



Actualisatie magneetveldzone Zuidbroek Apeldoorn

Magneetveldberekening
Gemeente Apeldoorn

7 maart 2024

Project Actualisatie magneetveldzone Zuidbroek Apeldoorn
Opdrachtgever Gemeente Apeldoorn

Document Magneetveldberekening
Status Definitief
Datum 7 maart 2024
Referentie 141213/24-003.350

Projectcode 141213
Projectleider J.G. Tams MSc
Projectdirecteur Drs. H.J.W. Albers-Schouten

Auteur(s) Dr.ir. H. Noshahri
Gecontroleerd door J.G. Tams MSc
Goedgekeurd door J.G. Tams MSc

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	4
1.1	Achtergrond	4
1.2	Doel en scope	5
1.3	Uitgangspunten	5
1.4	Leeswijzer	5
2	INVOERGEGEVENEN	6
2.1	Locatie	6
2.2	Lijngegevens	6
2.3	Geleidergegevens	7
3	BEREKENING VAN DE MAGNEETVELDZONE	9
3.1	Rekenmodel	9
3.1.1	Geleiderconfiguraties	9
3.2	Berekening magneetveldzone	10
4	CONCLUSIE	11
	Laatste pagina	11
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Achtergrond en uitgangspunten	1
II	Gegevens TenneT	1
III	Overzicht magneetveldzone	1

1

INLEIDING

1.1 Achtergrond

Gemeente Apeldoorn heeft uitvraag gedaan naar de magneetveldcontour rondom de hoogspanningsverbinding 150 kV Lelystad - Woudhuis voor het gebied tussen masten 216 en 217. Deze hoogspanningsverbinding is in het beheer van TenneT en het betreft de volgende hoogspanningslijnen:

- 150 kV Woudhuis – Zuidbroek (wit);
- 150 kV Dronten - Woudhuis (geel).

In afbeelding 1.1 is de desbetreffende hoogspanningsverbinding met bijbehorende mastnummers weergegeven.

Afbeelding 1.1 Overzichtskaart gedeelte hoogspanningsverbinding Lelystad - Woudhuis (150 kV) binnen scope



In 2005 heeft het toenmalige ministerie van VROM een beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen aan gemeenten, netbeheerders en provincies uitgebracht. In dat advies wordt aangeraden om zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te vermijden dat er nieuwe situaties ontstaan waarbij kinderen langdurig verblijven in het gebied rond bovengrondse hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger is dan 0,4 microtesla (de magneetveldzone). De reden hiervoor is dat er een zwak statistisch verband is vastgesteld tussen de langdurige blootstelling aan magneetvelden met deze veldsterktes en een verhoogd risico op kinderleukemie. In 2023 is het beleidsadvies herzien waarbij tevens aangeraden wordt om zoveel als mogelijk te vermijden dat volwassenen zich langdurig in de magneetveldzone bevinden.

Vanuit het kader van dit beleidsadvies is aan Witteveen+Bos gevraagd om de magneetveldzone rondom deze hoogspanningsverbinding in het gebied Zuidbroek te Apeldoorn te berekenen conform de Handreiking van het RIVM, versie 5.0, 21 april 2023, voor het berekenen van de magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen. De RIVM Handreiking schrijft de rekenregels voor om de magneetveldzone te berekenen. Meer achtergrond omtrent de RIVM Handreiking is terug te vinden in bijlage I.

1.2 Doel en scope

Het doel van het voorliggende rapport is om de magneetveldzone in kaart te brengen voor hoogspanningsverbinding 150 kV Lelystad - Woudhuis tussen masten 216 en 217. De magneetveldzone is berekend conform de vigerende handreiking van het RIVM (versie 5.0, 21 april 2023). Hiermee wordt de sterkte van het magnetisch veld rondom een bovengrondse hoogspanningslijn vertaald naar een zone waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger is dan 0,4 microtesla. Aan de hand van de resultaten wordt inzichtelijk gemaakt in hoeverre het perceel zich in deze magneetveldzone van de nabijgelegen hoogspanningsverbindingen bevindt.

1.3 Uitgangspunten

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

- voor de 150 kV Lelystad - Woudhuis hoogspanningsverbinding worden de lijnen tussen de masten 216 en 217, afbeelding 1.1, gemodelleerd;
- de magneetveldzone wordt conform de handreiking van het RIVM bepaald op een hoogte van 1 m boven maaiveld.

