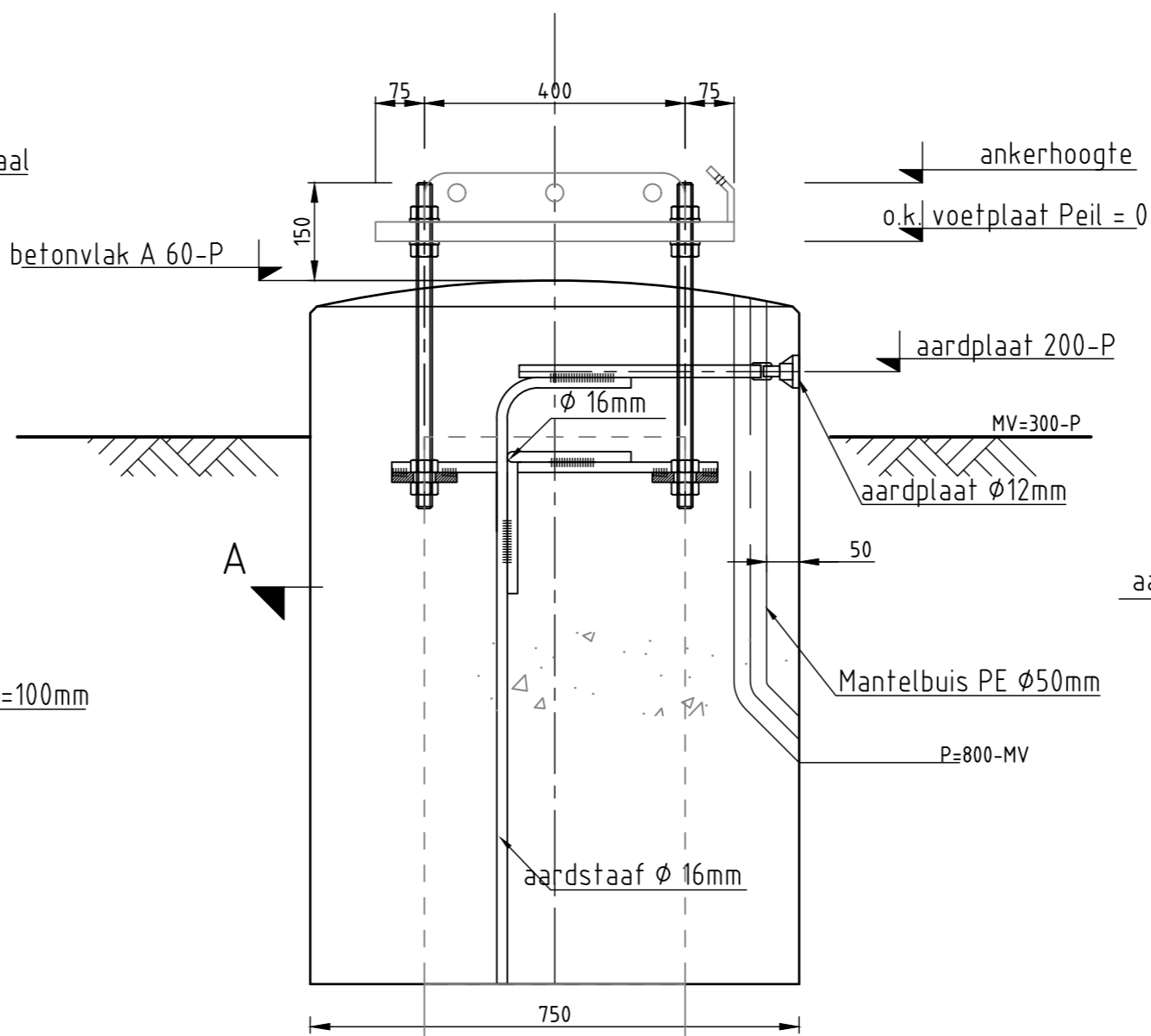
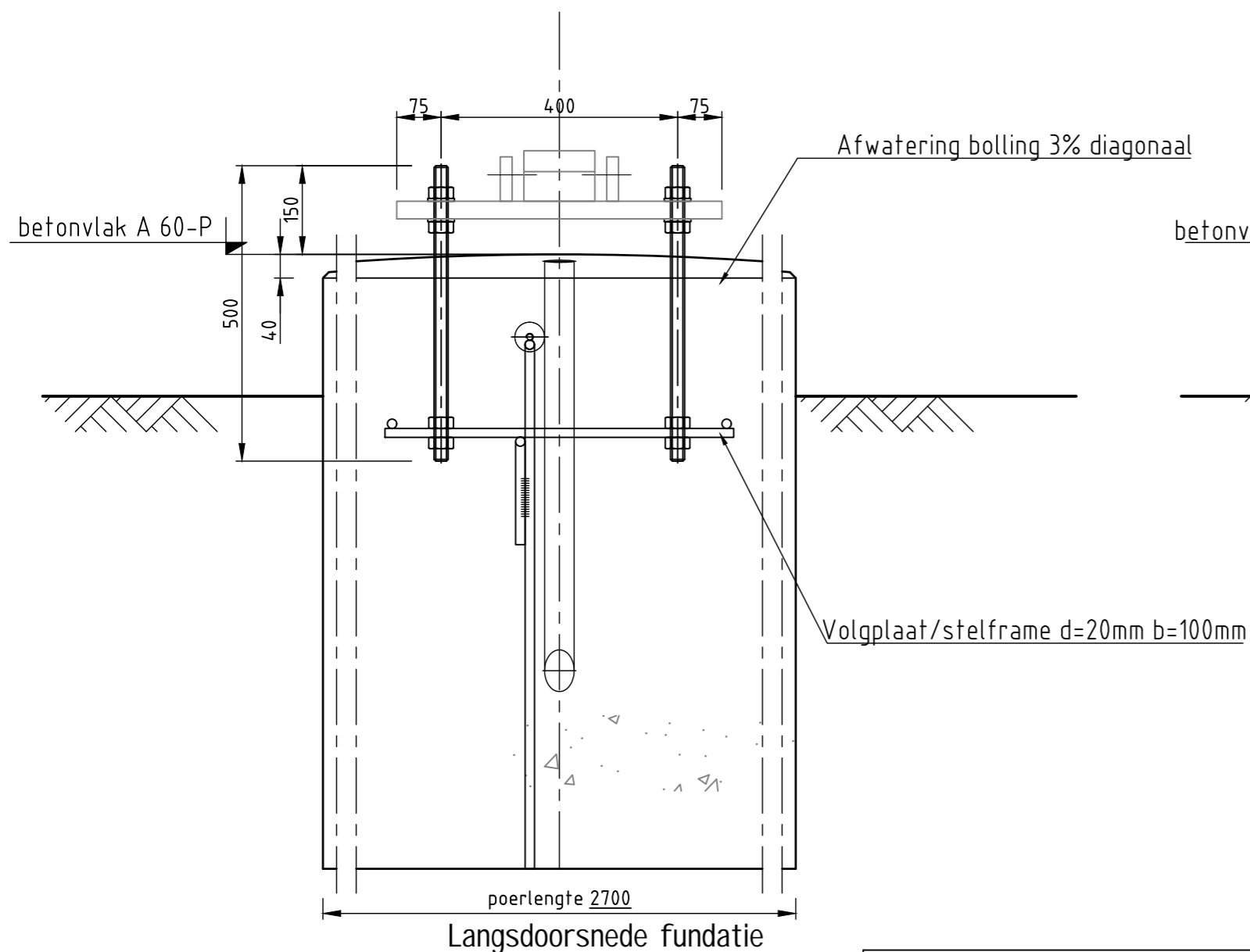
Poeren rondom de omtrek
aanvullen met zand,
Laagsgewijs aantrillen.
Peilmaat is indicatief.

RAPPORTAGE
 002.678.00 0969129 21-1660 DNV rapport Fundaties
 150 / 380 kV opstijgpunten Moldaumasten

DO-FASE
 Afmetingen definitief in DO-fase
 Paalafmeting definitief in UO-fase
 Paalpuntniveau en schoorstand definitief in UO-fase
 Paallengte en paaltype afhankelijk van sonderingen
 en locatie

3	22-3-2022	Betonvlakhogte gewijzigd			
2	11-2-2022	Paalbeëindiging in betonbalk			
1	12-1-2022	Diverse aanpassingen poerbreedtes en ankers			
Revisie	Datum	Omschrijving			
<p>DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11</p>			Projectnaam: ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN Status: CONCEPT Datum: 18-10-2021 Tekenaar: DMR Vrijgever: EKA Schaal: 1:10/ 1:50 Units: mm Projectnummer: 10124719 DNV documentnummer: 10124719-12-1025		
Naam: RLL-TLB380 Tekeningstatus:			Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie
			Getekend	Datum As-Built	Schaal
			DNV		1:10/ 1:50
Relatie			Thema		
			Categorie		
			Documenttype		
			Object ID		
Tekeningnummer (oud of nieuw):			Fundaties OSP		
			Omschrijving:		
			Fundatietekening voetplaat grondafspanning isolatoren op OSP 380kV / 150kV		
			TenneT nummer:		
			002.678.00 0935080		

M24/Grondafspanning 150kV



Mantelbuis PE Ø50mm
f.b.v aarding primair/staalwerk/ beton
aan zijde aardnet

Dwarsdoorsnede fundatie
Stelhoogte ankers f.o.v. betonvlak A
voor ankers M24

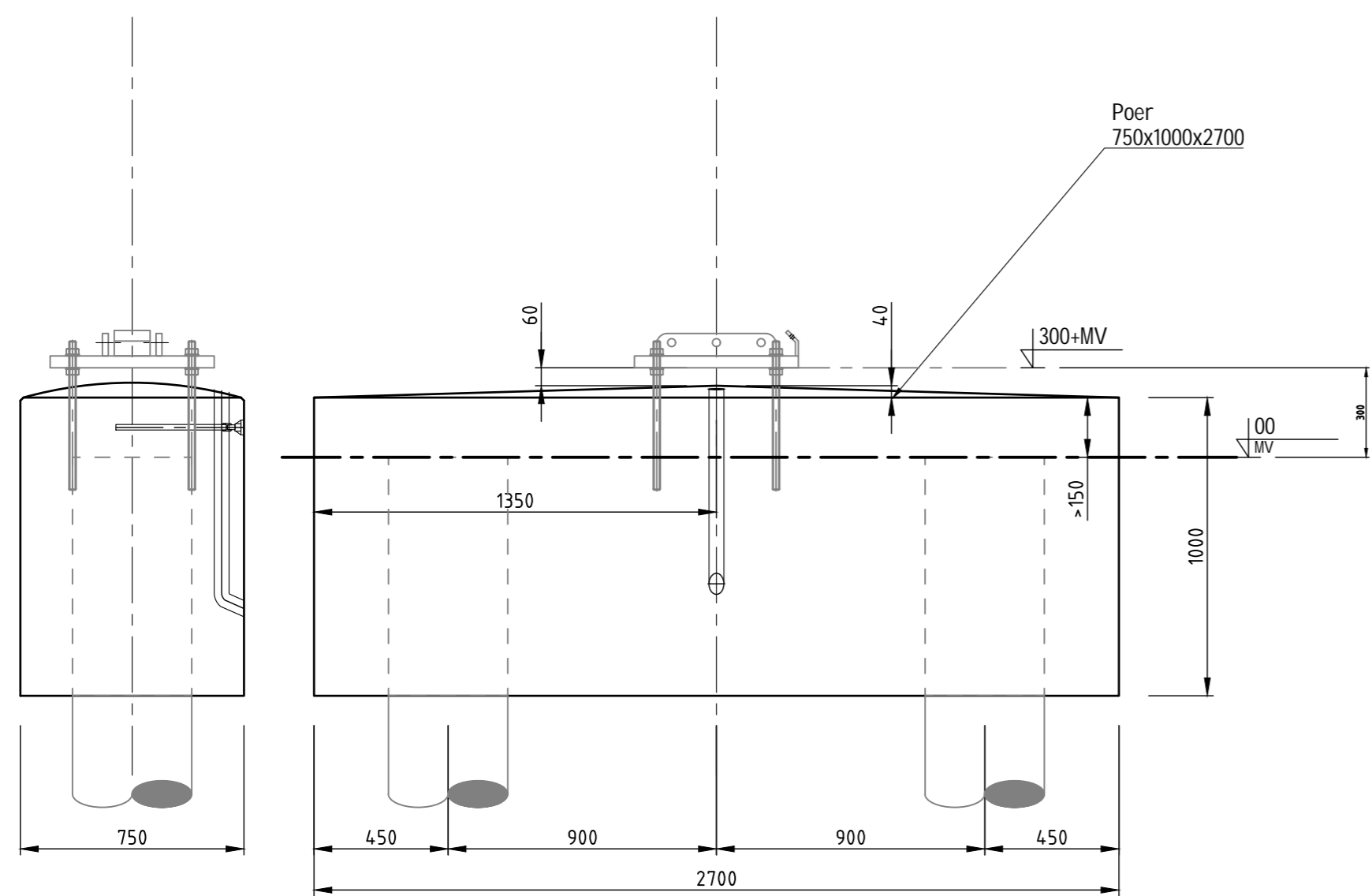
UITGANGSPUNTEN
 Betonsterkteklasse C30/37
 Milieuklasse XC4/XF3
 Wapeningstaal B500B, B220
 Staalkwaliteit S355J2H
 Gevolgklasse CC2
 Ontwerplevensduur 100 jaar

Aarding:
 - Koppelstrip lassen tussen randstijl en wand stalen buispaal
 - In poer aardnet opnemen van zachtstalen wapening, verbinden met wapeningskorf, randstijl, palen en aardplaat
 - Aardplaat opnemen in poer

Poeren rondom de omtrek aanvullen met zand, Laagsgewijs aantrillen. Peilmaat is indicatief.

RAPPORTAGE
 002.678.00 0969129 21-1660 DNV rapport Fundaties 150 / 380 kV opstijgpunten Moldaumasten



DO-FASE
 Afmetingen definitief in DO-fase
 Paalafmeting definitief in UO-fase
 Paalpuntniveau en schoorstand definitief in UO-fase
 Paallengte en paaltype afhankelijk van sonderingen en locatie



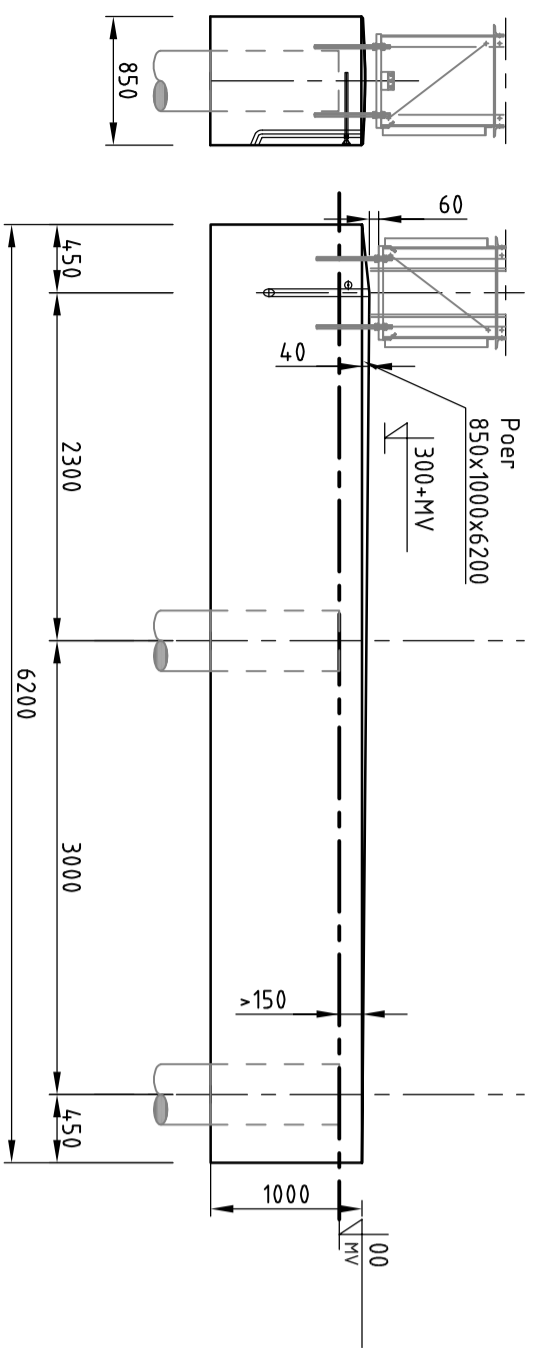
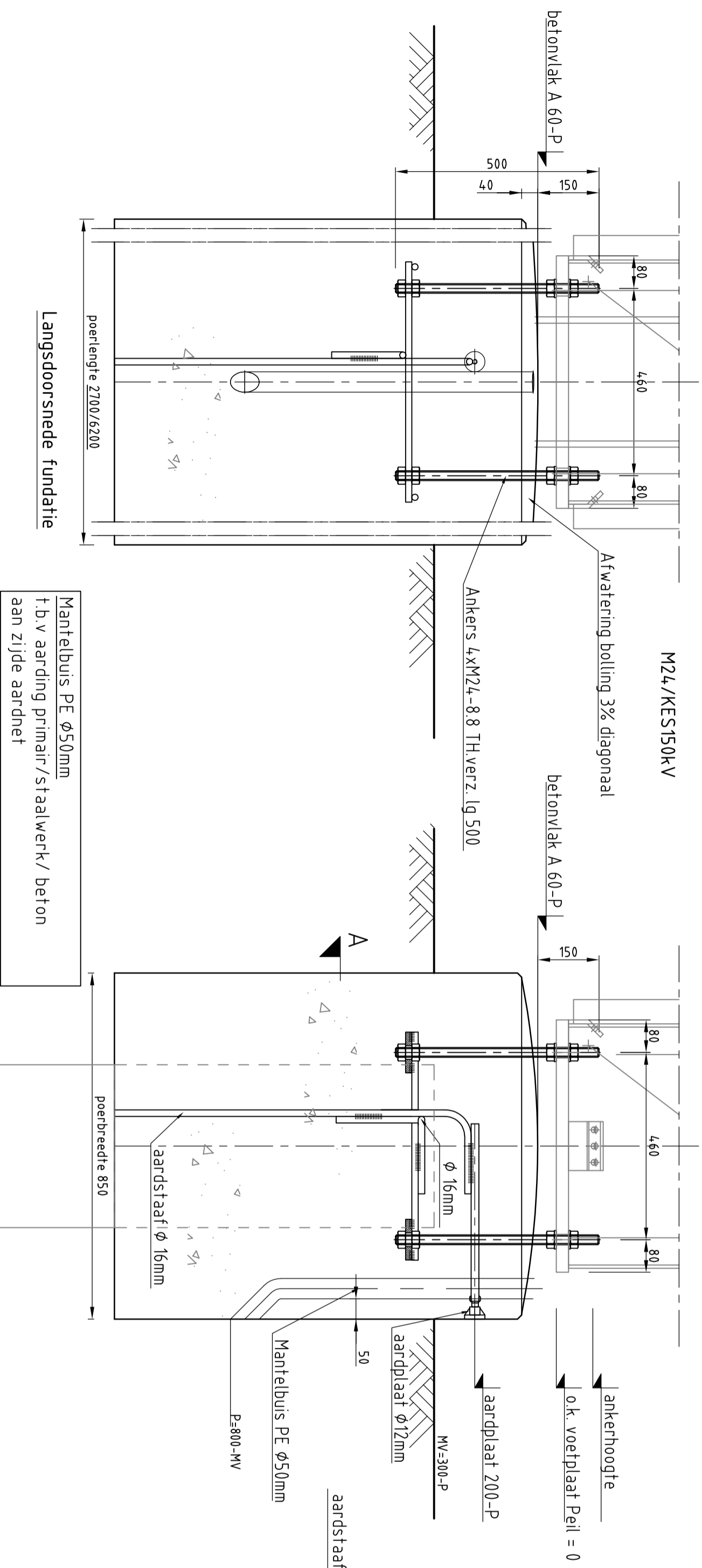
Voor M30 ankers
Grondafspanning 380kV
zie blad 1

Vooraanzicht

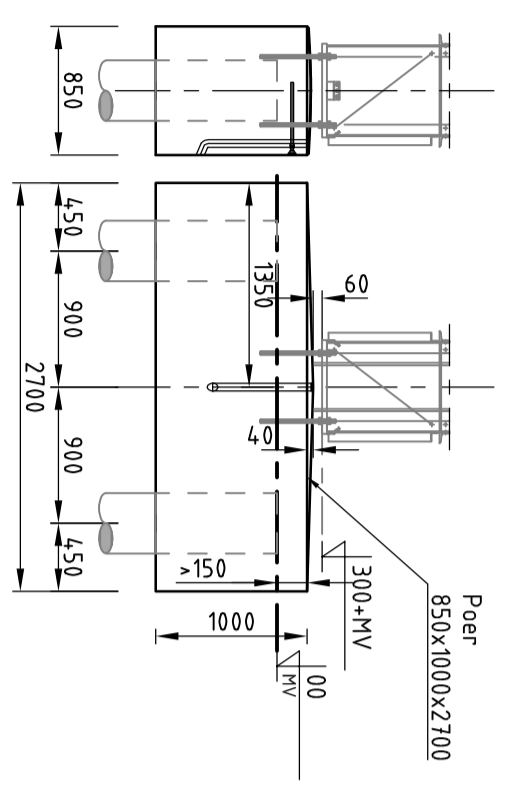
Zijaanzicht fundatie poer 150kV
Schaal 1:20

3	22-3-2022	Betonvlakhogte gewijzigd				
2	11-2-2022	Paalbeeindiging in betonbalk				
1	12-01-2022	Diverse aanpassingen poerbreedtes en ankers				
Revisie	Datum	Omschrijving				
			Projectnaam: ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN Status: CONCEPT Datum: 18-10-2021 Tekenaar: DMR Vrijgever: EKA			
			Schaal: 1:10 / 1:50	Units: mm	Projectnummer: 10124719	DNV document: 10124719-12-1025
Naam: RLL-TLB380			Tekeningstatus:			
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
			DNV		1:10 / 1:50	A2
Relatie:			Thema:			
Tekeningsnummer (oud of nieuw):			Object ID: Fundaties OSP			
Omschrijving:			Fundatietekening voetplaat grondafspanning isolatoren op OSP 380kV / 150kV			
			TennaT nummer: 002.678.00 0935080			

C.10 Fundatietekening KES



Vooraanzicht Zijaanzicht fundatie overstekpoer
Schaal 1:50



Vooraanzicht Zijaanzicht fundatie overstekpoer
Schaal 1:50

Dwarsdoorsnede fundatie
Stelhoogte ankers t.o.v. betonvlak A
voor ankers M24

Doorsnede A fundatie

DATUM:	04-04-2022
STATUS TENNET:	DEFINITIEF
REVISIE TENNET:	1.0

UITGANGSPUNTEN	
Betonskerfklasse	C30/37
Milieuklasse	XCL/XP3
Wapeningstraal	B500B, B220
Staalwaaier	S35J2H
Gevolgklasse	CC2
Ontwerplevensduur	100 jaar
Aarding:	
- Koppeling tussen randstijl en wand	
- stalen buspaal	
- In poer aardnet opnemen van zachtstalen wapening, verbinden met wapeningskorf, randstijl, palen en aardplaat	
- Aardplaat opnemen in poer	
DO-FASE	
Afmetingen definitief in DO-fase	
Paalafmeting definitief in UO-fase	
Paalpuntniveau en schoorstand definitief in UO-fase	
Paallengte en paaltipe afhankelijk van sonderingen en locatie	
RAPPORTAGE	
002.678.00 09569129 21-1660 DNV rapport Fundaties	
150 / 380 kV opstijpunten Moldaunasten	
Poeren rondom de omtrek aanvullen met zand, Laagsgewijs aantillen. Peilmaat is indicatief.	

Revisie	Datum	Omschrijving
3	22-3-2022	Betonvlakhoogte gewijzigd
2	11-2-2022	Paalbeëindiging in betonbalk
1	12-01-2022	Diverse aanpassingen poerbreedtes en ankers

Projectnaam: ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN	
Status:	CONCEPT
Datum:	18-10-2021
Tekenaar:	DMR
Yrigerev:	EKA
Projectnummer: 10124.719	
DNV documentnummer: 10124.719-12-1024	
tekeningsstatus	

Objekt ID	
Fundaties OSP	
Tekeningnummer	
Fundatie tekening KES 150kV	
Tekeningnummer	
002.678.00 0935079	

Relevante					
Revisie	Datum	Omschrijving	getekend	getekend	getekend
Rev.	Datum	Omschrijving	DMV	110 120	A2
Realisatie					
Finans					
Categorie					
Documenttype					
Object ID					
Fundaties OSP					
Tekeningnummer					
Fundatie tekening KES 150kV					
Tekeningnummer					
002.678.00 0935079					



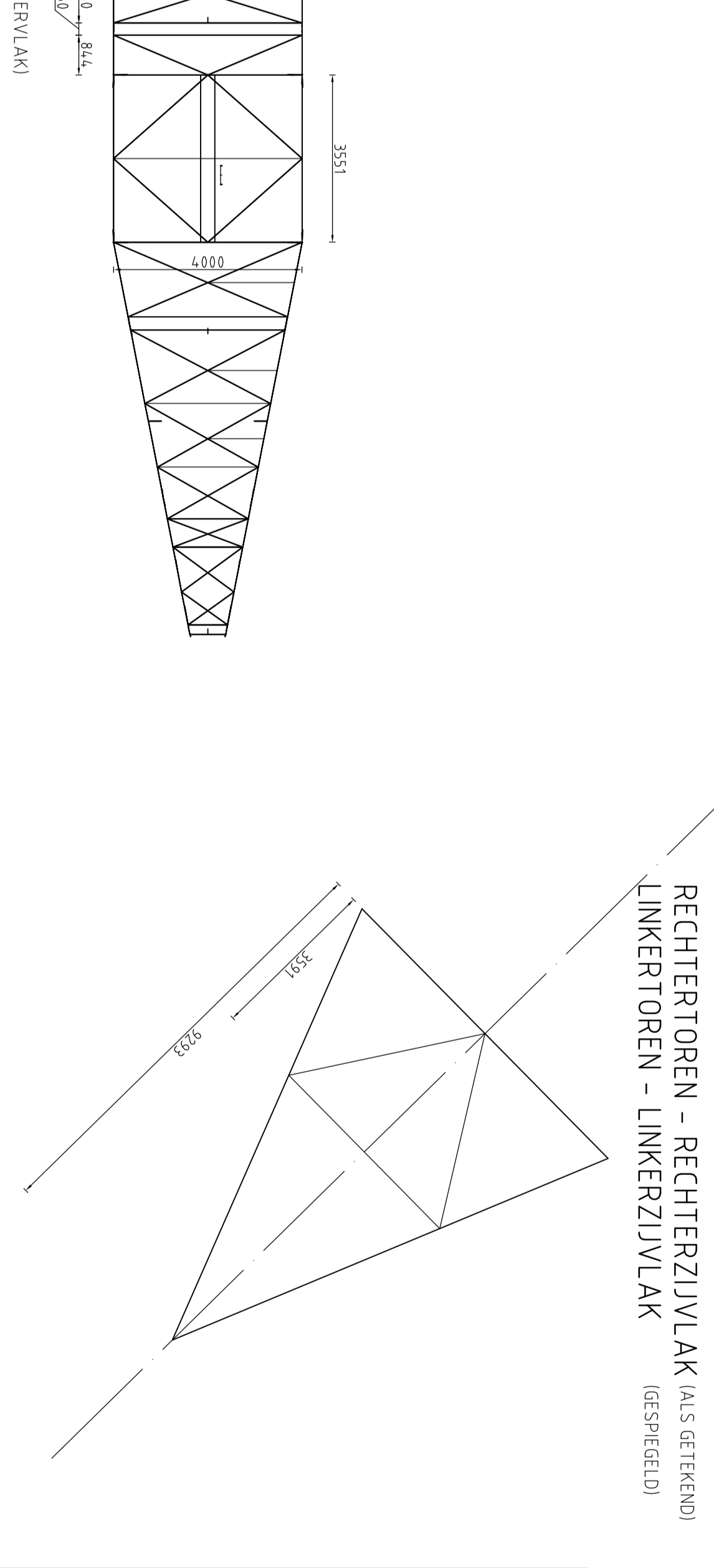
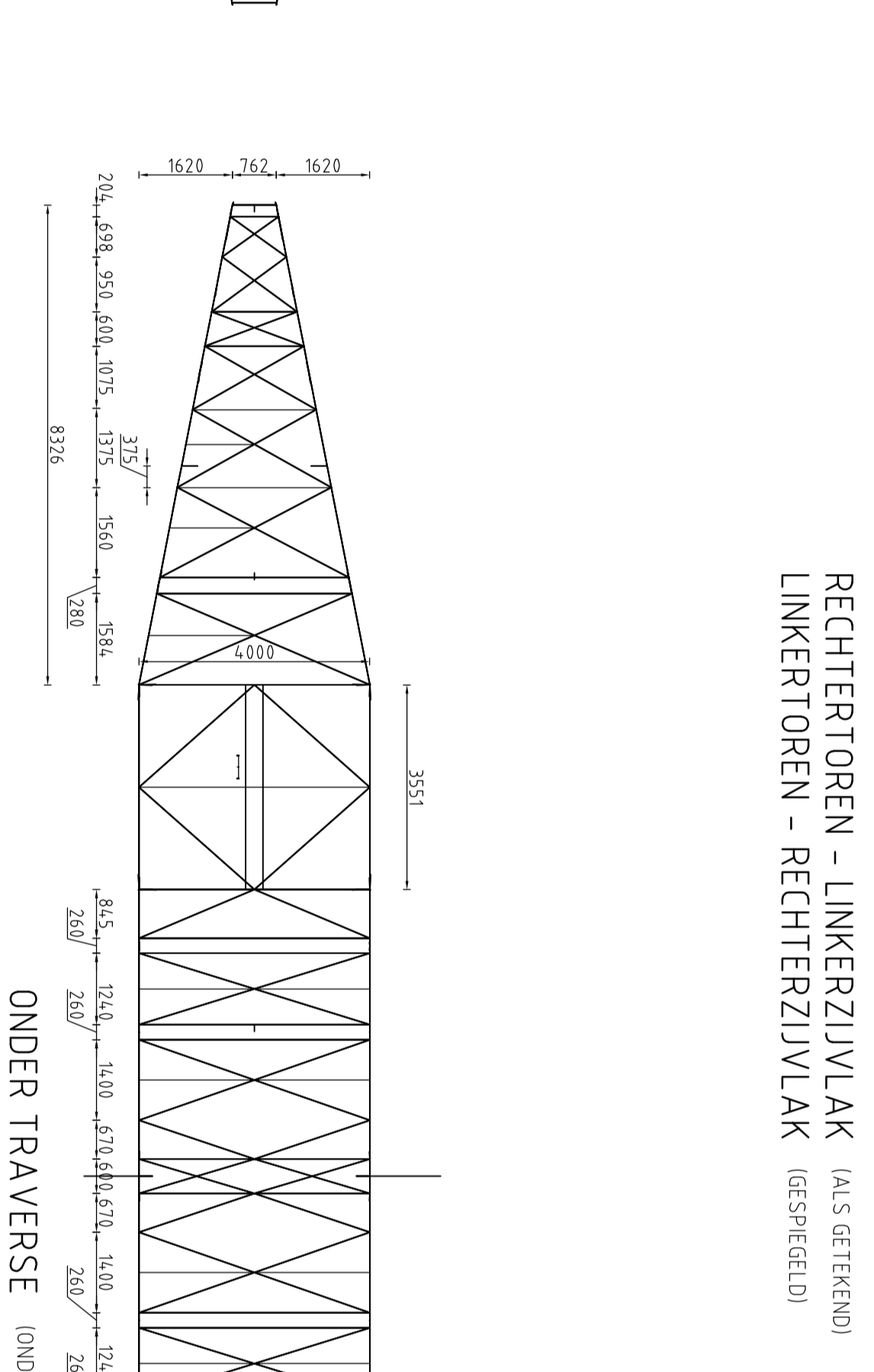
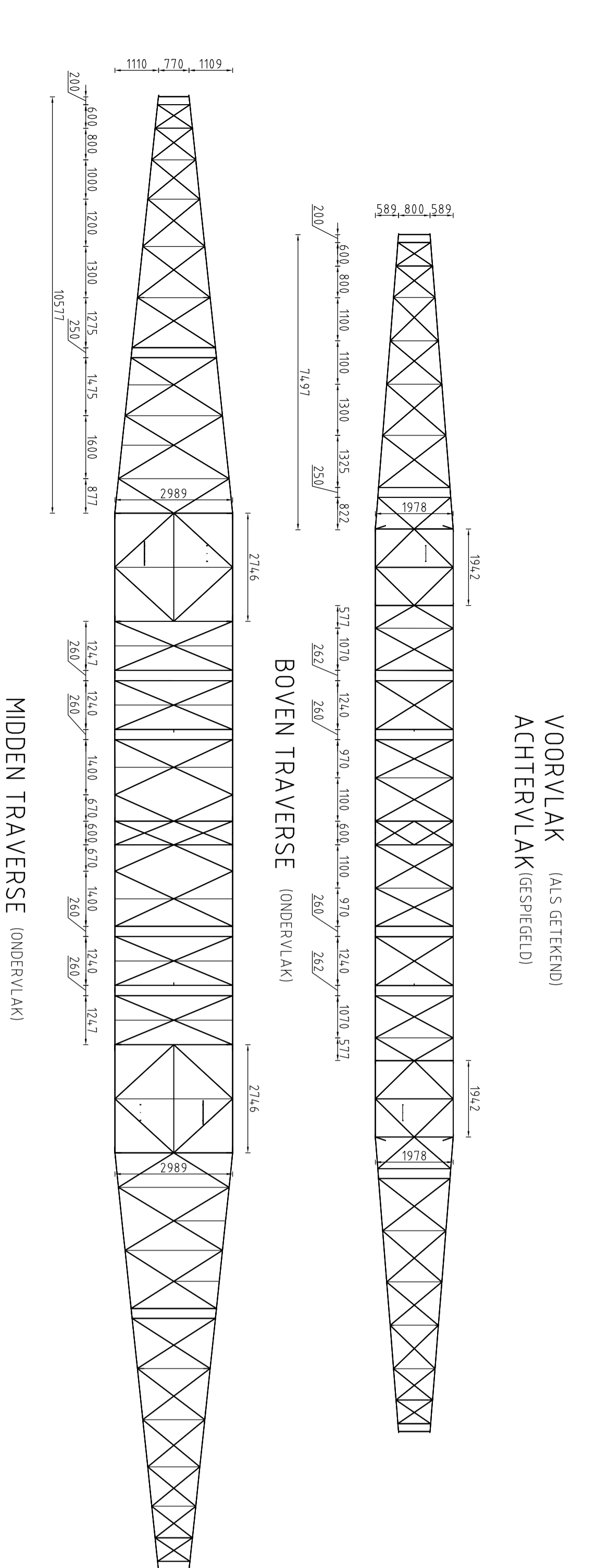
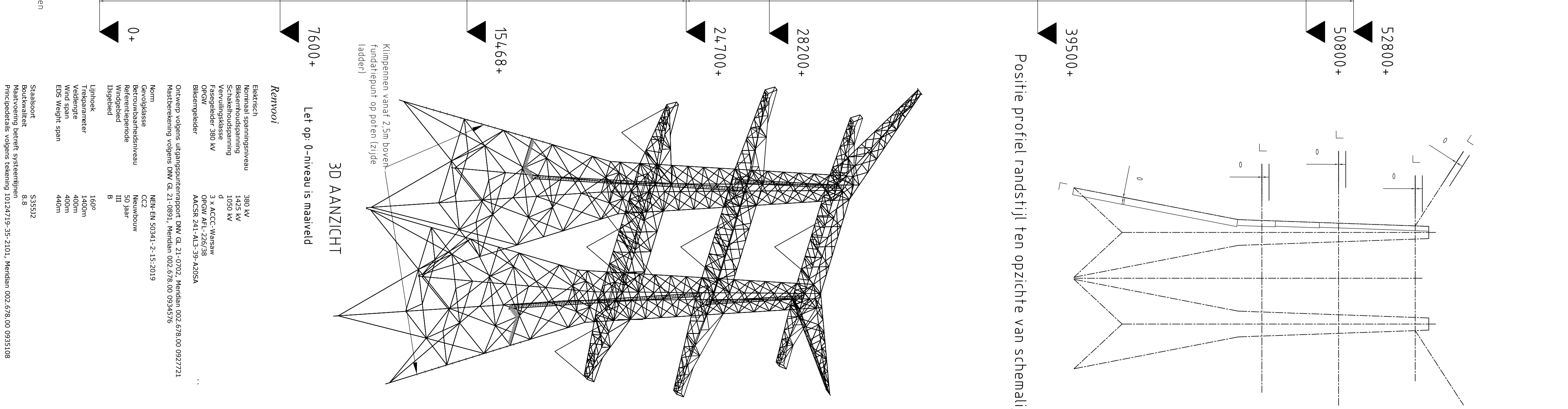
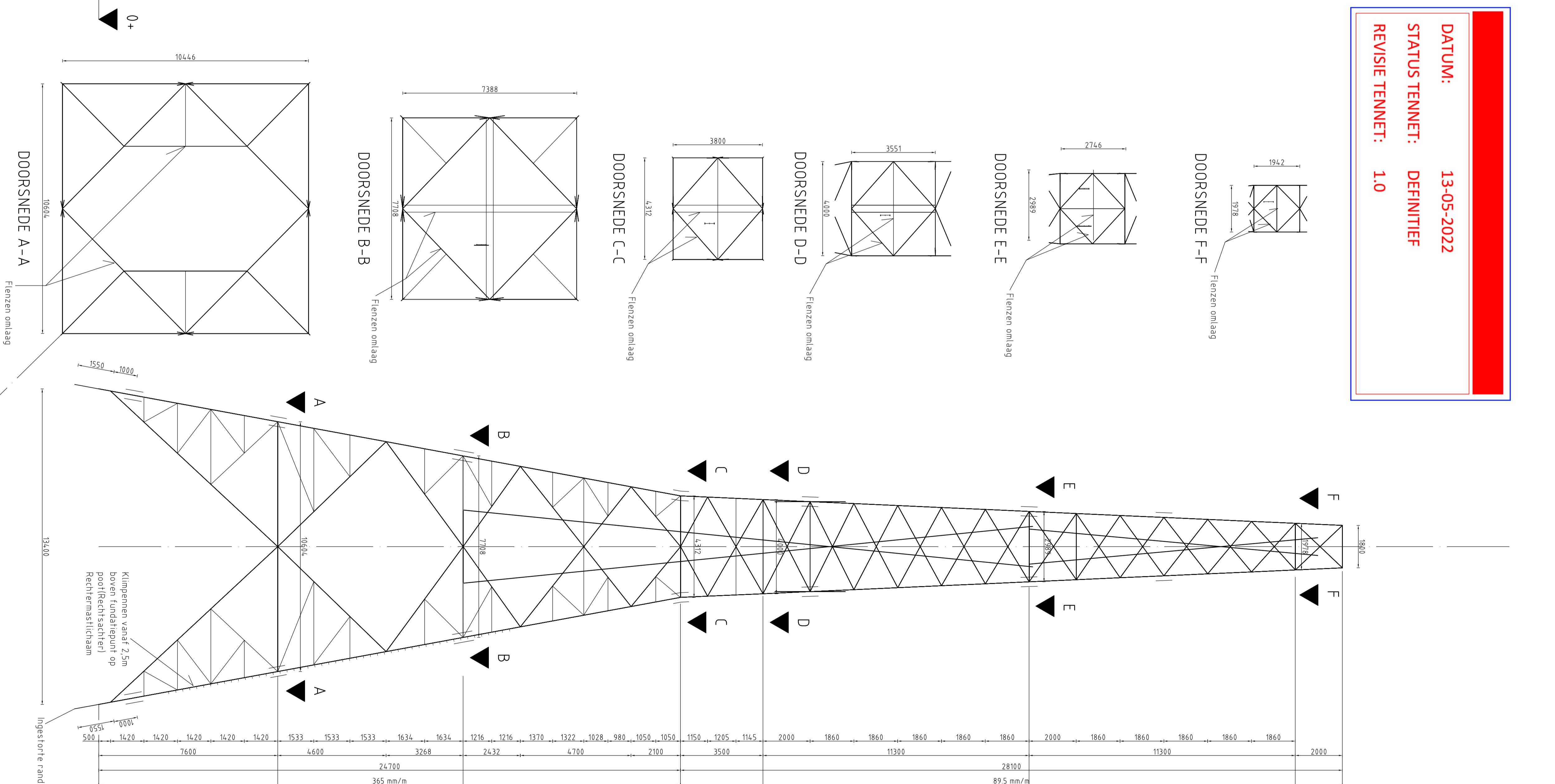
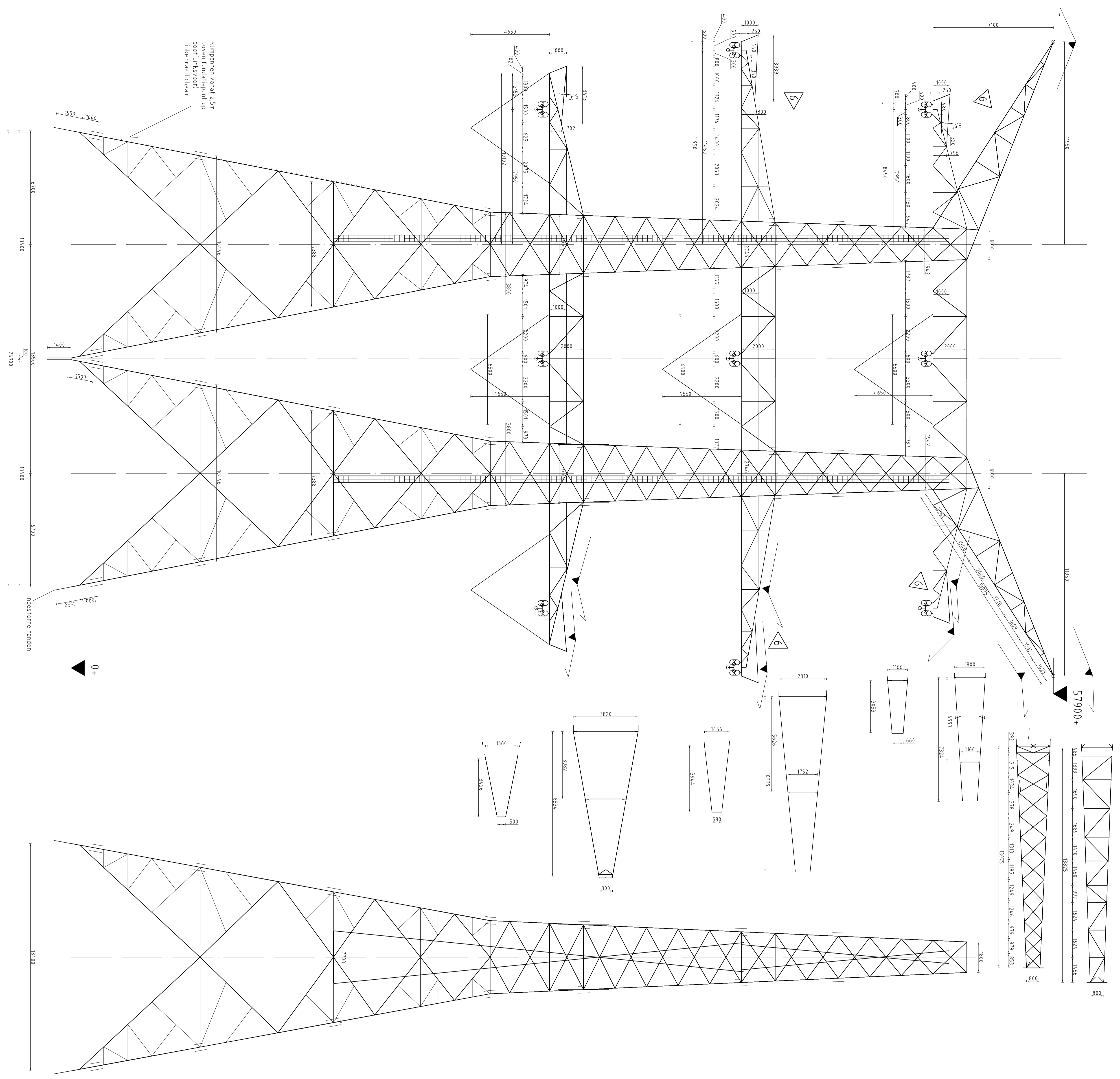
380kV reconstructiemasten (masten 58N en 59N)

C.11 Mastbeeldtekening hoekmast

380kV reconstructiemasten (masten 58N en 59N)

