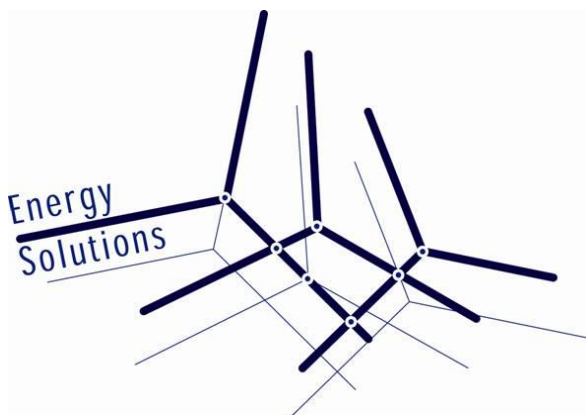




Magneetveldenonderzoek Aalscholver Papendrecht

Revisie gegevens

Revisie	Datum	Auteur	Opmerkingen
2.0	9 Mei 2016	J.A. van Oosterom	Definitief
1.0	22 April 2016	J.A. van Oosterom	Concept

Documentnummer:	ENSOL-RPT-2016.027
Auteur:	J.A. van Oosterom
Revisie:	2.0
Datum:	9 Mei 2016
Gecontroleerd:	E.A. Braan



Inhoud

1	SAMENVATTING.....	3
2	INLEIDING	4
3	UITGANGSPUNTEN.....	6
3.1	BELASTING.....	6
3.2	MEETLOCATIES	8
3.3	MEETPROCEDURE MAGNEETVELDMETINGEN	9
3.4	UITGANGSPUNTEN VOOR BEREKENINGEN.....	9
3.4.1	<i>Uitgangspunten 150 kV Alblasterdam – Dordrecht Merwedehaven</i>	<i>9</i>
3.4.2	<i>Uitgangspunten 150 kV Alblasterdam – Arkel.....</i>	<i>9</i>
3.4.3	<i>Uitgangspunten 380 kV Crayestein - Krimpen</i>	<i>9</i>
4	VERGELIJKING METING / BEREKENING	10
4.1	MEETLOCATIE 1	10
4.2	MEETLOCATIE 2	12
4.3	MEETLOCATIE 3	14
4.4	MEETLOCATIE 4	16
4.5	MEETLOCATIE 5	18
4.6	VERKLARING MOGELIJKE VERSCHILLEN.....	20
4.6.1	<i>Variatie belasting</i>	<i>20</i>
4.6.2	<i>Hoogteverschillen</i>	<i>20</i>
4.6.3	<i>Additionele bronnen</i>	<i>20</i>
4.6.4	<i>Geïnduceerde stromen.....</i>	<i>20</i>
4.6.5	<i>Nauwkeurigheid GPS.....</i>	<i>21</i>
4.7	HUDIGE METING T.O.V. METING UIT 2003	22
5	BEREKENING OP BASIS VAN PROGNOSE	23
6	CONCLUSIE	24
7	BIJLAGEN	25
BIJLAGE A: RAPPORTAGE MAGNEETVELDMETING		A—1



1 Samenvatting

De gemeente Papendrecht is momenteel bezig met de ontwikkeling van nieuwe woningen in een gebied langs de A15 te Papendrecht. In dit gebied is ook de 380 kV hoogspanningslijn Crayestein – Krimpen en de 150 kV hoogspanningslijnen Alblasserdam – Arkel / Alblasserdam – Dordrecht Merwedehaven aanwezig. De gemeente Papendrecht heeft aan Energy Solutions gevraagd om een onderzoek uit te voeren naar de magnetische veldsterkte van de hoogspanningslijnen in het gebied rond de Aalscholver in Papendrecht. Hierbij zijn de volgende zaken gevraagd:

1. Het uitvoeren van magneetveldberekeningen conform de handreiking van het RIVM.
2. Het uitvoeren van magneetveldmetingen ter plaatse van de planlocatie.
3. Het vergelijken van de magneetveldmetingen met magneetveldberekeningen op basis van de actuele belasting.

Op het moment dat de metingen werden uitgevoerd varieerde de belasting van de 380 kV verbinding ongeveer tussen 2% en 3,5% van de ontwerpbelasting en was de belasting van de 150 kV verbinding ongeveer 17% ten opzichte van de ontwerpbelasting. De maximale berekende en gemeten waarden zijn in dit geval daarom vrij beperkt. Uit de vergelijking tussen de metingen en berekeningen is gebleken dat de profielen van de berekende magneetvelden redelijk overeenkomen, maar dat er toch duidelijke verschillen in de waarden terug te zien zijn. Dit valt te verklaren door de vele parameters die de meting en de berekening kunnen beïnvloeden. In de rapportage zijn de mogelijke invloeden samengevat.

De meting geeft slechts een momentopname en geeft geen inzicht in de magneetveldzone zoals bedoeld in het beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen en de handreiking van het RIVM. Op verzoek van de gemeente Papendrecht is ook de situatie doorgerekend waarbij uitgegaan wordt van de door TenneT aangegeven prognose voor de verwachte gemiddelde belasting op de verbindingen tot 2025.



2 Inleiding

De gemeente Papendrecht is momenteel bezig met de ontwikkeling van nieuwe woningen in een gebied langs de A15 te Papendrecht. In dit gebied is ook de 380 kV hoogspanningslijn Crayestein – Krimpen en de 150 kV hoogspanningslijnen Alblasserdam – Arkel / Alblasserdam – Dordrecht Merwedehaven aanwezig. De gemeente Papendrecht heeft aan Energy Solutions gevraagd om een onderzoek uit te voeren naar de magnetische veldsterkte van de hoogspanningslijnen in het gebied rond de Aalscholver in Papendrecht. Hierbij zijn de volgende zaken gevraagd:

1. Het uitvoeren van magneetveldberekeningen conform de handreiking van het RIVM.
2. Het uitvoeren van magneetveldmetingen ter plaatse van de planlocatie.
3. Het vergelijken van de magneetveldmetingen met magneetveldberekeningen op basis van de actuele belasting.

Bij het onderdeel 1 wordt, conform de handreiking van het RIVM, de specifieke magneetveldzone berekend uitgaande van de gestelde uitgangspunten in de handreiking. De resultaten van deze berekeningen worden in een aparte rapportage samengevat conform het vastgestelde rapportage format van RIVM.

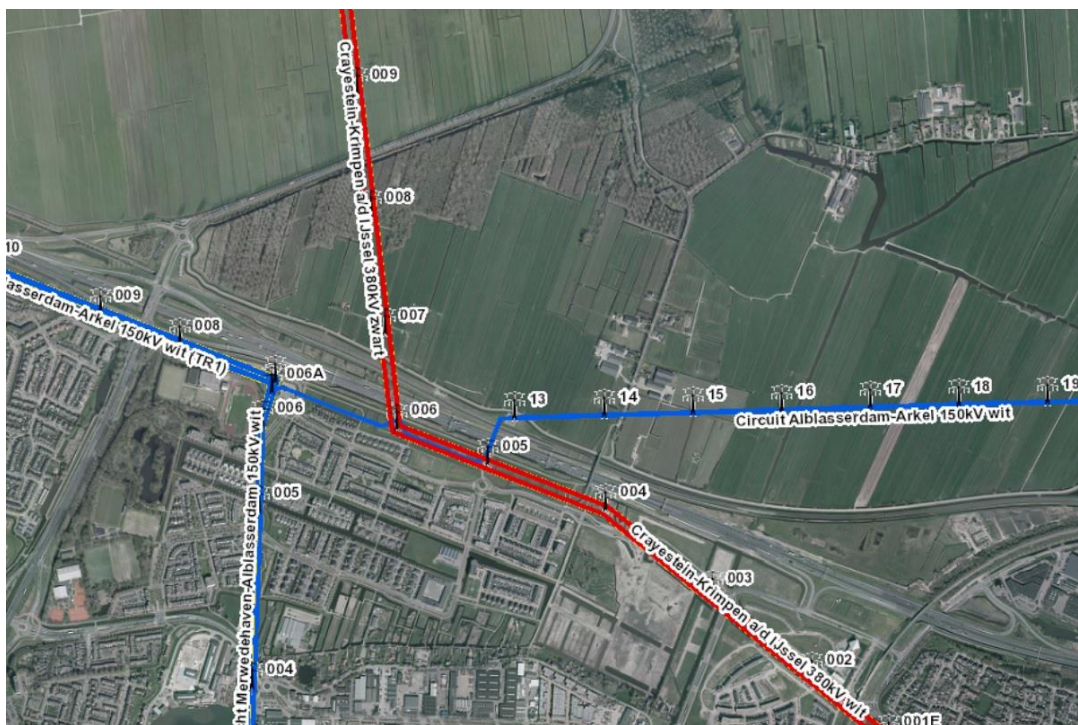
Het uitvoeren van magneetveldmetingen ter plaatse van de planlocatie is voor Energy Solutions uitgevoerd door Transiënt B.V. Deze heeft de metingen uiteindelijk laten uitvoeren door Bicon. Het uitvoeren van de berekeningen om de vergelijking tussen het rekenmodel en de meting te kunnen maken heeft Energy Solutions uitgevoerd. Hierbij is de magneetveldzone berekend op basis van de belasting die op dat moment door de hoogspanningslijn getransporteerd werd.

