



magnetische velden

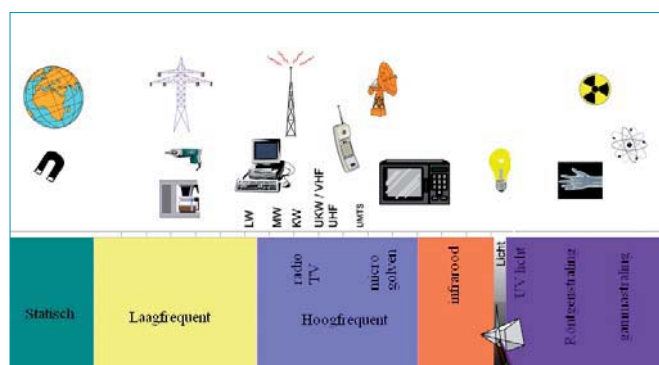
In het dagelijks leven hebben we ongemerkt te maken met magnetische velden.

Hoogspanningslijnen, telefoonzendmasten, maar ook televisies, boormachines of magnetrons, allemaal produceren ze magnetische velden. Liander is beheerder van het elektriciteitsnet in grote delen van Gelderland, Friesland, Flevoland, Noord- en Zuid-Holland. Hoe gaat Liander om met magnetische velden die door onderdelen van dit net worden opgewekt?

Wat zijn magnetische velden?

Elektriciteit neemt in toenemende mate een centrale plaats in ons leven in. We kunnen inmiddels niet zonder. Tegelijk hebben mensen vragen over de effecten die (door elektrische apparaten opgewekte) magnetische velden kunnen hebben op onze leefomgeving. Of vragen over de regels en richtlijnen op dit gebied, waaraan bedrijven moeten voldoen.

De bronnen van magnetische velden zijn zeer divers. Elk elektrisch apparaat wekt magnetische velden op, zoals een elektrische tandenborstel, een televisie of een gloeilamp. Afhankelijk van de bron hebben magnetische velden verschillende frequenties (zie figuren 1 en 2).



Figuur 1. Diverse bronnen van magnetische velden.

Magnetische velden in microtesla (μT) op verschillende afstanden (www.milieucentraal.nl/pagina?onderwerp=Elektromagnetische%20velden)

Apparaat	3 cm	30 cm	1 meter
Scheerapparaat	15-1500	0,8-9	0,01-0,3
Magnetron	73-200	4-8	0,25-0,6
Boormachine	400-800	2-3,5	0,08-0,2
Haarföhn	6-2000	0,01-7	0,01-0,3
Stofzuiger	200-800	2-20	0,13-2
TL-lamp	40-400	0,5-2	0,02-0,25
Elektrisch fornuis	1-50	0,15-0,5	0,01-0,04
Wasmachine	0,8-50	0,15-3	0,01-0,15
Draagbare radio	16-56	1	<0,01
Televisie	2,5-50	0,04-2	0,01-0,15
Strijkijzer	8-30	0,12-0,3	0,01-0,03
Koelkast	0,5-1,7	0,01-0,25	<0,01
Computer	2,5-50	<0,01	

Sterktes van magnetische velden in microtesla bij hoogspanningslijnen

Spanning op de leiding (kV)	Magnetisch veldsterkte onder de draden	Magnetisch veldsterkte op 30 meter afstand
380	6,5-20	3-10
220	10-14	3-5
150	3-17	0,6-3
110	3-12	0,3-1,5

Figuur 2. Sterktes van magnetische velden.

Laagfrequente velden kunnen minuscule kleine elektrische stroompjes in het lichaam opwekken, de hoogfrequente velden kunnen (delen van) het lichaam opwarmen. Dit zijn beide kortetermijneffecten. Zodra de velden weg zijn, of men zich niet meer in het veld bevindt, verdwijnt ook het effect. Naar langetermijneffecten van magnetische velden op de voor de gezondheid is veel onderzoek gedaan, maar voor zulke effecten is onvoldoende bewijs (zie kader 1).

Richtlijnen

Voor blootstelling - kortdurend of langdurend - aan magnetische velden zijn in Nederland geen wettelijke grenswaarden vastgesteld. Wel hebben het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) en de Europese Commissie adviezen gegeven voor grenswaarden voor blootstelling aan magnetische velden. Voor 50 Hz magnetische velden volgt uit deze richtlijn als

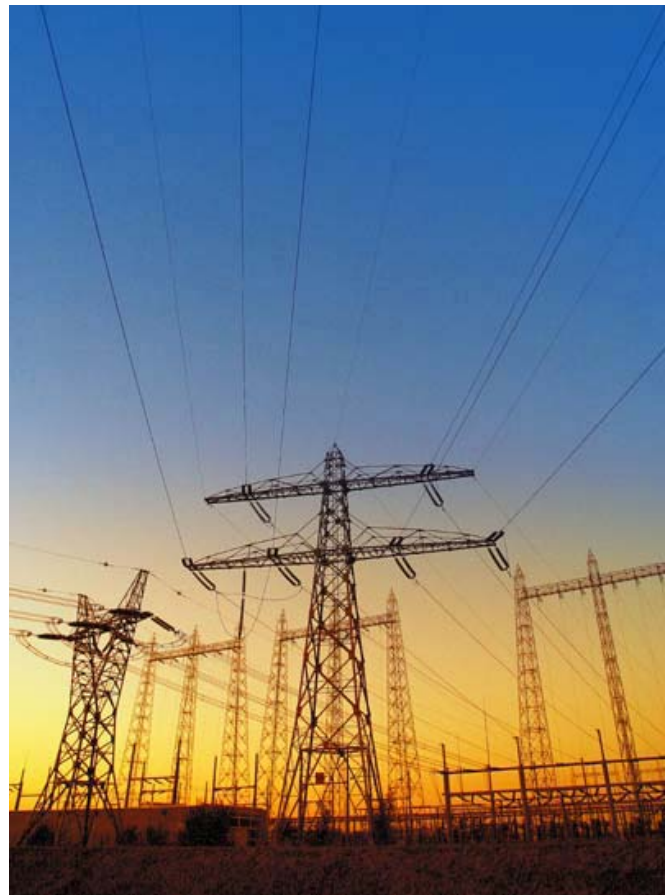
Kader 1. Conclusie van de Nationale Gezondheidsraad in het rapport 'Blootstelling aan elektromagnetische velden (0 Hz - 10 MHz).' Zie ook www.gr.nl/referentie.php?ID=157

'De commissie komt tot de slotsom dat niet is aangetoond dat blootstelling aan elektrische of magnetische velden afkomstig van het elektriciteitstransport- en distributiesysteem, bij veldsterktes lager dan de voor kortetermijneffecten opgestelde blootstellingslimieten, enigerlei ziekte of afwijking veroorzaakt. Zij meent dat er op grond van de huidige, in dit advies beschreven wetenschappelijke inzichten geen reden is om te adviseren maatregelen te nemen om het wonen in de nabijheid van bovengrondse elektriciteitslijnen of het werken onder omstandigheden met een verhoogde, maar onder de limieten blijvende blootstelling aan ELF elektromagnetische velden* te beperken. Zij beveelt wel aan om de wetenschappelijke ontwikkelingen op dit gebied te blijven volgen.'

* ELF elektromagnetische velden: Extreem LaagFrequente elektromagnetische velden, met frequenties tussen 0 en 300 MHz.

advies een grenswaarde van 500 microtesla voor mensen die beroepsmatig aan magnetische velden worden blootgesteld; voor de hele bevolking geldt een grenswaarde van 100 microtesla. Deze adviezen zijn gebaseerd op de richtlijnen van de International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection en worden tevens onderschreven door de World Health Organization en de Nederlandse Gezondheidsraad.

In 2001 bracht het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) een rapport uit over magnetische velden (zie: www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/610050007.html). In dat rapport concludeerde het RIVM dat er een zwak statistisch verband - maar géén wetenschappelijk bewezen



oorzakelijk verband - bestaat tussen magneetvelden van hoogspanningslijnen van meer dan 0,2 tot 0,5 microtesla en een mogelijk verhoogd risico op leukemie bij kinderen. Ook al bestaat er geen aangetoond oorzakelijk verband, toch hanteert het ministerie van VROM in afwijking van de eerder genoemde adviezen uit voorzorg een grenswaarde van 0,4 microtesla voor magnetische velden van hoogspanningslijnen (zie kader 2). Het gaat daarbij niet om bestaande situaties, maar om nieuw aan te leggen hoogspanningslijnen of nieuwbouw in de nabijheid van hoogspanningslijnen.

Kader 2. Advies van de Staatssecretaris van VROM zoals verwoord in brief van september 2005 aan de colleges van Burgemeesters en Wethouders en van Gedeputeerde Staten, IPO, VNG, de netbeheerders elektriciteit en EnergieNed.

'Op basis van het voorgaande adviseer ik u om bij de vaststelling van streek- en bestemmingsplannen en van de tracés van bovengrondse hoogspanningslijnen, dan wel bij wijzigingen in bestaande plannen of van bestaande hoogspanningslijnen, zo veel 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).'



Liander en magnetische velden

Hoe gaat Liander om met magnetische velden?

Liander beheert ongeveer 95.000 kilometer elektriciteitsnetwerk, waarvan 2.000 kilometer 50 kV hoogspanningslijnen*. Daarnaast staan er in het netwerk van Liander 170 onderstations - waar hoogspanning wordt omgezet naar middenspanning - en zo'n 40.000 transformatorhuisjes - die middenspanning omzetten naar laagspanning. Liander voert een wettelijke taak uit en staat - zoals alle netbeheerders in Nederland - onder toezicht van de Directie Toezicht energie van de Nederlandse Mededingingsautoriteit. Liander zorgt dat alle installaties die het in beheer heeft, voldoen aan de nationale en internationale richtlijnen voor magnetische velden. Dat betekent dat voor bestaande situaties wordt voldaan aan de grenswaarde van 100 microtesla en voor nieuwe situaties bij bovengrondse hoogspanningslijnen de richtlijn van 0,4 microtesla in acht wordt genomen. Daarnaast verschaft Liander duidelijkheid over optredende veldsterktes in specifieke situaties. Bijvoorbeeld door het adviseren bij de berekening van magnetische velden bij nieuwbouw nabij hoogspanningslijnen.

* Het 110 en 150 kV hoogspanningsnetwerk valt vanaf 1 januari 2008 onder het beheer van de landelijke netbeheerder TenneT.

Meer informatie

Kijk voor meer informatie over Liander en de diensten van Liander op www.liander.nl. Heeft u vragen over hoe Liander omgaat met magnetische velden? Neem dan contact op met de Liander Desk: deskmanagement@liander.nl. Meer informatie over magnetische velden, of over de nationale en internationale richtlijnen over magnetische velden zijn te vinden op:

www.minvrom.nl (ministerie van VROM)
www.minvws.nl (ministerie van VWS)
www.gr.nl (Nederlandse Gezondheidsraad)
www.energiened.nl (brancheorganisatie voor energiebedrijven)
www.rivm.nl/hoogspanningslijnen (RIVM)
www.who.int/peh-emf/ (World Health Organization)

Over Liander

Netbeheerder Liander heeft 2,8 miljoen klanten. Zij verzorgt als netbeheerder de aansluiting en het transport van gas en elektriciteit in de provincies Gelderland en Noord-Holland en in grote delen van Flevoland, Friesland en Zuid-Holland. Als brede netbeheerder heeft Liander vanaf 1 juli 2008 het eigendom van de gas- en elektriciteitsnetten en voert zij het onderhoud, de uitbreiding en de innovatie van die netten zelf uit.

Elektrische en magnetische velden



Inhoud

Inleiding	3
1 Wat zijn elektrische en magnetische velden?	4
2 Wat doen elektrische en magnetische velden?	6
3 Elektrische en magnetische velden en gezondheid	10
Begrippen	14
Meer informatie	15

Inleiding

Blootstelling van mensen aan elektrische en magnetische velden vindt plaats op vele manieren, bijvoorbeeld bij het gebruik van een scheerapparaat, haardroger, magnetron, pc of tv. De mogelijke effecten van blootstelling van mensen (met name kinderen) aan magnetische velden veroorzaken in relatie tot hoogspanningslijnen maatschappelijke zorg en discussie. Omwonenden zijn onzeker over de mogelijke effecten van hoogspanningslijnen en zij beoordelen deze onzekerheden verschillend.

Als grensoverschrijdende elektriciteitstransporteur streeft TenneT naast de technische en economische optimalisatie van haar transportnet ook optimalisatie uit maatschappelijk oogpunt na. Daarom vinden we het belangrijk u meer duidelijkheid te verschaffen over elektrische en magnetische velden.

We worden regelmatig benaderd met vragen over magnetische velden en gezondheid. Wat zijn elektrische en magnetische velden? Zijn ze schadelijk voor de gezondheid? Zijn er door de overheid wettelijke grenzen gesteld aan de veldsterktes?

In deze brochure vindt u onze antwoorden op gestelde vragen, geven we ons beleid over magnetische velden weer en hoe we daar in de praktijk mee omgaan.

Als u na het lezen van deze folder nog vragen heeft, dan kunt u terecht bij ons Service Centrum: (026) 373 17 17.

ir. J.M. Kroon MBA

Algemeen directeur

01

Wat zijn elektrische en magnetische velden?



De lamp is aangesloten maar brandt niet: er is een elektrisch veld

Elektrische en magnetische velden ontstaan bij de elektriciteitsproductie, het transport ervan, de distributie en bij het gebruik van elektriciteit. Deze velden hebben een bepaalde sterkte, de zogenaamde veldsterkte. Het woord 'veld' is een natuurkundige uitdrukking, die de invloed van een voorwerp op zijn omgeving weergeeft. Zo zouden we de warmte die wordt afgegeven door een kachel of radiator een warmteveld (of thermisch veld) kunnen noemen.

