

TECHNISCHE ONDERBOUWING  
UITSPRAAK RAAD VAN STATE  
BEROEP MUL EN MARCELIS

PROVINCIE NOORD-HOLLAND

18 MEI 2017



## Algemene Informatie

### Opdrachtgever:

PROVINCIE NOORD-HOLLAND  
DHR. H. VAN ENGELENBURG  
Projectleider PIP / Wind op Land



Provincie Noord-Holland  
Postbus 3007  
2001 DA Haarlem  
Nederland

### Opdrachtnemer:

MANIOS CONSULTANCY  
MEVR. MONIKA MANIOS  
Adviseur

T +31636112240  
E monika@maniosconsultancy.com

Manios Consultancy  
Oranjestraat 6  
2611 SZ Delft  
Nederland

BHVC BVBA  
IR. ERIC BEEKER  
Adviseur Elektrotechniek

BHVC-bvba  
Rubensheide 146  
2950 Kapellen  
België

## Documentbeheer

Documentnr: PNH2017-02 versie 4  
Datum: 18 mei 2017  
Titel: Technische onderbouwing uitspraak RvS beroep Mul en Marcelis  
Project: Netuitbreiding  
Organisatie: Manios Consultancy  
Status: Definitief

Auteur: Monika Manios  
Auteur: Eric Beeker

Versie:	Verstrekt aan:	Organisatie:	Datum:
0	--	--	24 april 2017
1	Dhr. H. van Engelenburg	Provincie Noord-Holland	30 april 2017
2	Dhr. H. van Engelenburg	Provincie Noord-Holland	15 mei 2017
3	Dhr. H. Van Engelenburg	Provincie Noord-Holland	17 mei 2017
4	Dhr. H. Van Engelenburg	Provincie Noord-Holland	19 mei 2017

# Inhoudsopgave

1	Projectomschrijving	3
1.1	Achtergrond	3
1.2	Doelstelling nadere onderbouwing	3
1.3	Leeswijzer	3
2	Projectgegevens	4
2.1	Gebruikte gegevens	4
2.2	Normen en richtlijnen	4
3	Achtergrondinformatie EM-velden	5
4	Bestaande situatie Rustenburgerweg 120	7
4.1	Ligging	7
4.2	EM-veld als gevolg van 150 kV lijnverbinding OTL-APN	8
5	Toekomstige situatie Rustenburgerweg 120	10
5.1	Toekomstige situatie	10
5.2	EM-veld als gevolg van 150 kV kabelverbinding OTL-DWL	10
5.3	EM-veld als gevolg van OTL-APN en OTL-DWL	13
6	Conclusie	15

# 1 Projectomschrijving

## 1.1 Achtergrond

In de Kop van Noord-Holland zijn netbeheerders TenneT en Liander voornemens om het bestaande elektriciteitsnetwerk toekomstbestendig te maken en aan de groeiende vraag naar transportcapaciteit te voldoen. Daarom is het noodzakelijk om dit net te versterken en uit te breiden. De uitbreiding bestaat uit een nieuw te bouwen 150/20 kV-transformatorstation en het aanleggen van ondergrondse 150 kV-kabelverbindingen naar vijf omliggende stations.

Omdat het project van regionaal belang is en meerdere gemeenten beïnvloedt, loopt de procedure via een Provinciaal Inpassing Plan (PIP). In samenwerking met de Provincie Noord-Holland (PNH) hebben TenneT en Liander gezocht naar een geschikte locatie voor het station en de tracés voor de kabelverbindingen.

In het voorjaar van 2015 is het concept PIP ter inzage gelegd. Naar aanleiding van de vele zienswijzen een gewijzigd PIP opgesteld welke in april 2016 door Provinciale Staten is vastgesteld. Tegen dit besluit hebben een aantal appellanten een beroep ingesteld bij de Raad van State (RvS).

Op 1 februari 2017 heeft RvS uitspraak gedaan op de ingestelde beroepen. Een aantal beroepen zijn gegrond verklaard waardoor de daarop betrekking hebbende onderdelen van het PIP vernietigd zijn. Als gevolg hiervan moet PNH een herstelbesluit nemen voor de gegrond verklaarde beroepen.

RvS heeft in het beroep van Mul en Marcelis wonend aan de Rustenburgerweg 120 te Heerhugowaard gevraagd om een nadere onderbouwing, waarbij aangetoond wordt dat

1. het magneetveld ter plaatse niet significant toeneemt ten gevolge van de aanleg van een nieuw 150 kV-kabelsysteem Oterleek- de Weel en
2. de minimaal benodigde aanlegdiepte ervan vastgelegd wordt in de planregels en/of de verbeelding.

PNH heeft aan Manios Consultancy en BHVC gevraagd op basis van berekeningen een technische onderbouwing en een advies aan te leveren voor de minimale aanlegdiepte van het kabelsysteem ter hoogte van de Rustenburgerweg 120 te Heerhugowaard.

## 1.2 Doelstelling nadere onderbouwing

Het doel van de nadere onderbouwing is om vast te leggen op welke diepte de kabelverbinding minimaal moet worden aangelegd zodat er geen of zeer geringe toename van het magneetveld ontstaat ter hoogte van de gevel van het woonhuis op de Rustenburgerweg 120.

## 1.3 Leeswijzer

Het rapport is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 geeft de gebruikte projectgegevens en van toepassing zijnde normen en richtlijnen;
- Hoofdstuk 3 licht de achtergrond van magneetveldberekeningen toe.
- Hoofdstuk 4 beschrijft de bestaande situatie ter hoogte van de Rustenburgerweg.
- Hoofdstuk 5 beschrijft de toekomstige situatie ter hoogte van de Rustenburgerweg.
- Hoofdstuk 6 geeft de conclusie voor de nadere onderbouwing.

## 2 Projectgegevens

Voor het opstellen van de technische onderbouwing zijn gegevens uit het PIP Netuitbreiding Kop van Noord-Holland, andere informatiebronnen en vigerende normen en richtlijnen gebruikt. Paragraaf 2.1 en 2.2 geven een overzicht.