Op 4 april 2016 zijn er een aantal magneetveldmetingen uitgevoerd in de omgeving van de Aalscholver te Papendrecht. De belasting van de hoogspanningslijnen op dat moment zijn bij netbeheerder TenneT opgevraagd. Aan de hand van deze belasting zijn ook berekeningen gemaakt zodat er een vergelijk kan worden gemaakt tussen de meting en berekening.

In deze rapportage zijn de resultaten van het vergelijk tussen de magneetveldberekeningen op basis van de actuele belasting van 4 april en de magneetveldmetingen samengevat. Van de magneetveldmetingen zijn alleen de resultaten weergegeven. Het volledige meetrapport is bijgevoegd in bijlage A.

In deze rapportage wordt de term “magneetveldzone” gebruikt om de zone aan te geven waarbinnen de magnetische veldsterkte een waarde hoger dan $0,4 \mu\text{T}$ heeft, afhankelijk van de gebruikte rekenstroom. Er wordt bewust geen gebruik gemaakt van de term “specifieke magneetveldzone”, omdat deze term in de handreiking van het RIVM is gedefinieerd als de zone waarin het jaargemiddelde van de magnetische veldsterkte hoger ligt dan $0,4 \mu\text{T}$.

In onderstaande figuur is een overzicht van het gebied gegeven, waarbij de 380 kV verbinding Crayestein – Krimpen in de kleur rood is weergegeven en de 150 kV verbindingen Alblasserdam – Arkel en Alblasserdam – Dordrecht Merwedehaven in de kleur blauw zijn weergegeven. Daarnaast zijn de mastnummers van de verbindingen vermeld.



Figuur 1: Situatie omgeving Aalscholver te Papendrecht

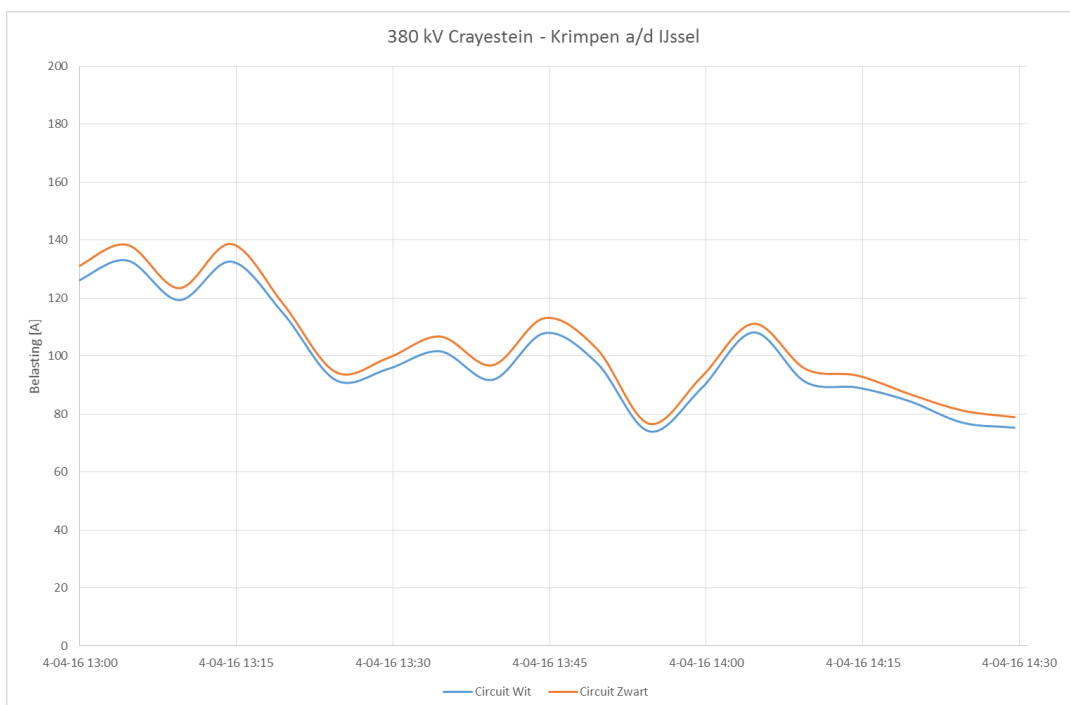
In 2003 zijn er door KEMA magneetveldmetingen uitgevoerd in hetzelfde gebied. Daarom zal in deze rapportage ook een kort vergelijk tussen deze meting en de nieuwe meting gemaakt worden.

3 Uitgangspunten

3.1 Belasting

In deze situatie wordt een vergelijking gemaakt met de metingen van de actuele situatie. Daarom zijn de magneetveldberekeningen niet uitgevoerd op basis van de 30% en 50% ontwerpwaarde (conform de handreiking van het RIVM), maar op basis van de actuele stromen door de nabijgelegen 380 kV en 150 kV hoogspanningsverbindingen ten tijde van de metingen. Daarnaast is in de berekening ook het ondergrondse deel van de 150 kV verbinding meegenomen.

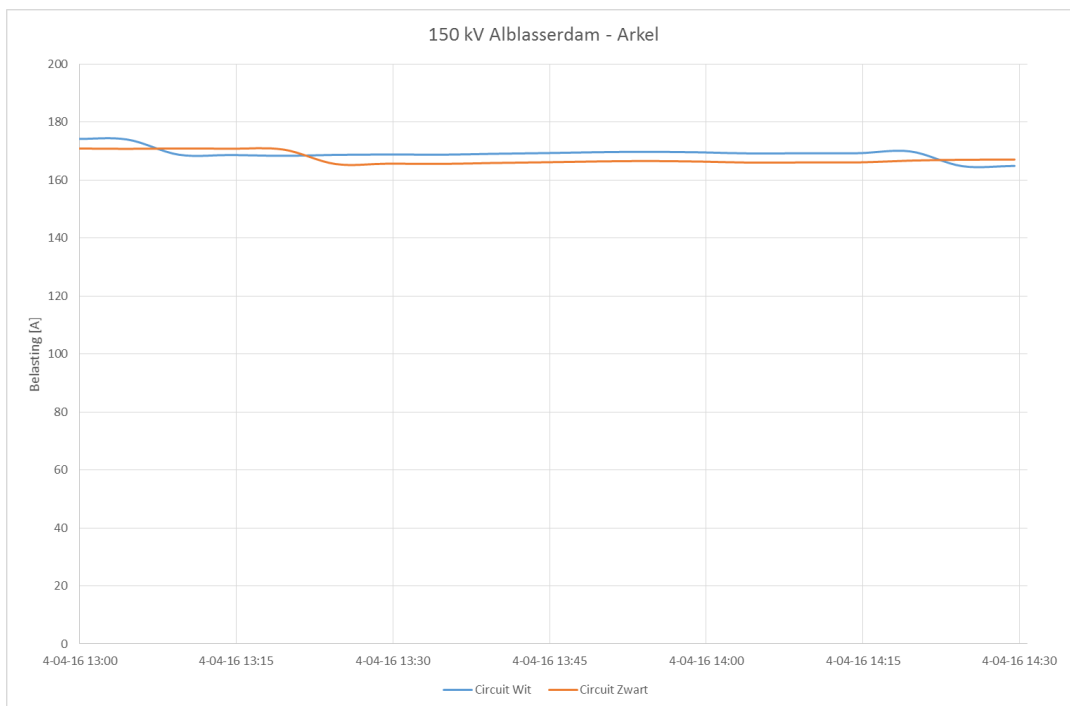
In onderstaande figuur is de belasting van de 380 kV verbinding ten tijde van de metingen weergegeven. Deze gegevens zijn aangeleverd door netbeheerder TenneT in de vorm van 5 minuten gemiddelden.



Figuur 2: Belasting 380 kV Crayestein – Krimpen tijdens meetperiode

Uit de belastinggegevens blijkt dat er lichte schommelingen in de belasting aanwezig waren. Omdat de belasting ook een effect heeft op de magnetische veldsterkte, zal dit van invloed geweest kunnen zijn op de magneetveldmeting.

In onderstaande figuur is de belasting van de 150 kV verbinding Alblasserdam - Arkel ten tijde van de metingen weergegeven. Ook deze gegevens zijn aangeleverd door netbeheerder TenneT in de vorm van 5 minuten gemiddelden.



Figuur 3: Belasting 150 kV Alblasserdam – Arkel tijdens meetperiode

Bovenstaande belasting profiel laat een vrij constante belasting zien gedurende de meetperiode.

