



Hoogspanningsverbinding Oterleek - Westwoud

Jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone

HUIDIGE SITUATIE EN SITUATIE NA AANLEG VAN EEN
250 MVA KABELCIRCUIT (150 kV)

Opdrachtgever: TenneT
Uitgevoerd door: Liandon
Auteur: Frank van Minnen
Gecontroleerd door: Teunis Brand
Datum: 29 januari 2013
Documentnummer: TER459FM01

COLOFON

Liandon

Bij Liandon zijn de strategische kennis en kunde op het gebied van energieopwek, -opslag, energie-infrastructuren alsmede eindverbruikerstoepassingen gebundeld. Deze gebundelde kennis dient als basis voor het uitvoeren van turnkey projecten alsmede het doen van advisering en onderzoek. Daarmee wil Liandon het mogelijk maken dat haar klanten kunnen acteren als world class spelers.

Liandon BV

Dijkgraaf 4, 6921 RL Duiven
Postbus 50, 6920 AB Duiven
Telefoon: (026) 844 71 11
Fax: (026) 844 72 00

Voltastraat 2, 1817 DD Alkmaar
Postbus 384, 1800 AJ Alkmaar
Telefoon: (072) 514 52 08
Fax: (072) 514 53 08

Disclaimer

Het hoogspanningslijnenbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen. In deze rapportage zijn ook breedtes van "magneetveldzones" berekend voor andere delen van het hoogspanningsnet. Bij die berekeningen is gebruik gemaakt van de notitie '*Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding*', RIVM, 3 november 2011 (op te vragen bij het RIVM via hoogspanningslijnen@rivm.nl) en van de op 12 december 2012 gemaakte afspraken tussen RIVM en TenneT.

© 2013, Liandon BV, Duiven

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, in enige vorm of enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Liandon.

Samenvatting

TenneT is voornemens de bestaande transportcapaciteit tussen het 150 kV hoogspanningsstation Oterleek en het 150 kV hoogspanningsstation Westwoud uit te breiden. Momenteel bestaat de verbinding uit een bovengrondse hoogspanningslijn (twee 150 kV circuits met een ontwerpbelasting van 249 MVA per circuit). De transportcapaciteit zal worden uitgebreid met een 150 kV kabel (één circuit met een ontwerpbelasting van 250 MVA). Deze hoogspanningskabel zal grotendeels parallel aan de bestaande bovengrondse hoogspanningslijn komen te liggen.

TenneT heeft Liandon verzocht om inzicht te geven in de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone van de bovengrondse hoogspanningsverbinding en die van de nieuwe ondergrondse kabelverbinding. De gehanteerde invoergegevens voor de berekening van deze magneetveldzone zijn door TenneT geaccordeerd.

De resultaten van deze analyse zijn in dit rapport vastgelegd. Hierbij zijn, conform de op 12 december 2012 gemaakte afspraken tussen het RIVM en TenneT, zowel de hoogspanningslijn als de hoogspanningskabel op 50% van de ontwerpbelasting gemodelleerd.

Voor het berekenen van de magnetische veldsterkte is het softwarepakket EFC-400 versie 2008 toegepast. Met EFC-400 worden de berekeningen driedimensionaal uitgevoerd, waarbij de relevante stroomvoerende delen van de bovengrondse hoogspanningslijn en de ondergrondse hoogspanningskabel gemodelleerd worden.

De berekening van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone is uitgevoerd in week 51 (17-21 december) van 2012.

Voor de zoneberekening van de bovengrondse lijn is de *'Handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen, versie 3.0, 25 juni 2009'* van het RIVM gehanteerd. Voor de zoneberekening van de ondergrondse kabel is de notitie *'Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding'*, 3 november 2011 van het RIVM gehanteerd, in combinatie met de afspraken tussen het RIVM en TenneT van 12 december 2012 betreffende de rekenwijze bij een combinatie van een hoogspanningslijn en een hoogspanningskabel.

Aan weerszijden van de hoogspanningslijn varieert de breedte van de specifieke magneetveldzone tussen 60 en 65 meter.

Langs het tracé van de hoogspanningskabel dient rekening gehouden te worden met een jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone van 5 meter aan weerszijden van de hoogspanningskabel.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Achtergronden magneetveldzone berekeningen	6
2.1	Achtergronden zoneberekening bij hoogspanningslijnen	6
2.2	Achtergronden zoneberekening bij hoogspanningskabels en hoogspanningsstations	7
3	Invoergegevens	9
3.1	Rekenmethodiek	9
3.2	150 kV bovengrondse hoogspanningslijn	9
3.3	150 kV ondergrondse hoogspanningskabel	11
4	Rekenmodel	13
5	Resultaten	14
5.1	Specifieke magneetveldzone bovengrondse lijn	14
5.2	Jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone ondergrondse kabel	16
Bijlage 1	Referenties	17
Bijlage 2	Locatiekaart	18
Bijlage 3	Mastbeelden	19
Bijlage 4	Lengteprofiel bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud	24
Bijlage 5	Geaccordeerde uitgangspunten TenneT	31

1 Inleiding

ACHTERGROND

TenneT is voornemens de bestaande transportcapaciteit tussen het 150 kV hoogspanningsstation Oterleek en het 150 kV hoogspanningsstation Westwoud uit te breiden. Momenteel bestaat de verbinding uit een bovengrondse hoogspanningslijn (twee 150 kV circuits met een ontwerpbelasting van 249 MVA per circuit). De transportcapaciteit zal worden uitgebreid met een 150 kV kabel (één circuit met een ontwerpbelasting van 250 MVA). Deze hoogspanningskabel zal grotendeels parallel aan de bestaande bovengrondse hoogspanningslijn komen te liggen. Op enkele plaatsen wijkt het kabeltracé vanuit praktische overwegingen over korte lengtes af van de bestaande hoogspanningslijn.

TenneT heeft Liandon verzocht om inzicht te geven in de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone van de bovengrondse hoogspanningsverbinding en die van de nieuwe ondergrondse kabelverbinding. Een locatiekaart van de hoogspanningslijn en het beoogde kabeltracé is weergegeven in Bijlage 2.

DOELSTELLING

De doelstelling van dit rapport is het verschaffen van inzicht in de ligging van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone van de hoogspanningsverbinding tussen Oterleek en Westwoud. Hierbij wordt zowel de huidige situatie als de situatie na aanleg van de 250 MVA hoogspanningskabel in beeld gebracht.

LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 worden de kaders met betrekking tot het hoogspanningsbeleid van de rijksoverheid toegelicht. Hoofdstuk 3 behandelt de scenario's die zijn onderzocht en de uitgangspunten ten aanzien van de magneetveldberekeningen. Hoofdstuk 4 beschrijft het gehanteerde rekenmodel, waarna in hoofdstuk 5 de resultaten worden gepresenteerd.

2 Achtergronden magneetveldzone berekeningen

Voor de berekening van de specifieke magneetveldzone van de bovengrondse lijn is uitgegaan van de handreiking van het RIVM, waarin de achtergrond en de rekenmethodiek voor magneetveldzones van bovengrondse hoogspanningslijnen wordt beschreven. De meest actuele versie hiervan (momenteel versie 3.0) is te vinden op de website van het RIVM [**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**]. Voor het berekenen van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone van de kabel is gebruik gemaakt van de notitie '*Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding*', RIVM, 3 november 2011 [**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**] en van de op 12 december 2012 gemaakte afspraken tussen RIVM en TenneT. Daarbij geldt de volgende disclaimer:

Disclaimer

Het hoogspanningslijnenbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen. In deze rapportage zijn ook breedtes van "magneetveldzones" berekend voor andere delen van het hoogspanningsnet. Bij die berekeningen is gebruik gemaakt van de notitie '*Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding*', RIVM, 3 november 2011 (op te vragen bij het RIVM via hoogspanningslijnen@rivm.nl).

De relevante punten uit deze twee stukken met betrekking tot de berekening van een magneetveldcontour zijn in onderstaande paragrafen overgenomen.

2.1 Achtergronden zoneberekening bij hoogspanningslijnen

Onderstaande tekst is overgenomen uit bijlage 1 van de handreiking van het RIVM, versie 3.0 (zie referentie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

2.1.1 Elektromagnetische velden en gezondheid

Elektromagnetische velden kunnen het functioneren van het menselijk lichaam beïnvloeden. Boven een bepaalde waarde van de veldsterkte leiden die velden tot acute effecten, zoals het 'zien' van lichtflitsen en onwillekeurige spiersamentrekkingen. In de buurt van de elektriciteitsvoorziening gaat het om wisselende velden met een frequentie van 50 Hz. Voor de magnetische veldsterkte heeft de Europese Commissie bij 50 Hz een referentieniveau voor leden van de bevolking van 100 microtesla aanbevolen. Beneden het referentieniveau veroorzaakt het magnetische veld geen acute effecten.

Veel minder duidelijk is wat de effecten van langdurige blootstelling aan lagere magnetische veldsterkten zijn. Het onderzoek in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen wijst er op dat kinderen die dicht bij een dergelijke hoogspanningslijn wonen, waar het magnetische veld relatief sterk is, mogelijke extra risico op leukemie lopen. Het (mogelijk) verhoogde risico op kinderleukemie tekent zich af bij langdurige blootstelling aan magnetische veldsterkten hoger dan ergens tussen 0,2 en 0,5 microtesla.

2.1.2 Rijksbeleid

Op grond van deze gegevens en uitgaande van het voorzorgsbeginsel heeft het ministerie van VROM in 2005 een advies voor het hoogspanningslijnenbeleid aan gemeenten, netbeheerders en provincies

uitgebracht. In dat advies raadt VROM aan zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te voorkomen dat er in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen nieuwe situaties ontstaan waar kinderen langdurig worden blootgesteld aan magnetische veldsterkten die jaargemiddeld boven 0,4 microtesla liggen.

2.1.3 Zoneberekening

De manier waarop deze specifieke magneetveldzone 'waar het magnetische veld gemiddeld over een jaar boven de 0,4 microtesla ligt' kan worden berekend, is vastgelegd in een handreiking die door het RIVM wordt beheerd. De berekening in deze rapportage is uitgevoerd volgens die handreiking (versie 3.0) in week 51 van 2012 door Liandon, met rekenpakket EFC-400, versie 2008. Dit adviesbureau is aangemerkt als: 'bureau waarvan bekend is dat het ervaring heeft met zoneberekeningen volgens de handreiking'.

Om de onzekere wetenschappelijke aanwijzingen te vertalen naar een concrete zoneberekening zijn in de genoemde handreiking bepaalde keuzes en vereenvoudigingen gemaakt. Vereenvoudigingen zijn onvermijdelijk omdat de volledige karakteristieken van de stroom niet altijd en overal in het hoogspanningsnet bekend zijn. Een belangrijke vereenvoudiging is dat de berekening plaatsvindt tussen twee opeenvolgende masten. Een tweede vereenvoudiging is dat de stroom door de bliksemdraden (en andere geleiders in de buurt van de hoogspanningslijn) niet in de berekening wordt meegenomen. Een derde vereenvoudiging is dat de specifieke magneetveldzone wordt voorgesteld door rechte lijnen evenwijdig aan de hoogspanningslijn. Deze vereenvoudigingen leiden ertoe dat de in deze rapportage berekende specifieke magneetveldzone niet de werkelijke sterkte van het magnetische veld op een bepaalde locatie op een bepaald tijdstip weergeeft, maar een toekomstgerichte magneetveldzone die past binnen het hoogspanningslijnenbeleid van de rijksoverheid.

2.2 Achtergronden zoneberekening bij hoogspanningskabels en hoogspanningsstations

Onderstaande tekst is overgenomen uit de notitie '*Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding*', RIVM, 3 november 2011 (zie referentie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

In 2005 heeft het toenmalige ministerie van VROM (nu het ministerie van Infrastructuur en Milieu) - op basis van het voorzorgsbeginsel - een advies voor het hoogspanningslijnenbeleid aan gemeenten, netbeheerders en provincies uitgebracht. In dat advies worden gemeenten en netbeheerders geadviseerd zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te voorkomen dat er in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen nieuwe situaties ontstaan waar kinderen langdurig worden blootgesteld aan magnetische veldsterkten die jaargemiddeld boven 0,4 microtesla liggen. De handreiking van het RIVM legt de manier vast om deze 'zone waar het magnetische veld gemiddeld over een jaar boven de 0,4 microtesla ligt', verder aangeduid als 'specifieke magneetveldzone', zo eenduidig en transparant mogelijk te berekenen.

Het hoogspanningslijnenbeleid, en daarmee ook de handreiking, is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen. Bij de voorbereiding van de Randstad 380 kV verbinding is door het toenmalige ministerie van Economische Zaken en het toenmalige ministerie van VROM besloten om bij de ondergrondse delen en hoogspanningstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding aan te sluiten bij het hoogspanningslijnenbeleid zoals dat geformuleerd is voor bovengrondse hoogspanningslijnen. Netbeheerder TenneT en enkele adviesbureaus die berekeningen volgens de

handreiking van het RIVM kunnen uitvoeren, hebben met het oog op uniformering van de berekeningswijze aanvullende afspraken gemaakt over de te hanteren rekenmethodiek. Om tot deze afspraken te komen is er overleg gevoerd op 3 juni, 12 juli en 18 november 2010. Het RIVM was daarbij als secretaris betrokken en heeft de gemaakte afspraken vastgelegd.

3 Invoergegevens

3.1 Rekenmethodiek

Voor de beschouwde situatie met een hoogspanningslijn in de directe nabijheid van een hoogspanningskabel zijn op 12 december 2012 door het RIVM en TenneT afspraken gemaakt over de te hanteren rekenmethodiek.

Hierbij is afgesproken dat voor het bepalen van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone alle verbindingen op 50% van de ontwerpbelasting gemodelleerd dienen te worden, waarbij de zone van de bovengrondse lijn en de zone van de ondergrondse kabel apart dienen te worden weergegeven.

3.2 150 kV bovengrondse hoogspanningslijn

3.2.1 Algemene gegevens huidige 150 kV lijn

- Bovengrondse lijn : 150 kV lijn Oterleek – Westwoud (lijn nr. 1319).
- Relevante mastnummers, masttypen en locaties (Tabel 1) :

Tabel 1 : Mastnummers, masttypen en locaties

Mast nr.	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Mast nr.	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
0	EINDJUK	117721.30	516383.92	30	SA	128204.54	518503.75
1	EB	117767.86	516466.41	31	HA	128554.44	518697.46
2	SA	118107.24	516575.49	32	HA	128819.46	518844.04
3	SA	118463.41	516690.17	33	SA	129169.35	519037.71
4	SA	118825.15	516806.50	34	SA	129519.80	519231.70
5	HA	119142.64	516908.61	35	SA	129869.78	519425.50
6	SA	119477.44	516893.03	36	SA	130219.71	519619.27
7	SA	119826.92	516876.76	37	SA	130569.83	519812.93
8	SA	120111.72	516863.40	38	SA	130886.35	519988.26
9	SA	120502.14	516845.00	39	SA	131183.57	520152.93
10	HA	120837.35	516829.48	40	HB	131462.92	520307.81
11	SA	121203.95	516866.04	41	SB	131575.83	520472.70
12	SA	121583.94	516904.17	42	SB	131801.47	520802.58
13	SA	121956.98	516941.63	43	HB	132008.05	521105.14
14	SA	122330.13	516978.98	44	SA	132323.97	521296.03
15	SA	122728.51	517018.96	45	SA	132639.62	521486.81
16	SA	123126.40	517058.85	46	SA	132955.94	521677.65
17	SA	123524.29	517098.69	47	SA	133278.49	521872.81
18	SA	123922.17	517138.67	48	SA	133599.73	522066.71
19	SA	124305.66	517177.12	49	SA	133933.54	522268.35
20	SA	124703.34	517217.02	50	SA	134273.02	522473.49
21	SA	125041.68	517250.94	51	SA	134576.78	522657.00
22	SA	125396.95	517286.55	52	SA	134838.99	522815.30

Mast nr.	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Mast nr.	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
23	SA	125788.11	517325.68	53	SA	135139.15	522996.63
24	HB	126140.22	517361.26	54	SA	135425.43	523169.64
25	SA	126490.15	517554.88	55	HB	135667.97	523316.29
26	SA	126831.21	517743.58	56	SA	136002.00	523276.28
27	SA	127181.07	517937.33	57	SA	136304.32	523240.31
28	SA	127530.92	518131.19	58	EB	136606.50	523204.19
29	SA	127854.75	518310.20	59	EINDJUK	136650.61	523237.37

- Mastgeometrie : zie mastbeelden per masttype in Bijlage 3.
- Aantal circuits : 2

3.2.2 Circuit gegevens

- Circuitaanduiding : wit (oost), zwart (west).
- Spanning : beide circuits 150 kV.
- Lijnbelastbaarheid : 249 MVA, i.e. 958 A per circuit.

