



Magneetveldcontour station Harderwijk

Rapportage 100 microtesla magneetveldcontour station Harderwijk

Qirion

17 februari 2022

Project	Magneetveldcontour station Harderwijk
Opdrachtgever	Qirion
Document	Rapportage 100 microtesla magneetveldcontour station Harderwijk
Status	Definitief 03
Datum	17 februari 2022
Referentie	126993/22-002.400
Projectcode	126993
Projectleider	dr.ir. H. Droogendijk
Projectdirecteur	ir. M.C. van Breukelen
Auteur(s)	J.G. Tams MSc, S. van Gameren MSc
Gecontroleerd door	dr.ir. H. Droogendijk
Goedgekeurd door	dr.ir. H. Droogendijk
Paraaf	
Adres	Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. Leeuwenbrug 8 Postbus 233 7400 AE Deventer +31 (0)570 69 79 11 www.witteveenbos.com KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Achtergrond	5
1.2	Doel en scope	6
1.3	Uitgangspunten	6
1.4	Leeswijzer	6
2	UITGANGSPUNTEN MAGNEETVELDCONTOUR BEREKENING	7
2.1	Invoergegevens	7
2.1.1	Vermogens en rekenstromen	7
2.2	Rekenregels voor berekening	8
2.3	Uitgangspunten berekening station Harderwijk	9
2.3.1	Kabelposities	9
2.3.2	Geometrische gegevens	9
2.3.3	Translatie naar RD-coördinaten	11
2.3.4	Stroomrichting en fase	11
2.4	Simulatiegegevens	12
3	RESULTATEN MAGNEETVELDCONTOUR	13
3.1	Resultaten station Harderwijk	13
4	CONCLUSIES	15
4.1	100 microtesla contour station Harderwijk	15
	Laatste pagina	15

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Overzicht station Harderwijk in de toekomstige situatie ('harderwijk4-layout met rail en litze ')	1
II	150 kV lijninformatie van TenneT	1
III	50 kV lijninformatie Liander	2
IV	Resultaten 100 microtesla magneetveldcontour station Harderwijk (GIS-tekening)	1
V	150 kV doorsnede en bovenaanzicht transformatorveld 3 ('HD-2XZ-000442-000001')	1
VI	Doorsnede en bovenaanzicht 50 kV-velden ('HD-A1-002240-00001T')	1

1

INLEIDING

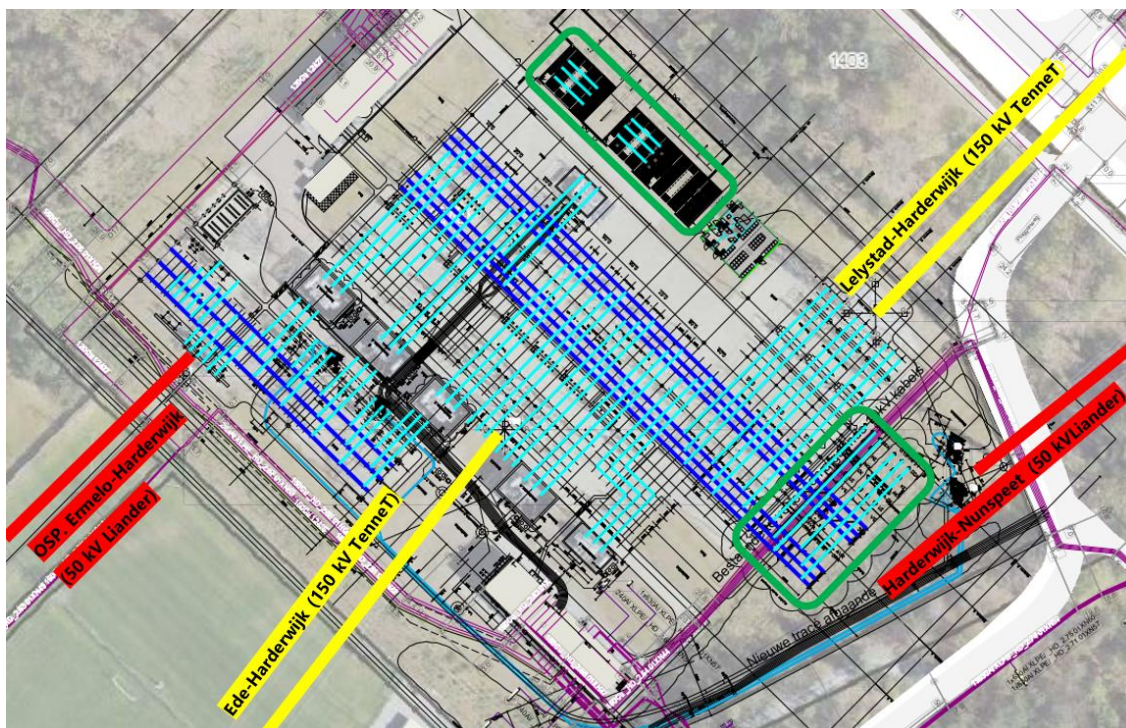
1.1 Achtergrond

Met het oog op de energietransitie in de toekomst is Liander bezig met het vernieuwen en uitbreiden van het energienetwerk. Hieronder valt ook de uitbreiding van het transformatorstation te Harderwijk. Qirion heeft daartoe Witteveen+Bos gevraagd om de magneetveldcontour van 100 microtesla voor dit station te berekenen in de nieuwe situatie.

Het project betreft de uitbreiding van het transformatorstation ten zuidoosten van Harderwijk nabij de Leuvenumseweg. In de nieuwe situatie zijn een aantal delen van het transformatorstation uitgebreid, aangegeven met groen in afbeelding 1.1. Het betreft het 150/20 kV stationsgebouw (midden) en twee 150 kV velden van TenneT (rechts). Tevens worden er verschillende transformatoren verwijderd, verplaatst of vervangen. Qirion heeft gevraagd bij de berekeningen ook de uitgaande bovengrondse hoogspanningsverbindingen Harderwijk-Nunspeet (50 kV, Liander) en Lelystad - Harderwijk (150 kV, TenneT) in acht te nemen, gezien deze een relatie hebben tot de woningen in de noordwesthoek van de ontwerptekening. Daarnaast dragen de hoogspanningsverbindingen Osp. Ermelo - Harderwijk (50 kV, Liander) en Ede-Harderwijk (150 kV, TenneT) ook bij aan de magneetveldcontour van het station.

In afbeelding 1.1 is de ontwerptekening van de nieuwe situatie van het transformatorstation weergegeven.

Afbeelding 1.1 Ontwerptekening van de nieuwe situatie inclusief de in-/uitgaande bovengrondse hoogspanningsverbindingen



1.2 Doel en scope

Qirion heeft aan Witteveen+Bos gevraagd om de magneetveldcontour van 100 microtesla - beschreven in de Europese aanbeveling 1999/519/EG - voor de nieuwe situatie van station Harderwijk te berekenen.

Volgens de Europese aanbeveling 1999/519/EG moet er uitgegaan worden van een worst-case scenario. De berekening die in dit onderzoek gemaakt wordt is hier dan ook op gebaseerd. Op basis van de uitkomsten van de rekenresultaten kan vervolgens worden vastgesteld of de blootstellingslimiet van 100 microtesla wordt overschreden buiten de grenzen van hoogspanningsstation Harderwijk.

Het doel van het project is te bepalen of aan de wettelijke eisen omtrent magneetveldsterkte wordt voldaan.

1.3 Uitgangspunten

Bij het tot stand komen van dit rapport zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de berekening van de 100 microtesla magneetveldcontour voor hoogspanningsstation Harderwijk in de nieuwe situatie wordt uitgevoerd voor de worst-case situatie;
- opstellingstekening geleider configuraties 'Harderwijk3';
- opstellingstekening geleider configuraties 'Harderwijk4-layout met rail en litze';
- ombouwplan 'Ombouwplan OS Harderwijk DOR v0.3';
- 150 kV lijngegevens 'EM2021_20210630_STE-HD-BDH150';
- Europese aanbeveling 1999/519/EG 'Aanbeveling van de Raad van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz - 300 GHz'.