De metingen van de 380 kV verbinding zijn gemeten in het 380 kV station van Krimpen a/d IJssel en de metingen van de 150 kV verbinding naar Arkel vanuit Alblasserdam. De stroom ter plaatse van de meetlocatie zal in de praktijk licht afwijken van de meting vanuit het station vanwege een laadstroom component van de hoogspanningslijn. Omdat uit de gegevens van TenneT is gebleken dat deze afwijking zich beperkt tot enkele ampères, wordt het effect van de laadstroom niet meegenomen in de berekeningen, maar wordt uitgegaan van bovenstaande belastingen.

3.2 Meetlocaties

Voorafgaand aan de meting is er een notitie opgesteld waarin ook een voorstel is gedaan voor de meetlocaties en de manier waarop er gemeten zal gaan worden (zie notitie IN2016-013 Gemeente Papendrecht – Meetprotocol Magneetveldmeting Aalschover Rev.1). Ter plaatse bleken de voorgestelde locaties niet overal mogelijk omdat de actuele situatie niet geheel conform de gebruikte satellietfoto was. In overleg met de opdrachtgever zijn de locaties daarom iets bijgesteld, waarbij als uitgangspunt is aangehouden dat de metingen haaks op de hoogspanningslijn gemeten worden.

In onderstaande figuur zijn de meetlocaties weergegeven waar een magneetveldprofiel bemeten is. Belangrijk om op te merken is dat de satellietfoto die als ondergrond gebruikt is, niet geheel de actuele situatie weergeeft vanwege de ontwikkelingen in het gebied.



Figuur 4: Meetlocaties magneetveldmeting

Meting 1a is optioneel meegenomen ter informatie, maar is niet afgestemd met het RIVM. Daarom is deze meting ook niet meegenomen in de vergelijking tussen meting en berekening.

Ter plaatse van meting 2 en 5 was het niet mogelijk om de meting te starten vanuit het hart van de hoogspanningslijn vanwege de aanwezigheid van een brede sloot.

3.3 Meetprocedure magneetveldmetingen

Als eerste is voor elke meetserie het hart van de lijn door middel van GPS vastgesteld. Hiervoor heeft de meetinstantie gebruik gemaakt van de GPS van een iPhone. Deze heeft een geschatte nauwkeurigheid van 2-3 meter. Op het hart van de lijn is bepaald wat het frequentie spectrum was om vast te stellen of er dominante hogere harmonische van 50 Hz aanwezig waren. Er is in een rechte lijn op meerdere meetpunten het magnetisch veld bemeten. Deze lijn begint bij elke meetserie voor zover mogelijk in het hart van de hoogspanningslijn en staat loodrecht op de richting van de hoogspanningslijn. De afstand waarop gemeten is was kleiner dan 1,5 m per meting. De meting is uitgevoerd door in looppas het traject af te lopen in plaats van de apparatuur elke 1,5 m stil te zetten.

Voor de rapportage is de gemeten sterkte (RMS-waarde) van de magnetische fluxdichtheid (kortweg aangeduid als magnetisch veld) gebruikt. De meetpunten zijn ingemeten met behulp van de GPS van een mobiele telefoon. Hiermee is bepaald op welke afstand van de hoogspanningslijn een meetpunt ligt en of er haaks op de lijn gemeten wordt. De metingen zijn uitgevoerd op 1 meter boven het maaiveld.

Het merk en type van de gebruikte meetprobes en meer details over de meting zijn terug te vinden in de rapportage in bijlage A.

3.4 Uitgangspunten voor berekeningen

3.4.1 Uitgangspunten 150 kV Alblasserdam – Dordrecht Merwedehaven

Uit aanvullende berekeningen is gebleken dat de 150 kV verbinding Alblasserdam – Dordrecht Merwedehaven geen noemenswaardige invloed heeft op het te beschouwen gebied.

3.4.2 Uitgangspunten 150 kV Alblasserdam – Arkel

De 150 kV verbinding Alblasserdam – Arkel is meegenomen in de berekeningen vanaf mast 13 tot mast 18. Hiervoor zijn grotendeels dezelfde gegevens gebruikt als in het rapport “Berekening specifieke magneetveldzone Planlocatie Aalscholver (ENSOL-RPT-2016-028)”, met als enige uitzondering de rekenstroom.

Daarnaast is het ondergrondse gedeelte van de 150 kV verbinding meegenomen in de berekening. De ligtingsgegevens zijn opgevraagd via het KLIC register.

Het gedeelte van de 150 kV verbinding tot mast 6A aan de westzijde van het plangebied is niet meegenomen in de berekeningen omdat uit aanvullende berekeningen is gebleken dat de invloed van deze verbinding verwaarloosbaar is ter plaatse van de meetlocaties.

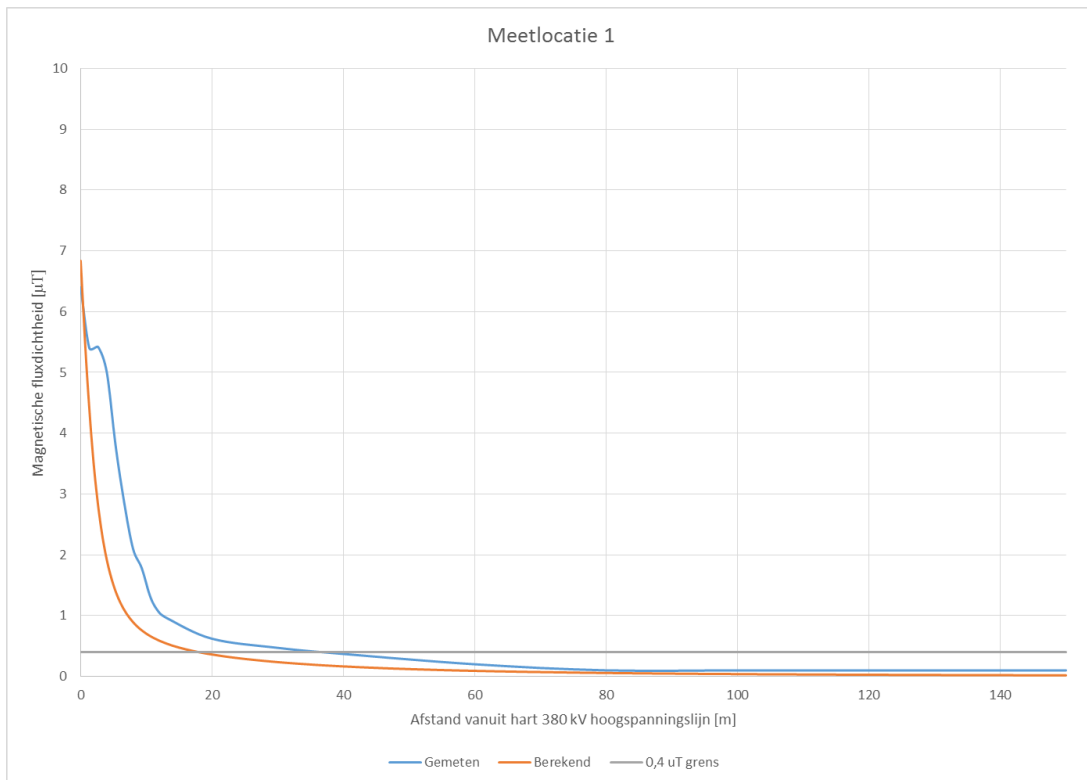
3.4.3 Uitgangspunten 380 kV Crayestein - Krimpen

De 380 kV verbinding is meegenomen in de berekeningen vanaf de masten 2 tot en met 8. Hiervoor zijn ook grotendeels dezelfde gegevens gebruikt als in het rapport “Berekening specifieke magneetveldzone Planlocatie Aalscholver (ENSOL-RPT-2016-028)”, met als enige uitzondering de rekenstroom.

4 Vergelijking meting / berekening

4.1 Meetlocatie 1

In onderstaande figuur is gemeten en berekende waarde van de magnetische veldsterkte weergegeven. Omdat de belasting licht variërend was ten tijde van de meting is voor de berekende magnetische veldsterkte uitgegaan van de maximale waarde van 140 A.



Figuur 5: Gemeten en berekende waarde meetlocatie 1

In de bovenstaande figuur is duidelijk een hoge piek waarneembaar onder de hoogspanningsmast. Deze piek is te verklaren door de ondergrondse 150 kV kabels die op deze locatie aanwezig zijn. Omdat de meting op 1 meter boven het maaiveld is uitgevoerd en de kabels op ongeveer 1,5 meter onder het maaiveld aanwezig zijn is de afstand tot de meetapparatuur relatief klein waardoor een hoge magnetische veldsterkte gemeten wordt. Omdat de kabels relatief dicht bij elkaar liggen, is de magneetveldzone van de 150 kV kabel ook relatief smal en neemt de waarde snel af naar mate de meting zich verder van de hoogspanningslijn af verplaatst.