C.11 Mastbeeldtekening hoekmast

DATUM: 13-05-2022
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0



№	Revisie	Wijziging	Datum
1	1.0	Definitief	13-05-2022

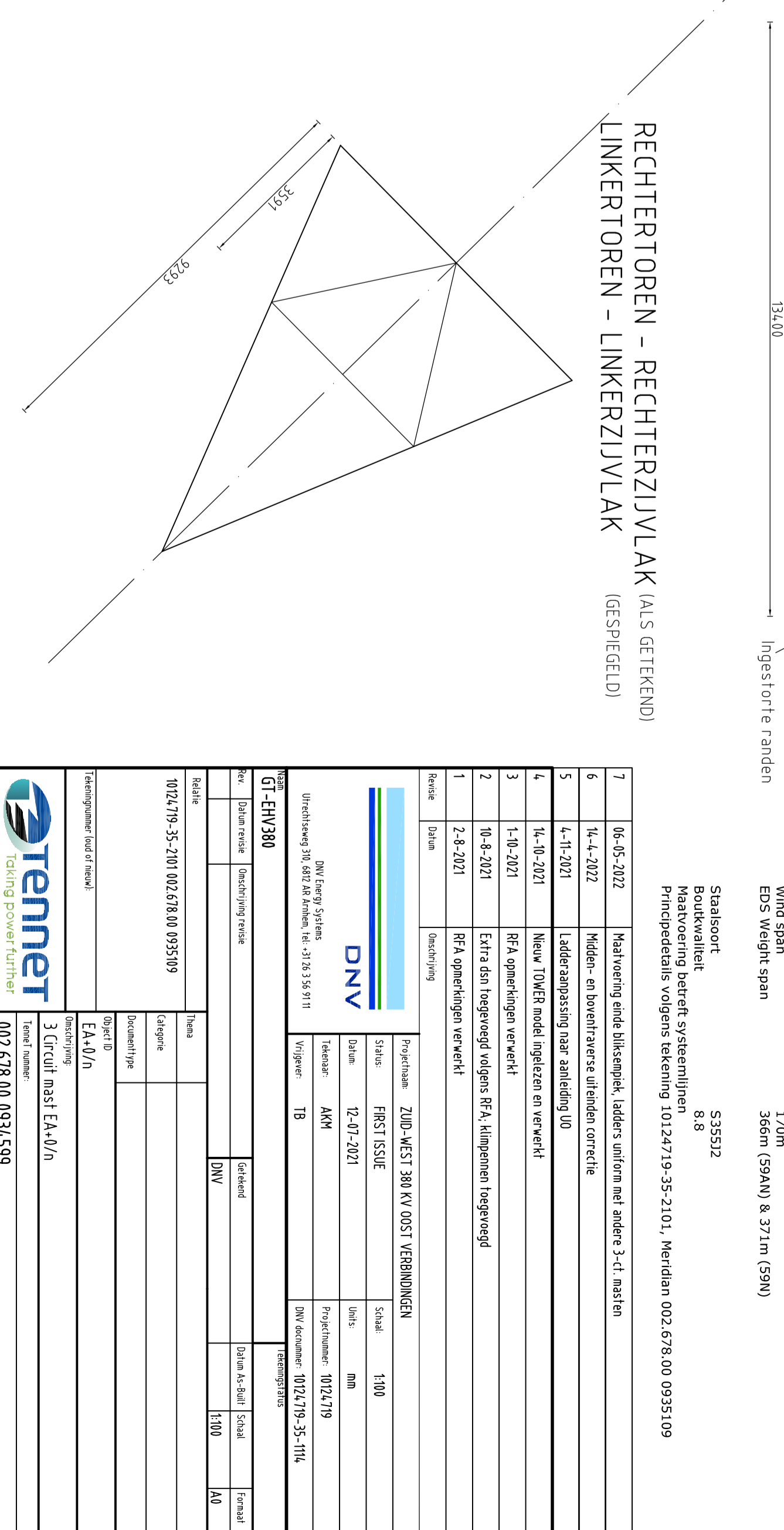
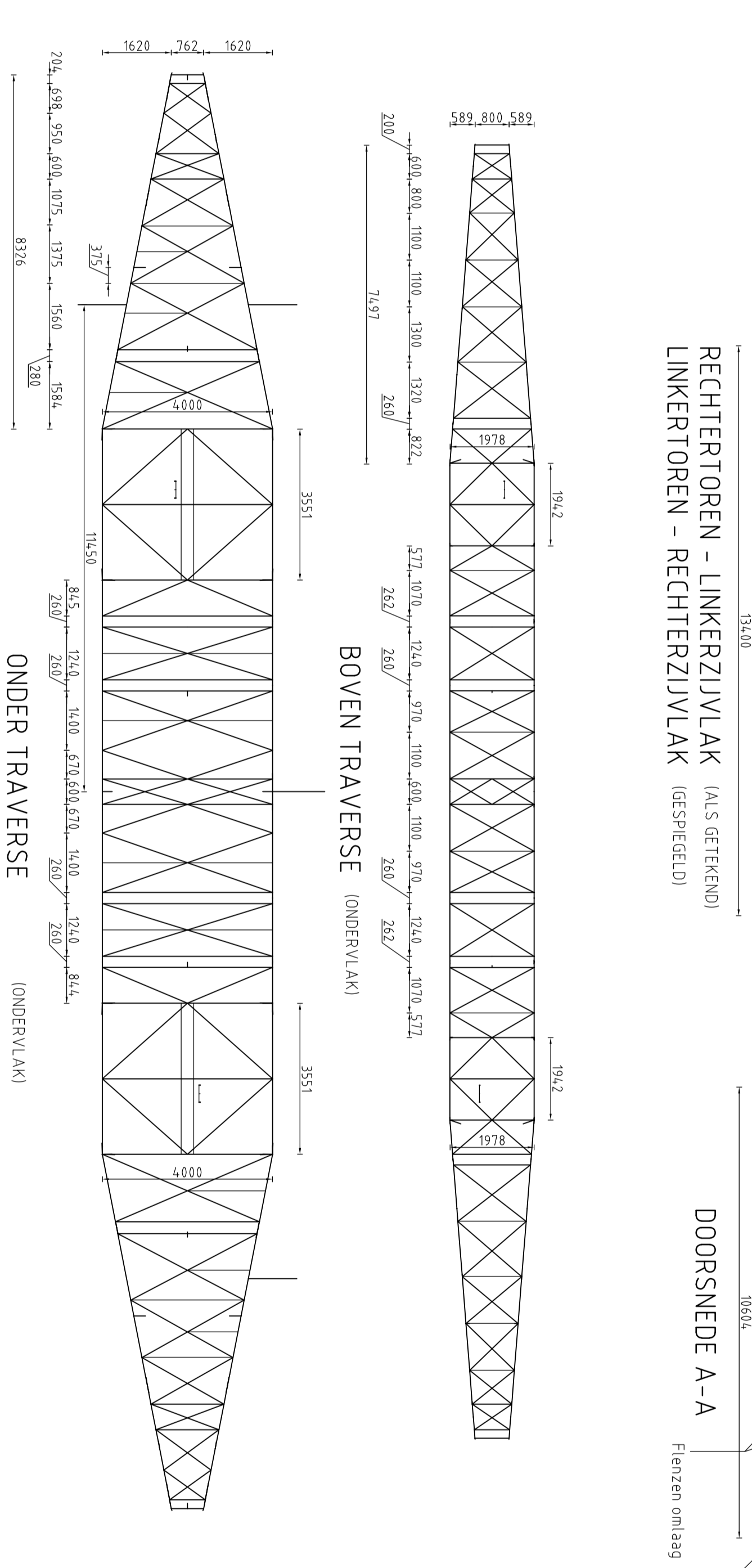
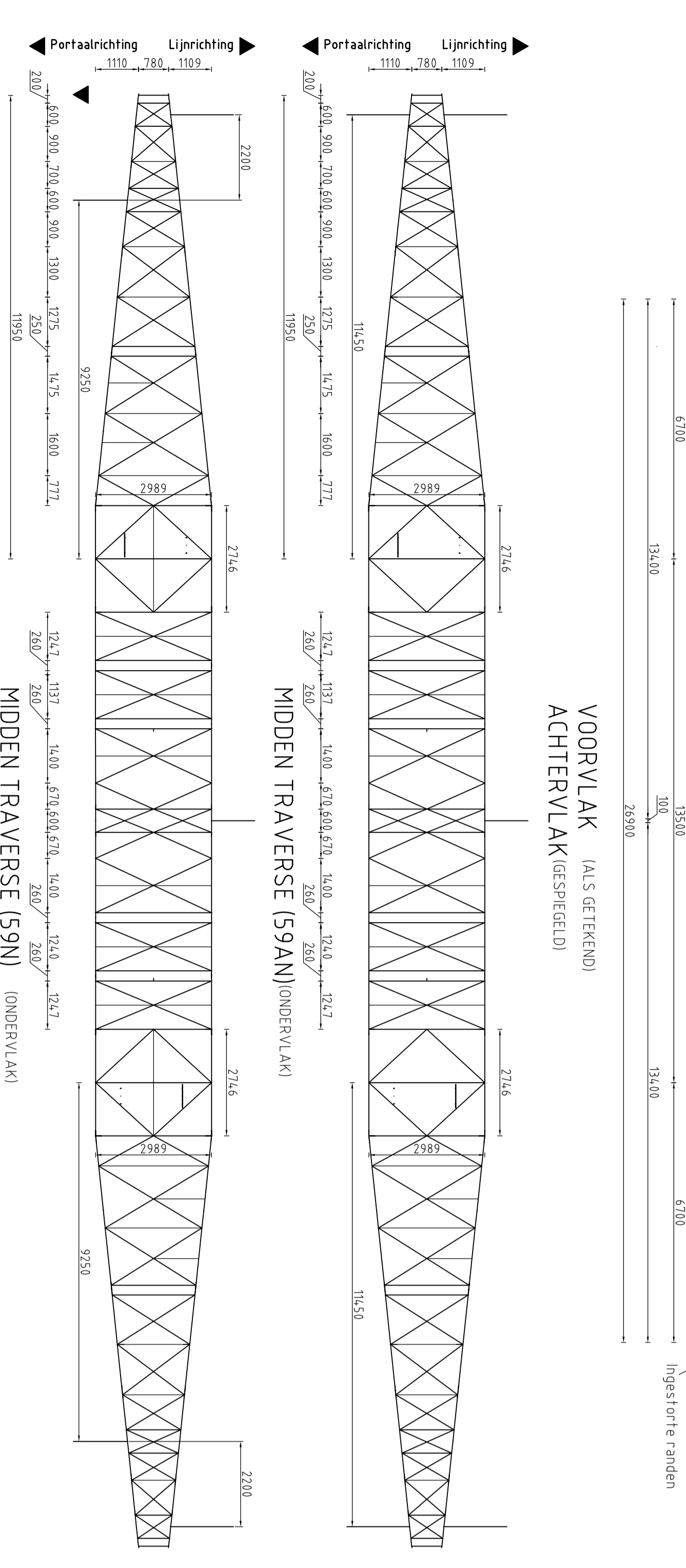
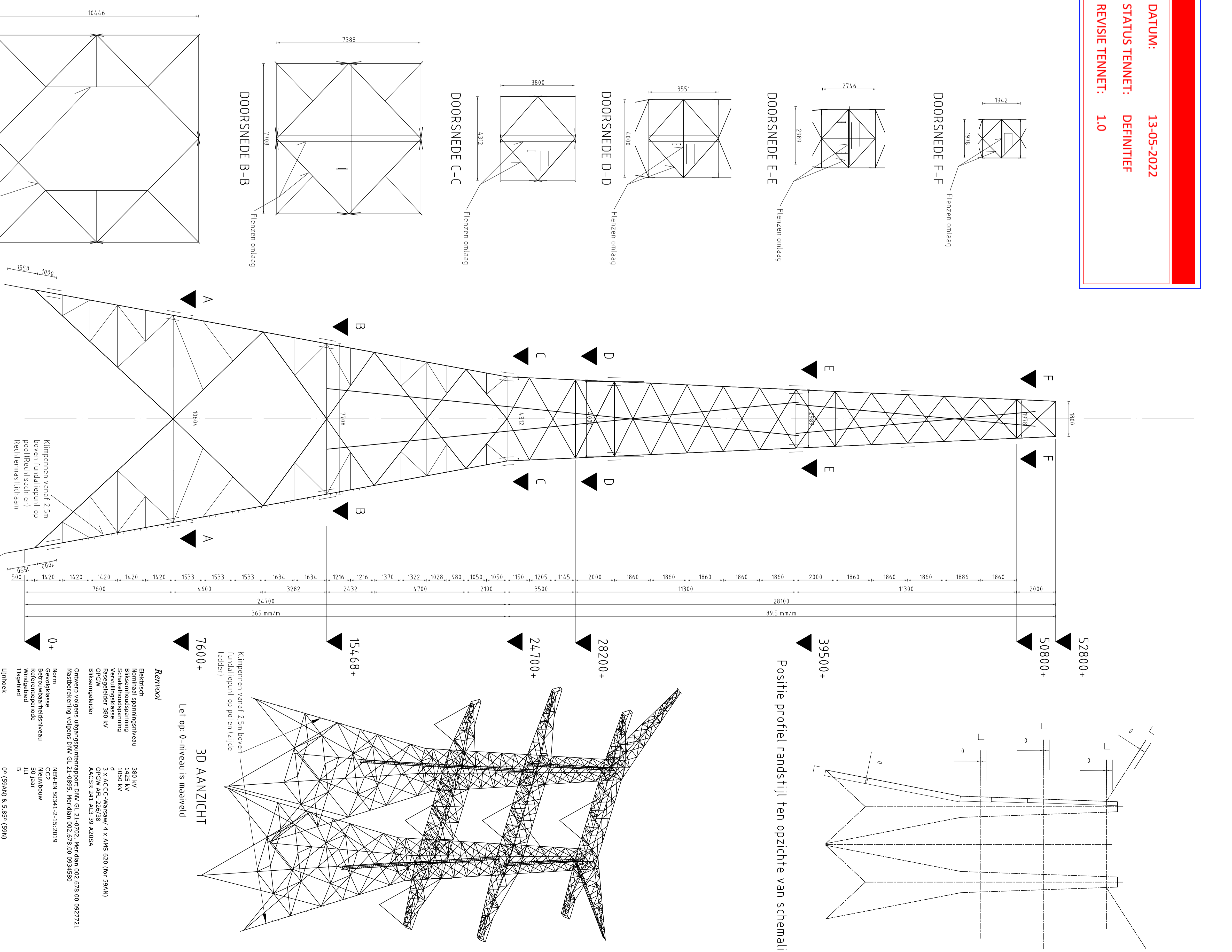
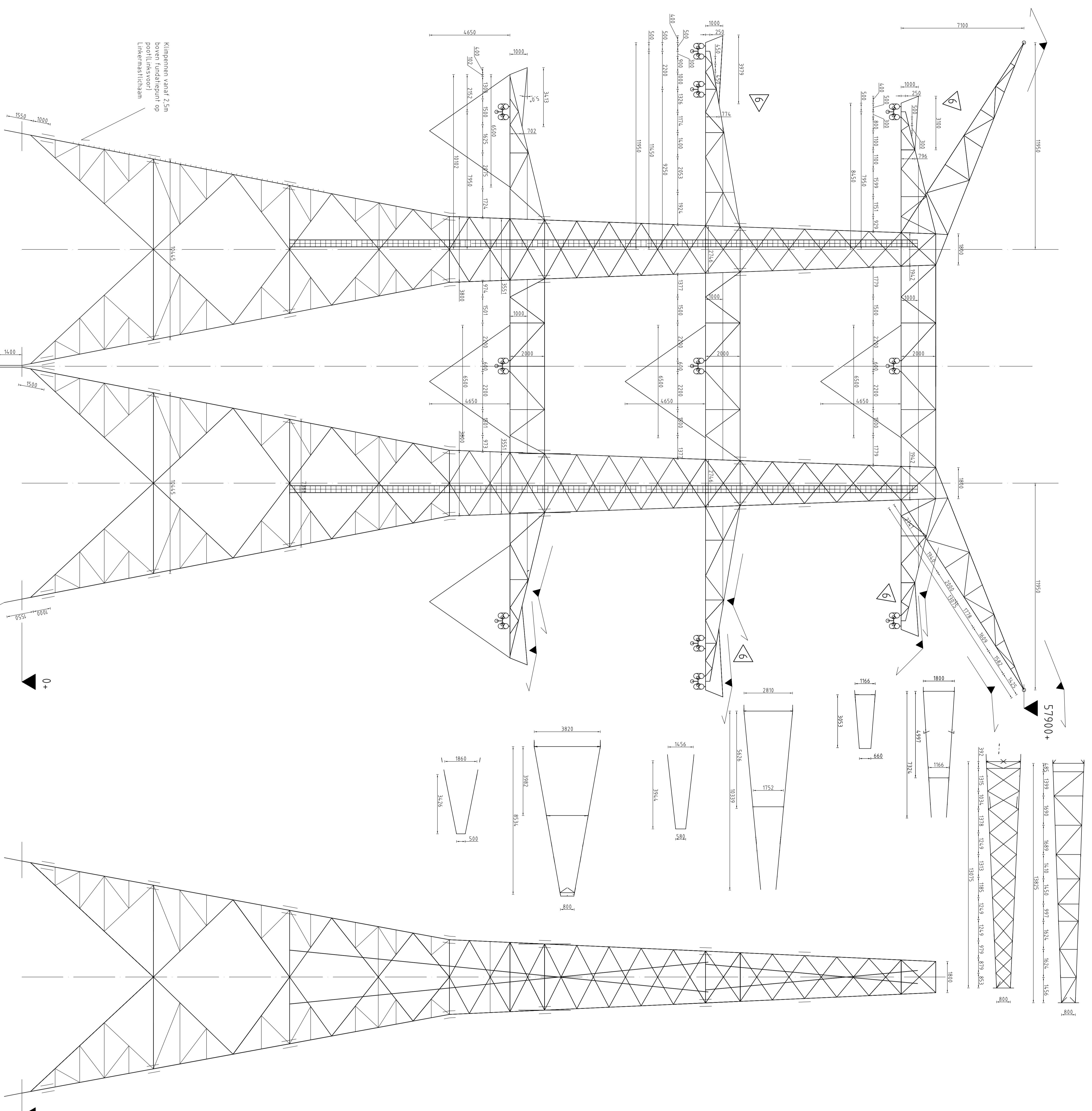
№	Revisie	Wijziging	Datum
1	1.0	Definitief	13-05-2022

№	Revisie	Wijziging	Datum
1	1.0	Definitief	13-05-2022

№	Revisie	Wijziging	Datum
1	1.0	Definitief	13-05-2022

C.12 Mastbeeldtekening eindmast

DATUM: 13-05-2022
STATUS TEGENET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

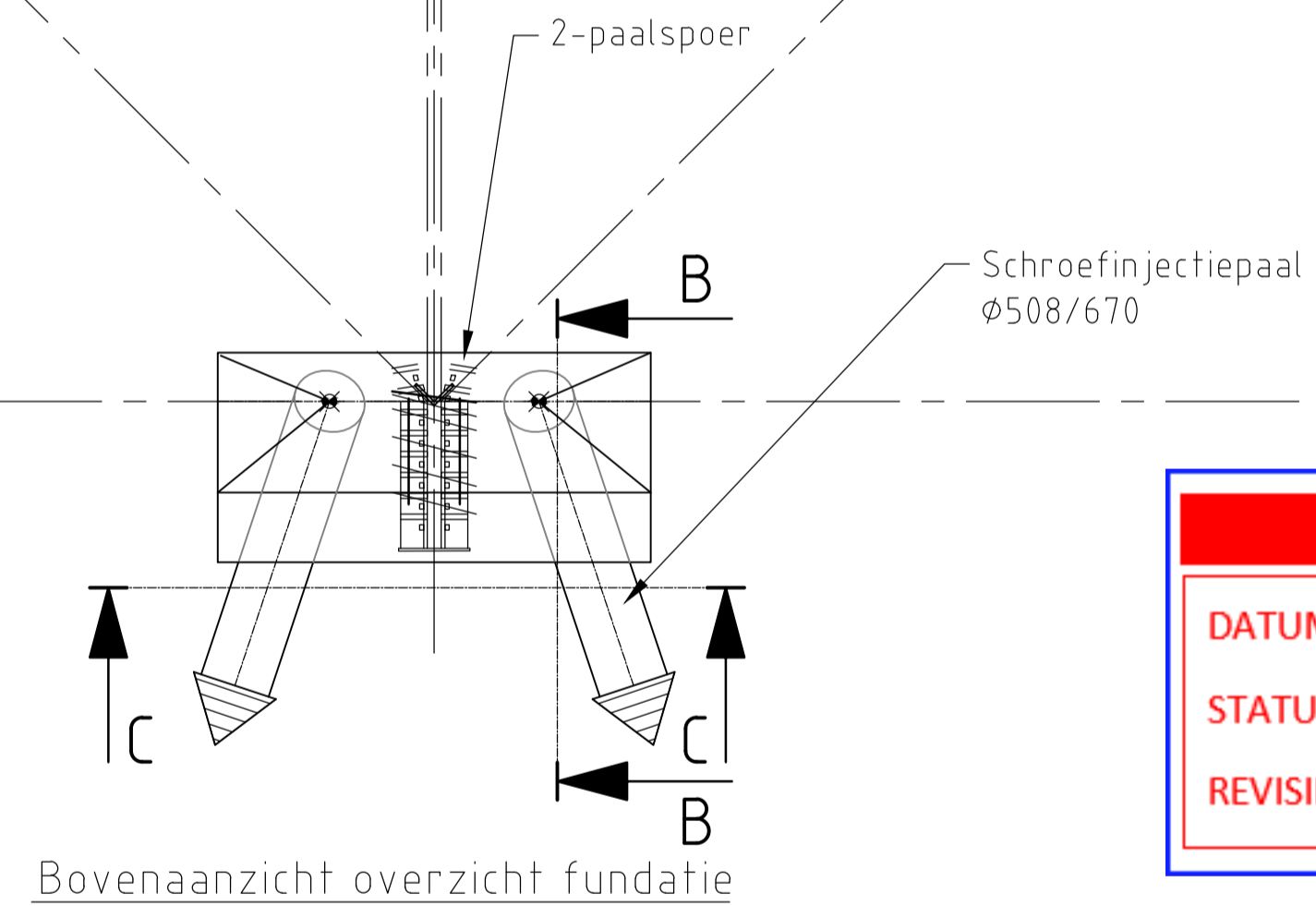
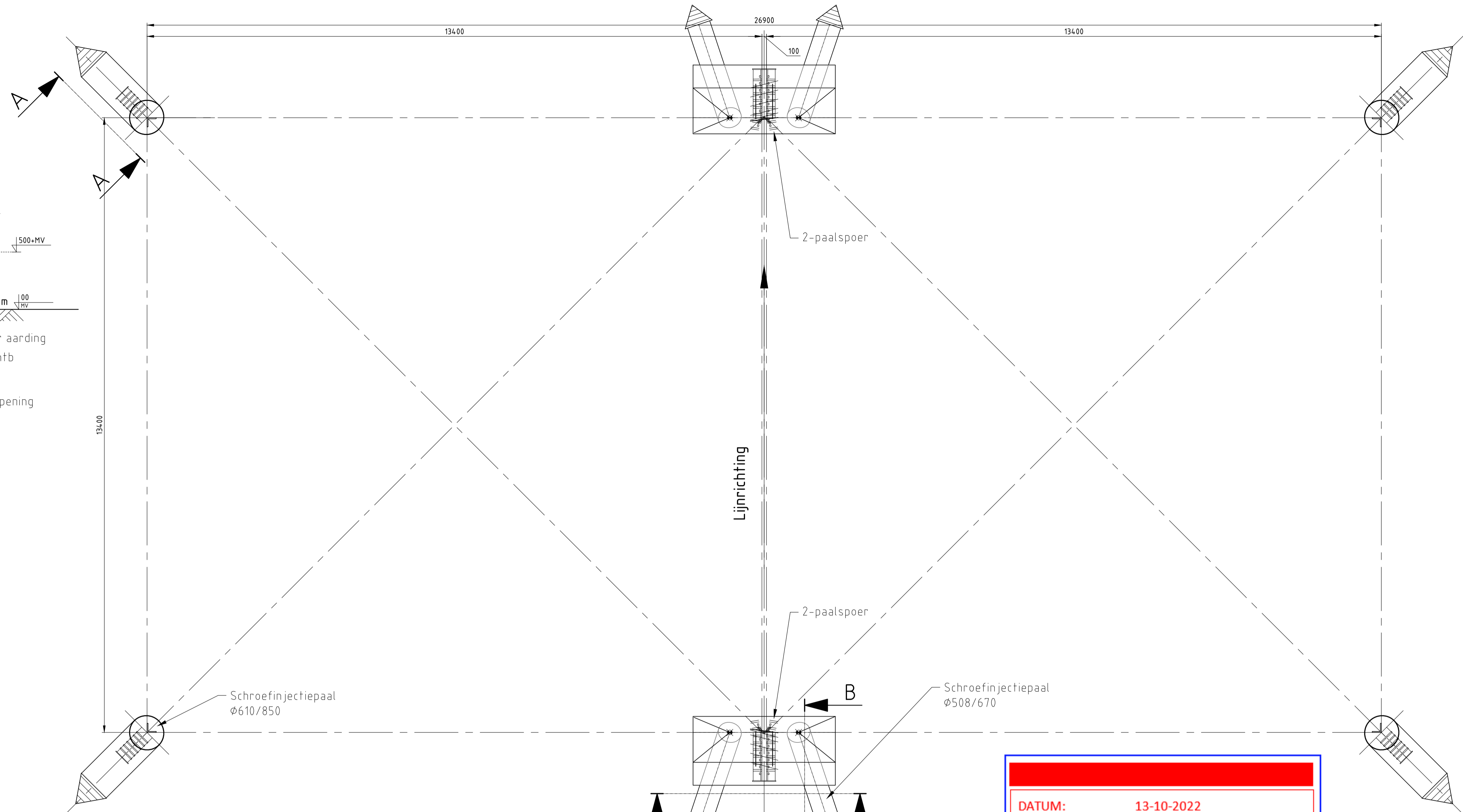
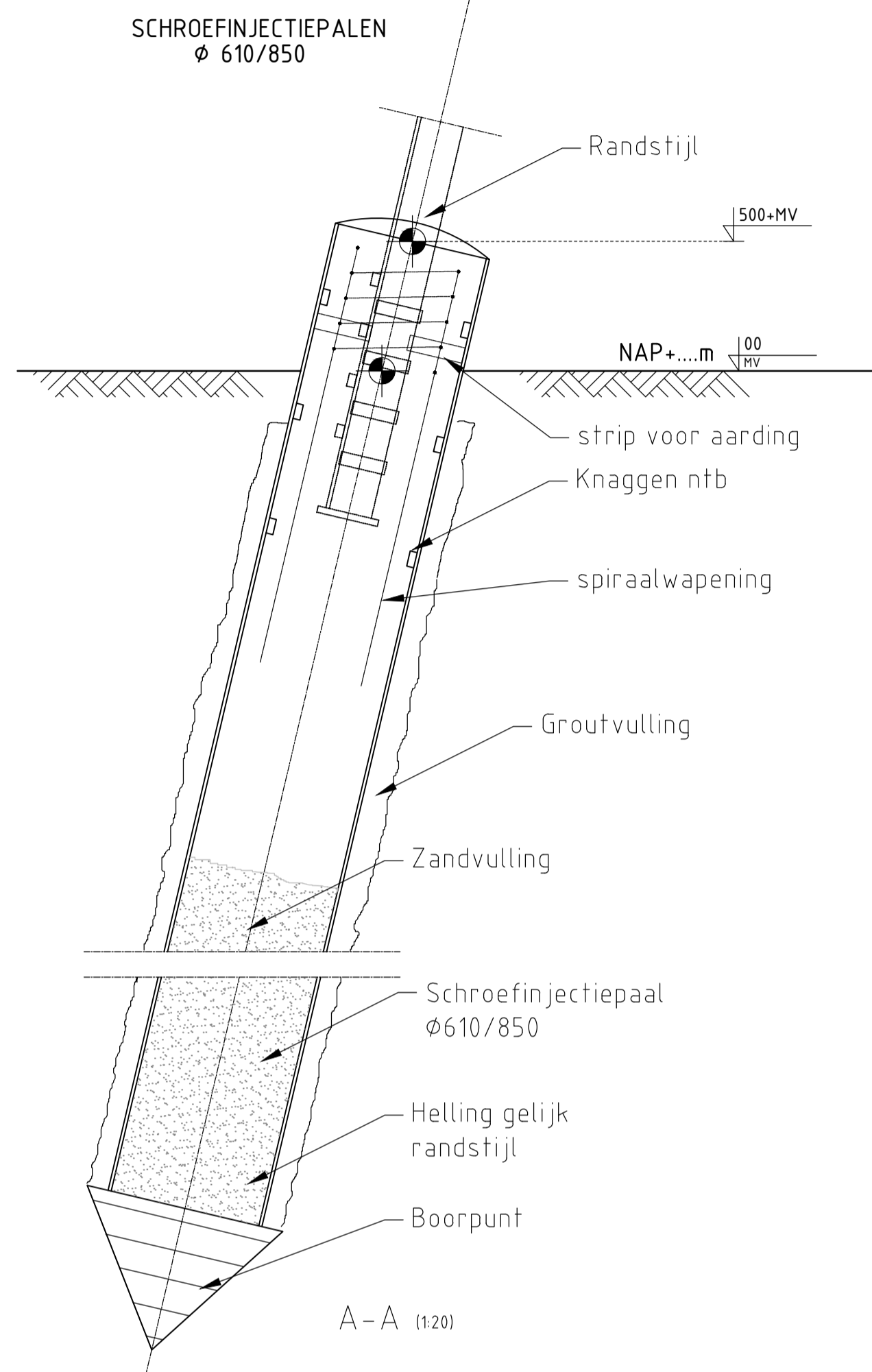


№	Datum	Wijziging	Uitvoerder	Goedgekeurd
1	13-05-2022	Definitief		
2	13-05-2022	Revisie		
3	13-05-2022	Revisie		
4	13-05-2022	Revisie		

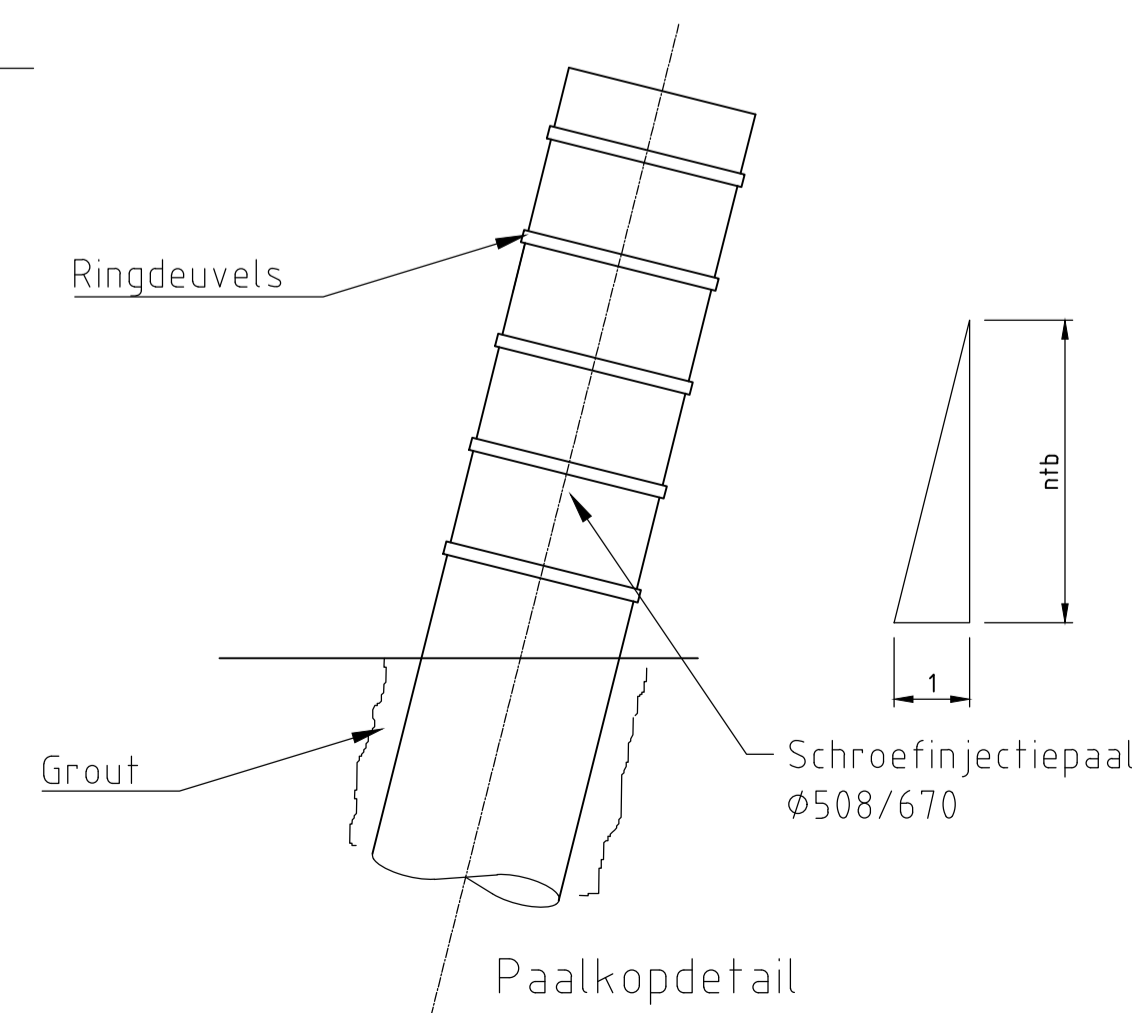
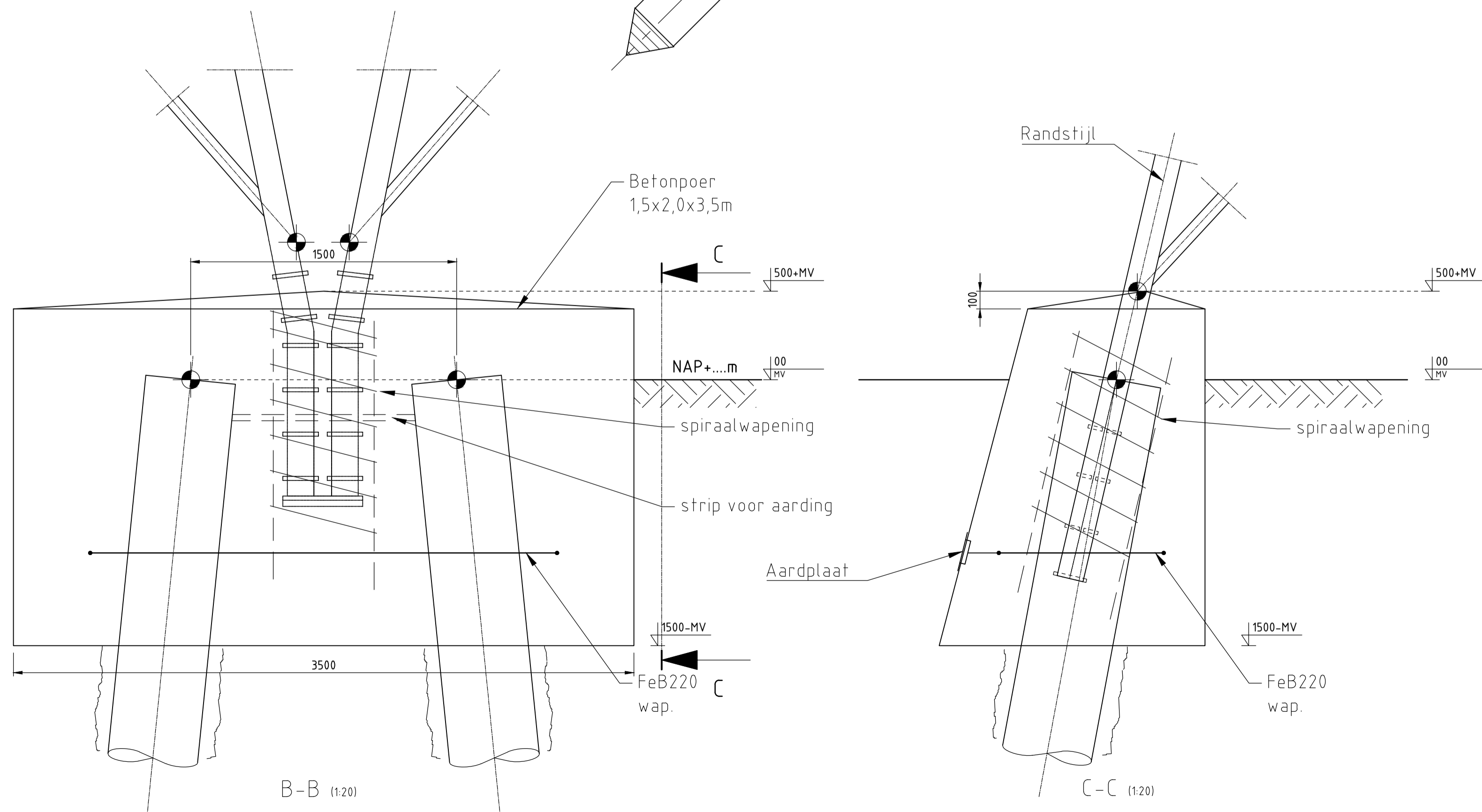
№	omschrijving	omschrijving	omschrijving
1	13-05-2022	Definitief	
2	13-05-2022	Revisie	
3	13-05-2022	Revisie	
4	13-05-2022	Revisie	

№	omschrijving	omschrijving	omschrijving
1	13-05-2022	Definitief	
2	13-05-2022	Revisie	
3	13-05-2022	Revisie	
4	13-05-2022	Revisie	

C.13 Fundatietekening hoekmast



DATUM: 13-10-2022
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0



PAALTYPE	MASTTYPE = NRS	DO-RAPPORTAGE
SI Ø	HA-O : 42N, 48N, 50N, 53N	002.678.00 0..... 21..... DNV Uitgangspunten DD Reconstructiemasten
	HB-O : 45N, 58N	002.678.00 0..... 21..... DNV Rapportage fundatie 3ct-hoekmasten
	HC-O : 47N	
	EA-O : 53N	
UITGANGSPUNTEN	Betonsorte/klasse C30/37	DO-FASE
	Milieuklasse XC4/XF3	Afmetingen indicatief in DO-fase
	Wapeningsstaal B500B, B220	Paalafmeting definitief in UD-fase
	Staalwaaier S355J2H	Paalpuntniveau definitief in UD-fase
	Gevolgklasse CC2	Paallengte en paaltype afhankelijk van sonderingen en locatie
	Ontwerplevensduur 100 jaar	
Aarding	- Koppelstrip lassen tussen randstijl en wand stalen buispaal	

0	02-12-2021	Eerste uitgave	Projectnaam	ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN	Schaal	150 (1:20)
Revisie	Datum	Omschrijving	Status	FIRST ISSUE	Units	mm
			Datum	26-11-2021	Projectnummer	10124719
			Tekenaar	DMR	DNV document	10124719-32-1072
			Vrijgever	MRE		
			Projectnaam	ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN		
			Status	FIRST ISSUE		
			Datum	26-11-2021		
			Tekenaar	DMR		
			Vrijgever	MRE		
			Projectnummer	10124719		
			DNV document	10124719-32-1072		
			Rekeningstatus			
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Geleend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
			DNV		150 (1:20)	A1
Relatie			Thema			
10124719-35-1108 002.678.00 0934593			Fundatie			
			Categorie			
			Documenttype			
			Object ID			
			Hoekmast			
			Omschrijving			
			Fundatie tekening hoekmast 3ct			
			Tennef nummer			
			002.678.00 0958876			

D Kabelverbinding

D.1 Vergunningsrapportage kabelkruisingen

D Kabelverbinding

D.1 Vergunningsrapportage kabelkruisingen

Kruising 3 HDD's met provinciale weg N260 en natuurgebied Huis ter Heide

Vergunningsrapport provincie Brabant



Verantwoording

Titel: Kruising 3 HDD's met provinciale weg N260 en natuurgebied Huis ter Heide
Onderwerp: Vergunningsrapport provincie Brabant
Projectnummer: 51001237
Klant: TenneT
Referentienummer: NL22-648800269-23052
Versie: D1

Datum: 29-04-2022

Auteurs:

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

Paraaf vrijgegeven:

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	5
1.1	Situatie.....	5
1.2	Leeswijzer.....	6
2.	Uitgangspunten	7
2.1	Gebruikte documenten	7
2.2	Vigerende normen en richtlijnen.....	7
2.3	Minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen.....	7
2.4	Diepteligging.....	8
2.5	Inwendige overdruk	9
2.6	Grondwaterstand	9
2.7	Belasting- en ondersteuningshoek	9
2.8	Importatiefactor.....	9
2.9	Geotechnische parameters	9
2.10	Boortechnische gegevens	11
2.11	Verkeersbelasting.....	11
2.12	Afwijkingstoleranties	11
3.	Ontwerp	12
3.1	Gegevens HDD	12
3.2	Boorparameters.....	13
3.3	Intredepunt	13
3.4	Uittredepunt en uitlegstrook	13
4.	Berekeningsresultaten.....	16
4.1	Trekkrachtberekening.....	17
4.2	Sterkteberekening bedrijfsfase.....	17
4.3	Muddrukberekening.....	17
4.4	Implosie	18
4.5	Kwelweg	18
4.5.1	Kwel uit het eerste watervoerende pakket	18
4.5.2	Kwel tussen de peilgebieden.....	19
4.5.3	Kwelmaatregelen.....	19
5.	Risico's en aandachtspunten	20
6.	Conclusie	21
6.1	Algemeen	21
6.2	Uitkomsten ontwerp en berekening.....	21
	Bijlage 1 – Ontwerptekening.....	22

Bijlage 2 – Geotechnisch onderzoek 23
Bijlage 3 – Berekening D-Geo Pipeline 24

1. Inleiding

TenneT is voornemens om delen van de bovengrondse 150 kV-verbindingen binnen het projectgebied van Zuid-West 380 kV Oost ondergronds te verkabelen. Het projectgebied loopt vanaf Rilland aan de westzijde tot aan Tilburg aan de oostzijde. Bij het ondergronds brengen van de kabels moeten circa 45 kruisingen sleufloos worden uitgevoerd door middel van horizontaal gestuurde boringen (HDD's) en persingen.

Dit rapport betreft de kruising met de provinciale weg N260 bij Tilburg-West. De kruising (met codering TBW-HDD3) is vergunningsplichtig bij provincie Brabant. Het ontwerp en de berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN 3650:2020, NEN 3651:2020 en de Richtlijn Boortechnieken.

1.1 Situatie

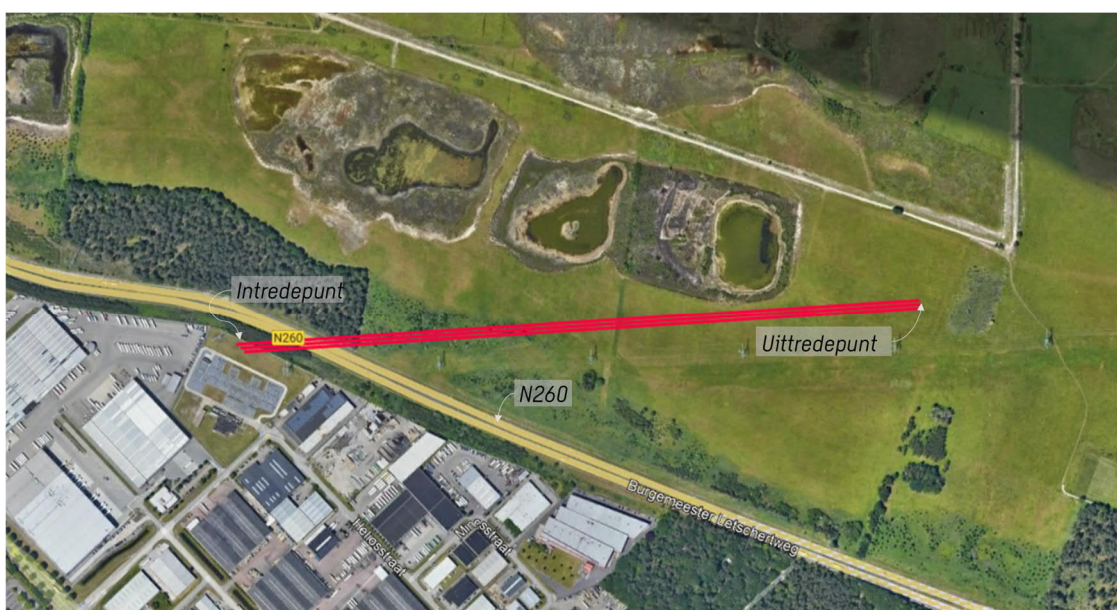
Het tracé van de 3 te realiseren HDD's start ten westen van de N260 bij het 150kV-hoogspanningstation Tilburg West en eindigt in natuurgebied Huis ter Heide ten oosten van de N260 (zie



Figuur 1). Het tracé ligt parallel met de 150 kV mastenroute Tilburg-Noord – Tilburg-West. Het tracé bestaat uit drie 150kV-circuits, waardoor drie afzonderlijke parallelle HDD-bundels moeten worden gemaakt. Per HDD bestaat één bundel uit vier mantelbuizen PE100 Ø315 mm SDR 11. In drie van

de mantelbuizen wordt een hoogspanningskabel ingetrokken en één mantelbuis is beschikbaar als reserve.

De drie HDD's liggen naast elkaar, met een dagmaat van 5 meter tussen de boorgaten. De HDD's hebben een lengte van circa 1036 m en een maximale diepte van NAP -10,0 m (hart van de boring). De drie HDD's kruisen van west naar oost: een sloot, een geluidsmuur bestaande uit bosschages, een sloot, de N260, een sloot en komt boven in natuurgebied Huis ter Heide. Daarnaast worden diverse laag- en middenspanningskabels gekruist. De N260 is in beheer van de provincie Noord-Brabant en het natuurgebied is in beheer bij Natuurmonumenten.



Figuur 1 Overzicht situatie TBW HDD3

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat de uitgangspunten, hoofdstuk 3 het ontwerp en de berekeningen, hoofdstuk 4 bevat de berekeningsresultaten, hoofdstuk 5 de risico's en aandachtspunten en hoofdstuk 6 de conclusies. Als bijlagen zijn toegevoegd de ontwerptekening, grondgegevens en de berekeningen.

2. Uitgangspunten

2.1 Gebruikte documenten

Bij het opstellen van de berekeningen is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- Ontwerptekening van TBW HDD3, tekeningnummer TBW-HDD3 versie C/D, d.d. 29-04-2022 opgesteld door Sweco (bijlage 1);
- Geotechnisch onderzoek uit Dinoloket (bijlage 2);
- Maaiveldhoogten zijn ontleend aan de Algemene Hoogtekaart van Nederland (AHN-3);
- KLIC-levering 22O056318 opgevraagd d.d. 28-04-2022;
- Peilbesluiten waterschap Brabantse Delta, geraadpleegd d.d. 19-0-2022, website:
<https://wsbd.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=d6037ee85e784521be739b8ae5b38f7d>.

2.2 Vigerende normen en richtlijnen

Het ontwerp van de boring voldoet aan:

- NEN 3650:2020;
- NEN 3651:2020;
- Keur en leggers van waterschap Brabantse Delta;
- Richtlijn boortechnieken juni 2019 v1.0;
- Handboek Horizontaal Gestuurd Boren (BTL-rapport 50);
- Regeling veranderen en gebruiken van wegen Noord-Brabant 2013:
https://www.brabant.nl/actueel/regelingen/cvdr296281_2.

2.3 Minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen

- NEN 3650-1: 2020, bijlage F.4.3 stelt: De afstand (dagmaat) tussen een parallelleiding of -boring moet minimaal 5 m bedragen, tenzij wordt aangetoond dat een kleinere afstand toelaatbaar is.

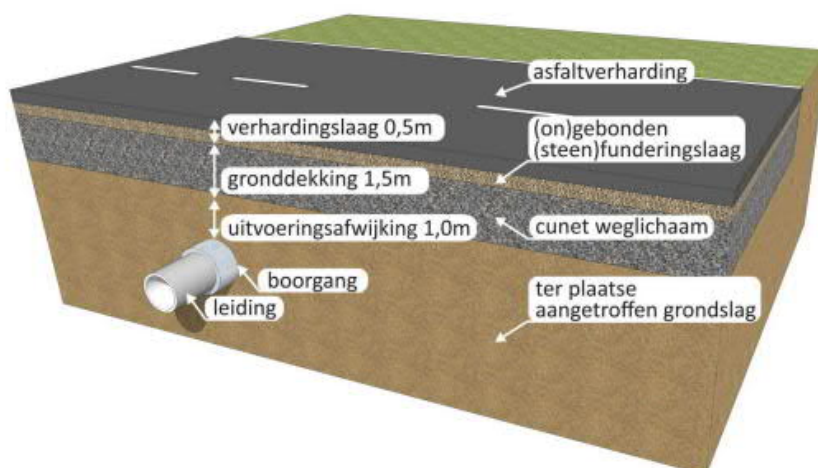
- De minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen conform de Richtlijn Boortechnieken is:
 - o De minimale dagmaat bij een kruising met een bestaande HDD-boring is 5,0 meter, onafhankelijk van de grondslag;
 - o De minimale dagmaat in zandgrond bij parallelligging tot een bestaande HDD-boring is 5,0 meter;
 - o De minimale dagmaat in klei-/veengrond bij parallelligging tot een bestaande HDD-boring is 10,0 meter;
 - o Bij gelijktijdige uitvoering van meerdere HDD-boringen is het risico op schade minder groot omdat de ligging onderling beter bekend is en omdat kabels en leidingen nog niet in bedrijf zijn. In deze situatie kan de onderlinge dagmaat verkleind worden, zodanig dat stuurcorrecties onbelemmerd kunnen plaatsvinden. De vergunningaanvrager dient een afwijkende dagmaat te onderbouwen, waarbij aantoonbaar wordt gemaakt dat er geen risico ontstaat voor het rijkswaterstaatswerk.

De Richtlijn is specifiekier dan de NEN 3650, voor het ontwerp houden we daarom de Richtlijn Boortechnieken aan. Omdat de HDD's volledig in het zand liggen is een dagmaat van 5 m als uitgangswaarde genomen. De HDD's zullen daarnaast met een gyroscoop geboord worden, zodat de afwijkingen minimaal zijn.

2.4 Diepteligging

De diepteligging dient aan de volgende eisen te voldoen:

- De HDD's dienen een minimale gronddekking te hebben ter plaatse van de verharding van minimaal 3 meter (in cohesieve grond) (Richtlijn Boortechnieken v1.0 juni 2019, NEN3650-1 par. F4.2 en NEN 3651 par. 8.1.5)
 - o Bij de provinciale weg liggen de HDD's dieper dan 19 m ten opzichte van maaiveld.



- Het intredepunt van de HDD's ligt nabij een watergang. Voor de kruising met watergang dient een dagmaat afstand van 2 m onder de waterbodem aangehouden te worden.

- De HDD's kruisen watergang nabij het intredepunt met een dagmaat afstand van circa 4 m. Dit voldoet aan de eisen van het waterschap.
- Op 12 m afstand van het intredepunt kruisen de HDD's een middenspanningskabel met een dagmaat afstand van circa 1,79 m. Voor de uitvoering van de HDD's dient de middenspanningskabel in het werk te worden opgezocht zodat de exacte locatie van de kabel bekend is.
- Voor kruising met overige kabels en leidingen wordt een dagmaat van 5 meter aangehouden conform de eisen van de VELIN.

2.5 Inwendige overdruk

Het betreft mantelbuizen. Er is dus niet gerekend met inwendige overdruk.

2.6 Grondwaterstand

De grondwaterstand is ontleend uit de data van DINO-loket. De grondwaterstand fluctueert gedurende het jaar en bedraagt gemiddeld circa NAP +8 m.