Een **elektrisch veld** ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en zijn omgeving. Anders gezegd: een elektrisch veld is het effect van aantrekking of afstoting van een bepaalde elektrische lading door een andere elektrische lading.

Wanneer een lamp is aangesloten, als deze via het stopcontact met het elektriciteitsnet verbonden is, ontstaat er een elektrisch veld; ook wanneer de lichtschakelaar uit staat. Het elektrisch veld hangt samen met de spanning en wordt uitgedrukt in Volt. Het elektrisch veld wordt gemeten in Volt per meter (V/m).

Een magnetisch veld ontstaat wanneer er een elektrische stroom loopt. Met andere woorden: overal waar elektriciteitsleidingen zijn, zijn elektrische

velden. Pas als er door deze leidingen ook stroom loopt, ontstaat er een magnetisch veld.

Wanneer de lamp brandt (als er dus stroom door de leiding gaat), ontstaat er naast het elektrisch veld ook een magnetisch veld. Het magnetisch veld hangt samen met de stroom die door de elektrische draad gaat (anders gezegd: met het bewegen van elektronen).

De magnetische veldsterkte wordt gewoonlijk uitgedrukt in microTesla (μT), een miljoenste deel van de Tesla.



De lamp is niet alleen aangesloten maar brandt ook: er is ook een magnetisch veld

Elektromagnetisch spectrum

Niet ioniserende straling/velden

Statische elektrische en magnetische velden

Elektrische en magnetische wisselvelden

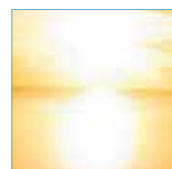
Radiofrequentie en microgolven

Infrarood straling

Zichtbaar licht

Frequentie 0

Lage frequentie



Extreem laagfrequente velden (50 Hz) en andere velden

De velden die ontstaan bij de elektriciteitsvoorziening zijn wisselvelden. De richting van een elektrische en magnetische veld wisselt met een cyclus van 50 keer per seconde.

De wisselvelden van het elektriciteitsnet vallen daarmee in de categorie 'extreem laagfrequente velden'. Radio- en televisiezenders, GSM-netwerken, magnetron en radar veroorzaken hoogfrequente velden. De richting van deze velden wisselt miljoenen of soms wel miljarden keren per seconde. Deze hoogfrequente velden zijn in staat veel meer energie vrij te maken en zijn daarom van een hele andere orde dan de 50 hertz-velden van de elektriciteitsvoorziening. Omdat de biologische effecten van hoogfrequente velden volledig anders zijn dan van extreem laagfrequente velden, worden dan ook heel andere grenswaarden gehanteerd.

Ioniserende straling

Ultraviolet licht

Röntgenstraling,
radioactieve
gammastraling en
cosmische straling

Hoge frequentie



Magnetische velden in μT

Toestel	(afstanden)	3 cm	30 cm	100 cm
	Elektrisch scheer- apparaat, tondeuse, haardroger	10 tot 200	0,1 tot 5	< 0,3
	Magnetron	10 tot 100	1 tot 10	< 1
	Boor, cirkelzaag, schuurmachine, stofzuiger, mixer	10 tot 100	0,5 tot 5	< 0,5
	Fornuis, afzuigkap	1 tot 50	0,1 tot 5	< 0,5
	Wasmaschine, droger, afwasmaschine	0,5 tot 10	0,1 tot 5	< 0,5
	Wekkerradio, tondeuse, haardroger leeslamp (halogeen)	0,5 tot 5	< 0,5	< 0,1
	TV (aan de voorkant)	0,2 tot 2	< 0,5	< 0,1
	PC-scherm (aan de voorkant)	0,2 tot 2	< 0,2	< 0,1

02

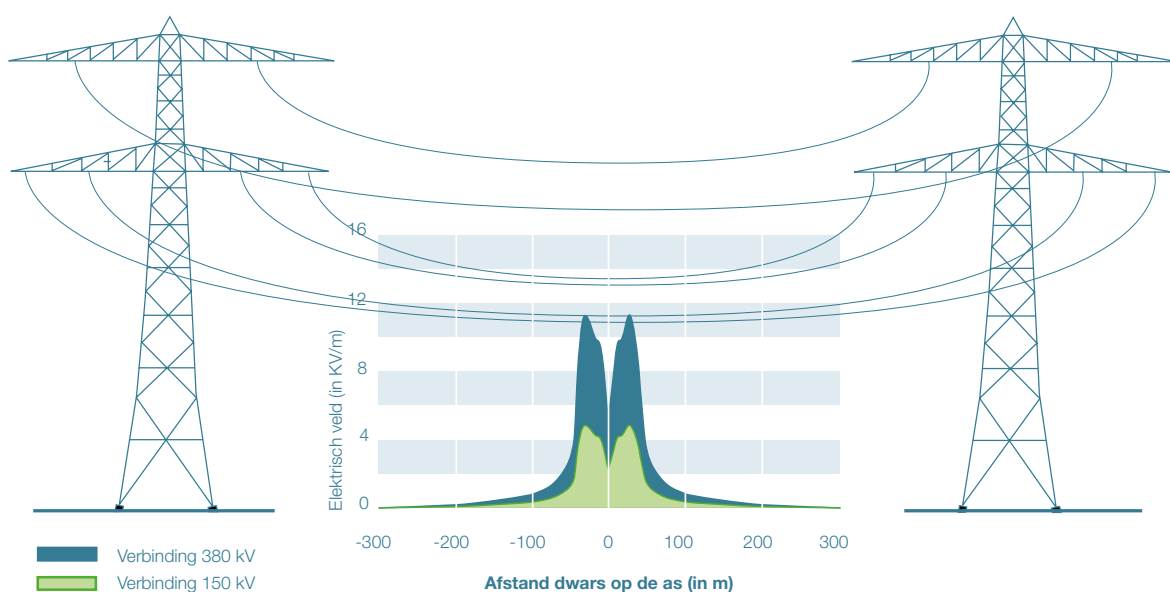
Wat doen elektrische en magnetische velden?

Elektrische velden

Elektrische en magnetische velden kunnen we meestal niet zelf zien of voelen, maar de sterkte kan wel worden gemeten. De sterkte van de velden is afhankelijk van de aanwezige spanning (elektrische veld) of de stroomsterkte (magnetische veld), maar is ook sterk afhankelijk van de afstand tot de bron. Net zoals bij een warmtebron geldt voor elektrische en magnetische velden dat bij grotere afstand de veldsterkte aanzienlijk vermindert.

Bij een hoogspanningslijn hangt de sterkte van het elektrische veld op een bepaald punt vooral af van de elektrische spanning en de afstand tot de geleiders (draden). De maximale waarde van een niet-gestoord elektrisch veld, gemeten onder het laagste punt tussen twee masten van een 380 kV-lijn, op 1 meter boven de grond, kan tussen de 5 en 6 kV/m bedragen. De waarde van het veld vermindert aanzienlijk als de afstand tot de lijn groter wordt.

Het elektrische veld wordt altijd beïnvloed door de aanwezigheid van allerlei soorten objecten en materialen die het veld afschermen, zoals gebouwen en bomen. Zo is het elektrische veld in een woning als gevolg van een hoogspanningslijn doorgaans minder dan 1 tot 10% van de sterkte buiten. Bij ondergrondse kabels spelen elektrische velden geen rol. Door de metalen beschermingsmantel om de kabel en de aarde erboven wordt het elektrisch veld volledig afgeschermd.



Elektrische velden De grafiek geeft een doorsnede weer van het laagste punt van een stuk hoogspanningslijn tussen twee masten en het daarbij gemeten elektrische veld

Elektrische veldsterkte onder hoogspanningslijnen

Door verschillende instanties, International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) en de Nederlandse Gezondheidsraad worden grenswaarden aanbevolen voor de blootstelling aan elektrische velden. Dit is 5.000 V/m en bij piekbelasting 7000 V/m (ICNIRP) en 8.000 V/m (Gezondheidsraad). Op ongeveer 35 meter van de lijn is de sterkte al gedaald tot ongeveer 15-20% van de maximale waarde, gemeten direct onder de lijn.

Magnetische velden

Het magnetische veld dat heerst rond een hoogspanningslijn hangt samen met de hoeveelheid stroom die erdoor vloeit. Het hangt ook af van de plaatsing van de geleiders (draden) in de mast en de afstand tot de lijn. De maximale hoeveelheid stroom die erdoor kan vloeien wordt uiteindelijk bepaald door de transportcapaciteit van de verbinding (doorgaans twee circuits). De waarden gemeten onder het laagste punt van een hoogspanningslijn 1 meter boven de grond, bereiken onder normale omstandigheden circa 2-15 microTesla. De veldsterkte vermindert sterk als de afstand tot de lijn groter wordt. Omdat het magnetisch veld onafhankelijk is van de spanning, produceert een lijn met een hogere spanning niet per definitie een groter magnetisch veld dan een lijn met een lagere spanning. Wel hebben lijnen met een hogere spanning doorgaans een hoger magnetisch veld dan lijnen van lagere spanning omdat door lijnen van hogere spanning meer stroom loopt (Ampère). Gebouwen en bomen hebben nauwelijks invloed op de sterkte van magnetische velden.

Ondergrondse kabels produceren in het algemeen een hoger magnetisch veld dan bovengrondse hoogspanningslijnen, maar ook deze waarde neemt af naarmate de afstand tot de verbinding toeneemt. Dat gebeurt sneller dan bij bovengrondse lijnen. Ook hier is de veldsterkte afhankelijk van de stroom. Daarnaast spelen ook de afstand en de ligging van de kabels ten opzichte van elkaar een rol.

Overzicht van elektrische veldsterkten onder hoogspanningslijnen

De waarden onder het laagste punt van de geleiders.

Hoogspanningslijn met spanning (aangegeven in Volt)

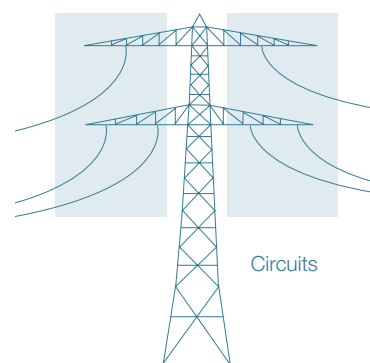
Elektrische veldsterkte onder het laagste punt, 1 meter boven maaiveld (in Volt per meter)

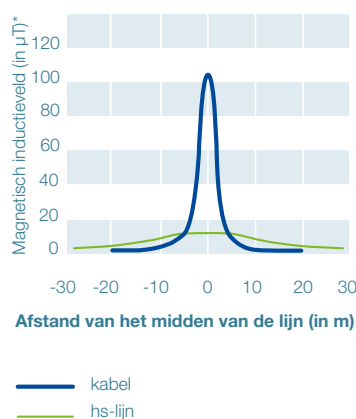
380.000	5.000 - 6.000
220.000	5.000 - 6.000
150.000	2.000 - 3.500
110.000	1.500 - 2.000
50.000	< 1.000

Combinatielijnen (aangegeven in Volt)

Elektrische veldsterkte onder het laagste punt, 1 meter boven maaiveld (in Volt per meter)

380.000/220.000	4.000 - 5.000
380.000/110.000	1.500 - 2.500





Magnetische veldsterkte onder hoogspanningslijnen

De aanbevolen grenswaarden van ICNIRP en de Gezondheidsraad voor magnetische velden is respectievelijk 100 en 120 microTesla.

Magnetische veldsterkten boven kabels

Het elektriciteitsnet in Nederland bestaat op het hoogste spanningsniveau nagenoeg geheel uit bovengrondse hoogspanningslijnen. Op lagere spanningen worden ook veel ondergrondse kabels gebruikt. Het laagste spanningsniveau is nagenoeg geheel ondergronds.

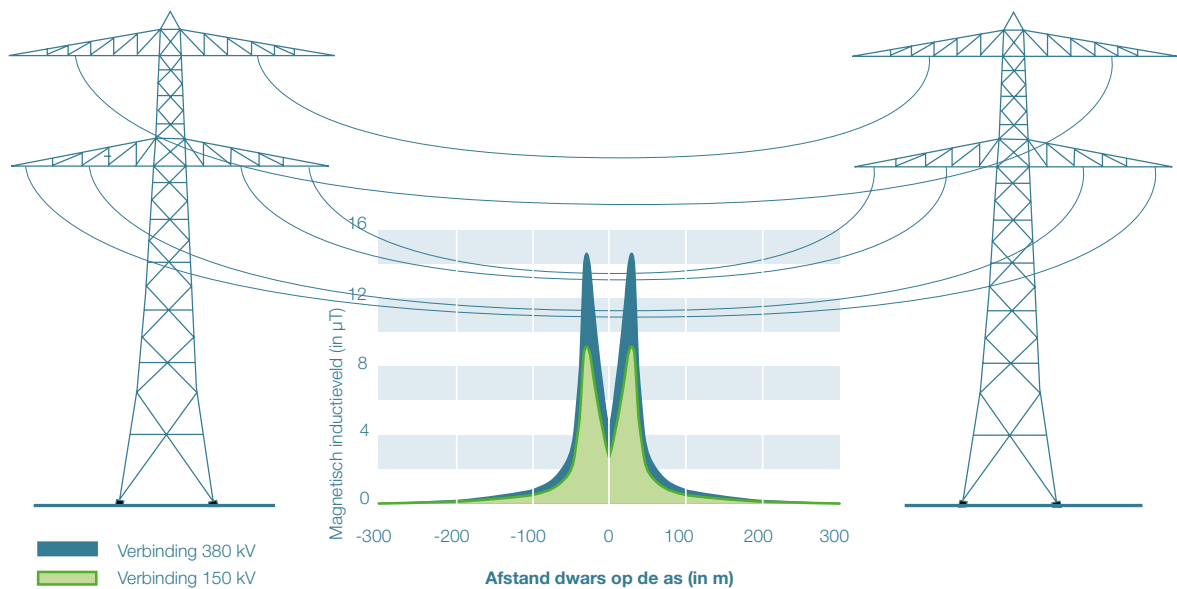
De waarde van de magnetische veldsterkte van kabels met spanningsniveaus van 150.000 Volt en lager varieert sterk en kan oplopen van 0,5 microTesla tot meer dan 100 microTesla.