Uit het vergelijk tussen de gemeten en berekende waarde valt op dat de gemeten waarde in zijn geheel iets hoger ligt dan de berekende waarde. Met name de ondergrondse 150 kV kabel is hierbij een onzekere factor omdat de ligging van deze kabel niet voldoende nauwkeurig bekend is.

Op basis van de actuele meting is de grens waarbij de magneetveldzone onder de 0,4 µT uitkomt vastgesteld op 40 m. Op basis van de berekende waarde is de grens op 20 m bepaald.



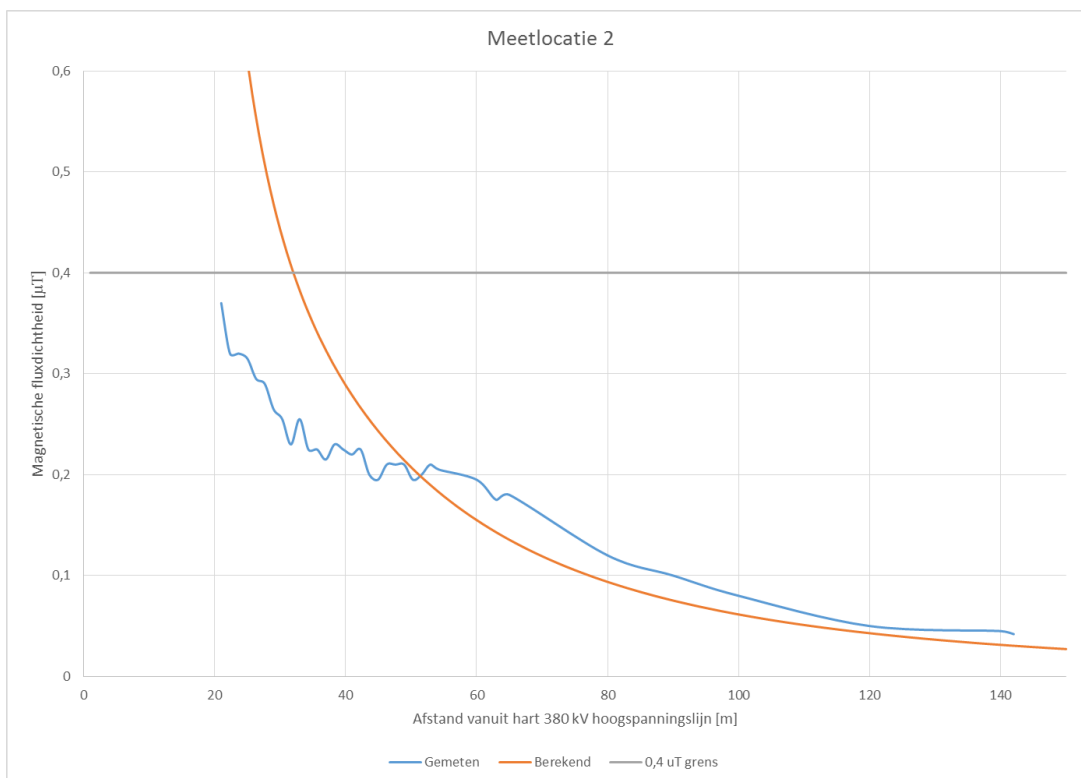
In onderstaande tabel zijn de meetwaarden en berekende waarden uit de grafiek (afgerond) weergegeven.

Tabel 1: Resultaten meetlocatie 1

Afstand uit hart hoogspanningslijn [m]	Gemeten waarde [μ T]	Berekende waarde [μ T]
0	6,4	6,8
1	5,6	4,9
2	5,4	3,5
3	5,3	2,5
4	5,0	1,9
5	3,9	1,5
10	1,3	0,7
15	0,9	0,5
20	0,6	0,4
30	0,5	0,2
40	0,4	0,2
50	0,3	0,1
70	0,2	0,1
100	0,1	0,05
150	0,1	0,02

4.2 Meetlocatie 2

In onderstaande figuur zijn de gemeten en berekende waarden van meetlocatie 2 weergegeven. Bij deze locatie is een brede sloot aanwezig waardoor er niet gestart kon worden vanuit het hart van de hoogspanningslijn. Ter hoogte van meetlocatie 2 is ook de ondergrondse 150 kV hoogspanningskabel aanwezig. Deze is daarom ook hier meegenomen in de berekening. Voor de 380 kV verbinding is ook hier uitgegaan van de maximaal gemeten stroom van 140 A.



Figuur 6: gemeten en berekende waarden meetlocatie 2

De resultaten van de actuele meting laten zien dat de waarde niet boven de 0,4 µT uitkomt. Een goede conclusie valt echter niet te trekken op basis van de resultaten van deze meetlocatie omdat niet vanuit het hart is gemeten. Op basis van de berekening blijkt dat de waarde op deze locatie waarbij de magneetveldzone onder de 0,4 µT uitkomt gelegen is op 36 m vanuit het hart van de 380 kV hoogspanningslijn.

Uit de vergelijking tussen de meting en berekening blijkt dat beide waarden dicht bij elkaar liggen. Omdat ook hier de ondergrondse 150 kV kabel een onzekere factor is, is een dergelijk verschil tussen meting en berekening niet onverwacht.



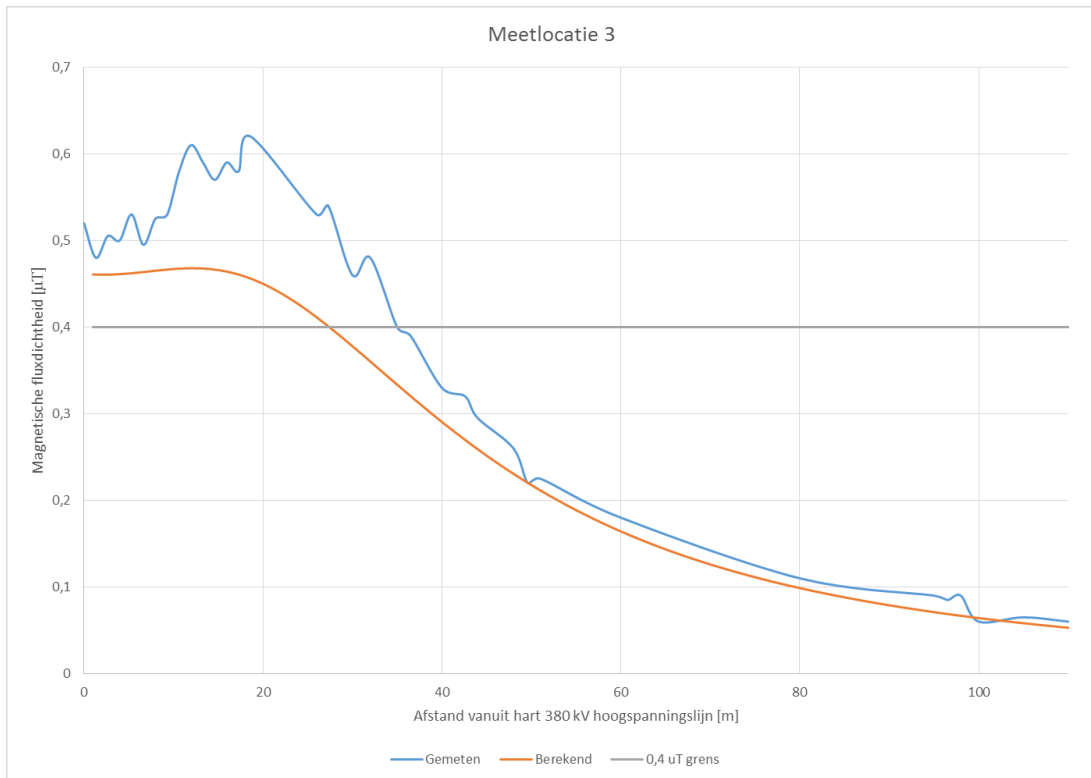
In onderstaande tabel zijn de meetwaarden en berekende waarden uit de grafiek (afgerond) weergegeven.

Tabel 2: Resultaten meetlocatie 2

Afstand uit hart hoogspanningslijn [m]	Gemeten waarde [μ T]	Berekende waarde [μ T]
21	0,37	0,88
25	0,32	0,61
30	0,26	0,44
40	0,22	0,29
50	0,21	0,20
70	0,16	0,12
100	0,08	0,06
140	0,05	0,03

4.3 Meetlocatie 3

In onderstaande figuur zijn de gemeten en berekende waarden (o.b.v. 140 A) van meetlocatie 3 weergegeven.



Figuur 7: gemeten en berekende waarden meetlocatie 3

Op basis van de actuele meting is de grens waarbij de magneetveldzone lager is dan 0,4 µT bepaald op 36 m. Op basis van de berekening is een grens van 28 m bepaald.