### 2.1 Gebruikte gegevens

Ten behoeve van de onderbouwing zijn de volgende gegevens gebruikt:

- [1] Uitspraak Raad van State met kenmerk 201603535/1/R6, d.d. 1 februari 2017;
- [2] "PIP Netuitbreiding Kop van Noord-Holland", d.d. 4 april 2016;
- [3] "Toelichting Netuitbreiding Kop van Noord-Holland", d.d. 4 april 2016;
- [4] "Toelichting Bijlagen Netuitbreiding Kop van Noord-Holland", d.d. 4 april 2016;
- [5] "Regels Netuitbreiding Kop van Noord-Holland", d.d. 4 april 2016;
- [6] Afbeelding 1 t/m 5 Netuitbreiding Kop van Noord-Holland met kenmerk NL.IMRO.9927.IPnetuitbreidingkopnh-ON02, d.d. 4 april 2016;
- [7] "Nota van beantwoording PIP Netuitbreiding Kop van Noord-Holland", d.d. 5 februari 2016;
- [8] "Bovengrondse lijn Oterleek – Anna Paulowna, Specifieke Magneetveldzone ter hoogte van mast 30, 31, 32" met kenmerk TER0761TB260112, d.d. 26 januari 2011;
- [9] "Relatie tussen legdiepte en omvang van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldzone bij ondergrondse hoogspanningskabels gelegd in een gestuurde boring – 150 kV verbinding Middenmeer" met kenmerk 22042016, d.d. 4 april 2016;
- [10] "Lengteprofiel 150kV lijn Oterleek – Anna Paulowna" met kenmerk 1318-1XZ-150918-000000, d.d. 7 mei 2010;
- [11] "Schema masttype A Oterleek – Anna Paulowna met kenmerk 1318-63-01, d.d. 12 februari 2003;
- [12] Technische informatie 150 kV verbinding Oterleek – Anna Paulowna bestaande uit tekeningen en databladen, ontvangen van TenneT d.d. 26 april 2017;
- [13] Google Earth en Database Netkaart Benelux versie 5.1, d.d. augustus 2016.

### 2.2 Normen en richtlijnen

De volgende normen en richtlijnen zijn van toepassing op deze haalbaarheidsstudie:

- [14] NEN 3650 serie 'Eisen voor buisleidingsystemen', juni 2012;
- [15] NEN 3651 'Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken', juni 2012;
- [16] NEN 3654 'Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen', februari 2014;
- [17] "Handreiking voor het berekenen van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen" versie 4,1, d.d. 26 oktober 2015.
- [18] "ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic field (1 Hz – 100 kHz)", gepubliceerd in HEALTH PHYSICS 99(6): 818-836, 2010.

Naast de hierboven benoemde normen en richtlijnen is gebruik gemaakt van mondeling en per e-mail verstrekte informatie door de Provincie Noord-Holland, TenneT TSO BV en door vergunningverlenende partijen en is gebruik gemaakt van vigerende beleidskaders en wet- en regelgeving.

### 3 Achtergrondinformatie EM-velden

Voor het berekenen van magneetveldsterkten zijn wereldwijd richtlijnen vastgesteld met limieten voor blootstelling. Hiernaast zijn in Nederland aanvullende richtlijnen van toepassing voor nieuwe bovengrondse hoogspanningsverbindingen. Onderhavig hoofdstuk geeft beknopt een toelichting op de aanwezige richtlijnen en het toepassingsgebied ervan.

#### Richtlijnen bij de veldsterkten

Hoogspanningslijnen induceren een magnetisch en een elektrisch veld in de directe omgeving ervan. Richtlijnen zijn opgesteld en worden toegepast voor dergelijke verbindingen over de gehele wereld, als geschreven door de 'International Commission for Non Ionizing Radiation' (ICNIRP). Deze commissie past twee limieten toe waaraan mensen mogen worden blootgesteld. Een verschil wordt daarbij gemaakt tussen professionele (Directive for occupational exposure) en niet professioneel verblijvende personen (Recommendation for public exposure).

Deze waarden bedroegen in 1998 voor continue blootstelling voor de bevolking:

- 100 [ $\mu$ T] en 5 [kV/m].

en voor continue blootstelling voor professionele werkzame personen:

- 500 [ $\mu$ T] en 10 [kV/m].

In 2010 werden de waarden voor de magnetische veldsterkten door de commissie verhoogd met een factor 2:

- 200 [ $\mu$ T] voor continue blootstelling voor de bevolking
- 1 [mT] voor continue blootstelling voor professionele werkzame personen

Deze waarden worden berekend/gemeten op 1 [m] boven maaiveldniveau..

Het INCIRP besluit het document "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz), uitgave 2010<sup>[18]</sup>, met een overweging naar aanleiding van wetenschappelijk onderzoek:

#### *"CONSIDERATIONS REGARDING POSSIBLE LONG-TERM EFFECTS*

*As noted above, epidemiological studies have consistently found that everyday chronic low-intensity (above 0.3– 0.4  $\mu$ T) power frequency magnetic field exposure is associated with an increased risk of childhood leukemia. IARC has classified such fields as possibly carcinogenic. However, a causal relationship between magnetic fields and childhood leukemia has not been established nor have any other long term effects been established. The absence of established causality means that this effect cannot be addressed in the basic restrictions. However, risk management advice, including considerations on precautionary measures, has been given by WHO (2007a and b) and other entities."*

Het Nederlandse ministerie van VROM heeft in 2005, op basis van het voorzorgsbeginsel, een advies voor het hoogspanningslijnenbeleid aan gemeenten, netbeheerders en provincies uitgebracht. In dat advies adviseert VROM gemeenten en netbeheerders zoveel als redelijkerwijs mogelijk is, te voorkomen dat er in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen nieuwe situaties ontstaan waar kinderen langdurig<sup>1</sup> worden blootgesteld aan magnetische veldsterkten die jaargemiddeld boven 0,4 [ $\mu$ T] liggen. Op basis van dit advies is in de RIVM handreiking<sup>[17]</sup> de manier vastgelegd om deze 'zone waar het magnetische veld gemiddeld over een jaar boven de 0,4 [ $\mu$ T] ligt', verder aangeduid als 'specifieke magneetveldzone', zo eenduidig en transparant mogelijk te berekenen.