Daarnaast gelden de volgende beperkingen ten aanzien van de berekeningen:

- de 10 kV kabelverbindingen die het hoogspanningsstation verlaten worden gemodelleerd tot aan de grenzen van het hoogspanningsstation;
- de 20 kV en 10 kV gebouwen worden niet meegenomen in het model, omdat de spanningvoerende delen hierbinnen afgeschermd zijn door metalen kasten en omdat er weinig lengte is van kabels, die bij kan dragen aan de magneetveldsterktes;
- de hoogspanningslijnen worden ten minste gemodelleerd tot de eerste hoogspanningsmast na het opstijgpunt;
- de RIVM handreiking voor het berekenen van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen wordt als input gebruikt voor de berekeningen.

Tevens zijn de volgende documenten gebruikt voor keuzes met betrekking tot de berekeningen van de magneetveldzones:

- document 'Handreiking voor het berekenen van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen, RIVM, versie 4.1, 26 oktober 2015';
- notitie 'Afspraken ondergrondse kabels en hoogspanningsstations, RIVM, 3 november 2011'.

Om de 100 microtesla contour te berekenen is gebruik gemaakt van het programma PlusFields, dat is ontwikkeld voor magneetveldberekeningen conform de handreiking van het RIVM.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de verschillende uitgangspunten voor de berekening beschouwd, waaronder de gegevens van station Harderwijk en het toegepaste model. In hoofdstuk 3 zijn de resultaten van het onderzoek weergegeven, waarna in hoofdstuk 4 de conclusie is opgenomen.

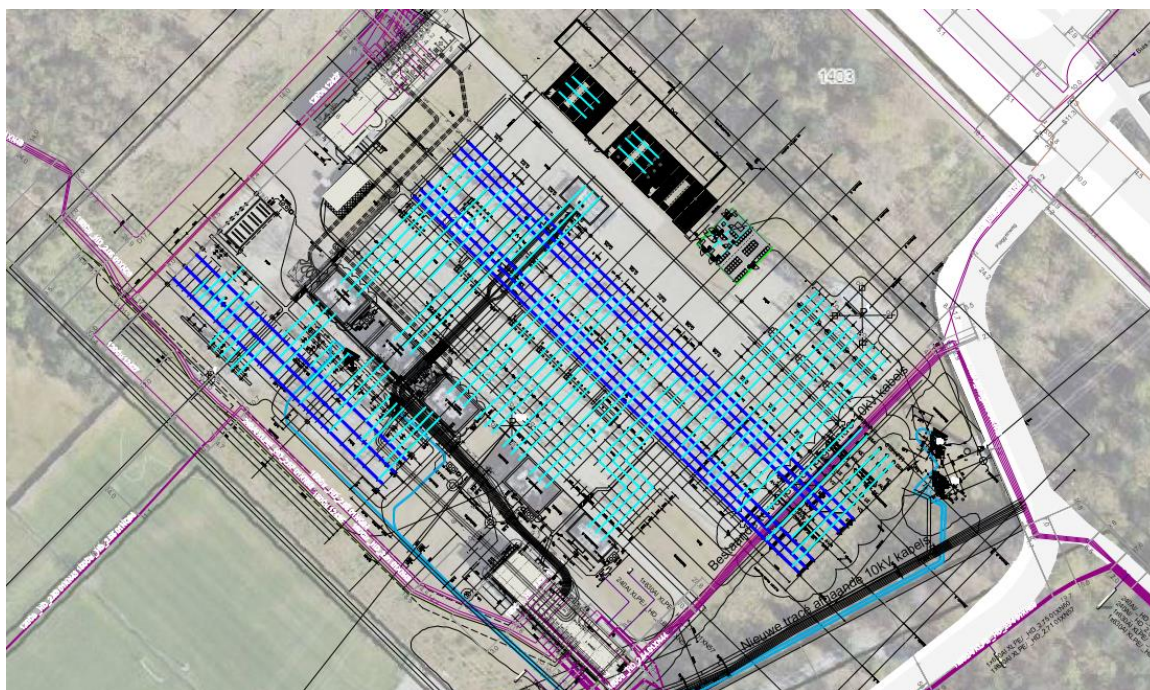
2

UITGANGSPUNTEN MAGNEETVELDCONTOUR BEREKENING

2.1 Invoergegevens

Voor station Harderwijk zijn documenten 'Harderwijk3' en 'Harderwijk4-layout met rail en litze' gebruikt als uitgangspunten voor de magneetveldberekeningen. Het overzichtsperspectief uit 'Harderwijk4-layout met rail en litze' is weergegeven in afbeelding 2.1. Een grotere afbeelding van afbeelding 2.1 is opgenomen in bijlage I.

Afbeelding 2.1 Overzicht Harderwijk (document: 'Harderwijk4')



In afbeelding 2.1 zijn niet alle te modelleren hoogspanningslijnen opgenomen. Zo zijn de 150 kV hoogspanningsmasten en -lijnen van TenneT en de 50 kV hoogspanningsmasten en -lijnen van Liander niet opgenomen. De door TenneT geleverde documentatie voor de 150 kV hoogspanningsmasten is opgenomen in bijlage II. De door Liander geleverde documentatie voor de 50 kV hoogspanningsmasten is opgenomen in bijlage III.

2.1.1 Vermogens en rekenstromen

Voor het hoogspanningsstation zijn de aangesloten vermogens de spanning voor de verschillende lijnen en kabels bekend in de nieuwe situatie. Om een magneetveldberekening uit te voeren is het noodzakelijk om

de ontwerpstromen van de verschillende lijnen en kabels te berekenen. De gehanteerde ontwerpstromen worden berekend met de volgende formule:

$$I_{ontw} = \frac{S_{ontw}}{\sqrt{3}U_{ontw}}$$

In deze formule staat I_{ontw} voor de ontwerpstroom in Ampère, S_{ontw} staat voor het vermogen in Volt*Ampère en U_{ontw} voor de spanning in Volt.

In tabel 2.1 staan de gebruikte vermogens, ontwerpstromen en rekenstromen gebruikt voor de berekening van de magneetveldcontour. De gegevens zijn gehaald uit de volgende bronnen:

- 'Ombouwplan OS Harderwijk DOR v0.3';
- 'HD-A0-2342419-00001A';
- informatie verkregen vanuit overleggen met Qirion.

Voor het berekenen van de 100 microtesla contour wordt uitgegaan van de worst-case situatie, zodat de blootstellingslimiet van 100 microtesla voor elk belastingscenario geldig is. Dit betekent dat in het rekenmodel de rekenstroom (100 % belasting) gelijk wordt gesteld aan de ontwerpstroom.

Tabel 2.1 Vermogens en rekenstromen van de verschillende station onderdelen

Onderdeel	Ontwerpvermogen (MVA)	Ontwerpstroom per kabel/lijn (A)	Rekenstroom per kabel/lijn (A)
150 kV-rails	780	3.000	3.000
150 kV-velden	416	1.600	1.600
150 kV-kabels	78	300	300
50 kV-rails	156	1.800	1.800
50 kV-velden	108	1.250	1.250
50 kV-lijnveld Harderwijk-Nunspeet	87	1.000	1.000
50 kV-lijnveld Osp. Ermelo-Harderwijk	35	405	405
50 kV-kabels (huidige situatie)	87	1.000	1.000
150 kV lijn Lelystad-Harderwijk	496	1.909	1.909
150 kV lijn Ede-Harderwijk	248	955	955
50 kV lijn Harderwijk-Nunspeet	50	577	577
50 kV lijn Osp. Ermelo-Harderwijk	20	234	234

2.2 Rekenregels voor berekening

Voor de berekening van de magneetvelden in en rondom hoogspanningsstation Harderwijk zijn een aantal aannames c.q. uitgangspunten gehanteerd, die gebaseerd zijn op het gestelde in de notitie 'Afspraken ondergrondse kabels en hoogspanningsstations - 3 november 2011', de 'Handreiking voor het berekenen van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen' en de invoergegevens die vermeld zijn in sectie 2.1 'Invoergegevens'.