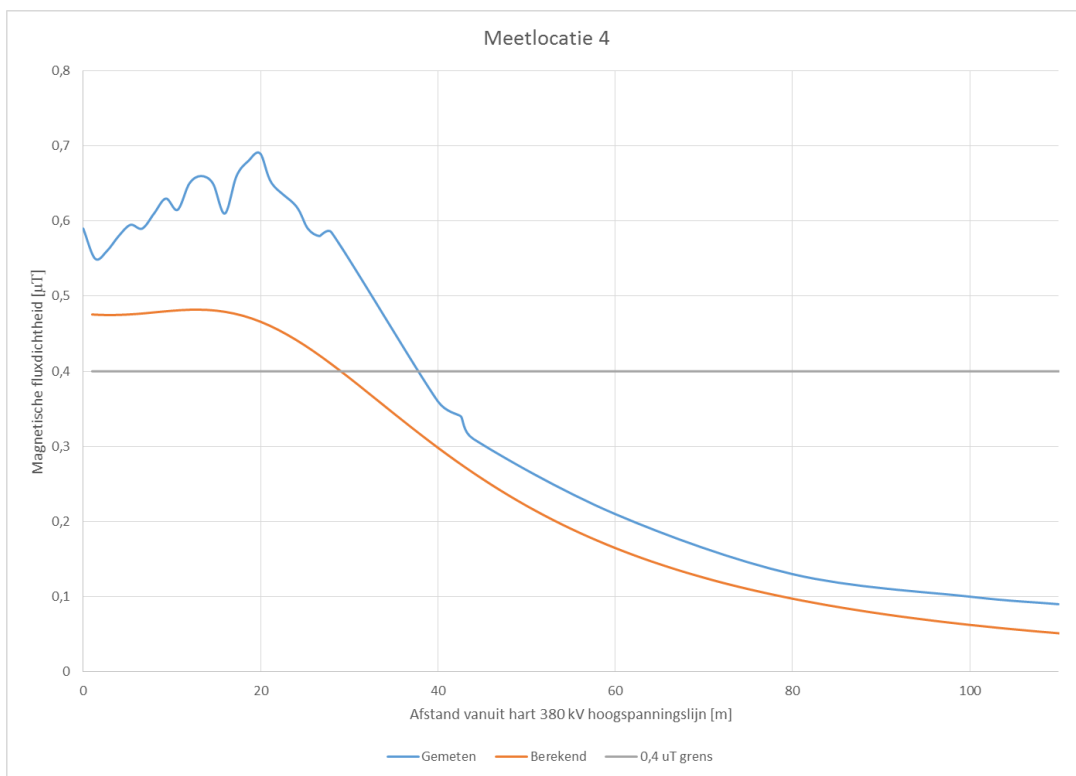
In onderstaande tabel zijn de meetwaarden en berekende waarden uit de grafiek (afgerond) weergegeven.

Tabel 3: Resultaten meetlocatie 3

Afstand uit hart hoogspanningslijn [m]	Gemeten waarde [μ T]	Berekende waarde [μ T]
0	0,52	0,46
1	0,49	0,46
2	0,50	0,46
3	0,50	0,46
4	0,50	0,46
5	0,53	0,46
10	0,58	0,47
15	0,57	0,47
20	0,60	0,45
30	0,46	0,38
40	0,33	0,29
50	0,22	0,22
70	0,15	0,13
100	0,06	0,06
110	0,06	0,05

4.4 Meetlocatie 4

In onderstaande figuur zijn de gemeten en berekende waarden (o.b.v. 140 A) van meetlocatie 4 weergegeven.



Figuur 8: gemeten en berekende waarden meetlocatie 4

Op basis van de actuele meting is de grens waarbij de magneetveldzone lager is dan 0,4 µT bepaald op 38 m. Op basis van de berekening is een grens van 29 m bepaald.



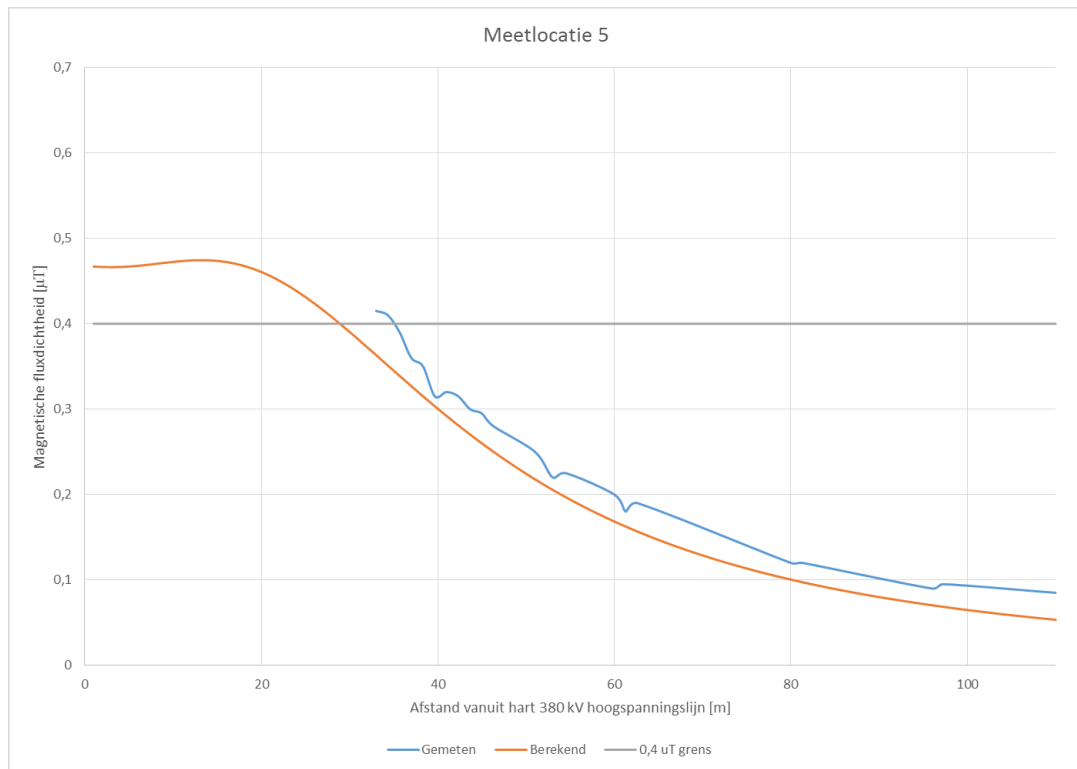
In onderstaande tabel zijn de meetwaarden en berekende waarden uit de grafiek (afgerond) weergegeven.

Tabel 4: Resultaten meetlocatie 4

Afstand uit hart hoogspanningslijn [m]	Gemeten waarde [μ T]	Berekende waarde [μ T]
0	0,59	0,48
1	0,56	0,48
2	0,56	0,48
3	0,56	0,47
4	0,58	0,48
5	0,59	0,48
10	0,62	0,48
15	0,69	0,48
20	0,69	0,47
30	0,57	0,39
40	0,36	0,30
50	0,26	0,22
70	0,17	0,13
100	0,10	0,06
110	0,09	0,05

4.5 Meetlocatie 5

In onderstaande figuur zijn de gemeten en berekende waarden (o.b.v. 140 A) van meetlocatie 5 weergegeven. Bij deze locatie was een brede sloot aanwezig waardoor er niet gestart kon worden vanuit het hart van de hoogspanningslijn.



Figuur 9: gemeten en berekende waarden meetlocatie 5

Op basis van de actuele meting is de grens waarbij de magneetveldzone lager is dan 0,4 μT bepaald op 35 m. Op basis van de berekening is een grens van 29 m bepaald.



In onderstaande tabel zijn de meetwaarden en berekende waarden uit de grafiek (afgerond) weergegeven.