Al deze richtlijnen, instructies en grenswaarden worden gehanteerd voor nieuwe hoogspanningslijnen, echter niet voor bestaande hoogspanningslijnen of voor ondergrondse hoogspannings-kabelsystemen.

In onderhavige rapportage worden deze richtlijnen en instructies wel gebruikt voor het berekenen van de magneetvelden ter hoogte van het woonhuis aan de Rustenburgerweg 120, hoewel strikt genomen deze niet van toepassing zijn. De bestaande bovengrondse hoogspanningslijn is gebouwd in 1973 en de nieuwe verbinding betreft een ondergronds kabelsysteem. Het berekenen van de magneetvelden conform de richtlijnen en instructies is gedaan op expliciet verzoek als technische onderbouwing voor het herstelbesluit voor het vernietigde plandeel uit de RvS uitspraak.

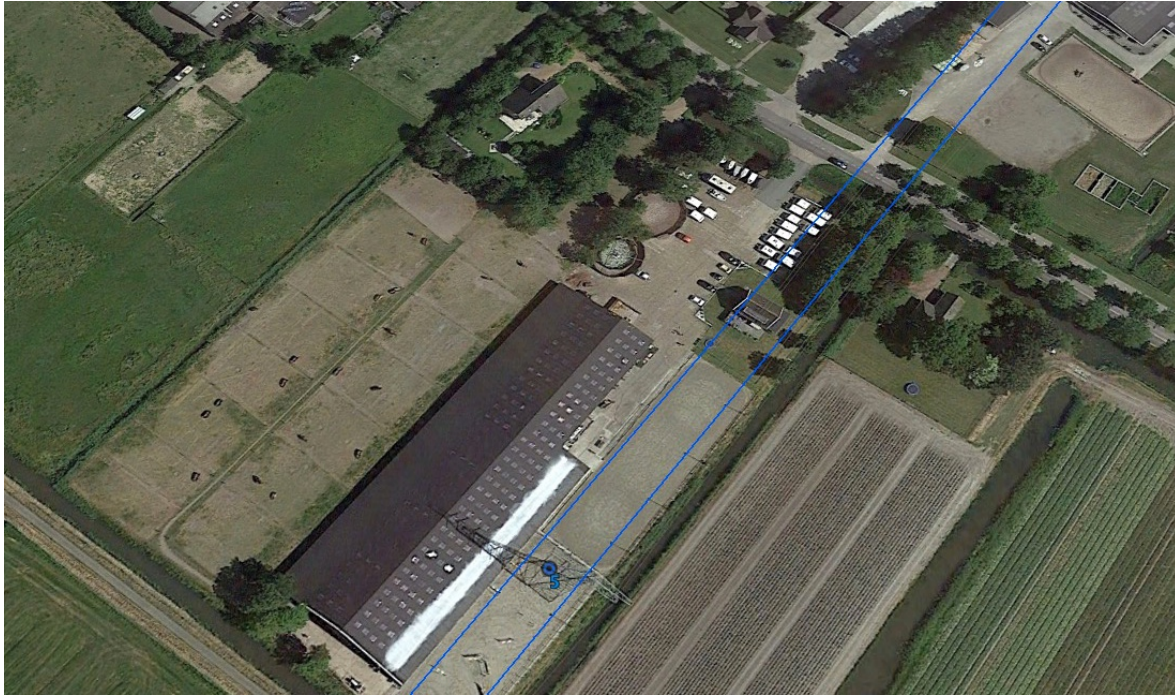
---

<sup>1</sup> De Commissie Elektromagnetische Velden van de Gezondheidsraad heeft in haar advies van 21 februari 2008 aangegeven dat een verblijf 'gedurende minimaal een jaar met een verblijftijd van minimaal circa 14–18 uur per dag' als langdurig kan worden beschouwd.

## 4 Bestaande situatie Rustenburgerweg 120

### 4.1 Ligging

In de huidige situatie ligt het huis aan de Rustenburgerweg 120 onder de bestaande 150 kV-lijnverbinding OTL-APN, op ongeveer 85 m afstand van mast 5. Ter hoogte van de woning is de berekende doorhang van de lijn 10,8 m. Dit is te zien op onderstaande afbeeldingen.



Figuur 1: Luchtfoto bestaande situatie Rustenburgerweg 120



Figuur 2: Bestaande situatie Rustenburgerweg 120

In paragraaf 4.2 is het EM-veld als gevolg van de bestaande 150 kV lijnverbinding berekend ter hoogte van het woonhuis op de Rustenburgerweg 120.