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

- document 'Handreiking voor het berekenen van de magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen, RIVM, versie 5.0, d.d. 21 april 2023;
- gegevens van hoogspanningssystemen van TenneT (ontvangen om 27 februari 2024, zie bijlage II).

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de gegevens weergegeven die de invoer vormen voor de magneetveldberekeningen. De resultaten van de berekeningen voor de magneetveldzone zijn opgenomen in hoofdstuk 3. De conclusies van dit rapport zijn in hoofdstuk 4 beschreven.

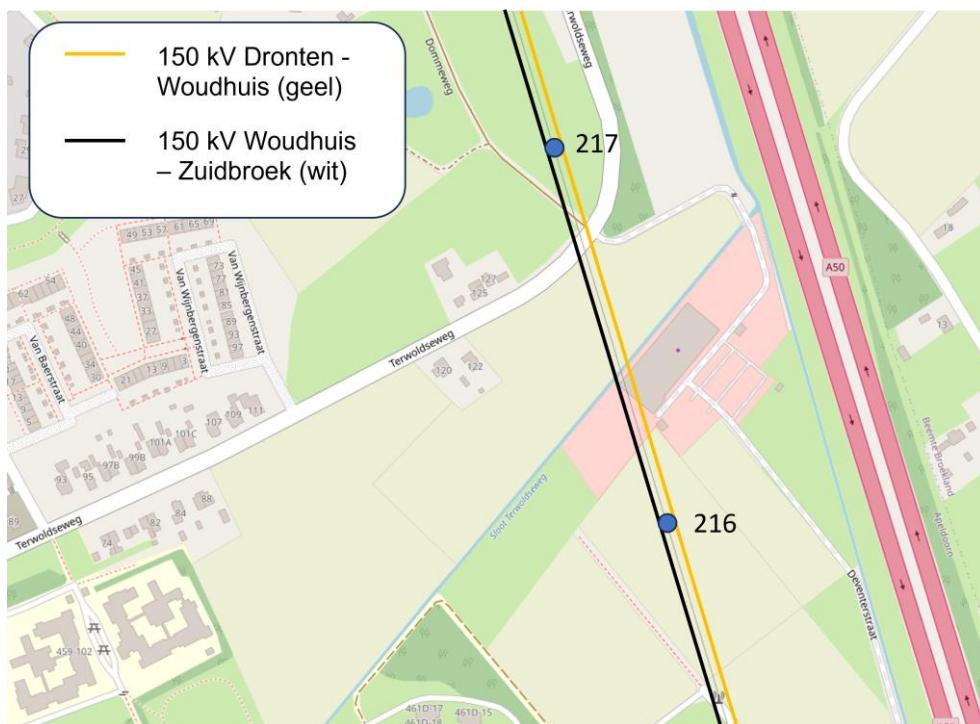
2

INVOERGEGEVENS

2.1 Locatie

In afbeelding 2.1 is de locatie van de hoogspanningslijnen weergegeven, inclusief de mastlocaties, de corresponderende nummering, en de circuитаanduiding. De circuits Dronten - Woudhuis (geel) en Woudhuis - Zuidbroek hangen respectievelijk recht en links van de masten in de kijkrichting van mast 216 naar mast 217.

Afbeelding 2.1 Locatie van de hoogspanningslijnen (bron: openstreetmap.org)



2.2 Lijngegevens

Voor het bepalen van de worst-case situatie wordt rekening gehouden met tegengestelde stroomrichtingen. De verschillende hoogspanningsverbindingen bevatten in totaal twee afzonderlijke circuits met als gevolg dat de magneetveldzone voor 4 (immers 2^2) combinaties van stroomrichtingen wordt onderzocht. Voor de zoneberekening wordt uiteindelijk de worst-case gepresenteerd. De worst-case scenario is de situatie die de breedste magneetveldzone oplevert.

Tabel 2.1 Lijngegevens hoogspanningsverbinding

Lijnnaam	Spanning [kV]	Aantal circuits	Ontwerpbelasting [MVA]
150 kV Dronten - Woudhuis (geel)	150	2	496
150 kV Woudhuis - Zuidbroek (wit)	150	2	496

De locatie van de relevante masten voor dit onderzoek zijn in rijksdriehoekscoördinaten weergegeven in tabel 2.2. De mastbeelden en geometrieën van de vermelde masten zijn in bijlage II opgenomen.