Tabel 5: Resultaten meetlocatie 5

Afstand uit hart hoogspanningslijn [m]	Gemeten waarde [μ T]	Berekende waarde [μ T]
33	0,42	0,36
35	0,39	0,35
40	0,32	0,30
50	0,25	0,22
70	0,15	0,13
100	0,09	0,06
110	0,09	0,05

4.6 Verklaring mogelijke verschillen

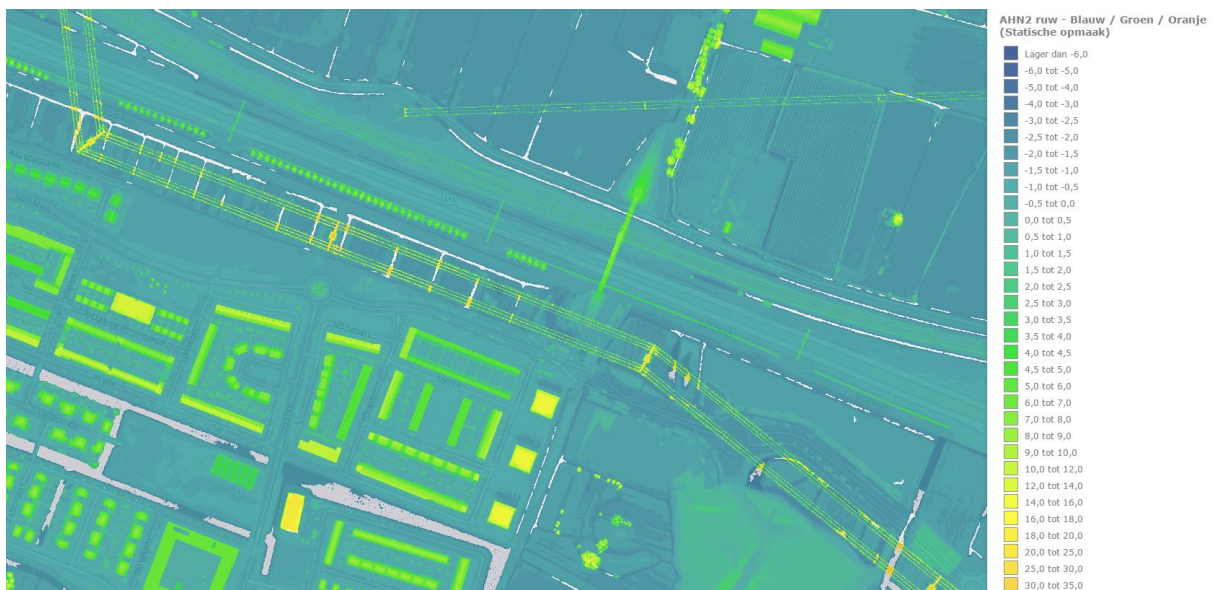
De vergelijking tussen de gemeten en berekende waarden laten zien dat de gemeten waarden bij alle meetlocaties licht hoger zijn dan de berekende waarden. Het is in de praktijk lastig om de exacte oorzaak van deze verschillen te kunnen bepalen. Daarom worden onderstaand een aantal mogelijke oorzaken benoemd.

4.6.1 Variatie belasting

Met name het belastingsprofiel van de 380 kV verbinding laat een wisselend verloop zien. Omdat een magneetveldmeting een momentopname is en het belastingsprofiel alleen in 5 minuten waarden beschikbaar was, zou hier een verschil tussen de magneetveldmeting en berekening op basis van het belastingprofiel door kunnen ontstaan.

4.6.2 Hoogteverschillen

De berekeningen van de magnetische veldsterkte worden uitgevoerd op 1 meter boven het maaiveldniveau met als referentie de hoogspanningsmasten zoals ook conform de handreiking van het RIVM gedaan wordt. De magneetveldmetingen zijn uitgevoerd op 1 m boven het maaiveldniveau ter plaatse van het meetpunt. Dit kan een verschil tussen meting en berekening opleveren. Uit de hoogtekaart van Nederland (zie onderstaande afbeelding) blijkt dat ter plaatse van het meetgebied de hoogteverschillen beperkt zijn (<2 m), maar zouden in theorie een klein verschil kunnen opleveren.



Figuur 10: Hoogtekaart van meetgebied

4.6.3 Additionele bronnen

Additionele bronnen (spoorlijn, middenspanningskabels, etc) kunnen in de praktijk ook een bijdrage leveren aan de magnetische veldsterkte in het frequentiebereik rond de 50 Hz. Bij het berekenen van de magnetische veldsterkte worden alleen de hoogspanningsverbindingen berekend. Bij een magneetveldmetingen worden altijd alle bronnen gemeten.

4.6.4 Geïnduceerde stromen

Parallele geleiders in de buurt van de hoogspanningsverbinding (bliksemdraden e.d.) kunnen stromen induceren die het magnetische veld beïnvloeden. Omdat dit effect groter is bij hogere stromen en de stroom ten tijde van de meting relatief laag was, zal dit effect verwaarloosbaar zijn geweest.

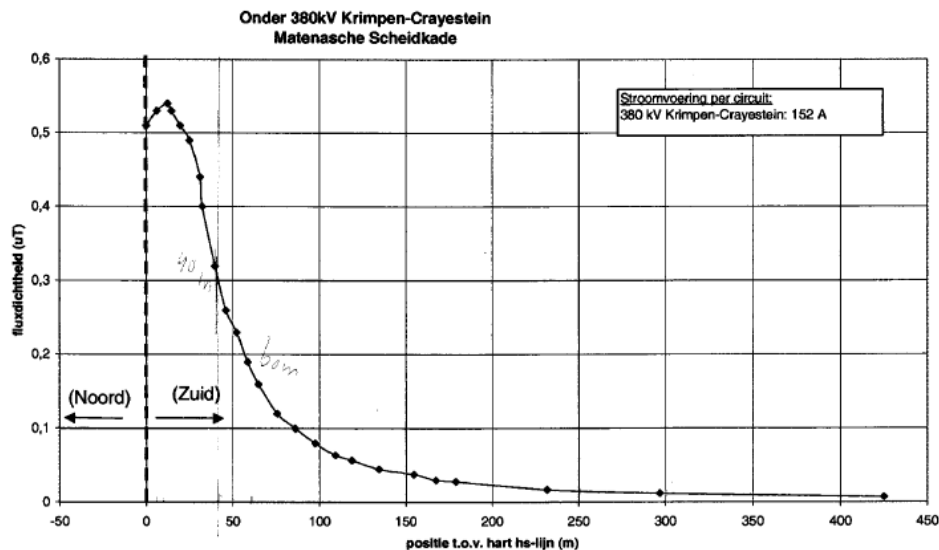


4.6.5 Nauwkeurigheid GPS

Zoals eerder vermeld heeft de gebruikte GPS een geschatte nauwkeurigheid van 2-3 m. Er zijn echter een aantal factoren die de nauwkeurigheid van een GPS negatief kunnen beïnvloeden. Daarnaast kan er een onnauwkeurigheid ontstaan bij het bepalen van het hart van de verbinding. Of dit mogelijk het geval is geweest is onbekend, maar uit de vergelijkingen tussen de metingen en berekeningen is wel te zien dat als de hartlijn van de gemeten waarden een klein stuk zou verschuiven, in sommige gevallen de gemeten en berekende waarden iets beter met elkaar overeen komen.

4.7 Huidige meting t.o.v. meting uit 2003

In 2003 is er door KEMA op een 5 tal plaatsen in de gemeente Papendrecht magneetveldmetingen uitgevoerd. Twee van deze metingen waren in hetzelfde gebied waar de huidige metingen zijn uitgevoerd. Eén van deze twee metingen ligt op vrijwel exact dezelfde locatie (meting 5 uit het KEMA rapport) als meting 3 in deze rapportage. In onderstaande figuur is het resultaat van deze meting uit het KEMA rapport van 2003 weergegeven.