## 4.2 EM-veld als gevolg van 150 kV lijnverbinding OTL-APN

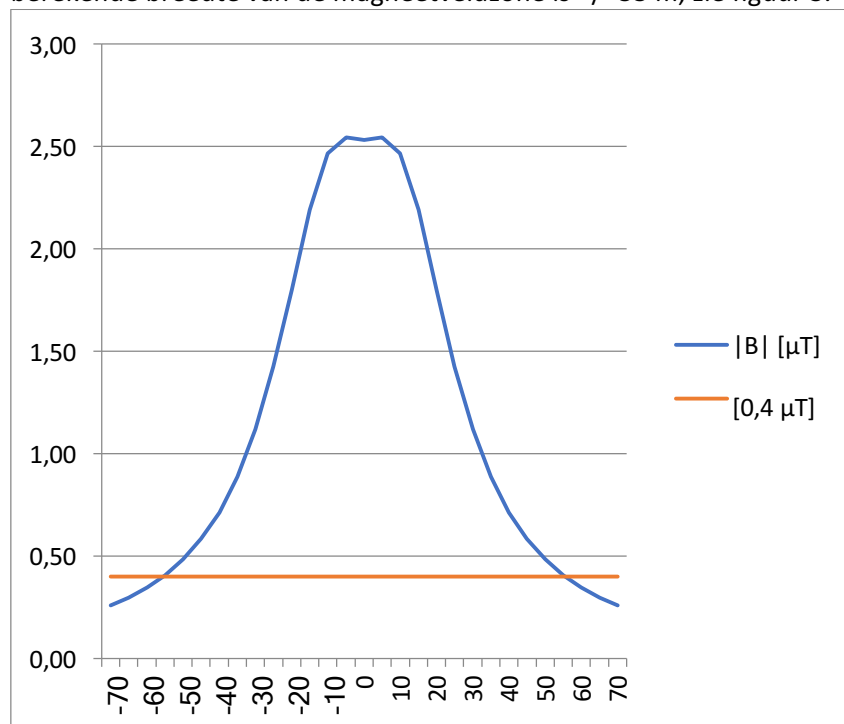
In tabel 2 zijn de uitgangspunten voor de berekening van het EM-veld als gevolg van de lijnverbinding opgenomen. Het EM-veld is berekend volgens de handreiking van het RIVM [17], dat wil zeggen dat er in beide circuits 50% van het maximaal vermogen door de lijnverbinding wordt getransporteerd.

Lijnnaam	150 kV dubbelcircuit-lijn Oterleek - Anna Paulowna (OTL-APN)
Mastinformatie	Mastnummers 5 en 6, beide steunmasten van type SA, respectievelijk ten westen en oosten van de Rustenburgerweg 120 te Heerhugowaard. Plaats ten westen, resp. oosten van de Rustenburgerweg op basis van [10]
Mastcoördinaten	mast 5: (x;y) = (118697.50; 517702.44) mast 6: (x;y) = (118939.44; 517998.73)
Mastgeometrie	SA, op basis van [11]
Afstand tussen mast 5 en 6	382,5 m
Aantal circuits	2
Spanningsniveau	150 kV
Ontwerpbelasting	240 MVA
Rekenstroom	50% van 924 [A] = 462 [A] RMS-waarde. De fasenhoeken van links naar rechts: -120°, 0°, 120° / -120°, 0°, 120° (8-4-12 / 8-4-12)
Berekende doorhang ter plekke van woonhuis	10,8 m

Tabel 2: Uitgangspunten berekening EM-veld 150 kV OTL-APN ter hoogte van Rustenburgerweg 120

Gerekend is met een door BHVC ontwikkeld rekenmodel, op basis van D. Oeding/ B.R. Oswald: "Elektrische Kraftwerke und Netze", 6. Auflage, Springer Verlag, Kapitel 9.7 Wirkung der Freileitung auf den Menschen. In het rekenmodel is de RIVM Handreiking versie 4.1, d.d. 26 oktober 2015, toegepast.

Er is gerekend met een maximale resultante van de magneetveldsterkte, bij een hoek  $\alpha = 120^\circ$ . De berekende breedte van de magneetveldzone is +/- 55 m, zie figuur 3.



Figuur 3: De magnetische fluxdichtheid in  $\mu\text{T}$  van de HS-lijn OTL-APN op een hoogte van 1 [m] boven maaiveld, als functie van de afstand [m] loodrecht op de lengteas.

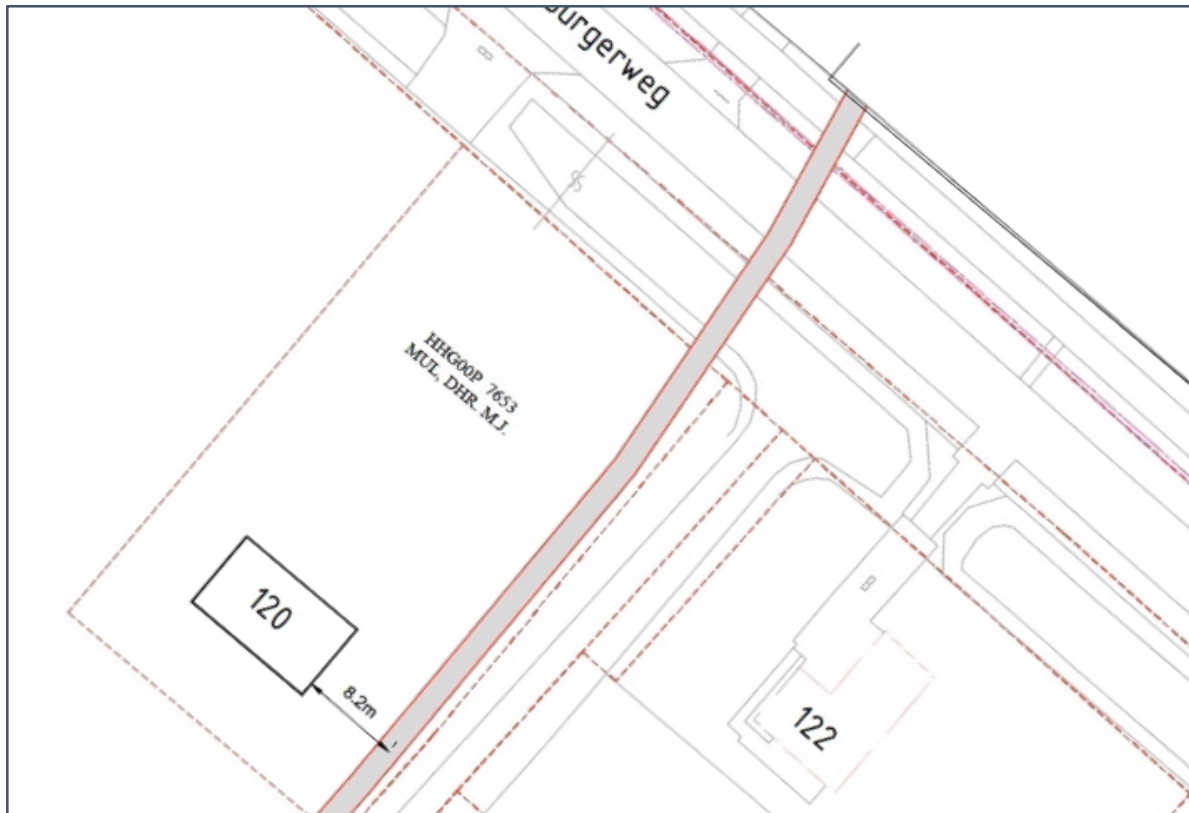
De maximale waarden  $2,54 \mu\text{T}$  worden gevonden op 5 m links en rechts van de lengteas van de lijn. Dit is een fluxdichtheid, variërend met de dubbele frequentie 100 Hz. De  $0,4 \mu\text{T}$ -waarden liggen op +/- 55 m van de lengteas. Dit is de zogenaamde 'specifieke magneetveldzone'.