Tabel 2.2 Rijksdriehoekscoördinaten relevante masten

Mast	Mastnummer	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
216	LLS-WHS-150-216	Donaumast	197802,75	471516,76
217	LLS-WHS-150-217	Donaumast	197714,11	471803,34

De geometrische gegevens van de hoogspanningsverbindingen zijn weergegeven in tabel 2.3.

Tabel 2.3 Geometrische gegevens hoogspanningsverbinding

Lijnnaam	Lengte vaksegment [m]	Positie	Doorhang t.o.v. mast 216 [m]	Positie (laterale afstand) t.o.v. mast 216 [m]	Positie (laterale hoogte) t.o.v. mast 216 [m]	Positie (laterale afstand) t.o.v. mast 217 [m]	Positie (laterale hoogte) t.o.v. mast 217 [m]
150 kV Dronten - Woudhuis (geel)	299,98	binnentraverse	7,67	4,56	16,58	4,53	16,62
		buitentraverse	7,46	8,52	16,37	8,6	16,84
		boventraverse	7,56	6,58	21,5	6,58	21,76
150 kV Woudhuis - Zuidbroek (wit)	299,98	binnentraverse	7,64	-4,49	16,51	-4,45	16,61
		buitentraverse	7,75	-8,46	16,62	-8,46	16,51
		boventraverse	7,74	-6,37	21,78	-6,4	21,69

2.3 Geleidergegevens

Voor de verschillende hoogspanningsverbindingen zijn de aangesloten vermogens en spanningen bekend, zie tabel 2.1. Om een magneetveldberekening uit te voeren is het noodzakelijk om de ontwerpstromen van de verschillende lijnen 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.

Voor het berekenen van de magneetveldzone wordt uitgegaan van een jaargemiddelde belasting. Conform de Handreiking heeft dit als gevolg dat voor spanningen lager dan 220 kV een belasting gehanteerd wordt die gelijk is aan 50 % van de ontwerpstroom. De gegevens van de geleiders zijn per hoogspanningsverbinding opgenomen in tabel 2.4.

Tabel 2.4 Geleidergegevens

Lijnnaam	Rekenstroom [A]	Klokgetal	Positie
150 kV Dronten - Woudhuis (geel)	955	4	binnentraverse
	955	8	buitentraverse
	955	12	boventraverse
150 kV Woudhuis - Zuidbroek (wit)	955	4	binnentraverse
	955	8	buitentraverse
	955	12	boventraverse

3

BEREKENING VAN DE MAGNEETVELDZONE

3.1 Rekenmodel

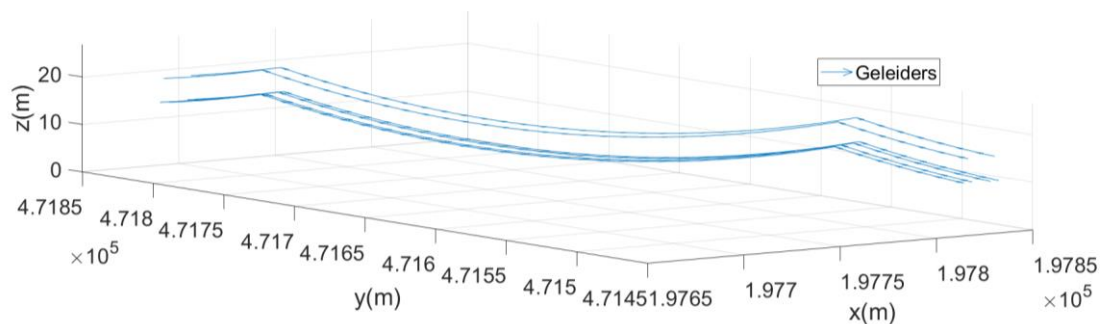
De magneetveldzone wordt bepaald in het programma **Plusfields**, dat is ontwikkeld voor magneetveldberekeningen conform de vigerende handreiking van het RIVM. Het rekenmodel werkt met een Finite Element Methode (FEM). Hierbij wordt iedere lijn in segmenten gedeeld, waarbij de contributie van deze delen gesomd worden tot het totaal. In dit onderzoek wordt de segment lengte van 5 m gebruikt met een rastergrootte van 1,0 m. Dat wil zeggen dat het magneetveld op 'pixels' met een tussenafstand van 1,0 m berekend wordt.