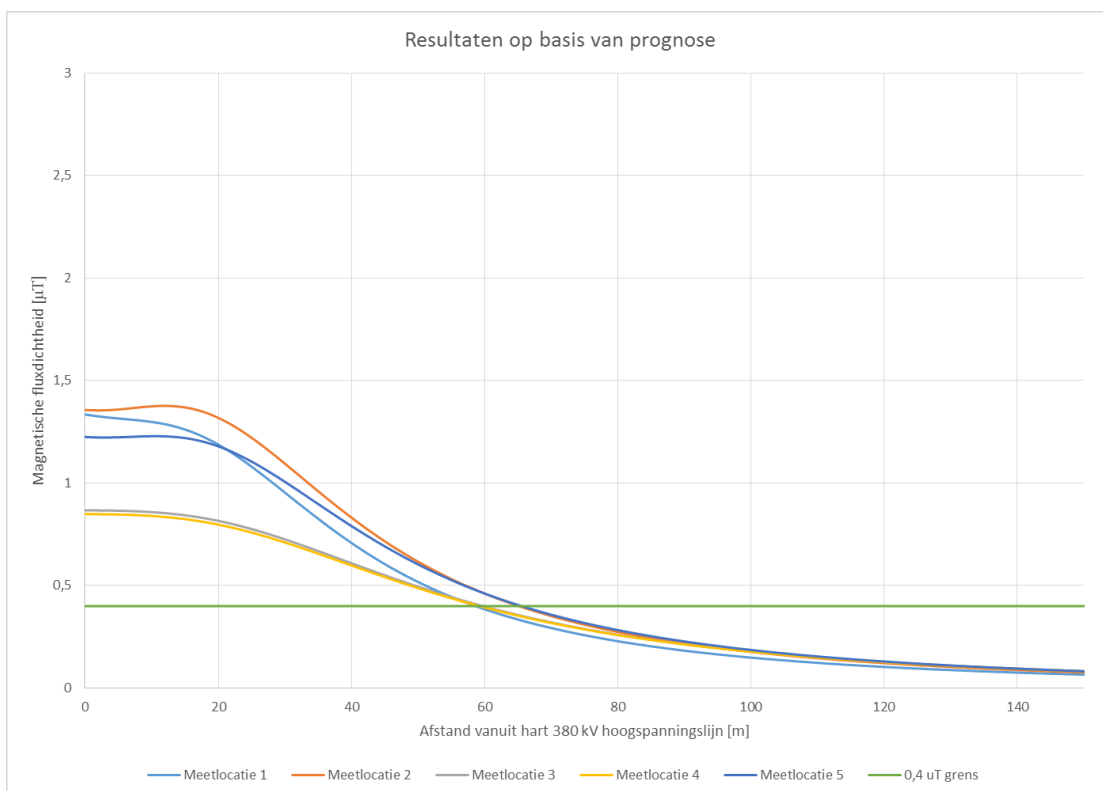


Figuur 11: Grafiek meetresultaat KEMA rapport

In bovenstaande figuur wordt aangegeven dat er ten tijde van de meting een stroom van 152 A getransporteerd werd en de breedte van de magneetveldzone 40 m bedraagt. Het resultaat van meting 3 laat zien dat de piekwaarde iets hoger ligt, terwijl er een lagere stroom (80 A) door de verbinding getransporteerd werd, maar dat de breedte van de magneetveldzone wel lager ligt (35 m). Een exacte verklaring voor de hogere piekwaarde is niet te geven. De berekende waarden van meetpunt 3 (uitgaande van 140 A) liggen veel dichter bij de gemeten waarden uit het KEMA rapport. Mogelijk waren er additionele bronnen aanwezig ten tijde van de meting zoals de bovenlijn van het Betuwespoor of bebouwing in het gebied welke beide tijdens de meting in 2003 nog niet aanwezig waren of de nauwkeurigheid van de GPS locatiebepaling was beperkter.

5 Berekening op basis van prognose

Omdat een meting niet direct iets zegt over het jaargemiddelde van de magneetveldzone is er ook een berekening uitgevoerd op basis van de prognose van TenneT waarbij uitgegaan wordt van een jaargemiddelde belasting van 10% van de 380 kV verbinding Crayestein – Krimpen in 2025. In onderstaande figuur is het resultaat van deze berekening weergegeven. Hierbij zijn de profielen van alle 5 meetlocaties in één figuur weergegeven. Bij deze berekeningen is geen rekening gehouden met de ondergrondse 150 kV kabel omdat deze hoofdzakelijk voor een hogere piekwaarde zorgt en weinig invloed heeft op de breedte van de magneetveldzone.



Figuur 12: Resultaten op basis van prognose

De bepaalde 0,4 µT grens uit de resultaten uit bovenstaande grafiek zijn per meetlocatie samengevat in onderstaande tabel.

Locatie	0,4 µT grens zuidzijde vanuit hart 380 kV lijn
Meetlocatie 1	59 m
Meetlocatie 2	65 m
Meetlocatie 3	59 m
Meetlocatie 4	59 m
Meetlocatie 5	65 m



6 Conclusie

Op het moment dat de metingen werden uitgevoerd, was de belasting van de 380 kV verbinding ongeveer 3% van ontwerpbelasting en was de 150 kV verbinding ongeveer 17% belast ten opzichte van de ontwerpbelasting. De maximale berekende en gemeten waarden zijn in dit geval daarom vrij beperkt. Uit de vergelijking tussen de metingen en berekeningen is gebleken dat de profielen van de berekende magneetvelden redelijk overeenkomen, maar dat er toch duidelijke verschillen in de waarden terug te zien zijn. Dit valt te verklaren door de vele parameters die de meting kunnen beïnvloeden.

Onderstaand zijn nogmaals de breedten van de magneetveldzone op basis van de prognose voor 2025 per meetlocatie samengevat.

Locatie	0,4 μ T grens zuidzijde vanuit hart 380 kV lijn
Meetlocatie 1	59 m
Meetlocatie 2	65 m
Meetlocatie 3	59 m
Meetlocatie 4	59 m
Meetlocatie 5	65 m



7 Bijlagen

Bijlage A: Rapportage magneetveldmetingen

Bijlage A: Rapportage magneetveldmeting

P.O. Box 118
5700 AC Helmond
The Netherlands

Watedijk 3a
5705 CW Helmond
The Netherlands

tel. +31 (0)492 390911
fax +31 (0)492 390433
e-mail bicon@bicon.nl
<http://www.bicon.nl>

Kvk Eindhoven 17103411
ABN-AMRO 60.19.88.809
VAT NL 8159.82.185.B.01



- 2876

REPORT

Report id.: TRA-20160311-N1_SE

Stralingsveiligheid

Magnetische velden

In Situ location:
Gemeente Papendrecht
Noordkil
Postal area 3356
The Netherlands

Measurements for:

Transiënt BV
Groenewoud 25 C
5151 RM Drunen
The Netherlands

Equipment under test:

Hoogspanningsmast
Model: 380kV
S/n: n.a.

Test engineer:

ing. F.L.T. de Kleuver



Verification by:

ing. F.J.A. Engelen, Lab. Supervisor



This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of BICON Laboratories.

v2016011301

report id.: TRA-20160311-N1_SE

Date of measurement: 04/04/2016

BICON Report TRA-20160311-N1_SE Hfield InSitu v2016011301.xls : FrontP

1/18

Index

Index	2
Description	3
Magnetic field	4
	5
	6
Comments	6
Map	7
Photos	8
Equipment list	15
Annex A	16
	Measurement results

Description

Introduction:

BICON Laboratories has been asked to investigate the magnetic fields in the direct vicinity of the highvoltage lines as described in this report. This report describes the actual measurements and tests and gives the results obtained during the investigation.

At 04/04/2016 the last measurements on the Hoogspanningsmast were performed at Gemeente Papendrecht

Uncertainty statement in accordance with ISO/IEC17025 (2005):

The estimated uncertainty is within the budget of NEN-CISPR 16-4-2:2011/A1, UKAS LAB34 (2002) and the requirements of the basic standards. Due to InSitu setup 3dB expanded uncertainty should be taken into account additionally.

EUT Description:

Name:	Hoogspanningsmast
Type:	380kV
s/n:	n.a.
Description:	Magnetic fields High Voltage lines

Principal:

Company name:	Transiënt BV
Address:	Groenewoud 25 C
Zip code:	5151 RM Drunen
Country:	The Netherlands
Representative:	dhr. Ricardo Ottema

Results:

Based upon the results of the measurements BICON Laboratories finds the magnetic levels in the direct vicinity of buildings and houses to be below 0.4 [microTesla] during the times of this investigation, taking into account the possible provisions stated in 'Comments'.

P.O. Box 118
5700 AC Helmond
The Netherlands

Watedijk 3a
5705 CW Helmond
The Netherlands

tel. *31 (0)492 390911
fax *31 (0)492 390433
e-mail bicon@bicon.nl
http://www.bicon.nl

Kvk Eindhoven 17103411
ABN-AMRO 60.19.88.809
VAT NL 8159.82.185.B.01



Equipment under test:

Test-type:

Magnetic Field

20Hz - 20kHz

Hoogspanningsmast
Model: 380kV
S/n: n.a.

Electromagnetic emission in accordance with CISPR16-2-3:2010

Climatic conditions:

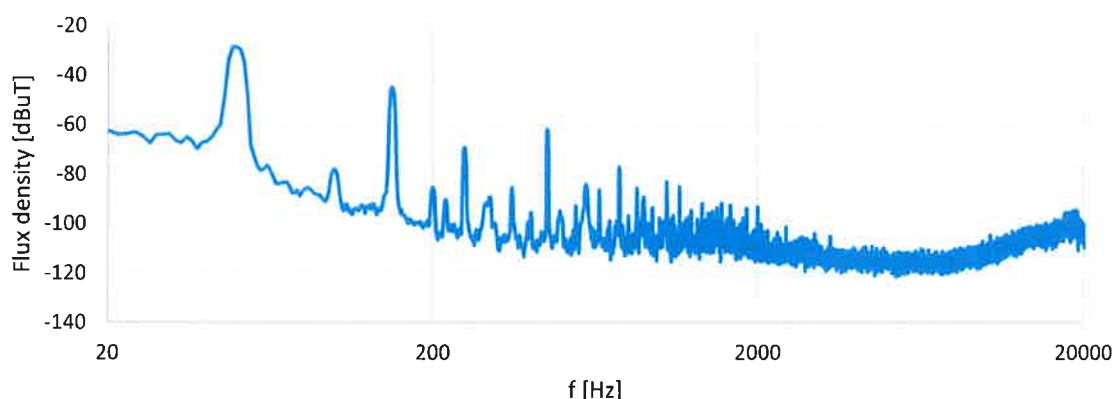
Ambient temperature 14 °C
Relative humidity 79 %
Atmospheric pressure 1005 hPa

Setup:

Mains: Three Phase
Voltage: 150kV/380kV 50Hz
Power-cable: Underground/Above ground (mast)

Frequency range: 20Hz - 20kHz
Antennae: TRA178MagHS
Height: 1 m (ref ground)
Polarisation: X, Y & Z
Locations: InSitu (track 1, 2, 3, 4, 5 & 1a (add))

Frequency Spectrum



(spectrum measured at end of track 1)

Results:

No abnormal harmonics detected during investigation.