Het woonhuis aan de Rustenburgerweg 120 staat recht onder lijnverbinding. Op basis van de uitgevoerde berekening is uit figuur 3 af te lezen dat ter plekke van het woonhuis een magneetveld van circa  $2,5 \mu\text{T}$  aanwezig is.

## 5 Toekomstige situatie Rustenburgerweg 120

### 5.1 Toekomstige situatie

Na aanleg van de nieuwe 150 kV-kabelverbinding Oterleek-de Weel (afgekort OTL-DWL) is de situatie nabij Rustenburgerweg 120 zoals weergegeven in Figuur 4. De afstand vanaf het hart van de kabelverbinding tot de zijgevel van het woonhuis bedraagt circa 8,2 m.



Figuur 4: Tekening nieuwe situatie Rustenburgerweg 120

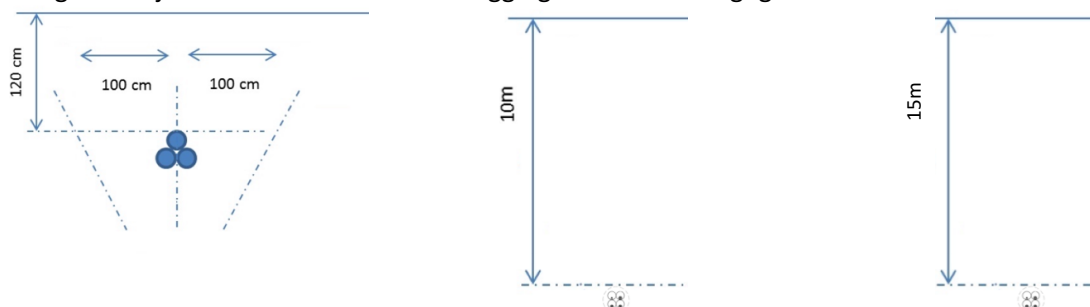
In paragraaf 5.2 is het EM-veld als gevolg van de nieuwe 150 kV kabelverbinding berekend ter hoogte van het woonhuis op de Rustenburgerweg 120.

### 5.2 EM-veld als gevolg van 150 kV kabelverbinding OTL-DWL

Het nieuwe 150 kV-kabelsysteem OTL-DWL zal ook een bijdrage aan de magneetveldsterkte leveren ter hoogte van het woonhuis, echter niet aan het elektrisch veld nabij het woonhuis. Voor dit rapport zijn voor drie kabelliggingssituaties de fluxdichtheden berekend, alle op 1 m boven maaiveld:

1. In open ontgraving, op 1,2 m onder maaiveld niveau;
2. In horizontaal gestuurde boring op 10 m onder maaiveldniveau;
3. In horizontaal gestuurde boring op 15 m onder maaiveldniveau.

In figuur 5 zijn de drie berekende kabelliggingssituaties weergegeven.



1. Ligging in open ontgraving    2. Ligging in boring op 10 m diepte    2. Ligging in boring op 15 m diepte

Figuur 5: Schematische weergave kabelliggingssituaties.

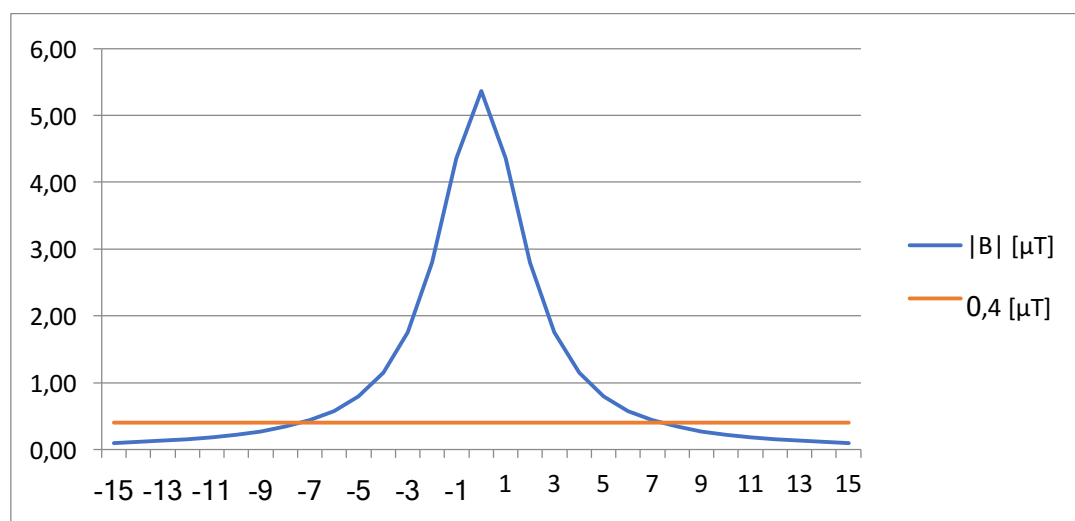
Er is gekozen voor het berekenen van drie kabelsituaties om het verschil tussen de magneetveldzone en magneetveldsterkte bij verschillende diepteliggingen inzichtelijk te maken. De diepteligging van 10 m en 15 m zijn gekozen op basis van de informatie uit het PIP en het beroep Mul en Marcelis. De diepteligging van 1,2 m is gekozen om het verschil tussen aanleg in open ontgraving en diepere aanleg met een boring inzichtelijk (als referentie) te maken.