Plusfields houdt rekening met de doorhang van de geleiders, de fase(verschillen) en alle mogelijke combinaties van stroomrichtingen.

3.1.1 Geleiderconfiguraties

In afbeelding 3.1 is de geleiderconfiguratie weergegeven van de lijnverbinding. Hierbij zijn de X- en Y-coördinaten gegeven in rijksdriehoekscoördinaten in de dimensie van meters. De Z-as is de hoogte boven het maaiveld in de dimensie van meters.

Afbeelding 3.1 3D-geleiderconfiguratie



3.2 Berekening magneetveldzone

Op basis van de invoergegevens is de magneetveldzone berekend op woensdag 28 februari 2024 met het programma PlusFields v1.0. Door evaluatie van het magneetveld op maaiveldhoogte (1 m) wordt numeriek bepaald op welke afstand tot de hartlijn het magneetveld de grens van 0,4 microtesla overschrijdt. Conform de vigerende handreiking van het RIVM (versie 5.0) wordt deze geografische positie – de specifieke magneetveldbreedte – afgerond op het dichtst bij gelegen veelvoud van 5 m. In tabel 3.1 is de breedte van de relevante segmenten weergegeven.

Tabel 3.1 Magneetveldzone in het gebied Zuidbroek te Apeldoorn

Lijnnaam	Vaksegment	Breedte magneetveldzone [m]
150 kV Dronten - Woudhuis (geel)	216-217	70
150 kV Woudhuis - Zuidbroek (wit)	216-217	70

De magneetveldzone is tevens geografisch vastgesteld en is weergegeven in afbeelding 3.2. In bijlage III is de volledige tekening opgenomen.

Afbeelding 3.2 Magneetveldzone in het gebied Zuidbroek te Apeldoorn



4

CONCLUSIE

De magneetveldzone (jaargemiddelde waarde van 0,4 microtesla) voor het gebied rondom de 150kV Lelystad - Woudhuis hoogspanningsverbinding tussen masten 216 en 217 aan de Zuidbroek te Apeldoorn is berekend conform de vigerende handreiking van het RIVM.

Voor dit lijnstuk strekt de magneetveldzone zich uit tot 70 m aan elke zijde van de hoogspanningsverbinding. De magneetveldzone is tevens geografisch vastgesteld.

Bijlage(n)

BIJLAGE: ACHTERGROND EN UITGANGSPUNTEN

Magneetvelden en gezondheid

Magneetvelden kunnen het functioneren van het menselijk lichaam beïnvloeden. Boven een bepaalde waarde van de veldsterkte kunnen acute effecten optreden, zoals het 'zien' van lichtflitsen en onwillekeurige spiersamentrekkingen. In de buurt van de elektriciteitsvoorziening gaat het om in de tijd wisselende velden met een frequentie van 50 hertz (Hz). Voor de sterkte van het magneetveld heeft de Europese Unie bij 50 Hz een referentieniveau voor leden van de bevolking van 100 microtesla aanbevolen. Beneden het referentieniveau veroorzaakt het magneetveld geen acute effecten. Bij bovengrondse hoogspanningslijnen in Nederland is de sterkte van het magneetveld op voor leden van de bevolking toegankelijke plaatsen overal lager dan 100 microtesla.

Het is minder duidelijk wat de effecten van langdurige blootstelling aan lagere sterkte van het magneetveld zijn. Het onderzoek in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen wijst erop dat kinderen die dicht bij een dergelijke hoogspanningslijn wonen, waar het magneetveld sterker is dan verder verwijderd van de hoogspanningslijn, mogelijk extra risico op leukemie lopen. Het (mogelijk) verhoogde risico op kinderleukemie tekent zich af bij langdurige blootstelling aan magneetvelden sterker dan ergens tussen 0,2 en 0,5 microtesla.

Beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen

Op grond van deze gegevens en uitgaande van het voorzorgsbeginsel heeft het toenmalige ministerie van VROM in 2005 een beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen aan gemeenten, netbeheerders en provincies uitgebracht. In dat advies wordt aangeraden om zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te vermijden dat er nieuwe situaties ontstaan waarbij kinderen langdurig verblijven in het gebied rond bovengrondse hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger is dan 0,4 microtesla (de specifieke magneetveldzone). Het beleidsadvies is in 2023 herzien, waarbij naast kinderen tevens aangeraden wordt om zoveel als mogelijk te voorkomen dat volwassenen zich langdurig in de magneetveldzone bevinden.