3.2.3 Geleidergegevens

- Rekenstroombelasting : 479 A (50% van de lijnbelastbaarheid)
- Positie en fasen (Tabel 2) :

Tabel 2 : Rekenstromen (grootte en fase)

Geleiderpositie Nummer en positie in mastbeeld *)	Stroom [A]	Fase [°]	Positie geleider
1	479	0	Onderfase zwart
2	479	120	Middenfase zwart
3	479	240	Onderfase zwart
4	479	0	Onderfase wit
5	479	120	Middenfase wit
6	479	240	Onderfase wit

*) west: zwart, oost: wit. Zie mastbeelden in Bijlage 3.

- Doorhangen (Tabel 3) :

Tabel 3 : Doorhangen

Mastveld	Veldlengte [m]	Doorhang bij 15 °C ¹ [m]	Veld nr.	Veldlengte [m]	Doorhang bij 15 °C ¹ [m]
0 - 1	94.72	13.12	30 - 31	399.94	13.76
1 - 2	356.48	11.09	31 - 32	302.86	7.86
2 - 3	374.18	11.98	32 - 33	399.91	13.85
3 - 4	379.98	12.33	33 - 34	400.56	13.79
4 - 5	333.51	9.90	34 - 35	400.06	13.80
5 - 6	335.16	10.12	35 - 36	400.00	13.72
6 - 7	349.86	10.59	36 - 37	400.11	13.95
7 - 8	285.11	7.04	37 - 38	361.84	12.05
8 - 9	390.85	13.46	38 - 39	339.79	9.89

Mastveld	Veldlengte [m]	Doorhang bij 15 °C ¹ [m]	Veld nr.	Veldlengte [m]	Doorhang bij 15 °C ¹ [m]
9 - 10	335.57	9.67	39 - 40	319.41	9.15
10 - 11	368.42	11.81	40 - 41	199.84	6.16
11 - 12	381.90	12.45	41 - 42	399.67	14.00
12 - 13	374.92	12.02	42 - 43	366.36	13.81
13 - 14	375.01	12.06	43 - 44	369.11	11.91
14 - 15	400.38	13.75	44 - 45	368.83	11.96
15 - 16	399.88	13.65	45 - 46	369.43	11.70
16 - 17	399.88	13.69	46 - 47	377.00	12.24
17 - 18	399.88	13.66	47 - 48	375.22	12.08
18 - 19	385.41	12.69	48 - 49	389.98	13.08
19 - 20	399.68	13.72	49 - 50	396.65	13.58
20 - 21	340.04	9.94	50 - 51	354.89	10.84
21 - 22	357.05	10.90	51 - 52	306.29	8.17
22 - 23	393.11	13.22	52 - 53	350.68	10.65
23 - 24	353.90	10.93	53 - 54	334.50	9.74
24 - 25	399.92	13.87	54 - 55	283.43	7.04
25 - 26	389.78	13.06	55 - 56	336.42	9.74
26 - 27	399.93	13.66	56 - 57	304.45	7.95
27 - 28	399.97	13.71	57 - 58	304.33	8.17
28 - 29	370.01	11.71			

¹ De doorhang is bepaald ten opzichte van de hoogste mast in het betreffende veld

3.2.4 Transportrichting

De transportrichting is van laag naar hoog mastnummer (van Oterleek naar Westwoud).

3.3 150 kV ondergrondse hoogspanningskabel

3.3.1 Algemene kabelgegevens

- Hoogspanningskabel : 150 kV kabel Oterleek – Westwoud.
- Aantal circuits : 1
- Uitvoering : 3x1x1200 mm² AL EYLKrvlwd, in driehoek tegen elkaar gelegd.
- Kabeltracé : Conform de coördinaten van de kaart in Bijlage 2.
- Kabeldiameter : Er is uitgegaan van een kabeldiameter van 95 mm. Bij een dekking van 1,10 meter ligt het hart van de bovenste geleider op een diepte van 1,1475 meter.

3.3.2 Geleidergegevens

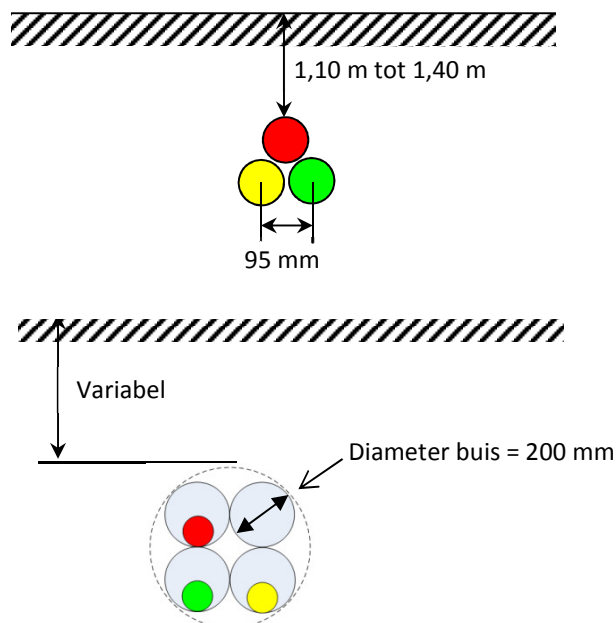
- Kabelbelastbaarheid : 250 MVA, i.e. 962 A
- Rekenstroombelasting : 481 A (50% van de kabelbelastbaarheid).

3.3.3 Liggingsconfiguraties

- **STANDAARD LIGGING (OPEN ONTGRAVING) :**
Bij open ontgraving worden deze kabels in driehoek tegen elkaar gelegd, met een dekking variërend tussen 1,10 en 1,40 meter.
- **(HORIZONTAAL) GESTUURDE BORING :**
Van een horizontaal gestuurde boring wordt gebruik gemaakt wanneer open ontgraving geen optie is, zoals bijvoorbeeld bij (grote) (water)wegen of op locaties waar een smalle magneetveldzone gewenst is. Dekking onder wegen is minimaal 1.80 m.

Kleine wegkruisingen kunnen worden uitgevoerd in open ontgraving, waarbij de kabels wel in een buis gelegd moeten worden met een dekking van minimaal 1.80 m.

Het beschouwde kabeltracé is geheel in standaard ligging (open ontgraving) gemodelleerd, met een dekking van 1,10 meter. Dit heeft het hoogste magneetveld boven het maaiveld tot gevolg.



4 Rekenmodel

Voor het berekenen van de magnetische veldsterkte wordt het softwarepakket EFC-400 versie 2008 (build 2786) gebruikt. Met EFC-400 worden de berekeningen driedimensionaal uitgevoerd, waarbij de relevante stroomvoerende delen van de bovengrondse hoogspanningslijn en de ondergrondse kabelverbinding gemodelleerd worden.

EFC-400: Narda Safety Test Solutions, Programmatuur van Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie (FGEU, mbH, Berlin, Duitsland).

5 Resultaten

De berekening van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone van de hoogspanningslijn Oterleek – Westwoud is uitgevoerd in week 51 van 2012 (17-21 december 2012).

De weergegeven zonebreedtes zijn gerekend vanaf het hart van de bovengrondse lijn, respectievelijk de ondergrondse kabel, op 1 meter boven het maaiveld en conform de RIVM handreiking afgerond op veelvouden van 5 meter.

5.1 Specifieke magneetveldzone bovengrondse lijn

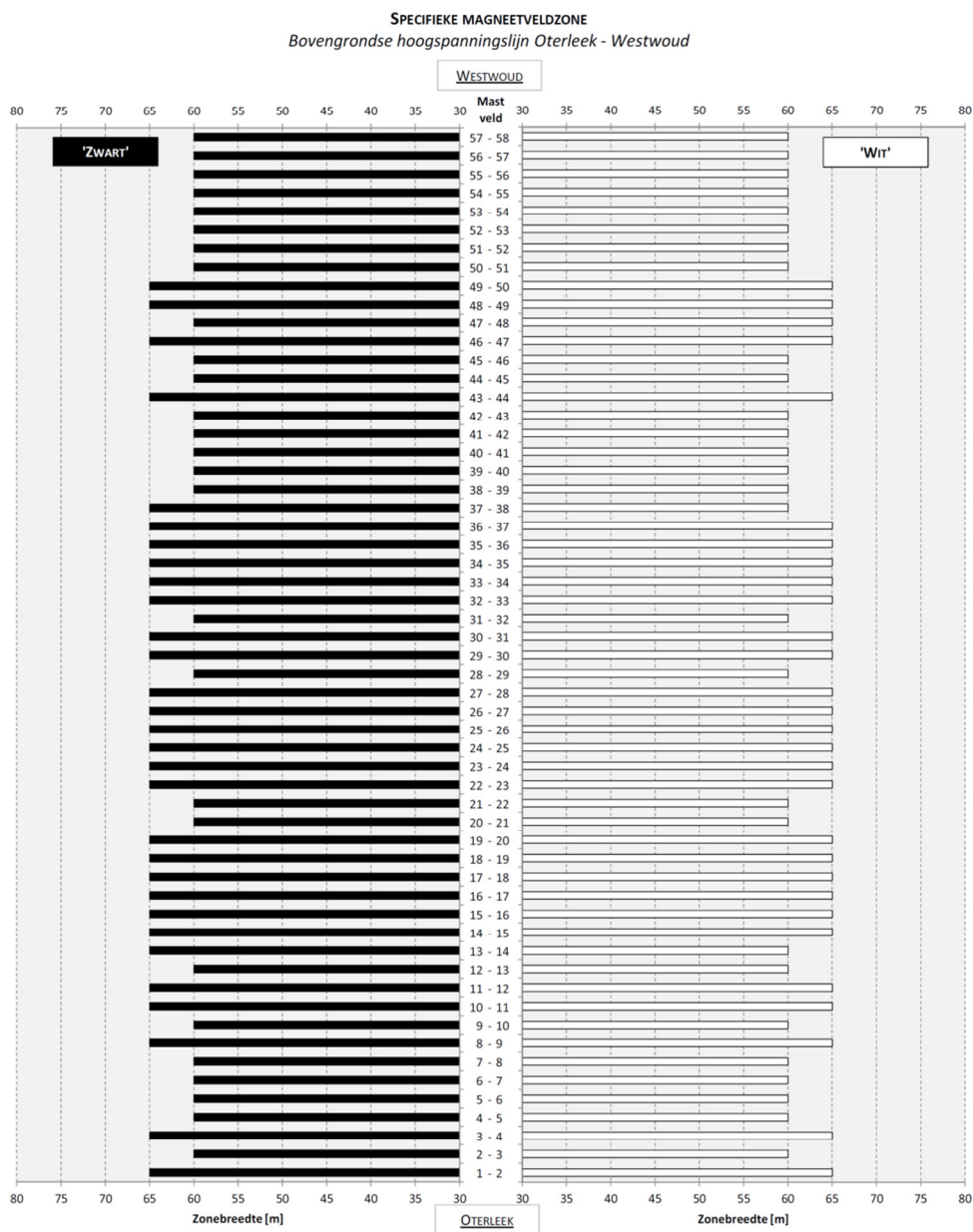
De specifieke magneetveldzone van de bovengrondse lijn is in Tabel 4 weergegeven.

Tabel 4: Specifieke magneetveldzone van de bovengrondse 150 kV hoogspanningsverbinding tussen Oterleek en Westwoud.

Veld #	Specifieke magneetveldzone		Veld #	Specifieke magneetveldzone	
	Zwarte circuit ¹	Witte circuit ¹		Zwarte circuit ¹	Witte circuit ¹
1 - 2	65 m	65 m	30 - 31	65 m	65 m
2 - 3	60 m	60 m	31 - 32	60 m	60 m
3 - 4	65 m	65 m	32 - 33	65 m	65 m
4 - 5	60 m	60 m	33 - 34	65 m	65 m
5 - 6	60 m	60 m	34 - 35	65 m	65 m
6 - 7	60 m	60 m	35 - 36	65 m	65 m
7 - 8	60 m	60 m	36 - 37	65 m	65 m
8 - 9	65 m	65 m	37 - 38	65 m	60 m
9 - 10	60 m	60 m	38 - 39	60 m	60 m
10 - 11	65 m	65 m	39 - 40	60 m	60 m
11 - 12	65 m	65 m	40 - 41	60 m	60 m
12 - 13	60 m	60 m	41 - 42	60 m	60 m
13 - 14	65 m	60 m	42 - 43	60 m	60 m
14 - 15	65 m	65 m	43 - 44	65 m	65 m
15 - 16	65 m	65 m	44 - 45	60 m	60 m
16 - 17	65 m	65 m	45 - 46	60 m	60 m
17 - 18	65 m	65 m	46 - 47	65 m	65 m
18 - 19	65 m	65 m	47 - 48	60 m	65 m
19 - 20	65 m	65 m	48 - 49	65 m	65 m
20 - 21	60 m	60 m	49 - 50	65 m	65 m
21 - 22	60 m	60 m	50 - 51	60 m	60 m
22 - 23	65 m	65 m	51 - 52	60 m	60 m
23 - 24	65 m	65 m	52 - 53	60 m	60 m
24 - 25	65 m	65 m	53 - 54	60 m	60 m
25 - 26	65 m	65 m	54 - 55	60 m	60 m
26 - 27	65 m	65 m	55 - 56	60 m	60 m
27 - 28	65 m	65 m	56 - 57	60 m	60 m
28 - 29	60 m	60 m	57 - 58	60 m	60 m
29 - 30	65 m	65 m			

¹ west: zwart, oost: wit.

In Figuur 1 zijn de resultaten van de berekening van de specifieke magneetveldzone van de bovengrondse lijn grafisch weergegeven per mastveld.



Figuur 1: Grafische weergave van de berekende specifieke magneetveldzone van de bovengrondse lijn Oterleek-Westwoud.

5.2 Jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone ondergrondse kabel

De jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone van de hoogspanningskabel is weergegeven in Tabel 5 voor de kabel in driehoekligging, bij open ontgraving en verschillende legdieptes.

Tabel 5: Breedte van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone parallel langs het kabeltracé.

Dekking op kabel	Jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone	
	'Links' ¹	'Rechts' ¹
1.1 m	5 m	5 m
1.4 m	5 m	5 m
1.8 m	5 m	5 m
>= 3.6 m	0 m	0 m

¹ Kijkend in de transportrichting (van Oterleek naar Westwoud)

Bij een standaard dekking van 1.1 m tot 1.4 m dient derhalve rekening gehouden te worden met een breedte van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone van 5 meter aan weerszijden van het kabeltracé.