Voor de berekening worden de volgende aannames/keuzes gemaakt:

- de grootte van de rekenstroom voor een geleider bedraagt 100 % van de ontwerpstroom voor die geleider;
- de stromen in de geleiders van een circuit dat het station binnenkomt, worden symmetrisch verondersteld;
- de stromen in de geleiders van een circuit dat het station verlaat, worden symmetrisch verondersteld;
- het uitgaande vermogen wordt evenredig verdeeld over de uitgaande circuits;
- voor stroomvoerende geleiders binnen het station - met uitzondering van het railsysteem - wordt ervan uitgegaan dat de stroomrichting van de hoge naar de lage spanning is;
- voor stromen door het railsysteem wordt verondersteld dat die dezelfde richting hebben;
- er wordt aangenomen dat de geleiders stroom voeren tot en met de verst gelegen rail;
- transformatoren en spoelen worden niet meegenomen in de berekening, omdat wordt verwacht dat deze niet aan het magnetische veld buiten de terreingrenzen bijdragen;
- aansluitingen naar transformatoren en spoelen worden wel gemodelleerd;
- de 100 microtesla contour wordt op 1 meter hoogte boven maaiveld vastgesteld;
- de 20 kV-gebouwen worden niet meegenomen in het model, omdat door interne afscherming de verwachting is dat deze niet bijdragen aan het magnetische veld buiten de terreingrenzen;
- de bedien- en servicegebouwen worden niet gemodelleerd, omdat deze gebouwen geen onderdeel zijn van de primaire installaties.

Daarnaast dient de station-situatie gemodelleerd te worden in *Plusfields*, hetgeen een aantal restricties met zich meebrengt. Zo kunnen er alleen rechte lijnsegmenten worden gemodelleerd en moet de stroomrichting en fase bekend zijn. Daar waar deze niet bekend zijn, moet een aanname gemaakt worden. De uitgangspunten die Witteveen+Bos gebruikt voor de stationsberekening worden in de volgende secties uiteengezet.

2.3 Uitgangspunten berekening station Harderwijk

2.3.1 Kabelposities

De indeling van het station is overgenomen uit de ontwerpdocumenten, welke zijn opgenomen in de bijlagen I-III.

De positionering van alle kabels en geleiders is bepaald door de lengtes uit het digitale document af te leiden. De maatvoering is hiermee accuraat op circa 0,5 m. Voor de doeleinden van dit onderzoek wordt dit als voldoende beschouwd.

2.3.2 Geometrische gegevens

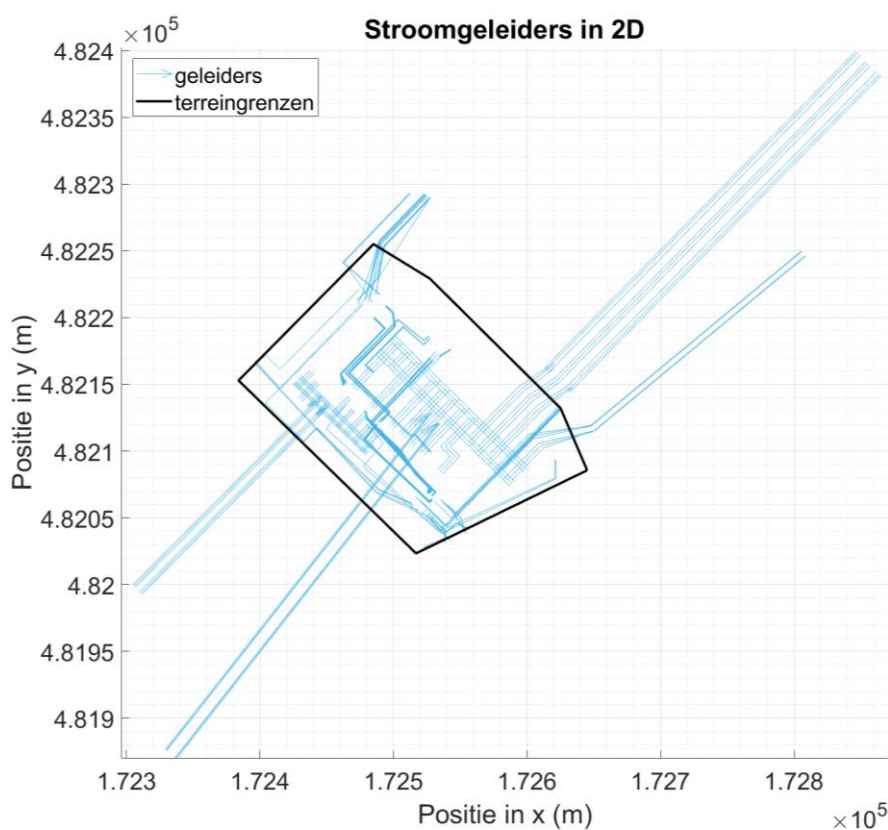
Voor de hoogtes van de kabels en lijnen zijn de waardes gehanteerd die 'in overleggen' door Qirion zijn gedeeld en die door TenneT en Liander zijn aangeleverd. Voor de 150 kV-velden en 50 kV-velden zijn de hoogtes bepaald vanuit de opstellingstekeningen 'HD-2XZ-000442-000001' en 'HD-A1-002270-0001T' respectievelijk. Deze opstellingstekeningen zijn opgenomen in bijlagen V en VI. Voor de ondergrondse kabels wordt aangenomen dat deze zich op 1 meter onder het maaiveld bevinden. Deze aanname is gemaakt met betrekking tot de worst-case situatie. De hoogtes van de verschillende onderdelen zijn als volgt vastgesteld.

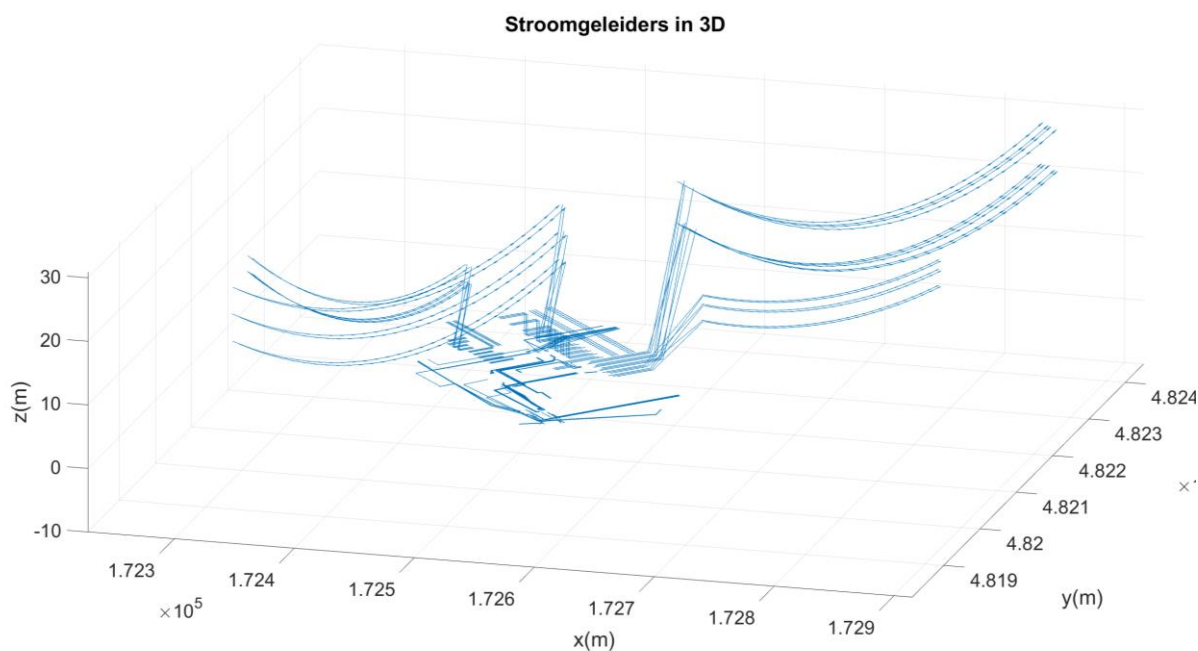
Tabel 2.2 Vermogens en rekenstromen van de verschillende stationsonderdelen