2.7 Belasting- en ondersteuningshoek

Conform NEN3650-1:2020 paragraaf C.4.1.3 bedraagt voor een HDD de:

- belastingfactor voor trekkracht : 1,8;
- belastinghoek : 30°;
- ondersteuningshoek : 30°.

2.8 Importantiefactor

Voor de HDD is conform paragraaf 6.5 van NEN 3651 een importantiefactor van 1,0 gehanteerd.

2.9 Geotechnische parameters

De geotechnische gegevens en parameters gebruikt zijn gebaseerd op grondonderzoek uit Dinoloket en uit de Sweco-database met historisch grondonderzoek. De ID-nummers, dieptes en de afstanden tot het boortracé van de gebruikte boringen en sonderingen staan in Tabel 2-1. De volledige boringen en sonderingen staan in bijlage 2 van deze rapportage. Op basis van dit grondonderzoek heeft Sweco een maatgevend bodemprofiel langs het geplande boortracé opgesteld. Dit bodemprofiel is gecontroleerd met behulp van het 3-D ondergrondmodel GeoTOP. Dit is een model van de grondlagen in de Nederlandse ondiepe ondergrond, opgesteld door de Geologische Dienst Nederland, onderdeel van TNO.

ID-nummer	Type	Diepte [NAP m]	Afstand tot boortrace [m]
S14	Sondering	-21	10
S15	Sondering	-21	10
S16	Sondering	-21	10

S17	Sondering	-21	10
S18	Sondering	-21	10
S19	Sondering	-21	10
S20	Sondering	-21	10
S21	Sondering	-21	10
S22	Sondering	-21	10
S23	Sondering	-21	10
S24	Sondering	-21	10
B44H0599	Boring	-1	120
B44H0600	Boring	4	220
B44H0100	Boring	-24	120
B44H0172	Boring	-170	170
B44H0437	Boring	8	220
B44H0552	Boring	9	420
B44H0281	Boring	-5	410

Uit het grondonderzoek blijkt dat de bovenkant van de vaste zandlaag zich bevindt tot aan het oppervlakte van het geplande boortracé. Op basis van de conusweerstand in de gevonden sonderingen is het zand tussen 3 m NAP en het oppervlakte geclassificeerd als los gepakt zand met daaronder matig gepakt zand. Gezien er alleen sonderingen gevonden zijn aan de westkant van het geplande boortracé kan niet met zekerheid vastgesteld worden of de grens van los tot matig gepakt zand over het gehele tracé op NAP +3 m ligt. Hieruit kunnen we concluderen dat aanvullend grondonderzoek noodzakelijk is om een grondprofiel met grotere nauwkeurigheid vast te stellen. Tabel 2-2 laat de in de berekeningen aangehouden grondparameters voor de in het grondonderzoek herkende grondlagen langs het profiel zien. Omdat uit het grondonderzoek blijkt dat het gehele grondprofiel bestaat uit zand, wat zich gedraineerd gedraagt, loopt de grens tussen de gedraineerde en ongedraineerde lagen op maaiveld. Omdat er zich geen grondlagen boven deze grens bevinden, is het dus niet noodzakelijk om de ongedraineerde schuifsterkte S_u boven deze grens met behulp van het Mohr-Coulomb criterium te berekenen.

Tabel 2-2 Grondparameters gebruikt in de berekening

Niveau bovenkant [m t.o.v. NAP]	Niveau onderkant [m t.o.v. NAP]	Lithologie	γ_d [kN/m ³]	γ_n [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	S_u top/bottom [kN/m ²]	E [kN/m ²]
8,6	3,0	Zand; schoon; los	17	19	0,0	30,0	0,0	10000
3,0	-30,0	Zand; schoon; matig	18	20	0,0	32,5	0,0	30000

2.10 Boortechnische gegevens

De boortechnische parameters voor het ontwerp en de muddrukberoeeningen zijn betrokken uit het Handboek Horizontaal Gestuurd Boren (BTL-rapport 50), NEN 3650:2020 en NEN 3651:2020. De voor de berekeningen gehanteerde waardes zijn terug te vinden in de invoer van de muddrukberoeeningen in bijlage 3.

2.11 Verkeersbelasting

Ter plaatse van de kruising met de Burgemeester Letschertweg N260 is verkeersklasse I gehanteerd conform figuur C17 uit NEN3650-1:2020.

2.12 Afwijkingstoleranties

Het beleid van TenneT is dat HDD's met een gyroscoop geboord worden. De minimaal mogelijke boogstraal van een gyroscoop bedraagt volgens leverancier Browline 180 m.

In dit ontwerp is sprake van een twee verticale bochten met een boogstraal van 250 m. De boogstralen voldoen hiermee aan de minimaal vereiste straal van 180 m voor de gyroscoop.

Met de toepassing van een gyroscoop kan tijdens de pilotboring worden bijgestuurd om afwijkingen te compenseren. Het boren met gyroscoop zorgt er daarom voor dat de afwijkingstolerantie bij de uitvoering van de HDD's binnen de afwijkingstolerantie blijven zoals benoemd in de Richtlijn Boortechnieken.

RICHTING	MAXIMALE UITVOERINGS-AFWIJKING
Verticaal*	+1/-1 m
Horizontaal:	
- in lengterichting; t.p.v. uittredepunt	+5/-2 m
- in dwarsrichting; t.p.v. uittredepunt	+1/-1 m
- in dwarsrichting; tracé tussen in- en uittredepunt	+5/-5 m
Bochtstralen	< 10%

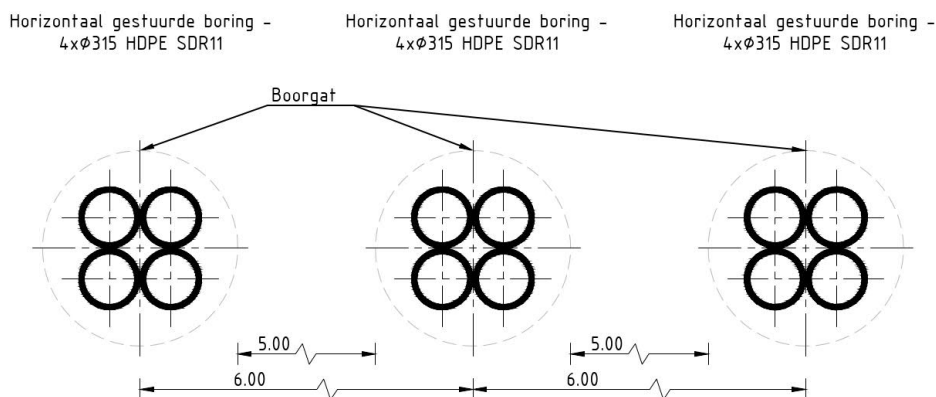
Figuur 2 Afwijkingstoleranties HDD's (Bron: Richtlijn Boortechnieken)

3. Ontwerp

3.1 Gegevens HDD

Het ontwerp van de drie HDD's heeft de volgende kenmerkende parameters:

- materiaal: 4x PE100 Ø315 mm SDR 11;
- lengte: 1036 m;
- maximale diepte hart buis: NAP -10,0 m;
- intredehoek: 15°;
- uittredehoek: 15°;
- verticale boogstralen: 250 m;
- horizontale boogstralen: n.v.t.



Figuur 3 Doorsnede van de 2 HDD's

Aan de hand van NEN 3650 en NEN 3651 en de Richtlijn Boortechneik is een ontwerp gemaakt voor de HDD's. De voornaamste randvoorwaarden voor het ontwerp zijn:

- De HDD dient een zodanig tracé te volgen dat er voldoende dekking aanwezig is in het gehele tracé om een blow-out te voorkomen;
- De sterkte van de leiding dient zodanig te zijn dat deze intact blijft gedurende de aanleg en in de bedrijfsfase.

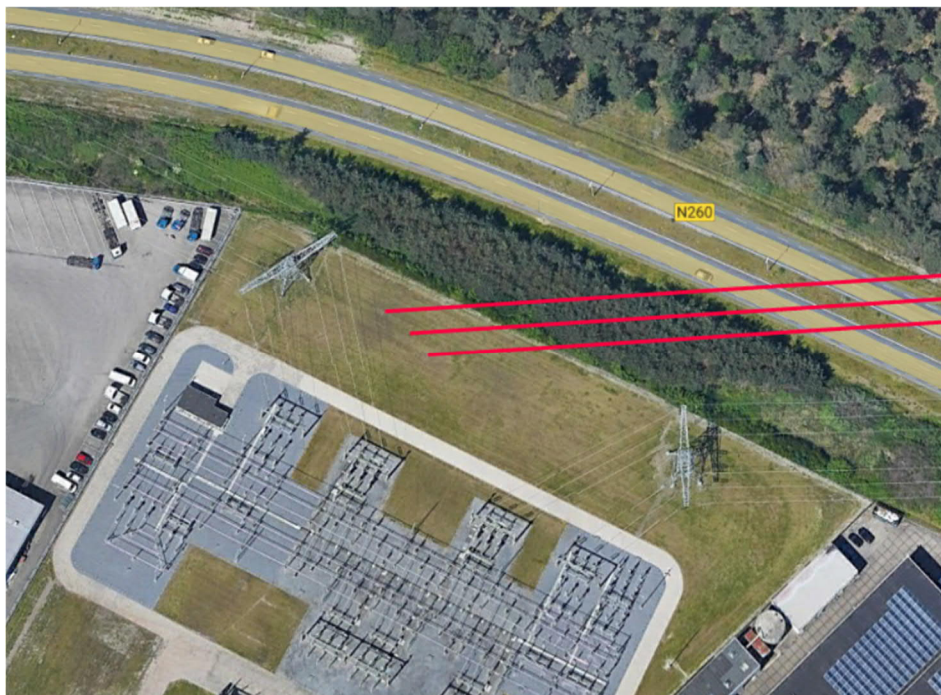
3.2 Boorparameters

Bij de berekeningen zijn de volgende boorparameters aangehouden:

- boorinstallatie : max-rig 80 ton;
- diameter boorstang : 0,17 m;
- volumegewicht bentoniet : 11,5 kN/m³;
- diameter pilothole : Ø300 mm;
- ruimgat : Ø700 mm;
- boorgat : Ø1000 mm.

3.3 Intredepunt

Het intredepunt ligt ten noorden van het 150 kV-station Tilburg-West en ten zuiden van de N260 (zie figuur 4). Het intredepunt is bereikbaar via het 150 kV-station. Bij het intredepunt dient de aannemer rekening te houden met het werken nabij en onder hoogspanningsmasten. Bij het transport van de boorinstallatie is het noodzakelijk om bovengrondse hoogspanningskabels te kruisen. Mogelijk dient de watergang bij het intredepunt tijdelijk gedempt te worden.



Figuur 4 Intredepunt TBW HDD3

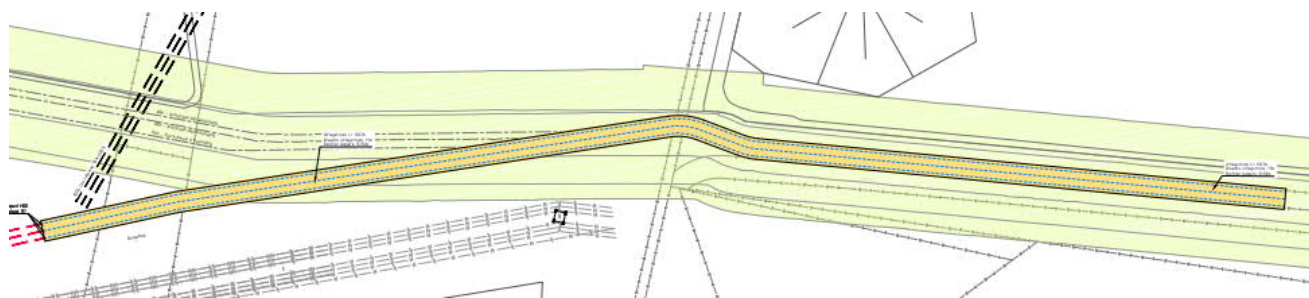
3.4 Uittredepunt en uitlegstrook

Het uittredepunt ligt in natuurgebied Huis ter Heide, in beheer bij Natuurmonumenten (zie figuur 5). Bij de werkzaamheden zijn maatregelen nodig om de natuur zoveel als mogelijk te ontzien. De locatie is bereikbaar via de Vossenbergsesweg.

De uitlegstrook ligt in het natuurgebied Huis ter Heide (zie figuur 6) en volgt de leidingenstraat van LSNed. Het is de bedoeling om de uitlegstrook door een opening tussen de bomen langs de Vossenbergseweg te leggen, zodat deze gehandhaafd blijven. Bij het uittredepunt en de uitlegstrook dient de aannemer rekening te houden met het werken nabij hoogspanningsmasten en in de leidingenstraat van LSNed.



Figuur 5 Uittredepunt TBW HDD3



Figuur 6 Uitlegstrook TBW HDD3



Figuur 7 Uitlegstrook bij bomenstrook

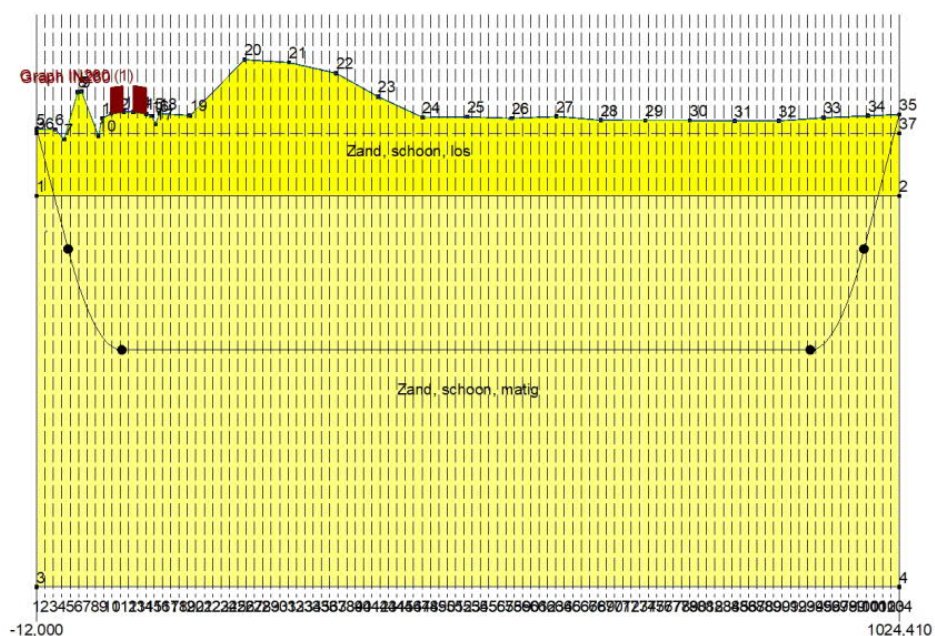
4. Berekeningsresultaten

De volgende berekeningen zijn voor de horizontaal gestuurde boring uitgevoerd:

- een trekkrachtberekening;
- een sterkteberekening voor de bedrijfsfase;
- een muddrukberekening;
- een implosieberekening;
- een kwelwegbeschouwing.

Er is één berekening, dus maar één profiel, opgesteld voor de drie HDD's. Uitgangspunt is dat de verschillen tussen de profielen van de drie HDD's verwaarloosbaar klein zijn.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het rekenprogramma D-Geo Pipeline versie 20.1 en zijn toegevoegd als bijlage 3. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.



Figuur 8 D-Geo Pipeline-model van HDD's

4.1 Trekkkrachtberekening

De berekende maximale trekkracht bedraagt $332 \times 1,8 = 598$ kN bij met water gevulde leidingen om de trekkrachten te beperken. Dit leidt tot een maximale spanning tijdens de intrekfase van $5,85$ N/mm² aan het einde van de intrekoperatie. Toelaatbaar is 10 N/mm². Het vullen van de leidingen met water is noodzakelijk, want bij intrekken met niet-gevulde leidingen loopt de spanning te hoog op.

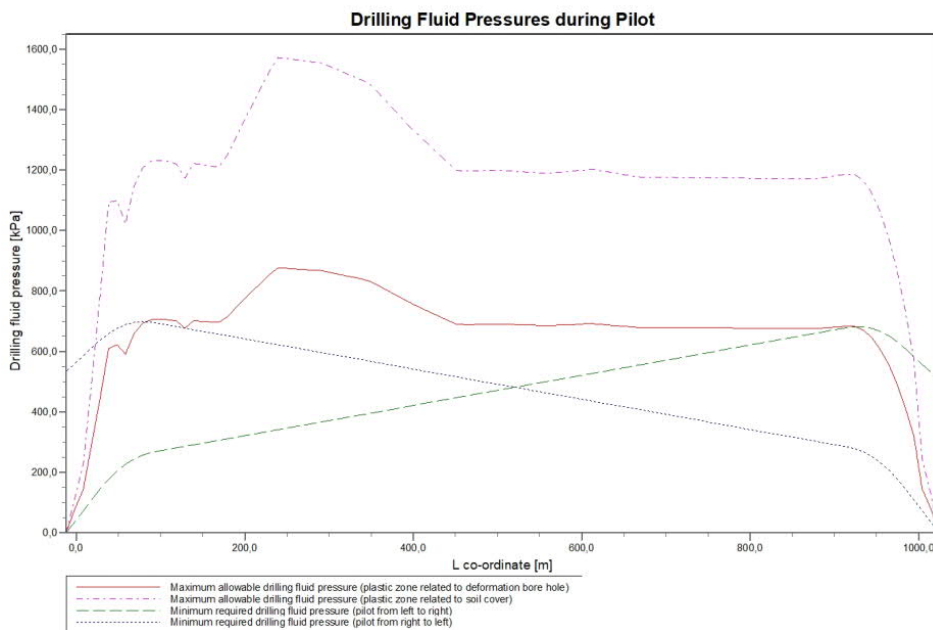
4.2 Sterkteberekening bedrijfsfase

Voor de mantelbuizen is een sterkteberekening in de bedrijfsfase gemaakt. Hieruit volgt een maximaal optredende spanning van $3,12$ N/mm². Toelaatbaar is 8 N/mm² waarbij is uitgegaan van PE 100 SDR 11.

Uit de sterkteberekening blijkt dat een deflectie van $6,3$ mm ($2\% \times D_0$) optreedt. Toelaatbaar is een maximale deflectie van $25,2$ mm ($8\% \times D_0$).

4.3 Muddrukberekening

Bij de geplande diepteligging van de HDD's bestaat tijdens de pilotboring, getuige de berekeningsresultaten, de kans op muduitbraak in de laatste 50 m van het tracé. Geadviseerd wordt bij nadering van het uittredepunt, bij met name de voor muduitbraak maatgevende pilotboring, de druk op de boorspoeling te verminderen. Bij het ruimen en de intrekoperatie wordt geen blow-out berekend.



Figuur 9 Muddrukberekening tijdens pilot fase

4.4 Implosie

Zowel tijdens de intrekoperatie als de bedrijfstoestand blijkt uit de berekeningen dat geen implosie optreedt. De berekende alzijdige overdruk op lege leiding bedraagt circa 183 kN/m², terwijl 280 kN/m² toelaatbaar is.

4.5 Kwelweg

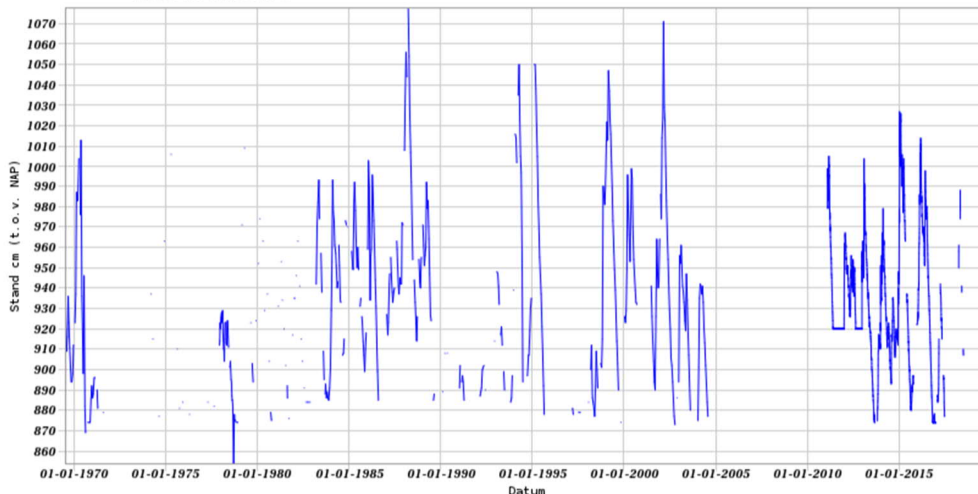
Langs een HDD kan op twee wijzen kwel ontstaan. Ten eerste kan kwel ontstaan indien sprake is van overspannen water in de diepere grondlagen. In dat geval is de stijghoogte in het diepere watervoerende pakket hoger dan de freatische waterstand. Ten tweede kan kwel ontstaan indien een HDD twee verschillende peilgebieden verbindt. Hierdoor kan een kortsluitstroom langs de HDD ontstaan. In onderstaande paragraaf zijn beide situaties beschouwd.

4.5.1 Kwel uit het eerste watervoerende pakket

Ter illustratie zijn de meetgegevens uit DINOloket van peilbuis B44H0041 hieronder weergegeven. Deze peilbuis ligt op circa 150 m afstand van het boortracé. Te zien is dat de freatische grondwaterstand B44H0041-001 gemiddeld hoger of gelijk ligt dan de grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket B44H0041-003. Op basis van deze peilbuis en de grondopbouw, zonder afsluitende kleilagen, valt er geen kwel uit het eerste watervoerende pakket te verwachten.

Grondwaterstanden

Identificatie: B44H0041
 Identificatie buis: B44H0041-001
 Coördinaten: 131723, 401054 (RD)
 Maaiveld: 12.05 m t.o.v. NAP



Figuur 10 Freatische grondwaterstand B44H0041-001 uit Dinoloket, filter op NAP 9,46 tot 8,96 m

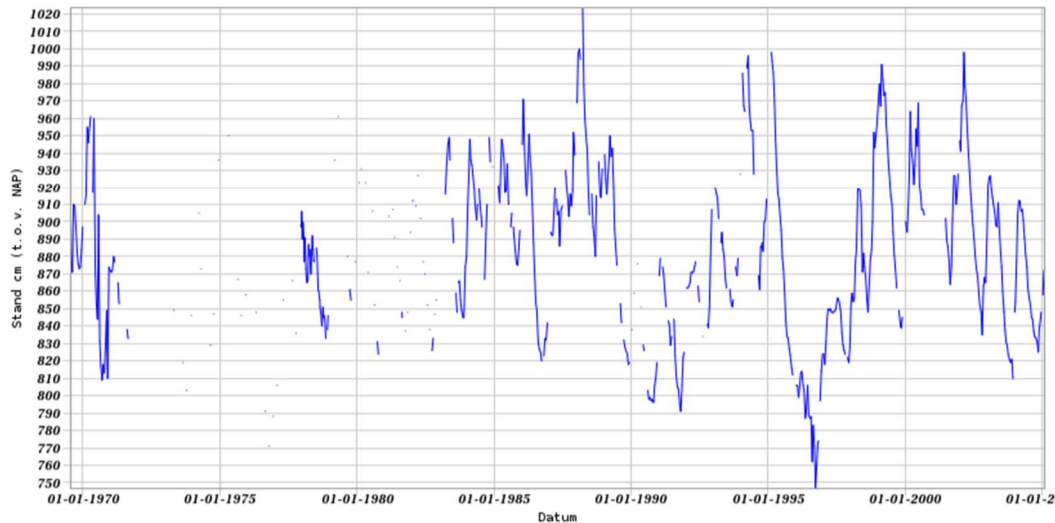
Grondwaterstanden

Identificatie: B44H0041

Identificatie buis: B44H0041-003

Coördinaten: 131723, 401054 (RD)

Maaiveld: 12.05 m t.o.v. NAP



Figuur 11 Grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket, B44H0041-002 uit Dinoloket, filter op NAP -11,04 tot -12,04 m

4.5.2 Kwel tussen de peilgebieden

Het waterschap Brabantse Delta heeft in dit gebied geen peilbesluit vastgesteld. Dit komt omdat dit gebied is gedefinieerd als 'vrij afwaterende gebieden'. In die gebieden kan het waterschap geen extra water aanvoeren, waardoor het meest optimale peil kan zakken. Een gegarandeerd waterpeil is dus in principe niet mogelijk in deze gebieden.

4.5.3 Kwelmaatregelen

De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is op deze locatie lager dan de laagste gemiddelde grondwaterstand. Op basis van deze peilbuis valt geen kwel te verwachten. Aangezien waterschap Brabantse Delta geen peilbesluit heeft vastgesteld is het niet duidelijk of kwel optreedt. In overleg met het waterschap dient vastgesteld te worden of kwelmaatregelen nodig zijn.

5. Risico's en aandachtspunten

De aannemer dient met de volgende specifieke risico's en aandachtspunten rekening te houden:

- Werken in de nabijheid van hoogspanningsmasten. De booropstelling ligt deels onder de bovengrondse hoogspanningskabels. De intredepunten liggen direct achter het hoogspanningsstation Tilburg-West. Om het werkterrein te betreden is het kruisen van bovengrondse hoogspanningskabels noodzakelijk. De aannemer zal met TenneT moeten bespreken wat de meest geschikte aanrijroute is en hoe de uitvoering onder kabels veilig kan worden uitgevoerd.
De minimale afstand van het boortracé tot de fundering van een hoogspanningsmast (mast 141a is maatgevend) bedraagt circa 30 meter. Het heeft de voorkeur om de HDD die het meest dichtbij de masten ligt als eerste uit te voeren, zodat deze in ieder geval voldoende afstand heeft tot de fundering van de mast;
- De HDD's kruisen de middenspanningskabel bij het intredepunt met een kleine dagmaat. Een grotere dagmaat is niet mogelijk om voldoende afstand te kunnen behouden tussen de booropstelling en de bovengrondse hoogspanningskabels. Voorafgaand aan de uitvoering van de HDD dient de middenspanningskabel opgegraven en exact ingemeten te worden. Op basis hiervan en in overleg met de kabelbeheerder moet het exacte intredepunt bepaald worden;
- Het uittredepunt en de uitlegstrook liggen in het natuurgebied Huis ter Heide in beheer bij Natuurmonumenten en de leidingenstraat van LSNed. Afstemming over het voorgenomen tracé zal moeten plaatsvinden. De aannemer zal rekening moeten houden in zijn uitvoering met mitigerende maatregelen om de natuur zoveel mogelijk te ontzien;
- Om de werkterreinen te betreden zullen bouwinritten nodig zijn en de aannemer dient de benodigde verkeersplannen met de gemeente en Natuurmonumenten te bespreken;
- Spiegellassen aanbrengen conform NEN7200;
- Bij het spiegellassen van de leidingdelen dienen alle inwendige lasrillen verwijderd te worden; in overleg met de toezichthouder moeten de verwijderde lasrillen aangetoond kunnen worden;
- TenneT schrijft het gebruik van een gyroscoop als plaatsbepalingssysteem tijdens de pilotboring voor;
- Afwijking van de boorlijn heeft consequenties voor de daarna volgende HDD. De aannemer dient daarom na de pilotboring te controleren of de volgende HDD nog aangepast moeten worden. Ook dient de aannemer rekening te houden met de volgorde van uitvoeren in verband met afstanden tot obstakels, zoals hoogspanningsmasten.

6. Conclusie

6.1 Algemeen

TenneT is voornemens om delen van de bovengrondse 150 kV-verbindingen binnen het projectgebied van Zuidwest-Oost ondergronds te verkabelen.

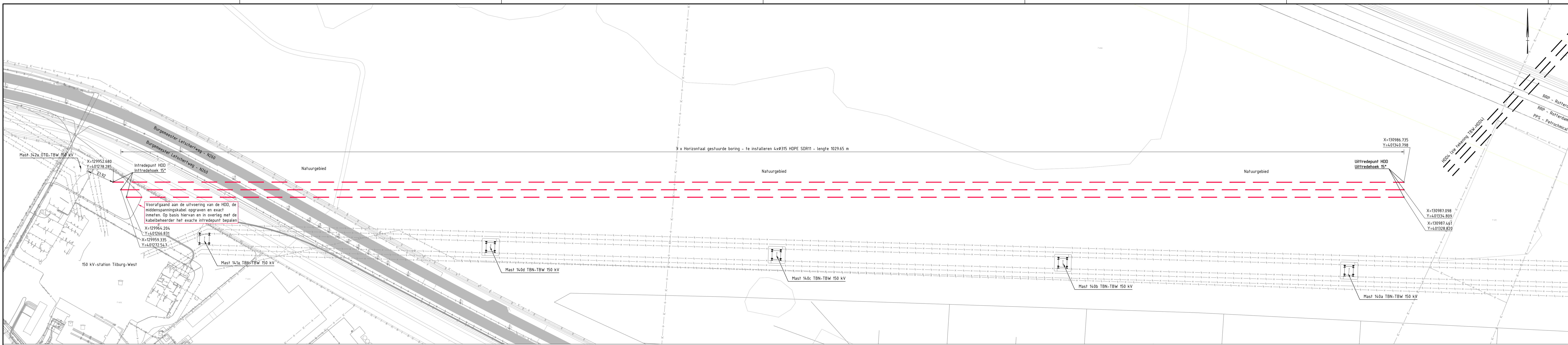
Dit rapport betreft de kruising met de provinciale weg N260 bij Tilburg-West. De kruising (met codering TBW HDD3) is vergunningsplichtig bij provincie Brabant. Het ontwerp en de berekeningen zijn uitgevoerd conform NEN 3650:2020, NEN 3651:2020 en de Richtlijn Boortechnieken.

6.2 Uitkomsten ontwerp en berekening

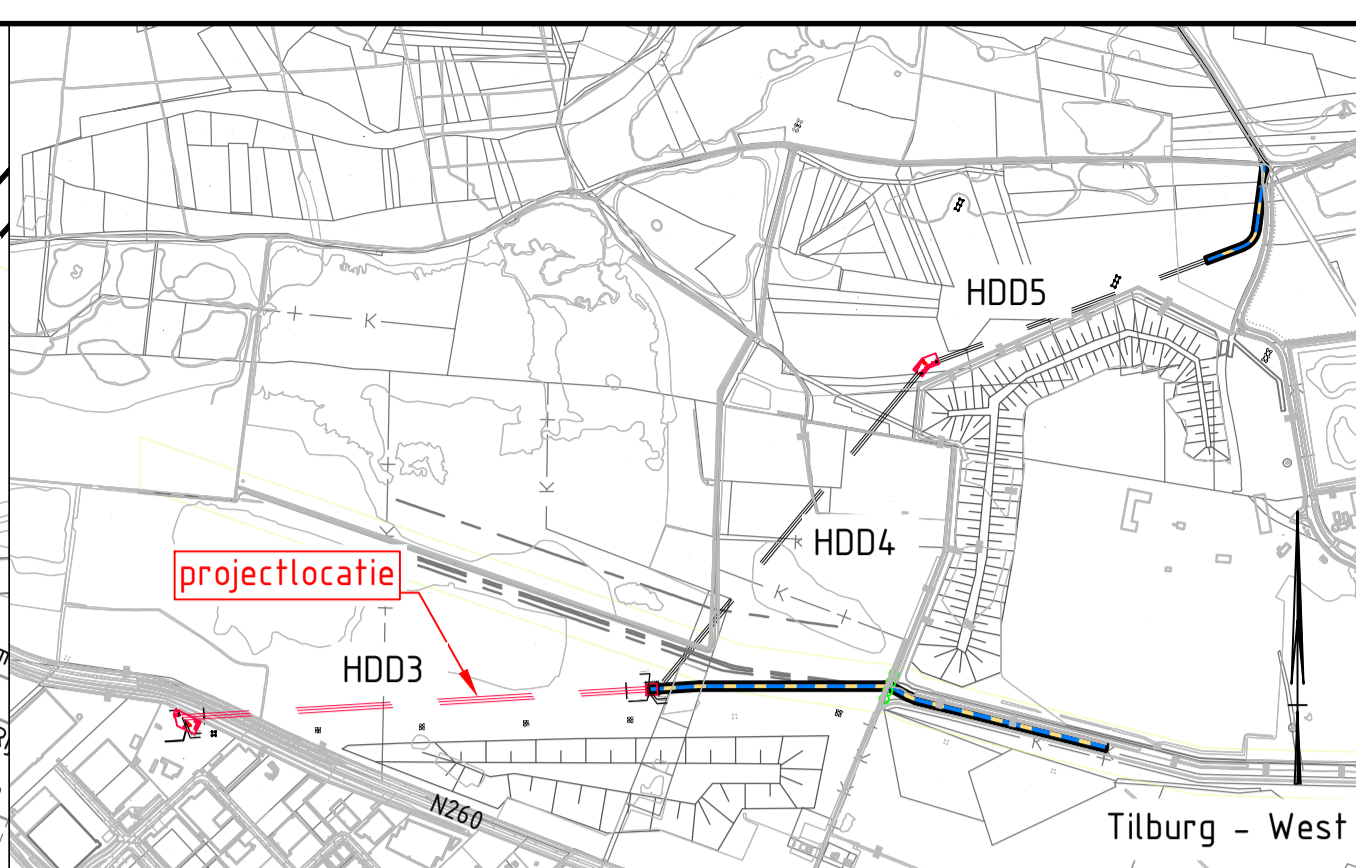
De HDD's, weergegeven op de tekeningen die zijn bijgevoegd als bijlage 1, zijn ontworpen en berekend volgens de vigerende eisen.

Uit de berekeningen, bijgevoegd als bijlage 3, blijkt dat de tracés van de drie parallelle HDD's met 4x PE100 Ø315 mm SDR 11 voldoen aan de eisen.

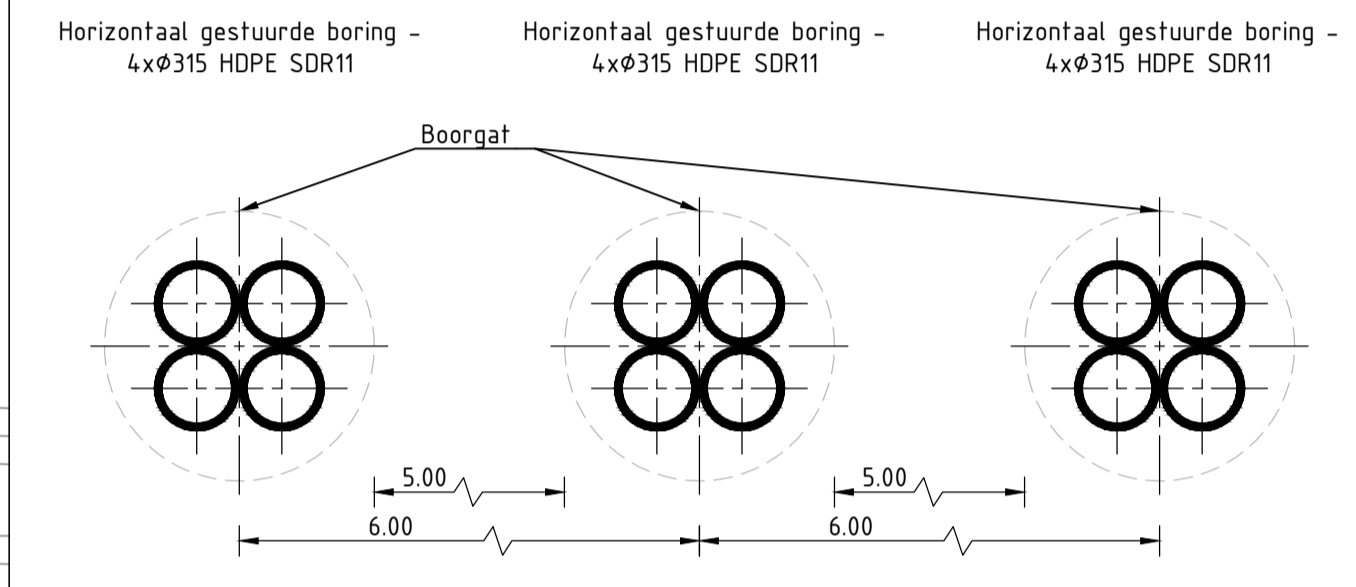
Bijlage 1 – Ontwerptekening



Bovenaanzicht schaal 1:1000



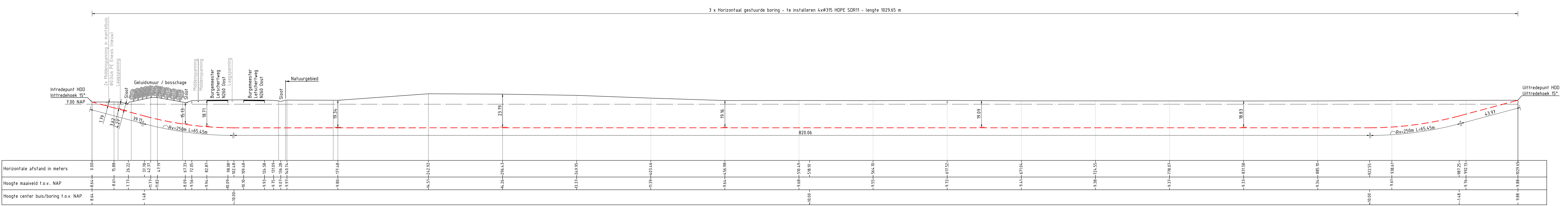
Overzicht
Schaal n.v.t.



Principe doorsnede

Legenda

- Kadastrale grens
- Leiding gevaarlijke inhoud
- Datatransport
- Landelijk hoogspanningsnet
- Laagspanning
- Middenspanning
- Gasleiding hoge druk
- Gasleiding lage druk
- Waterleiding
- Drukiolering
- Riolering vrijerval
- Horizontaal gestuurde boring (HDD)
- Verharding (asfalt)
- Bestaande topog
- Bebouwing
- Hekwerk
- Uitlegstrook
- Leidingsstrook van LS Ned
- Verharding/wegen



Lengteprofiel schaal 1:1000

Vergunningstekening

D	Ta.v. vergunningaanvraag	29-04-2022	BB	MJ	JD
B	Definitief ontwerp	19-08-2020	BB	MJ	JD
A	Voorlopig ontwerp	21-03-2020	BB	MJ	JD
Rev	Omroeping		Gal.	Gal.	Gal.

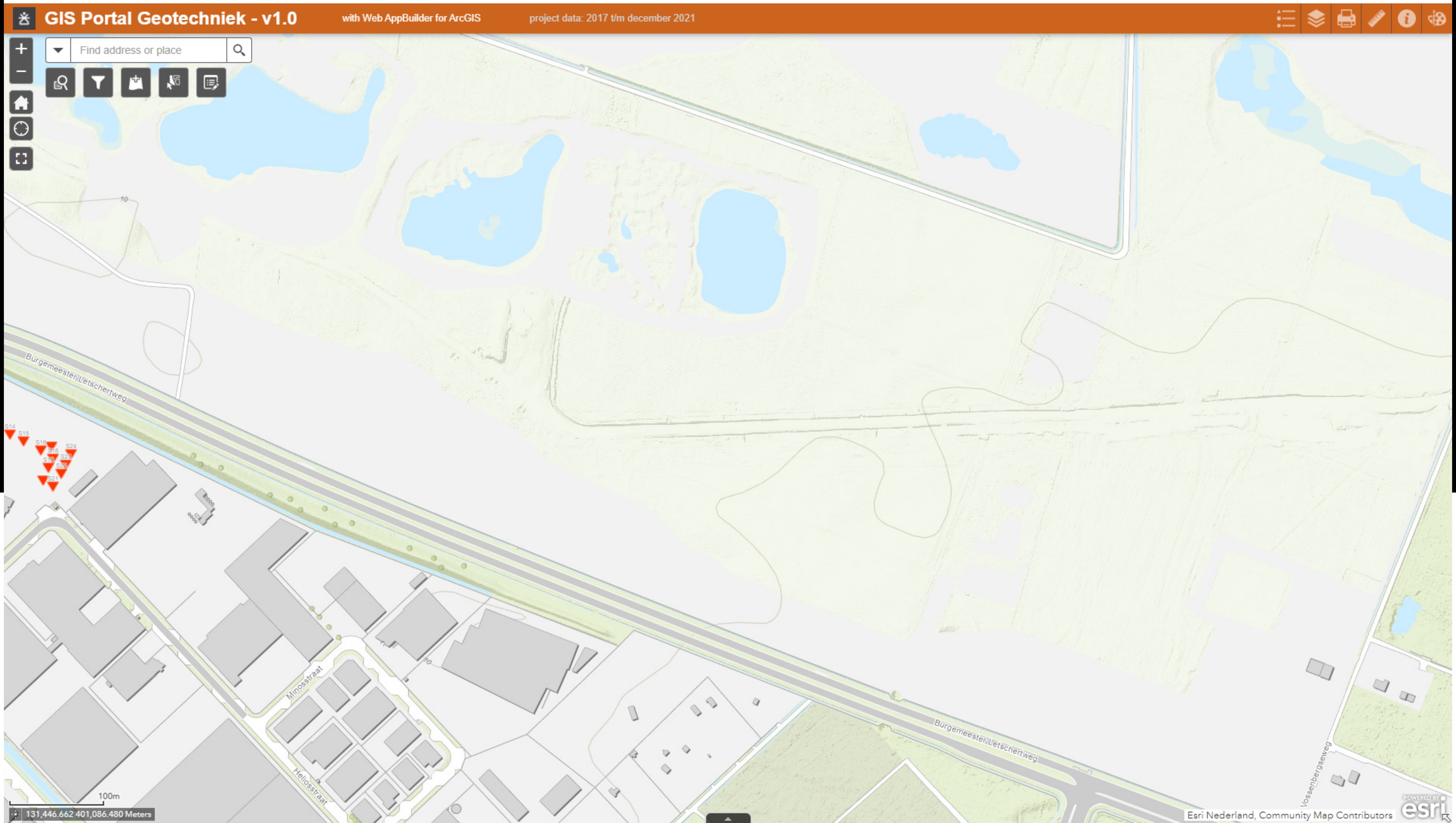
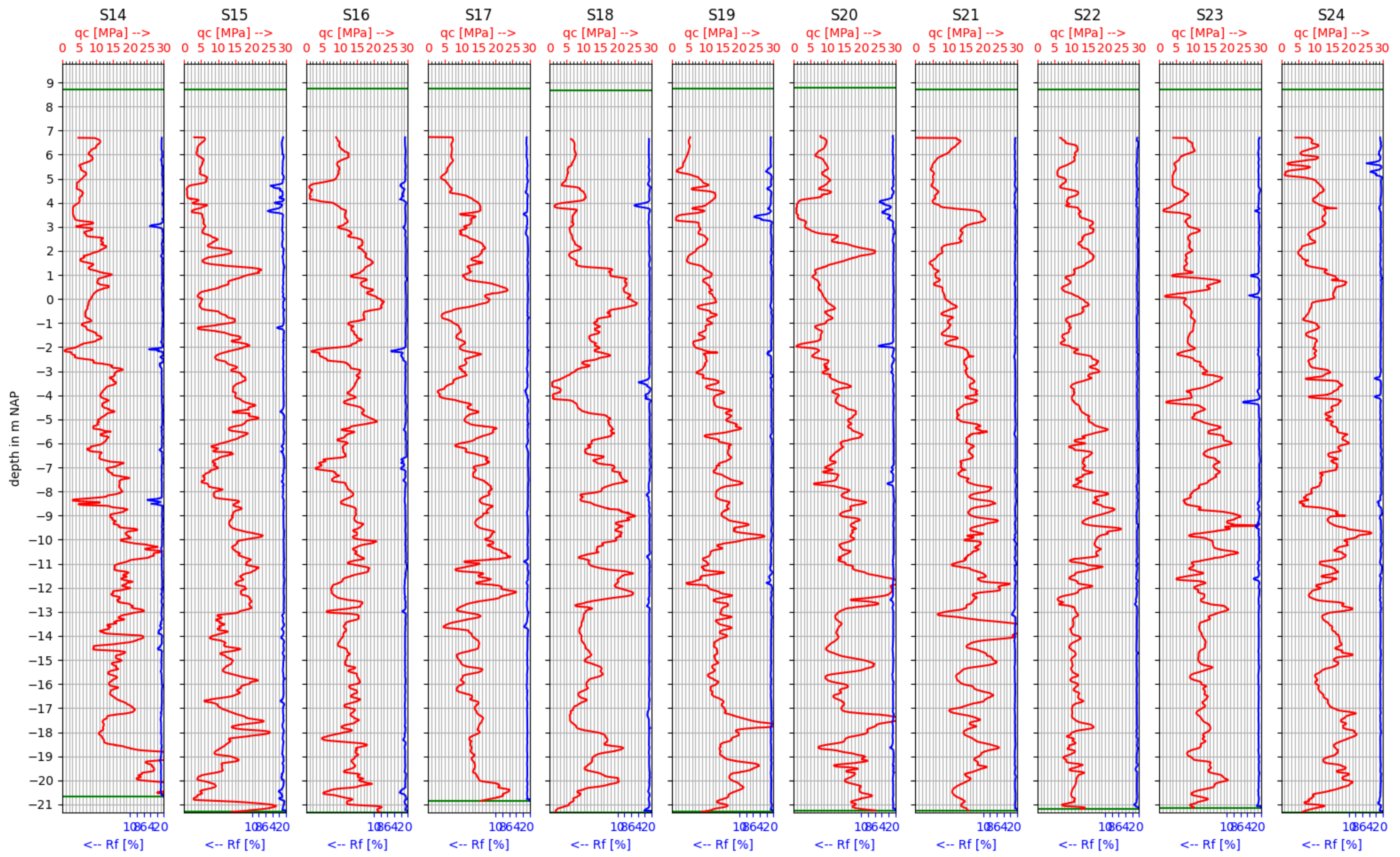
TeneT TSO B.V.
 Project
 HDD's 150 kV ZWO
 Onderaaf
 Tilburg-HDD3
 Tilburg-West kruising Burgemeester Letscherweg - N260

Projectnummer	Tekeningnummer	Versie	Datum van wijziging	Ontwerpstatus	Contractnummer
368722	TBW-HDD3	C	29-04-2022	BO	
Blad	Ver	Schaal	Formaat	Kleur	Gal.
1	2	1:1000	A1 L (14.70x59)	De Bilt	BB MJ JD