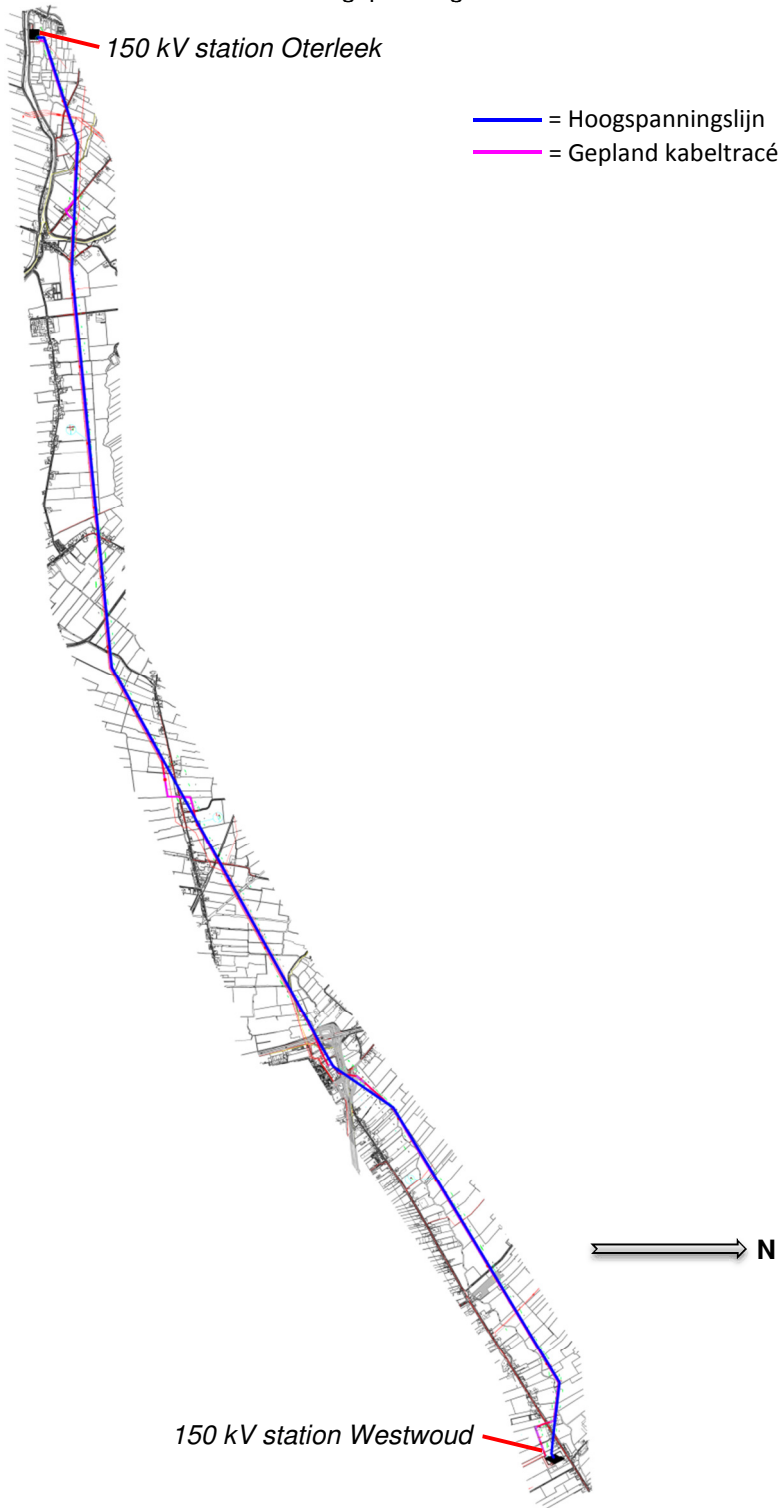
Bijlage 1 Referenties

Onderstaande referenties zijn gebruikt:

1. Kelfkens, G., Pruppers, M.J.M. *Handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen*. RIVM, versie 3.0, 25 juni 2009.
Bron: <http://www.rivm.nl/hoogspanningslijnen/>
2. Notitie 'Afspraken over de rekenmethodiek voor de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding', RIVM, 3 november 2011.

Bijlage 2 Locatiekaart

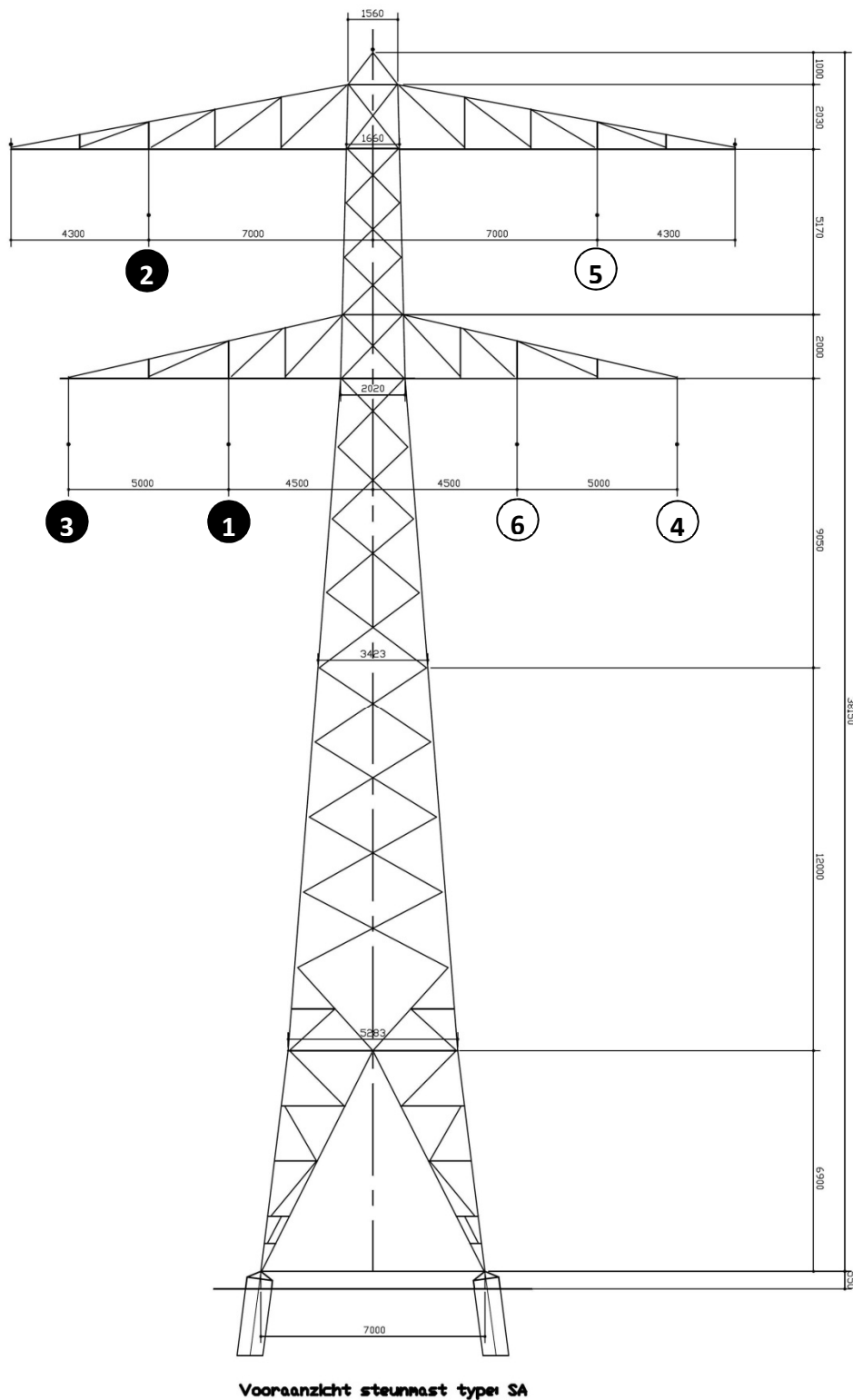
In deze bijlage is een kaart opgenomen van de hoogspanningslijn tussen Oterleek en Westwoud, inclusief het geplande kabeltracé van de 250 MVA hoogspanningskabel.



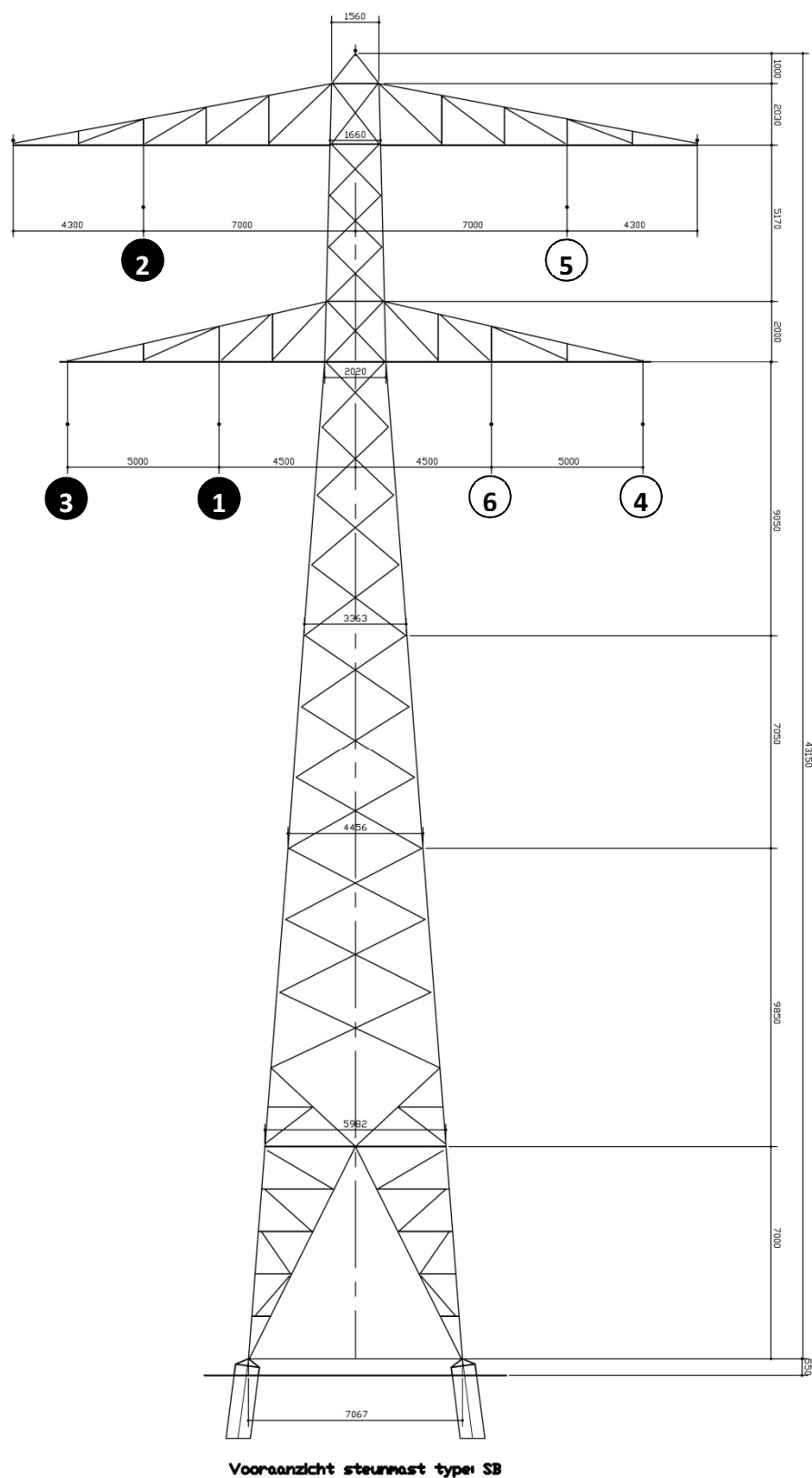
*Figuur 2: Plankaart van hoogspanningsverbinding Oterleek-Westwoud.
Het geplande kabeltracé is op de kaart weergegeven.*

Bijlage 3 Mastbeelden

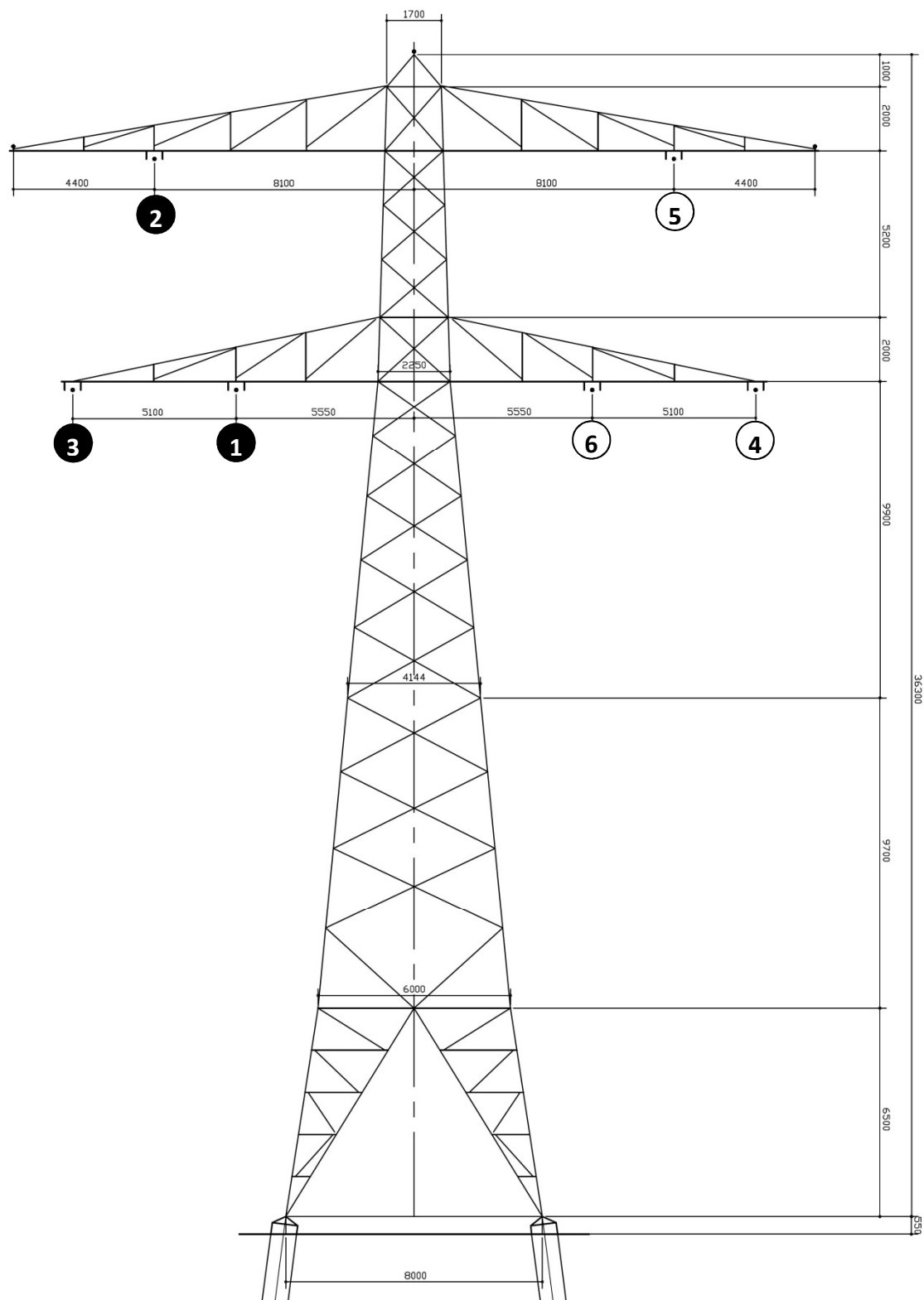
In deze bijlage zijn de relevante mastbeelden van de hoogspanningsverbinding Oterleek – Westwoud opgenomen.