In tabel 3 zijn de uitgangspunten voor de berekening van het EM-veld als gevolg van de kabelverbinding opgenomen. Het EM-veld is berekend volgens de handreiking van het RIVM [17], dat wil zeggen dat er in het kabelcircuit 50% van het maximaal vermogen door de kabelverbinding wordt getransporteerd.

Naam	150 kV kabelverbinding Oterleek – de Weel (OTL-DWL)
Spanningsniveau	150 kV
Aantal circuits	1
Nominaal vermogen	350 MVA
Nominale stroomsterkte	1347 A
Rekenstroom	50 % van 1347 A = 674 A
Kabelconfiguratie	Driehoeksligging, onderlinge afstand tussen fasen 0,2 m
Aardingsprincipe	Tweezijdig geaard met crossbonding. Schermstromen zijn verwaarloosd.

Tabel 3: Uitgangspunten berekening EM-veld 150 kV OTL-DWL ter hoogte van Rustenburgerweg 120

De eerste berekening van het magneetveld betreft de ligging van een het kabelsysteem in open ontgraving op 1,2 m diepte. De resultaten van de magnetische fluxdichtheid-berekening als functie van de afstand loodrecht tot de lengte-as van het kabelsysteem, 1 m boven maaiveldniveau, zijn gegeven in Figuur 6.



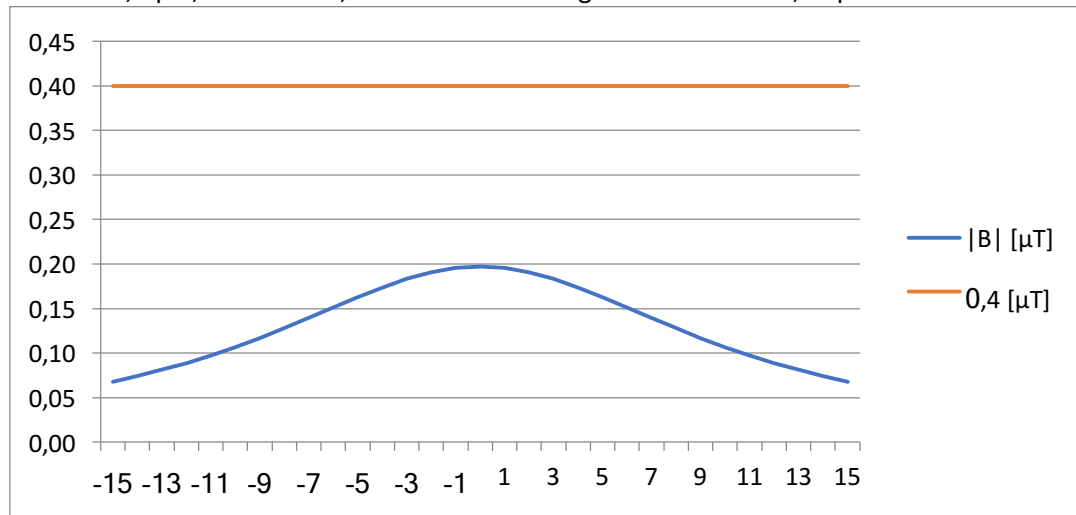
Figuur 6: magnetische fluxdichtheid in  $\mu\text{T}$  op 1 [m] boven maaiveld-niveau veroorzaakt door het 150kV-kabelsysteem OTL-DWL als functie van de afstand [m] loodrecht op de lengte-as.

De maximum-waarde ligt op 5,4  $\mu\text{T}$  op de lengte-as van het kabelsysteem (recht boven de kabelverbinding). De zogenaamde ‘specifieke magneetveldzone’ is hierbij 9 m. Ter hoogte van de gevel van het woonhuis, op 8,2 m afstand, is de fluxdichtheid gereduceerd tot 0,4  $\mu\text{T}$ .

De tweede berekening van het magneetveld betreft de ligging van een het kabelsysteem in een horizontaal gestuurde boring op 10 m diepte. De resultaten van de magnetische fluxdichtheid-

berekening als functie van de afstand loodrecht tot de lengteas van het kabelsysteem, 1 m boven maaiveldniveau, zijn gegeven in Figuur 7.

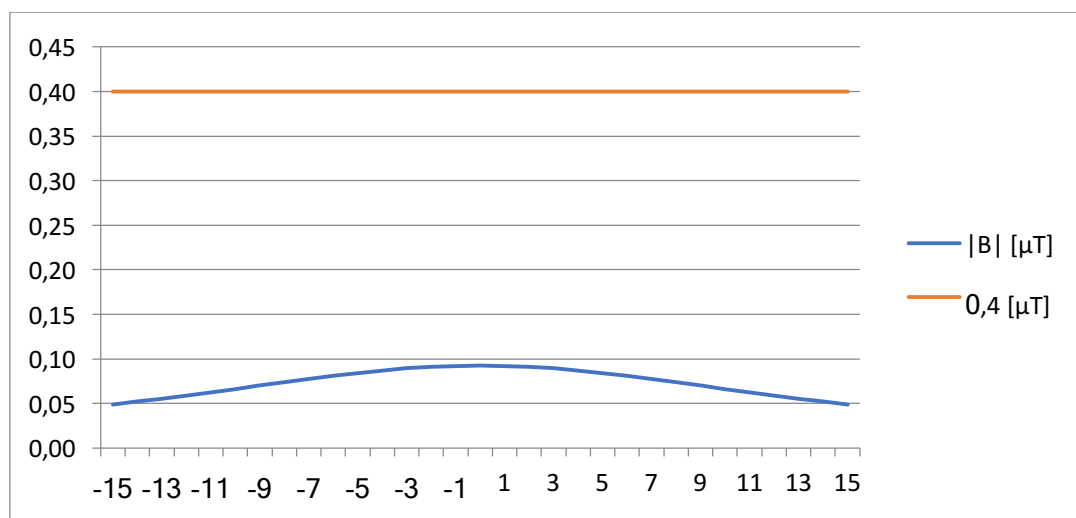
Indien een horizontaal gestuurde boring op 10 m diepte wordt toegepast verloopt de magnetische fluxdichtheid op 1 m hoogte boven het maaiveld, als gegeven in Figuur 6. De maximum waarde is in deze situatie  $0,20 \mu\text{T}$ , op de lengte-as van het kabelsysteem (recht boven de kabelverbinding). De zogenaamde 'specifieke magneetveldzone' is hierbij dus 0 m. Ter hoogte van de gevel van het woonhuis, op 8,2 m afstand, is de fluxdichtheid gereduceerd tot  $0,14 \mu\text{T}$ .