Een overzicht van magnetische veldsterkten onder hoogspanningslijnen.

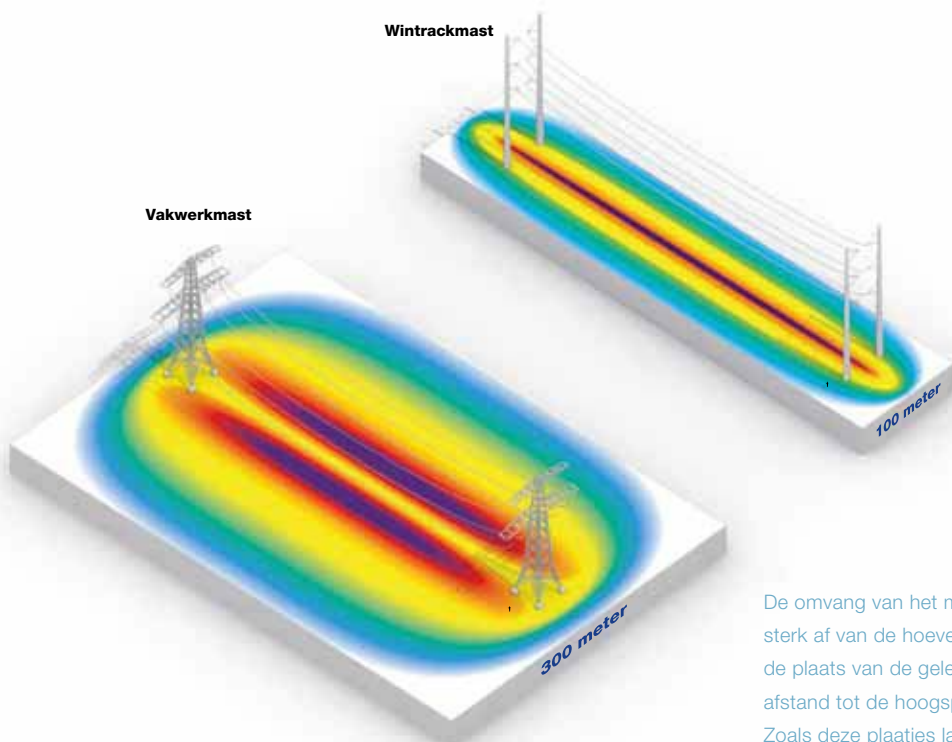
De waarden onder het laagste punt van de geleiders.

Hoogspanningslijn met spanning (aangegeven in Volt)		
	Magnetische veldsterkte onder het laagste punt, 1 meter boven maaiveld (in microTesla)	Transport-capaciteit per circuit (in Ampère)
380.000	2 - 15	2.500 - 4.000
220.000	1 - 10	1.250 - 2.500
150.000	1 - 10	800 - 2.000
110.000	1 - 10	600 - 2.000
50.000	1 - 8	350 - 1.000

Combinatielijnen (aangegeven in Volt)		
	Magnetische veldsterkte onder het laagste punt, 1 meter boven maaiveld (in microTesla)	Transport-capaciteit per circuit (in Ampère)
380.000/220.000	2 - 20	4.000/2.500
380.000/110.000	2 - 16	4.000/600-800



Magnetische velden De grafiek geeft een doorsnede weer van het laagste punt van een stuk hoogspanningslijn tussen twee masten en het daarbij gemeten magnetische veld.



De omvang van het magnetisch veld hangt niet alleen sterk af van de hoeveelheid stroom die erdoor vloeit en de plaats van de geleiders in de mast, maar ook van de afstand tot de hoogspanningslijn.

Zoals deze plaatjes laten zien is direct onder het laagste punt van een lijn de veldsterkte aanzienlijk hoger dan in de buurt van een mast en op enige afstand van de lijn.

03

Elektrische en magnetische velden en gezondheid

Wetenschappelijk onderzoek

Vanaf de jaren '70 is er veel onderzoek gedaan naar de mogelijke invloed van magnetische velden op de gezondheid. Daaruit is naar voren gekomen dat het niet erg waarschijnlijk is dat elektrische en magnetische velden zoals die voorkomen in de normale woon- en werkomgeving schadelijk zijn voor de gezondheid.

Wel is duidelijk dat bij hoge en zeer hoge veldsterkten, die echter niet voorkomen bij elektriciteits-transporten, effecten kunnen optreden die mogelijk hinderlijk zijn en in beginsel schadelijk voor de gezondheid kunnen zijn. Bij bepaalde veldsterkten kunnen mensen lichtflitsen gaan zien en bij weer hogere veldsterkten vinden ongecontroleerde spiersamentrekkingen plaats.

Ter vermindering van dit soort effecten zijn door onafhankelijke instellingen als de Nederlandse Gezondheidsraad (het advies-orgaan van de Nederlandse overheid), the International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) en de Europese Unie grenswaarden voorgesteld.

Voor burgers liggen deze grenswaarden minstens een factor 5 tot 50 lager dan de laagste veldsterkte waarbij is aangetoond dat deze effecten kunnen veroorzaken. Onderzoek met proefdieren, celkweken en vrijwilligers hebben

nog nooit een oorzakelijk verband tussen blootstelling aan deze velden en verschillende ziekten kunnen aantonen. Er is ook geen enkel biologisch mechanisme bekend, dat verklaart hoe een bepaalde ziekte kan ontstaan door blootstelling aan elektrische of magnetische velden. Daarnaast zijn er veel bevolkingsonderzoeken uitgevoerd (epidemiologische studies), waarbij een mogelijk statistisch verband tussen bijvoorbeeld blootstelling aan magnetische velden en verschillende ziekten is onderzocht. Er is nagegaan of in woningen in de buurt van hoogspanningslijnen vaker bepaalde vormen van ziekten voorkomen dan in woningen waar geen hoogspanningslijn is. De meeste bevolkingsonderzoeken laten geen statistische relatie zien tussen het





De meeste bevolkingsonderzoeken laten geen statistische relatie zien tussen het wonen bij hoogspanningslijnen en wat voor ziekte dan ook

wonen bij hoogspanningslijnen en wat voor ziekte dan ook. Enkele onderzoeken hebben een zwakke statistische relatie gevonden tussen het wonen bij hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen. Dat betekent niet dat leukemie bij kinderen wordt veroorzaakt door hoogspanningslijnen. Het is heel goed mogelijk dat de gevonden relaties worden veroorzaakt door andere factoren, of een gevolg zijn van fouten in blootstellingsschatting, of berusten op toeval. De Nederlandse Gezondheidsraad komt eveneens tot deze conclusie.

Overheidsbeleid

Het beleid van de overheid gaat uit van grenswaarden waarbij de overheid op dit moment de aanbeveling van de Raad van de Europese Unie, gebaseerd op de

ICNIRP grenswaarden, volgt. Nederland hanteert geen wettelijke grenswaarden. Er zijn onderzoeken waarin een zwakke, maar statistisch significante relatie gevonden is tussen het wonen bij hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen. Hoewel de Gezondheidsraad en ICNIRP hierin geen aanleiding zien om andere grenswaarden aan te bevelen, heeft de Nederlandse overheid besloten om het voorzorgsprincipe toe te passen en aanvullend beleid te formuleren voor nieuwe situaties.

*Bij nieuwe situaties is het vaak
gemakkelijker rekening te
houden met gevoelige
bestemmingen als woningbouw
en scholen zonder dat dit
aanzienlijke extra kosten met
zich meebrengt*

In lijn met dit beleid dat mede gebaseerd is op het voorzorgsprincipe heeft staatssecretaris Van Geel van het ministerie van VROM in oktober 2005 in een brief aan provincies, gemeenten en beheerders van hoogspanningslijnen het advies uitgebracht om zoveel als redelijkerwijs mogelijk te vermijden dat er nieuwe situaties ontstaan waarbij kinderen langdurig verblijven in een gebied rond bovengrondse hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger is dan 0,4 microTesla.

Het advies (0,4 microTesla) heeft in beginsel betrekking op:

- nieuwe bovengrondse hoogspanningslijnen of wijzigingen aan bestaande lijnen;
- nieuwe bebouwing (woningen etc.) bij bestaande bovengrondse hoogspanningslijnen.

Ook geeft de staatssecretaris aan wat nieuwe situaties zijn en welke berekeningsmethoden toegepast moeten worden. Het advies beperkt zich tot nieuwe situaties omdat er, ook na vele jaren van onderzoek, geen aanwijzingen zijn voor een oorzakelijk verband tussen blootstelling aan magnetische velden van

hoogspanningslijnen en het ontstaan van leukemie bij kinderen. Ook speelt mee dat eventuele maatregelen bij bestaande situaties doorgaans ingrijpend zijn (verhuizen en afbraak van woningen) en veel geld kosten, terwijl niet zeker is dat magneetvelden veroorzaakt door hoogspanningslijnen slecht zijn voor de gezondheid. Bij nieuwe situaties is het immers vaak gemakkelijker rekening te houden met gevoelige bestemmingen als woningbouw en scholen zonder dat dit aanzienlijke extra kosten met zich meebrengt. De staatssecretaris adviseert in het algemeen om in andere situaties uit te gaan van de referentiewaarde van ICNIRP van 100 microTesla. Het gaat dan om:

- nieuwe en bestaande ondergrondse verbindingen;
- bestaande bovengrondse hoogspanningslijnen;
- schakel- en transformatorstations en -huisjes.

Magneetveldzone rond bestaande hoogspanningslijnen

Het nieuwe beleid is voor de overheid aanleiding geweest om ook over de magneetveldzone rondom bestaande hoogspanningslijnen nadere informatie te verschaffen via internet: www.rivm.nl/hoogspanningslijnen/netkaart. Deze informatie kan met het oog op het aanpassen van bestemmingsplannen in de buurt van bestaande hoogspanningslijnen een eerste indicatie geven over de zone van 0,4 microTesla.



Welk beleid hanteert TenneT?

TenneT staat voor een zorgvuldig en verantwoorde aanleg en beheer van haar hoogspanningslijnen. Dat houdt in dat TenneT naast de technische en economische optimalisatie van haar transportnet ook optimalisatie uit maatschappelijk oogpunt nastreeft. TenneT vult dit in door duidelijk en transparant te zijn over de feitelijk optredende veldsterktes bij hoogspanningslijnen. TenneT meet en berekent desgevraagd de veldsterkten van haar hoogspanningslijnen en deelt deze informatie met overheden en omwonenden, bevolking en medewerkers van haar hoogspanningslijnen. Verder wordt hieraan invulling gegeven door:

- het ondersteunen van ontwikkeling van kennis over magnetische velden en effecten voor de gezondheid;
- het initiëren en uitvoeren van onderzoek naar technische mogelijkheden om blootstelling te beperken.

Bij nieuwe hoogspanningslijnen hanteert TenneT bij de tracéontwikkeling

uitgangspunten die ervan uitgaan dat langdurige blootstelling van personen aan magnetische velden wordt geminimaliseerd.

Relevant in dit verband zijn:

- bundeling van de nieuwe hoogspanningslijn met reeds bestaande infrastructuur, waardoor de hoogspanningslijn buiten woonkernen blijft;
- waar mogelijk combineren van hoogspanningslijnen van verschillende spanningsniveau's in dezelfde mast, waardoor het gebied met blootstelling aan magnetische velden zoveel mogelijk wordt beperkt;
- zoveel mogelijk vermijden van bebouwing met qua verblijf een (semi-) permanent karakter nabij de hoogspanningslijn;
- in specifieke situaties kan het nemen van aanvullende maatregelen worden overwogen, zoals:
 - aanpassen van de lijnhoogte
 - ontwerp aanpassingen
 - verkabeling
 - uitkoop.

Begrippen

Frequentie

Aantal richtingswisselingen (cyclus) per seconde van een wisselstroom.

Wisselstroom

Dit is de vorm van elektriciteit (elektrische energie) zoals die via het elektriciteitsnet geleverd wordt aan huishoudens en industrie.

Hertz

Eenheid waarin het aantal richtingswisselingen (cyclus) per seconde wordt uitgedrukt.

MicroTesla (μT)

Ook wel een miljoenste deel van een Tesla. De eenheid waarmee we magnetische velden gewoonlijk uitdrukken, strikt genomen wordt met microTesla de magnetisch inductie aangegeven, maar in de praktijk wordt dit vaak magnetische veldsterkte genoemd.

Ioniserende straling

Straling is een verzamelnaam voor (soms hele hoge) energie in de vorm van elektromagnetische golven of deeltjes. Ioniserende straling is voldoende energetisch om een elektron uit de buitenste schil van een atoom weg te slaan. Hierdoor krijgt het atoom in totaal een positieve lading in plaats van een neutrale lading, het atoom wordt

geïoniseerd, wordt een ion. Deze straling kan men niet zien, horen, proeven ruiken of voelen.