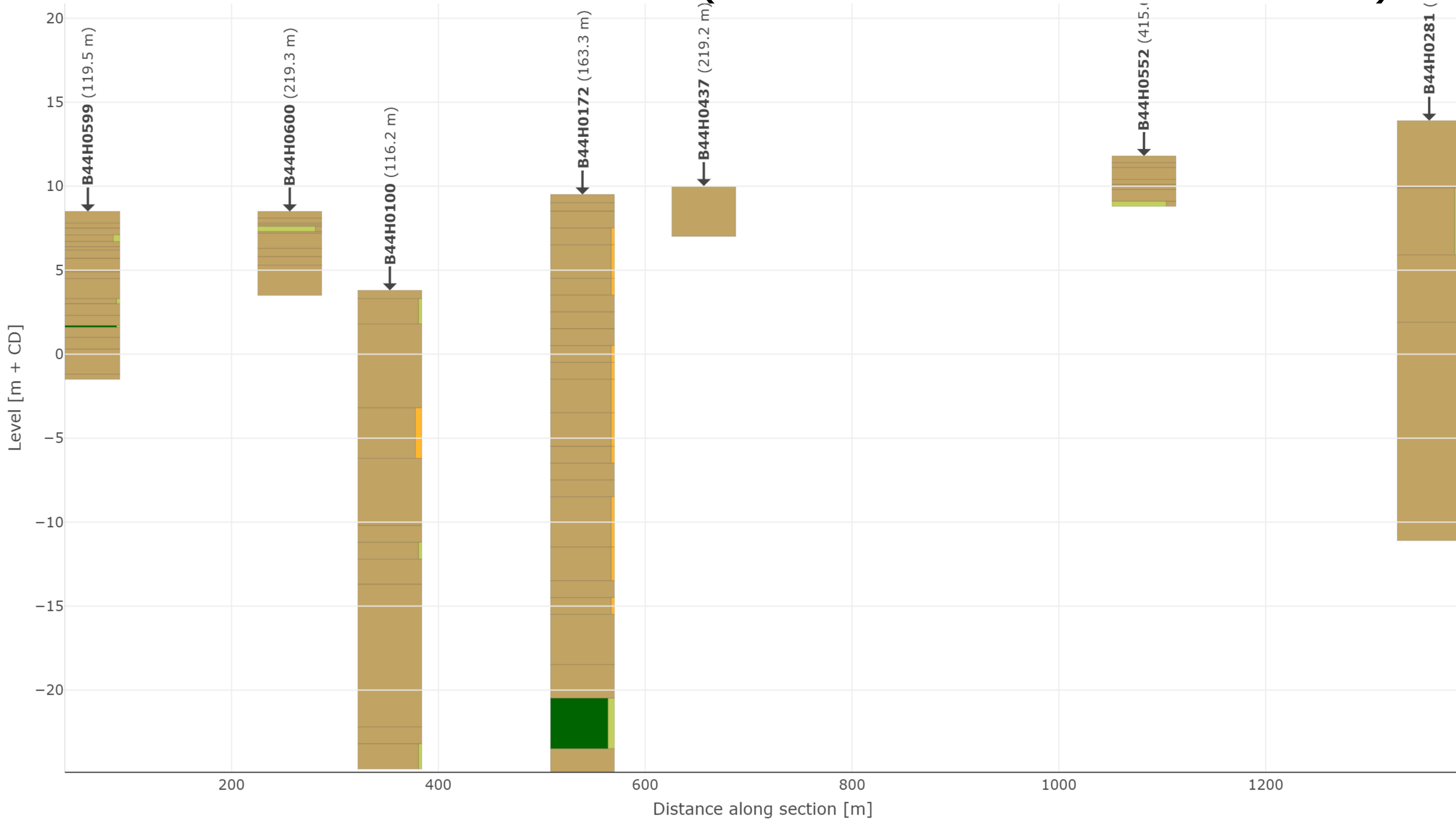


Bijlage 2 – Geotechnisch onderzoek

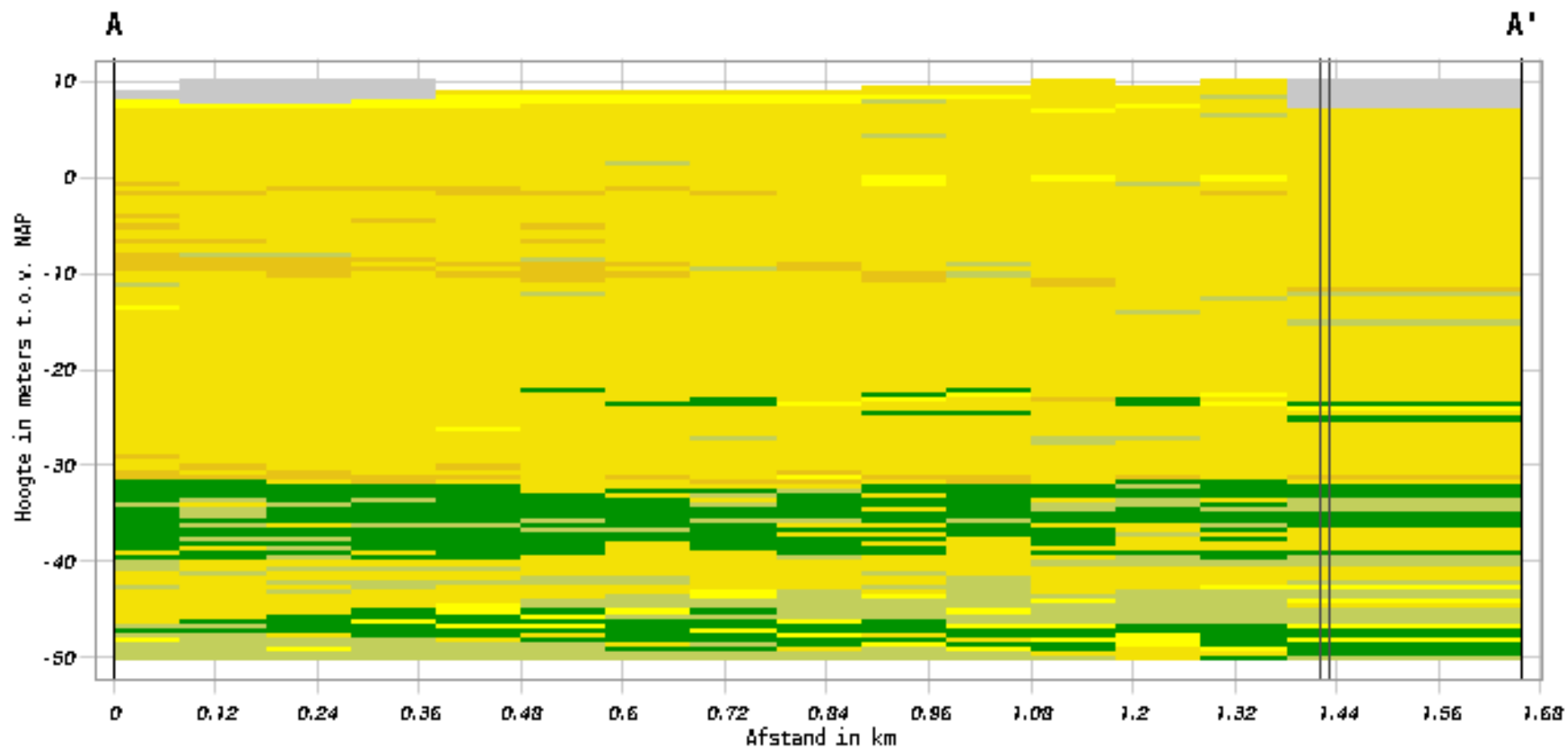
TBW HDD3



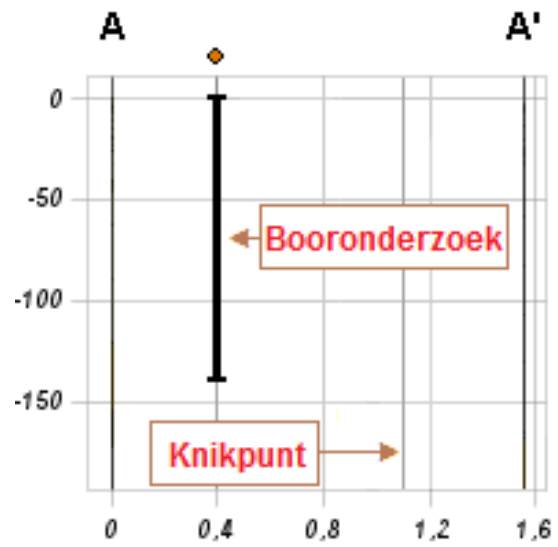
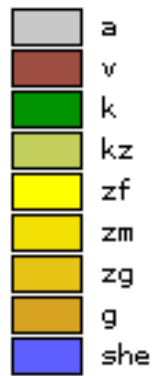
Grondonderzoek BRO (tot 500 m afstand van trace)



Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4.1



Lithoklasse



Bijlage 3 – Berekening D-Geo Pipeline

Report for D-Geo Pipeline 20.1

Model : Horizontal Directional Drilling
Developed by Deltares

Date of report: 29-4-2022
Time of report: 10:21:19
Report with version: 20.1.2.31161
Calculated with version: 20.1.2.31161

File name: HDD berekening

1 Table of Contents

1	Table of Contents	2
2	Input Data	4
2.1	Model Used	4
2.2	Layer Boundaries	4
2.3	PI-lines	4
2.4	Phreatic Line	4
2.5	Soil Profiles	4
2.6	Selected Boundaries	4
2.7	Soil Material Data	4
2.8	Geometry	5
2.8.1	Geometry Section, Detailed	5
2.8.2	Geometry Top View	6
2.9	Calculation Verticals	6
2.10	Traffic Load	8
2.11	Configuration of the Pipeline	8
2.12	Product Pipe Material Data	8
2.13	Pipe Engineering Data	9
2.14	Drilling Fluid Data	10
2.15	Factors	10
2.16	Calculation Options	10
3	Drilling Fluid Pressures	11
3.1	Drilling Fluid Data	11
3.2	Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure	16
3.3	Drilling Fluid Pressure Plots	18
3.3.1	Drilling Fluid Pressures during Pilot	18
3.3.2	Drilling Fluid Pressures during Prereaming	18
3.3.3	Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation	19
4	Soil Mechanical Data	20
4.1	Soil Mechanical Parameters Pipe 1: pipe nr. 1	20
4.2	Soil Mechanical Parameters Pipe 2: pipe nr. 2	23
4.3	Soil Mechanical Parameters Pipe 3: pipe nr. 3	27
4.4	Soil Mechanical Parameters Pipe 4: pipe nr. 4	31
4.5	Young's Modulus per Layer per Vertical	34
5	Data for Stress Analysis	39
5.1	General Data	39
5.2	Buoyancy Control	39
5.3	Calculation Pulling Force	39
6	Stress Analysis of Pipe 1: pipe nr. 1	41
6.1	Material Data of Pipe 1: pipe nr. 1	41
6.2	Results Stress Analysis of Pipe 1: pipe nr. 1	41
6.2.1	Load Combination 1A: Start Pullback Operation	41
6.2.2	Load Combination 1B: End Pullback Operation	42
6.2.3	Load Combination 2: Application Internal Pressure	42
6.2.4	Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)	42
6.2.5	Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)	42
6.3	Check on Calculated Stresses of Pipe 1: pipe nr. 1	43
6.4	Check for Implosion of Pipe 1: pipe nr. 1	43
7	Stress Analysis of Pipe 2: pipe nr. 2	45
7.1	Material Data of Pipe 2: pipe nr. 2	45
7.2	Results Stress Analysis of Pipe 2: pipe nr. 2	45
7.2.1	Load Combination 1A: Start Pullback Operation	45
7.2.2	Load Combination 1B: End Pullback Operation	46
7.2.3	Load Combination 2: Application Internal Pressure	46
7.2.4	Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)	46
7.2.5	Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)	46
7.3	Check on Calculated Stresses of Pipe 2: pipe nr. 2	47
7.4	Check for Implosion of Pipe 2: pipe nr. 2	47
8	Stress Analysis of Pipe 3: pipe nr. 3	49
8.1	Material Data of Pipe 3: pipe nr. 3	49
8.2	Results Stress Analysis of Pipe 3: pipe nr. 3	49
8.2.1	Load Combination 1A: Start Pullback Operation	49
8.2.2	Load Combination 1B: End Pullback Operation	50
8.2.3	Load Combination 2: Application Internal Pressure	50
8.2.4	Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)	50

8.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)	50
8.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 3: pipe nr. 3	51
8.4 Check for Implosion of Pipe 3: pipe nr. 3	51
9 Stress Analysis of Pipe 4: pipe nr. 4	53
9.1 Material Data of Pipe 4: pipe nr. 4	53
9.2 Results Stress Analysis of Pipe 4: pipe nr. 4	53
9.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation	53
9.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation	54
9.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure	54
9.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)	54
9.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)	54
9.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 4: pipe nr. 4	55
9.4 Check for Implosion of Pipe 4: pipe nr. 4	55

2 Input Data

2.1 Model Used

Model Used : Horizontal Directional Drilling

2.2 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
2 - L -	-12,000	10,640	20,980	37,130	41,950
2 - Z -	8,640	8,610	7,770	11,770	11,820
2 - L -	62,090	66,810	77,630	92,840	104,240
2 - Z -	8,090	9,560	9,940	10,090	10,100
2 - L -	119,340	125,850	131,040	135,500	172,240
2 - Z -	9,930	9,750	9,070	9,970	9,800
2 - L -	237,680	291,190	347,710	398,220	451,740
2 - Z -	14,510	14,260	13,370	11,390	9,640
2 - L -	505,250	558,770	612,280	665,800	719,310
2 - Z -	9,680	9,550	9,720	9,410	9,380
2 - L -	772,830	826,340	879,860	933,370	986,890
2 - Z -	9,370	9,330	9,340	9,610	9,760
2 - L -	1024,410				
2 - Z -	9,880				
1 - L -	-12,000	1024,410			
1 - Z -	3,000	3,000			
0 - L -	-12,000	1024,410			
0 - Z -	-30,000	-30,000			

2.3 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - L -	-12,000	1024,410			
1 - Z -	8,300	8,300			

2.4 Phreatic Line

Piezo-line 1 is used as phreatic line (groundwater).

2.5 Soil Profiles

Layer number	Material name	Piezo-line at top	Piezo-line at bottom
2	Zand, schoon, los	1	1
1	Zand, schoon, matig	1	1

2.6 Selected Boundaries

The boundary between (cohesive) undrained top layers and underlying (non-cohesive) drained layers, is situated at the top of layer number 2: Zand, schoon, los

The boundary between compressible top layers and underlying non-compressible layers, is situated at the top of layer number 2: Zand, schoon, los

2.7 Soil Material Data

Name	Gamma unsat [kN/m ³]	Gamma sat [kN/m ³]	Cohesion [kN/m ²]	Phi [deg]	Su top [kN/m ²]	Su bottom [kN/m ²]
Zand, sterk siltig, kleig	18,00	20,00	0,00	30,00	0,00	0,00
Klei, sterk zandig	18,00	18,00	0,50	27,50	10,00	10,00
Veen, slap	11,00	11,00	1,50	15,00	25,00	25,00
Zand, schoon, matig	18,00	20,00	0,00	32,50	0,00	0,00
Klei, zwak zandig, matig	18,00	18,00	5,00	22,50	80,00	80,00
Zand, schoon, vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00

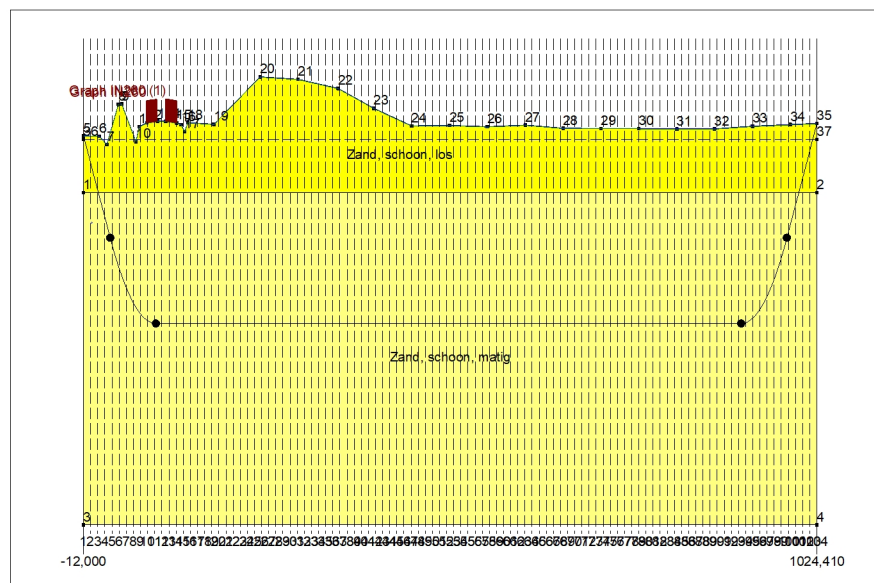
Name	Gamma unsat [kN/m³]	Gamma sat [kN/m³]	Cohesion [kN/m²]	Phi [deg]	Su top [kN/m²]	Su bottom [kN/m²]
Klei, schoon, matig	18,00	18,00	5,00	22,50	50,00	50,00
Zand, schoon, los	17,00	19,00	0,00	30,00	0,00	0,00

Name	Soil type	Emod 100 [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod bottom [kN/m²]
Zand, sterk siltig, kleig	Sand	10000,00	-	-
Klei, sterk zandig	Clay	2000,00	-	-
Veen, slap	Peat	200,00	-	-
Zand, schoon, matig	Sand	30000,00	-	-
Klei, zwak zandig, matig	Clay	3000,00	-	-
Zand, schoon, vast	Sand	90000,00	-	-
Klei, schoon, matig	Clay	2000,00	-	-
Zand, schoon, los	Sand	10000,00	-	-

Name	Adhesion A [kN/m²]	Delta D [deg]	Nu [-]
Zand, sterk siltig, kleig	-	-	0,20
Klei, sterk zandig	-	-	0,20
Veen, slap	-	-	0,20
Zand, schoon, matig	-	-	0,20
Klei, zwak zandig, matig	-	-	0,20
Zand, schoon, vast	-	-	0,30
Klei, schoon, matig	-	-	0,20
Zand, schoon, los	-	-	0,20

2.8 Geometry

2.8.1 Geometry Section, Detailed



2.8.2 Geometry Top View

2.9 Calculation Verticals

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
1	-12,000	8,640
2	-1,938	5,944
3	8,124	3,248
4	18,186	0,552
5	28,248	-2,131
6	38,310	-4,496
7	48,372	-6,429
8	58,434	-7,938
9	68,496	-9,032
10	78,558	-9,716
11	88,620	-9,993
12	98,682	-10,000
13	108,744	-10,000
14	118,806	-10,000
15	128,868	-10,000
16	138,930	-10,000
17	148,992	-10,000
18	159,054	-10,000
19	169,116	-10,000
20	179,178	-10,000
21	189,240	-10,000
22	199,302	-10,000
23	209,364	-10,000
24	219,426	-10,000
25	229,488	-10,000
26	239,550	-10,000
27	249,612	-10,000
28	259,674	-10,000
29	269,736	-10,000
30	279,798	-10,000
31	289,860	-10,000

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
32	299,922	-10,000
33	309,984	-10,000
34	320,046	-10,000
35	330,108	-10,000
36	340,170	-10,000
37	350,232	-10,000
38	360,294	-10,000
39	370,356	-10,000
40	380,418	-10,000
41	390,480	-10,000
42	400,542	-10,000
43	410,604	-10,000
44	420,666	-10,000
45	430,728	-10,000
46	440,790	-10,000
47	450,852	-10,000
48	460,914	-10,000
49	470,976	-10,000
50	481,038	-10,000
51	491,100	-10,000
52	501,162	-10,000
53	511,224	-10,000
54	521,286	-10,000
55	531,348	-10,000
56	541,410	-10,000
57	551,472	-10,000
58	561,534	-10,000
59	571,596	-10,000
60	581,658	-10,000
61	591,720	-10,000
62	601,782	-10,000
63	611,844	-10,000
64	621,906	-10,000
65	631,968	-10,000
66	642,030	-10,000
67	652,092	-10,000
68	662,154	-10,000
69	672,216	-10,000
70	682,278	-10,000
71	692,340	-10,000
72	702,402	-10,000
73	712,464	-10,000
74	722,526	-10,000
75	732,588	-10,000
76	742,650	-10,000
77	752,712	-10,000
78	762,774	-10,000
79	772,836	-10,000
80	782,898	-10,000
81	792,960	-10,000
82	803,022	-10,000
83	813,084	-10,000
84	823,146	-10,000
85	833,208	-10,000
86	843,270	-10,000
87	853,332	-10,000
88	863,394	-10,000
89	873,456	-10,000
90	883,518	-10,000
91	893,580	-10,000
92	903,642	-10,000
93	913,704	-10,000
94	923,766	-9,916
95	933,828	-9,453
96	943,890	-8,582

Vertical no.	L-coord. [m]	Z-coord. [m]
97	953,952	-7,299
98	964,014	-5,598
99	974,076	-3,468
100	984,138	-0,911
101	994,200	1,785
102	1004,262	4,481
103	1014,324	7,177
104	1024,386	9,874

Locations of the calculation verticals; L represents distance along the pipeline projection in the horizontal plane, incremented with the entry co-ordinate.

2.10 Traffic Load

N260		
L start	77,00	[m]
L end	92,00	[m]
Load model (graph type)	Graph I	
N260 (1)		
L start	104,00	[m]
L end	120,00	[m]
Load model (graph type)	Graph I	

2.11 Configuration of the Pipeline

X co-ordinate left point	-12,000	[m]
Y co-ordinate left point	0,000	[m]
Z co-ordinate left point	8,640	[m]
X co-ordinate right point	1024,410	[m]
Y co-ordinate right point	0,000	[m]
Z co-ordinate right point	9,880	[m]
Angle left	15,0000	[deg]
Angle right	15,0000	[deg]
Bending radius left, vertical in/out	250,000	[m]
Bending radius right, vertical in/out	250,000	[m]
Bending radius pipe on rollers	500,000	[m]
Lowest level of pipe (center bore hole)	-10,000	[m]
Angle of pipe (between radii)	0,0000	[deg]
Number of horizontal bends	0	

The pulling direction of the product pipe is from left to right.

2.12 Product Pipe Material Data

Input data pipe nr. 1		
Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm ²]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm ²]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm ²]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	315,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	28,70	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m ³]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	0,00	[deg C]

Input data pipe nr. 2		
Material	Polyethene	

Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm ²]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm ²]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm ²]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	315,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	28,70	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m ³]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	0,00	[deg C]
Input data pipe nr. 3		
Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm ²]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm ²]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm ²]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	315,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	28,70	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m ³]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	0,00	[deg C]
Input data pipe nr. 4		
Material	Polyethene	
Quality	PE100	
Young's modulus (short)	975,00	[N/mm ²]
Young's modulus (long)	350,00	[N/mm ²]
Allowable strength (short)	10,00	[N/mm ²]
Allowable strength (long)	8,00	[N/mm ²]
Tensile factor (alpha)	0,65	[-]
Linear settlement coefficient (alpha_g)	0,0001600	[mm/mmK]
Outer diameter product pipe	315,00	[mm]
Wall thickness (Nominal)	28,70	[mm]
Unit weight pipe material	9,54	[kN/m ³]
Design pressure	0,00	[bar]
Test pressure	0,00	[bar]
Temperature variation	0,00	[deg C]

2.13 Pipe Engineering Data

Pipe filled with water on rollers	Yes	
Part of cross section filled with fluid	100	[%]
Unit weight fluid	10,00	[kN/m ³]
Bedding angle	30	[deg]
Load angle	30	[deg]
Relative displacement	10,00	[mm]
Compression index	6,00	[-]
Modulus of subgrade reaction drilling fluid (Kv)	500,00	[kN/m ³]
Phi drilling fluid	15,00	[deg]
Cohesion drilling fluid	5,00	[kN/m ²]
Factor of friction pipe-roller (f1)	0,10	[-]
Friction pipe-drilling fluid (f2)	0,000050	[N/mm ²]
Factor of friction pipe-soil (f3)	0,20	[-]

2.14 Drilling Fluid Data

Outer diameter pilot hole	0,300	[m]
Outer diameter pilot pipe	0,170	[m]
Outer diameter preream hole	0,500	[m]
Outer diameter drillpipe	0,170	[m]
Outer diameter bore hole	1,000	[m]
Outer diameter product pipe	0,630	[m]
Pump flow rate pilot	500,0000	[liter/minute]
Pump flow rate pre-reaming	1000,0000	[liter/minute]
Pump flow rate ream and pull-back	1000,0000	[liter/minute]
Circulation loss factor pilot	0,30	[-]
Circulation loss factor pre-reaming	0,20	[-]
Circulation loss factor ream and pull-back	0,20	[-]
Unit weight drilling fluid (γ)	11,5	[kN/m ³]
Yieldpoint drilling fluid (τ)	0,014	[kN/m ²]
Plastic viscosity drilling fluid (μ)	0,000040	[kN.s/m ²]

2.15 Factors

(Polyethene)Safety factor on implosion (Long)	3,0	[-]
(Polyethene)Safety factor on implosion (Short)	1,5	[-]
Contingency factor on unit weight of material types below and above phreatic level	1,10	[-]
Contingency factor on (drained) cohesion C	1,40	[-]
Contingency factor on undrained shear strength S_u	1,40	[-]
Contingency factor on Phi	1,10	[-]
Contingency factor on E-modulus	1,25	[-]
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	2,00	[-]
Load factor on design pressure (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on design pressure (combination) (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on test pressure (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on installation (Polyethene)	1,00	[-]
Load factor on reduced neutral soil stress $q_{n;r}$ (Polyethene)	1,50	[-]
Load factor on temperature (Polyethene)	1,10	[-]
Load factor on traffic load (Polyethene)	1,35	[-]
Factor of importance (S)	1,00	[-]
Allowable deflection of steel pipe	15,00	[%]
Allowable piggability of steel pipe	5,00	[%]
Allowable deflection of polyethene pipe	8,00	[%]
Allowable piggability of polyethene pipe	5,00	[%]
Unit weight water	10,00	[kN/m ³]
Safety factor on cover (drained layer)	0,50	[-]
Safety factor on cover (undrained layer)	0,50	[-]
Ratio H/Do for boundary between shallow and deep situation	7,50	[-]

2.16 Calculation Options

Stress analysis option : Standard

3 Drilling Fluid Pressures

3.1 Drilling Fluid Data

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	534
2	78	113	36	560
3	143	229	72	586
4	293	496	109	612
5	445	787	145	637
6	610	1093	177	659
7	622	1099	204	676
8	591	1022	227	689
9	659	1147	244	696
10	693	1207	257	699
11	705	1229	266	697
12	707	1233	271	692
13	705	1229	276	687
14	701	1220	281	682
15	677	1173	286	677
16	701	1222	291	672
17	700	1218	296	667
18	698	1214	301	662
19	696	1210	306	657
20	715	1249	311	652
21	744	1307	316	647
22	772	1363	321	642
23	800	1419	326	637
24	828	1474	331	632
25	855	1529	336	627
26	876	1572	341	622
27	875	1569	346	617
28	873	1565	351	612
29	871	1562	356	607
30	869	1558	361	602
31	868	1555	366	597
32	862	1544	371	592
33	856	1532	376	587
34	850	1520	381	582
35	845	1508	386	577
36	839	1497	391	572
37	830	1480	396	567
38	815	1450	401	562
39	800	1420	406	557
40	785	1390	411	552
41	770	1359	416	546
42	755	1330	422	541
43	742	1304	427	536
44	729	1278	432	531
45	716	1252	437	526
46	703	1225	442	521
47	690	1199	447	516
48	689	1197	452	511
49	689	1197	457	506
50	690	1198	462	501
51	690	1199	467	496
52	690	1199	472	491
53	690	1198	477	486
54	689	1196	482	481
55	688	1194	487	476
56	687	1192	492	471
57	686	1190	497	466

Vertical no.	Drilling fluid pressures pilot [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
58	685	1190	502	461
59	687	1192	507	456
60	688	1195	512	451
61	689	1198	517	446
62	691	1200	522	441
63	692	1203	527	436
64	690	1198	532	431
65	687	1194	537	426
66	685	1189	542	421
67	683	1184	547	416
68	680	1179	552	411
69	679	1177	557	406
70	679	1177	562	401
71	679	1176	567	396
72	679	1176	572	391
73	678	1175	577	386
74	678	1175	582	381
75	678	1175	587	376
76	678	1175	592	371
77	678	1175	597	365
78	678	1174	603	360
79	678	1174	608	355
80	677	1174	613	350
81	677	1173	618	345
82	677	1172	623	340
83	676	1172	628	335
84	676	1171	633	330
85	676	1171	638	325
86	676	1171	643	320
87	676	1171	648	315
88	676	1172	653	310
89	676	1172	658	305
90	677	1173	663	300
91	679	1178	668	295
92	681	1182	673	290
93	683	1186	678	285
94	683	1186	682	279
95	671	1167	682	269
96	647	1126	677	254
97	609	1064	667	234
98	559	980	653	209
99	494	871	633	180
100	413	735	609	145
101	320	571	583	109
102	145	244	557	73
103	81	130	532	36
104	0	0	506	0

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	0
2	78	95	33	36
3	143	220	66	72
4	290	433	99	109
5	444	776	131	145
6	608	1090	161	177
7	621	1097	185	204
8	591	1020	204	227
9	659	1146	218	244
10	692	1206	228	257
11	705	1228	233	266
12	707	1232	235	271
13	705	1228	237	276

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
14	700	1219	239	281
15	677	1172	240	286
16	701	1221	242	291
17	699	1217	244	296
18	697	1213	246	301
19	695	1209	248	306
20	715	1248	250	311
21	743	1306	251	316
22	772	1362	253	321
23	799	1418	255	326
24	827	1473	257	331
25	854	1527	259	336
26	876	1570	261	341
27	874	1567	262	346
28	872	1564	264	351
29	870	1560	266	356
30	869	1557	268	361
31	867	1553	270	363
32	862	1542	272	361
33	856	1530	273	359
34	850	1519	275	357
35	844	1507	277	356
36	838	1495	279	354
37	830	1478	281	352
38	815	1449	283	350
39	800	1419	284	348
40	785	1388	286	346
41	769	1358	288	345
42	755	1328	290	343
43	742	1303	292	341
44	729	1277	294	339
45	716	1251	295	337
46	703	1224	297	335
47	689	1198	299	334
48	689	1196	301	332
49	689	1196	303	330
50	689	1197	305	328
51	689	1198	306	326
52	690	1198	308	324
53	689	1197	310	323
54	688	1195	312	321
55	687	1193	314	319
56	686	1191	316	317
57	685	1189	317	315
58	685	1189	319	313
59	686	1191	321	312
60	688	1194	323	310
61	689	1197	325	308
62	690	1199	327	306
63	691	1202	328	304
64	689	1197	330	302
65	687	1193	332	301
66	685	1188	334	299
67	682	1183	336	297
68	680	1178	338	295
69	679	1176	339	293
70	679	1176	341	291
71	678	1175	343	290
72	678	1175	345	288
73	678	1174	347	286
74	678	1174	349	284
75	678	1174	350	282
76	678	1174	352	280
77	677	1174	354	279

Vertical no.	Drilling fluid pressures preream [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
78	677	1173	356	277
79	677	1173	355	275
80	677	1173	350	273
81	677	1172	345	271
82	676	1171	340	269
83	676	1171	335	268
84	676	1170	330	266
85	676	1170	325	264
86	676	1170	320	262
87	676	1170	315	260
88	676	1171	310	258
89	676	1171	305	257
90	677	1172	300	255
91	679	1177	295	253
92	681	1181	290	251
93	683	1185	285	249
94	683	1185	279	246
95	671	1166	269	239
96	646	1125	254	227
97	609	1063	234	211
98	558	978	209	189
99	493	869	180	163
100	411	708	145	132
101	313	499	109	99
102	145	236	73	66
103	81	107	36	33
104	0	0	0	0

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
1	0	0	0	0
2	72	72	33	33
3	143	183	65	66
4	285	330	98	99
5	440	645	130	131
6	605	1017	159	161
7	619	1041	183	185
8	589	969	202	204
9	657	1118	216	218
10	691	1191	226	228
11	703	1217	230	233
12	705	1222	232	235
13	704	1218	234	237
14	699	1207	235	239
15	676	1154	237	240
16	700	1209	239	242
17	698	1205	240	244
18	696	1201	242	246
19	694	1196	243	248
20	713	1240	245	250
21	742	1302	246	251
22	770	1359	248	253
23	798	1414	250	255
24	825	1469	251	257
25	852	1523	253	259
26	873	1566	254	261
27	872	1562	256	262
28	870	1559	258	264
29	868	1555	259	266
30	867	1552	261	268
31	865	1548	262	270
32	859	1538	264	272
33	854	1526	265	273

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
34	848	1514	267	275
35	842	1502	269	277
36	836	1491	270	279
37	828	1474	272	281
38	813	1445	273	283
39	798	1415	275	284
40	783	1385	277	286
41	768	1354	278	288
42	753	1325	280	290
43	740	1299	281	292
44	728	1273	283	294
45	715	1243	285	295
46	701	1213	286	297
47	688	1183	288	299
48	687	1181	289	301
49	688	1182	291	303
50	688	1183	292	305
51	688	1183	294	306
52	689	1184	296	308
53	688	1183	297	310
54	687	1181	299	308
55	686	1178	300	307
56	685	1176	302	305
57	684	1174	304	304
58	684	1173	305	302
59	685	1176	307	300
60	686	1179	308	299
61	688	1182	308	297
62	689	1185	306	296
63	690	1188	304	294
64	688	1183	302	292
65	686	1177	301	291
66	683	1172	299	289
67	681	1167	297	288
68	679	1161	295	286
69	678	1159	293	285
70	677	1159	291	283
71	677	1158	290	281
72	677	1158	288	280
73	677	1157	286	278
74	677	1157	284	277
75	676	1157	282	275
76	676	1156	280	273
77	676	1156	279	272
78	676	1156	277	270
79	676	1156	275	269
80	676	1155	273	267
81	676	1155	271	265
82	675	1154	269	264
83	675	1153	268	262
84	675	1152	266	261
85	675	1152	264	259
86	675	1153	262	258
87	675	1153	260	256
88	675	1153	258	254
89	675	1153	257	253
90	676	1155	255	251
91	678	1159	253	250
92	680	1164	251	248
93	682	1169	249	246
94	681	1168	246	244
95	670	1144	239	237
96	645	1091	227	225
97	607	1010	211	209

Vertical no.	Drilling fluid pressures pull back [kN/m ²]			
	Max, deformation	Max, soil cover	Min, left	Min, right
98	556	899	189	188
99	490	755	163	162
100	407	574	132	131
101	294	375	99	98
102	145	194	66	65
103	77	77	33	33
104	0	0	0	0

3.2 Equilibrium between Drilling Fluid Pressure and Pore Pressure

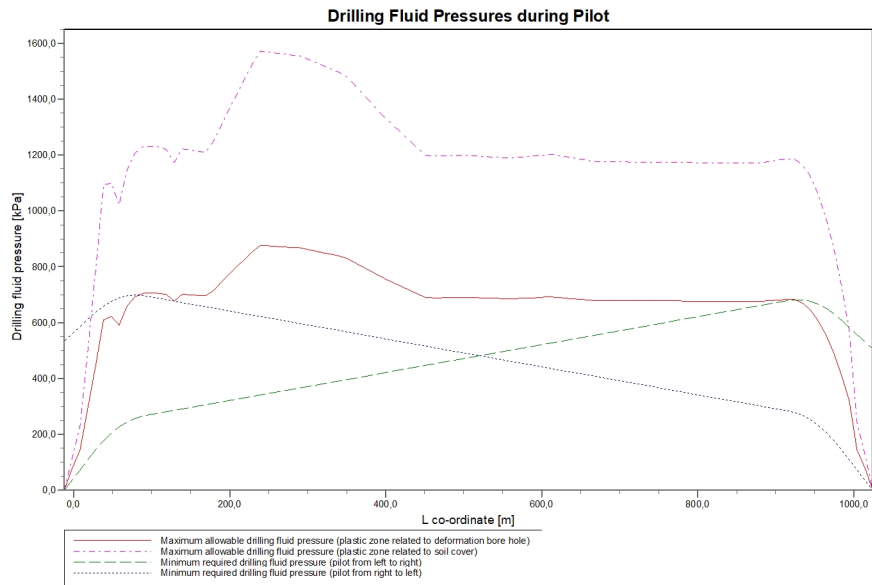
Vertical no.	Static column pressure			
	Drilling fluid [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Safety [-]	Result
1	0	0	-	sufficient
2	31	24	1,32	sufficient
3	62	51	1,23	sufficient
4	93	77	1,20	sufficient
5	124	104	1,19	sufficient
6	151	128	1,18	sufficient
7	174	147	1,18	sufficient
8	191	162	1,18	sufficient
9	204	173	1,18	sufficient
10	212	180	1,18	sufficient
11	215	183	1,18	sufficient
12	215	183	1,18	sufficient
13	216	183	1,18	sufficient
14	216	183	1,18	sufficient
15	216	183	1,18	sufficient
16	216	183	1,18	sufficient
17	216	183	1,18	sufficient
18	216	183	1,18	sufficient
19	216	183	1,18	sufficient
20	217	183	1,18	sufficient
21	217	183	1,18	sufficient
22	217	183	1,19	sufficient
23	217	183	1,19	sufficient
24	217	183	1,19	sufficient
25	217	183	1,19	sufficient
26	218	183	1,19	sufficient
27	218	183	1,19	sufficient
28	218	183	1,19	sufficient
29	218	183	1,19	sufficient
30	218	183	1,19	sufficient
31	218	183	1,19	sufficient
32	218	183	1,19	sufficient
33	219	183	1,19	sufficient
34	219	183	1,20	sufficient
35	219	183	1,20	sufficient
36	219	183	1,20	sufficient
37	219	183	1,20	sufficient
38	219	183	1,20	sufficient
39	219	183	1,20	sufficient
40	220	183	1,20	sufficient
41	220	183	1,20	sufficient
42	220	183	1,20	sufficient
43	220	183	1,20	sufficient
44	220	183	1,20	sufficient
45	220	183	1,20	sufficient
46	221	183	1,21	sufficient
47	221	183	1,21	sufficient
48	221	183	1,21	sufficient
49	221	183	1,21	sufficient
50	221	183	1,21	sufficient
51	221	183	1,21	sufficient

Vertical no.	Static column pressure			Result
	Drilling fluid [kN/m ²]	Water [kN/m ²]	Safety [-]	
52	221	183	1,21	sufficient
53	222	183	1,21	sufficient
54	222	183	1,21	sufficient
55	222	183	1,21	sufficient
56	222	183	1,21	sufficient
57	222	183	1,21	sufficient
58	222	183	1,22	sufficient
59	222	183	1,22	sufficient
60	223	183	1,22	sufficient
61	223	183	1,22	sufficient
62	223	183	1,22	sufficient
63	223	183	1,22	sufficient
64	223	183	1,22	sufficient
65	223	183	1,22	sufficient
66	224	183	1,22	sufficient
67	224	183	1,22	sufficient
68	224	183	1,22	sufficient
69	224	183	1,22	sufficient
70	224	183	1,22	sufficient
71	224	183	1,23	sufficient
72	224	183	1,23	sufficient
73	225	183	1,23	sufficient
74	225	183	1,23	sufficient
75	225	183	1,23	sufficient
76	225	183	1,23	sufficient
77	225	183	1,23	sufficient
78	225	183	1,23	sufficient
79	226	183	1,23	sufficient
80	226	183	1,23	sufficient
81	226	183	1,23	sufficient
82	226	183	1,23	sufficient
83	226	183	1,24	sufficient
84	226	183	1,24	sufficient
85	226	183	1,24	sufficient
86	227	183	1,24	sufficient
87	227	183	1,24	sufficient
88	227	183	1,24	sufficient
89	227	183	1,24	sufficient
90	227	183	1,24	sufficient
91	227	183	1,24	sufficient
92	227	183	1,24	sufficient
93	228	183	1,24	sufficient
94	227	182	1,24	sufficient
95	222	178	1,25	sufficient
96	212	169	1,25	sufficient
97	197	156	1,26	sufficient
98	178	139	1,28	sufficient
99	153	118	1,30	sufficient
100	124	92	1,35	sufficient
101	93	65	1,43	sufficient
102	62	38	1,63	sufficient
103	31	11	2,77	sufficient
104	0	0	-	sufficient

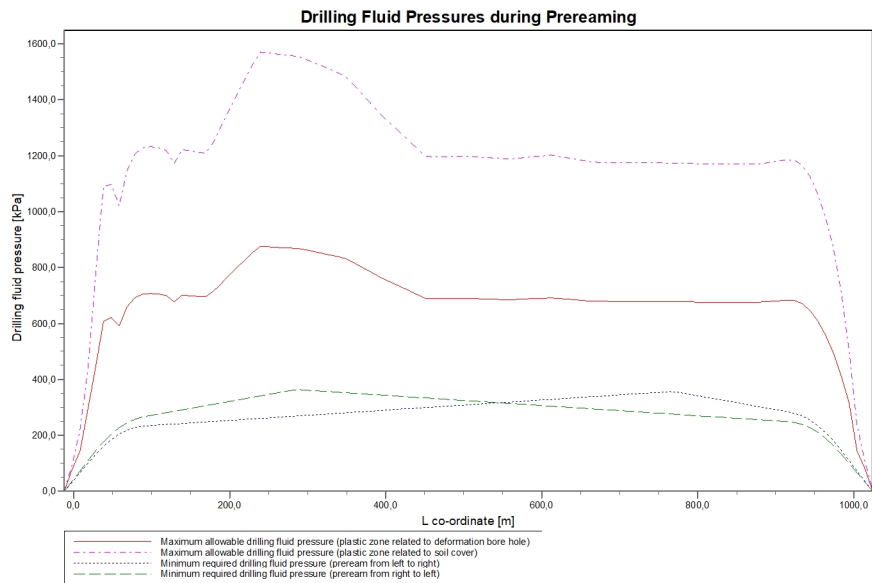
The static drilling fluid pressure is calculated and can be compared with the calculated groundwater pressure. The quotient of the drilling fluid pressure and the groundwater pressure yields the safety factor, which should be higher than the requested factor of safety of 1,10.

3.3 Drilling Fluid Pressure Plots

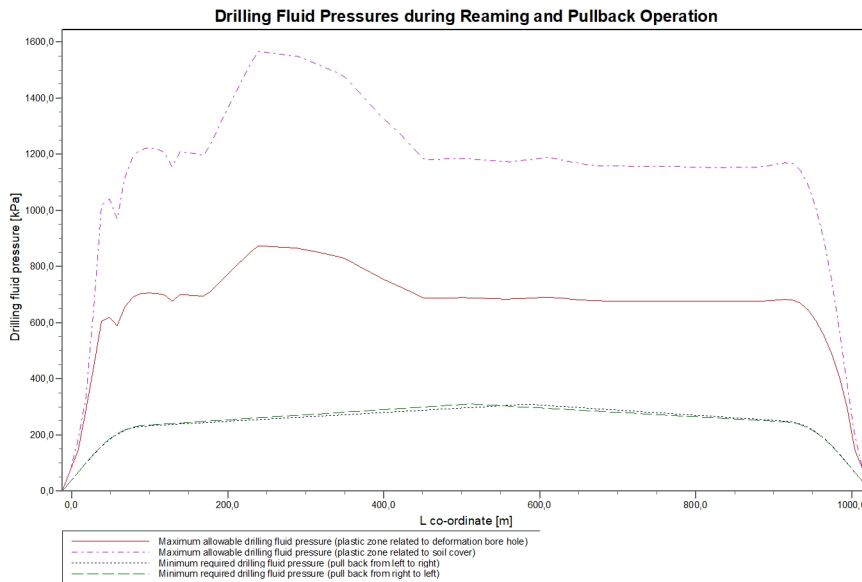
3.3.1 Drilling Fluid Pressures during Pilot



3.3.2 Drilling Fluid Pressures during Prereaming



3.3.3 Drilling Fluid Pressures during Reaming and Pullback Operation



4 Soil Mechanical Data

4.1 Soil Mechanical Parameters Pipe 1: pipe nr. 1

The list with data and issues is shown hereafter:

Note: safety factors not applied.

q_v;p	Passive soil stress	kN/m ²
q_v;n	Neutral soil stress	kN/m ²
q_h;n	Neutral horizontal soil stress	kN/m ²
q_v,r;n	Reduced neutral soil stress	kN/m ²
q_traffic	Traffic load	kN/m ²
q_v;e	Vertical bearing capacity	kN/m ²
q_h;e	Horizontal bearing capacity	kN/m ²
k_v;bot	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m ³
k_v;top	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m ³
k_h	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m ³
t_max	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m ²
d_max	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v,r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	24
2	87	26	19	26	0	687
3	295	50	11	15	0	1694
4	541	68	12	16	0	2410
5	966	119	13	18	0	4206
6	1370	181	14	19	0	6358
7	1369	180	13	18	0	6350
8	1264	164	13	17	0	5769
9	1425	189	13	17	0	6662
10	1503	202	13	18	2	7100
11	1531	206	13	18	2	7257
12	1536	207	13	18	0	7287
13	1531	206	13	18	2	7260
14	1519	204	13	18	2	7192
15	1458	194	13	17	0	6845
16	1521	205	13	18	0	7203
17	1516	204	13	18	0	7175
18	1511	203	13	18	0	7147
19	1507	202	13	18	0	7120
20	1557	210	13	18	0	7409
21	1632	223	13	18	0	7841
22	1707	235	14	19	0	8274
23	1780	247	14	19	0	8706
24	1853	260	14	19	0	9138
25	1926	272	14	20	0	9571
26	1983	282	15	20	0	9918
27	1979	281	15	20	0	9890
28	1974	280	15	20	0	9862
29	1969	279	15	20	0	9834
30	1965	279	15	20	0	9806
31	1960	278	15	20	0	9777
32	1946	275	15	20	0	9692
33	1930	273	15	20	0	9597
34	1914	270	14	19	0	9502
35	1898	267	14	19	0	9408
36	1883	265	14	19	0	9313
37	1861	261	14	19	0	9183
38	1821	254	14	19	0	8948
39	1781	248	14	19	0	8712
40	1741	241	14	19	0	8477
41	1701	234	14	19	0	8241
42	1662	228	14	18	0	8015
43	1628	222	13	18	0	7818

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
44	1594	217	13	18	0	7622
45	1560	211	13	18	0	7426
46	1526	205	13	18	0	7229
47	1491	200	13	17	0	7033
48	1489	199	13	17	0	7019
49	1490	199	13	17	0	7024
50	1490	200	13	17	0	7028
51	1491	200	13	17	0	7033
52	1492	200	13	17	0	7037
53	1491	200	13	17	0	7031
54	1488	199	13	17	0	7016
55	1486	199	13	17	0	7001
56	1483	198	13	17	0	6987
57	1481	198	13	17	0	6972
58	1480	198	13	17	0	6967
59	1483	198	13	17	0	6986
60	1486	199	13	17	0	7005
61	1490	199	13	17	0	7024
62	1493	200	13	17	0	7043
63	1496	201	13	17	0	7062
64	1491	200	13	17	0	7030
65	1485	199	13	17	0	6995
66	1478	198	13	17	0	6960
67	1472	197	13	17	0	6925
68	1466	196	13	17	0	6891
69	1464	195	13	17	0	6876
70	1463	195	13	17	0	6873
71	1462	195	13	17	0	6869
72	1462	195	13	17	0	6866
73	1461	195	13	17	0	6862
74	1461	195	13	17	0	6860
75	1461	195	13	17	0	6859
76	1460	195	13	17	0	6858
77	1460	195	13	17	0	6856
78	1460	195	13	17	0	6855
79	1460	195	13	17	0	6854
80	1459	195	13	17	0	6850
81	1458	194	13	17	0	6845
82	1457	194	13	17	0	6841
83	1457	194	13	17	0	6836
84	1456	194	13	17	0	6832
85	1456	194	13	17	0	6831
86	1456	194	13	17	0	6832
87	1456	194	13	17	0	6833
88	1456	194	13	17	0	6834
89	1456	194	13	17	0	6836
90	1459	194	13	17	0	6847
91	1464	195	13	17	0	6878
92	1469	196	13	17	0	6908
93	1475	197	13	17	0	6938
94	1475	197	13	17	0	6939
95	1451	193	13	17	0	6806
96	1399	185	13	17	0	6516
97	1321	173	13	18	0	6082
98	1214	156	13	18	0	5500
99	1075	135	13	18	0	4768
100	901	110	13	18	0	3885
101	706	84	13	18	0	2956
102	340	59	14	18	0	1575
103	119	35	26	35	0	938
104	0	0	0	0	0	37

Vertical no.	q _{h;e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
1	0	0	0	0	0,05	7,5
2	150	10138	6984	7097	0,05	7,5
3	295	43301	11208	30311	0,05	7,5
4	590	52419	45060	36693	0,05	7,5
5	966	69044	63320	48331	0,05	7,5
6	1370	85414	80653	59790	0,05	7,5
7	1369	85351	80587	59746	0,05	7,5
8	1264	81182	76210	56828	0,05	7,5
9	1425	87506	82842	61254	0,05	7,5
10	1503	90470	85937	63329	0,05	7,5
11	1531	91514	87024	64060	0,05	7,5
12	1536	91714	87233	64200	0,05	7,5
13	1531	91533	87045	64073	0,05	7,5
14	1519	91084	86577	63759	0,05	7,5
15	1458	88750	84142	62125	0,05	7,5
16	1521	91156	86652	63809	0,05	7,5
17	1516	90971	86459	63680	0,05	7,5
18	1511	90786	86266	63550	0,05	7,5
19	1507	90600	86072	63420	0,05	7,5
20	1557	92518	88070	64763	0,05	7,5
21	1632	95325	90988	66728	0,05	7,5
22	1707	98066	93832	68647	0,05	7,5
23	1780	100747	96607	70523	0,05	7,5
24	1853	103372	99320	72360	0,05	7,5
25	1926	105943	101974	74160	0,05	7,5
26	1983	107970	104063	75579	0,05	7,5
27	1979	107807	103895	75465	0,05	7,5
28	1974	107644	103727	75351	0,05	7,5
29	1969	107481	103559	75237	0,05	7,5
30	1965	107317	103391	75122	0,05	7,5
31	1960	107154	103222	75008	0,05	7,5
32	1946	106652	102705	74656	0,05	7,5
33	1930	106097	102132	74268	0,05	7,5
34	1914	105539	101557	73877	0,05	7,5
35	1898	104979	100979	73485	0,05	7,5
36	1883	104417	100399	73092	0,05	7,5
37	1861	103640	99597	72548	0,05	7,5
38	1821	102221	98131	71554	0,05	7,5
39	1781	100785	96646	70549	0,05	7,5
40	1741	99333	95143	69533	0,05	7,5
41	1701	97863	93621	68504	0,05	7,5
42	1662	96432	92137	67503	0,05	7,5
43	1628	95178	90835	66624	0,05	7,5
44	1594	93909	89517	65737	0,05	7,5
45	1560	92627	88183	64839	0,05	7,5
46	1526	91330	86833	63931	0,05	7,5
47	1491	90018	85466	63013	0,05	7,5
48	1489	89929	85373	62951	0,05	7,5
49	1490	89960	85405	62972	0,05	7,5
50	1490	89990	85436	62993	0,05	7,5
51	1491	90020	85468	63014	0,05	7,5
52	1492	90050	85499	63035	0,05	7,5
53	1491	90004	85451	63003	0,05	7,5
54	1488	89906	85349	62934	0,05	7,5
55	1486	89808	85246	62866	0,05	7,5
56	1483	89710	85144	62797	0,05	7,5
57	1481	89611	85041	62728	0,05	7,5
58	1480	89575	85004	62703	0,05	7,5
59	1483	89704	85138	62793	0,05	7,5
60	1486	89833	85272	62883	0,05	7,5
61	1490	89961	85406	62973	0,05	7,5
62	1493	90089	85540	63062	0,05	7,5
63	1496	90217	85673	63152	0,05	7,5
64	1491	89999	85446	62999	0,05	7,5