Zoneberekening

De manier waarop deze magneetveldzone kan worden berekend, is vastgelegd in de Handreiking van het RIVM.

Om een berekeningsmethode voor de in het beleidsadvies aangegeven magneetveldzone op te kunnen stellen, zijn enkele vereenvoudigingen van het hoogspanningsnet aangenomen. Vereenvoudigingen zijn onvermijdelijk omdat de volledige karakteristieken van de stroom niet altijd en overal in het hoogspanningsnet bekend zijn. Een eerste vereenvoudiging is dat er voor elk circuit met één stroom wordt gerekend. Deze rekenstroom is een schatting voor de maximale, jaargemiddelde stroom die nu of in de toekomst kan optreden. Een tweede vereenvoudiging is dat de stroom door de bliksemdraden (en andere geleiders in de buurt van de hoogspanningslijn zoals buisleidingen, vangrails en silo's) niet in de berekening wordt meegenomen. Een derde vereenvoudiging is dat de magneetveldzone, waar mogelijk, wordt voorgesteld door rechte lijnen evenwijdig aan de hoogspanningslijn. Een gevolg van deze aannames is dat een berekening volgens deze Handreiking niet de werkelijke sterkte van het magneetveld op een bepaalde locatie op een bepaald tijdstip (zoals die met een momentane meting bepaald zou kunnen worden) weergeeft. Een berekening volgens de Handreiking legt een magneetveldzone vast die past binnen het beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen.