Onderdeel	Hoogte (m)	Doorhang (m) lijnverbindingen
150 kV-rails	8	niet van toepassing
150 kV-velden	4,6 (minimaal) tot 8 (maximaal)	niet van toepassing
150 kV-kabels	-1	niet van toepassing
50 kV-rails	6,5	niet van toepassing
50 kV-velden	3,75	niet van toepassing
50 kV-lijnveld Harderwijk-Nunspeet	3,75	niet van toepassing
50 kV-lijnveld Osp. Ermelo-Harderwijk	3,75	niet van toepassing
50 kV-kabels	-1	niet van toepassing
150 kV lijn Lelystad-Harderwijk	23,5 (minimaal) tot 30 (maximaal)	~ 11
150 kV lijn Ede-Harderwijk	18,7 (minimaal) tot 27,3 (maximaal)	~ 8,4
50 kV lijn Harderwijk-Nunspeet	12-16	~ 3
50 kV lijn Osp. Ermelo-Harderwijk	13,9 (minimaal) tot 20,55 (maximaal)	~3,5

De verschillende hoogspanningsmasten zijn in het model met de opstijgpunten verbonden met rechte lijnen. Het uiteindelijke model is weergegeven in afbeelding 2.2 en afbeelding 2.3. De coördinaten in de afbeelding(en) voor x-as en de y-as zijn rijksdriehoekskoördinaten in de dimensie van meters. De z-as is de hoogte boven het maaiveld in de dimensie van meters.

Afbeelding 2.2 Bovenaanzicht van de geleiders station Harderwijk





2.3.3 Translatie naar RD-coördinaten

De coördinaten die geëxtrapoleerd worden vanuit document 'Harderwijk3.dwg' worden vertaald naar rijksdriehoekskoördinaten, zodat de resultaten van de juiste geografische gegevens zijn voorzien. Het document 'Harderwijk3.dwg' geeft station Harderwijk weer in de nieuwe situatie. Hierbij staat het document al in de juiste hoek, dat wil zeggen in de noordelijke richting. Hierdoor hoeft er enkel een translatie en schaalfactor toegepast te worden om de coördinaten per kabel/lijn om te rekenen naar rijksdriehoekskoördinaten.

2.3.4 Stroomrichting en fase

De richting en fase van de stromen is van grote invloed op het totale magneetveld, aangezien dit mede bepaalt of de magneetvelden bij elkaar optellen of elkaar juist tegenwerken. Gezien het grote aantal lijnen/kabels is het niet zinvol om per lijn/kabel de verschillende mogelijkheden te berekenen, aangezien het totaal aantal mogelijke configuraties zeer groot is. Hierbij is derhalve gebruik gemaakt van een aantal vuistregels om de stroomrichting en fase zo in te stellen dat er een realistische worst-case inschatting wordt gemaakt.

Deze vuistregels zijn:

- de fases zijn overal geconfigureerd in klokgetallen als 2-6-10;
- er wordt verondersteld dat, wanneer alle stroomrichtingen van de velden dezelfde kant op staan, het totale magneetveld het grootste is. Uit voorbeeldberekeningen en eerdere ervaring blijkt dat een tegen symmetrische opstellen van de velden een kleiner magneetveld oplevert. Met andere woorden het magneetveld is het grootste wanneer alle stromen dezelfde kant op lopen (gegeven de 2-6-10 klokgetal configuratie);
- de stroomrichting van de rails is (haaks op de veldrichtingen) van belang, waarbij de stroomrichting in de rails altijd in gelijke richting wordt genomen.

2.4 Simulatiegegevens

Het rekenmodel werkt met een Finite Element Methode (FEM). Hierbij wordt iedere kabel in N stukjes gedeeld, waarbij de contributie van deze delen gesomd worden tot het totaal. In dit onderzoek wordt $N=10$ gebruikt met een rastergrootte van 1 m. Dat wil zeggen dat het magneetveld op 'pixels' met een tussenafstand van 1 m berekend wordt.

3

RESULTATEN MAGNEETVELDCONTOUR

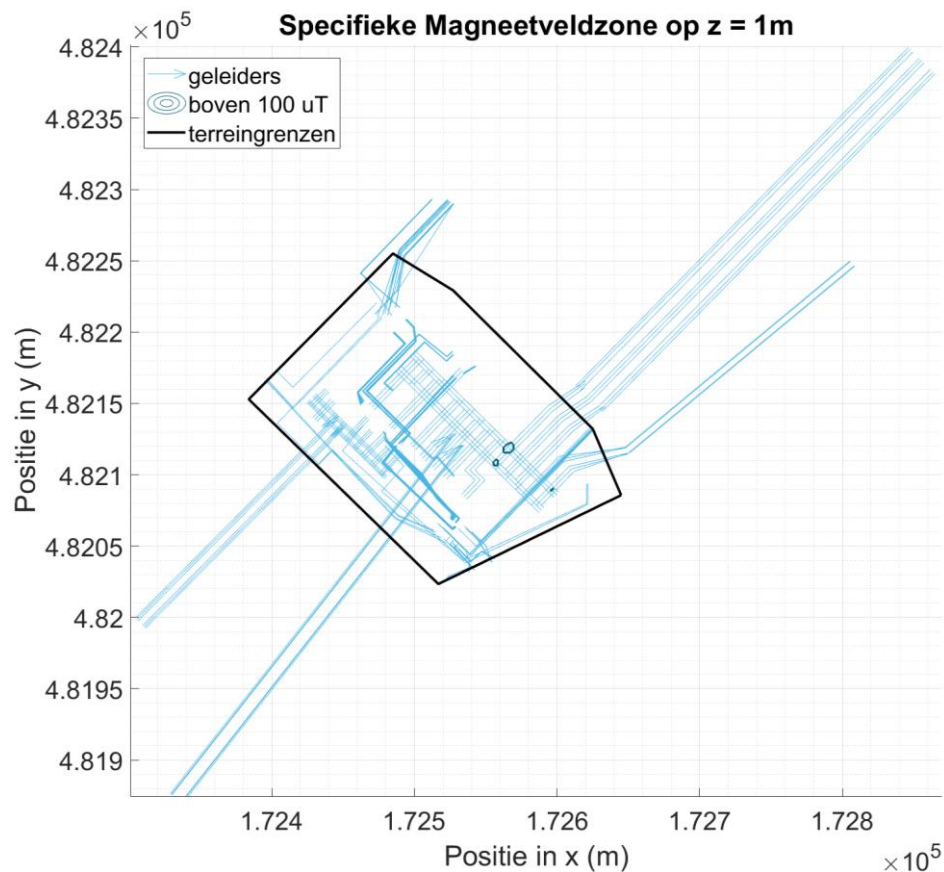
In dit hoofdstuk staan puntsgewijs de uitkomsten van het onderzoek opgesomd. Voor een totaalbeeld is een GIS-kaart opgenomen in bijlage IV waarin de 100 microtesla magneetveldcontour is ingetekend van hoogspanningsstation Harderwijk.