Vertical no.	q _{h;e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
65	1485	89765	85202	62836	0,05	7,5
66	1478	89531	84957	62671	0,05	7,5
67	1472	89296	84712	62507	0,05	7,5
68	1466	89060	84466	62342	0,05	7,5
69	1464	88960	84362	62272	0,05	7,5
70	1463	88937	84338	62256	0,05	7,5
71	1462	88914	84314	62240	0,05	7,5
72	1462	88892	84290	62224	0,05	7,5
73	1461	88869	84266	62208	0,05	7,5
74	1461	88851	84247	62195	0,05	7,5
75	1461	88843	84239	62190	0,05	7,5
76	1460	88835	84231	62185	0,05	7,5
77	1460	88828	84224	62179	0,05	7,5
78	1460	88820	84216	62174	0,05	7,5
79	1460	88813	84208	62169	0,05	7,5
80	1459	88782	84176	62147	0,05	7,5
81	1458	88752	84144	62126	0,05	7,5
82	1457	88721	84112	62105	0,05	7,5
83	1457	88690	84080	62083	0,05	7,5
84	1456	88660	84048	62062	0,05	7,5
85	1456	88655	84044	62059	0,05	7,5
86	1456	88663	84052	62064	0,05	7,5
87	1456	88671	84060	62070	0,05	7,5
88	1456	88678	84067	62075	0,05	7,5
89	1456	88686	84075	62080	0,05	7,5
90	1459	88766	84159	62136	0,05	7,5
91	1464	88972	84374	62280	0,05	7,5
92	1469	89177	84588	62424	0,05	7,5
93	1475	89382	84802	62567	0,05	7,5
94	1475	89388	84809	62572	0,05	7,5
95	1451	88486	83867	61941	0,05	7,5
96	1399	86499	81790	60550	0,05	7,5
97	1321	83446	78590	58412	0,05	7,5
98	1214	79210	74131	55447	0,05	7,5
99	1075	73602	68190	51521	0,05	7,5
100	901	66337	60406	46436	0,05	7,5
101	706	57906	39491	40534	0,05	7,5
102	340	20000	12506	14000	0,05	7,5
103	198	11586	8377	8110	0,05	7,5
104	1	165	0	116	0,05	7,5

Maximum soil stress	: q _{v;n} ;max = 282 kN/m ²
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads)	: q _{traffic} ;max = 35 kN/m ²
Maximum reduced soil stress	: q _{v;r;n} ;max = 35 kN/m ²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor) only for verticals in deep situation	: k _v ;max = 107970 kN/m ³
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor) only for verticals in deep situation	: k _v ;max = 215940 kN/m ³

4.2 Soil Mechanical Parameters Pipe 2: pipe nr. 2

The list with data and issues is shown hereafter:

Note: safety factors not applied.

q _{v;p}	Passive soil stress	kN/m ²
q _{v;n}	Neutral soil stress	kN/m ²
q _{h;n}	Neutral horizontal soil stress	kN/m ²
q _{v;r;n}	Reduced neutral soil stress	kN/m ²
q _{traffic}	Traffic load	kN/m ²
q _{v;e}	Vertical bearing capacity	kN/m ²
q _{h;e}	Horizontal bearing capacity	kN/m ²
k _{v;bot}	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m ³
k _{v;top}	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m ³
k _h	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m ³

t_max Maximal friction pipe-lubricant kN/m²
d_max Displacement at maximal friction mm

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	24
2	87	26	19	26	0	687
3	295	50	11	15	0	1694
4	541	68	12	16	0	2410
5	966	119	13	18	0	4206
6	1370	181	14	19	0	6358
7	1369	180	13	18	0	6350
8	1264	164	13	17	0	5769
9	1425	189	13	17	0	6662
10	1503	202	13	18	2	7100
11	1531	206	13	18	2	7257
12	1536	207	13	18	0	7287
13	1531	206	13	18	2	7260
14	1519	204	13	18	2	7192
15	1458	194	13	17	0	6845
16	1521	205	13	18	0	7203
17	1516	204	13	18	0	7175
18	1511	203	13	18	0	7147
19	1507	202	13	18	0	7120
20	1557	210	13	18	0	7409
21	1632	223	13	18	0	7841
22	1707	235	14	19	0	8274
23	1780	247	14	19	0	8706
24	1853	260	14	19	0	9138
25	1926	272	14	20	0	9571
26	1983	282	15	20	0	9918
27	1979	281	15	20	0	9890
28	1974	280	15	20	0	9862
29	1969	279	15	20	0	9834
30	1965	279	15	20	0	9806
31	1960	278	15	20	0	9777
32	1946	275	15	20	0	9692
33	1930	273	15	20	0	9597
34	1914	270	14	19	0	9502
35	1898	267	14	19	0	9408
36	1883	265	14	19	0	9313
37	1861	261	14	19	0	9183
38	1821	254	14	19	0	8948
39	1781	248	14	19	0	8712
40	1741	241	14	19	0	8477
41	1701	234	14	19	0	8241
42	1662	228	14	18	0	8015
43	1628	222	13	18	0	7818
44	1594	217	13	18	0	7622
45	1560	211	13	18	0	7426
46	1526	205	13	18	0	7229
47	1491	200	13	17	0	7033
48	1489	199	13	17	0	7019
49	1490	199	13	17	0	7024
50	1490	200	13	17	0	7028
51	1491	200	13	17	0	7033
52	1492	200	13	17	0	7037
53	1491	200	13	17	0	7031
54	1488	199	13	17	0	7016
55	1486	199	13	17	0	7001
56	1483	198	13	17	0	6987
57	1481	198	13	17	0	6972
58	1480	198	13	17	0	6967
59	1483	198	13	17	0	6986
60	1486	199	13	17	0	7005
61	1490	199	13	17	0	7024
62	1493	200	13	17	0	7043

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
63	1496	201	13	17	0	7062
64	1491	200	13	17	0	7030
65	1485	199	13	17	0	6995
66	1478	198	13	17	0	6960
67	1472	197	13	17	0	6925
68	1466	196	13	17	0	6891
69	1464	195	13	17	0	6876
70	1463	195	13	17	0	6873
71	1462	195	13	17	0	6869
72	1462	195	13	17	0	6866
73	1461	195	13	17	0	6862
74	1461	195	13	17	0	6860
75	1461	195	13	17	0	6859
76	1460	195	13	17	0	6858
77	1460	195	13	17	0	6856
78	1460	195	13	17	0	6855
79	1460	195	13	17	0	6854
80	1459	195	13	17	0	6850
81	1458	194	13	17	0	6845
82	1457	194	13	17	0	6841
83	1457	194	13	17	0	6836
84	1456	194	13	17	0	6832
85	1456	194	13	17	0	6831
86	1456	194	13	17	0	6832
87	1456	194	13	17	0	6833
88	1456	194	13	17	0	6834
89	1456	194	13	17	0	6836
90	1459	194	13	17	0	6847
91	1464	195	13	17	0	6878
92	1469	196	13	17	0	6908
93	1475	197	13	17	0	6938
94	1475	197	13	17	0	6939
95	1451	193	13	17	0	6806
96	1399	185	13	17	0	6516
97	1321	173	13	18	0	6082
98	1214	156	13	18	0	5500
99	1075	135	13	18	0	4768
100	901	110	13	18	0	3885
101	706	84	13	18	0	2956
102	340	59	14	18	0	1575
103	119	35	26	35	0	938
104	0	0	0	0	0	37

Vertical no.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	0	0	0	0	0,05	7,5
2	150	10138	6984	7097	0,05	7,5
3	295	43301	11208	30311	0,05	7,5
4	590	52419	45060	36693	0,05	7,5
5	966	69044	63320	48331	0,05	7,5
6	1370	85414	80653	59790	0,05	7,5
7	1369	85351	80587	59746	0,05	7,5
8	1264	81182	76210	56828	0,05	7,5
9	1425	87506	82842	61254	0,05	7,5
10	1503	90470	85937	63329	0,05	7,5
11	1531	91514	87024	64060	0,05	7,5
12	1536	91714	87233	64200	0,05	7,5
13	1531	91533	87045	64073	0,05	7,5
14	1519	91084	86577	63759	0,05	7,5
15	1458	88750	84142	62125	0,05	7,5
16	1521	91156	86652	63809	0,05	7,5
17	1516	90971	86459	63680	0,05	7,5
18	1511	90786	86266	63550	0,05	7,5
19	1507	90600	86072	63420	0,05	7,5
20	1557	92518	88070	64763	0,05	7,5

Vertical no.	q _{h;e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
21	1632	95325	90988	66728	0,05	7,5
22	1707	98066	93832	68647	0,05	7,5
23	1780	100747	96607	70523	0,05	7,5
24	1853	103372	99320	72360	0,05	7,5
25	1926	105943	101974	74160	0,05	7,5
26	1983	107970	104063	75579	0,05	7,5
27	1979	107807	103895	75465	0,05	7,5
28	1974	107644	103727	75351	0,05	7,5
29	1969	107481	103559	75237	0,05	7,5
30	1965	107317	103391	75122	0,05	7,5
31	1960	107154	103222	75008	0,05	7,5
32	1946	106652	102705	74656	0,05	7,5
33	1930	106097	102132	74268	0,05	7,5
34	1914	105539	101557	73877	0,05	7,5
35	1898	104979	100979	73485	0,05	7,5
36	1883	104417	100399	73092	0,05	7,5
37	1861	103640	99597	72548	0,05	7,5
38	1821	102221	98131	71554	0,05	7,5
39	1781	100785	96646	70549	0,05	7,5
40	1741	99333	95143	69533	0,05	7,5
41	1701	97863	93621	68504	0,05	7,5
42	1662	96432	92137	67503	0,05	7,5
43	1628	95178	90835	66624	0,05	7,5
44	1594	93909	89517	65737	0,05	7,5
45	1560	92627	88183	64839	0,05	7,5
46	1526	91330	86833	63931	0,05	7,5
47	1491	90018	85466	63013	0,05	7,5
48	1489	89929	85373	62951	0,05	7,5
49	1490	89960	85405	62972	0,05	7,5
50	1490	89990	85436	62993	0,05	7,5
51	1491	90020	85468	63014	0,05	7,5
52	1492	90050	85499	63035	0,05	7,5
53	1491	90004	85451	63003	0,05	7,5
54	1488	89906	85349	62934	0,05	7,5
55	1486	89808	85246	62866	0,05	7,5
56	1483	89710	85144	62797	0,05	7,5
57	1481	89611	85041	62728	0,05	7,5
58	1480	89575	85004	62703	0,05	7,5
59	1483	89704	85138	62793	0,05	7,5
60	1486	89833	85272	62883	0,05	7,5
61	1490	89961	85406	62973	0,05	7,5
62	1493	90089	85540	63062	0,05	7,5
63	1496	90217	85673	63152	0,05	7,5
64	1491	89999	85446	62999	0,05	7,5
65	1485	89765	85202	62836	0,05	7,5
66	1478	89531	84957	62671	0,05	7,5
67	1472	89296	84712	62507	0,05	7,5
68	1466	89060	84466	62342	0,05	7,5
69	1464	88960	84362	62272	0,05	7,5
70	1463	88937	84338	62256	0,05	7,5
71	1462	88914	84314	62240	0,05	7,5
72	1462	88892	84290	62224	0,05	7,5
73	1461	88869	84266	62208	0,05	7,5
74	1461	88851	84247	62195	0,05	7,5
75	1461	88843	84239	62190	0,05	7,5
76	1460	88835	84231	62185	0,05	7,5
77	1460	88828	84224	62179	0,05	7,5
78	1460	88820	84216	62174	0,05	7,5
79	1460	88813	84208	62169	0,05	7,5
80	1459	88782	84176	62147	0,05	7,5
81	1458	88752	84144	62126	0,05	7,5
82	1457	88721	84112	62105	0,05	7,5
83	1457	88690	84080	62083	0,05	7,5
84	1456	88660	84048	62062	0,05	7,5
85	1456	88655	84044	62059	0,05	7,5

Vertical no.	q _h ;e [kN/m ²]	k _v ;bot [kN/m ³]	k _v ;top [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
86	1456	88663	84052	62064	0,05	7,5
87	1456	88671	84060	62070	0,05	7,5
88	1456	88678	84067	62075	0,05	7,5
89	1456	88686	84075	62080	0,05	7,5
90	1459	88766	84159	62136	0,05	7,5
91	1464	88972	84374	62280	0,05	7,5
92	1469	89177	84588	62424	0,05	7,5
93	1475	89382	84802	62567	0,05	7,5
94	1475	89388	84809	62572	0,05	7,5
95	1451	88486	83867	61941	0,05	7,5
96	1399	86499	81790	60550	0,05	7,5
97	1321	83446	78590	58412	0,05	7,5
98	1214	79210	74131	55447	0,05	7,5
99	1075	73602	68190	51521	0,05	7,5
100	901	66337	60406	46436	0,05	7,5
101	706	57906	39491	40534	0,05	7,5
102	340	20000	12506	14000	0,05	7,5
103	198	11586	8377	8110	0,05	7,5
104	1	165	0	116	0,05	7,5

Maximum soil stress	:	q _{v;n} ;max = 282 kN/m ²
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads)	:	q _{traffic} ;max = 35 kN/m ²
Maximum reduced soil stress	:	q _{v;r;n} ;max = 35 kN/m ²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)		
only for verticals in deep situation	:	k _v ;max = 107970 kN/m ³
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor)		
only for verticals in deep situation	:	k _v ;max = 215940 kN/m ³

4.3 Soil Mechanical Parameters Pipe 3: pipe nr. 3

The list with data and issues is shown hereafter:

Note: safety factors not applied.

q _v ;p	Passive soil stress	kN/m ²
q _v ;n	Neutral soil stress	kN/m ²
q _h ;n	Neutral horizontal soil stress	kN/m ²
q _v ;r;n	Reduced neutral soil stress	kN/m ²
q _{traffic}	Traffic load	kN/m ²
q _v ;e	Vertical bearing capacity	kN/m ²
q _h ;e	Horizontal bearing capacity	kN/m ²
k _v ;bot	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m ³
k _v ;top	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m ³
k _h	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m ³
t _{max}	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m ²
d _{max}	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	q _v ;p [kN/m ²]	q _v ;n [kN/m ²]	q _h ;n [kN/m ²]	q _v ;r;n [kN/m ²]	q _{traffic} [kN/m ²]	q _v ;e [kN/m ²]
1	0	0	0	0	0	24
2	87	26	19	26	0	687
3	295	50	11	15	0	1694
4	541	68	12	16	0	2410
5	966	119	13	18	0	4206
6	1370	181	14	19	0	6358
7	1369	180	13	18	0	6350
8	1264	164	13	17	0	5769
9	1425	189	13	17	0	6662
10	1503	202	13	18	2	7100
11	1531	206	13	18	2	7257
12	1536	207	13	18	0	7287
13	1531	206	13	18	2	7260
14	1519	204	13	18	2	7192
15	1458	194	13	17	0	6845
16	1521	205	13	18	0	7203

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
17	1516	204	13	18	0	7175
18	1511	203	13	18	0	7147
19	1507	202	13	18	0	7120
20	1557	210	13	18	0	7409
21	1632	223	13	18	0	7841
22	1707	235	14	19	0	8274
23	1780	247	14	19	0	8706
24	1853	260	14	19	0	9138
25	1926	272	14	20	0	9571
26	1983	282	15	20	0	9918
27	1979	281	15	20	0	9890
28	1974	280	15	20	0	9862
29	1969	279	15	20	0	9834
30	1965	279	15	20	0	9806
31	1960	278	15	20	0	9777
32	1946	275	15	20	0	9692
33	1930	273	15	20	0	9597
34	1914	270	14	19	0	9502
35	1898	267	14	19	0	9408
36	1883	265	14	19	0	9313
37	1861	261	14	19	0	9183
38	1821	254	14	19	0	8948
39	1781	248	14	19	0	8712
40	1741	241	14	19	0	8477
41	1701	234	14	19	0	8241
42	1662	228	14	18	0	8015
43	1628	222	13	18	0	7818
44	1594	217	13	18	0	7622
45	1560	211	13	18	0	7426
46	1526	205	13	18	0	7229
47	1491	200	13	17	0	7033
48	1489	199	13	17	0	7019
49	1490	199	13	17	0	7024
50	1490	200	13	17	0	7028
51	1491	200	13	17	0	7033
52	1492	200	13	17	0	7037
53	1491	200	13	17	0	7031
54	1488	199	13	17	0	7016
55	1486	199	13	17	0	7001
56	1483	198	13	17	0	6987
57	1481	198	13	17	0	6972
58	1480	198	13	17	0	6967
59	1483	198	13	17	0	6986
60	1486	199	13	17	0	7005
61	1490	199	13	17	0	7024
62	1493	200	13	17	0	7043
63	1496	201	13	17	0	7062
64	1491	200	13	17	0	7030
65	1485	199	13	17	0	6995
66	1478	198	13	17	0	6960
67	1472	197	13	17	0	6925
68	1466	196	13	17	0	6891
69	1464	195	13	17	0	6876
70	1463	195	13	17	0	6873
71	1462	195	13	17	0	6869
72	1462	195	13	17	0	6866
73	1461	195	13	17	0	6862
74	1461	195	13	17	0	6860
75	1461	195	13	17	0	6859
76	1460	195	13	17	0	6858
77	1460	195	13	17	0	6856
78	1460	195	13	17	0	6855
79	1460	195	13	17	0	6854
80	1459	195	13	17	0	6850
81	1458	194	13	17	0	6845

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
82	1457	194	13	17	0	6841
83	1457	194	13	17	0	6836
84	1456	194	13	17	0	6832
85	1456	194	13	17	0	6831
86	1456	194	13	17	0	6832
87	1456	194	13	17	0	6833
88	1456	194	13	17	0	6834
89	1456	194	13	17	0	6836
90	1459	194	13	17	0	6847
91	1464	195	13	17	0	6878
92	1469	196	13	17	0	6908
93	1475	197	13	17	0	6938
94	1475	197	13	17	0	6939
95	1451	193	13	17	0	6806
96	1399	185	13	17	0	6516
97	1321	173	13	18	0	6082
98	1214	156	13	18	0	5500
99	1075	135	13	18	0	4768
100	901	110	13	18	0	3885
101	706	84	13	18	0	2956
102	340	59	14	18	0	1575
103	119	35	26	35	0	938
104	0	0	0	0	0	37

Vertical no.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	0	0	0	0	0,05	7,5
2	150	10138	6984	7097	0,05	7,5
3	295	43301	11208	30311	0,05	7,5
4	590	52419	45060	36693	0,05	7,5
5	966	69044	63320	48331	0,05	7,5
6	1370	85414	80653	59790	0,05	7,5
7	1369	85351	80587	59746	0,05	7,5
8	1264	81182	76210	56828	0,05	7,5
9	1425	87506	82842	61254	0,05	7,5
10	1503	90470	85937	63329	0,05	7,5
11	1531	91514	87024	64060	0,05	7,5
12	1536	91714	87233	64200	0,05	7,5
13	1531	91533	87045	64073	0,05	7,5
14	1519	91084	86577	63759	0,05	7,5
15	1458	88750	84142	62125	0,05	7,5
16	1521	91156	86652	63809	0,05	7,5
17	1516	90971	86459	63680	0,05	7,5
18	1511	90786	86266	63550	0,05	7,5
19	1507	90600	86072	63420	0,05	7,5
20	1557	92518	88070	64763	0,05	7,5
21	1632	95325	90988	66728	0,05	7,5
22	1707	98066	93832	68647	0,05	7,5
23	1780	100747	96607	70523	0,05	7,5
24	1853	103372	99320	72360	0,05	7,5
25	1926	105943	101974	74160	0,05	7,5
26	1983	107970	104063	75579	0,05	7,5
27	1979	107807	103895	75465	0,05	7,5
28	1974	107644	103727	75351	0,05	7,5
29	1969	107481	103559	75237	0,05	7,5
30	1965	107317	103391	75122	0,05	7,5
31	1960	107154	103222	75008	0,05	7,5
32	1946	106652	102705	74656	0,05	7,5
33	1930	106097	102132	74268	0,05	7,5
34	1914	105539	101557	73877	0,05	7,5
35	1898	104979	100979	73485	0,05	7,5
36	1883	104417	100399	73092	0,05	7,5
37	1861	103640	99597	72548	0,05	7,5
38	1821	102221	98131	71554	0,05	7,5
39	1781	100785	96646	70549	0,05	7,5

Vertical no.	q _{h;e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
40	1741	99333	95143	69533	0,05	7,5
41	1701	97863	93621	68504	0,05	7,5
42	1662	96432	92137	67503	0,05	7,5
43	1628	95178	90835	66624	0,05	7,5
44	1594	93909	89517	65737	0,05	7,5
45	1560	92627	88183	64839	0,05	7,5
46	1526	91330	86833	63931	0,05	7,5
47	1491	90018	85466	63013	0,05	7,5
48	1489	89929	85373	62951	0,05	7,5
49	1490	89960	85405	62972	0,05	7,5
50	1490	89990	85436	62993	0,05	7,5
51	1491	90020	85468	63014	0,05	7,5
52	1492	90050	85499	63035	0,05	7,5
53	1491	90004	85451	63003	0,05	7,5
54	1488	89906	85349	62934	0,05	7,5
55	1486	89808	85246	62866	0,05	7,5
56	1483	89710	85144	62797	0,05	7,5
57	1481	89611	85041	62728	0,05	7,5
58	1480	89575	85004	62703	0,05	7,5
59	1483	89704	85138	62793	0,05	7,5
60	1486	89833	85272	62883	0,05	7,5
61	1490	89961	85406	62973	0,05	7,5
62	1493	90089	85540	63062	0,05	7,5
63	1496	90217	85673	63152	0,05	7,5
64	1491	89999	85446	62999	0,05	7,5
65	1485	89765	85202	62836	0,05	7,5
66	1478	89531	84957	62671	0,05	7,5
67	1472	89296	84712	62507	0,05	7,5
68	1466	89060	84466	62342	0,05	7,5
69	1464	88960	84362	62272	0,05	7,5
70	1463	88937	84338	62256	0,05	7,5
71	1462	88914	84314	62240	0,05	7,5
72	1462	88892	84290	62224	0,05	7,5
73	1461	88869	84266	62208	0,05	7,5
74	1461	88851	84247	62195	0,05	7,5
75	1461	88843	84239	62190	0,05	7,5
76	1460	88835	84231	62185	0,05	7,5
77	1460	88828	84224	62179	0,05	7,5
78	1460	88820	84216	62174	0,05	7,5
79	1460	88813	84208	62169	0,05	7,5
80	1459	88782	84176	62147	0,05	7,5
81	1458	88752	84144	62126	0,05	7,5
82	1457	88721	84112	62105	0,05	7,5
83	1457	88690	84080	62083	0,05	7,5
84	1456	88660	84048	62062	0,05	7,5
85	1456	88655	84044	62059	0,05	7,5
86	1456	88663	84052	62064	0,05	7,5
87	1456	88671	84060	62070	0,05	7,5
88	1456	88678	84067	62075	0,05	7,5
89	1456	88686	84075	62080	0,05	7,5
90	1459	88766	84159	62136	0,05	7,5
91	1464	88972	84374	62280	0,05	7,5
92	1469	89177	84588	62424	0,05	7,5
93	1475	89382	84802	62567	0,05	7,5
94	1475	89388	84809	62572	0,05	7,5
95	1451	88486	83867	61941	0,05	7,5
96	1399	86499	81790	60550	0,05	7,5
97	1321	83446	78590	58412	0,05	7,5
98	1214	79210	74131	55447	0,05	7,5
99	1075	73602	68190	51521	0,05	7,5
100	901	66337	60406	46436	0,05	7,5
101	706	57906	39491	40534	0,05	7,5
102	340	20000	12506	14000	0,05	7,5
103	198	11586	8377	8110	0,05	7,5
104	1	165	0	116	0,05	7,5

Maximum soil stress	:	$q_{v;n;max} = 282 \text{ kN/m}^2$
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads)	:	$q_{traffic;max} = 35 \text{ kN/m}^2$
Maximum reduced soil stress	:	$q_{v;r;n;max} = 35 \text{ kN/m}^2$
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor) only for verticals in deep situation	:	$k_{v;max} = 107970 \text{ kN/m}^3$
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor) only for verticals in deep situation	:	$k_{v;max} = 215940 \text{ kN/m}^3$

4.4 Soil Mechanical Parameters Pipe 4: pipe nr. 4

The list with data and issues is shown hereafter:

Note: safety factors not applied.

$q_{v;p}$	Passive soil stress	kN/m^2
$q_{v;n}$	Neutral soil stress	kN/m^2
$q_{h;n}$	Neutral horizontal soil stress	kN/m^2
$q_{v;r;n}$	Reduced neutral soil stress	kN/m^2
$q_{traffic}$	Traffic load	kN/m^2
$q_{v;e}$	Vertical bearing capacity	kN/m^2
$q_{h;e}$	Horizontal bearing capacity	kN/m^2
$k_{v;bot}$	Vertical modulus of subgrade reaction downward	kN/m^3
$k_{v;top}$	Vertical modulus of subgrade reaction upward	kN/m^3
k_h	Horizontal modulus of subgrade reaction	kN/m^3
t_{max}	Maximal friction pipe-lubricant	kN/m^2
d_{max}	Displacement at maximal friction	mm

Vertical no.	$q_{v;p}$ [kN/m^2]	$q_{v;n}$ [kN/m^2]	$q_{h;n}$ [kN/m^2]	$q_{v;r;n}$ [kN/m^2]	$q_{traffic}$ [kN/m^2]	$q_{v;e}$ [kN/m^2]
1	0	0	0	0	0	24
2	87	26	19	26	0	687
3	295	50	11	15	0	1694
4	541	68	12	16	0	2410
5	966	119	13	18	0	4206
6	1370	181	14	19	0	6358
7	1369	180	13	18	0	6350
8	1264	164	13	17	0	5769
9	1425	189	13	17	0	6662
10	1503	202	13	18	2	7100
11	1531	206	13	18	2	7257
12	1536	207	13	18	0	7287
13	1531	206	13	18	2	7260
14	1519	204	13	18	2	7192
15	1458	194	13	17	0	6845
16	1521	205	13	18	0	7203
17	1516	204	13	18	0	7175
18	1511	203	13	18	0	7147
19	1507	202	13	18	0	7120
20	1557	210	13	18	0	7409
21	1632	223	13	18	0	7841
22	1707	235	14	19	0	8274
23	1780	247	14	19	0	8706
24	1853	260	14	19	0	9138
25	1926	272	14	20	0	9571
26	1983	282	15	20	0	9918
27	1979	281	15	20	0	9890
28	1974	280	15	20	0	9862
29	1969	279	15	20	0	9834
30	1965	279	15	20	0	9806
31	1960	278	15	20	0	9777
32	1946	275	15	20	0	9692
33	1930	273	15	20	0	9597
34	1914	270	14	19	0	9502
35	1898	267	14	19	0	9408
36	1883	265	14	19	0	9313
37	1861	261	14	19	0	9183

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
38	1821	254	14	19	0	8948
39	1781	248	14	19	0	8712
40	1741	241	14	19	0	8477
41	1701	234	14	19	0	8241
42	1662	228	14	18	0	8015
43	1628	222	13	18	0	7818
44	1594	217	13	18	0	7622
45	1560	211	13	18	0	7426
46	1526	205	13	18	0	7229
47	1491	200	13	17	0	7033
48	1489	199	13	17	0	7019
49	1490	199	13	17	0	7024
50	1490	200	13	17	0	7028
51	1491	200	13	17	0	7033
52	1492	200	13	17	0	7037
53	1491	200	13	17	0	7031
54	1488	199	13	17	0	7016
55	1486	199	13	17	0	7001
56	1483	198	13	17	0	6987
57	1481	198	13	17	0	6972
58	1480	198	13	17	0	6967
59	1483	198	13	17	0	6986
60	1486	199	13	17	0	7005
61	1490	199	13	17	0	7024
62	1493	200	13	17	0	7043
63	1496	201	13	17	0	7062
64	1491	200	13	17	0	7030
65	1485	199	13	17	0	6995
66	1478	198	13	17	0	6960
67	1472	197	13	17	0	6925
68	1466	196	13	17	0	6891
69	1464	195	13	17	0	6876
70	1463	195	13	17	0	6873
71	1462	195	13	17	0	6869
72	1462	195	13	17	0	6866
73	1461	195	13	17	0	6862
74	1461	195	13	17	0	6860
75	1461	195	13	17	0	6859
76	1460	195	13	17	0	6858
77	1460	195	13	17	0	6856
78	1460	195	13	17	0	6855
79	1460	195	13	17	0	6854
80	1459	195	13	17	0	6850
81	1458	194	13	17	0	6845
82	1457	194	13	17	0	6841
83	1457	194	13	17	0	6836
84	1456	194	13	17	0	6832
85	1456	194	13	17	0	6831
86	1456	194	13	17	0	6832
87	1456	194	13	17	0	6833
88	1456	194	13	17	0	6834
89	1456	194	13	17	0	6836
90	1459	194	13	17	0	6847
91	1464	195	13	17	0	6878
92	1469	196	13	17	0	6908
93	1475	197	13	17	0	6938
94	1475	197	13	17	0	6939
95	1451	193	13	17	0	6806
96	1399	185	13	17	0	6516
97	1321	173	13	18	0	6082
98	1214	156	13	18	0	5500
99	1075	135	13	18	0	4768
100	901	110	13	18	0	3885
101	706	84	13	18	0	2956
102	340	59	14	18	0	1575

Vertical no.	q_v;p [kN/m ²]	q_v;n [kN/m ²]	q_h;n [kN/m ²]	q_v;r;n [kN/m ²]	q_traffic [kN/m ²]	q_v;e [kN/m ²]
103	119	35	26	35	0	938
104	0	0	0	0	0	37

Vertical no.	q_h;e [kN/m ²]	k_v;bot [kN/m ³]	k_v;top [kN/m ³]	k_h [kN/m ³]	t_max [kN/m ²]	d_max [mm]
1	0	0	0	0	0,05	7,5
2	150	10138	6984	7097	0,05	7,5
3	295	43301	11208	30311	0,05	7,5
4	590	52419	45060	36693	0,05	7,5
5	966	69044	63320	48331	0,05	7,5
6	1370	85414	80653	59790	0,05	7,5
7	1369	85351	80587	59746	0,05	7,5
8	1264	81182	76210	56828	0,05	7,5
9	1425	87506	82842	61254	0,05	7,5
10	1503	90470	85937	63329	0,05	7,5
11	1531	91514	87024	64060	0,05	7,5
12	1536	91714	87233	64200	0,05	7,5
13	1531	91533	87045	64073	0,05	7,5
14	1519	91084	86577	63759	0,05	7,5
15	1458	88750	84142	62125	0,05	7,5
16	1521	91156	86652	63809	0,05	7,5
17	1516	90971	86459	63680	0,05	7,5
18	1511	90786	86266	63550	0,05	7,5
19	1507	90600	86072	63420	0,05	7,5
20	1557	92518	88070	64763	0,05	7,5
21	1632	95325	90988	66728	0,05	7,5
22	1707	98066	93832	68647	0,05	7,5
23	1780	100747	96607	70523	0,05	7,5
24	1853	103372	99320	72360	0,05	7,5
25	1926	105943	101974	74160	0,05	7,5
26	1983	107970	104063	75579	0,05	7,5
27	1979	107807	103895	75465	0,05	7,5
28	1974	107644	103727	75351	0,05	7,5
29	1969	107481	103559	75237	0,05	7,5
30	1965	107317	103391	75122	0,05	7,5
31	1960	107154	103222	75008	0,05	7,5
32	1946	106652	102705	74656	0,05	7,5
33	1930	106097	102132	74268	0,05	7,5
34	1914	105539	101557	73877	0,05	7,5
35	1898	104979	100979	73485	0,05	7,5
36	1883	104417	100399	73092	0,05	7,5
37	1861	103640	99597	72548	0,05	7,5
38	1821	102221	98131	71554	0,05	7,5
39	1781	100785	96646	70549	0,05	7,5
40	1741	99333	95143	69533	0,05	7,5
41	1701	97863	93621	68504	0,05	7,5
42	1662	96432	92137	67503	0,05	7,5
43	1628	95178	90835	66624	0,05	7,5
44	1594	93909	89517	65737	0,05	7,5
45	1560	92627	88183	64839	0,05	7,5
46	1526	91330	86833	63931	0,05	7,5
47	1491	90018	85466	63013	0,05	7,5
48	1489	89929	85373	62951	0,05	7,5
49	1490	89960	85405	62972	0,05	7,5
50	1490	89990	85436	62993	0,05	7,5
51	1491	90020	85468	63014	0,05	7,5
52	1492	90050	85499	63035	0,05	7,5
53	1491	90004	85451	63003	0,05	7,5
54	1488	89906	85349	62934	0,05	7,5
55	1486	89808	85246	62866	0,05	7,5
56	1483	89710	85144	62797	0,05	7,5
57	1481	89611	85041	62728	0,05	7,5
58	1480	89575	85004	62703	0,05	7,5
59	1483	89704	85138	62793	0,05	7,5
60	1486	89833	85272	62883	0,05	7,5

Vertical no.	q _{h;e} [kN/m ²]	k _{v;bot} [kN/m ³]	k _{v;top} [kN/m ³]	k _h [kN/m ³]	t _{max} [kN/m ²]	d _{max} [mm]
61	1490	89961	85406	62973	0,05	7,5
62	1493	90089	85540	63062	0,05	7,5
63	1496	90217	85673	63152	0,05	7,5
64	1491	89999	85446	62999	0,05	7,5
65	1485	89765	85202	62836	0,05	7,5
66	1478	89531	84957	62671	0,05	7,5
67	1472	89296	84712	62507	0,05	7,5
68	1466	89060	84466	62342	0,05	7,5
69	1464	88960	84362	62272	0,05	7,5
70	1463	88937	84338	62256	0,05	7,5
71	1462	88914	84314	62240	0,05	7,5
72	1462	88892	84290	62224	0,05	7,5
73	1461	88869	84266	62208	0,05	7,5
74	1461	88851	84247	62195	0,05	7,5
75	1461	88843	84239	62190	0,05	7,5
76	1460	88835	84231	62185	0,05	7,5
77	1460	88828	84224	62179	0,05	7,5
78	1460	88820	84216	62174	0,05	7,5
79	1460	88813	84208	62169	0,05	7,5
80	1459	88782	84176	62147	0,05	7,5
81	1458	88752	84144	62126	0,05	7,5
82	1457	88721	84112	62105	0,05	7,5
83	1457	88690	84080	62083	0,05	7,5
84	1456	88660	84048	62062	0,05	7,5
85	1456	88655	84044	62059	0,05	7,5
86	1456	88663	84052	62064	0,05	7,5
87	1456	88671	84060	62070	0,05	7,5
88	1456	88678	84067	62075	0,05	7,5
89	1456	88686	84075	62080	0,05	7,5
90	1459	88766	84159	62136	0,05	7,5
91	1464	88972	84374	62280	0,05	7,5
92	1469	89177	84588	62424	0,05	7,5
93	1475	89382	84802	62567	0,05	7,5
94	1475	89388	84809	62572	0,05	7,5
95	1451	88486	83867	61941	0,05	7,5
96	1399	86499	81790	60550	0,05	7,5
97	1321	83446	78590	58412	0,05	7,5
98	1214	79210	74131	55447	0,05	7,5
99	1075	73602	68190	51521	0,05	7,5
100	901	66337	60406	46436	0,05	7,5
101	706	57906	39491	40534	0,05	7,5
102	340	20000	12506	14000	0,05	7,5
103	198	11586	8377	8110	0,05	7,5
104	1	165	0	116	0,05	7,5

Maximum soil stress	: q _{v;n;max} = 282 kN/m ²
Maximum reduced soil stress (incl. traffic loads)	: q _{traffic;max} = 35 kN/m ²
Maximum reduced soil stress	: q _{v;r;n;max} = 35 kN/m ²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor) only for verticals in deep situation	: k _{v;max} = 107970 kN/m ³
Maximum vertical modulus of subgrade reaction (with safety factor) only for verticals in deep situation	: k _{v;max} = 215940 kN/m ³

4.5 Young's Modulus per Layer per Vertical

Layer number	Material name	Type of determination
2	Zand, schoon, los	Calculated with E100
1	Zand, schoon, matig	Calculated with E100

Layer number	Vertical 1 (L=-12 m)		Vertical 2 (L=-1,938 m)		Vertical 3 (L=8,124 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	7,313	0,000	7,297	0,000	7,282

Layer number	Vertical 1 (L=-12 m)		Vertical 2 (L=-1,938 m)		Vertical 3 (L=8,124 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
1	21,939	58,748	21,892	58,731	21,846	58,713

Layer number	Vertical 4 (L=18,186 m)		Vertical 5 (L=28,248 m)		Vertical 6 (L=38,31 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	6,706	0,000	8,324	0,000	10,339
1	20,119	58,093	24,973	59,947	31,017	62,706

Layer number	Vertical 7 (L=48,372 m)		Vertical 8 (L=58,434 m)		Vertical 9 (L=68,496 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	9,345	0,000	7,459	0,000	8,374
1	28,034	61,285	22,378	58,913	25,122	60,009

Layer number	Vertical 10 (L=78,558 m)		Vertical 11 (L=88,62 m)		Vertical 12 (L=98,682 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,703	0,000	8,799	0,000	8,844
1	26,108	60,429	26,397	60,554	26,532	60,613

Layer number	Vertical 13 (L=108,744 m)		Vertical 14 (L=118,806 m)		Vertical 15 (L=128,868 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,800	0,000	8,690	0,000	8,101
1	26,400	60,555	26,069	60,412	24,303	59,671

Layer number	Vertical 16 (L=138,93 m)		Vertical 17 (L=148,992 m)		Vertical 18 (L=159,054 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,707	0,000	8,662	0,000	8,616
1	26,122	60,435	25,986	60,376	25,848	60,317

Layer number	Vertical 19 (L=169,116 m)		Vertical 20 (L=179,178 m)		Vertical 21 (L=189,24 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,570	0,000	9,038	0,000	9,695
1	25,710	60,258	27,115	60,870	29,086	61,774

Layer number	Vertical 22 (L=199,302 m)		Vertical 23 (L=209,364 m)		Vertical 24 (L=219,426 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	10,311	0,000	10,891	0,000	11,443
1	30,932	62,664	32,674	63,542	34,328	64,408

Layer number	Vertical 25 (L=229,488 m)		Vertical 26 (L=239,55 m)		Vertical 27 (L=249,612 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	11,969	0,000	12,374	0,000	12,342
1	35,906	65,263	37,123	65,940	37,026	65,886

Layer number	Vertical 28 (L=259,674 m)		Vertical 29 (L=269,736 m)		Vertical 30 (L=279,798 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	12,309	0,000	12,277	0,000	12,244
1	36,928	65,831	36,831	65,776	36,733	65,722

Layer number	Vertical 31 (L=289,86 m)		Vertical 32 (L=299,922 m)		Vertical 33 (L=309,984 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	12,212	0,000	12,111	0,000	12,000
1	36,635	65,667	36,334	65,499	35,999	65,314

Layer number	Vertical 34 (L=320,046 m)		Vertical 35 (L=330,108 m)		Vertical 36 (L=340,17 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	11,887	0,000	11,773	0,000	11,658
1	35,660	65,128	35,319	64,942	34,974	64,755

Layer number	Vertical 37 (L=350,232 m)		Vertical 38 (L=360,294 m)		Vertical 39 (L=370,356 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	11,498	0,000	11,203	0,000	10,899
1	34,495	64,497	33,609	64,028	32,698	63,555

Layer number	Vertical 40 (L=380,418 m)		Vertical 41 (L=390,48 m)		Vertical 42 (L=400,542 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	10,587	0,000	10,266	0,000	9,947
1	31,762	63,078	30,798	62,598	29,840	62,133

Layer number	Vertical 43 (L=410,604 m)		Vertical 44 (L=420,666 m)		Vertical 45 (L=430,728 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	9,662	0,000	9,368	0,000	9,064
1	28,985	61,726	28,103	61,317	27,193	60,905

Layer number	Vertical 46 (L=440,79 m)		Vertical 47 (L=450,852 m)		Vertical 48 (L=460,914 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,750	0,000	8,425	0,000	8,402
1	26,251	60,491	25,274	60,073	25,207	60,045

Layer number	Vertical 49 (L=470,976 m)		Vertical 50 (L=481,038 m)		Vertical 51 (L=491,1 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,410	0,000	8,417	0,000	8,425
1	25,229	60,054	25,252	60,064	25,275	60,073

Layer number	Vertical 52 (L=501,162 m)		Vertical 53 (L=511,224 m)		Vertical 54 (L=521,286 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,433	0,000	8,421	0,000	8,396
1	25,298	60,083	25,263	60,068	25,189	60,037

Layer number	Vertical 55 (L=531,348 m)		Vertical 56 (L=541,41 m)		Vertical 57 (L=551,472 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,372	0,000	8,347	0,000	8,322
1	25,115	60,006	25,040	59,975	24,965	59,944

Layer number	Vertical 58 (L=561,534 m)		Vertical 59 (L=571,596 m)		Vertical 60 (L=581,658 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,313	0,000	8,345	0,000	8,378
1	24,938	59,932	25,036	59,973	25,133	60,014

Layer number	Vertical 61 (L=591,72 m)		Vertical 62 (L=601,782 m)		Vertical 63 (L=611,844 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,410	0,000	8,442	0,000	8,474
1	25,230	60,055	25,327	60,095	25,423	60,136

Layer number	Vertical 64 (L=621,906 m)		Vertical 65 (L=631,968 m)		Vertical 66 (L=642,03 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,420	0,000	8,361	0,000	8,301
1	25,259	60,067	25,082	59,993	24,904	59,918

Layer number	Vertical 67 (L=652,092 m)		Vertical 68 (L=662,154 m)		Vertical 69 (L=672,216 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,241	0,000	8,181	0,000	8,155
1	24,724	59,844	24,543	59,769	24,466	59,738

Layer number	Vertical 70 (L=682,278 m)		Vertical 71 (L=692,34 m)		Vertical 72 (L=702,402 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,149	0,000	8,144	0,000	8,138
1	24,448	59,730	24,431	59,723	24,413	59,716

Layer number	Vertical 73 (L=712,464 m)		Vertical 74 (L=722,526 m)		Vertical 75 (L=732,588 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,132	0,000	8,127	0,000	8,125
1	24,395	59,709	24,381	59,703	24,375	59,701

Layer number	Vertical 76 (L=742,65 m)		Vertical 77 (L=752,712 m)		Vertical 78 (L=762,774 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,123	0,000	8,121	0,000	8,119
1	24,370	59,698	24,364	59,696	24,358	59,693

Layer number	Vertical 79 (L=772,836 m)		Vertical 80 (L=782,898 m)		Vertical 81 (L=792,96 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,117	0,000	8,109	0,000	8,101
1	24,352	59,691	24,328	59,681	24,304	59,672

Layer number	Vertical 82 (L=803,022 m)		Vertical 83 (L=813,084 m)		Vertical 84 (L=823,146 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,094	0,000	8,086	0,000	8,078
1	24,281	59,662	24,257	59,652	24,233	59,643

Layer number	Vertical 85 (L=833,208 m)		Vertical 86 (L=843,27 m)		Vertical 87 (L=853,332 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,077	0,000	8,079	0,000	8,081
1	24,230	59,641	24,236	59,644	24,242	59,646

Layer number	Vertical 88 (L=863,394 m)		Vertical 89 (L=873,456 m)		Vertical 90 (L=883,518 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,083	0,000	8,085	0,000	8,105
1	24,248	59,649	24,254	59,651	24,316	59,676

Layer number	Vertical 91 (L=893,58 m)		Vertical 92 (L=903,642 m)		Vertical 93 (L=913,704 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,158	0,000	8,211	0,000	8,263
1	24,475	59,741	24,633	59,806	24,790	59,871

Layer number	Vertical 94 (L=923,766 m)		Vertical 95 (L=933,828 m)		Vertical 96 (L=943,89 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,315	0,000	8,366	0,000	8,395
1	24,946	59,936	25,098	59,999	25,184	60,035

Layer number	Vertical 97 (L=953,952 m)		Vertical 98 (L=964,014 m)		Vertical 99 (L=974,076 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,423	0,000	8,452	0,000	8,480
1	25,270	60,071	25,355	60,107	25,440	60,143

Layer number	Vertical 100 (L=984,138 m)		Vertical 101 (L=994,2 m)		Vertical 102 (L=1004,262 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,508	0,000	8,539	0,000	8,571
1	25,524	60,179	25,618	60,218	25,713	60,259

Layer number	Vertical 103 (L=1014,324 m)		Vertical 104 (L=1024,386 m)	
	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]	E-top [MPa]	E-bottom [MPa]
2	0,000	8,603	0,000	8,635
1	25,809	60,300	25,904	60,341

5 Data for Stress Analysis

5.1 General Data

Number of pipes in bundle	:	Npipes = 4 [-]
Pipeline diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Pipeline diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Pipeline diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Pipeline diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Equivalent pipeline diameter	:	Do = 831,29 mm
Equivalent wall thickness	:	t = 41,62 mm
Equivalent unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 55721 kN/m ³
Unit weight drilling fluid pullback operation	:	gamma_b = 11,50 kN/m ³
Bending radius on rollers	:	Rrol = 500,000 m
Friction coefficient pipe/rollers	:	f1 = 0,10
Friction between pipe and drilling fluid	:	f2 = 0,000050 N/mm ²
Friction coefficient pipe / soil	:	f3 = 0,20

5.2 Buoyancy Control

The friction between soil and pipe is partially caused by buoyancy of the pipeline in the drilling fluid. Uplift forces resulting from buoyancy can be neutralized by filling the pipeline. The optimal volume of fluid placed in the pipe provides the most advantageous distribution of buoyant forces.

Buoyancy of the pipeline when filled with fluid for 100%

Uplift forces	:	365	[kg/m]
Weight of pipeline (including filling)	:	313	[kg/m]
Result	:	52	[kg/m] (Pipeline moves upwards)

5.3 Calculation Pulling Force

During the pullback operation the pipe experiences friction which is based on:

- friction between pipe and pipe-roller (f1 = 0,10)
- friction between pipe and drilling fluid (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- friction between pipe and soil (f3 = 0,20)

Due to the friction a pulling force is induced in the pipeline.
The pulling direction of the product pipe is from left to right.

This calculation takes into account that the length of the pipe on the rollers decreases while pulling back the pipeline. During the pull back operation the bore hole is supposed to be stable.

Characteristic points	Length pipe in bore hole (m)	Characteristic value pulling force (kN)
T1	0	319
T2	39	317
T3	105	332

Characteristic points	Length pipe in bore hole (m)	Characteristic value pulling force (kN)
T4	931	272
T5	997	285
T6	1041	281

The calculated values for the pulling force are characteristic values (without safety factor). According to article E.1.2.1 of NEN 3650-1:2012 it is recommended to use a total factor for stochastic variation and model uncertainty (γ) of at least 1.4 for the stress analysis. In the pipe stress analysis (next chapter), a factor of 1,80 is used and a load factor of 1,00.