Figuur 7: De magnetische fluxdichtheid in  $[\mu\text{T}]$  als functie van de afstand [m] loodrecht tot de lengteas; kabelsysteem d.m.v. gestuurde boring liggend op -10 m onder maaiveld.

De derde berekening van het magneetveld betreft de ligging van een het kabelsysteem in een horizontaal gestuurde boring op 15 m diepte. De resultaten van de magnetische fluxdichtheid-berekening als functie van de afstand loodrecht tot de lengteas van het kabelsysteem, 1 m boven maaiveldniveau, zijn gegeven in Figuur 8.

Bij een horizontaal gestuurde boring op 15 m diepte reduceert de magnetische fluxdichtheid op 1 m hoogte boven het maaiveld naar  $0,09 \mu\text{T}$ , op de lengte-as van het kabelsysteem (recht boven de kabelverbinding). De zogenaamde 'specifieke magneetveldzone' is hierbij eveneens 0 m. Ter hoogte van de gevel van het woonhuis, op 8,2 m afstand, is de fluxdichtheid gereduceerd tot  $0,07 \mu\text{T}$ .

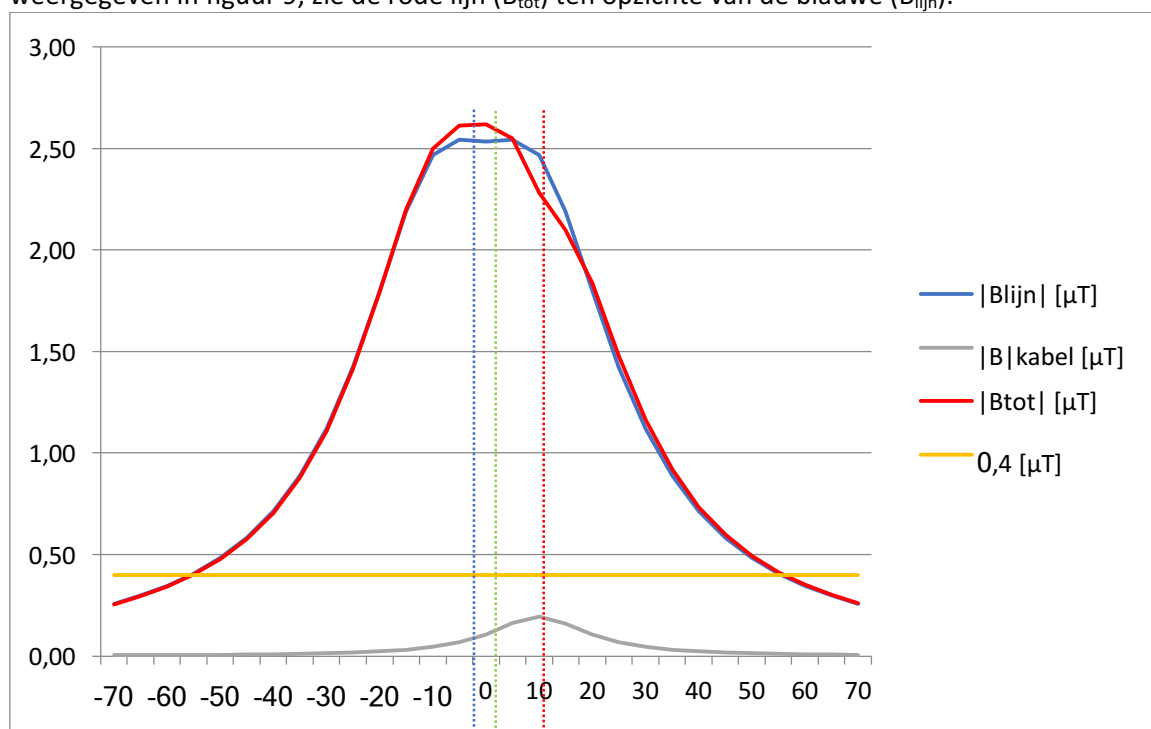


Figuur 8: De magnetische fluxdichtheid in  $[\mu\text{T}]$  als functie van de afstand [m] loodrecht tot de lengteas; kabelsysteem d.m.v. gestuurde boring liggend op -15 m onder maaiveld.

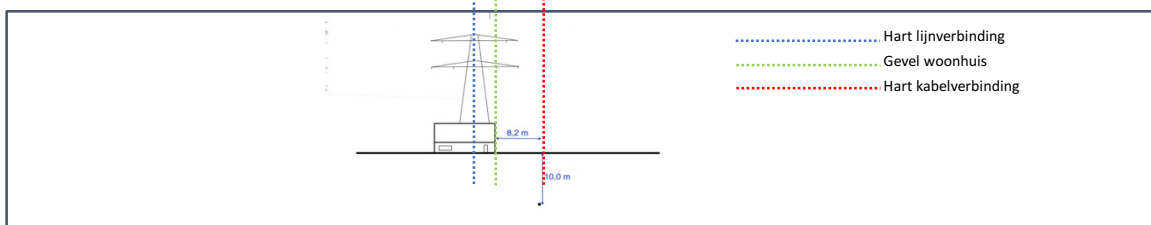
### 5.3 EM-veld als gevolg van OTL-APN en OTL-DWL

Na aanleg van de kabelverbinding OTL-DWL ontstaat ter hoogte van het woonhuis aan de Rustenburgerweg 120 een EM-veld door zowel de bovengrondse hoogspanningslijn als door de ondergrondse kabelverbinding.