Stroom

Elektrische stroom is beweging van elektronen (negatieve elektrische ladingen) in een geleider, bijvoorbeeld een metaal draad die onder elektrische spanning staat. De intensiteit van de stroom wordt uitgedrukt in Ampère (A).

Spanning (voltage)

Elektrische spanning is het potentiaalverschil tussen twee punten in een elektrisch circuit. Volt is de eenheid van de elektrische spanning.

Deze wordt uitgedrukt in volt (V) of in kilovolt ($1 \text{ kV} = 1.000 \text{ V}$). De sterkte van een elektrisch veld wordt uitgedrukt in volt per meter (V/m) of in kilovolt per meter (kV/m).

Veld

Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en zijn omgeving.

Een magnetisch veld ontstaat wanneer er een elektrische stroom loopt.

Vermogen

Vermogen is het product van spanning en stroom en wordt uitgedrukt in watt (W) of kilowatt ww ($1 \text{ kW} = 1.000 \text{ W}$).

Meer informatie

Wilt u meer weten over elektrische of magnetische velden, dan kunt u onder meer terecht bij de volgende onderstaande organisaties:

Nederlandstalig

De Nederlandse Gezondheidsraad:
www.gezondheidsraad.nl

**Ministerie van Volksgezondheid
Ruimtelijke Ordening en Milieu:**
www.minvrom.nl

RIVM:
www.rivm.nl

**Belgian Bio Electro Magnetic
Group:**
www.bbemg.ulg.ac.be

Engelstalig

**The International Commission for
Non-Ionizing Radiation Protection
(ICNIRP):**
www.icnirp.org

**De Wereldgezondheidsorganisatie
(WHO):**
www.who.int, onder 'Health topics,
Electromagnetic fields'

**The National Radiological Protection
Board (NRPB):**
www.nrpb.org

Raad van de Europese Unie (REU):
<http://ec.europa.eu/health>,
onder 'Health & Environment,
Electromagnetic fields'



TenneT is de eerste grensoverschrijdende elektriciteitstransporteur van Europa. Met 20.000 kilometer aan hoogspanningsverbindingen en 35 miljoen eindgebruikers in Nederland en Duitsland behoren we tot de top 5 elektriciteitstransporteurs van Europa. Onze focus is gericht op de ontwikkeling van een Noordwest-Europese energiemarkt en op de integratie van duurzame energie.

Taking power further

TenneT TSO B.V.

Utrechtseweg 310, Arnhem
Postbus 718, 6800 AS Arnhem

Telefoon 026 373 17 17

Fax 026 373 13 59

E-mail servicecentrum@tennet.eu

Twitter @tennetsvc

www.tennet.eu

©TenneT TSO B.V.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt zonder uitdrukkelijke toestemming van TenneT TSO B.V.

Aan de inhoud van dit document kunnen geen rechten worden ontleend.

Oktober 2010





150 / 20 kV transformatorstation De Weel

Magneetveldzone

Opdrachtgever: Liander & TenneT
Uitgevoerd door: Liandon
Auteur: Teunis Brand 
Gecontroleerd door: Alex Geschiere 
Datum: 10 februari 2012
Documentnummer: TER0761TB310112, versie 1.0

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).

© 2012, 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

Het 50 kV-kabelnetwerk in de kop van Noord-Holland komt de komende decennia aan het einde van zijn technische levensduur en is niet meer geschikt voor toekomstige netuitbreidingen. Dit is een reden geweest om na te gaan wat op termijn de beste vervangingstrategie is. Uit die studie is geconcludeerd dat een overgang naar een 20 kV-middenspanningsnet vanuit strategisch oogpunt noodzakelijk en verantwoord is. Om dit 20 kV-net optimaal te voeden, is naast een koppeling met het 150 kV-net in Oterleek en Anna Paulowna, nog een derde locatie met een koppeling noodzakelijk. Deze locatie betreft het nieuw te stichten transformatorstation De Weel, ongeveer halverwege de 150 kV-verbinding Oterleek – Anna Paulowna.

Het transformatorstation De Weel bestaat uit een 150 kV deel wat in eigendom van TenneT is en een 20 kV deel wat in eigendom van Liander is. Er is één magneetveldzone bepaald voor het gehele transformatorstation.

De doelstelling van dit rapport is tweeledig, namelijk:

1. Inzicht geven in de ligging van de magneetveldzone (0.4 μ T jaargemiddelde) rondom het transformatorstation conform het hoogspanningslijnenbeleid.
2. Toetsen of de 100 μ T piek waarde van het magneetveld van het gehele transformatorstation (150 kV en 20 kV) conform ICNIRP binnen de erfgrens van het transformator station valt.

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 [1]) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen (zie Bijlage 2). In voorliggende rapportage is de magneetveldzone berekend voor een ander deel van het hoogspanningsnet, namelijk een transformatorstation. Bij deze berekening 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' [2]. De rekenmethodiek zoals vastgelegd in de genoemde notitie is hier gehanteerd voor het 150 kV deel van het transformatorstation. Voor middenspanning zoals het 20 kV deel van het transformatorstation bestaat geen overheidsbeleid en rekenmethodiek met betrekking tot magneetvelden.

De toekomstige magneetveldzone van het nieuwe transformatorstation (0.4 μ T jaargemiddelde) valt aan de oostzijde van het transformatorstation buiten de huidige specifieke magneetveldzone van de bestaande lijn. Uit de plankaart blijkt dat er zich juist aan die zijde geen gevoelige bestemmingen bevinden. Aan de noord en zuidzijde van het transformatorstation ter hoogte van de bestaande bovengrondse lijn valt de toekomstige magneetveldzone binnen de huidige magneetveldzone. Aan de westkant valt de toekomstige magneetveldzone geheel binnen de erfgrens van het nieuwe transformatorstation.

Binnen de specifieke magneetveldzone van de bestaande lijn vallen vier percelen met een gevoelige bestemming. In de nieuwe situatie vallen dezelfde vier percelen met een gevoelige bestemming binnen de magneetveldzone (0.4 μ T jaargemiddelde) van het transformatorstation De Weel.

De conclusie is dat er in de toekomstige situatie met het nieuwe transformatorstation niet méér gevoelige bestemmingen binnen de magneetveldzone vallen dan in de huidige situatie met de bestaande hoogspanningslijn.

De piekwaarde van het magneetveld waar de algemene bevolking maximaal aan blootgesteld mag worden, bedraagt 100 μ T zoals door ICNIRP is vastgelegd. De piekwaarde van 100 μ T zal nooit optreden buiten de erfgrens van het transformatorstation.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
2	Beschrijving transformatorstation	7
2.1	Algemeen	7
2.2	Grondschemata.....	8
2.3	Lay-out	9
3	Uitgangspunten	10
3.1	Model.....	10
3.2	Rekenstromen	11
4	Magneetvelden	14
4.1	3D-model.....	14
4.2	Magneetveldzone	15
5	Conclusie	17
Bijlage 1	Referenties	18
Bijlage 2	Achtergrond en uitgangspunten specifieke magneetveldzone	19
Bijlage 3	Geaccordeerde uitgangspunten TenneT	20
Bijlage 4	Instemming magneetveld berekeningen Liander	33

1 Inleiding

Achtergrond

Het 50 kV-kabelnetwerk in de kop van Noord-Holland komt de komende decennia aan het einde van zijn technische levensduur en is niet meer geschikt voor toekomstige netuitbreidingen. Dit is een reden geweest om na te gaan wat op termijn de beste vervangingstrategie is. Uit die studie is geconcludeerd dat een overgang naar een 20 kV-middenspanningsnet vanuit strategisch oogpunt noodzakelijk en verantwoord is. Om dit 20 kV-net optimaal te voeden, is naast een koppeling met het 150 kV-net in Oterleek en Anna Paulowna, nog een derde locatie met een koppeling noodzakelijk. Deze locatie betreft het nieuw te stichten transformatorstation De Weel, ongeveer halverwege de 150 kV-verbinding Oterleek – Anna Paulowna ter hoogte van mast 31.

Doelstelling

De doelstelling van dit rapport is tweeledig, namelijk:

1. Inzicht geven in de ligging van de magneetveldzone (0.4 μ T jaargemiddelde) rondom het transformatorstation.
2. Toetsen of de 100 μ T piek waarde van het magneetveld van het gehele transformatorstation (150 kV en 20 kV) conform ICNIRP binnen de erfgrens van het transformator station valt.

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 [1]) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen (zie Bijlage 2). In voorliggende rapportage is de magneetveldzone berekend voor een ander deel van het hoogspanningsnet, namelijk een transformatorstation. Bij deze berekening 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' [2]. De rekenmethodiek zoals vastgelegd in de genoemde notitie is hier gehanteerd voor het 150 kV deel van het transformatorstation. Voor middenspanning zoals het 20 kV deel van het transformatorstation bestaat geen overheidsbeleid en rekenmethodiek met betrekking tot magneetvelden.

Leeswijzer

Hoofdstuk twee geeft in hoofdlijnen een beschrijving van het transformatorstation De Weel zoals de lay-out en de componenten. In hoofdstuk drie worden de uitgangspunten beschreven die gehanteerd zijn om de magneetveldzone te berekenen. Hoofdstuk vier beschrijft de magneetveldzone (0.4 μ T jaargemiddelde) van het transformatorstation. Hoofdstuk vijf sluit af met een conclusie.

2 Beschrijving transformatorstation

2.1 Algemeen

Het transformatorstation De Weel bestaat uit een 150 kV deel wat in eigendom van TenneT is en een 20 kV deel wat in eigendom van Liander is. In Figuur 1 is een luchtfoto weergegeven van het model van het toekomstige transformatorstation. Het transformatorstation wordt geprojecteerd halverwege de bovengrondse verbinding tussen Oterleek en Anna Paulowna ter hoogte van mast 31.

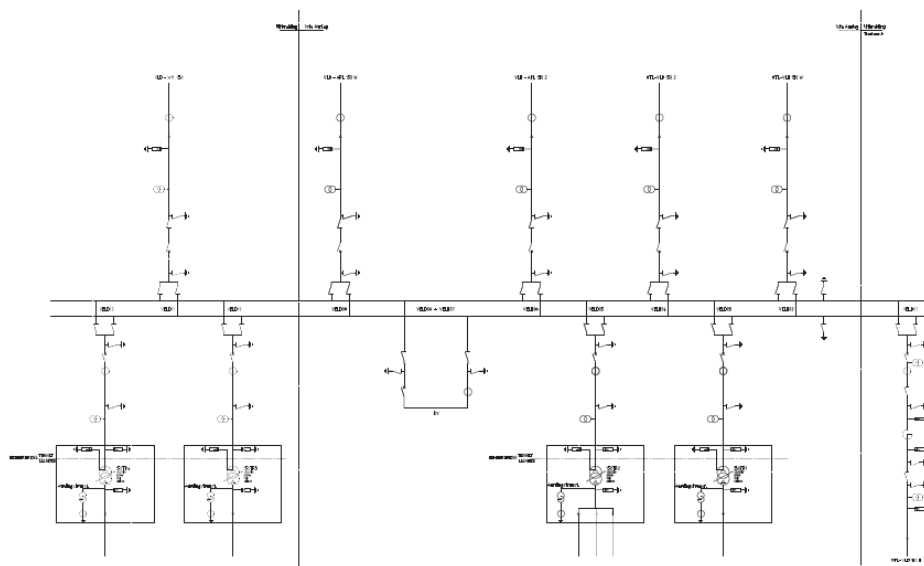


Figuur 1, Luchtfoto transformatorstation De Weel

Beide netbeheerders hebben elk hun eigen bedieningsgebouw. De toegangsweg naar het perceel zal voor zowel het Liander als het TenneT deel gebruikt worden. Beide delen van het transformatorstation worden door middel van hekken van elkaar gescheiden.

2.2 Grondschemas

In Figuur 2 is het grondschemas weergegeven van het 150 kV deel van transformatorstation De Weel. Dit nieuwe onderstation zal verschillende aansluitingen krijgen.



Figuur 2, grondschemas 150 kV deel van transformatorstation De Weel

In de figuur bevindt zich veld 01 geheel rechts en veld 12 geheel links. De veldindeling met benaming voor de 150kV-schakeltuin is weergegeven in Tabel 1.