6 Stress Analysis of Pipe 1: pipe nr. 1

6.1 Material Data of Pipe 1: pipe nr. 1

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 0,00 deg Celcius
Length pipeline	:	L = 1041 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm ²
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm ²
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm ²
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm ²
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Bedding angle	:	beta = 30 degrees
Load angle	:	alpha = 30 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,078
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,179
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,257
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,257
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,143
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 35 kN/m ²
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 107970 kN/m ³
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 250,000 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,80
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

6.2 Results Stress Analysis of Pipe 1: pipe nr. 1

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 28,7 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

6.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A = 5,57 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	5,85	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

In this load combination the tangential stress is negligible.

6.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,86 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A = 4,91 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \Sigma_{a,max} = 5,47 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

Load q_r on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1 annex 5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \Lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$$\Lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 2,8E-3 \text{ 1/mm}$$

$$q_r = 0,0095 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,56 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \Sigma_{t,max} = 0,36 \text{ N/mm}^2$$

6.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure :

$$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{px} = 0.5 \cdot \Sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

6.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \Sigma_{a,max} = 0,20 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 4,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \Sigma_{t,max} = 3,12 \text{ N/mm}^2$$

6.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

Due to internal pressure :

$$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximum axial stress $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,20	N/mm ²
Tangential stress:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,33	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	4,46	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximum tangential stress $\text{Sigma}_{t,max}$	=	3,12	N/mm ²

6.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 1: pipe nr. 1

Load combination 1

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 3

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 4

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm ²]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
Sigma_{ptest}	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axial}	10,00 (short)	5,85	5,47	-	-	-
Sigma_{axial}	8,00 (long)	-	-	-	0,20	0,20
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (short)	-	0,36	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (long)	-	-	-	3,12	3,12

Stresses in pipeline [N/mm²]

The deflection of the pipeline is 6,3 mm (2,00% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 25,2 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.

For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 15,8 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

6.4 Check for Implosion of Pipe 1: pipe nr. 1

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 308 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 1559 kN/m².

As the pipe is completely filled during the pullback operation the external pressure is decreased with the internal pressure of 186 kN/m². The maximum allowable pressure becomes 1745 kN/m².

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 183 kN/m^2 , this is less than the maximum allowable external pressure of 280 kN/m^2 .

7 Stress Analysis of Pipe 2: pipe nr. 2

7.1 Material Data of Pipe 2: pipe nr. 2

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 0,00 deg Celcius
Length pipeline	:	L = 1041 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm ²
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm ²
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm ²
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm ²
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Bedding angle	:	beta = 30 degrees
Load angle	:	alpha = 30 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,078
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,179
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,257
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,257
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,143
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 35 kN/m ²
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 107970 kN/m ³
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 250,000 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,80
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

7.2 Results Stress Analysis of Pipe 2: pipe nr. 2

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 28,7 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

7.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A = 5,57 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	5,85	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

In this load combination the tangential stress is negligible.

7.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,86 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A = 4,91 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \Sigma_{a,max} = 5,47 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

Load q_r on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1 annex 5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \Lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$$\Lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 2,8E-3 \text{ 1/mm}$$

$$q_r = 0,0095 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,56 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \Sigma_{t,max} = 0,36 \text{ N/mm}^2$$

7.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure :

$$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{px} = 0.5 \cdot \Sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

7.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \Sigma_{a,max} = 0,20 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 4,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \Sigma_{t,max} = 3,12 \text{ N/mm}^2$$

7.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

Due to internal pressure :

$$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximum axial stress $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,20	N/mm ²
Tangential stress:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,33	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	4,46	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximum tangential stress $\text{Sigma}_{t,max}$	=	3,12	N/mm ²

7.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 2: pipe nr. 2

Load combination 1

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 3

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 4

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm ²]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
Sigma_{ptest}	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axial}	10,00 (short)	5,85	5,47	-	-	-
Sigma_{axial}	8,00 (long)	-	-	-	0,20	0,20
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (short)	-	0,36	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (long)	-	-	-	3,12	3,12

Stresses in pipeline [N/mm²]

The deflection of the pipeline is 6,3 mm (2,00% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 25,2 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.

For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 15,8 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

7.4 Check for Implosion of Pipe 2: pipe nr. 2

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 308 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 1559 kN/m².

As the pipe is completely filled during the pullback operation the external pressure is decreased with the internal pressure of 186 kN/m². The maximum allowable pressure becomes 1745 kN/m².

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 183 kN/m^2 , this is less than the maximum allowable external pressure of 280 kN/m^2 .

8 Stress Analysis of Pipe 3: pipe nr. 3

8.1 Material Data of Pipe 3: pipe nr. 3

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 0,00 deg Celcius
Length pipeline	:	L = 1041 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm ²
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm ²
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm ²
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm ²
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Bedding angle	:	beta = 30 degrees
Load angle	:	alpha = 30 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,078
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,179
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,257
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,257
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,143
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 35 kN/m ²
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 107970 kN/m ³
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 250,000 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,80
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

8.2 Results Stress Analysis of Pipe 3: pipe nr. 3

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 28,7 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

8.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A = 5,57 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	5,85	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

In this load combination the tangential stress is negligible.

8.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,86 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A = 4,91 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \Sigma_{a,max} = 5,47 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

Load q_r on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1 annex 5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \Lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$$\Lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 2,8E-3 \text{ 1/mm}$$

$$q_r = 0,0095 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,56 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \Sigma_{t,max} = 0,36 \text{ N/mm}^2$$

8.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure :

$$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{px} = 0.5 \cdot \Sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

8.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \Sigma_{a,max} = 0,20 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 4,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \Sigma_{t,max} = 3,12 \text{ N/mm}^2$$

8.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

Due to internal pressure :

$$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximum axial stress $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,20	N/mm ²
Tangential stress:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,33	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	4,46	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximum tangential stress $\text{Sigma}_{t,max}$	=	3,12	N/mm ²

8.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 3: pipe nr. 3

Load combination 1

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 3

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 4

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm ²]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
Sigma_{ptest}	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axial}	10,00 (short)	5,85	5,47	-	-	-
Sigma_{axial}	8,00 (long)	-	-	-	0,20	0,20
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (short)	-	0,36	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (long)	-	-	-	3,12	3,12

Stresses in pipeline [N/mm²]

The deflection of the pipeline is 6,3 mm (2,00% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 25,2 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.

For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 15,8 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

8.4 Check for Implosion of Pipe 3: pipe nr. 3

During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 308 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 1559 kN/m².

As the pipe is completely filled during the pullback operation the external pressure is decreased with the internal pressure of 186 kN/m². The maximum allowable pressure becomes 1745 kN/m².

In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 183 kN/m^2 , this is less than the maximum allowable external pressure of 280 kN/m^2 .

9 Stress Analysis of Pipe 4: pipe nr. 4

9.1 Material Data of Pipe 4: pipe nr. 4

The list with data and issues is shown hereafter:

Material pipeline	:	Polyethene PE100
Outer diameter	:	Do = 315,00 mm
Wall thickness	:	t = 28,70 mm
Design pressure	:	pd = 0,00 bar
Test pressure	:	pt = 0,00 bar
Temperature variation	:	dt = 0,00 deg Celcius
Length pipeline	:	L = 1041 m
Young's modulus (short)	:	E = 975 N/mm ²
Young's modulus (long)	:	E = 350 N/mm ²
Allowable stress (short)	:	S = 10 N/mm ²
Allowable stress (long)	:	S = 8 N/mm ²
Factor of importance (S)	:	S = 1,00
Unit weight pipeline material	:	gamma_s = 9,54 kN/m ³
Bedding angle	:	beta = 30 degrees
Load angle	:	alpha = 30 degrees
Moment coefficient soil top (indirect)	:	kt' = 0,078
Moment coefficient soil bottom (indirect)	:	kb' = 0,179
Moment coefficient soil top (direct)	:	kt = 0,257
Moment coefficient soil bottom (direct)	:	kb = 0,257
Deflection coefficient (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflection coefficient (direct)	:	ky = 0,143
Maximal reduced vertical soil load (without safety factor)	:	q_v;r;n;max = 35 kN/m ²
Traffic load (without safety factor)	:	q_v = 0 kN/m ²
Max. vertical modulus of subgrade reaction (without safety factor)	:	k_v;max = 107970 kN/m ³
Used radius (excluding safety factors)	:	Rmin = 250,000 m
Load factor on installation	:	f_install = 1,00
Load factor on reduced neutral soil stress q_n;r	:	f_Qnr = 1,50
Load factor on design pressure	:	f_pd = 1,00
Load factor on design pressure (combination)	:	f_pd;comb = 1,00
Load factor on test pressure	:	f_pt = 1,00
Load factor on temperature	:	f_temp = 1,10
Load factor on traffic load	:	f_v = 1,35
Contingency factor on bending radius	:	f_R = 1,10
Contingency factor on modulus of subgrade reaction	:	f_kv = 2,00
Contingency factor on bending moment	:	f_k = 1,40
Total factor on pulling force for stoch. varia. and model uncertainty	:	f = 1,80
Linear settlement coefficient averaged between t1 and t2	:	alpha_g = 0,0001600 mm/mmK

9.2 Results Stress Analysis of Pipe 4: pipe nr. 4

In the calculation 5 load combinations are considered:

- Load combination 1A: start pull-back operation
- Load combination 1B: end of pull-back operation
- Load combination 2: application internal pressure
- Load combination 3: pipeline in operation, no inner pressure
- Load combination 4: pipeline in operation, pressure applied

The wall thickness is 28,7 mm. The calculation hereafter will prove that the pipeline wall thickness is sufficient. The calculations are in accordance with NEN 3650 series.

9.2.1 Load Combination 1A: Start Pullback Operation

Axial stress:

$$\sigma_b = M_b/W_b = f_k E \cdot I_b / (R_{rol} \cdot W_b) = 0,43 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_1/A = f \cdot f_{install} (L_{rol} \cdot Q \cdot f_1)/A = 5,57 \quad \text{N/mm}^2$$

Maximum axial stress $\Sigma_{a,max}$	=	5,85	N/mm ²
---------------------------------------	---	------	-------------------

In this load combination the tangential stress is negligible.

9.2.2 Load Combination 1B: End Pullback Operation

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,86 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_t = f \cdot f_{install} \cdot T_{max}/A = 4,91 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \Sigma_{a,max} = 5,47 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

Load q_r on pipeline due to reaction of soil in bends (according to NEN 3650-1 annex 5 D3.3):

$$q_r = k_v \cdot y = (0.322 \cdot \Lambda^2 \cdot E \cdot I) / (D_o \cdot R / f_R)$$

$$\Lambda = (f_{kv} \cdot k_v \cdot D_o / (4 \cdot E \cdot I))^{0.25} = 2,8E-3 \text{ 1/mm}$$

$$q_r = 0,0095 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,56 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \Sigma_{t,max} = 0,36 \text{ N/mm}^2$$

9.2.3 Load Combination 2: Application Internal Pressure

Due to internal pressure :

$$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{px} = 0.5 \cdot \Sigma_{py} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{ptest} = f_{pt} \cdot p_t \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

9.2.4 Load Combination 3: In Operation (Situation without Pressure)

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum axial stress } \Sigma_{a,max} = 0,20 \text{ N/mm}^2$$

Tangential stress:

$$\Sigma_{qr} = k' \cdot q_r \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\Sigma_{qn} = k \cdot q_n \cdot (r_g / W_w) \cdot D_o = 4,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Maximum tangential stress } \Sigma_{t,max} = 3,12 \text{ N/mm}^2$$

9.2.5 Load Combination 4: In Operation (with Internal Pressure)

Axial stress:

$$\Sigma_b = Mb/Wb = f_k \cdot E \cdot I_b / (R_{min} \cdot Wb) = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

Due to internal pressure :

$$\Sigma_{py} = f_{pd} \cdot p_d \cdot ((r_u^2 + r_i^2) / (r_u^2 - r_i^2)) = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$\text{Sigma}_{px} = 0.5 \cdot \text{Sigma}_{py}$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{ptest} = f_{pt} \cdot pt \cdot ((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))$	=	0,00	N/mm ²
$\text{Sigma}_{Temp} = dt \cdot \text{gamma}_t \cdot \text{alpha}_g \cdot E$	=	0,00	N/mm ²
Maximum axial stress $\text{Sigma}_{a,max}$	=	0,20	N/mm ²
Tangential stress:			
$\text{Sigma}_{qr} = k' \cdot qr \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	0,33	N/mm ²
$\text{Sigma}_{qn} = k \cdot qn \cdot (rg/Ww) \cdot Do$	=	4,46	N/mm ²
Rerounding factor F_{rr}	=	1,000	
Rerounding factor F'_{rr}	=	1,000	
$\text{Sigma}_{t,max} = \text{Sigma}_{py} + ((F'_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qr}) + (F_{rr} \cdot \text{Sigma}_{qn}))$			
Maximum tangential stress $\text{Sigma}_{t,max}$	=	3,12	N/mm ²

9.3 Check on Calculated Stresses of Pipe 4: pipe nr. 4

Load combination 1

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 2

- $\text{Sigma}_{ptest} < \text{ShortStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{py} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 3

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

Load combination 4

- $\text{Sigma}_{AxMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$
- $\text{Sigma}_{TanMax} < \text{LongStrength} \cdot \text{DamageFactor}$

All stresses in all conditions are allowable.

	Max allowable stress [N/mm ²]	Load combination 1A	Load combination 1B	Load combination 2	Load combination 3	Load combination 4
Sigma_{ptest}	10,00 (short)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{py}	8,00 (long)	-	-	0,00	-	-
Sigma_{axial}	10,00 (short)	5,85	5,47	-	-	-
Sigma_{axial}	8,00 (long)	-	-	-	0,20	0,20
$\text{Sigma}_{tang...}$	10,00 (short)	-	0,36	-	-	-
$\text{Sigma}_{tang...}$	8,00 (long)	-	-	-	3,12	3,12

Stresses in pipeline [N/mm²]

The deflection of the pipeline is 6,3 mm (2,00% x Do). The maximum allowable deflection of the pipeline is 25,2 mm (8,00% x S x Do). The deflection is allowable.

For piggability the maximum allowable deflection of the pipeline is 15,8 mm (5,00% x Do). The deflection is allowable.

9.4 Check for Implosion of Pipe 4: pipe nr. 4

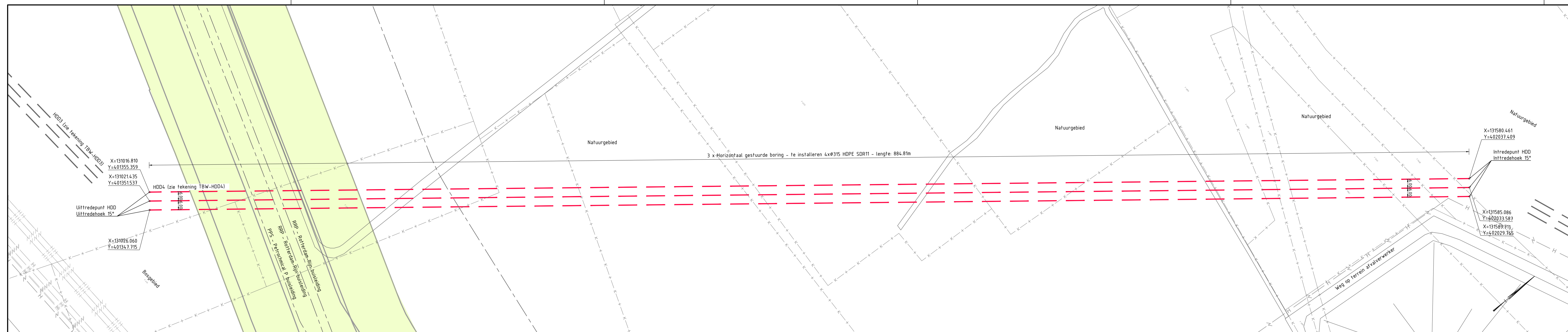
During the pullback operation the drilling fluid gives an external pressure. The highest minimum required drilling fluid pressure during the pullback operation is 308 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 1559 kN/m².

As the pipe is completely filled during the pullback operation the external pressure is decreased with the internal pressure of 186 kN/m². The maximum allowable pressure becomes 1745 kN/m².

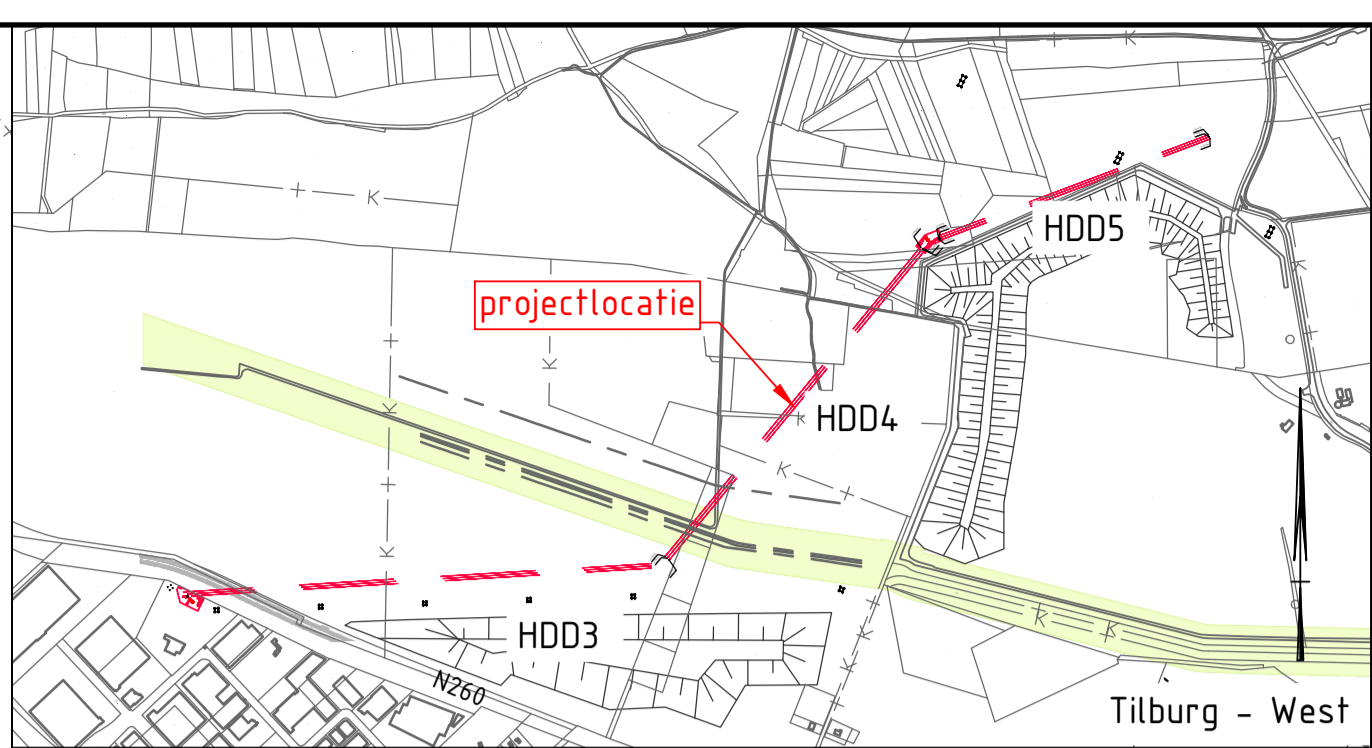
In operation, the water pressure at the lowest point of the drilling gives an external pressure. The maximum water pressure equals 183 kN/m², this is less than the maximum allowable external pressure of 280 kN/m².

End of Report

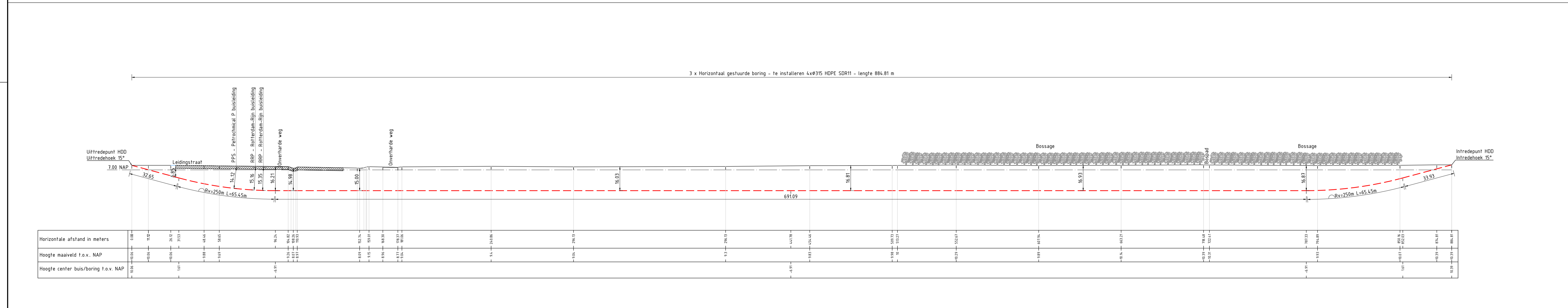
D.2 TBW-HDD4 150 kV



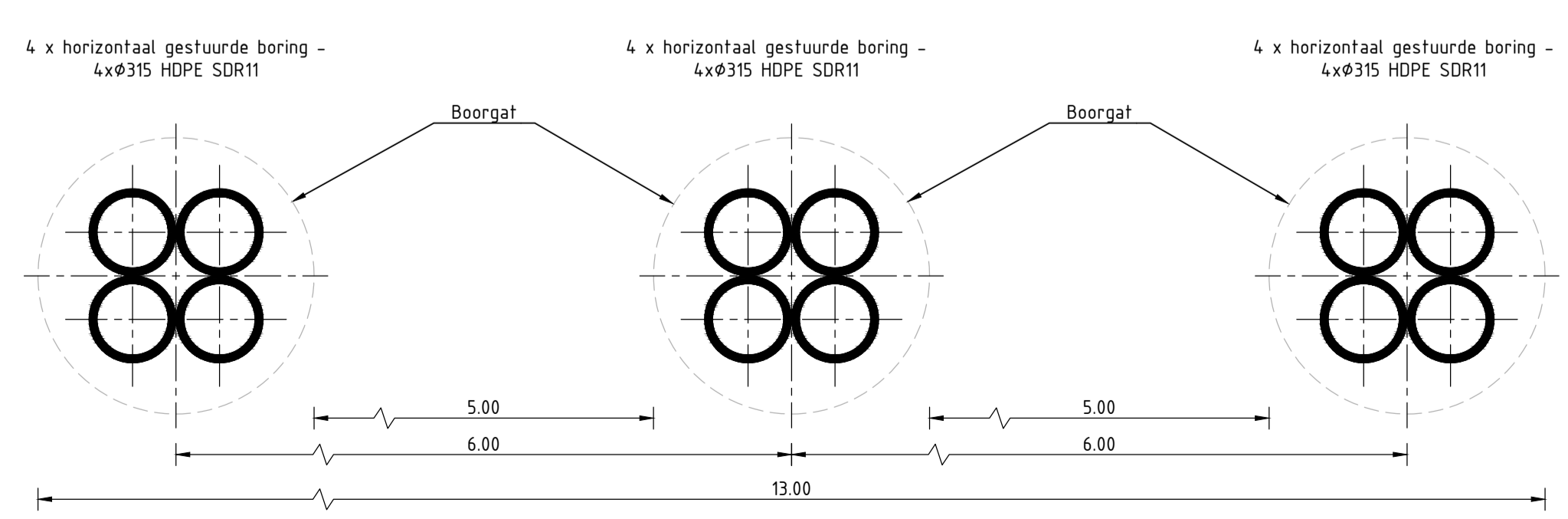
Bovenaanzicht schaal 1:1000



Overzicht
Schaal n.v.t.



Lengteprofiel schaal 1:1000



Principeddoorsnede Schaal 1:20

Legenda

- Kadastrale grens
- Leiding gevaarlijke inhoud
- Datatransport
- Landelijk hoogspanningsnet
- Laagspanning
- Gasleiding hoge druk
- Gasleiding lage druk
- Waterleiding
- Drukiolering
- Riolering vrijverval
- Horizontaal gestuurde boring (HDD)
- Verharding (asfalt)
- Bestaande topog
- Bebouwing
- Hekwerk
- Uitlegstrook
- Leidingsstrook
- Verharding/wegen
- 16 Locatie sondering met nummer

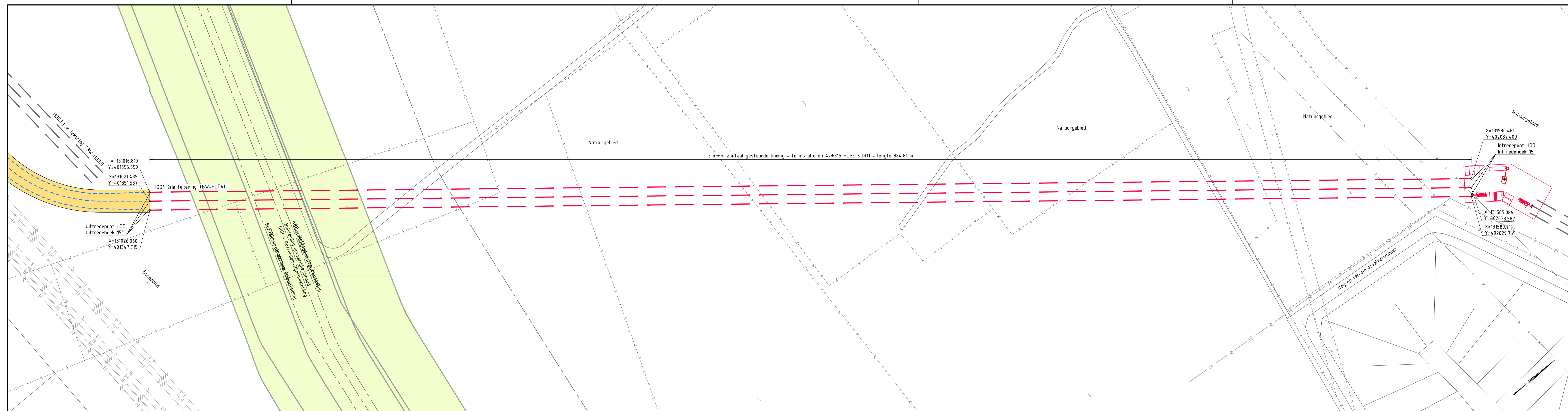
C	Daghaat naar 500n	13-05-2022	BB	MJ	JD
B	Definitief ontwerp	19-08-2020	BB	MJ	JD
A	Voorliggend ontwerp	21-03-2020	BB	MJ	JD
Rev	Oprichting	Calcul rev	Get	Get	Goedg.

TenneT TSO B.V.
Project:
HDD's 150 kV ZWO
Onderdeel:
TBW-HDD4
Tilburg - West _terrein NW van kruising Burgemeester Letchertweg - N260

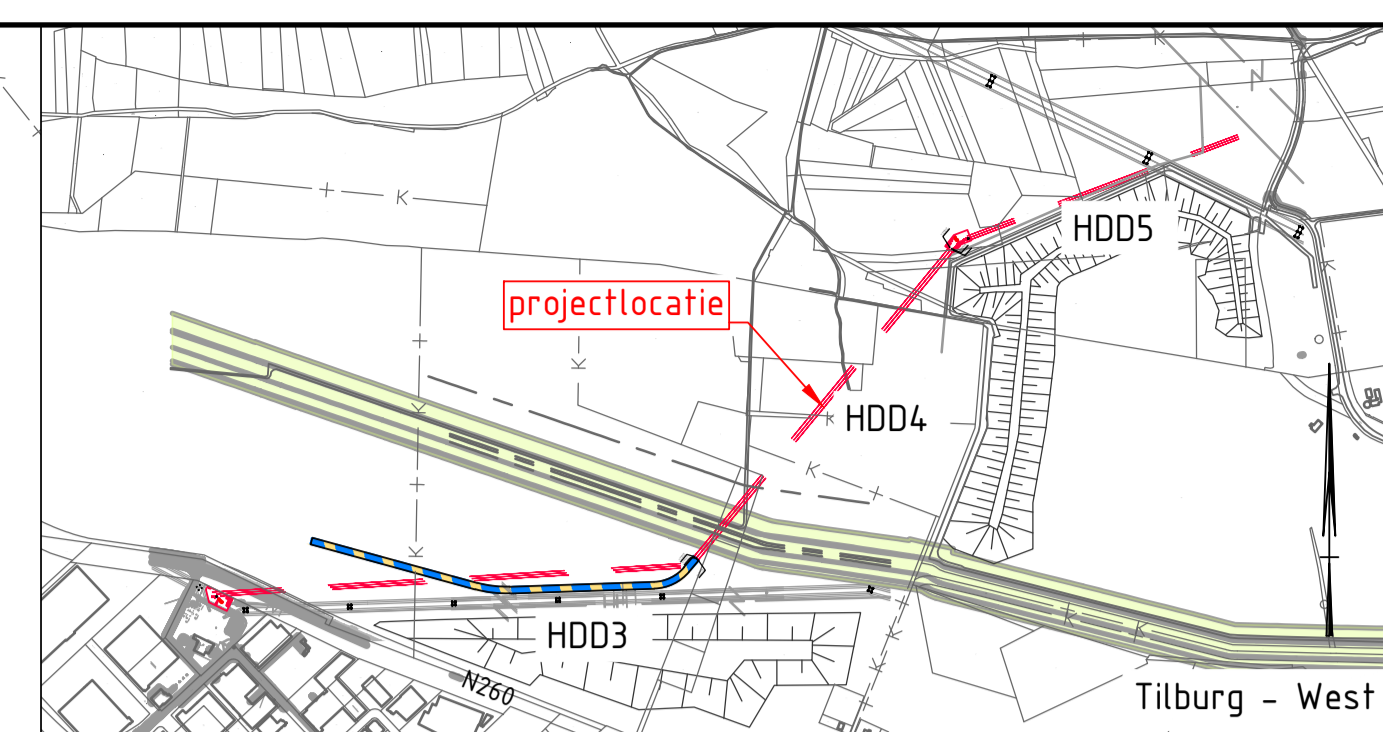
Projectnummer	Tekeningnummer	Revisie	Datum van afgeve	Ontwerpfase	Contractnummer
368722	TBW-HDD4	C	13-05-2022	Definitief ontwerp	
Rid	Van	Schaal	Formaat	Kleur	Get
2	3	1:1000	A1 L (1260x594)	De Blt	BB MJ JD



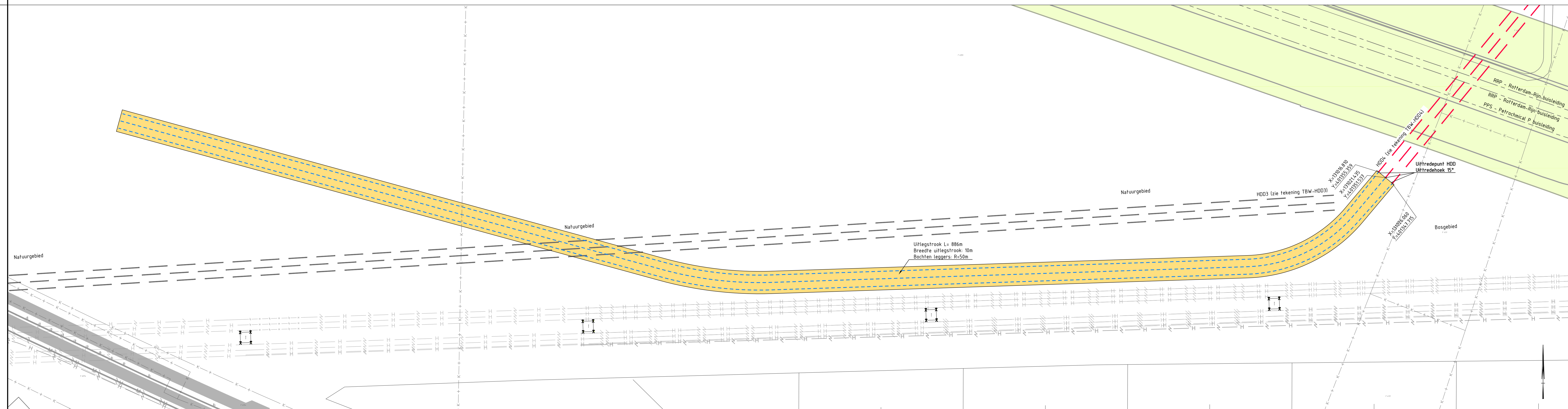
D.3 TBW-HDD4 Uitlegstrook



Bovenaanzicht schaal 1:1000



Overzicht Schaal n.v.t.



Ligging uitlegstrook schaal 1:1000

Legenda

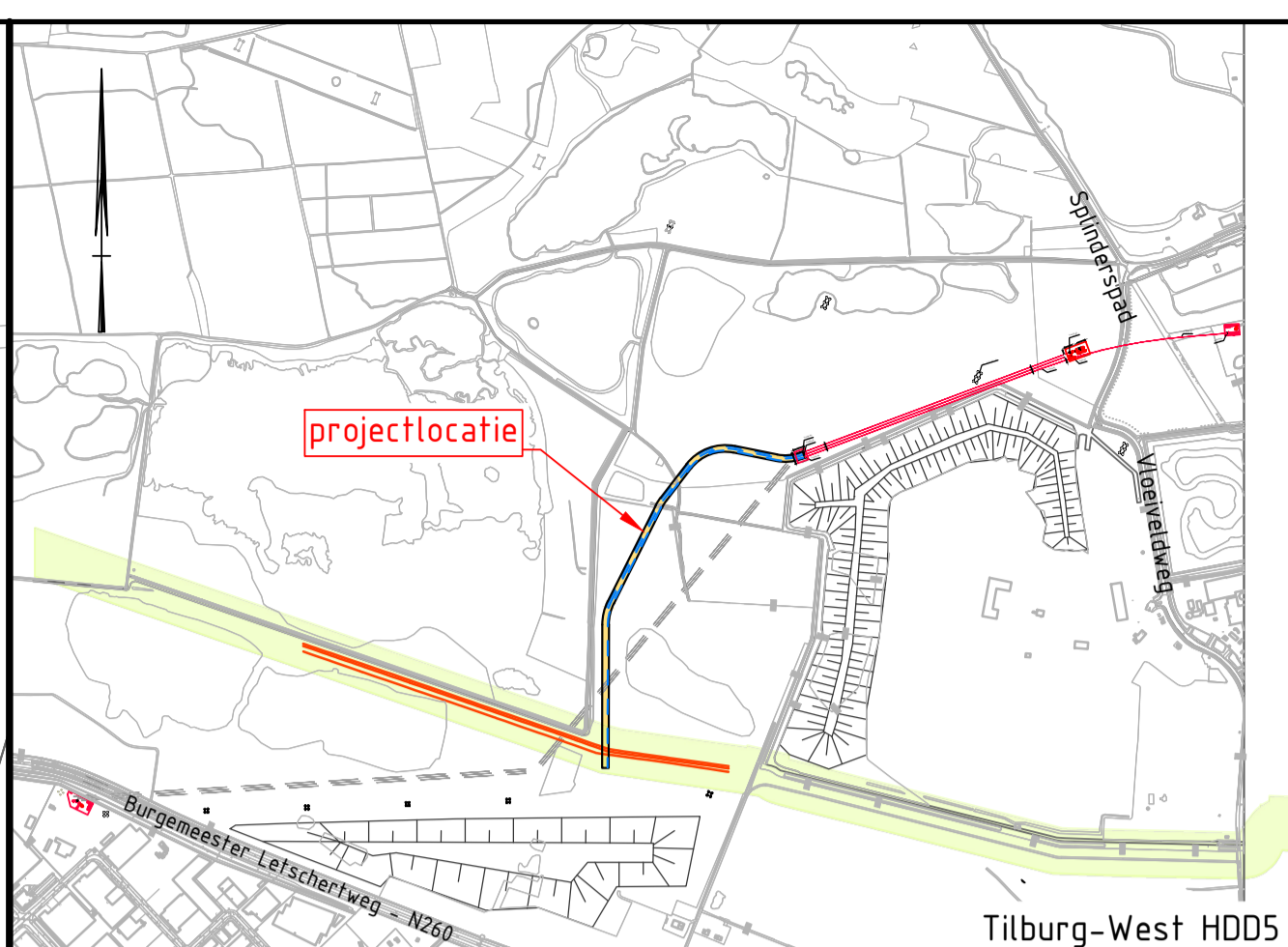
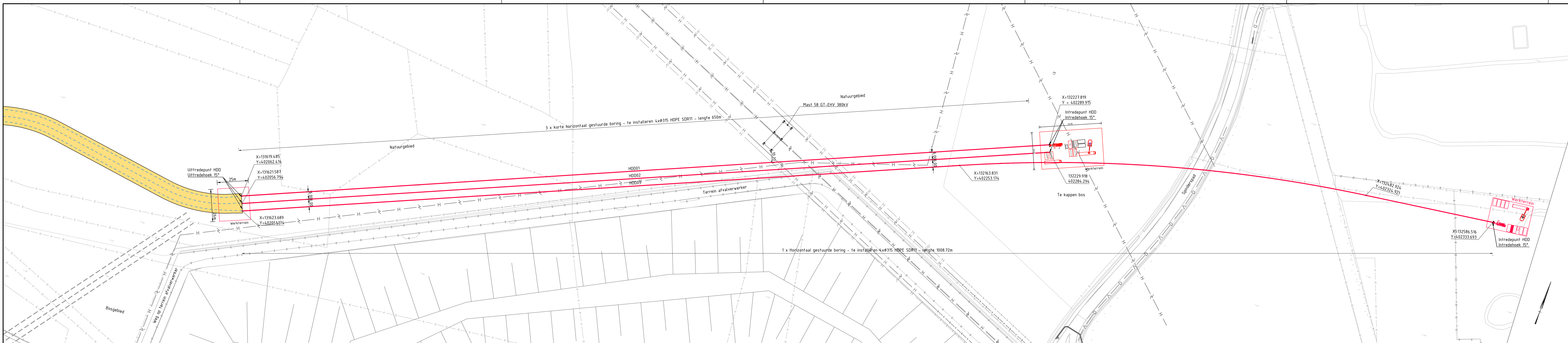
- - - - - Kadastrale grens
- - - - - Leiding gevaarlijke inhoud
- - - - - Datatransport
- - - - - Landelijk hoogspanningsnet
- - - - - Laagspanning
- - - - - Middenspanning
- - - - - Gasleiding hoge druk
- - - - - Gasleiding lage druk
- - - - - Waterleiding
- - - - - Drukriolering
- - - - - Riolering vrijverval
- - - - - Horizontaal gestuurde boring (HDD)
- - - - - Verharding (asfalt)
- - - - - Bestaande topografie
- - - - - Bebouwing
- - - - - Hekwerk
- - - - - Uitlegstrook
- - - - - Leidingsstrook
- - - - - Verharding/wegen
- 16 Locatie sondering met nummer

D	Daghaat naar 5.00m	13-05-2022	BB	MJ	JD
C	Definitief ontwerp	19-08-2020	BB	MJ	JD
F	Voorlopig ontwerp	21-03-2020	BB	MJ	JD
Rev	Opmerking	Datum rev.	Get.	Sec.	Goedg.

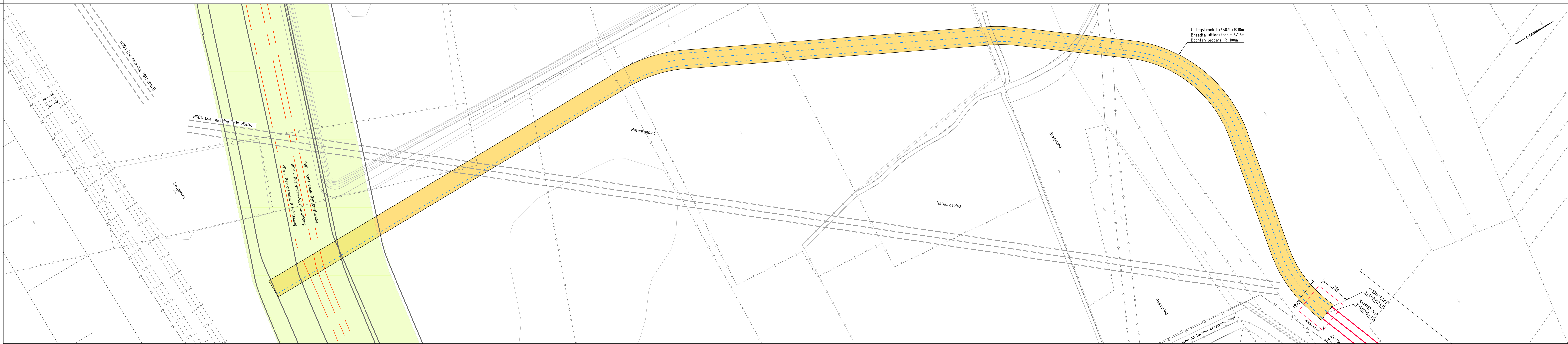
Opsteller: **TenneT TSO B.V.**
 Project: **HDD's 150 kv ZWO**
 Omschrijving: **TBW-HDD4 - Uitlegstrook Tilburg - West _terrein NW van kruising Burgemeester Letchertweg - N260**

Projectnummer	Tekeningnummer	Revisie	Datum van afgive	Ontwerpfase	Contractnummer		
368722	TBW-HDD4	C	13-05-2022	Voorlopig ontwerp			
Blaad	Van	Schaal	Formaat	Kleur	Get.	Sec.	Goedg.
2	3	1:1000	A1 L (1260x594)	De Blit	BB	MJ	JD

D.4 HDD 5 Uitlegstrook



Overzicht
Schaal n.v.t.



Legenda

- Kadastrale grens
- Leiding gevaarlijke inhoud
- Datatransport
- Landelijk hoogspanningsnet
- Laagspanning
- Middenspanning
- Gasleiding hoge druk
- Gasleiding lage druk
- Waterleiding
- Drukiolering
- Riolering vrijverval
- Horizontaal gestuurde boring (HDD)
- Verharding (asfalt)
- Bestaande topografie
- Bebouwing
- Primaire waterkering
- Uitlegstrook
- Leidingsstrook
- Verharding/wegen
- Locatie sondering met nummer
- Teentijn
- Waterkering
- Watersloot/werk waterkering
- Profiel vrije ruimte

Vastgestelde legger:

- Teentijn
- Waterkering
- Watersloot/werk waterkering
- Profiel vrije ruimte

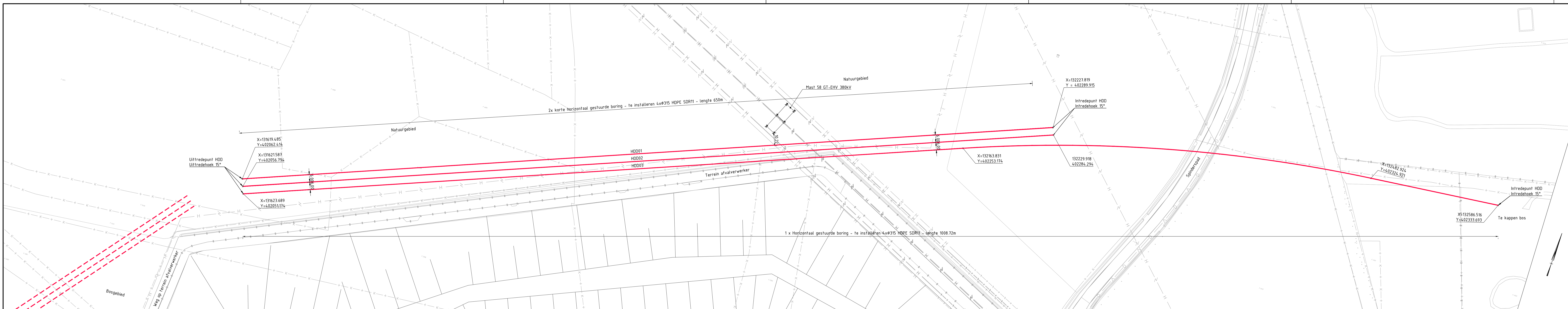
G	Dagmaat naar 5.00m	13-05-2022	BB	MJ	JD
C	Voorlopig ontwerp Verkeering tracé	09-03-2021	BB	MJ	JD
B	Definitief ontwerp	19-08-2020	BB	MJ	JD
F	Wijziging naar 2 korte en 1 lange HDD	21-05-2021	BB	MJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev.	Gal.	Gec.	Gedok.