Hoewel de ‘specifieke magneetveldzone’ van de kabelverbinding 0 m is bij een aanlegdiepte van 10 m, is er ter hoogte van de gevel sprake van een zeer gering magneetveld zoals berekend in paragraaf 5.2. Hiernaast is er sprake van het magneetveld als gevolg van de bestaande bovengrondse hoogspanningslijn. In figuur 9 is het verloop van beide magneetvelden  $B_{lijn}$  en  $B_{kabel}$  en hun resultante  $B_{tot}$  weergegeven. Door de parallelle ligging van HS-lijn en -kabel resulteert de vectoriële optelling van beide velden tot een iets afwijkende magneet-veldsterkte. Bepalend daarbij is de kabelfase- ligging in de gestuurde boring. De meest ongunstige kabelfaseligging is hierbij berekend en weergegeven in figuur 9, zie de rode lijn ( $B_{tot}$ ) ten opzichte van de blauwe ( $B_{lijn}$ ).



Figuur 9: combinatie van de figuren 3 en 7, de magnetische fluxdichtheid in  $[\mu T]$  van HS lijn en kabelsysteem als functie van de afstand  $[m]$  loodrecht tot de lengteas; kabelsysteem op  $-10 m$  onder maaiveld.



Figuur 10: Schematische weergave van toekomstige situatie aan de Rustenburgerweg 120

In figuur 9 en figuur 10 is te zien dat het magneetveld als gevolg van de kabelverbinding maximaal met  $0,1 \mu T$  toeneemt. Bij de zijgevel van het huis, op  $8,2 m$  afstand vanaf de kabelverbinding, bedraagt de maximale bijdrage/toename van de kabelsysteem ca. 3 % van het huidige magneetveld. Aan de andere (er tegenover) liggende zijgevel is de bijdrage van het kabelsysteem verder afgenomen naar ca. 1,6%.

De huidige situatie met de magnetisch veld van het HS-lijn OTL-APN is niet kritisch, de maximum waarde, direct onder de lijn, ligt op ca. 2,5  $\mu\text{T}$  (figuur 3). Ten opzichte van de door de ICNIRP in [18] genoemde waarde van 200  $\mu\text{T}$  voor continue blootstelling voor de bevolking is dit laag. Het ligt daarmee in dezelfde orde grootte van de emissie door huishoudelijke apparaten op enige decimeters afstand. De toename van het magneetveld door de nieuwe kabelverbinding OTL-DWL, bij aanleg op 10 m diepte en bij de meest ongunstige kabelfaseligging, bedraagt in het woonhuis circa 3 % van dat van de HS-lijn en is daarmee zeer gering.

In hoofdstuk 6 zijn de conclusies en advies weergegeven.

## 6 Conclusie

Op basis van de resultaten van de berekeningen zijn de volgende conclusies te stellen:

- Het EM-veld ter hoogte van het woonhuis aan de Rustenburgerweg 120 is als gevolg van de bestaande bovengrondse lijnverbinding circa 2,5  $\mu\text{T}$ ;
- Het EM-veld recht boven de kabelverbinding OTL-DWL is voor drie kabelliggingssituaties berekend, te noemen:
  - Bij aanleg in open ontgraving op 1,2 m onder maaiveld is het magneetveld 1 m boven maaiveld maximaal 5,4  $\mu\text{T}$  (Figuur 6). De zogenaamde 'specifieke magneetveldzone' is bij deze liggingssituatie 9 m.
  - Bij aanleg in een horizontaal gestuurde boring op 10 m diepte is het magneetveld 1 m boven maaiveld maximaal 0,2  $\mu\text{T}$  (Figuur 7). De zogenaamde 'specifieke magneetveldzone' is bij deze liggingssituatie 0 m.
  - Bij aanleg in een horizontaal gestuurde boring op 15 m diepte is het magneetveld 1 m boven maaiveld maximaal 0,09  $\mu\text{T}$  (Figuur 8). De zogenaamde 'specifieke magneetveldzone' is bij deze liggingssituatie 0 m.
- Bij aanleg in open ontgraving en meest ongunstige kabelfaseligging neemt de magneetveldsterkte ter hoogte van het woonhuis aan de Rustenburgerweg 120 met maximaal 0,2  $\mu\text{T}$  toe ten opzichte van de huidige magneetveldsterkte van 2,54  $\mu\text{T}$ . Deze situatie is alleen ter referentie inzichtelijk gemaakt;
- Bij aanleg in een horizontaal gestuurde boring, met een liggingsdiepte van 10 m en bij de meest ongunstige kabelfaseligging, neemt de magneetveldsterkte ter hoogte van het woonhuis aan de Rustenburgerweg 120 met maximaal 0,1  $\mu\text{T}$  toe ten opzichte van de huidige magneetveldsterkte van 2,54  $\mu\text{T}$  en is daarmee zeer gering;
- Bij aanleg in een horizontaal gestuurde boring, met een liggingsdiepte van 15 m en bij de meest ongunstige kabelfaseligging, neemt de magneetveldsterkte ter hoogte van het woonhuis aan de Rustenburgerweg 120 met maximaal 0,07  $\mu\text{T}$  toe ten opzichte van de huidige magneetveldsterkte van 2,54  $\mu\text{T}$  en is daarmee zeer gering;
- Het verschil in magneetveldsterkte tussen aanleg van de kabelverbinding op 10 m of 15 m is dusdanig klein dat het verschil nauwelijks meetbaar is. Het levert met betrekking tot het magneetveld geen meerwaarde om de kabelverbinding dieper dan 10 m aan te leggen.

Geadviseerd wordt om de 150 kV kabelverbinding OTL-DWL daarom conform het PIP aan te leggen op een diepte van minimaal 10 m en dit vast te leggen in de planregels en/of de verbeelding.