Veldnummer	Type veld	Richting
Veld 01	Kabelveld met spoel	OTL-DWL150G
Veld 02	Kabelveld	OTL-DWL150W
Veld 03	Transformatorveld	Veld: Liander 150TR1
Veld 04	Kabelveld	OTL-DWL150Z
Veld 05	Transformatorveld	Veld: Liander 150TR2
Veld 06	Kabelveld	DWL-APL150Z
Veld 07 & 08	Koppelveld	KV
Veld 09	Kabelveld	DWL-APL150W
Veld 10	Transformatorveld	Veld: Liander 150TR3
Veld 11	Kabelveld	Veld: reserve
Veld 12	Transformatorveld	Veld: Liander 150TR4
Veld 13		Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid
Veld 14		Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid
Veld 15		Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid
Veld 16		Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid
Veld 17		Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid

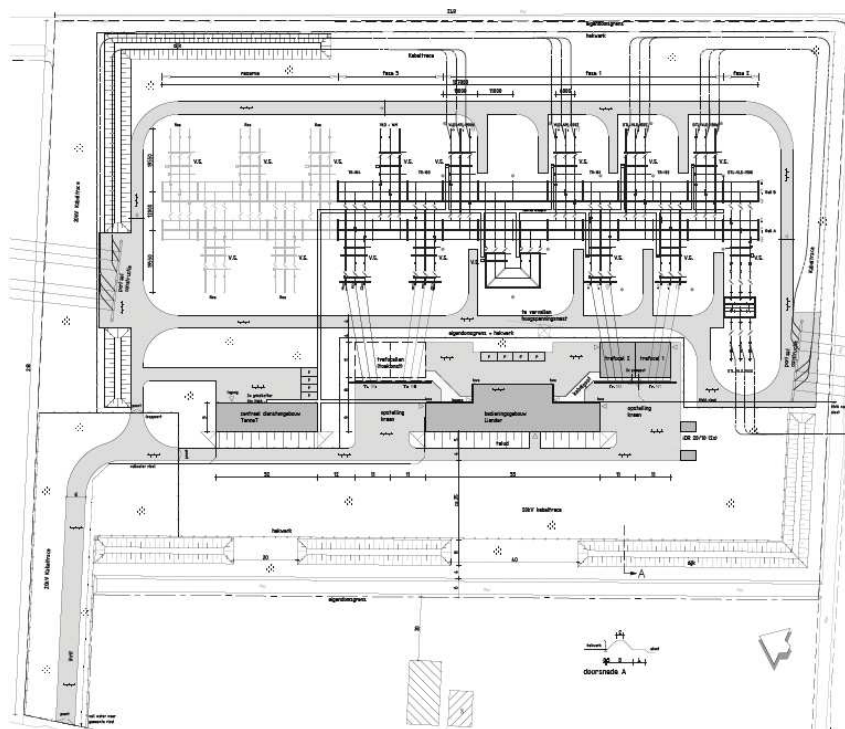
Tabel 1, Veldindeling met benaming

Het 150 kV station heeft de onderstaande kenmerken:

- Dubbelrail op 150 kV met elkaar verbonden via een koppelveld (in Figuur 2, velden 07 en 08). De nominale stroom van de hoofdrail bedraagt 4000 A.
- Beide rails zijn tijdens bedrijf parallel geschakeld door middel van het koppelveld. De nominale stroom van het koppelveld bedraagt 2000 A.
- De kabelvelden hebben een nominale stroom van 2000 A.
- De nominale stroom van de transformatorvelden bedraagt 1000 A.
- Het transformatorstation heeft één reserveveld (in Figuur 2 veld 11). Aangezien dit veld reeds wordt gerealiseerd, zal het worden meegenomen in de bepaling van de magneetveldzone.
- Het transformatorstation heeft vijf velden voor toekomstige uitbreiding, deze zijn niet in Figuur 2 aangegeven omdat ze ook nog niet worden gebouwd. NB: als deze uitbreiding zal plaatsvinden, zal getoetst moeten worden of dit consequenties heeft voor de in dit rapport berekende magneetveldzone.

2.3 Lay-out

In Figuur 3 is de lay-out van het transformatorstation De Weel weergegeven. De lay-out past 1-op-1 op het grondschema van Figuur 2. De vijf velden voor toekomstige uitbreiding zijn in de lay-out weergegeven in lichtgrijs. De erfgrans van het transformatorstation is weergegeven door middel van een onderbroken lijn.



Figuur 3, lay-out van transformatorstation De Weel

In Figuur 3 is ook de maatvoering weergegeven. Door de verkleinde weergave van de lay-out is deze niet leesbaar. Hiervoor wordt verwezen naar de originele tekening.

3 Uitgangspunten

3.1 Model

Door het RIVM is in opdracht van het ministerie van VROM een handreiking [1] opgesteld voor magneetveldberekeningen bij bovengrondse lijnen. Hierin staat nauwkeurig beschreven op welke manier de berekening uitgevoerd moet worden en welke waarde van het magneetveld nagestreefd dient te worden. In 2010 zijn er een aantal bijeenkomsten geweest met verschillende partijen om te komen tot eenduidige uitgangspunten en rekenregels voor kabelverbindingen en stations voor het Randstad380 project. Van deze bijeenkomsten is een notitie gemaakt door het RIVM [2].

Voor de berekeningen die in dit rapport zijn gemaakt, zijn de uitgangspunten gehanteerd zoals deze zijn beschreven in de genoemde handreiking en de notitie.

Het transformatorstation De Weel bestaat uit twee delen, namelijk een TenneT deel (150 kV) en een Liander deel (20 kV). Deze twee delen zijn aangrenzend aan elkaar. Er wordt één magneetveldzone bepaald voor het gehele transformatorstation.

Ontwerp

De basis voor de magneetveldberekeningen is het ontwerp van transformatorstation De Weel zoals beschreven in hoofdstuk 2.

Het eigenbedrijf van het transformatorstation wordt niet mee gemodelleerd. Verhoudingsgewijs zal dit erg weinig bijdragen aan het magneetveld.

Het aardnet van het transformatorstation wordt niet gemodelleerd. Bij de magneetveld berekening wordt gezocht naar de worst case situatie. Het meenemen van het aardnet zal namelijk leiden tot verlaging van het magneetveld.

Vanuit het ontwerp worden onderstaande invoergegevens gebruikt:

- Het aantal, de liggingconfiguratie en de opbouw van de kabelcircuits;
- De hoogte en positie van de rail boven maaiveld, de afstanden tussen de fasen;
- Positie van de kabelvelden en overige aansluitingen;
- Positie van het koppelveld;
- Positie van de 20 kV schakelinstallaties;
- Positie en oriëntatie van de vier geplande transformatoren van 80 MVA;
- Positie en oriëntatie van de spoel in het kabelveld naar Oterleek. De kabelverbinding betreft een mogelijk toekomstige uitbreiding en geen feitelijke situatie.

De componenten die geen onderdeel zijn van de primaire installaties worden niet meegenomen in de berekening.

Software

Voor het berekenen van de magnetische veldsterkte wordt het softwarepakket EFC400 versie 2008 (build 2786) gebruikt. Met EFC400 worden de berekeningen driedimensionaal uitgevoerd, waarbij de relevante stroomvoerende delen van het transformatorstation gemodelleerd worden.

EFC400: Programmatuur van Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie (FGEU, mbH, Berlin, Duitsland).

Magneetveld

De berekende waarde van de magneetveldzone van 0.4 μT is een jaargemiddelde. In de praktijk kan het daarom voorkomen dat de waarde van 0.4 μT op enig moment wordt overschreden.

De berekende waarde van de magneetveldzone van 100 μT is een piekwaarde. In de praktijk zal deze waarde nooit worden overschreden buiten de erfgrans.

Grenzen van model

Van en naar het transformatorstation lopen bovengrondse lijnen en diverse kabelverbindingen. De bovengrondse lijnen worden gemodelleerd tot de eerste mast buiten het transformatorstation. De invloed van de kabels binnen het transformatorstation worden meegenomen binnen de erfgrans.

3.2 Rekenstromen

De rekenstromen die in deze paragraaf zijn opgenomen, zijn door TenneT geaccordeerd, zie Bijlage 3.

Stroomrichting

De stromen in de geleiders van een circuit dat het transformatorstation binnen komt, worden symmetrisch verondersteld over de drie fasen.

De stroomrichting in de 150 kV circuits (bovengrondse lijnen en kabelverbindingen) worden allen in de richting van het transformatorstation gemodelleerd.

De stroomrichting van de velden naar de transformatoren wordt gemodelleerd vanaf de 150 kV hoofdrail naar de transformatoren.

Voor de stromen door het railsysteem wordt verondersteld dat die dezelfde richting hebben.

De geleiders van de afgaande velden voeren stroom tot en met de verst gelegen hoofdrail.

Stroomgrootte

In Tabel 2 is een vertaling gemaakt van de bekende stromen en vermogens naar rekenstromen om de magneetveldzone (0.4 μT jaargemiddeld) te berekenen voor de 150 kV geleiders. De vertaling en de resulterende rekenstromen zijn in overleg met TenneT vastgesteld en zijn in overeenstemming met de uitgangspunten zoals deze in de verschillende documenten door RIVM zijn beschreven.

Nr.	Omschrijving	Vermogen [MVA]	Stroom [A]	Reken-stroom [A]	Opmerking
1	Veld 01, Kabelveld met spoel OTL-DWL150G	520	2000	1333	Vermogen van de kabel. Is op 67% ingesteld.
2	Veld 02, Kabelveld OTL-DWL150W	520	2000	1333	Vermogen van de lijn. Is op 67% ingesteld.
3	Veld 03, Transformatorveld Veld: Liander 150TR1	260	1000	750	Aangesloten trafo is 80 MVA, 75% voor jaargemiddelde.
4	Veld 04, Kabelveld OTL-DWL150Z	520	2000	1333	Vermogen van de lijn. Is op 67% ingesteld.

Nr.	Omschrijving	Vermogen [MVA]	Stroom [A]	Reken-stroom [A]	Opmerking
5	Veld 05, Transformatorveld Veld: Liander 150TR2	260	1000	750	Aangesloten trafo is 80 MVA, 75% voor jaargemiddelde.
6	Veld 06, Kabelveld DWL-APL150Z	520	2000	1000	Vermogen van de lijn. Is op 50% ingesteld.
7	Veld 07 & 08, Koppelveld KV	520	2000	1000	Het koppelveld is ingesteld op 50% van de nominale stroom.
8	Veld 09, Kabelveld DWL-APL150W	520	2000	1000	Vermogen van de lijn. Is op 50% ingesteld.
9	Veld 10, Transformatorveld Veld: Liander 150TR3	260	1000	750	Aangesloten trafo is 80 MVA, 75% voor jaargemiddelde.
10	Veld 11, Kabelveld: reserve	520	2000	1000	Vermogen van de kabel. Is op 50% ingesteld.
11	Veld 12, Transformatorveld: Liander 150TR4	260	1000	750	Aangesloten trafo is 80 MVA, 75% voor jaargemiddelde.
12	Veld 13, Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid				Niet gemodelleerd.
13	Veld 14, Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid				Niet gemodelleerd.
14	Veld 15, Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid				Niet gemodelleerd.
15	Veld 16, Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid				Niet gemodelleerd.
16	Veld 17, Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid				Niet gemodelleerd.
17	Kabelverbinding OTL-DWL150G	250	962	642	Vermogen van de kabel. Is op 67% ingesteld.
18	Lijn OTL-DWL150W	248	954	636	Vermogen van de lijn. Is op 67% ingesteld
19	Lijn OTL-DWL150Z	248	954	636	Vermogen van de lijn. Is op 67% ingesteld
20	Lijn DWL-APL150W	248	954	477	Vermogen van de lijn. Is op 50% ingesteld
21	Lijn DWL-APL150Z	248	954	477	Vermogen van de lijn. Is op 50% ingesteld.
22	Hoofdrail	1039	4000	2000	De hoofdrail is ingesteld op 50% van de nominale stroom.

Tabel 2, rekenstromen voor 150 kV geleiders

Voor het berekenen van de magneetveldzone ($0.4 \mu\text{T}$ jaargemiddeld) wordt de rekenstroom gehanteerd uit kolom 5 van Tabel 2. Voor de $100 \mu\text{T}$ magneetveldzone (piek) wordt de nominale stroom gehanteerd (kolom 4 van Tabel 2).

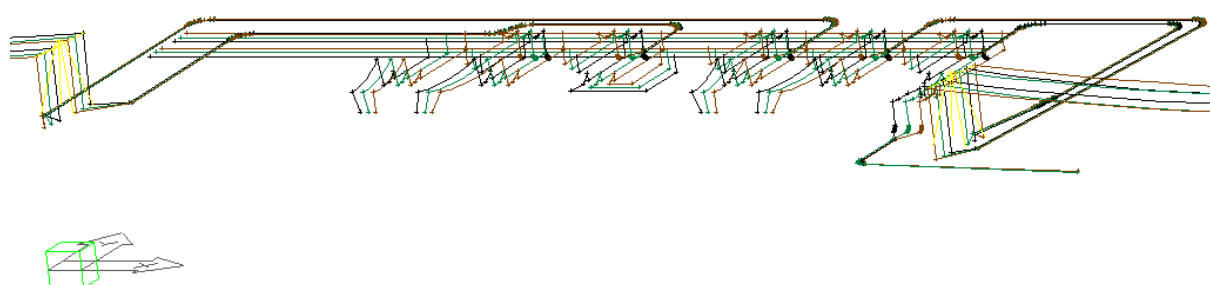
De genoemde kabelverbinding OTL-DWL150G (nr. 1 en 17 in Tabel 2) betreft een mogelijk toekomstige uitbreiding en geen feitelijke situatie. In de berekening van de magneetveldzone wordt dit veld wel meegenomen om daarmee voorbereid te zijn op de mogelijk toekomstige situatie.

4 Magneetvelden

4.1 3D-model

Om de magneetveldzone te kunnen berekenen moet een 3D-model worden gemaakt. Om dit te realiseren worden in het software pakket EFC-400 alle stroomvoerende delen van het 150 kV deel van het transformatorstation gemodelleerd. Vervolgens krijgt elk stroomvoerend deel de bijbehorende fase (klokgetal 4, 8 of 12), stroomwaarde en stroomrichting.

In Figuur 4 is het 3D-model opgenomen van het 150 kV deel van het transformatorstation. De positie en oriëntatie is overeenkomstig de lay-out van Figuur 3 (bovenste deel).