Opdrachtgever: **Tennet TSO B.V.**
 Project: **HDD's 150 kv ZWO**
 Omschrijving: **Tilburg-HDD5 - Uitlegstrook Tilburg - West _terrein NW van N260 richting Vloeierveldweg**

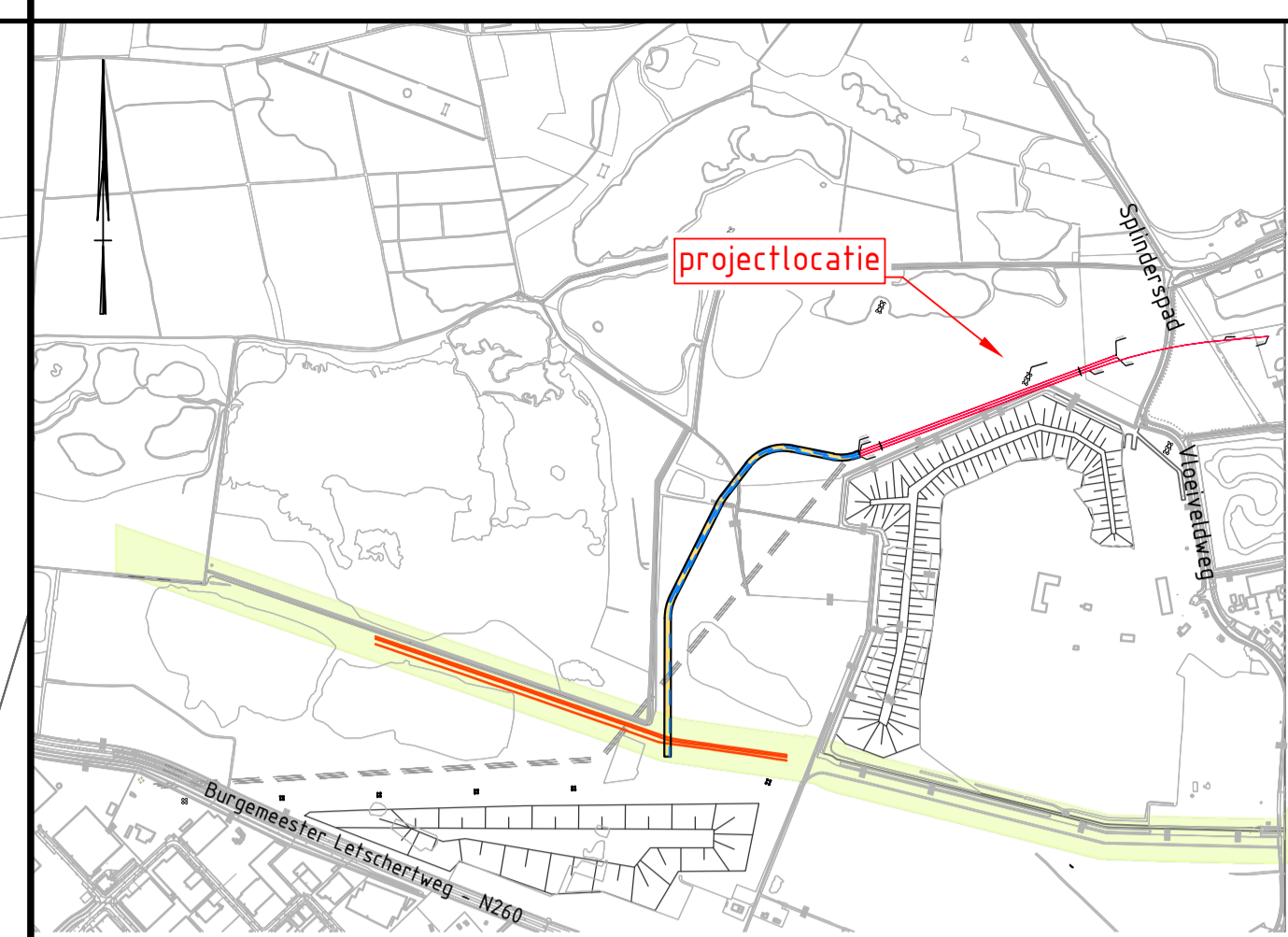
Projectnummer	368722	Verkeeringstracé	368722102-TBW-HDD5	Versie	G	Datum van wijziging	13-05-2022	Definitief ontwerp	Contractnummer
Blad	2	Schaal	1:1000	Formaat	A1 L (1470x594)	Kestor	De Bilt	Gec.	BB
								Ged.	MJ
								Gedok.	JD



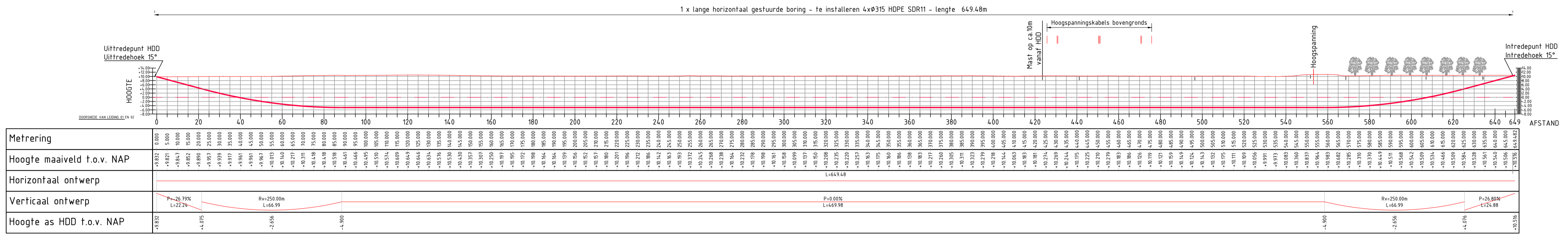
D.5 TBW-HDD5 150kV



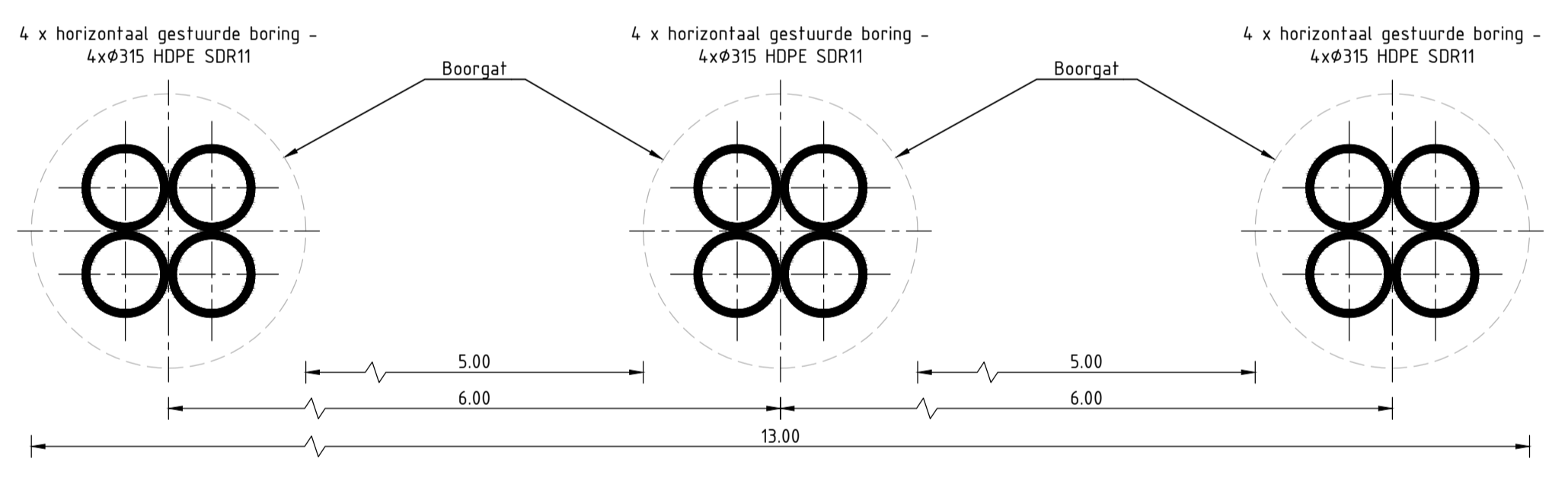
Bovenaanzicht schaal 1:1000



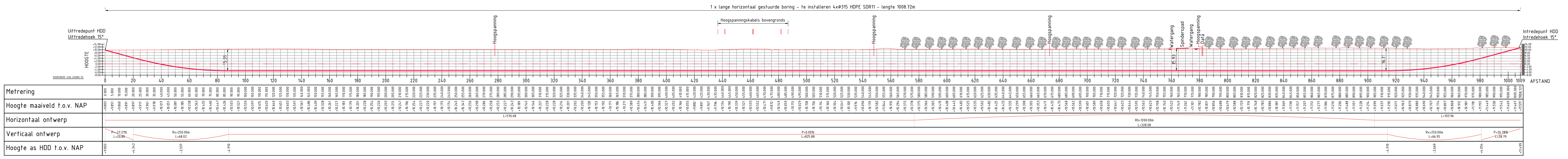
Overzicht
Schaal n.v.t.



Lengteprofiel HDD01+02 Schaal 1:1000



Principedoorsnede
Schaal 1:20



Lengteprofiel HDD03 Schaal 1:1000

Legenda

- Kadastrale grens
- Leiding gevaarlijke inhoud
- Dataftransport
- Landelijk hoogspanningsnet
- Laagspanning
- Middenspanning
- Gasleiding hoge druk
- Gasleiding lage druk
- Waterleiding
- Drukriolering
- Riolering vrijverval
- Horizontaal gestuurde boring (HDD)
- Verharding (asfalt)
- Bestaande topo
- Bebauwing
- Primaire waterkering
- Uitlegstrook
- Leidingsstrook
- Verharding/wegen
- Locatie sondering met nummer
- Teenlijn
- Waterkering
- Watersaaiwerk waterkering
- Profiel vrije ruimte

Vastgestelde legger:

- Teenlijn
- Waterkering
- Watersaaiwerk waterkering

G	Dagmaat naar 5.00m	13-05-2022	BB	MJ	JD
C	Voorlopig ontwerp: verleggt trace	09-03-2021	BB	MJ	JD
B	Definitief ontwerp	19-08-2020	BB	MJ	JD
A	Voorlopig ontwerp	27-03-2020	BB	MJ	JD
Rev	Omschrijving	Datum rev.	Gel.	Gec.	Geplg.

TenneT TSO B.V.
HDD's 150 kV ZWO

Ontworpen door:
TBW-HDD's
Tilburg - West _terrein NW van N260 richting Vloeienveldweg

Projectnummer	368722	Tekeningnummer	368722101-TBW-HDD5	Versie	G	Datum van wijziging	13-05-2022	Ontwerper	Definitief ontwerp	Controleur
Blat	1	Van	1	Schaal	1:1000	Formaat	A1 L (1470x594)	Kester	De Bilt	Dec.
Blat	2	Van	1	Schaal	1:1000	Formaat	A1 L (1470x594)	Kester	De Bilt	Dec.

Aanvullende stukken

002.678.20 1120604 Brief verzoek aanvullende gegevens omgevingsvergunning Tilburg

Aanvullende stukken

002.678.20 1120604 Brief verzoek aanvullende gegevens omgevingsvergunning Tilburg

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Gemeente Tilburg
T.a.v. [REDACTED]
Postbus 90118
5000 LA TILBURG

CLASSIFICATIE
DATUM
ONZE REFERENTIE

C1 - Publieke Informatie
17 februari 2023

BETREFT Aanleveren aanvullende gegevens omgevingsvergunning - Z-HZ_WABO-2022-04421 / 1952352
hoogspanningsverbinding Rilland - Tilburg (Zuid-West 380 kV Oost)

Beste [REDACTED]

In uw brief van 30 december 2022 verzoekt u ons om de vergunningaanvraag met als kenmerk Z-HZ_WABO-2022-04421 / 1952352 aan te vullen. De aanvullende gegevens zijn nodig om de vergunningaanvraag in behandeling te nemen. In deze brief komen wij terug op de door u verzochte aanvullende gegevens.

Reactie op verzochte aanvullingen

In uw verzoek benoemt u een drietal punten. Onderstaand vindt u puntsgewijs een reactie van TenneT.

1. Algemeen – ecologie

U constateert dat de rapporten van het natuuronderzoek en compensatieplan ontbreken. Over dit onderdeel is contact mogelijk met ecoloog dhr. van Dijk. Op 13 februari 2023 is er vanuit TenneT contact geweest met dhr. Van Dijk. In overleg met dhr. Van Dijk is per mail een link naar het natuuronderzoek en compensatieplan toegestuurd. Beide rapporten maken als bijlage ook deel uit van het Inpassingplan Zuid-West 380 kV Oost wat digitaal raadpleegbaar is.

2. Algemeen - archeologie

U verzoekt om over het onderwerp archeologie contact op te nemen met de gemeentelijk archeoloog dhr. Lanzing. Op 13 februari is vanuit TenneT per mail contact gezocht met dhr. Lanzing. Tot op heden is uit dit contact nog geen concrete vervolgvraag in het kader van de vergunningaanvraag gekomen. Als toelichting op het onderwerp archeologie kan ik het volgende meedelen:

TenneT heeft in het kader van het opgestelde Inpassingsplan Zuid-West 380 kV Oost de bureau- en vooronderzoeken laten uitvoeren voor bodem en archeologie.

De resultaten van deze onderzoeken zijn ook als basis gebruikt voor de aangevraagde vergunningen. Vanwege de omvang van het project was het niet haalbaar om voor alle concrete locaties de onderzoeken voorafgaand aan de vergunningaanvraag uit te voeren. Dit zou leiden tot

een ongewenste vertraging in de procedure. Nu het Inpassingsplan is vastgesteld is er meer juridische zekerheid over de ligging van het tracé.

Momenteel is TenneT dan ook druk bezig met het uitvoeren van de veld- en vervolgonderzoeken voor bodem en archeologie. Hiervoor is het uiteraard van belang dat wij toestemming hebben van de grondeigenaren om de werkzaamheden voor deze onderzoeken uit te mogen voeren. Hoewel wij op veel plekken het veld- of vervolgonderzoek al hebben uitgevoerd, kunnen wij helaas voor uw gemeente nog geen rapportage opleveren waarin wij concrete onderzoeksresultaten kunnen laten zien.

Om bovenstaande reden hebben wij in onze aanvraagbrief bij de vergunning dan ook het verzoek ingediend om het opleveren van de resultaten van de nadere onderzoeken meer op te schuiven in de procedure. Wij kunnen ons goed voorstellen dat dit door middel van een voorschrift in de vergunning wordt afgedwongen en in elk geval voorafgaand aan de uitvoering van de werkzaamheden bekend en goedgekeurd moet zijn. Op dit moment is de verwachting dat wij de nadere onderzoeken in 2023 kunnen afronden. De rapportages van de uitgevoerde onderzoeken kunnen wij naar verwachting later in 2023 aanleveren.

Mocht u van mening zijn dat het opnemen van een voorschrift in de vergunning niet wenselijk is en voor het opstellen van een ontwerpbesluit de nadere onderzoeksgegevens nodig zijn, dan stemmen wij dit graag nader met u af.

3. *Algemeen – kap*

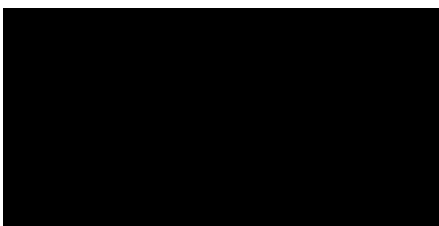
In verband met de vergunningaanvraag en de activiteit 'kappen' is door uw gemeente verzocht om een situatietekening aan te leveren. Op basis hiervan kan beoordeeld worden of taxatie van bomen nodig is. Op 31 januari 2023 is aan dhr. Loonen een mail gestuurd met daarin de situatietekening voor de te kappen bomen in uw gemeente. Tot op heden is uit dit contact nog geen concrete vervolgvraag gekomen.

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd

Met onze reactie op de door u gevraagde aanvullende gegevens hebben wij geprobeerd meer duidelijkheid te geven. Indien de informatie in deze brief aanleiding is voor vragen/opmerkingen dan verzoeken wij u hierover contact met ons op te nemen. U kunt contact opnemen met [REDACTED] via de contactgegevens op de eerste pagina.

Uw bericht zien wij met belangstelling tegemoet.

Met vriendelijke groet,
TenneT TSO B.V.



A.3.A Tilburg Vergunningen mastenboek



Legenda

VKA2.0.1

- Combi 380kV / 150kV
- Solo 380 kV
- Reconstructie bestaande 380 kV

- Indicatieve mastpunten
- Traversen - symbool

Fundaties

Ontgravingsvlak

Opstijgpunten

150kV kabeltracés

- boring
- open ontgraving
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP (label opp)
- Werkterrein kabel binnen IP
- Werkterrein kabel buiten IP (label opp)

Te kappen bomen

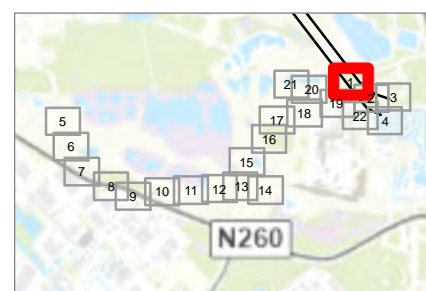
Inpassingsplan

Kadaster - peildatum 1 februari 2023

Gemeentegrenzen

Duikers

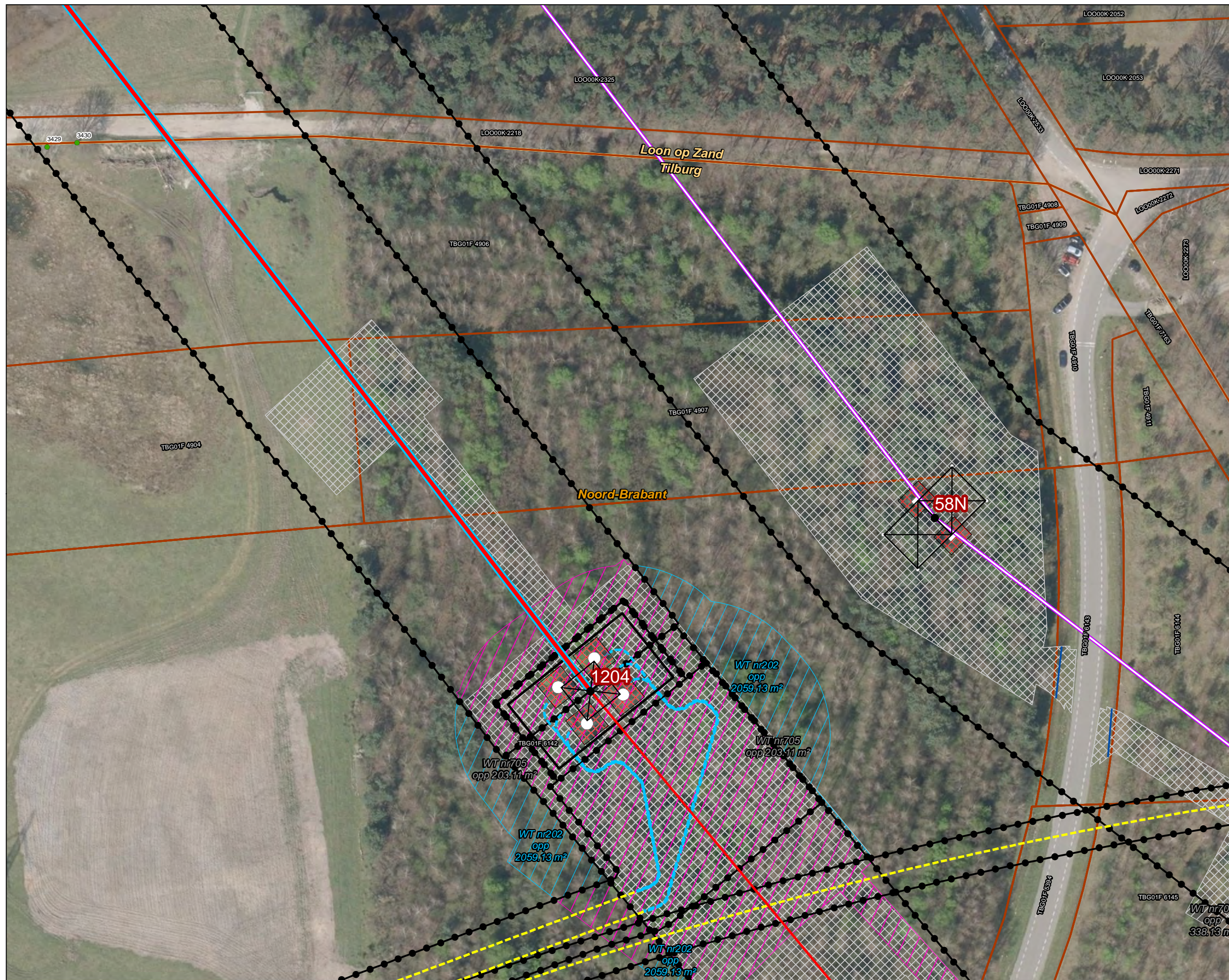
DATUM:	20 maart 2023
REVISIE:	VKA 2.0.1.
STATUS:	definitief
AKKOORD:	



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

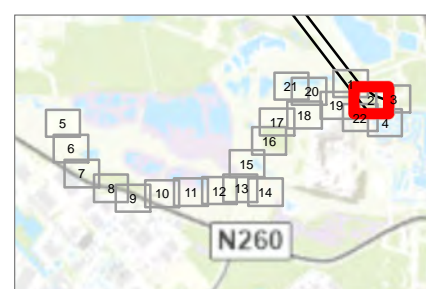
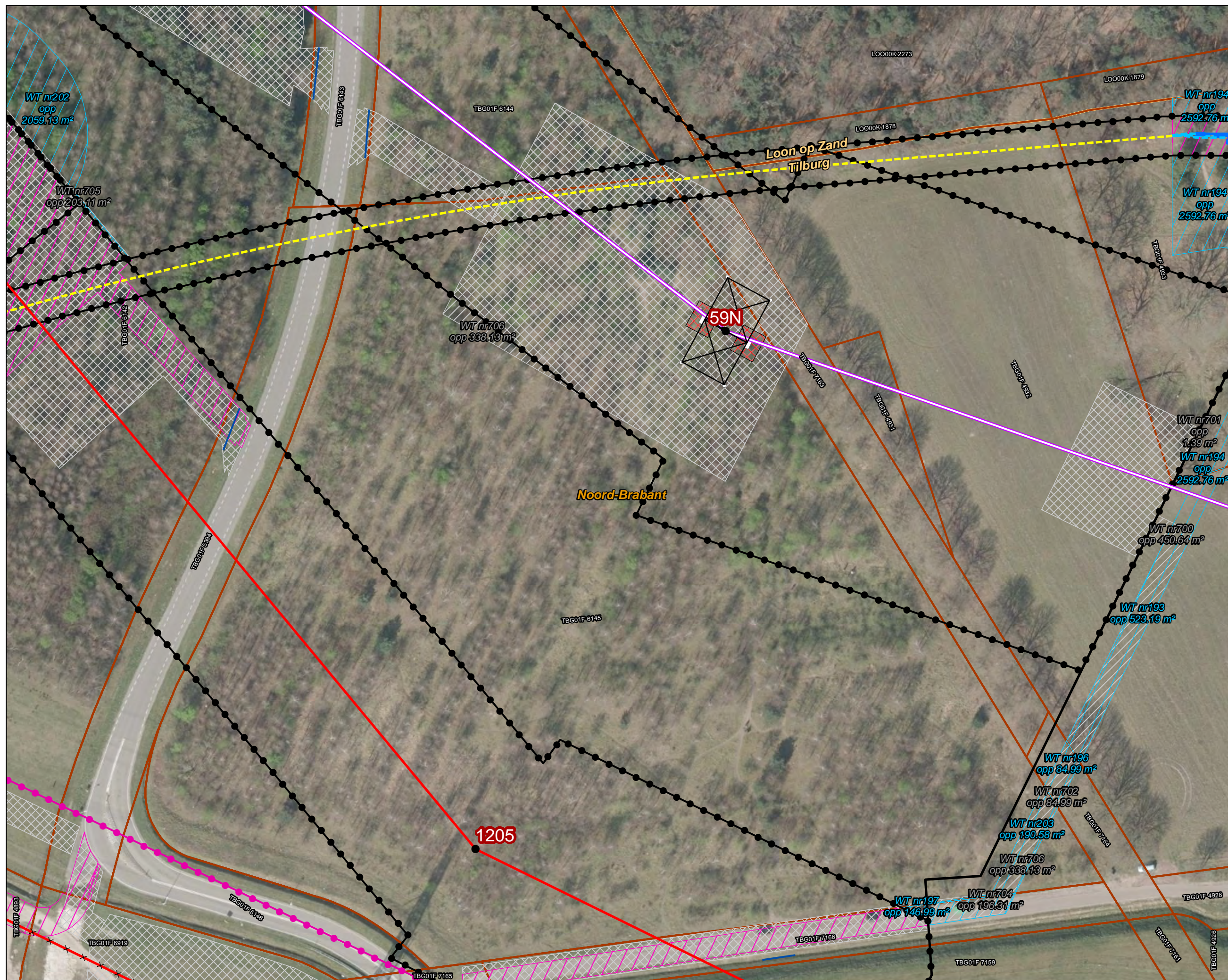




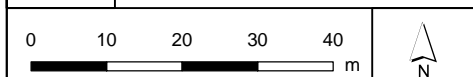
Legenda

VKA2.0.1

- Solo 380 kV
- Reconstructie bestaande 380 kV
- × × Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- Traversen - symbool
- Fundaties
- ▨ Ontgravingsvlak
- 150kV kabeltracés**
- - - boring
- - - open ontgraving
- moflocatie
- ▨ Werkerrein masten binnen IP
- ▨ Werkerrein masten buiten IP (label opp)
- ▨ Werkerrein kabel binnen IP
- ▨ Werkerrein kabel buiten IP (label opp)
- Bestaande verbinding**
- 380 kV bovengronds
- Inpassingsplan
- Inpassingsplan wegbestemmen
- Kadaster - peildatum 1 februari 2023
- Gemeentegrenzen
- Duikers



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Legenda

VKA2.0.1

— Reconstructie bestaande 380 kV

● Indicatieve mastpunten

150kV kabeltracés

--- boring

--- open ontgraving

— moflocatie

▨ Werkterrein masten binnen IP

▨ Werkterrein masten buiten IP (label opp)

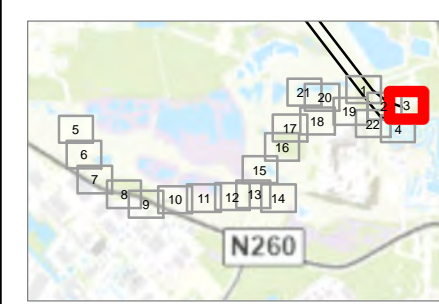
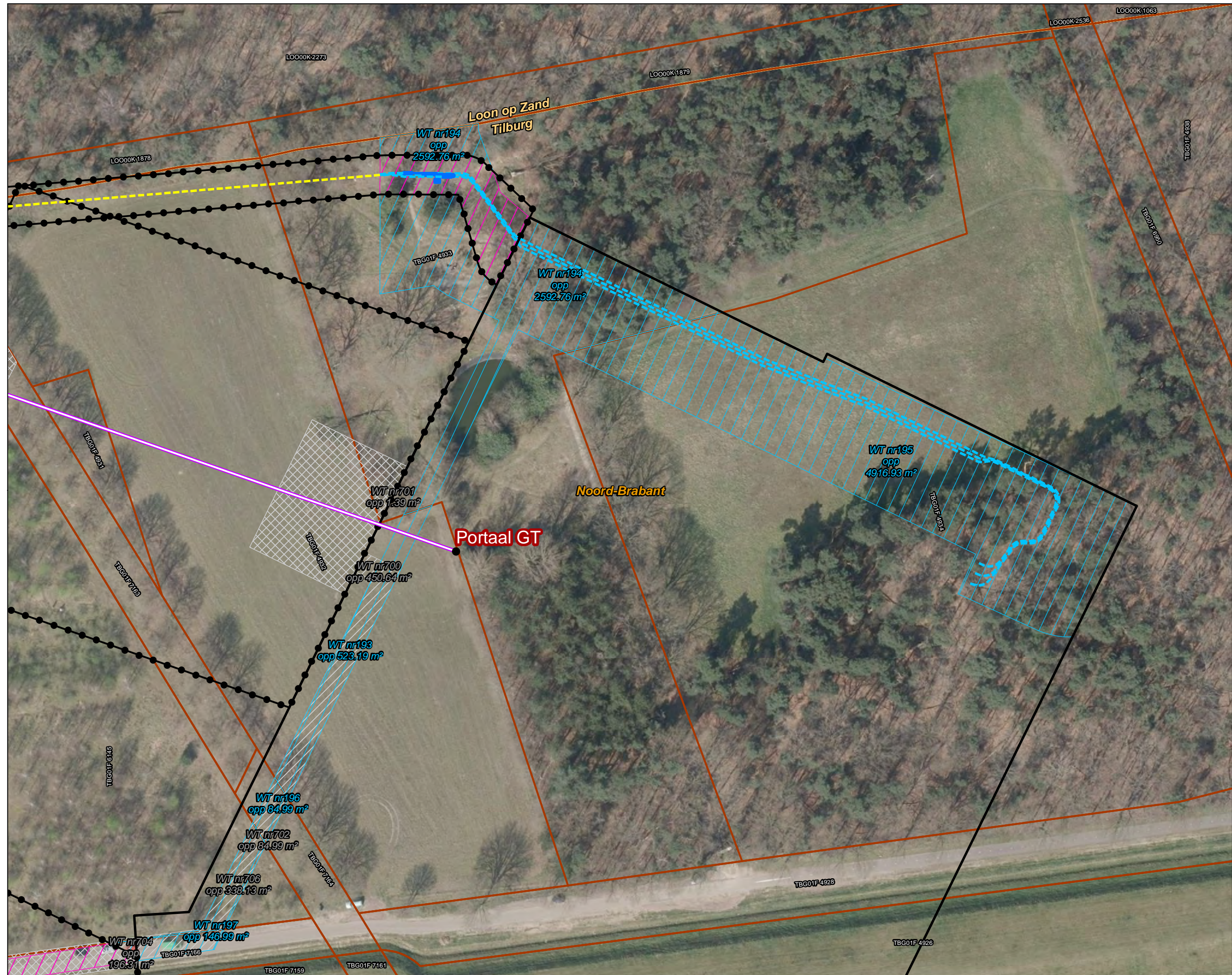
▨ Werkterrein kabel binnen IP

▨ Werkterrein kabel buiten IP (label opp)

● Inpassingsplan

▭ Kadaster - peildatum 1 februari 2023

▭ Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0	10	20	30	40	N
m					

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



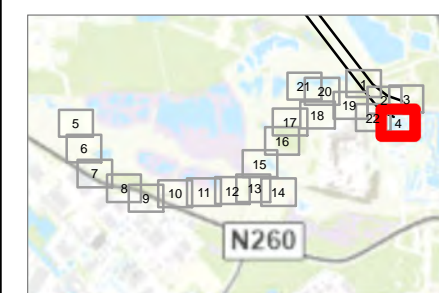
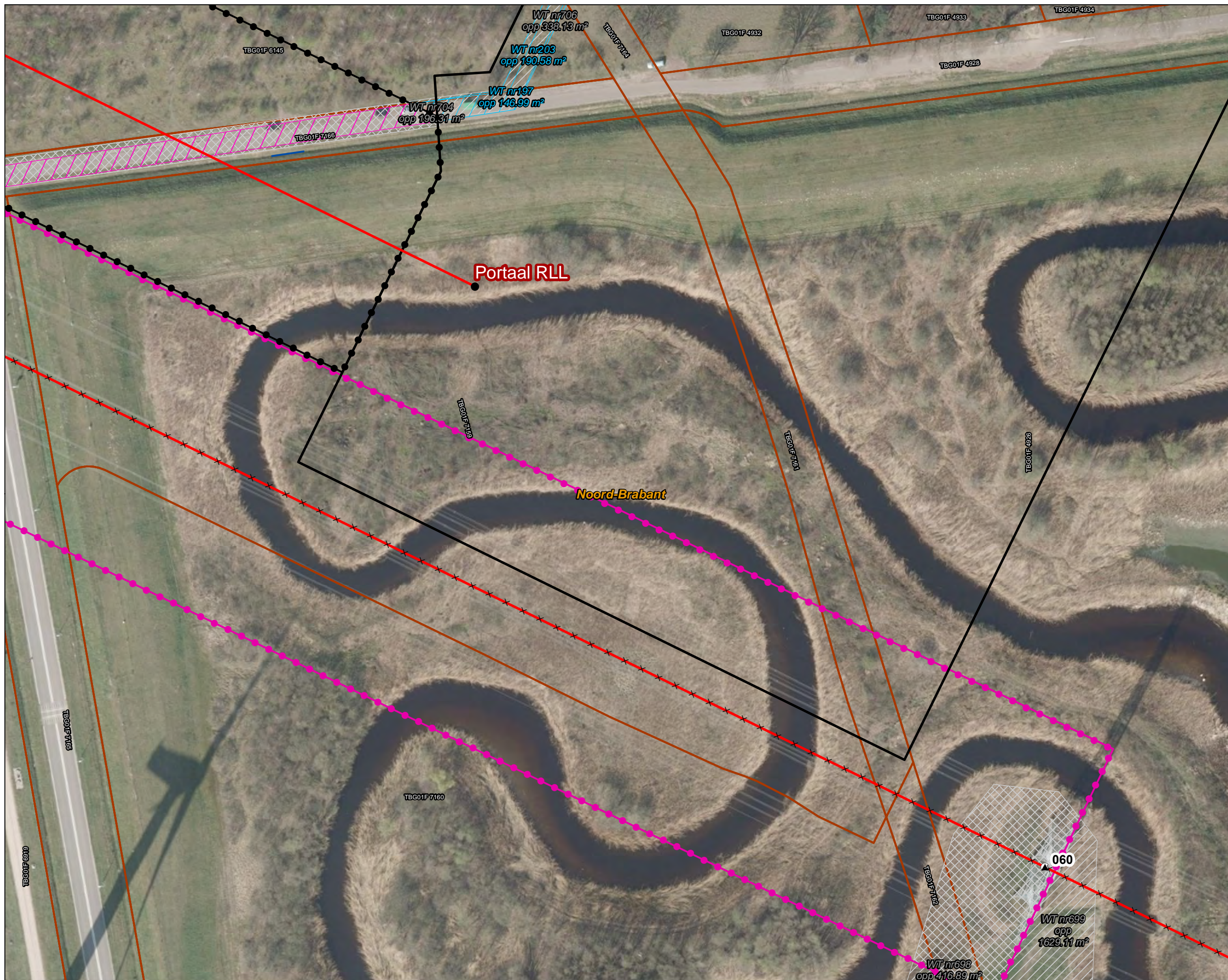
Legenda

VKA2.0.1

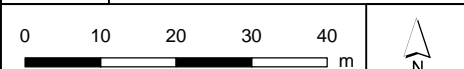
- Solo 380 kV
- × × Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- ▲ Te amoveren masten
- Werkterrein masten binnen IP
- Werkterrein masten buiten IP (label opp)
- Werkterrein kabel binnen IP
- Werkterrein kabel buiten IP (label opp)

Bestaande verbinding

- 380 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Inpassingsplan wegbestemmen
- Kadaster - peildatum 1 februari 2023
- Gemeentegrenzen
- Duikers



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Legenda

VKA2.0.1

× × Te amoveren verbinding

▲ Te amoveren masten

Bestaande verbinding

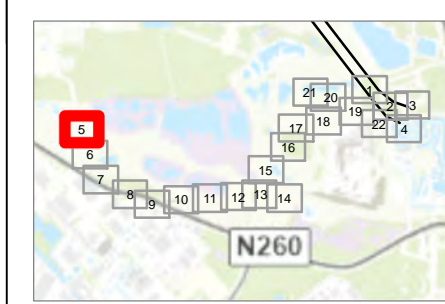
— 150 kV bovengronds

○ Masten

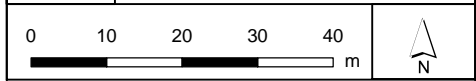
— Inpassingsplan wegbestemmen

— Kadaster - peildatum 1 februari 2023

— Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Legenda

VKA2.0.1

× × Te amoveren verbinding

▲ Te amoveren masten

Bestaande verbinding

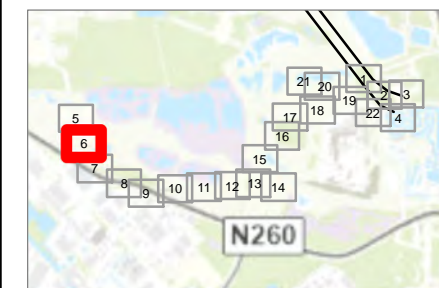
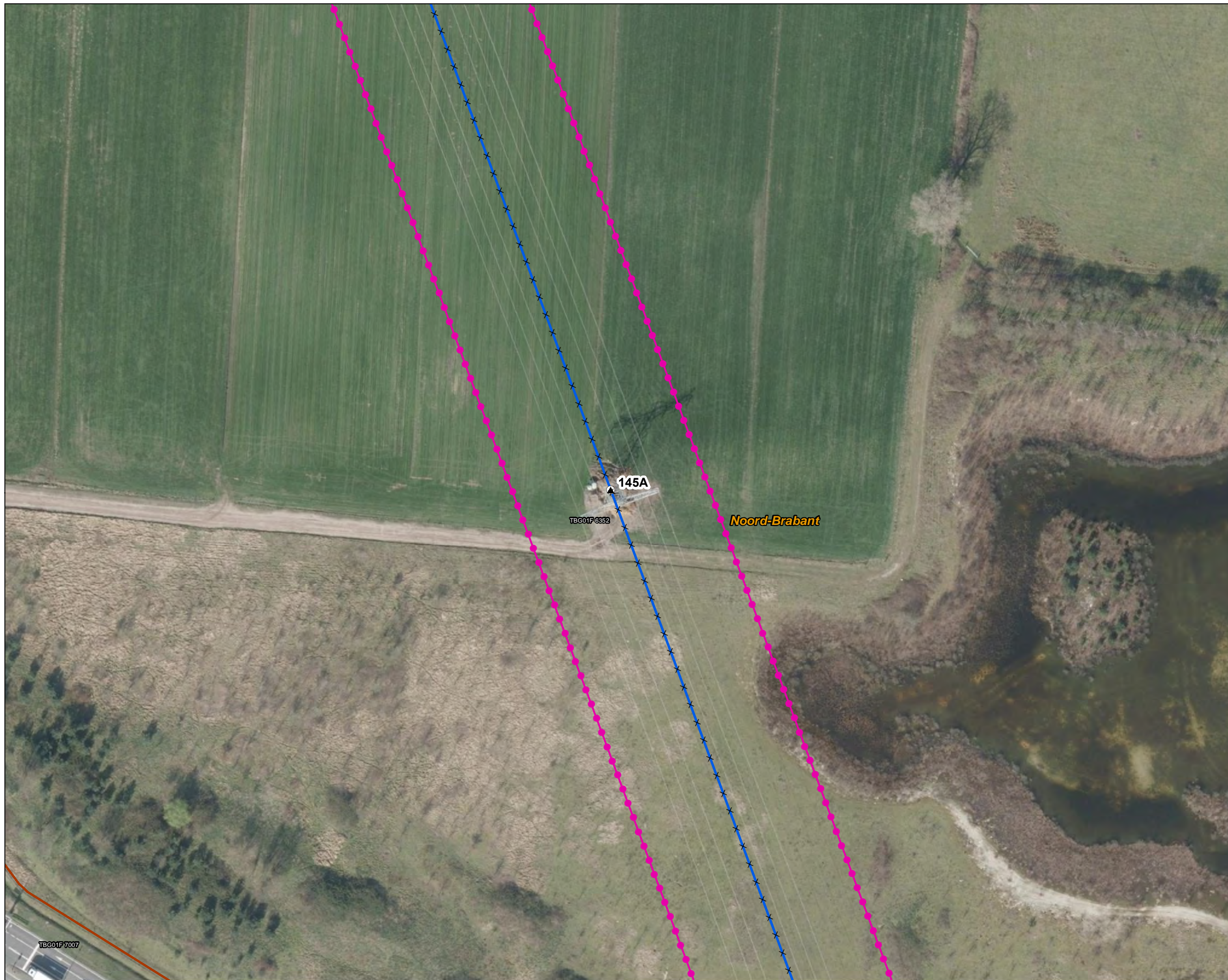
— 150 kV bovengronds

○ Masten

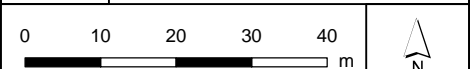
⊕ Inpassingsplan wegbestemmen

▭ Kadaster - peildatum 1 februari 2023

▭ Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		





Legenda

VKA2.0.1

× × Te amoveren verbinding

▲ Te amoveren masten

Bestaande verbinding

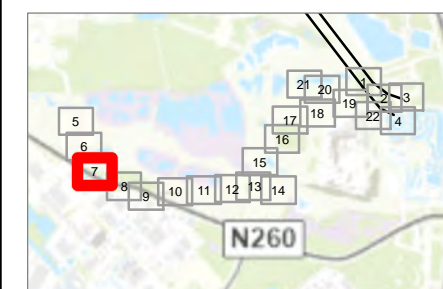
— 150 kV bovengronds

○ Masten

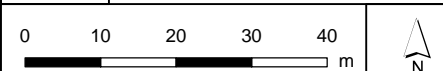
— Inpassingsplan wegbestemmen

— Kadaster - peildatum 1 februari 2023

— Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Legenda

VKA2.0.1

× × Te amoveren verbinding

▲ Te amoveren masten

150kV kabeltracés

--- boring

--- open ontgraving

▭ Werkterrein kabel buiten IP (label opp)

Bestaande verbinding

— 150 kV bovengronds

○ Masten

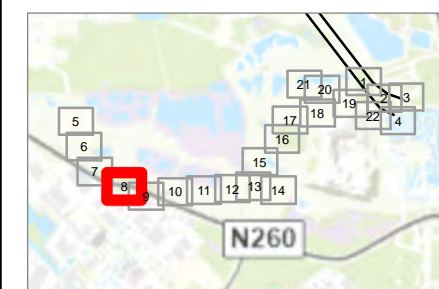
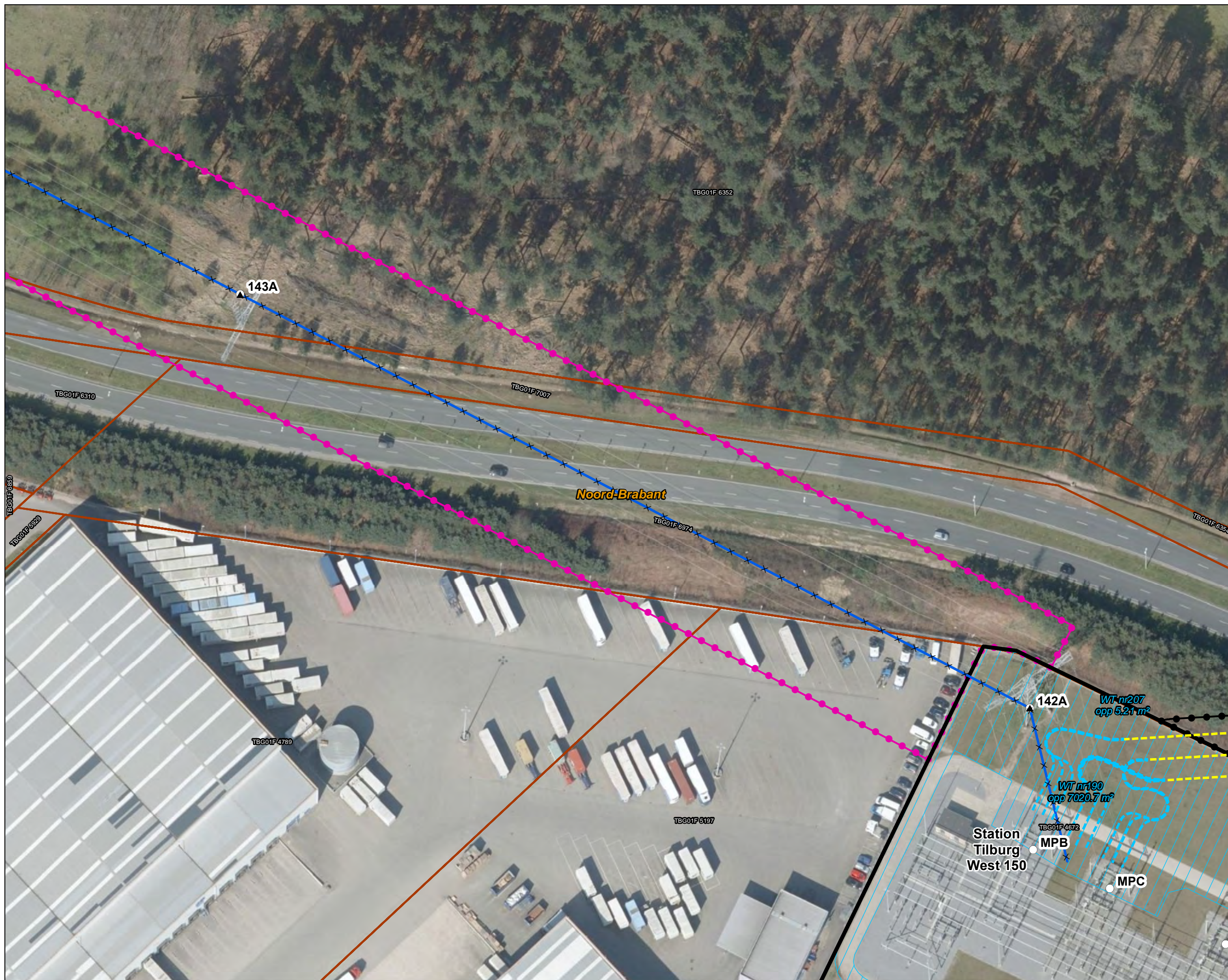
▭ Stations

▭ Inpassingsplan

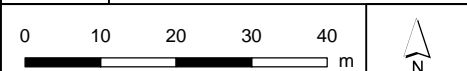
▭ Inpassingsplan wegbestemmen

▭ Kadaster - peildatum 1 februari 2023

▭ Gemeentegrenzen

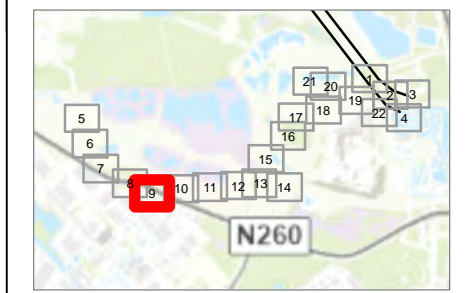
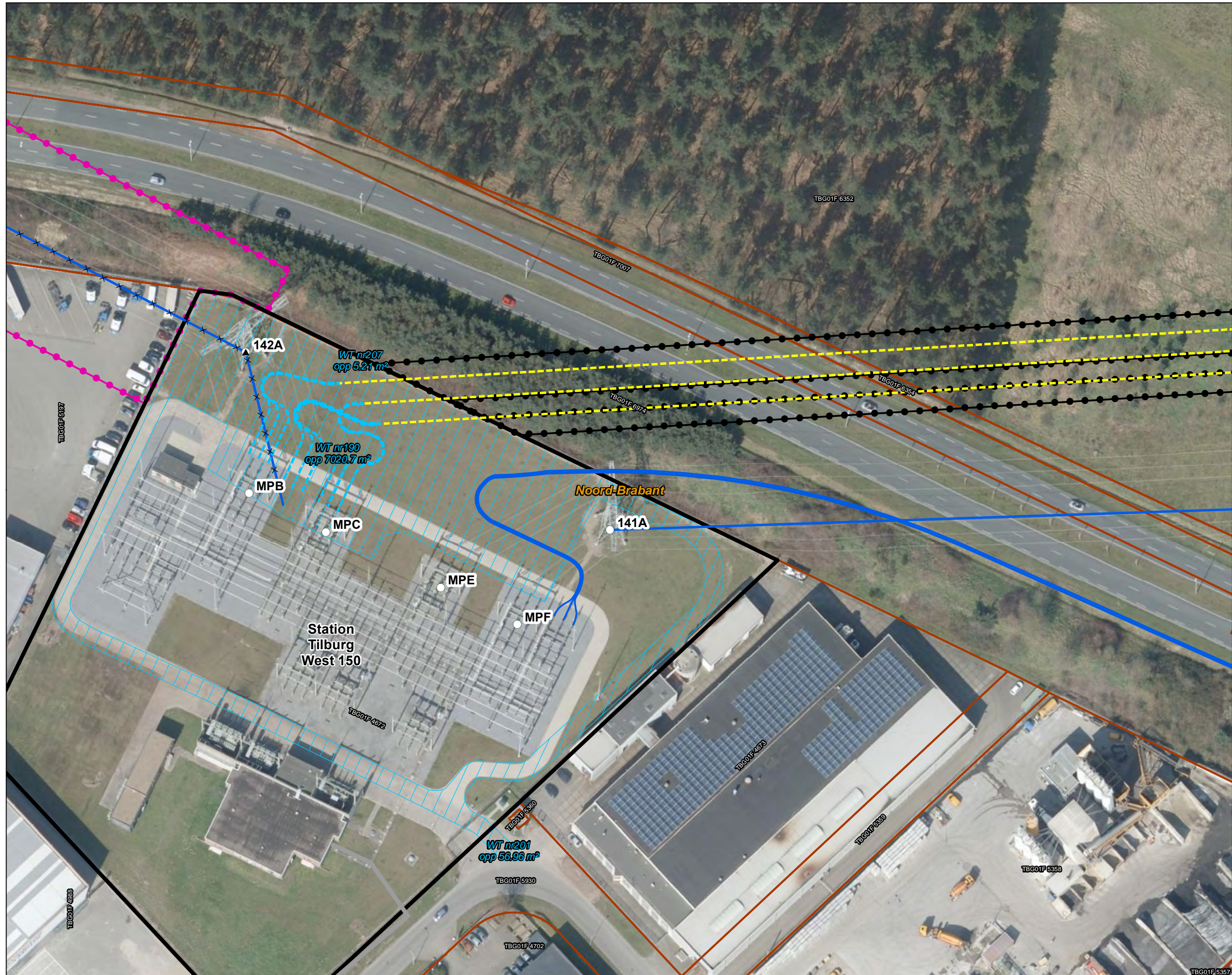


Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		





- Legenda**
- VKA2.0.1**
- × × Te amoveren verbinding
 - ▲ Te amoveren masten
 - 150kV kabeltracés**
 - boring
 - - - open ontgraving
 - ▭ Werkterrein kabel buiten IP (label opp)
 - Bestaande verbinding**
 - 150 kV bovengronds
 - middenspanning
 - 150 kV ondergronds
 - Masten
 - ▭ Stations
 - ▭ Inpassingsplan
 - ▭ Inpassingsplan wegbestemmen
 - ▭ Kadaster - peildatum 1 februari 2023
 - ▭ Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