Figuur 3: Mastbeeld masttype 150 kV SA



Figuur 4: Mastbeeld masttype 150 kV SB

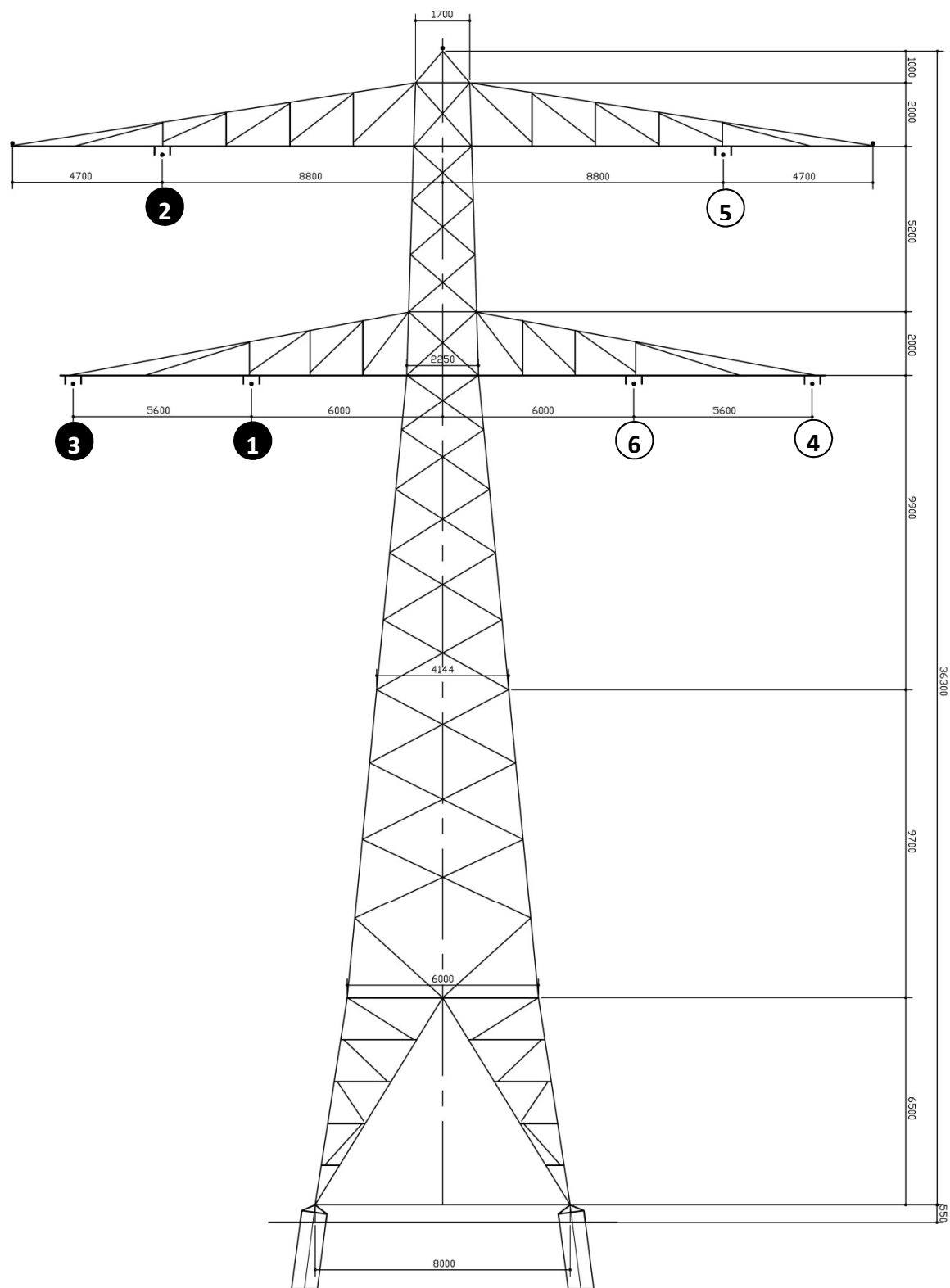


Vooraanzicht steunnast type HA

Figuur 5: Mastbeeld masttype 150 kV HA

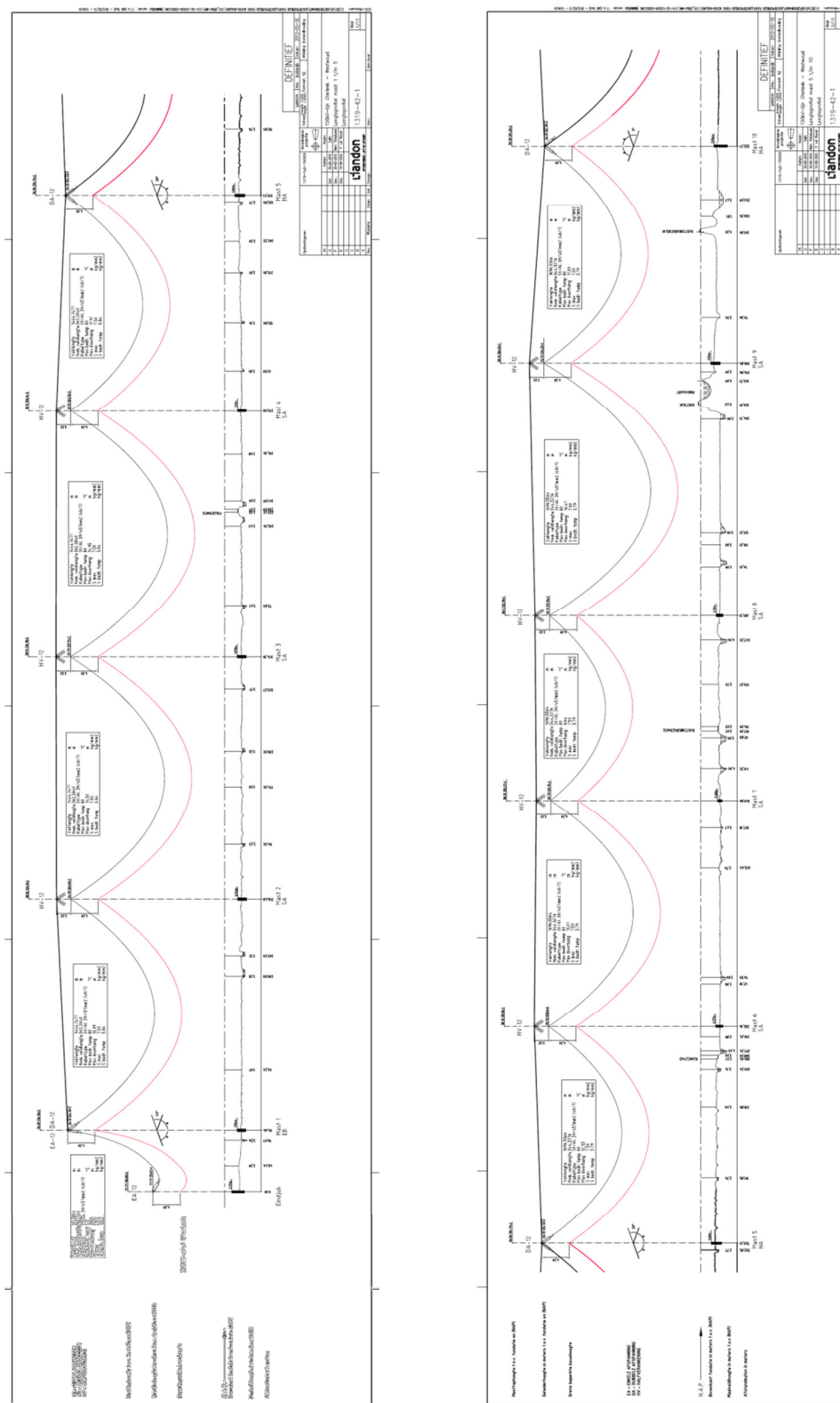
Vooraanzicht steunnast type: HB

Figuur 6: Mastbeeld masttype 150 kV HB

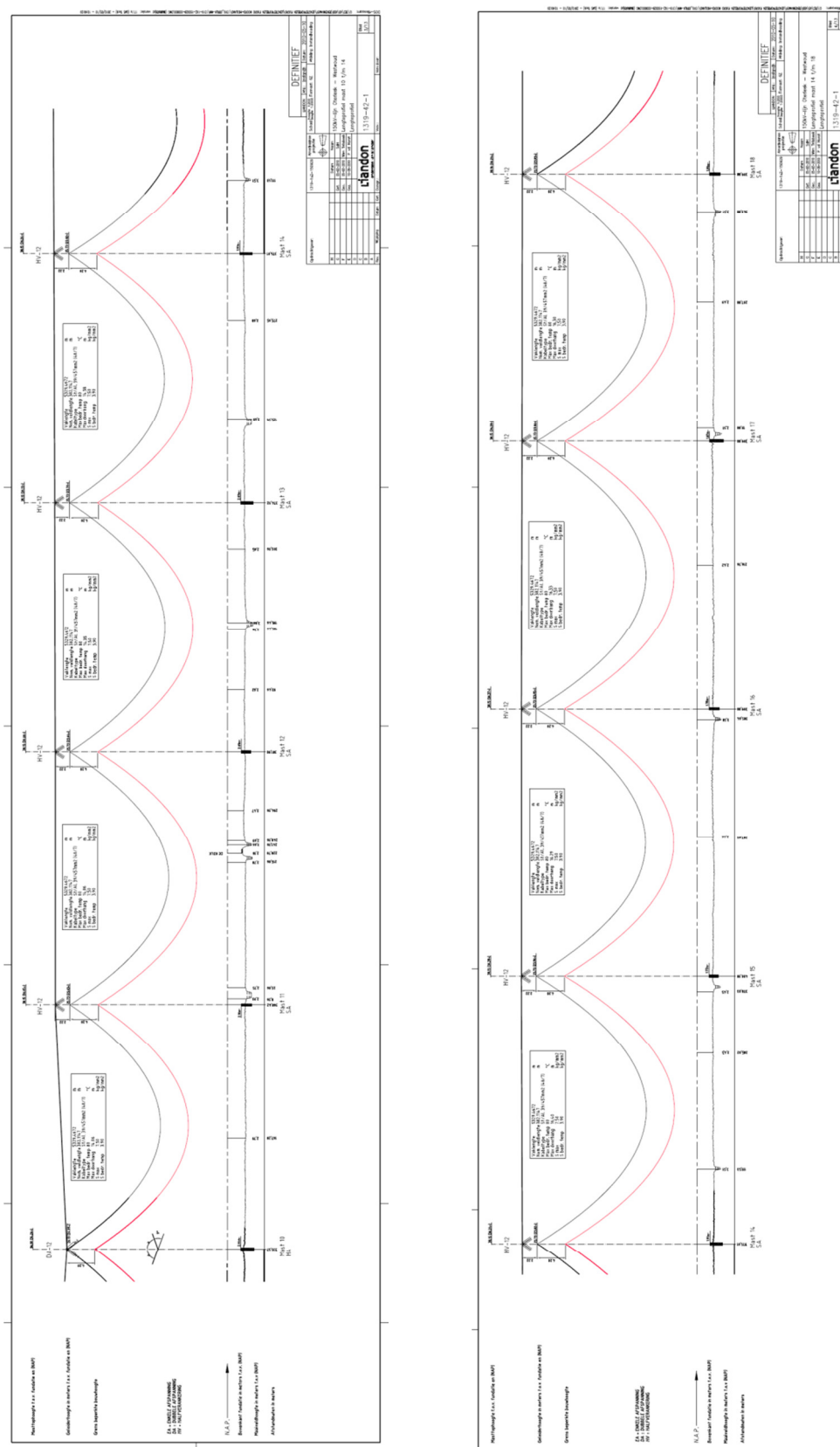


Vooraanzicht steunnast type EB

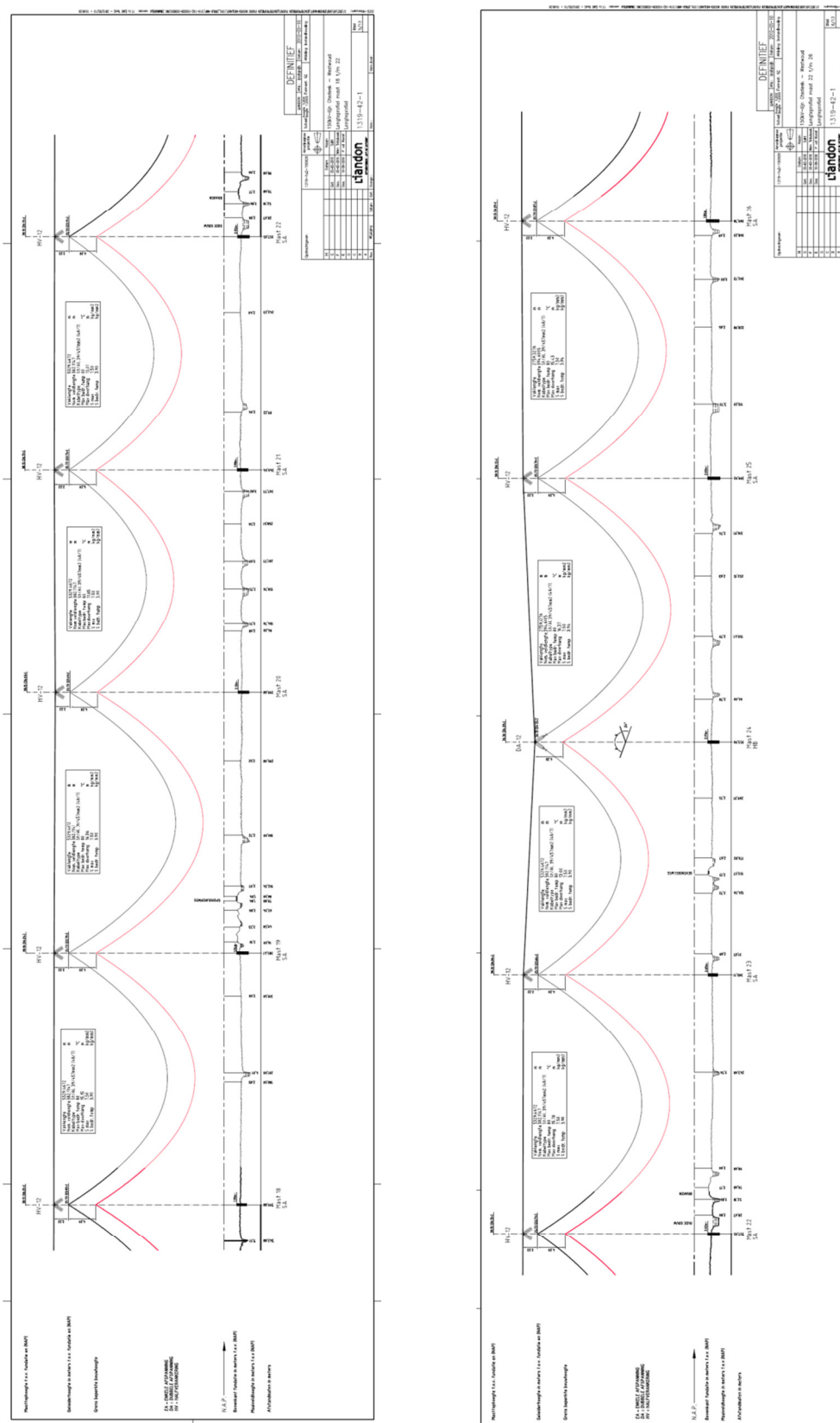
Figuur 7: Mastbeeld masttype 150 kV EB



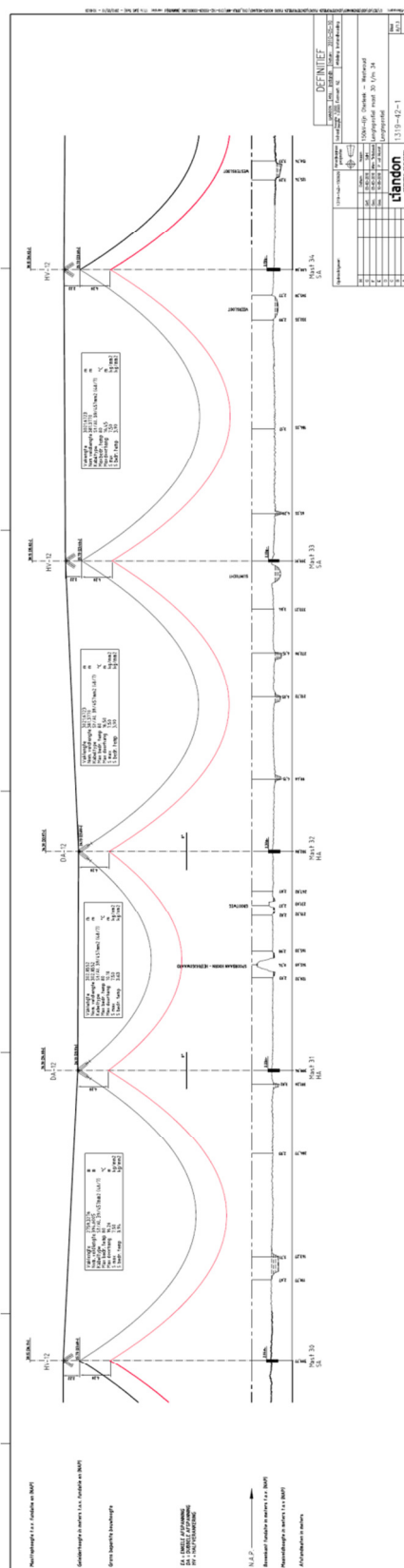
Figuur 8: Lengteprofiel mast 1 t/m 10



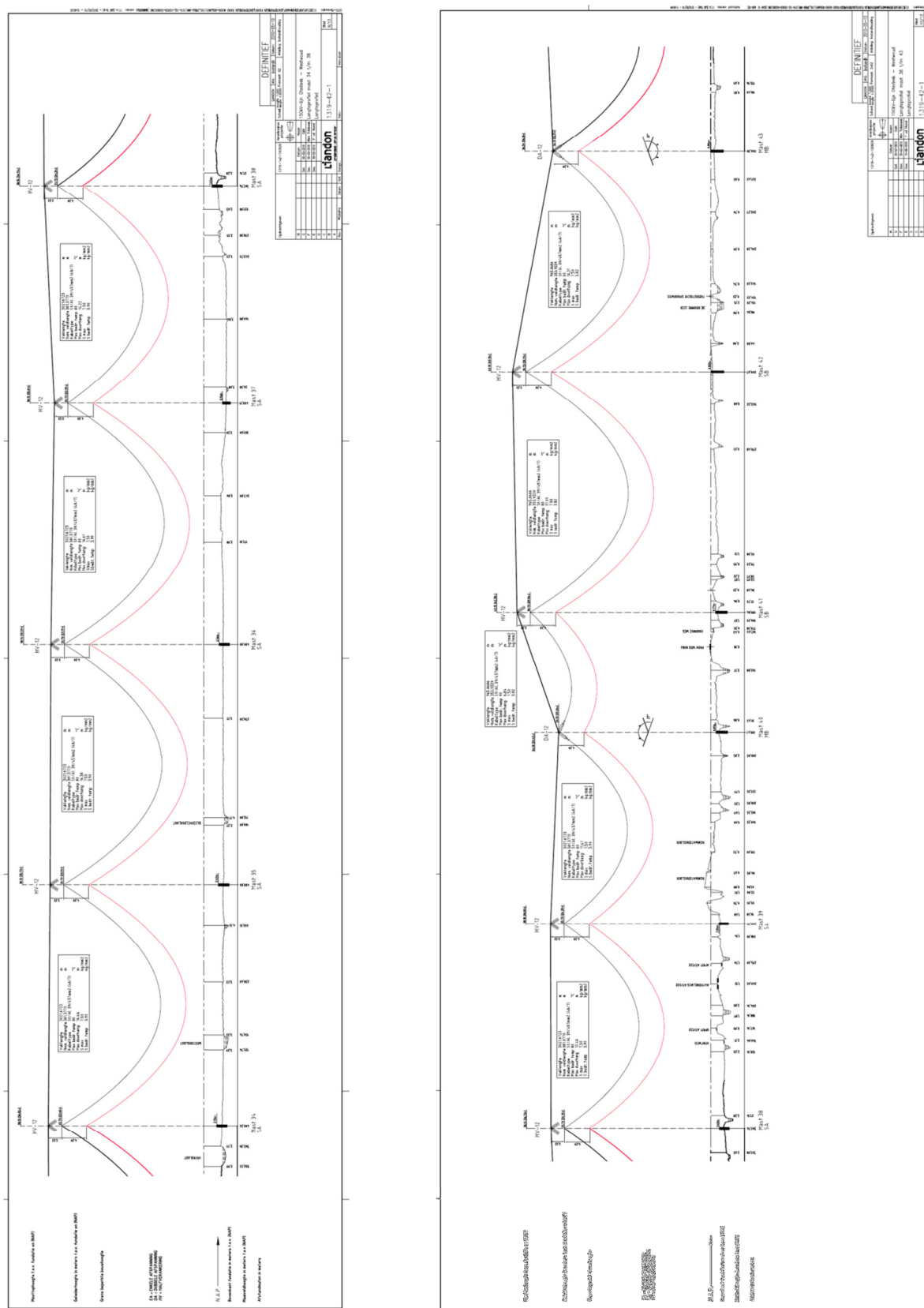
Figuur 9: Lengteprofiel mast 10 t/m 18



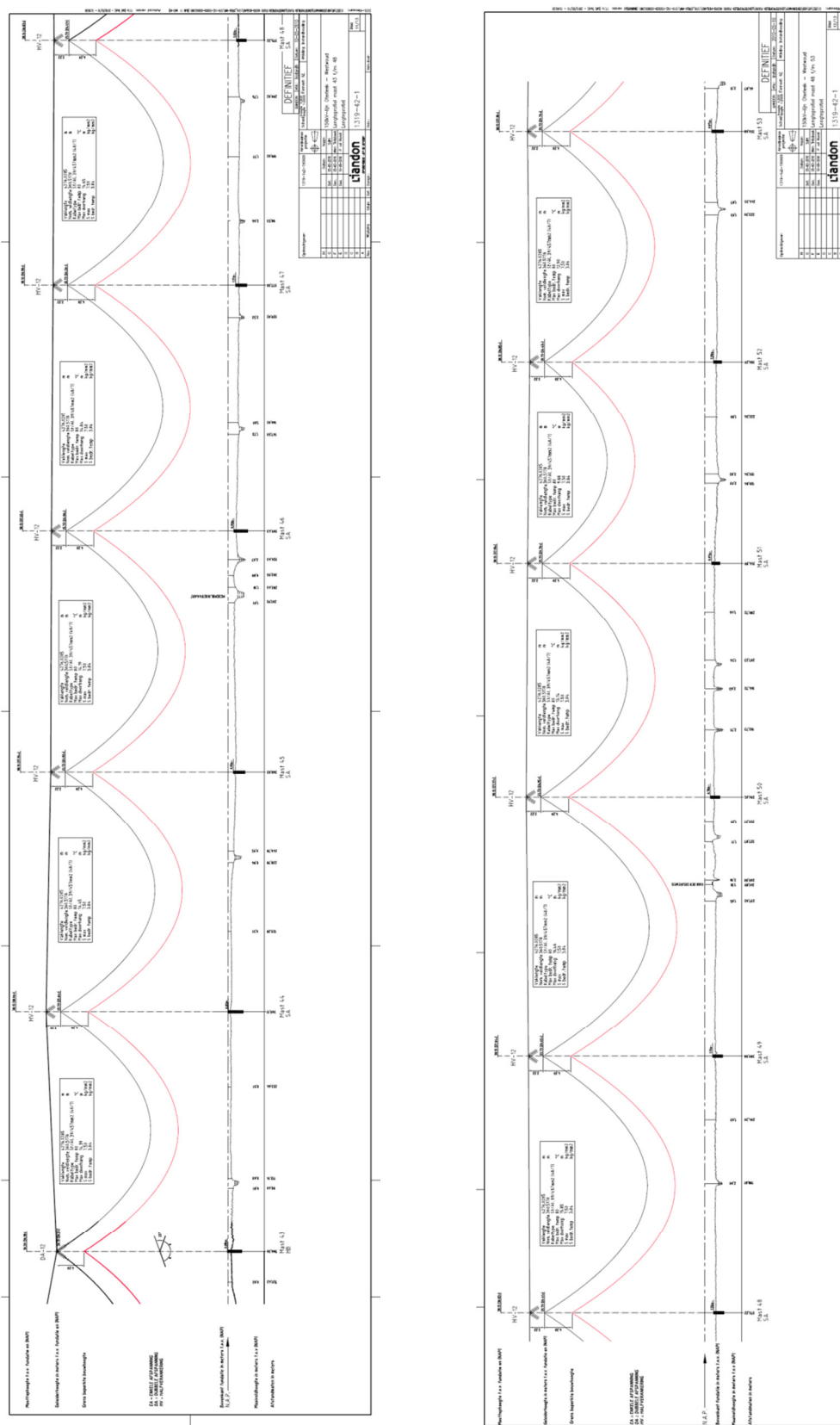
Figuur 10: Lengteprofiel mast 18 t/m 26



Figuur 11: Lengteprofiel mast 26 t/m 34



Figuur 12: Lengteprofiel mast 34 t/m 43



Figuur 13: Lengteprofiel mast 43 t/m 53

Figuur 14: Lengteprofiel mast 53 t/m 58

Bijlage 5 Geaccordeerde uitgangspunten TenneT



Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Liandon B.V.
T.a.v. de heer H. Rijken
Postbus 50
6920 AB DUIVEN
Nederland

20130120

DATUM 3 januari 2013
ONZE REFERENTIE PU-AM'13 003
BEHANDELD DOOR Simone van den Hurk
TELEFOON DIRECT 026 373 37 37
E-MAIL assetinformatie@tennet.eu
AANTAL BIJLAGEN 25

BETREFT V121009 008

Geachte heer Rijken,

Hierbij bevestig ik dat de door u gebruikte uitgangspunten, welke als bijlage zijn gevoegd in deze brief, correct zijn voor het uitvoeren van de berekening zoals omschreven in het verzoeknummer V121009 008. Het betreft de uitgangspunten van de magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek – Westwoud en van de bovengrondse lijn Oterleek – Westwoud ter hoogte van mast 28 tot en met mast 30.

Met vriendelijke groet,
TenneT TSO B.V.

K. (Kees) Koreman
Netstrateeg

TenneT TSO B.V. Bezoekadres Utrechtseweg 310, Arnhem Postadres Postbus 718, 6800 AS Arnhem
Factuuradres Postbus 428, 6800 AK Arnhem Handelsregister Arnhem 09155985
Telefoon 0800 83 86 38 8 Fax 026 373 11 12 Internet www.tennet.eu

0120101201008

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud

1 Uitgangspunten magneetveldberekeningen

1.1 Huidige situatie

1.1.1 Algemene gegevens huidige 150 kV lijn

- Bovengrondse lijn : 150 kV lijn Oterleek – Westwoud (lijn nr. 1319).
- Relevante mastnummers, masttypen en locaties (Tabel 1) :

Tabel 1 : Mastnummers, masttypen en locaties