Figuur 4, 3D-model 150 kV deel van transformatorstation De Weel

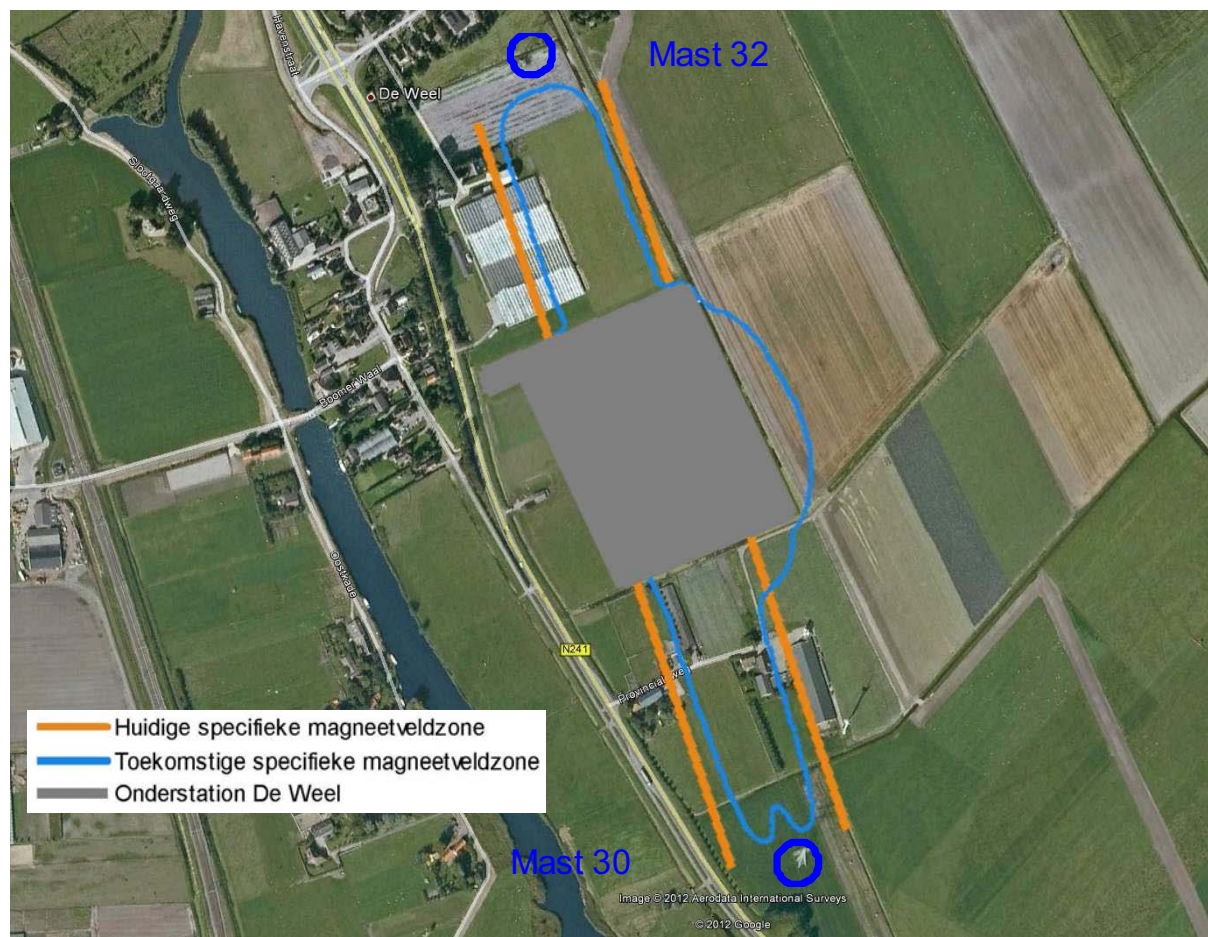
Het hoogspanningslijnenbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone [1]) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen (zie Bijlage 2). In voorliggende rapportage is de magneetveldzone berekend voor een ander deel van het hoogspanningsnet, namelijk een transformatorstation. Bij deze berekening 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' [2]. De rekenmethodiek zoals vastgelegd in de genoemde notitie is hier gehanteerd voor het 150 kV deel van het transformatorstation. Voor middenspanning zoals het 20 kV deel van het transformatorstation bestaat geen overheidsbeleid en rekenmethodiek met betrekking tot magneetvelden. Voor dit type installaties geldt uitsluitend de vigerende 100 μ T piekwaarde conform de ICNIRP norm.

Om toch een indruk te krijgen van de eventuele invloed van de 20 kV installaties op de magneetveldzone (0.4 μ T jaargemiddeld) van het transformatorstation zijn ook deze installaties – en daarmee oneigenlijk – getoetst aan de hand van de rekenregels voor hoogspanning. Geconcludeerd mag worden dat de invloed van de 20 kV installaties op de magneetveldzone van de hoogspanningsinstallaties marginaal zijn en uitsluitend in de directe omgeving enige invloed uitoefenen. Buiten de erfgrens van het station is de invloed nihil en niet waarneembaar.

Bovendien wordt dit 3D model gebruikt om aan te tonen dat de 100 μ T piekwaarde nooit buiten de erfgrens komt.

4.2 Magneetveldzone

In Figuur 5 is de magneetveldzone ($0.4 \mu\text{T}$ jaargemiddelde) van het nieuwe transformatorstation De Weel weergegeven ten opzichte van een uitsnede van de zogenaamde 'plankaart'. Op deze kaart is de ligging van het transformatorstation De Weel aangegeven door middel van een grijze rechthoek.



Figuur 5, magneetveldzone ($0.4 \mu\text{T}$ jaargemiddelde) transformatorstation De Weel

In Figuur 5 is te zien dat de toekomstige magneetveldzone ($0.4 \mu\text{T}$ jaargemiddelde) met het transformatorstation aan de oostzijde van het transformatorstation buiten de huidige magneetveldzone van de bestaande hoogspanningslijn valt. Deze huidige magneetveldzone is ontleend aan 'Bovengrondse lijn Oterleek - Anna Paulowna, Specifieke magneetveldzone ter hoogte van mast 30, 31 en 32', [4]. Uit de plankaart blijkt dat er juist aan de oostzijde geen gevoelige bestemmingen [3] bevinden.

Aan de noord en zuidzijde van het nieuwe transformatorstation ter hoogte van de bestaande bovengrondse lijn valt de toekomstige magneetveldzone binnen de huidige magneetveldzone. Dit komt doordat de bovengrondse lijn in de nieuwe situatie aangesloten wordt op het transformatorstation, waarbij de configuratie van de bovengrondse lijn bij de aansluiting zodanig wijzigt dat de magneetveldzone smaller wordt dan in de huidige situatie.

Aan de westkant valt de toekomstige magneetveldzone geheel binnen de erfgrens van het nieuwe transformatorstation.

Binnen de specifieke magneetveldzone van de bestaande lijn vallen vier percelen met een gevoelige bestemming. In de nieuwe situatie vallen dezelfde vier percelen met een gevoelige bestemming binnen de magneetveldzone (0.4 μ T jaargemiddelde) van het transformatorstation De Weel.

Vastgesteld is dat de magneetveldzone (0.4 μ T jaargemiddelde) die buiten de erfgrens valt, bepaald wordt door het 150 kV deel van het transformatorstation (hoogspanning). De invloed van de 20 kV (middenspanning) aan de magneetveldzone valt geheel binnen de erfgrens.

De piekwaarde van het magneetveld waar de algemene bevolking maximaal aan blootgesteld mag worden, bedraagt 100 μ T zoals door ICNIRP is vastgelegd. Het gehele transformatorstation is getoetst op deze waarde. Op enkele locaties binnen het transformatorstation kan het magneetveld deze piekwaarde bereiken maar ligt ruim binnen de erfgrens van het transformatorstation. De piekwaarde van 100 μ T zal daarom nooit optreden buiten de erfgrens van het transformatorstation.

5 Conclusie

De conclusie beschrijft het antwoord op de doelstelling van het onderzoek, namelijk:

1. Inzicht geven in de ligging van de magneetveldzone (0.4 μ T jaargemiddelde) rondom het transformatorstation. Deze toekomstige magneetveldzone is vergeleken met de ligging van de huidige magneetveldzone.
2. Toetsen of de 100 μ T piek waarde van het magneetveld van het gehele transformatorstation (150 kV en 20 kV) conform ICNIRP binnen de erfgrens van het transformator station valt.

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 [1]) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen (zie Bijlage 2). In voorliggende rapportage is de magneetveldzone berekend voor een ander deel van het hoogspanningsnet, namelijk een transformatorstation. Bij deze berekening 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' [2]. De rekenmethodiek zoals vastgelegd in de genoemde notitie is hier gehanteerd voor het 150 kV deel van het transformatorstation. Voor middenspanning zoals het 20 kV deel van het transformatorstation bestaat geen overheidsbeleid en rekenmethodiek met betrekking tot magneetvelden. Om toch een uitspraak te kunnen doen over de magneetveldzone (0.4 μ T jaargemiddeld) van het gehele transformatorstation is het 20 kV deel oneigenlijk getoetst aan de hand van de rekenregels die voor hoogspanning beschikbaar zijn.

De toekomstige magneetveldzone (0.4 μ T jaargemiddelde) valt aan de oostzijde van het transformatorstation buiten de huidige magneetveldzone. Uit de plankaart blijkt dat er juist aan die zijde geen gevoelige bestemmingen [3] bevinden. Aan de noord en zuidzijde van het transformatorstation ter hoogte van de bestaande bovengrondse lijn valt de toekomstige magneetveldzone binnen de huidige magneetveldzone. Aan de westkant valt de toekomstige magneetveldzone geheel binnen de erfgrens van het nieuwe transformatorstation.

Vastgesteld wordt dat de magneetveldzone (0.4 μ T jaargemiddelde) die buiten de erfgrens valt, bepaald wordt door het 150 kV deel van het transformatorstation (hoogspanning). De invloed van de 20 kV (middenspanning) aan de magneetveldzone valt geheel binnen de erfgrens.

De piekwaarde van het magneetveld waar de algemene bevolking maximaal aan blootgesteld mag worden, bedraagt 100 μ T zoals door ICNIRP is vastgelegd. De piekwaarde van 100 μ T zal nooit optreden buiten de erfgrens van het transformatorstation.

Binnen de specifieke magneetveldzone van de bestaande lijn vallen vier percelen met een gevoelige bestemming. In de nieuwe situatie vallen dezelfde vier percelen met een gevoelige bestemming binnen de magneetveldzone (0.4 μ T jaargemiddelde) van het transformatorstation De Weel.

De conclusie is dat er in de toekomstige situatie met het nieuwe transformatorstation niet méér gevoelige bestemmingen binnen de magneetveldzone vallen dan in de huidige situatie met de bestaande hoogspanningslijn.

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.
3. Cramer, J., *Verduidelijking van het advies met betrekking tot hoogspanningslijnen*. Directoraat-Generaal Milieu, Directie Risicobeleid, 4 november 2008, kenmerk DGM\2008105664.
Bron: <http://www.rivm.nl/hoogspanningslijnen/>
4. Brand, T., *Bovengrondse lijn Oterleek - Anna Paulowna, Specifieke magneetveldzone ter hoogte van mast 30, 31 en 32*. Liandon, 26 januari 2012.

Bijlage 2 Achtergrond en uitgangspunten specifieke magneetveldzone

Onderstaande tekst is overgenomen uit bijlage 1 van de handreiking van RIVM, versie 3.0.

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.

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.

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) op <datum berekening> door <naam adviesbureau>, met rekenmodel <aanduiding en versie>. 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.

Bijlage 3 Geaccordeerde uitgangspunten TenneT

In deze bijlage zijn de door TenneT geaccordeerde uitgangspunten opgenomen.



Postbus 428, 6800 AK Arnhem
Liandon B.V.
T.a.v. mevrouw Bentvelzen
Postbus 50
6920 AB DUIVEN
Nederland

DATUM 25 januari 2012
ONZE REFERENTIE PU-AM 12 053
BEHANDELD DOOR Kees Koreman
TELEFOON DIRECT 026 373 11 91
E-MAIL Kees.Koreman@tennet.eu
AANTAL BIJLAGEN 11

BETREFT magneetveldberekeningen station De Weel

Geachte mevrouw Bentvelzen,

Hierbij bevestig ik dat de door u gebruikte uitgangspunten, welke zijn bijgevoegd aan deze brief, correct zijn voor het uitvoeren van de berekening van de specifieke magneetveldzone in de omgeving van het nieuwe station De Weel.

Hoogachtend,
TenneT TSO B.V.

ir. C.G.A. (Kees) Koreman

AL BIJLAGEN 11

TenneT TSO B.V. Bezoekadres Utrechtseweg 310, Arnhem Postbus Postbus 718 6800 AS Arnhem
Factuuradres Postbus 428, 6800 AK Arnhem Handelsregister Arnhem 09155985
Telefoon 026 373 11 11 Fax 026 373 11 12 Internet www.tennet.org

06-03100-001088

Uitgangspunten magneetveldberekening Transformatorstation De Weel

1 Algemene gegevens Transformatorstation De Weel

Het transformatorstation De Weel bestaat uit een 150 kV deel wat in eigendom van TenneT is en een 20 kV deel wat in eigendom van Liander is. In de bijlage (Figuur 1) is een luchtfoto weergegeven van het model van het toekomstige transformatorstation. Het transformatorstation wordt geprojecteerd halverwege de bovengrondse 150 kV verbinding tussen Oterleek en Anna Paulowna. In voorliggend uitgangspunten document worden de uitgangspunten beschreven voor het 150 kV deel van het transformatorstation.