Uit bijlage IV wordt geconcludeerd dat de blootstellingslimiet van 100 microtesla niet de terreingrenzen van het station overschrijdt.

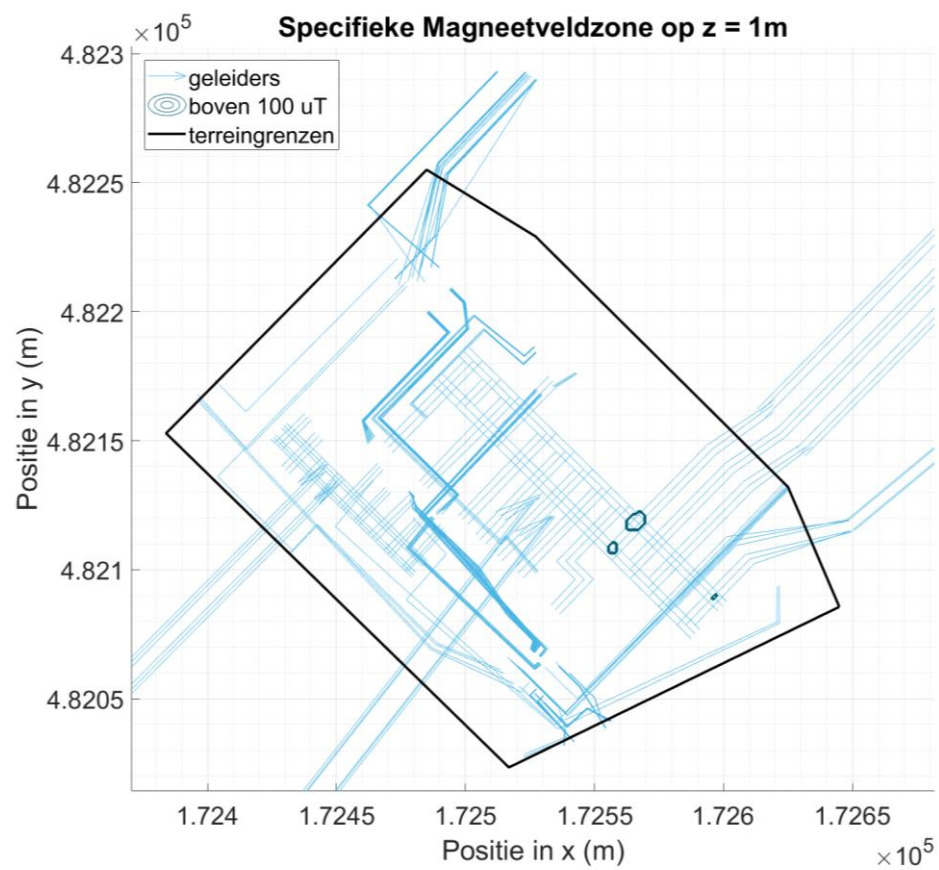
3.1 Resultaten station Harderwijk

Met het rekenmodel *PlusFields* is de 100 microtesla magneetveldcontour voor het hoogspanningsstation Harderwijk in de nieuwe situatie berekend. De resulterende contour is weergegeven in afbeelding 3.1 en afbeelding 3.2.

Afbeelding 3.1 100 microtesla contour station Harderwijk



Afbeelding 3.2 100 microtesla contour station Harderwijk (ingezoomd)



4

CONCLUSIES

4.1 100 microtesla contour station Harderwijk

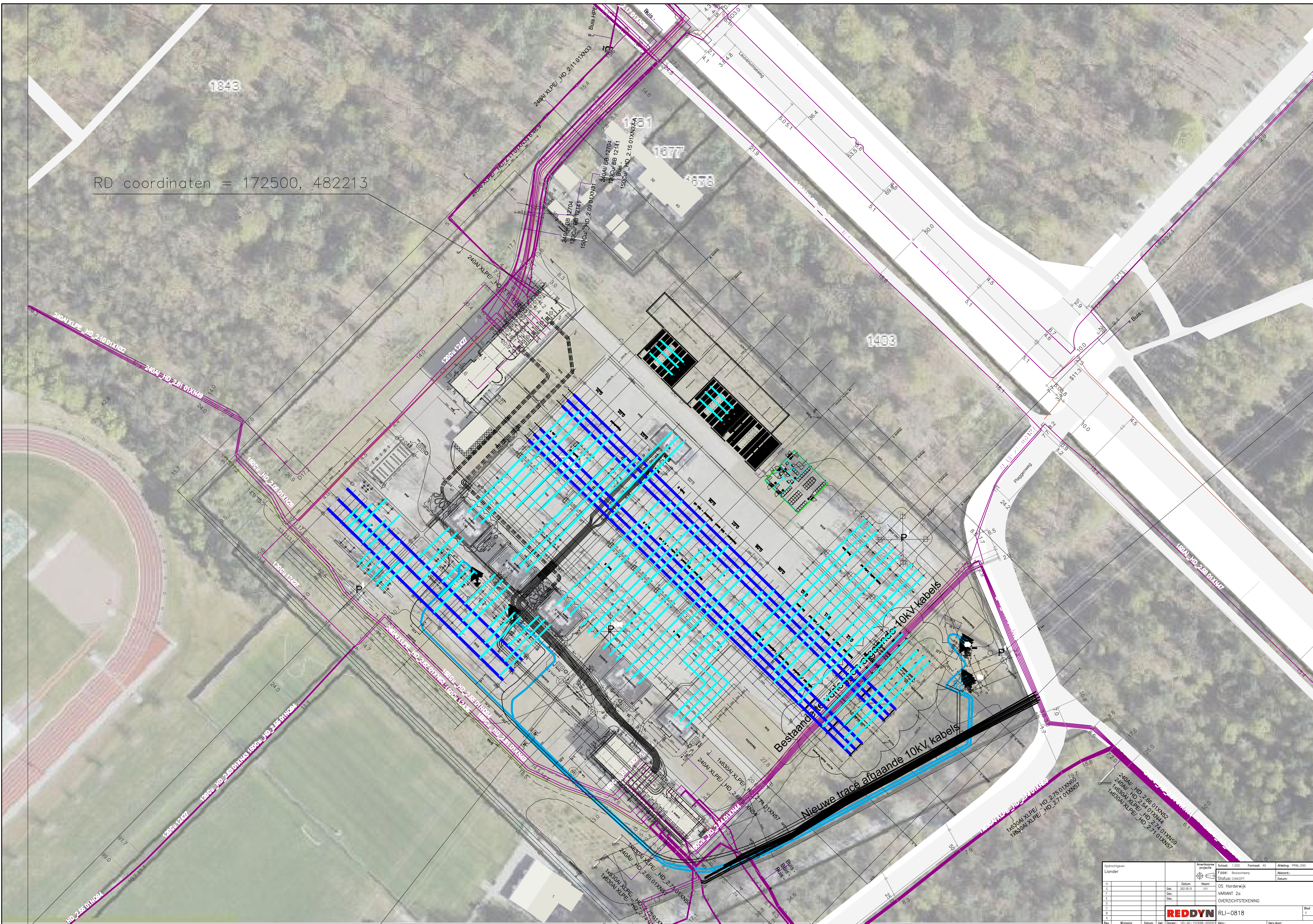
Voor hoogspanningsstation Harderwijk is de 100 microtesla contour berekend voor de toekomstige situatie. Op basis van de resulterende contour kan worden vastgesteld dat de 100 microtesla contour niet de terreingrenzen van het station overschrijdt. Hiermee wordt geconcludeerd dat de blootstellingslimiet van 100 microtesla op voor het publiek toegankelijke plaatsen niet wordt overschreden. Daarmee wordt voldaan aan de Europese aanbeveling op het gebied van toegestane magneetveldsterktes voor het station in de toekomstige situatie.