Mast nr.	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Mast nr.	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
0	EINDJUK	117721.30	516883.92	30	SA	128204.54	518503.75
1	EB	117767.96	516466.41	31	HA	128554.44	518697.46
2	SA	118107.24	516575.49	32	HA	128819.46	518844.04
3	SA	118463.41	516690.17	33	SA	129169.35	519037.71
4	SA	118825.15	516806.50	34	SA	129519.80	519231.70
5	HA	119142.64	516908.61	35	SA	129869.78	519425.50
6	SA	119477.44	516893.03	36	SA	130219.71	519619.27
7	SA	119826.92	516876.76	37	SA	130569.83	519812.93
8	SA	120111.72	516863.40	38	SA	130886.35	519988.26
9	SA	120502.14	516845.00	39	SA	131183.57	520152.93
10	HA	120837.35	516829.48	40	HB	131462.92	520307.81
11	SA	121203.95	516866.04	41	SB	131575.83	520472.70
12	SA	121583.94	516904.17	42	SB	131801.47	520802.58
13	SA	121956.98	516941.63	43	HB	132008.05	521105.14
14	SA	122330.13	516978.98	44	SA	132323.97	521296.03
15	SA	122728.51	517018.96	45	SA	132639.62	521486.81
16	SA	123128.40	517058.85	46	SA	132955.94	521677.65
17	SA	123524.29	517098.69	47	SA	133278.49	521872.81
18	SA	123922.17	517138.67	48	SA	133599.73	522066.71
19	SA	124305.66	517177.12	49	SA	133933.54	522268.35
20	SA	124703.34	517217.02	50	SA	134273.02	522473.49
21	SA	125041.68	517250.94	51	SA	134576.78	522657.00
22	SA	125398.95	517286.55	52	SA	134838.99	522815.30
23	SA	125788.11	517325.68	53	SA	135139.15	522996.63
24	HB	126140.22	517361.26	54	SA	135425.43	523169.64
25	SA	126490.15	517554.88	55	HB	135667.97	523316.29
26	SA	126831.21	517743.58	56	SA	136002.00	523276.28
27	SA	127181.07	517937.33	57	SA	136304.32	523240.31
28	SA	127530.92	518131.19	58	EB	136606.50	523204.19
29	SA	127854.75	518310.20	59	EINDJUK	136650.61	523237.37

- Mastgeometrie : zie mastbeelden per masttype in Bijlage 2.
- Aantal circuits : 2

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud**1.1.2 Circuit gegevens**

- Circuitaanduiding : wit (oost), zwart (west).
- Spanning : beide circuits 150 kV.
- Lijnbelastbaarheid : 249 MVA, i.e. 958 A per circuit.

1.1.3 Geleidergegevens

- Rekenstroombelasting : 479 A (50% van de lijnbelastbaarheid)
- Positie en fasen (Tabel 2) :

Tabel 2 : Rekenstromen (grootte en fase)

Geleiderpositie Nummer en positie in mastbeeld *)	Stroom [A]	Fase [°]	Positie geleider
1	479	0	Onderfase zwart
2	479	120	Middenfase zwart
3	479	240	Onderfase zwart
4	479	0	Onderfase wit
5	479	120	Middenfase wit
6	479	240	Onderfase wit

*) west: zwart, oost: wit. Zie mastbeelden in Bijlage 2.