2 Stationsontwerp

2.1 Spanning: 150 kV

2.2 Grondschem: zie bijlage, Figuur 2

2.3 Veldindeling

Veldnummer	Type veld	Richting
Veld 01	Kabelveld met spoel	OTL-DWL150G
Veld 02	Kabelveld	OTL-DWL150W
Veld 03	Transformatorveld	Veld: Liander 150TR1
Veld 04	Kabelveld	OTL-DWL150Z
Veld 05	Transformatorveld	Veld: Liander 150TR2
Veld 06	Kabelveld	DWL-APL150Z
Veld 07 & 08	Koppelveld	KV
Veld 09	Kabelveld	DWL-APL150W
Veld 10	Transformatorveld	Veld: Liander 150TR3
Veld 11	Kabelveld	Veld: reserve
Veld 12	Transformatorveld	Veld: Liander 150TR4
Veld 13	-	Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid
Veld 14	-	Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid
Veld 15	-	Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid
Veld 16	-	Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid
Veld 17	-	Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid

2.4 Kenmerken

- Dubbelrail op 150 kV met elkaar verbonden via een koppelveld (velden 07 en 08). De nominale stroom van de hoofd rail bedraagt 4000 A.
- Beide rails zijn tijdens bedrijf parallel geschakeld door middel van het koppelveld. De nominale stroom van het koppelveld bedraagt 2000 A.
- De kabelvelden hebben een nominale stroom van 2000 A.
- De nominale stroom van de transformatorvelden bedraagt 1000 A.
- Het transformatorstation heeft één reserveveld (veld 11). Aangezien dit veld reeds wordt gerealiseerd, zal het worden meegenomen in de bepaling van de magneetveldzone.
- Het transformatorstation heeft vijf velden voor toekomstige uitbreiding, deze zijn niet in het grondschem aangegeven omdat ze ook nog niet worden gebouwd.

2.5 Lay-out, zie bijlage, Figuur 3

Uitgangspunten magneetveldberekening Transformatorstation De Weel

3 Lijnaansluitingen

3.1 Algemene gegevens

3.1.1 Hoogspanningslijn: 150 kV lijn Oterleek – De Weel – Anna Paulowna.

3.1.2 Mastnummers, masttypen en locaties: OTL – DWL

Tabel 1 Mastnummers, masttypen en locaties

Mast nr.	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
30	SB	118833.80	526766.27
31A	Juk	118755.71	527003.81

3.1.3 Mastnummers, masttypen en locaties: DWL – APL

Tabel 2 Mastnummers, masttypen en locaties

Mast nr.	Masttype	X-coördinaat [m]	Y-coördinaat [m]
31B	Juk	118682.42	527226.83
32	SA	118584.56	527524.51

3.1.4 Mastgeometrie: zie mastbeelden per masttype in bijlage (Figuur 4, Figuur 5 en Figuur 6).

3.1.5 Aantal circuits: 2.

3.2 Circuit gegevens

3.2.1 Circuitaanduiding: wit (oost), zwart (west).

3.2.2 Spanning: beide circuits 150 kV.

3.2.3 Lijnbelastbaarheid: 954 A per circuit.

3.3 Geleidergegevens

3.3.1 Rekenstroombelasting OTL – DWL: 636 A (67% van 954 A).

Tussen OTL en DWL komt mogelijk een nieuwe kabelverbinding met een circuit van 250 MVA. De totale verbinding tussen OTL en DWL bestaat dan uit drie circuits, n-1. Voor de lijn houdt dat in dat er gerekend moet worden met een rekenstroom van 67% per circuit in plaats van 50%. Ook de kabelverbinding moet dan worden ingesteld op 67%. In de berekening van de magneetveldzone wordt dit veld wel meegenomen om daarmee voorbereid te zijn op de mogelijk toekomstige situatie.

Uitgangspunten magneetveldberekening Transformatorstation De Weel

3.3.2 Positie en fasen OTL – DWL:

Tabel 3 Rekenstromen (grootte en fase)

Geleiderpositie Nummer en positie in mastbeeld *)	Stroom [A]	Fase [°] Mast 30 – 31A	Positie geleider
1	636	240	Buitenfase zwart
2	636	120	Bovenfase zwart
3	636	0	Binnenfase zwart
4	636	240	Binnenfase wit
5	636	120	Bovenfase wit
6	636	0	Buitenfase wit

*) west: zwart, oost: wit

Op het juk komen de geleiders als volgt:

- binnenfase komt aan de binnenzijde;
- bovenfase komt in het midden;
- buitenfase komt aan de buitenfase.

3.3.3 Rekenstroombelasting DWL – APL: 477 A (50% van 954 A).

3.3.4 Positie en fasen:

Tabel 4 Rekenstromen (grootte en fase)

Geleiderpositie Nummer en positie in mastbeeld *)	Stroom [A]	Fase [°] Mast 31B – 32	Positie geleider
1	477	240	Buitenfase zwart
2	477	120	Bovenfase zwart
3	477	0	Binnenfase zwart
4	477	240	Binnenfase wit
5	477	120	Bovenfase wit
6	477	0	Buitenfase wit

*) west: zwart, oost: wit

Op het juk komen de geleiders als volgt:

- binnenfase komt aan de binnenzijde;
- bovenfase komt in het midden;
- buitenfase komt aan de buitenfase.

4 Kabel aansluitingen

4.1 Algemene gegevens kabelverbinding

4.1.1 Kabelverbinding: 150 kV Oterleek – De Weel

4.1.2 Aantal circuits: Eén circuit in plat vlak

Uitgangspunten magneetveldberekening Transformatorstation De Weel**4.2 Circuit gegevens**4.2.1 *Spanning: 150 kV.*4.2.2 *Ontwerpbelasting 250 MVA, 962 A.*4.2.3 *Ligging kabel circuit*

- Onderlinge faseafstand 0.35 m;
- Diepteligging 1.25 m onderkant kabel in niet bouwland.

4.3 Geleidergegevens4.3.1 *Rekenstroombelasting: 641 A (67% van 962 A).*4.3.2 *Positie en fasen:***Tabel 5 Rekenstromen (grootte en fase)**

Geleiderpositie	Stroom [A]	Fase [°]	Positie geleider
1	641	0	Binnenfase *)
2	641	120	Middenfase
3	641	240	Buitenfase

*) De binnenfase is gedefinieerd aan de zijde van de lijn. De fasen zijn in dezelfde volgorde gekozen als de klokgetallen van de huidige bovengrondse lijn.

4.3.3 *Transportrichting: van Oterleek naar De Weel.***5 Rekenstromen**

Nr.	Omschrijving	Vermogen [MVA]	Stroom [A]	Reken-stroom [A]	Opmerking
1	Veld 01, Kabelveld met spoel OTL-DWL150G	520	2000	1333	Vermogen van de kabel. Is op 67% ingesteld.
2	Veld 02, Kabelveld OTL-DWL150W	520	2000	1333	Vermogen van de lijn. Is op 67% ingesteld.
3	Veld 03, Transformatorveld Veld: Liander 150TR1	260	1000	750	Aangesloten trafo is 80 MVA, 75% voor jaargemiddelde.
4	Veld 04, Kabelveld OTL-DWL150Z	520	2000	1333	Vermogen van de lijn. Is op 67% ingesteld.
5	Veld 05, Transformatorveld Veld: Liander 150TR2	260	1000	750	Aangesloten trafo is 80 MVA, 75% voor jaargemiddelde.
6	Veld 06, Kabelveld DWL-APL150Z	520	2000	1000	Vermogen van de lijn. Is op 50% ingesteld.
7	Veld 07 & 08, Koppelveld KV	520	2000	1000	Het koppelveld is ingesteld op 50% van de nominale stroom.
8	Veld 09, Kabelveld DWL-APL150W	520	2000	1000	Vermogen van de lijn. Is op 50% ingesteld.

Uitgangspunten magneetveldberekening Transformatorstation De Weel

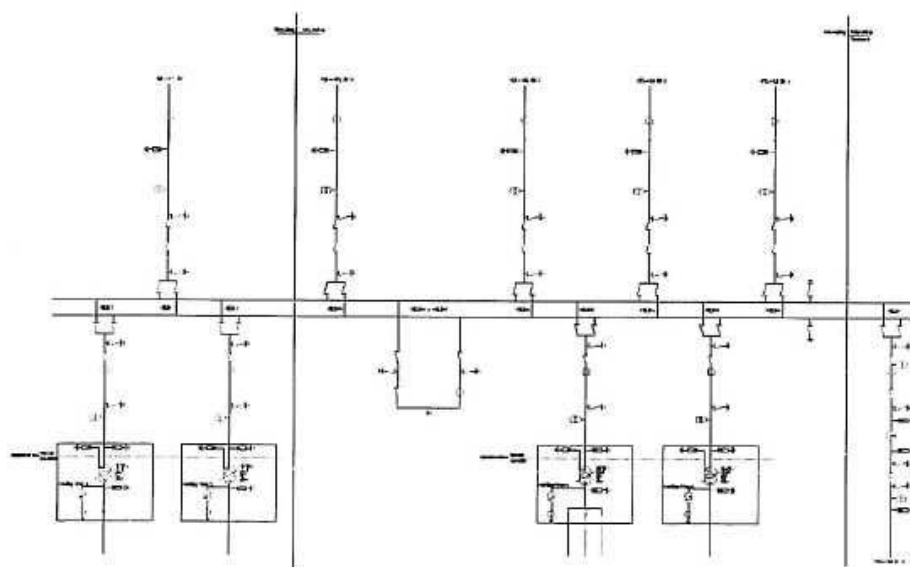
Nr.	Omschrijving	Vermogen [MVA]	Stroom [A]	Reken-stroom [A]	Opmerking
9	Veld 10, Transformatorveld Veld: Liander 150TR3	260	1000	750	Aangesloten trafo is 80 MVA, 75% voor jaargemiddelde.
10	Veld 11, Kabelveld: reserve	520	2000	1000	Vermogen van de kabel. Is op 50% ingesteld.
11	Veld 12, Transformatorveld: Liander 150TR4	260	1000	750	Aangesloten trafo is 80 MVA, 75% voor jaargemiddelde.
12	Veld 13, Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid				Niet gemodelleerd.
13	Veld 14, Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid				Niet gemodelleerd.
14	Veld 15, Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid				Niet gemodelleerd.
15	Veld 16, Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid				Niet gemodelleerd.
16	Veld 17, Toekomstige uitbreidingsmogelijkheid				Niet gemodelleerd.
17	Kabelverbinding OTL-DWL150G	250	962	642	Vermogen van de kabel. Is op 67% ingesteld.
18	Lijn OTL-DWL150W	248	954	636	Vermogen van de lijn. Is op 67% ingesteld
19	Lijn OTL-DWL150Z	248	954	636	Vermogen van de lijn. Is op 67% ingesteld
20	Lijn DWL-APL150W	248	954	477	Vermogen van de lijn. Is op 50% ingesteld
21	Lijn DWL-APL150Z	248	954	477	Vermogen van de lijn. Is op 50% ingesteld.
22	Hoofdrail	1039	4000	2000	De hoofdrail is ingesteld op 50% van de nominale stroom.