Bijlage(n)



BIJLAGE: OVERZICHT STATION HARDERWIJK IN DE TOEKOMSTIGE SITUATIE (‘HARDERWIJK4-LAYOUT RAIL MET LITZE’)

RD coördinaten = 172500, 482213



Opdrachtgever:				Aanpak:		Schaal: 1:200		Formaat: A0		Afdeling: PRIM_EXD	
Länder						Fase: Bestuursplan		Status: CONCEPT		Akkoord:	
				Datum		Naam		OS Harderwijk		Datum:	
H						Gef.		2021.05.10		UT1	
G						Gec.				OS Harderwijk	
T						Gec.				VARIANT 2a	
D										OVERZICHTSTEKENING	
C											
B											
A											



BIJLAGE: 150 KV LIJNINFORMATIE VAN TENNET

Circuit	aantal circuits	Spanning	Ontwerpbelesting	aant. P bundel	uivoering	materiaal	Afstand vaksegment	X doorhang	doorhang tov mast 1	Object-id Mast 1	X coördinaat (Mast 1)	Y coördinaat (Mast 1)	Fase	Positie (laterale afstand)	positie (laterale hoogte)	Mastbeeld (Mast 1)	Object-id Mast 2	X coördinaat (Mast 2)	Y coördinaat (Mast 2)	Positie (laterale afstand)	positie (laterale hoogte)	Mastbeeld (Mast 2)	Opmerking	Masttype
HO-KBT150 Z	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	332,67	169,7854867	11,00000145	HO-BDH150_001	172622,078	482153,284	4	1,88	30,89 DTV_HO-BDH150_001	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	2,11	30,03 DTV_HO-BDH150_002	172855,43	Endmast	
HO-KBT150 Z	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	332,67	166,648584	10,8578721	HO-BDH150_001	172622,078	482153,284	8	-0,4	24,44 DTV_HO-BDH150_001	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	0,1	23,86 DTV_HO-BDH150_002	172855,43	Endmast	
HO-KBT150 Z	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	332,67	169,6069291	10,97898686	HO-BDH150_001	172622,078	482153,284	12	-2,72	30,88 DTV_HO-BDH150_001	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	-2,43	30,06 DTV_HO-BDH150_002	172855,43	Endmast	
HO-ZUV-LLS150 W	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	332,67	169,4064822	10,95441809	HO-BDH150_001	172622,078	482153,284	4	12,69	24,24 DTV_HO-BDH150_001	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	12,95	23,47 DTV_HO-BDH150_002	172855,43	Endmast	
HO-ZUV-LLS150 W	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	332,67	169,8851548	11,01561748	HO-BDH150_001	172622,078	482153,284	8	11,04	30,9 DTV_HO-BDH150_001	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	11,2	30,01 DTV_HO-BDH150_002	172855,43	Endmast	
HO-ZUV-LLS150 W	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	332,67	169,5660398	10,97479871	HO-BDH150_001	172622,078	482153,284	12	8,2	24,31 DTV_HO-BDH150_001	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	8,46	23,5 DTV_HO-BDH150_002	172855,43	Endmast	
HO-ZWO150 P	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	332,67	169,6857079	10,99009676	HO-BDH150_001	172622,078	482153,284	4	-11,39	30,89 DTV_HO-BDH150_001	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	-11,6	30,05 DTV_HO-BDH150_002	172855,43	Endmast	
HO-ZWO150 P	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	332,67	169,4064822	10,95441809	HO-BDH150_001	172622,078	482153,284	8	-8,83	24,36 DTV_HO-BDH150_001	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	-8,84	23,59 DTV_HO-BDH150_002	172855,43	Endmast	
HO-ZWO150 P	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	332,67	169,5261504	10,98970176	HO-BDH150_001	172622,078	482153,284	12	-13,29	24,42 DTV_HO-BDH150_001	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	-13,33	23,62 DTV_HO-BDH150_002	172855,43	Endmast	
HO-KBT150 Z	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	361,35	177,3331707	11,98008926	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	4	2,11	30,03 DTV_HO-BDH150_002	HO-BDH150_003	173108,57	482648,25	2,8	30,94 DTV_HO-BDH150_003	173108,57	Steuernmast	
HO-KBT150 Z	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	361,35	178,3614259	12,12091074	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	8	0,1	23,86 DTV_HO-BDH150_002	HO-BDH150_003	173108,57	482648,25	0,45	24,49 DTV_HO-BDH150_003	173108,57	Steuernmast	
HO-KBT150 Z	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	361,35	177,4066175	11,99011928	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	12	-2,43	30,06 DTV_HO-BDH150_002	HO-BDH150_003	173108,57	482648,25	-2,04	30,95 DTV_HO-BDH150_003	173108,57	Steuernmast	
HO-ZUV-LLS150 W	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	361,35	177,1862772	11,96004245	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	4	12,95	23,47 DTV_HO-BDH150_002	HO-BDH150_003	173108,57	482648,25	14,79	24,42 DTV_HO-BDH150_003	173108,57	Steuernmast	
HO-ZUV-LLS150 W	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	361,35	177,0761307	11,9450109	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	8	11,2	30,01 DTV_HO-BDH150_002	HO-BDH150_003	173108,57	482648,25	12,76	30,99 DTV_HO-BDH150_003	173108,57	Steuernmast	
HO-ZUV-LLS150 W	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	361,35	176,7823198	11,90500456	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	12	8,45	23,5 DTV_HO-BDH150_002	HO-BDH150_003	173108,57	482648,25	10,15	24,56 DTV_HO-BDH150_003	173108,57	Steuernmast	
HO-ZWO150 P	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	361,35	177,3331707	11,98008926	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	4	-11,6	30,05 DTV_HO-BDH150_002	HO-BDH150_003	173108,57	482648,25	-12,68	30,96 DTV_HO-BDH150_003	173108,57	Steuernmast	
HO-ZWO150 P	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	361,35	177,5902345	12,0152136	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	8	-8,84	23,59 DTV_HO-BDH150_002	HO-BDH150_003	173108,57	482648,25	-8,12	24,43 DTV_HO-BDH150_003	173108,57	Steuernmast	
HO-ZWO150 P	3	150	496	2	487	457/40	StuAI	361,35	177,4433409	11,98513584	HO-BDH150_002	172855,43	482390,38	12	-13,33	23,62 DTV_HO-BDH150_002	HO-BDH150_003	173108,57	482648,25	-14,18	24,5 DTV_HO-BDH150_003	173108,57	Steuernmast	
EDE-HSR-HD150 W	2	150	248	1	487	457/40	StuAI	308,66	158,1768541	8,534816321	STE-HD150_106	172142,75	481630,11	4	-4,65	18,71 TOV_STE-HD150_106	STE-HD150_107	172333,27	481872,96	-4,57	17,92 TOV_STE-HD150_107	172333,27	Steuernmast	
EDE-HSR-HD150 W	2	150	248	1	487	457/40	StuAI	308,66	158,2255485	8,539943384	STE-HD150_106	172142,75	481630,11	8	-4,28	27,21 TOV_STE-HD150_106	STE-HD150_107	172333,27	481872,96	-4,14	26,41 TOV_STE-HD150_107	172333,27	Steuernmast	
EDE-HSR-HD150 W	2	150	248	1	487	457/40	StuAI	308,66	158,2742429	8,545071982	STE-HD150_106	172142,75	481630,11	12	-5,65	22,97 TOV_STE-HD150_106	STE-HD150_107	172333,27	481872,96	-5,53	22,16 TOV_STE-HD150_107	172333,27	Steuernmast	
EDE-HSR-HD150 Z	2	150	248	1	487	457/40	StuAI	308,66	158,1768541	8,534816321	STE-HD150_106	172142,75	481630,11	4	4,67	18,73 TOV_STE-HD150_106	STE-HD150_107	172333,27	481872,96	4,58	17,94 TOV_STE-HD150_107	172333,27	Steuernmast	
EDE-HSR-HD150 Z	2	150	248	1	487	457/40	StuAI	308,66	158,2742429	8,545071982	STE-HD150_106	172142,75	481630,11	8	5,64	23 TOV_STE-HD150_106	STE-HD150_107	172333,27	481872,96	5,56	22,19 TOV_STE-HD150_107	172333,27	Steuernmast	
EDE-HSR-HD150 Z	2	150	248	1	487	457/40	StuAI	308,66	158,3716316	8,555335907	STE-HD150_106	172142,75	481630,11	12	4,21	27,25 TOV_STE-HD150_106	STE-HD150_107	172333,27	481872,96	4,18	26,42 TOV_STE-HD150_107	172333,27	Steuernmast	
EDE-HSR-HD150 W	2	150	248	1	487	457/40	StuAI	318,64	152,4804632	7,912937413	STE-HD150_107	172333,27	481872,96	4	-4,57	17,92 TOV_STE-HD150_107	STE-HD150_108	172529,9	482123,69	-4,74	19,37 TOV_STE-HD150_108	172529,9	Steuernmast	
EDE-HSR-HD150 W	2	150	248	1	487	457/40	StuAI	318,64	152,4804632	7,912937413	STE-HD150_107	172333,27	481872,96	8	-4,14	26,41 TOV_STE-HD150_107	STE-HD150_108	172529,9	482123,69	-4,3	27,86 TOV_STE-HD150_108	172529,9	Steuernmast	
EDE-HSR-HD150 W	2	150	248	1	487	457/40	StuAI	318,64	152,4804632	7,912937413	STE-HD150_107	172333,27	481872,96	12	-5,53	22,16 TOV_STE-HD150_107	STE-HD150_108	172529,9	482123,69	-5,63	23,61 TOV_STE-HD150_108	172529,9	Steuernmast	
EDE-HSR-HD150 Z	2	150	248	1	487	457/40	StuAI	318,64	152,857817	7,952956867	STE-HD150_107	172333,27	481872,96	4	4,58	17,94 TOV_STE-HD150_107	STE-HD150_108	172529,9	482123,69	4,65	19,31 TOV_STE-HD150_108	172529,9	Steuernmast	
EDE-HSR-HD150 Z	2	150	248	1	487	457/40	StuAI	318,64	153,0936631	7,978028029	STE-HD150_107	172333,27	481872,96	8	5,56	22,19 TOV_STE-HD150_107	STE-HD150_108	172529,9	482123,69	5,6	23,51 TOV_STE-HD150_108	172529,9	Steuernmast	
EDE-HSR-HD150 Z	2	150	248	1	487	457/40	StuAI	318,64	152,5748017	7,922932391	STE-HD150_107	172333,27	481872,96	12	4,18	26,42 TOV_STE-HD150_107	STE-HD150_108	172529,9	482123,69	4,19	27,85 TOV_STE-HD150_108	172529,9	Steuernmast	