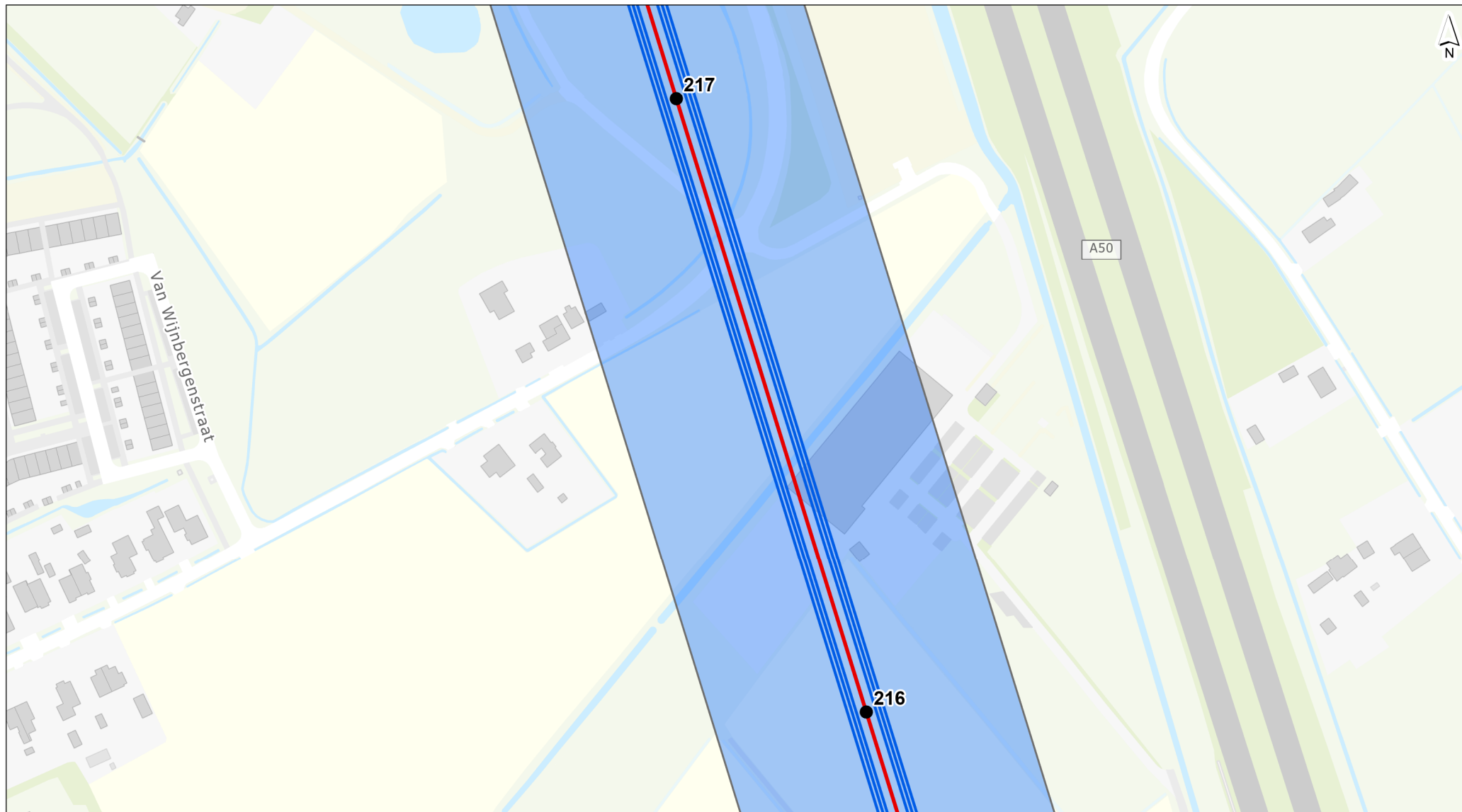


BIJLAGE: GEGEVENS TENNET

CIRCUIT	AANTAL CIRCUITS	SPANNING SNIVEAU	ONTWERPBEL ASTING	AFSTANDVAKSE GMENT	DOORHANG_T			ITIE_LATERA E_LATERALE_H				SITIE_LATE TIE_LATERALE				Opmerkingen	REKENSTR	MAST1_FU				
					XDOORHANG	OV_MAST1	OBJECTID_MAST1	X_MAST1	Y_MAST1	FASE	LE_BREEDTE	OOGTE	MASTBEELD_MAST1	OBJECTID_MAST2	X_MAST2				Y_MAST2	RALE_BREE	_HOOGTE	MASTBEELD_MAST2
WHS-DNT150 GL	2	150	496	299,98	149,8	7,67	WHS-HTH150 216	197802,75	471516,76	4	4,56	16,58	DOV_WHS-HTH150_216	WHS-HTH150 217	197714,11	471803,34	4,53	16,62	DOV_WHS-HTH150_217		955	Steunmast
WHS-DNT150 GL	2	150	496	299,98	147,7	7,46	WHS-HTH150 216	197802,75	471516,76	8	8,52	16,37	DOV_WHS-HTH150_216	WHS-HTH150 217	197714,11	471803,34	8,6	16,84	DOV_WHS-HTH150_217		955	Steunmast
WHS-DNT150 GL	2	150	496	299,98	148,72	7,56	WHS-HTH150 216	197802,75	471516,76	12	6,58	21,5	DOV_WHS-HTH150_216	WHS-HTH150 217	197714,11	471803,34	6,58	21,76	DOV_WHS-HTH150_217		955	Steunmast
ZBK-WHS150 W	2	150	496	299,98	149,5	7,64	WHS-HTH150 216	197802,75	471516,76	4	-4,49	16,51	DOV_WHS-HTH150_216	WHS-HTH150 217	197714,11	471803,34	-4,45	16,61	DOV_WHS-HTH150_217		955	Steunmast
ZBK-WHS150 W	2	150	496	299,98	150,53	7,75	WHS-HTH150 216	197802,75	471516,76	8	-8,46	16,62	DOV_WHS-HTH150_216	WHS-HTH150 217	197714,11	471803,34	-8,46	16,51	DOV_WHS-HTH150_217		955	Steunmast
ZBK-WHS150 W	2	150	496	299,98	150,43	7,74	WHS-HTH150 216	197802,75	471516,76	12	-6,37	21,78	DOV_WHS-HTH150_216	WHS-HTH150 217	197714,11	471803,34	-6,4	21,69	DOV_WHS-HTH150_217		955	Steunmast



BIJLAGE: OVERZICHT MAGNEETVELDZONE



- Hoogspanningsmast
- Hoogspanningslijnen (150 kV)
- Hartlijn
- Magneetveldzone

getekend R.J.S. Ekkelenkamp MSc
gecontroleerd Ir. J. G. Tams
goedgekeurd Ir. J. G. Tams
versie definitief 1
datum 28-02-2024
tekeningnr 1

formaat A4 landscape
schaal 1:2.500

0 10 20 30 40 50 m

Actualisatie Magneetveldzone Zuidbroek Apeldoorn

opdrachtgever Gemeente Apeldoorn
projectnaam Actualisatie Magneetveldzone Zuidbroek Apeldoorn
projectcode 141213

Witteveen + Bos