↑
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Legenda

150kV kabeltracés

--- boring

Bestaande verbinding

— 150 kV bovengronds

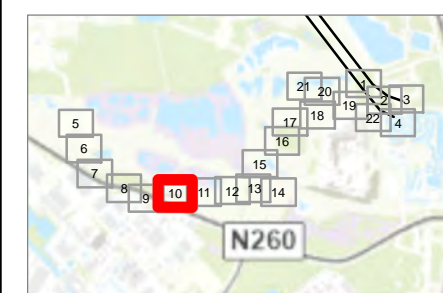
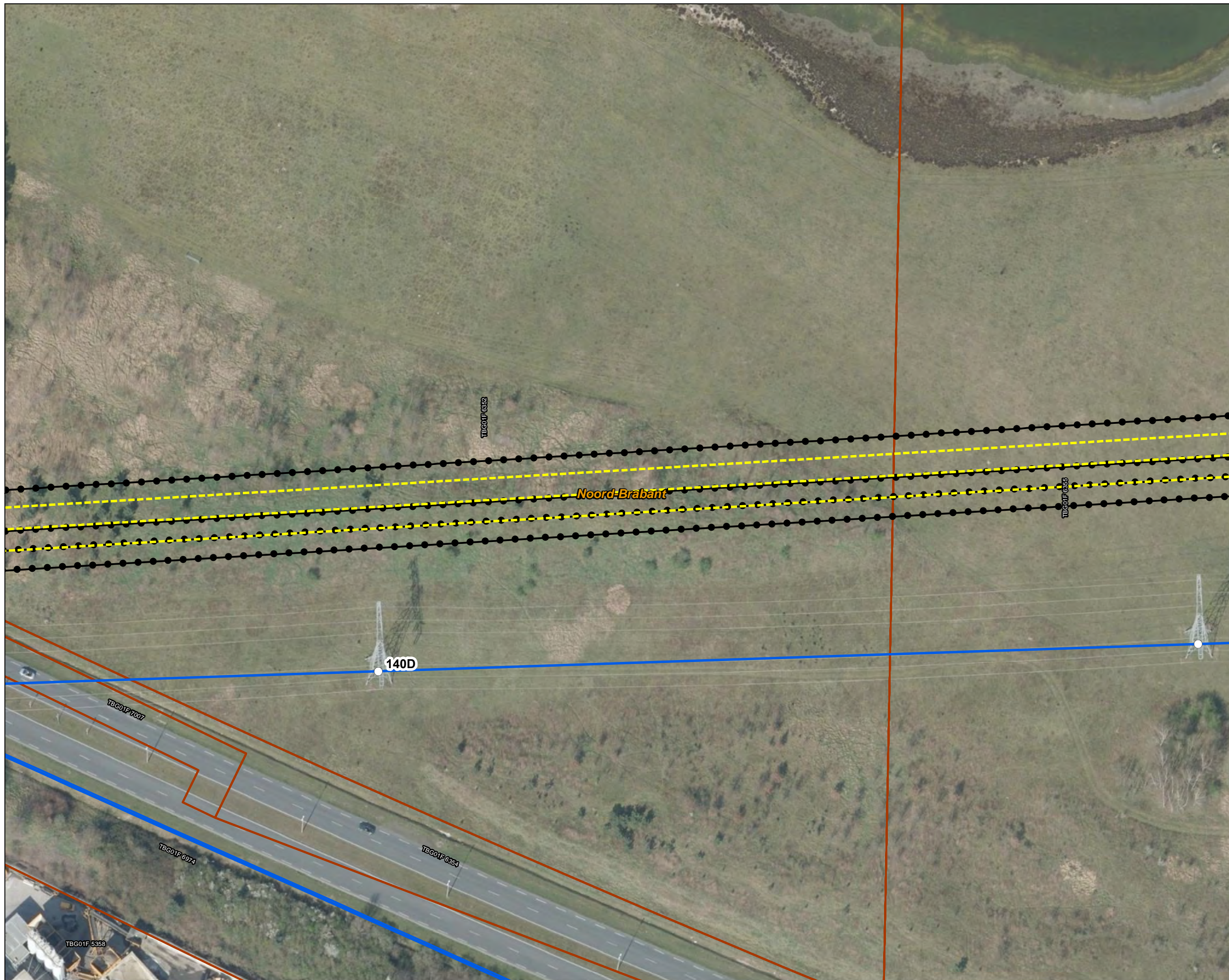
— 150 kV ondergronds

○ Masten

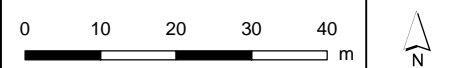
⬢ Inpassingsplan

▭ Kadaster - peildatum 1 februari 2023

▭ Gemeentegrenzen

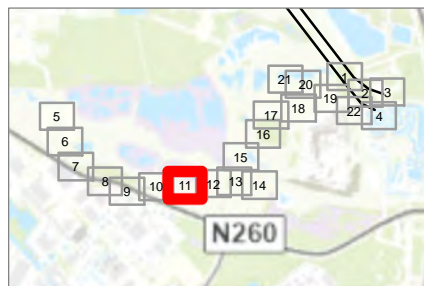


Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		

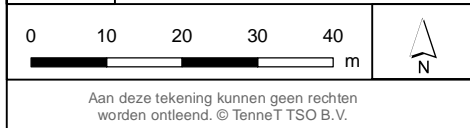




- Legenda**
- 150kV kabeltracés**
- boring
- Bestaande verbinding**
- 150 kV bovengronds
 - Masten
 - ⬢ Inpassingsplan
 - ▭ Kadaster - peildatum 1 februari 2023
 - ▭ Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		





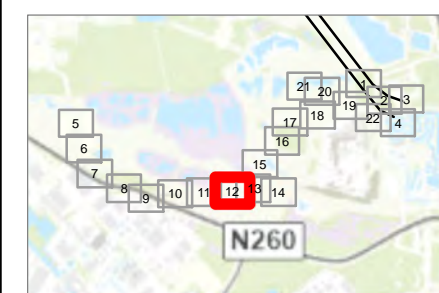
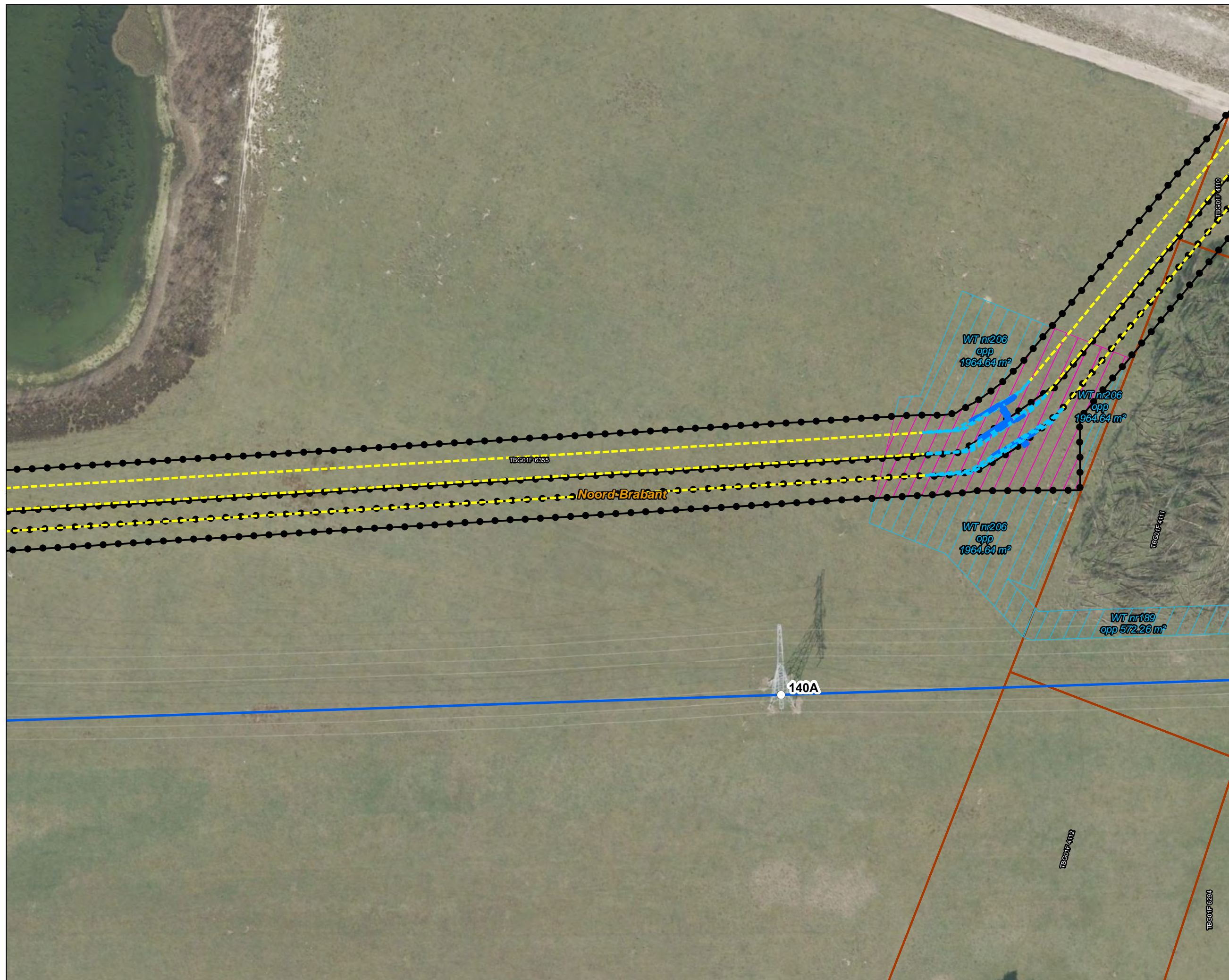
Legenda

150kV kabeltracés

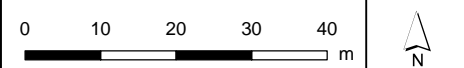
- boring
- open ontgraving
- moflocatie
- Werkterrein kabel binnen IP
- Werkterrein kabel buiten IP (label opp)

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 februari 2023
- Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		





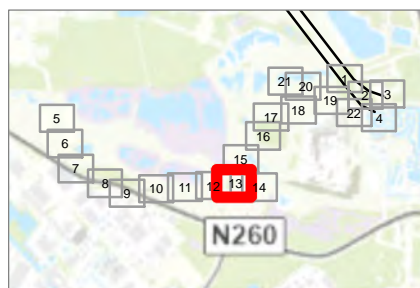
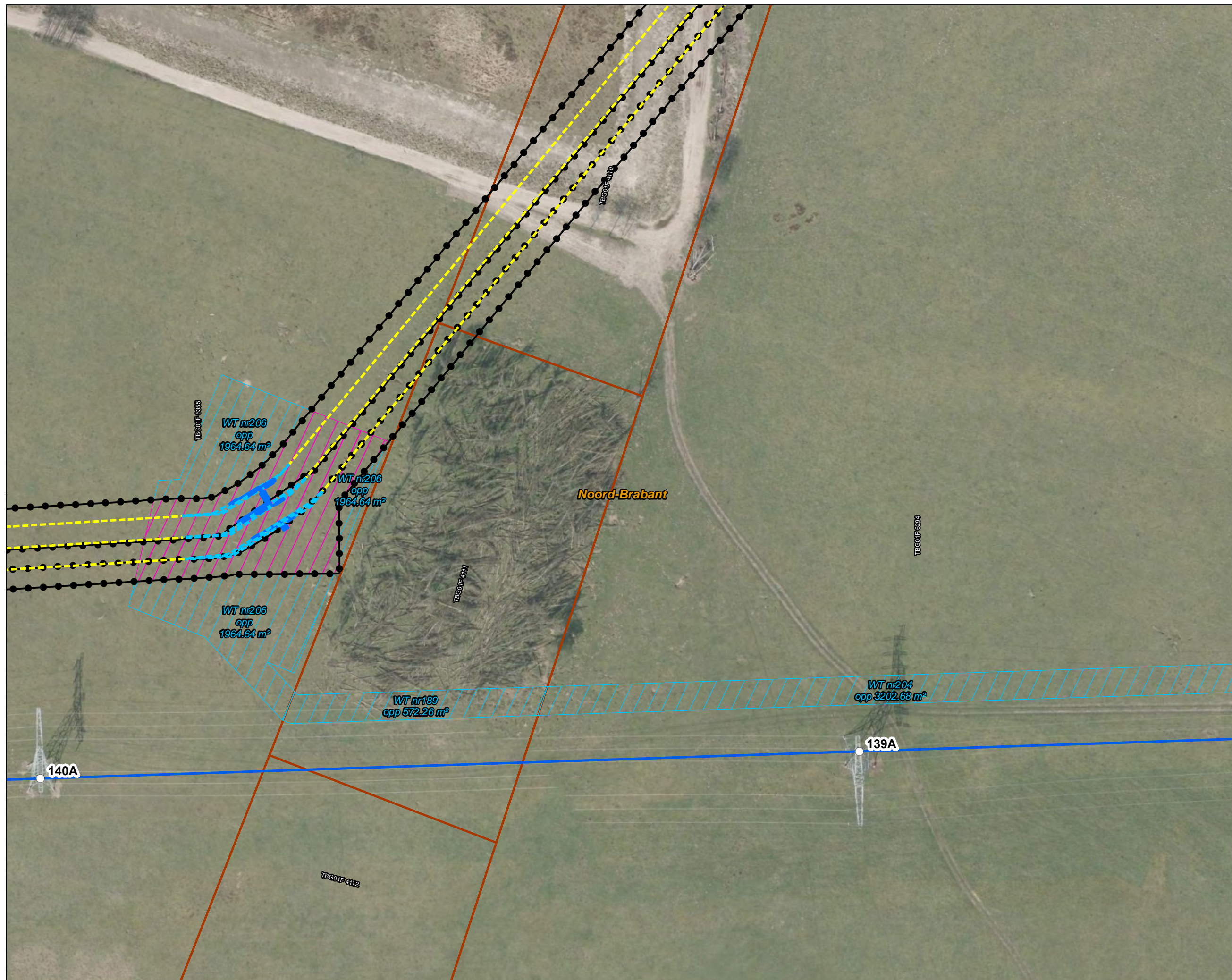
Legenda

150kV kabeltracés

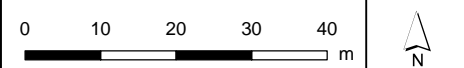
- boring
- open ontgraving
- moflocatie
- Werkterrein kabel binnen IP
- Werkterrein kabel buiten IP (label opp)

Bestaande verbinding

- 150 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 februari 2023
- Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Legenda

Werkterrein kabel buiten IP (label opp)

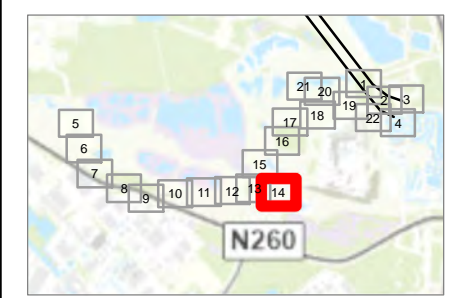
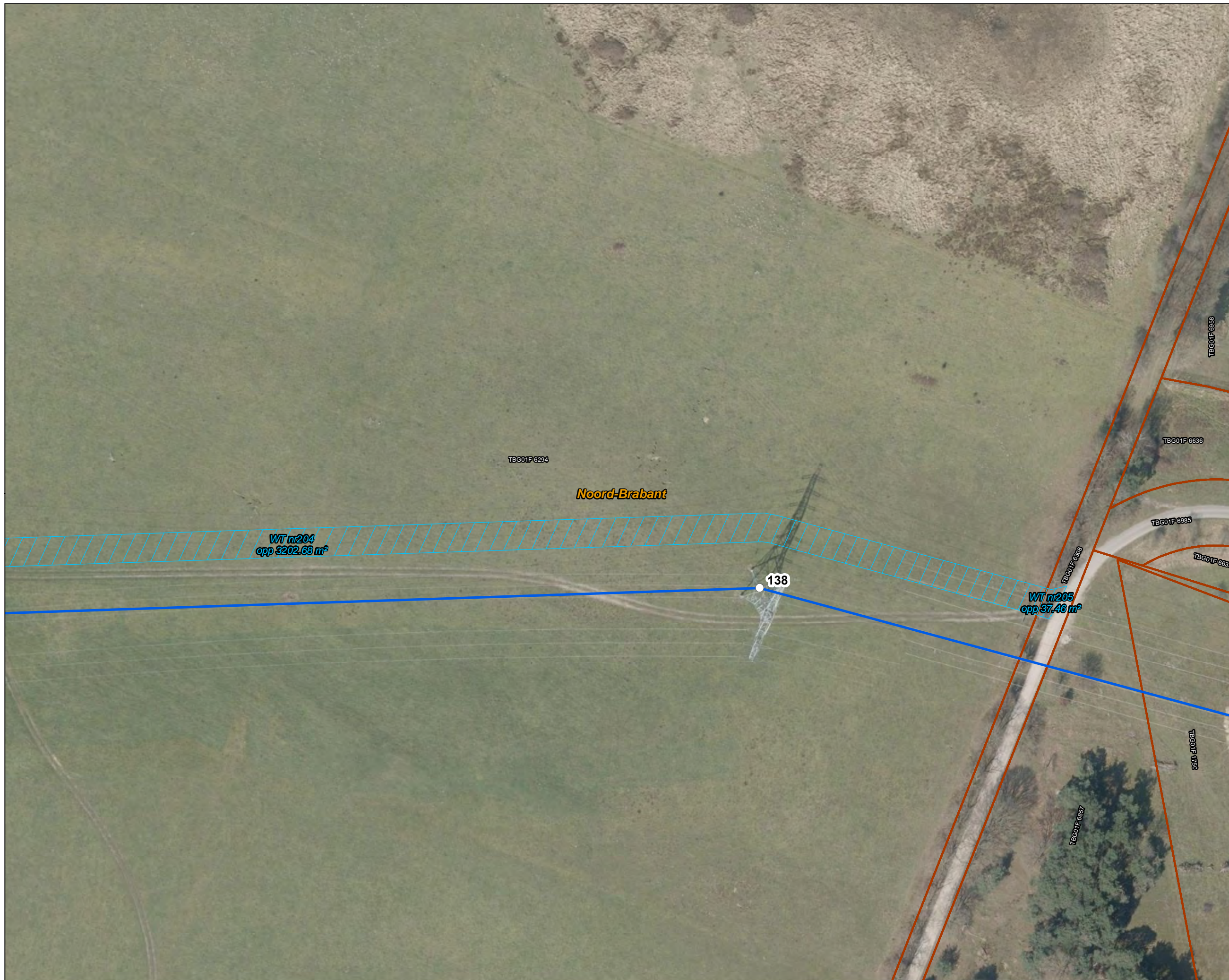
Bestaande verbinding

150 kV bovengronds

Masten

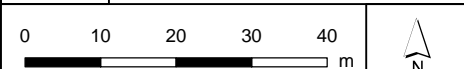
Kadaster - peildatum 1 februari 2023

Gemeentegrenzen



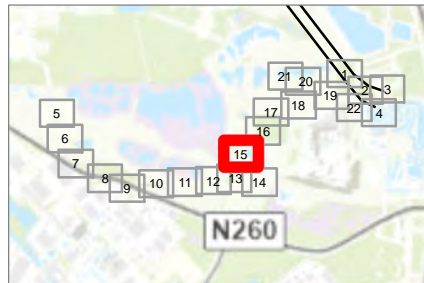
Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3

Kenmerk 230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd

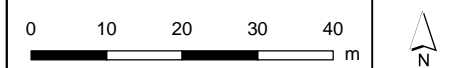




- Legenda**
- 150kV kabeltracés**
- boring
 - Inpassingsplan
 - Kadaster - peildatum 1 februari 2023
 - Gemeentegrenzen

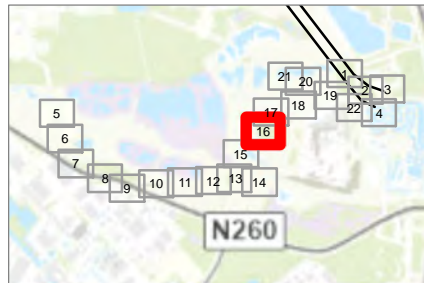


Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		

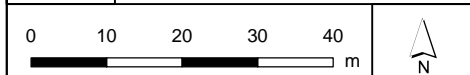




- Legenda**
- 150kV kabeltracés**
- boring
 - Inpassingsplan
 - Kadaster - peildatum 1 februari 2023
 - Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		



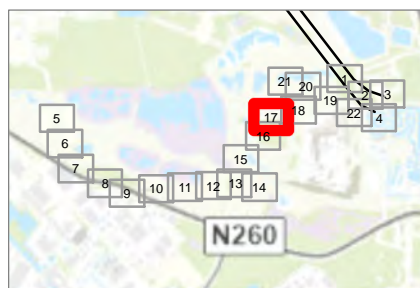
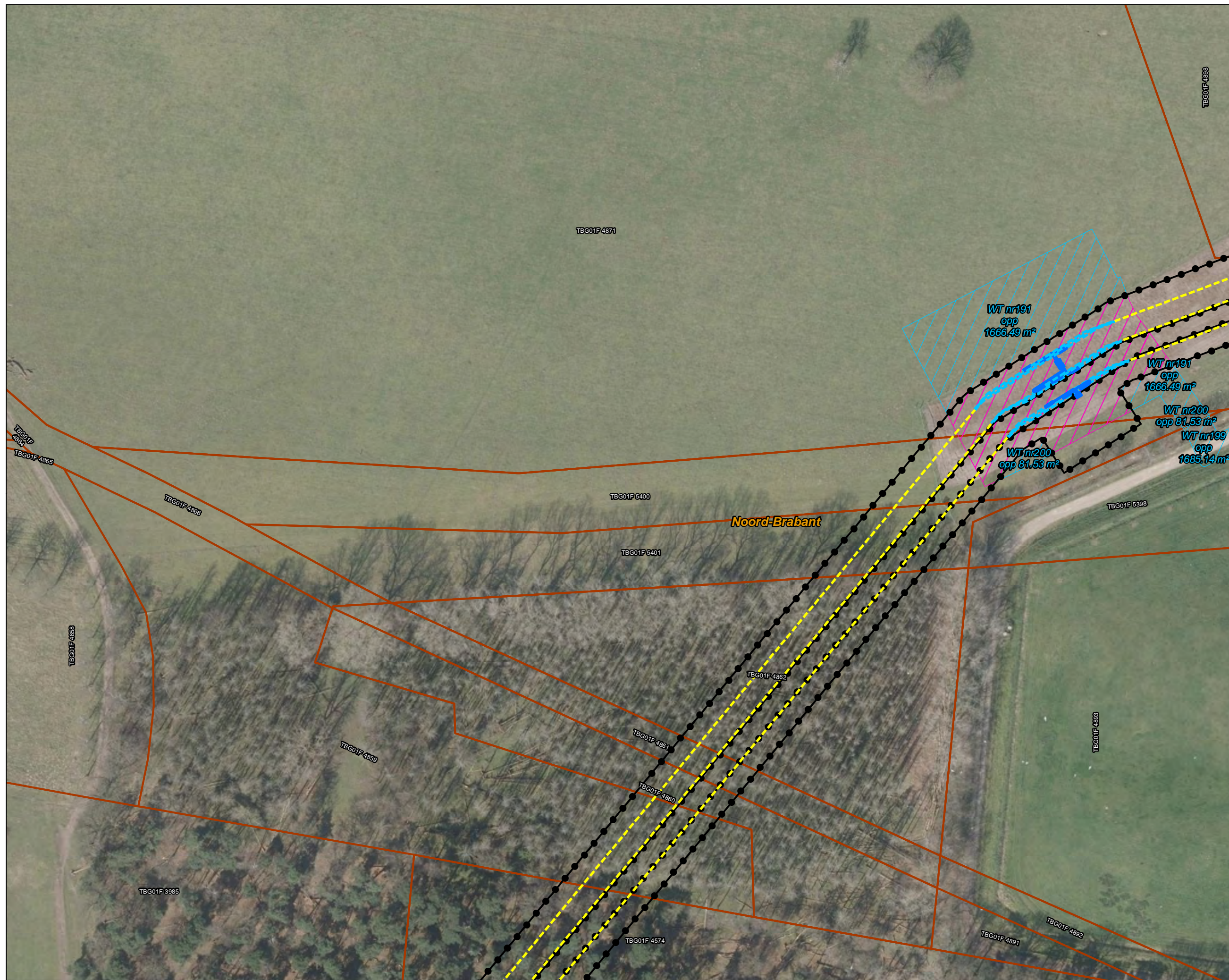
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



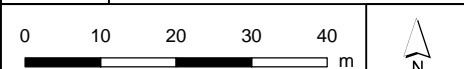
Legenda

150kV kabeltracés

- boring
- open ontgraving
- moflocatie
- Werkterrein kabel binnen IP
- Werkterrein kabel buiten IP (label opp)
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 februari 2023
- Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		



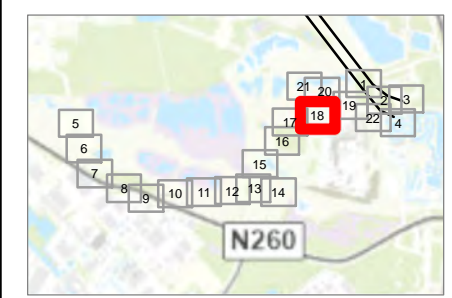
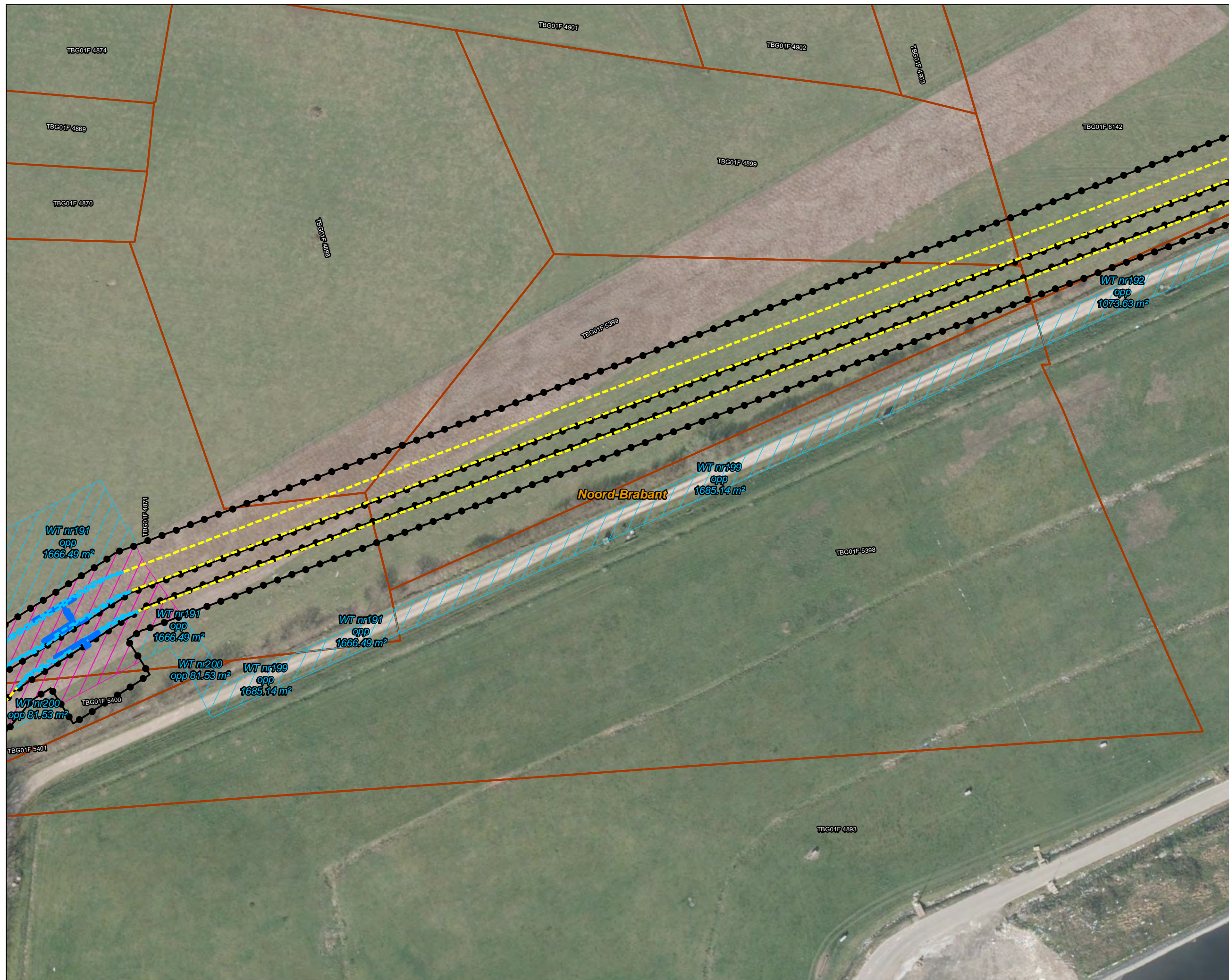
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



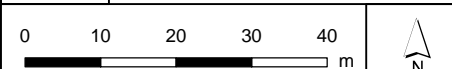
Legenda

150kV kabeltracés

- boring
- open ontgraving
- moflocatie
- Werkterrein kabel binnen IP
- Werkterrein kabel buiten IP (label opp)
- Inpassingsplan
- Kadaster - peildatum 1 februari 2023
- Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Legenda

VKA2.0.1

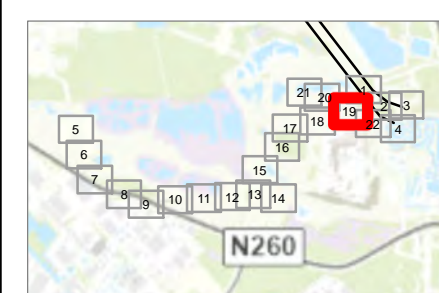
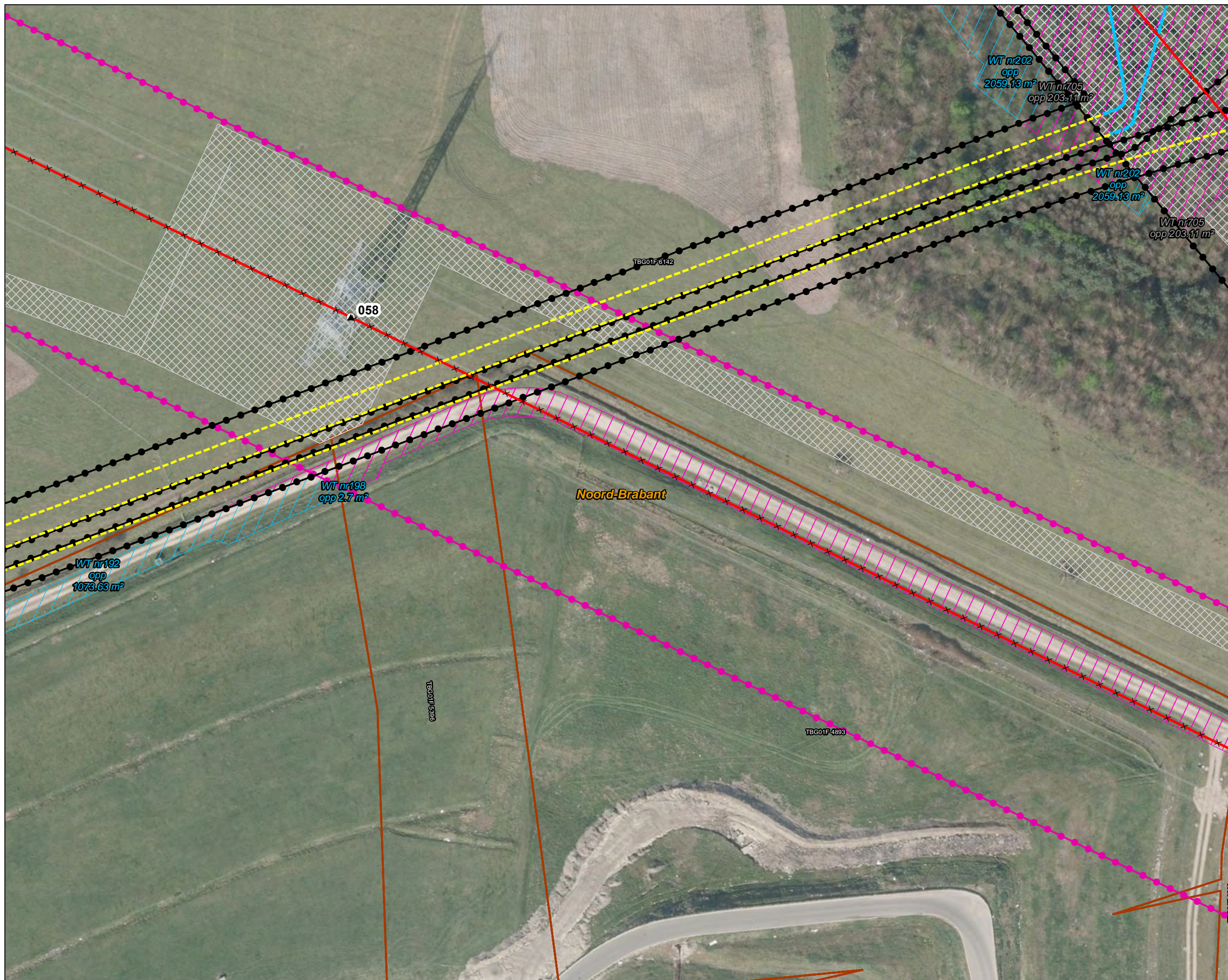
- Solo 380 kV
- × × Te amoveren verbinding
- ▲ Te amoveren masten

150kV kabeltracés

- boring
- open ontgraving
- ▨ Werkterrein masten binnen IP
- ▨ Werkterrein masten buiten IP (label opp)
- ▨ Werkterrein kabel binnen IP
- ▨ Werkterrein kabel buiten IP (label opp)

Bestaande verbinding

- 380 kV bovengronds
- Masten
- ▭ Inpassingsplan
- ▭ Inpassingsplan wegbestemmen
- ▭ Kadaster - peildatum 1 februari 2023
- ▭ Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		

0 10 20 30 40 m

↑
N

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Legenda

VKA2.0.1

× × Te amoveren verbinding

▲ Te amoveren masten

150kV kabeltracés

--- boring

▨ Werkterrein masten binnen IP

▨ Werkterrein masten buiten IP (label opp)

Bestaande verbinding

— 380 kV bovengronds

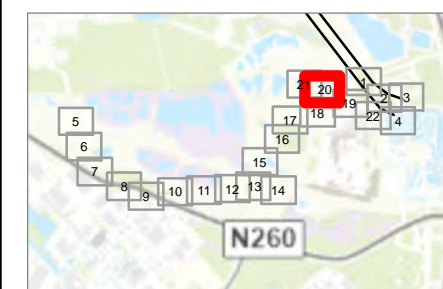
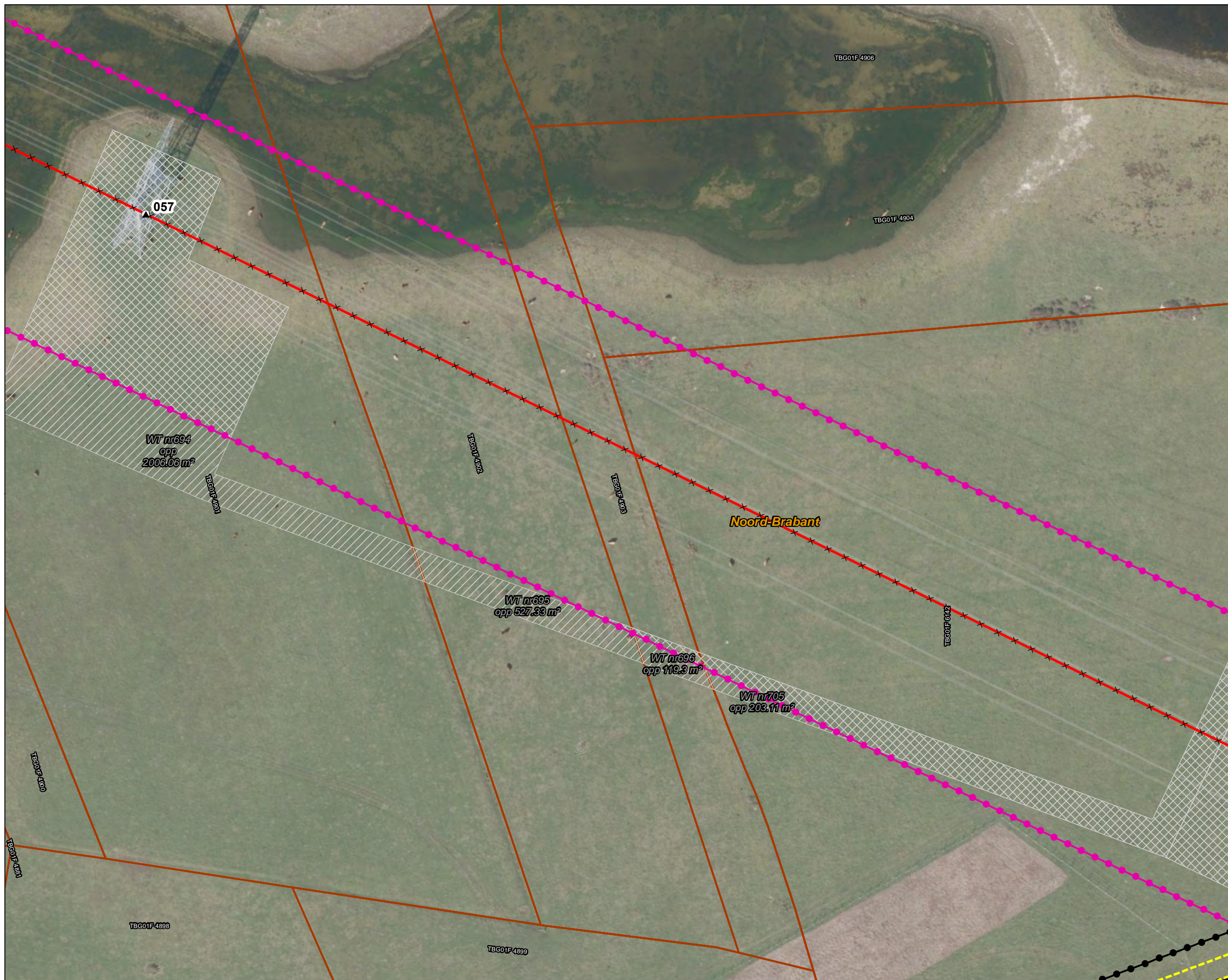
○ Masten

⊞ Inpassingsplan

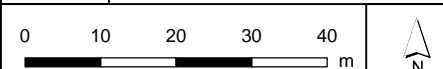
⊞ Inpassingsplan wegbestemmen

▭ Kadaster - peildatum 1 februari 2023

▭ Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		





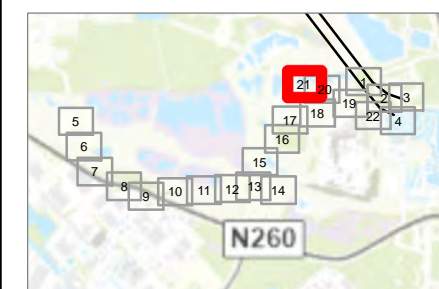
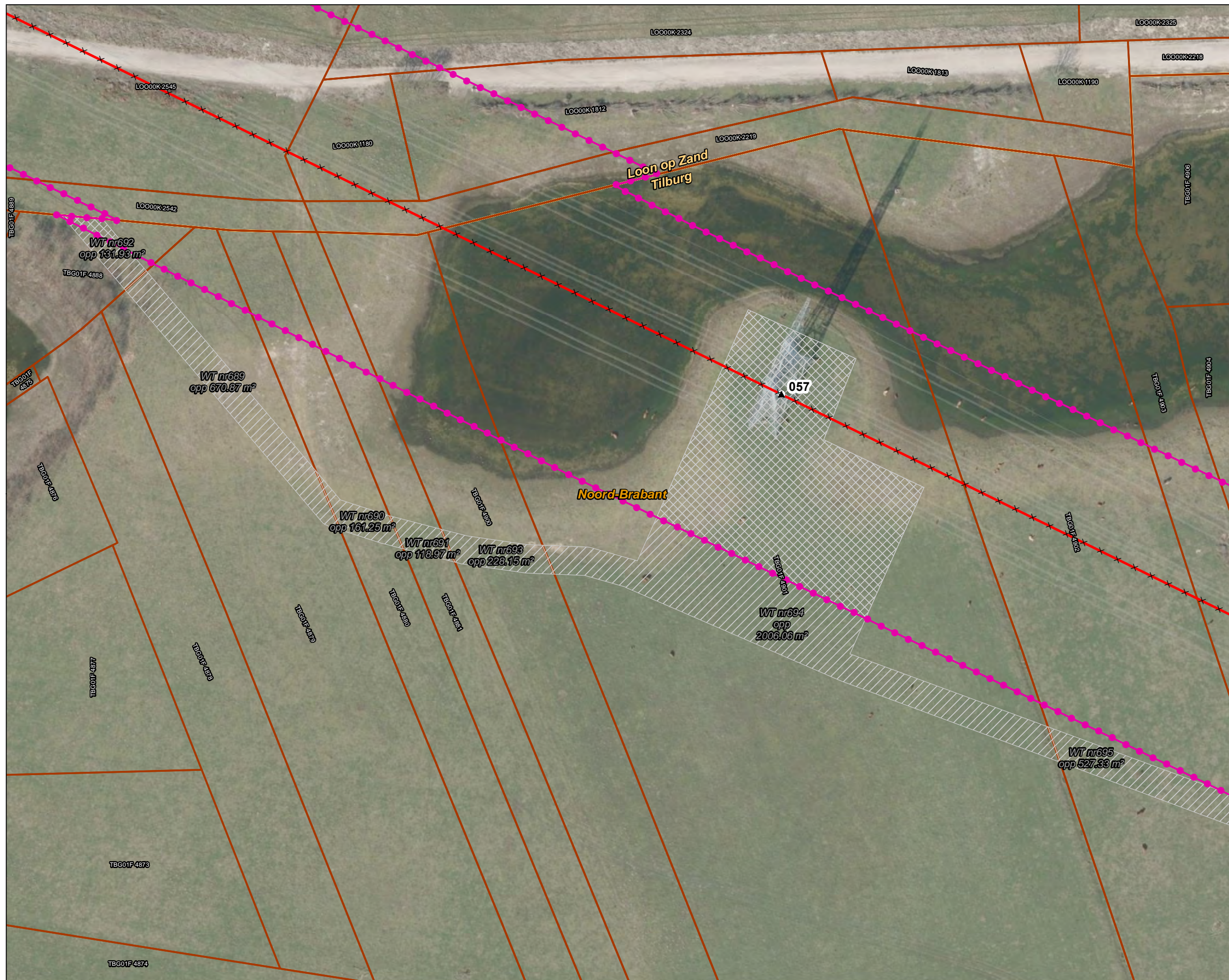
Legenda

VKA2.0.1

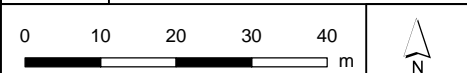
- × × Te amoveren verbinding
- ▲ Te amoveren masten
- ▨ Werkterrein masten binnen IP
- ▩ Werkterrein masten buiten IP (label opp)

Bestaande verbinding

- 380 kV bovengronds
- Masten
- Inpassingsplan wegbestemmen
- ▭ Kadaster - peildatum 1 februari 2023
- ▭ Gemeentegrenzen



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		





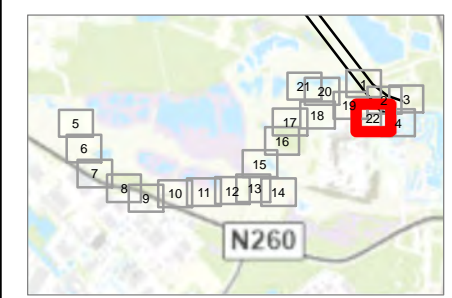
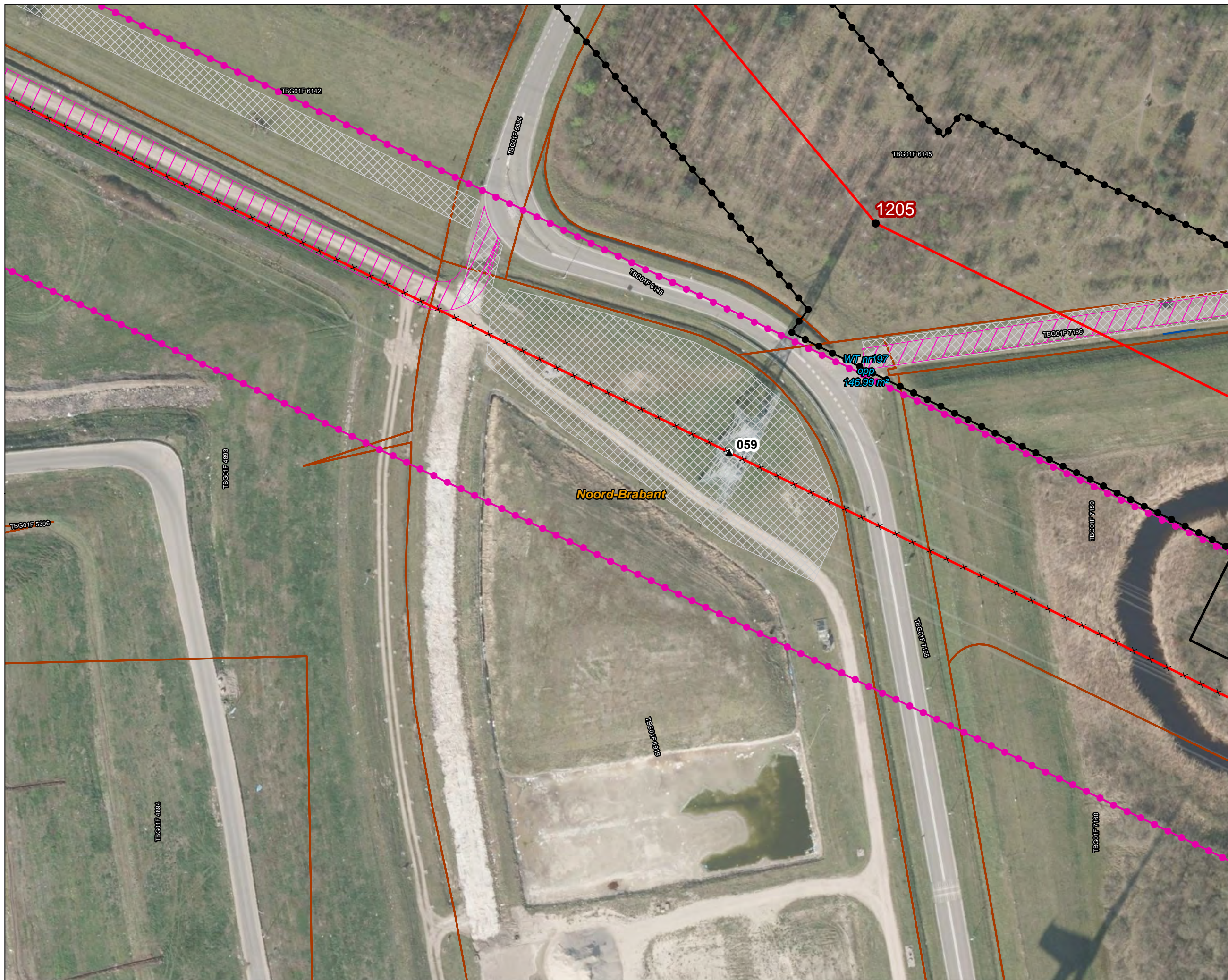
Legenda

VKA2.0.1

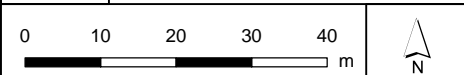
- Solo 380 kV
- × × Te amoveren verbinding
- Indicatieve mastpunten
- ▲ Te amoveren masten
- ▨ Werkterrein masten binnen IP
- ▨ Werkterrein kabel binnen IP
- ▨ Werkterrein kabel buiten IP (label opp)

Bestaande verbinding

- 380 kV bovengronds
- Masten
- ⬢ Inpassingsplan
- ⬢ Inpassingsplan wegbestemmen
- ▭ Kadaster - peildatum 1 februari 2023
- ▭ Gemeentegrenzen
- Duikers



Versie	VKA 2.0.1	Datum	20/03/2023
Status	Definitief	Schaal	1:1,000
Auteur	LM	Formaat	A3
Kenmerk	230317_zwo_Tilburg_Vergunningen_mastenboek.mxd		



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

A.8.1.A Bomenlijst gemeente Tilburg

Boomnummer	Boomsort	Nederlands	Groevorm	Stamdiameter	Leeftijd	Kapmelding	Vergunning	Reden	X-coördinaat	Y-coördinaat	Gemeente	Perceel	Stamomtrek	Reden vergunning	Gerechtigd
3429	Betula pendula	Ruwe berk	Standaard	20	20-30	Nee	Ja	Geen onderdeel van rij groter dan 21 bomen	132062.69	402498.47	Tilburg	TBG01-F-4906	62.80	Stamomtrek > 40cm & perceel > 500m2	Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland
3430	Quercus robur	Zomereik	Standaard	65	65-75	Nee	Ja	Geen onderdeel van rij groter dan 21 bomen	132071.12	402499.61	Tilburg	LOO00-K-2218	204.10	Stamomtrek > 40cm & perceel > 500m2	Gemeente Loon Op Zand