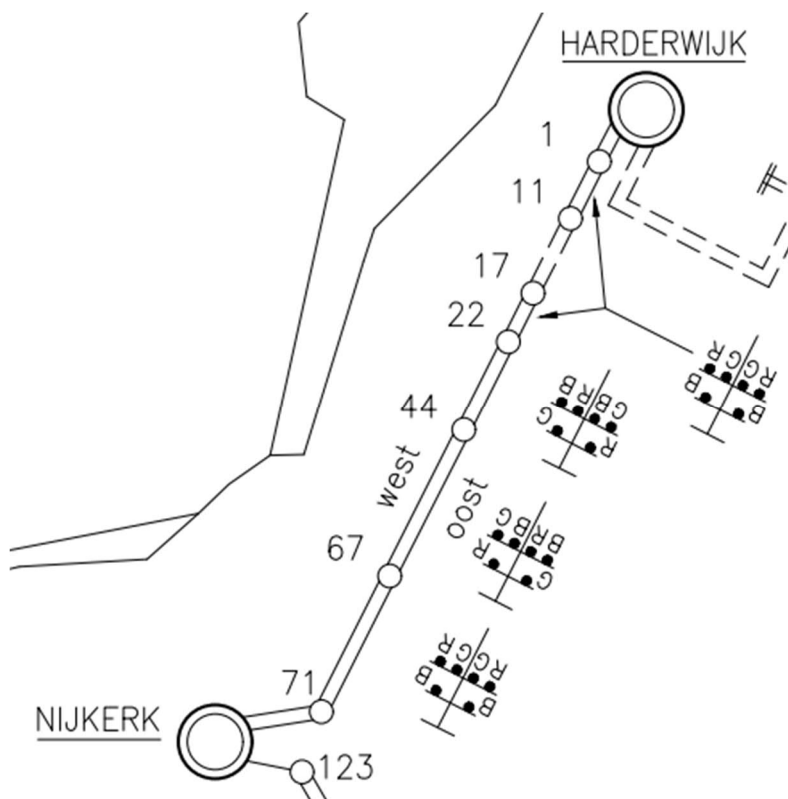


BIJLAGE: 50 KV LIJNINFORMATIE LIANDER

Ermelo-Harderwijk

Mast ERML-HD-50-1 & ERML-HD-50-2

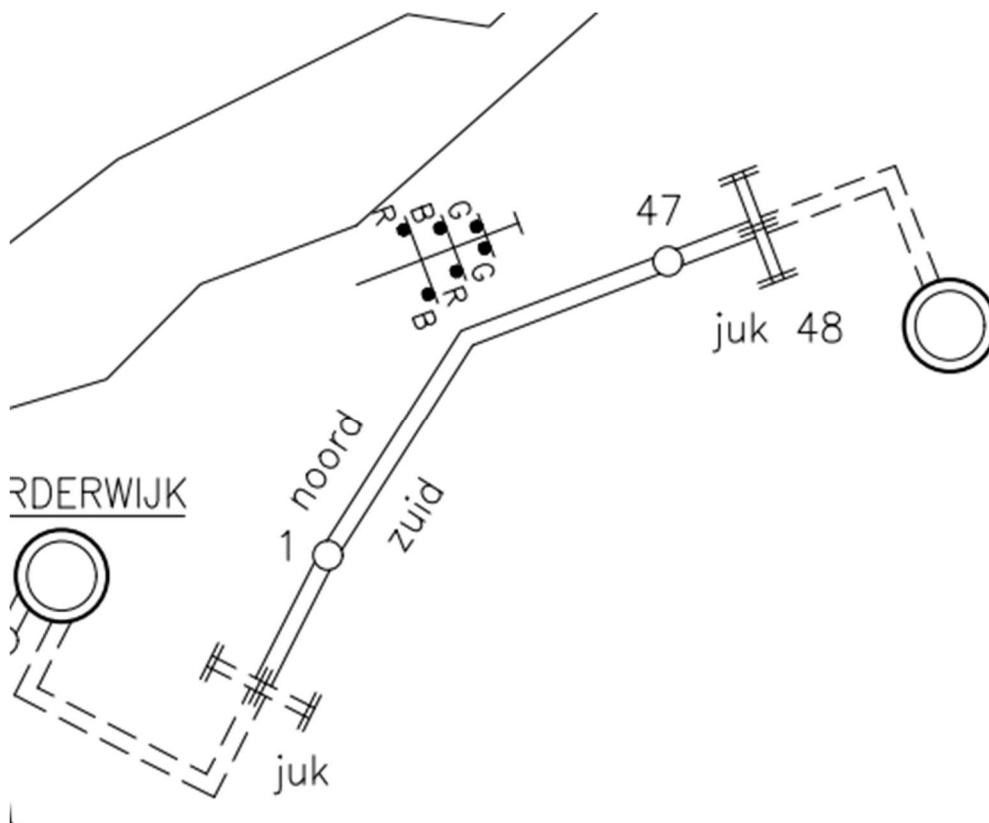
- Harderwijk -Nijkerk West
 - o Bedrijfsspanning: 50kV
 - o Max winterstroom: 405 A
 - o Max zomerstroom: 300 A
 - o Stroomrichting: Over het algemeen is de stroomrichting van Harderwijk richting Nijkerk. Maar dit kan andersom;
 - o Toename belasting: Er zijn nog geen indicaties dat er de komende 5 jaar een toename wordt verwacht.
- Harderwijk – Nijkerk Oost
 - o Bedrijfsspanning: 50kV
 - o Max winterstroom: 405 A
 - o Max zomerstroom: 300 A
 - o Stroomrichting: Over het algemeen is de stroomrichting van Harderwijk richting Nijkerk. Maar dit kan andersom;
 - o Toename belasting: Er zijn nog geen indicaties dat er de komende 5 jaar een toename wordt verwacht.
- Configuratie:
 - R: 3
 - G: 11
 - B: 7