- Doorhangen (Tabel 3) :

Tabel 3 : Doorhangen

Mastveld	Veldlengte [m]	Doorhang bij 15 °C [m]	Veld nr.	Veldlengte [m]	Doorhang bij 15 °C [m]
0 - 1	94.72	13.12	30 - 31	399.94	13.76
1 - 2	356.48	11.09	31 - 32	302.86	7.86
2 - 3	374.18	11.98	32 - 33	399.91	13.85
3 - 4	379.98	12.33	33 - 34	400.56	13.79
4 - 5	333.51	9.90	34 - 35	400.06	13.80
5 - 6	335.16	10.12	35 - 36	400.00	13.72
6 - 7	349.86	10.59	36 - 37	400.11	13.95
7 - 8	285.11	7.04	37 - 38	361.84	12.05
8 - 9	390.85	13.46	38 - 39	339.79	9.89
9 - 10	335.57	9.67	39 - 40	319.41	9.15
10 - 11	368.42	11.81	40 - 41	199.84	6.16
11 - 12	381.90	12.45	41 - 42	399.67	14.00
12 - 13	374.92	12.02	42 - 43	366.36	13.81
13 - 14	375.01	12.06	43 - 44	369.11	11.91
14 - 15	400.38	13.75	44 - 45	368.83	11.96
15 - 16	399.88	13.65	45 - 46	369.43	11.70
16 - 17	399.88	13.69	46 - 47	377.00	12.24
17 - 18	399.88	13.66	47 - 48	375.22	12.08
18 - 19	385.41	12.89	48 - 49	389.98	13.08
19 - 20	399.68	13.72	49 - 50	396.65	13.58
20 - 21	340.04	9.94	50 - 51	354.89	10.84
21 - 22	357.05	10.90	51 - 52	308.29	8.17
22 - 23	393.11	13.22	52 - 53	350.68	10.65
23 - 24	353.90	10.93	53 - 54	334.50	9.74
24 - 25	399.92	13.87	54 - 55	283.43	7.04

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud

Mastveld	Veldlengte [m]	Doorhang bij 15 °C [m]	Veld nr.	Veldlengte [m]	Doorhang bij 15 °C [m]
25 - 26	389.78	13.06	55 - 56	336.42	9.74
26 - 27	399.93	13.66	56 - 57	304.45	7.95
27 - 28	399.97	13.71	57 - 58	304.33	8.17
28 - 29	370.01	11.71			

¹ De doorhang is bepaald ten opzichte van de hoogste mast in het betreffende veld

1.1.4 Transportrichting

De transportrichting is van laag naar hoog mastnummer (van Oterleek naar Westwoud).

1.2 Situatie na uitbreiding met een 250 MVA kabelverbinding

BOVENGRONDSE HOOGSPANNINGSLIJN

1.2.1 Algemene lijngegevens

- Bovengrondse lijn : 150 kV lijn Oterleek – Westwoud (lijn nr. 1319).
- Mastnummers, masttypen en locaties (Tabel 4) :

Tabel 4 : Mastnummers, masttypen en locaties

Mast nr.	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Mast nr.	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
0	EINDJUK	117721.30	516383.92	30	SA	128204.54	518503.75
1	EB	117767.86	516466.41	31	HA	128554.44	518697.46
2	SA	118107.24	516575.49	32	HA	128819.46	518844.04
3	SA	118463.41	516690.17	33	SA	129169.35	519037.71
4	SA	118825.15	516806.50	34	SA	129519.80	519231.70
5	HA	119142.64	516908.61	35	SA	129869.78	519425.50
6	SA	119477.44	516993.03	36	SA	130219.71	519619.27
7	SA	119826.92	516876.76	37	SA	130569.83	519812.93
8	SA	120111.72	516063.40	38	SA	130886.35	519988.26
9	SA	120502.14	516845.00	39	SA	131183.57	520152.93
10	HA	120837.35	516829.48	40	HB	131462.92	520307.81
11	SA	121203.95	516866.04	41	SB	131575.83	520472.70
12	SA	121583.94	516904.17	42	SB	131801.47	520802.58
13	SA	121956.98	516941.63	43	HB	132008.05	521105.14
14	SA	122330.13	516978.98	44	SA	132323.97	521296.03
15	SA	122728.51	517018.96	45	SA	132639.62	521486.81
16	SA	123126.40	517058.85	46	SA	132955.94	521677.65
17	SA	123524.29	517098.69	47	SA	133278.49	521872.81
18	SA	123922.17	517138.67	48	SA	133599.73	522066.71
19	SA	124305.66	517177.12	49	SA	133933.54	522268.35
20	SA	124703.34	517217.02	50	SA	134273.02	522473.49
21	SA	125041.68	517250.94	51	SA	134576.78	522657.00
22	SA	125396.95	517286.55	52	SA	134838.99	522815.30
23	SA	125788.11	517325.68	53	SA	135139.15	522996.63

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud

Mast nr.	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]	Mast nr.	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
24	HB	126140.22	517361.26	54	SA	135425.43	523169.64
25	SA	126490.15	517554.88	55	HB	135667.97	523316.29
26	SA	126831.21	517743.58	56	SA	136002.00	523276.28
27	SA	127181.07	517937.33	57	SA	136304.32	523240.31
28	SA	127530.92	518131.19	58	EB	136606.50	523204.19
29	SA	127854.75	518310.20	59	EINDJUK	136650.61	523237.37

- Mastgeometrie : zie mastbeelden per masttype in Bijlage 2.
- Aantal circuits : 2

1.2.2 Circuit gegevens

- Circuitsaanduiding : wit (oost), zwart (west).
- Spanning : beide circuits 150 kV.
- Lijnbelastbaarheid : 249 MVA, i.e. 958 A per circuit.

1.2.3 Geleidergegevens

- Rekenstroombelasting : 479 A (50% van de lijnbelastbaarheid).
- Positie en fasen (Tabel 5) :

Tabel 5 : Rekenstromen (grootte en fase)

Geleiderpositie Nummer en positie in mastbeeld *)	Stroom [A]	Fase [°]	Positie geleider
1	479	0	Onderfase zwart
2	479	120	Middenfase zwart
3	479	240	Onderfase zwart
4	479	0	Onderfase wit
5	479	120	Middenfase wit
6	479	240	Onderfase wit

*) west: zwart, oost: wit. Zie mastbeelden in Bijlage 2.

- Doorhangen (Tabel 6) :

Tabel 6 : Doorhangen

Mastveld	Veldlengte [m]	Doorhang bij 15 °C [m]	Veld nr.	Veldlengte [m]	Doorhang bij 15 °C [m]
0 - 1	94.72	13.12	30 - 31	399.94	13.76
1 - 2	356.48	11.09	31 - 32	302.86	7.86
2 - 3	374.18	11.98	32 - 33	399.91	13.85
3 - 4	379.98	12.33	33 - 34	400.56	13.79
4 - 5	333.51	9.90	34 - 35	400.06	13.80
5 - 6	335.16	10.12	35 - 36	400.00	13.72
6 - 7	349.86	10.59	36 - 37	400.11	13.95
7 - 8	285.11	7.04	37 - 38	361.84	12.05
8 - 9	390.85	13.46	38 - 39	339.79	9.89
9 - 10	335.57	9.67	39 - 40	319.41	9.15
10 - 11	366.42	11.81	40 - 41	199.84	6.16
11 - 12	381.90	12.45	41 - 42	399.67	14.00
12 - 13	374.92	12.02	42 - 43	366.36	13.81
13 - 14	375.01	12.06	43 - 44	369.11	11.91

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud

Mastveld	Veldlengte [m]	Doorhang bij 15 °C [m]	Veld.nr.	Veldlengte [m]	Doorhang bij 15 °C [m]
14 - 15	400.38	13.75	44 - 45	368.83	11.96
15 - 16	399.88	13.65	45 - 46	369.43	11.70
16 - 17	399.88	13.69	46 - 47	377.00	12.24
17 - 18	399.88	13.66	47 - 48	375.22	12.08
18 - 19	385.41	12.69	48 - 49	389.98	13.08
19 - 20	399.88	13.72	49 - 50	396.65	13.58
20 - 21	340.04	9.94	50 - 51	354.89	10.84
21 - 22	357.05	10.90	51 - 52	306.29	8.17
22 - 23	393.11	13.22	52 - 53	350.68	10.65
23 - 24	353.90	10.93	53 - 54	334.50	9.74
24 - 25	399.92	13.87	54 - 55	283.43	7.04
25 - 26	389.78	13.06	55 - 56	336.42	9.74
26 - 27	399.93	13.66	56 - 57	304.45	7.95
27 - 28	399.97	13.71	57 - 58	304.33	8.17
28 - 29	370.01	11.71			

¹ De doorhang is bepaald ten opzichte van de hoogste mast in het betreffende veld

1.2.4 Transportrichting

De transportrichting is van laag naar hoog mastnummer (van Oterleek naar Westwoud).

ONDERGRONDSE HOOGSPANNINGSKABEL

Gegevens betreffende de aanleg van de kabels zijn afkomstig uit het TenneT document 'Algemene technische voorwaarden voor de aanleg van hoogspanningskabelverbindingen met geëxtrudeerde kabels van 110 kV tot en met 380 kV', versie 1.0, 21 september 2009. Afwijkend ten opzichte van dit document worden de kabels in deze situatie bij open ontgraving in driehoek gelegd, in plaats van plat vlak. De kabel wordt in open ontgraving gemodelleerd, dit zal het hoogste magneetveld tot gevolg hebben.

1.2.5 Algemene kabelgegevens

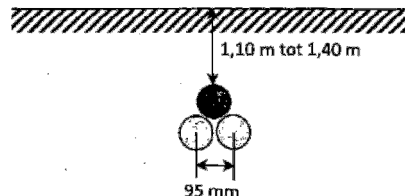
- Hoogspanningskabel : 150 kV kabel Oterleek – Westwoud.
- Aantal circuits : 1
- Uitvoering : 3x1x1200 mm² AL EYLRvlwd, in driehoek tegen elkaar gelegd.
- Kabeltracé : Conform de coördinaten van de kaart in Bijlage 1.
- Kabeldiameter : Er is uitgegaan van een kabeldiameter van 95 mm. Bij een dekking van 1,10 meter ligt het hart van de bovenste geleider dus op een diepte van 1,1475 meter.

1.2.6 Geleidergegevens

- Kabelbelastbaarheid : 250 MVA, i.e. 962 A
- Rekenstroombelasting : 481 A (50% van de kabelbelastbaarheid).

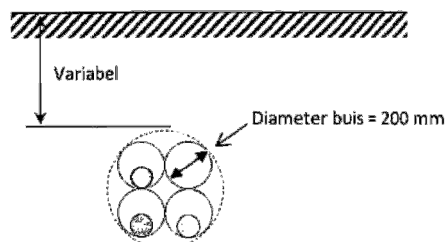
1.2.7 Liggingconfiguraties

- STANDAARD LIGGING (OPEN ONTGRAVING) :
Bij open ontgraving worden deze kabels in driehoek tegen elkaar gelegd, met een dekking variërend tussen 1,10 en 1,40 meter.



Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud

- (HORIZONTAAL) GESTEURDE BORING :
Van een horizontaal gestuurde boring wordt gebruik gemaakt wanneer open ontgraving geen optie is, zoals bijvoorbeeld bij (grote) (water)wegen of op locaties waar een smalle magneetveldzone gewenst is. Dekking onder wegen is minimaal 1.80 m.



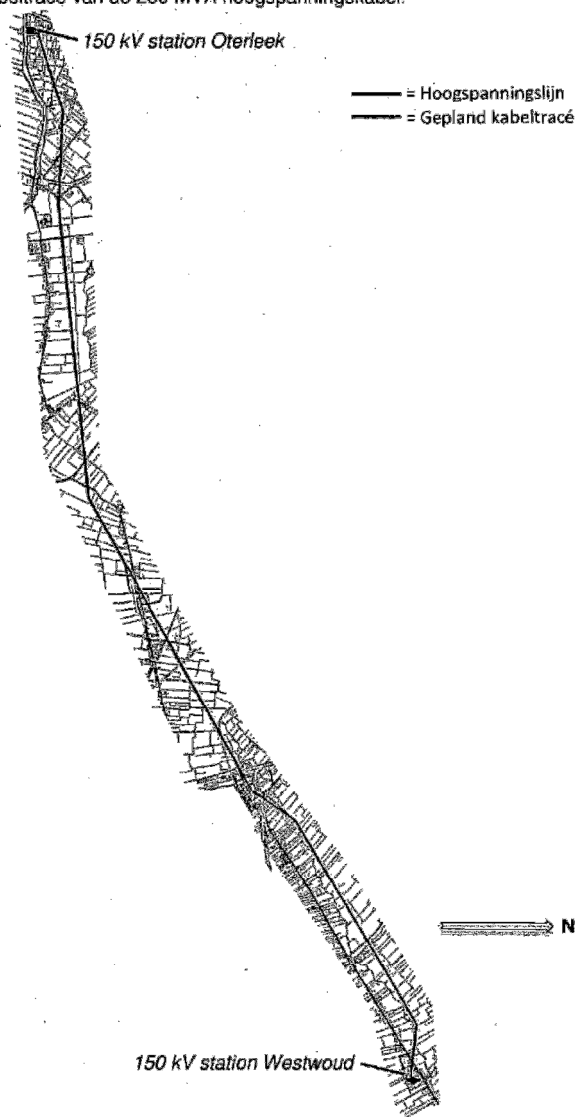
Kleine wegcruisingen kunnen worden uitgevoerd in open ontgraving, waarbij de kabels wel in een buis gelegd moeten worden met een dekking van minimaal 1.80 m.

Het beschouwde kabeltracé is geheel in standaard ligging (open ontgraving) gemodelleerd, met een dekking van 1,10 meter. Dit heeft het hoogste magneetveld boven het maaiveld tot gevolg.

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud

Bijlage 1 Locatiekaart

In deze bijlage is een kaart opgenomen van de hoogspanningslijn tussen Oterleek en Westwoud, inclusief het geplande kabeltracé van de 250 MVA hoogspanningskabel.

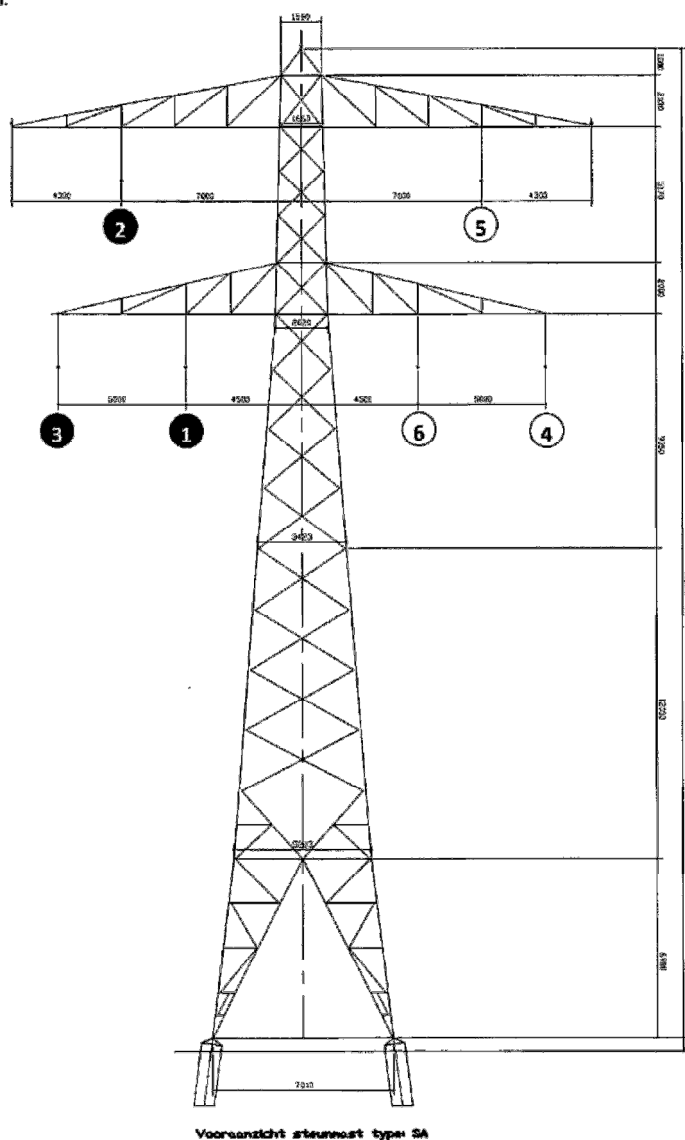


*Figuur 1: Plankaart van hoogspanningsverbinding Oterleek-Westwoud.
Het geplande kabeltracé is op de kaart weergegeven.*