Uitgangspunten magneetveldberekening Transformatorstation De Weel

Bijlagen, ontleend aan basis ontwerp

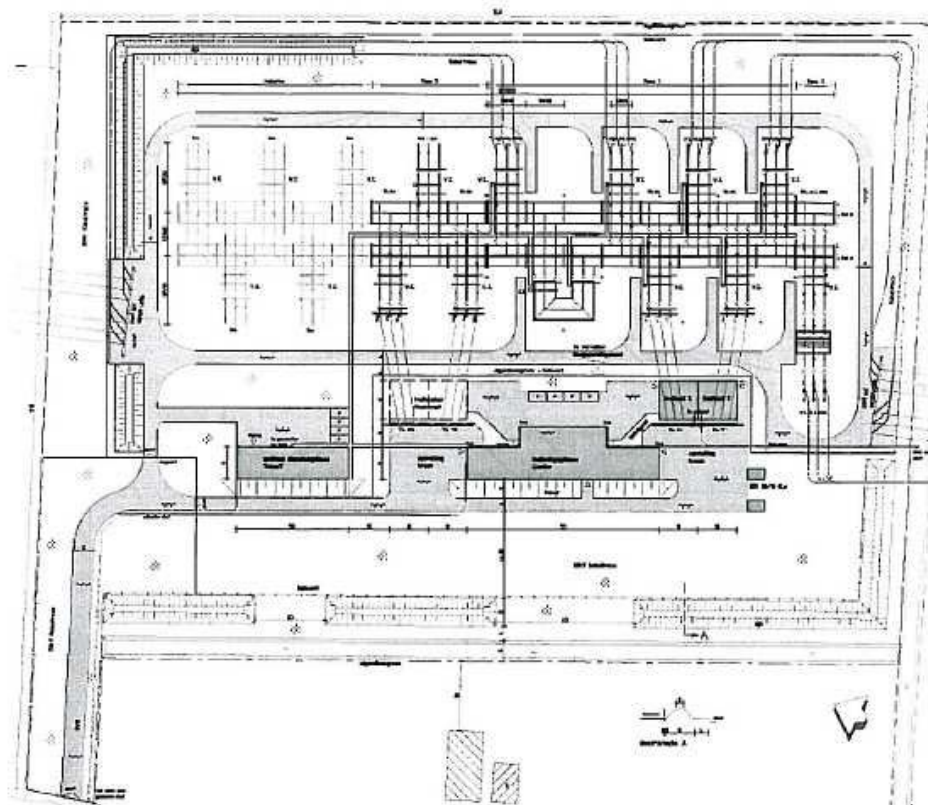


Figuur 1, Luchtfoto transformatorstation De Weel



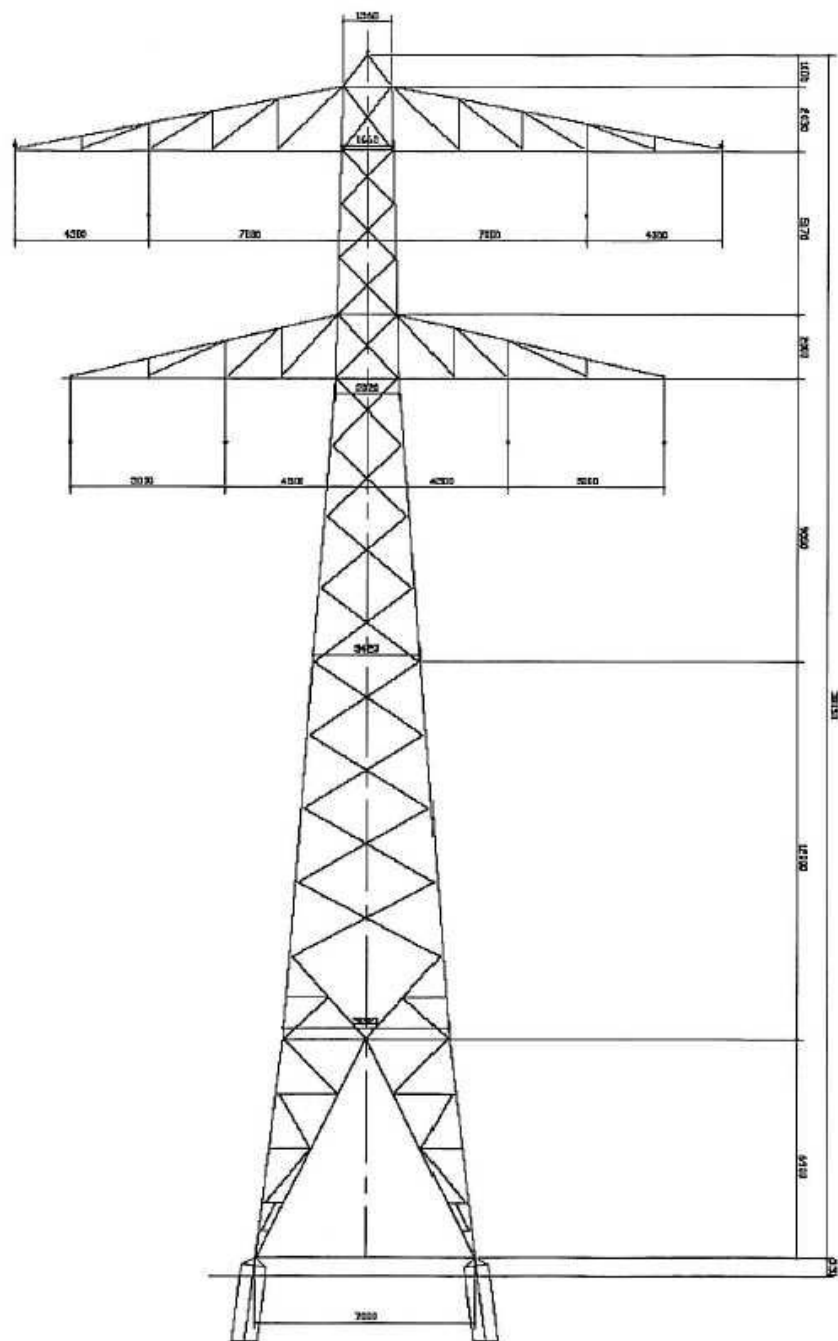
Figuur 2, grondschem 150 kV deel van transformatorstation De Weel

Uitgangspunten magneetveldberekening Transformatorstation De Weel



Figuur 3, lay-out van transformatorstation De Weel

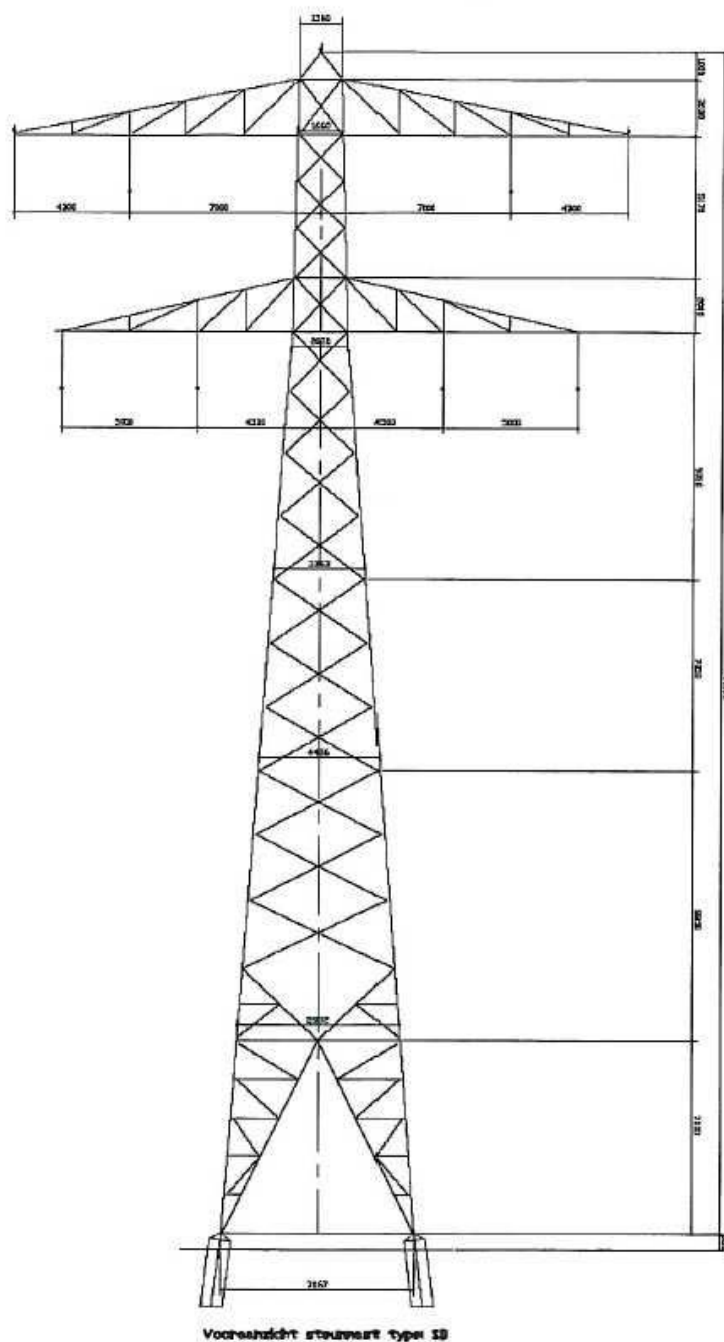
Uitgangspunten magneetveldberekening Transformatorstation De Weel



Voorzijde stuwmast type SA

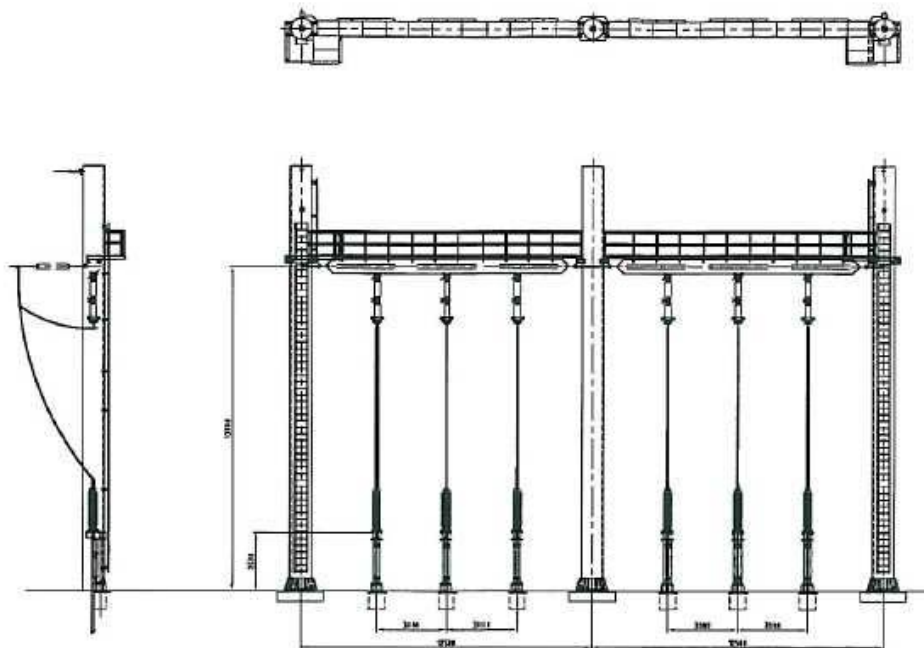
Figuur 4, Mastbeeld masttype 150 kV SA

Uitgangspunten magneetveldberekening Transformatorstation De Weel



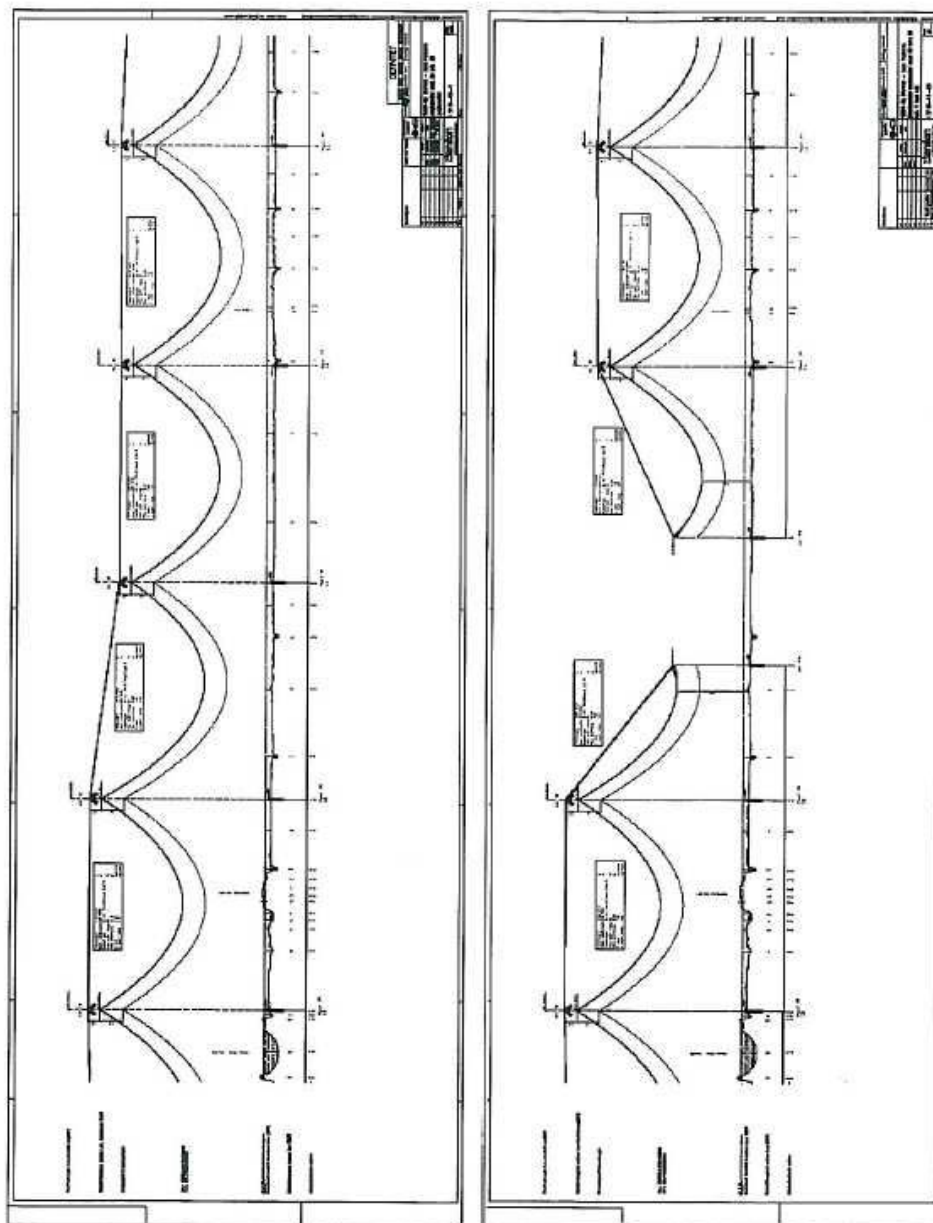
Figuur 5, Mastbeeld masttype 150 kV SB

Uitgangspunten magneetveldberekening Transformatorstation De Weel



Figuur 6, Juk 150 kV

Uitgangspunten magneetveldberekening Transformatorstation De Weel



Figuur 7, Lengteprofiel, links bestaand, rechts nieuw

Bijlage 4 Instemming magneetveld berekeningen Liander

In deze bijlage heeft Liander de instemming gegeven voor de berekeningen die uitgevoerd zijn aan de 20kV zijde.

Liander

onderdeel van alliander

Liander N.V.

Locatie 2CB3310, Postbus 50, 6920 AB Duiven

Liandon B.V.
t.a.v. mevr. C. Bentvelzen
Postbus 384
1800 AJ ALKMAAR

Contactpersoon
ing. LAA Perrin
Telefoon 06-21893609
alex.perrin@alliander.com

Bezoekadres
Voltastraat 2
Alkmaar
Postadres
Locatie 2CB3310
Postbus 50
6920 AB Duiven
Telefoon 072 514 51 50
Fax 072 514 61 05
www.liander.nl

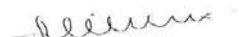
Datum
6 februari 2012
Ons kenmerk
DWL-001

Betreft
magneetveldberekeningen station de Weel

Geachte mevrouw Bentvelzen,

Hierbij bevestig ik dat Liander kan instemmen met de berekeningen en de inhoud van het rapport voor het 20-kV deel. Het is een evenwichtig rapport dat een goed beeld schetst van het magneetveld rondom het nieuw te bouwen station de Weel

Met vriendelijke groet,
Liander N.V.



Ir. F. Wiercx
Procesmanager Liander Assetmanagement