Harderwijk – Nunspeet

Mast HD-NSP-50-1 & HD-NSP-50-2

- Harderwijk – Nunspeet Noord
 - o Bedrijfsspanning: 50kV
 - o Max winterstroom: 999 A
 - o Max zomerstroom: 960 A
 - o Stroomrichting: Over het algemeen is de stroomrichting van Harderwijk richting Nunspeet. Maar dit kan andersom;
 - o Toename belasting: Er worden plannen gemaakt om het circuit om te bouwen tot een kV circuit, maar het tijdsplan is nog niet bekend.
- Harderwijk – Nunspeet Zuid
 - o Bedrijfsspanning: 50kV
 - o Maximale winterstroom: 999 A
 - o Max zomerstroom: 960 A
 - o Stroomrichting: Over het algemeen is de stroomrichting van Harderwijk richting Nunspeet. Maar dit kan andersom;
 - o Toename belasting: Er worden plannen gemaakt om het circuit om te bouwen tot een kV circuit, maar het tijdsplan is nog niet bekend.
- Configuratie:
 - R: 3
 - G: 11
 - B: 7



IV

BIJLAGE: RESULTATEN 100 MICROTESLA MAGNEETVELDCONTOUR STATION HARDERWIJK (GIS-TEKENING)



Esri_NL_Content; Esri Nederland, Community Map Contributors

- Geleiders
- Boven 100 uT
- Hekwerk

drawn R.J.S. Ekkelenkamp MSc
verified ir. J.G. Tams
approved dr. ir. H. Droogendijk
version 1
date 28-01-2022
drawing no 1

page size A4 landscape
scale 1:2.000

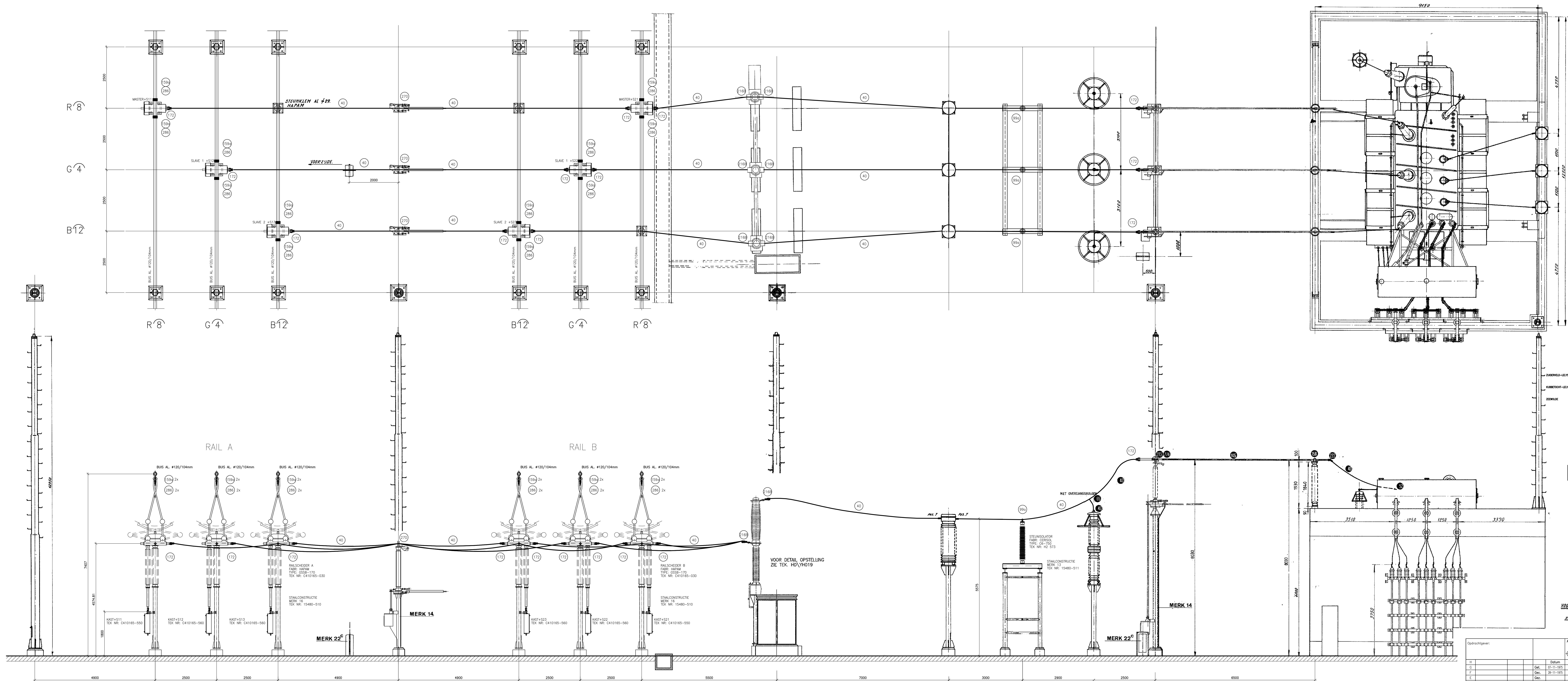
0 10 20 30 40 50 m

Berekening 100 microtesla contour
150/10 kV transformatorstation Harderwijk
client Qirion B.V.
project Magneetveldberekening transformatorstation Harderwijk
project code 126993

Witteveen + Bos



BIJLAGE: 150 KV DOORSNEDE EN BOVENAANZICHT TRANSFORMATORVELD 3 ('HD-2XZ-000442-000001')



DOORSNEDE A-A

VOOR TRANSVELD 1 ZIE TEK. 2-02-3534/1
VOOR POS. 11 KLENNEN ZIE TEK. 2-02-3116

Opdrachtgever:		Aankomende projectie		Schaal: 1:50	Formaat: 2x82	Afdeling: E
H		Datum	Revisie	ONDERSTATION HARDERWIJK 150 KV DOORSNEDE EN BOVENWICHT TRANSFORMATORVELD 3 OPSTELLINGSTEKENING		
G		07-11-1975	RS			
F		07-11-1975	RS			
E						
D						
O. RINT. + SCHIEDEN VERB.				21-02-1984	MC	
C.				21-08-1984	MC	
B.				05-01-1987	MC	
A.				21-01-1988	MC	
Rev.	Wijziging	Datum	Get.	Oorspr.	Opdrachtgever	Vervolg:

liandon

000442

Blad 001

VI

BIJLAGE: DOORSNEDE EN BOVENAANZICHT 50 KV-VELDEN ('HD-A1-002240-00001T')