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud

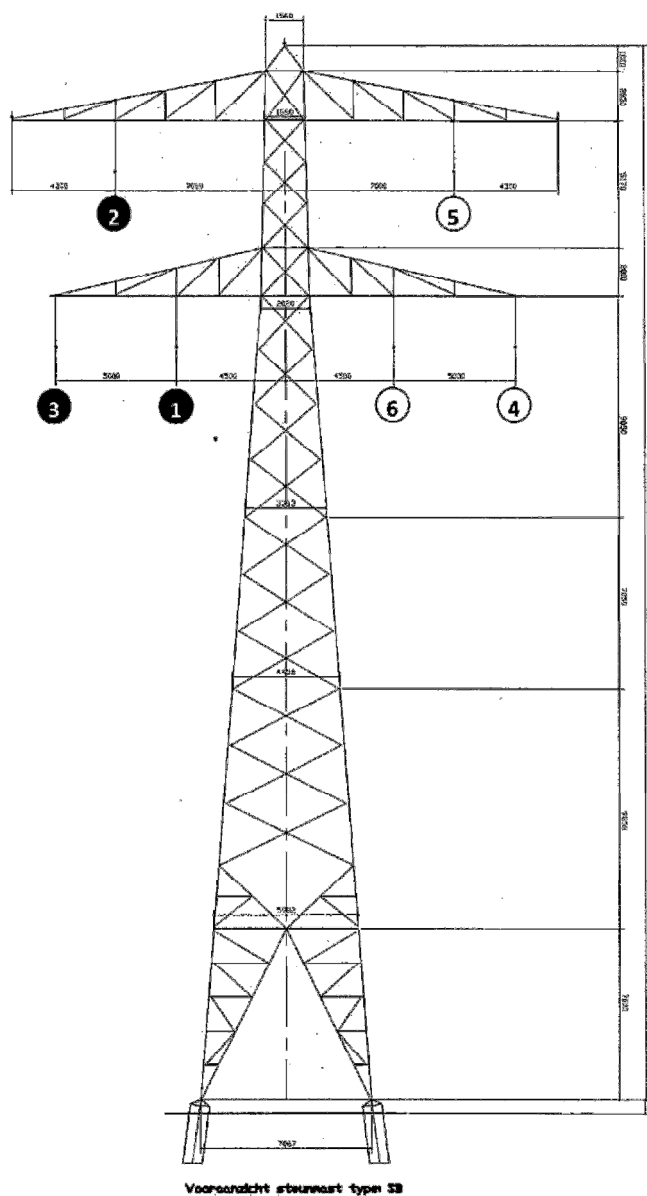
Bijlage 2 Mastbeelden

In deze bijlage zijn de relevante mastbeelden van de hoogspanningsverbinding Oterleek – Westwoud opgenomen.



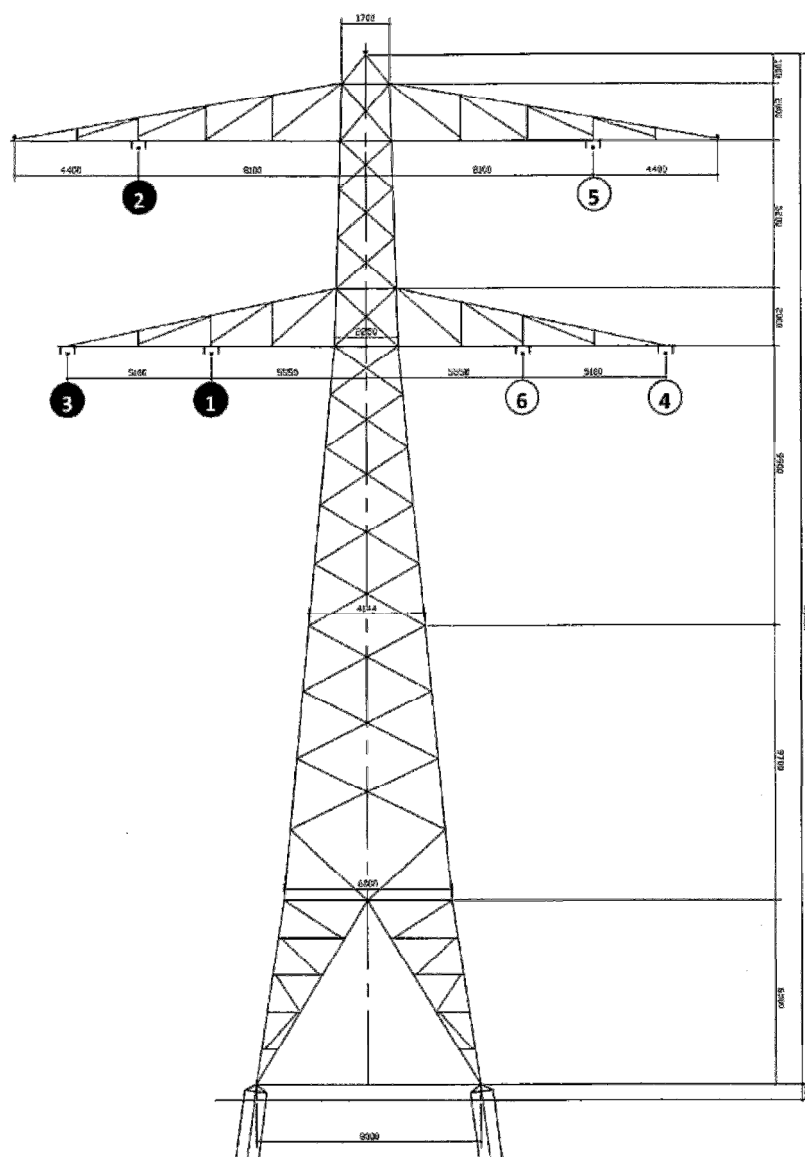
Figuur 2: Mastbeeld masttype 150 kV SA

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud



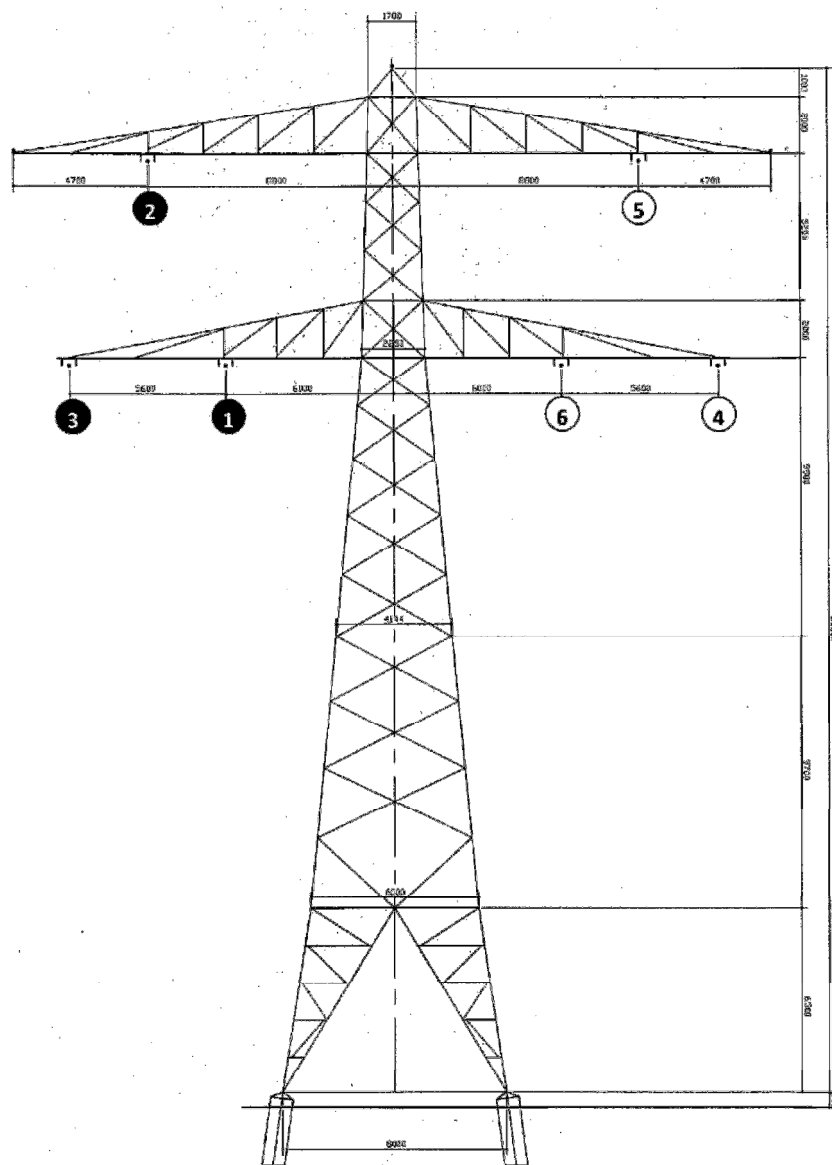
Figuur 3: Mastbeeld masttype 150 kV SB

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud



Vooraanzicht steunmast type HA

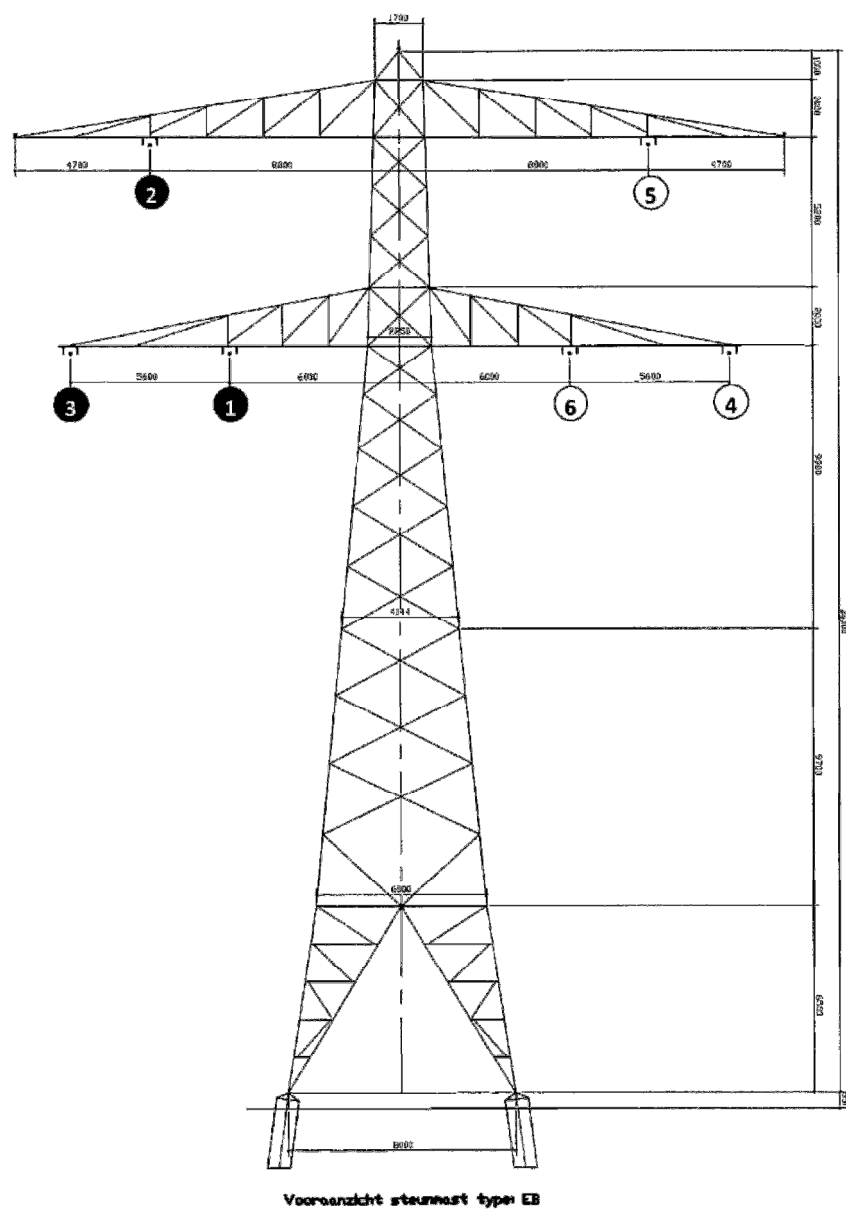
Figuur 4: Mastbeeld masttype 150 kV HA



Vooraanzicht stuurwiel type H8

Figuur 5: Mastbeeld masttype 150 kV HB

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud

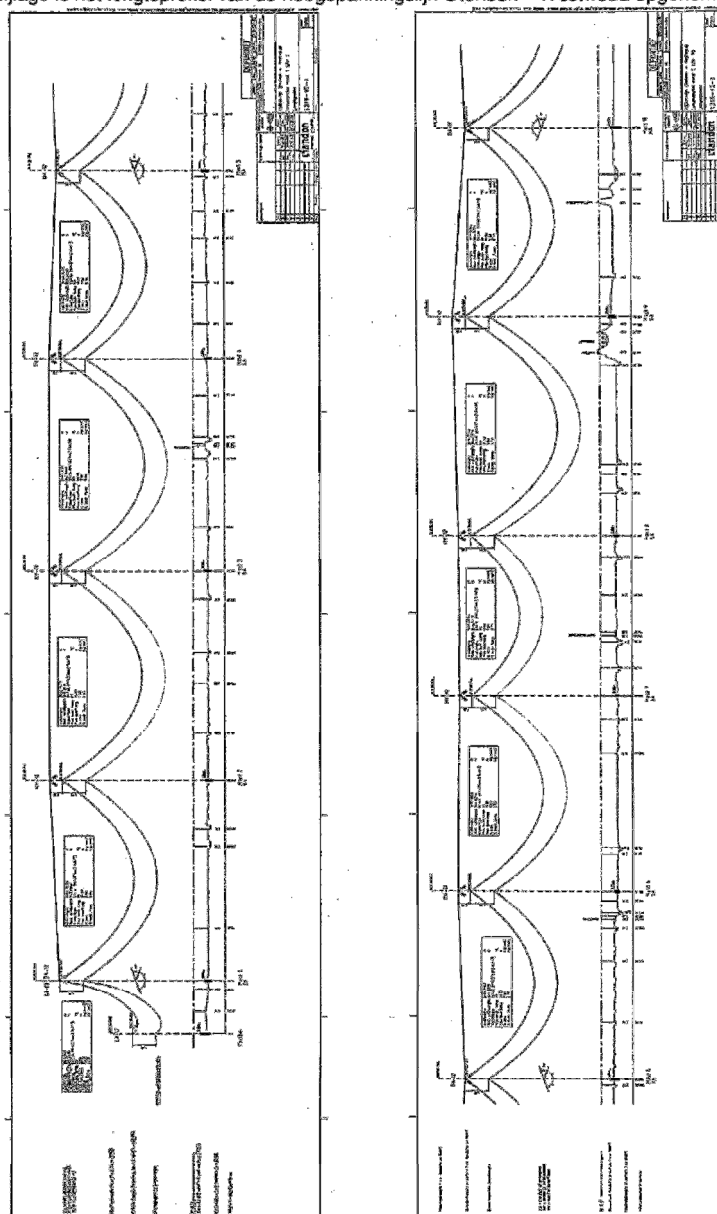


Figuur 6: Mastbeeld masttype 150 kV EB

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud

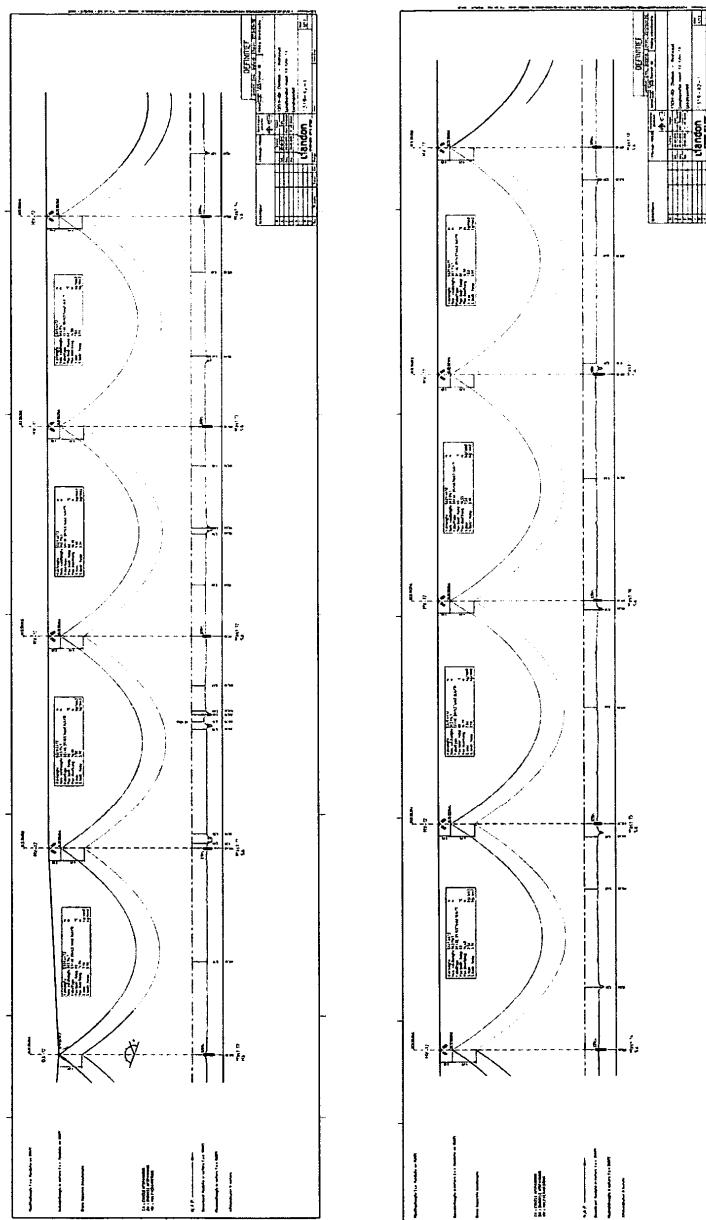
Bijlage 3 Lengteprofiel

In deze bijlage is het lengteprofiel van de hoogspanningslijn Oterleek – Westwoud opgenomen.



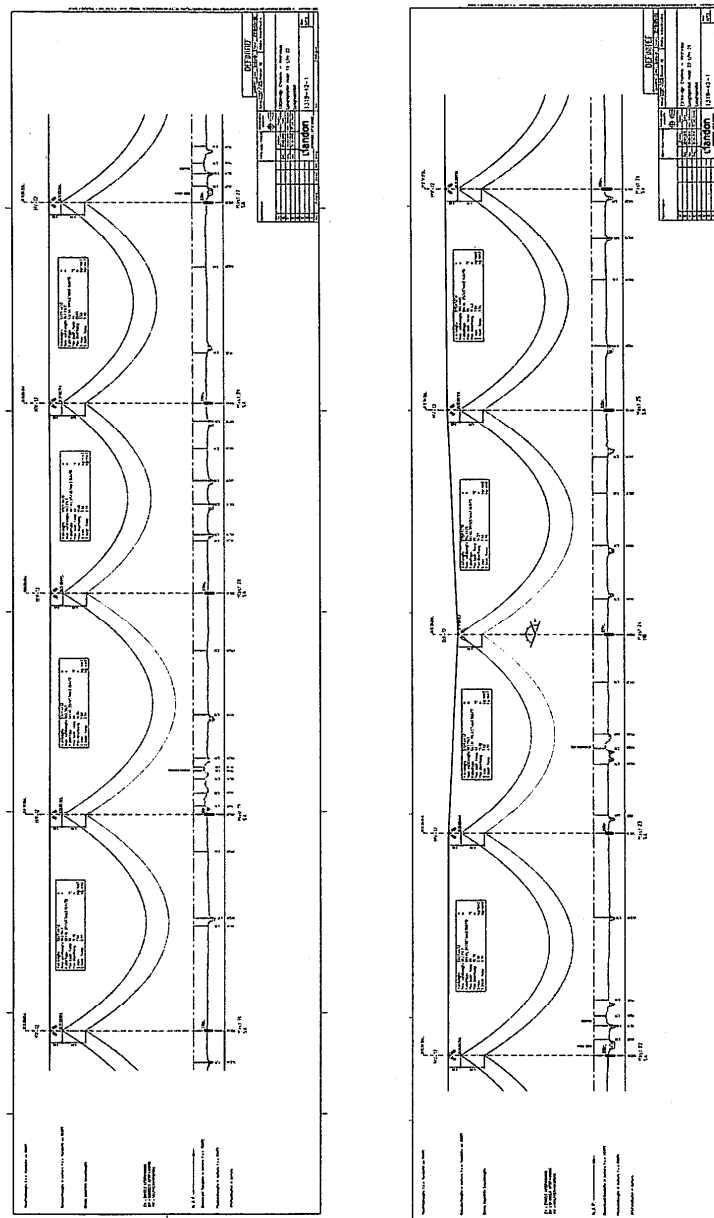
Figuur 7: Lengteprofiel mast 1 t/m 10

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud



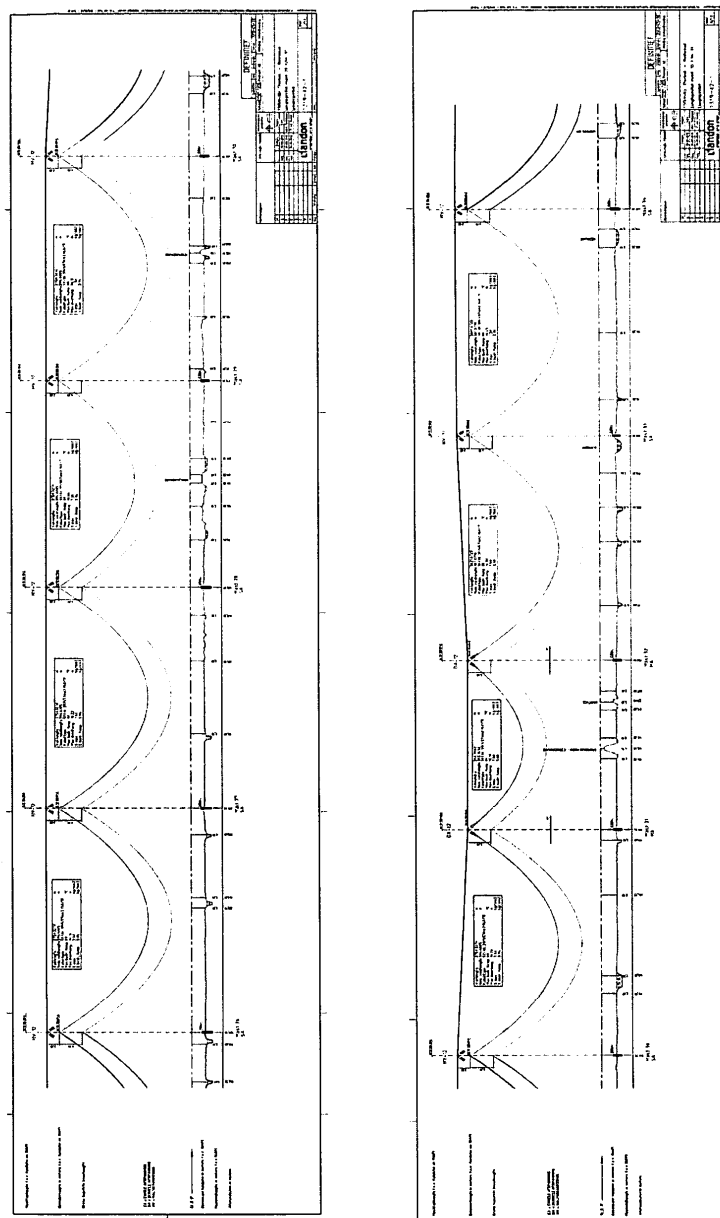
Figuur 8: Lengteprofiel mast 10 t/m 18

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud



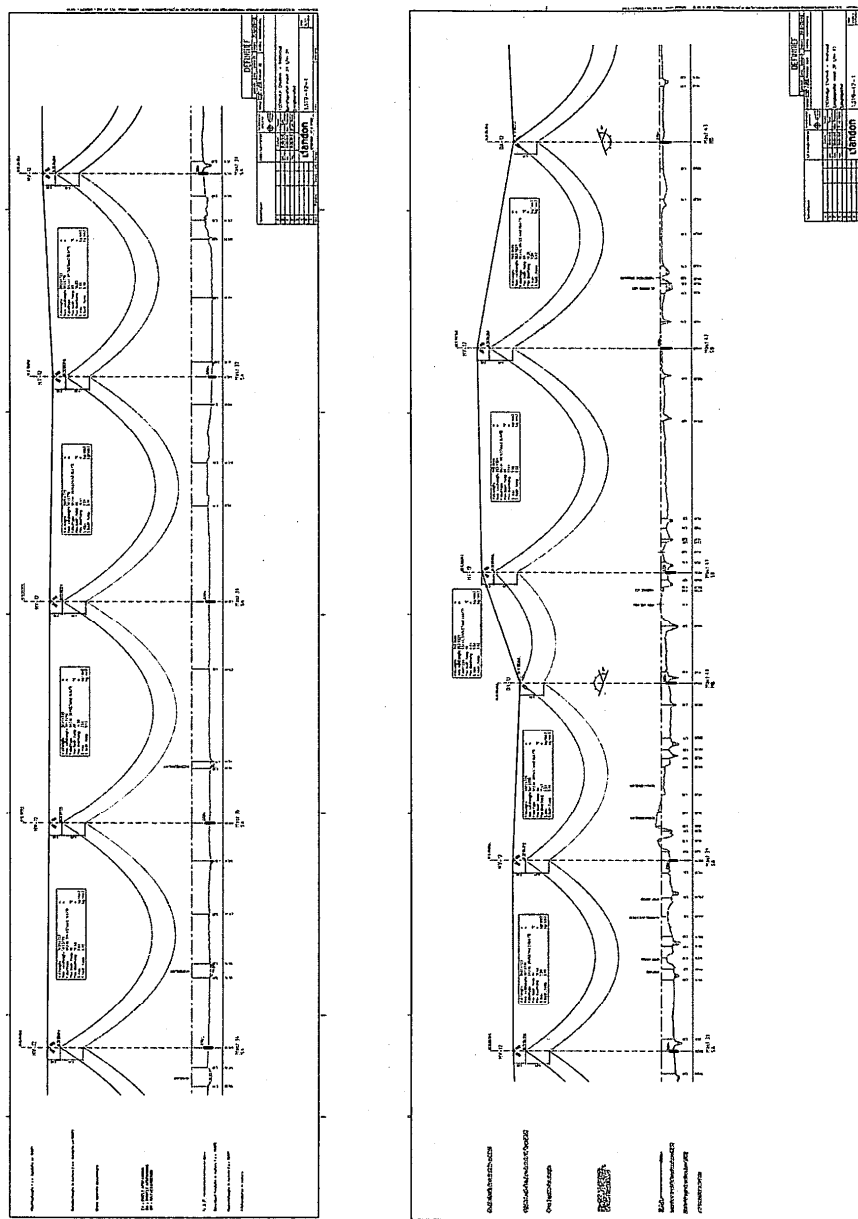
Figuur 9: Lengteprofiel mast 18 t/m 26

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud



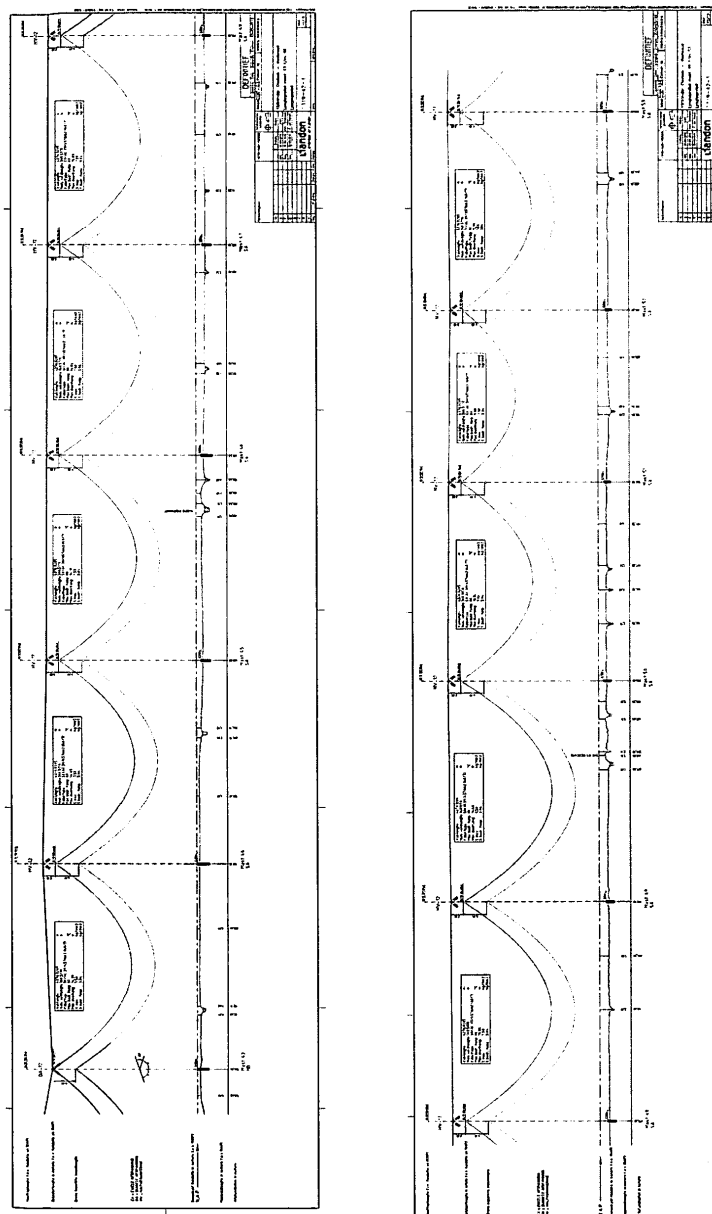
Figuur 10: Lengteprofiel mast 26 t/m 34

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud



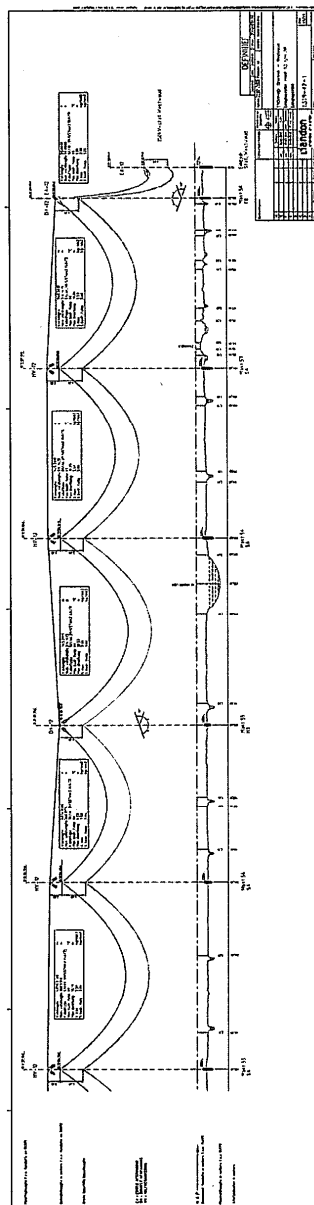
Figuur 11: Lengteprofiel mast 34 t/m 43

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud



Figuur 12: Lengteprofiel mast 43 t/m 53

Uitgangspunten magneetveldberekeningen bovengrondse lijn Oterleek - Westwoud



Figuur 13: Lengteprofiel mast 53 t/m 58