Trackmeasurements @ 50Hz are presented in Annex A

● report id.: TRA-20160311-N1_SE

● Date of measurement: 04/04/2016

● BICON Report TRA-20160311-N1_SE Hfield InSitu v2016011301.xls : RadEmHLF

Magnetic Field

2kHz - 400kHz

Equipment under test:

Hoogspanningsmast
Model: 380kV
S/n: n.a.

Test-type:

Electromagnetic emission in accordance with CISPR16-2-3:2010

Climatic conditions:

Ambient temperature 14 °C
Relative humidity 79 %
Atmospheric pressure 1005 hPa

Setup:

Mains: Three Phase
Voltage: 150kV/380kV 50Hz
Power-cable: Underground/Above ground (mast)

Frequency range: 2kHz - 400kHz
Antennae: BMM5
Height: 1 m (ref ground)
Polarisation: X, Y & Z
Location: Begin & End of track 1

Purpose: Check if no higher harmonics were present that could be caused by rural surroundings that could interfere with the measurements.

Results:

No abnormal harmonics detected during investigation.

<1 nanoTesla

Comments

Language:

On customer request this comment is in Dutch.

Setup:

Op lokatie Papendrecht langs de weg Noordkil zijn zowel ondergrondse hoogspanningskabels aanwezig (150kV Alblasterdam-Arkel & 150kV Alblasterdam-Merwedehaven) als ook een bovengrondse hoogspanningsmast (380kV Krimpen-Crayestein).

Stroomopname tijdens metingen:

De stroomopname van de 150kV Alblasterdam-Arkel bedraagt ongeveer 164-174 A. De stroomopname van de 380kV Krimpen-Crayestein 80-130A (Gemiddelde waarden afgerond op 5A: Traject 1 130A, Traject 2 100A, Traject 3 80A, Traject 4 100A, Traject 5 90A & Traject 1a 115A. (bron: Energy Solutions B.V.). De metingen zijn uitgevoerd in het tijdvak 13:00-14:22h. Er is geen data ter beschikking gesteld van 150kV Alblasterdam-Merwedehaven. De hier genoemde stromen van de 380kV Krimpen-Crayestein zijn op aangeven van de firma Energy Solutions aangepast. Rapportage TRA-20160311-N1 wordt hierbij vervangen door de tweede editie TRA-20160311-N1_SE. Hierbij komt derhalve report TRA-20160311-N1 te vervallen. Disclaimer: De data aangaande de stromen ten tijde van de metingen zijn verschaft door derden. BICON Laboratories is niet verantwoordelijk voor de juistheid van deze gegevens.

Eerdere metingen:

Eerdere metingen zijn uitgevoerd door de collega's van de KEMA op 13 oktober 2003 (rapportage ref 40360074-TDC 03-38410A). Deze metingen hebben als uitgangspunt een herhaling van deze eerder uitgevoerd site survey. Daar de rapportage pas na het formuleren en plaatsen van de order ter beschikking gesteld werd heeft men ter plaatsen in samenspraak met vertegenwoordigers van de gemeente Papendrecht en de firma Energy Solutions de trajecten en het meetplan vorm gegeven. Een groot verschil met de metingen van 2003 is het feit dat er nu reeds bebouwing gerealiseerd is. Om de verstoring van de meetdata te voorkomen door magnetische emissie op hogere harmonische, mogelijk veroorzaakt door huishoudelijke apparaten en elektrische/hybride voertuigen die langs de huizen geladen werden, is er eerst het spectrum bemeten middels twee verschillende transducers (meetprobes) met ieder een eigen frequentie gebied. De metingen in het gebied van 20Hz tot 20kHz is tevens gevisualiseerd om aan te toenen dat de 50Hz dominant is in de metingen. Alle metingen zijn derhalve ook selectief uitgevoerd op alleen het 50Hz component. Beide gebruikte transducers zijn afgeschermd voor elektrische velden.

Hogere resolutie en meetgevoeligheden:

Op het laatste moment is aangegeven dat een kleinere meetafstand tussen de meetpunten dan eerder uitgevoerd op prijs werd gesteld. Ter plaatsen is besloten om het meetinterval te stellen op een resolutie van minder dan 1.5 meter (gemiddeld 1.3m). Er is gebruik gemaakt van een extra sensitieve meetopstelling in de vorm van een hoogresolutie magnetische transducer in combinatie met een spectrum analyser. Hierdoor is er selectief gemeten op de 50Hz component om mogelijke onnatuurlijke invloeden van huishoudelijk apparatuur te minimaliseren.

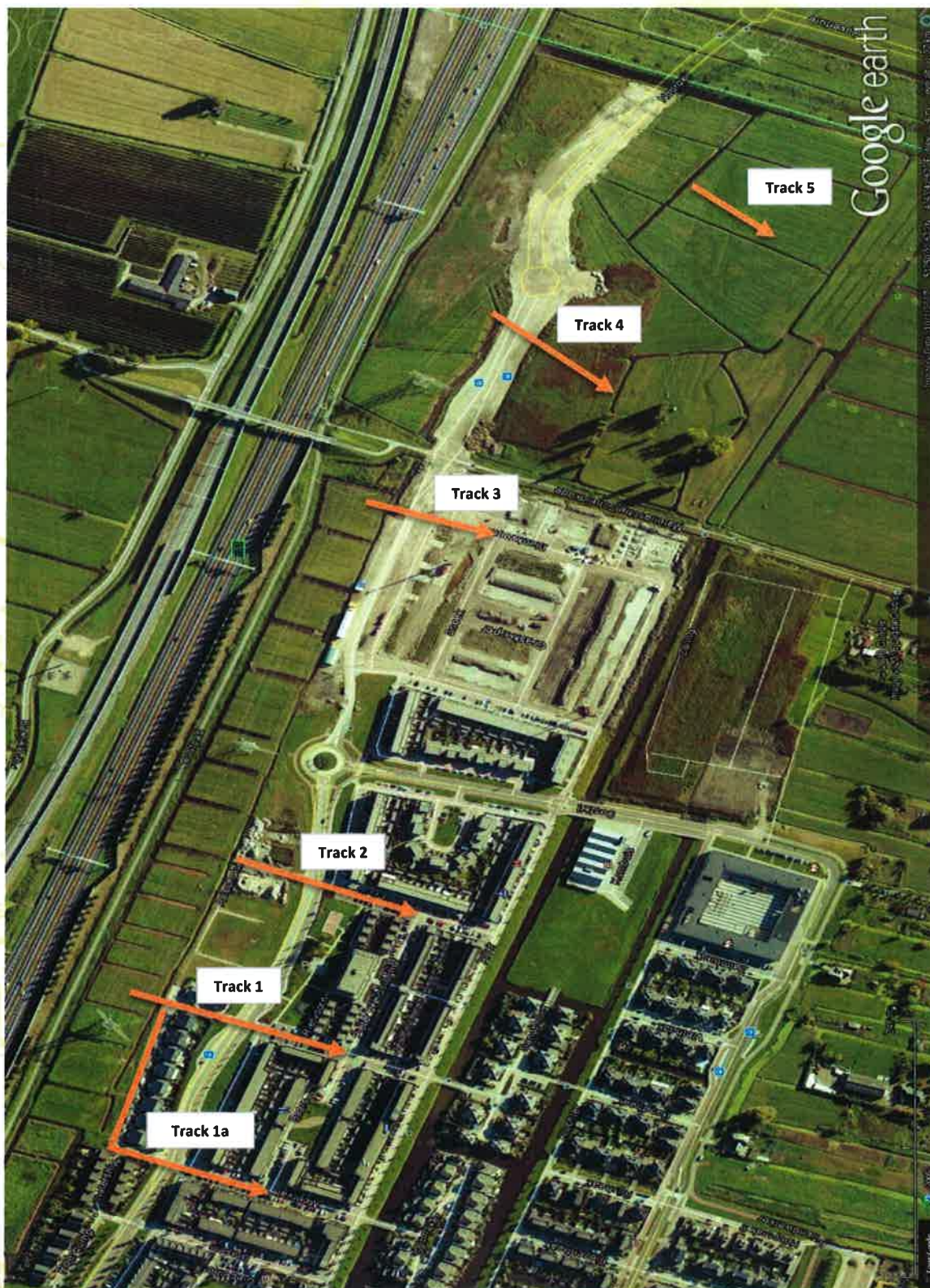
The remainder of this page is intentionally left blank.

● report id.: TRA-20160311-N1_SE

● Date of measurement: 04/04/2016

● BICON Report TRA-20160311-N1_SE Hfield InSitu v2016011301.xls : Comments

Track Data



- report id.: TRA-20160311-N1_SE
- Date of measurement: 04/04/2016
- BICON Report TRA-20160311-N1_SE Hfield InSitu v2016011301.xls : Map

Photos

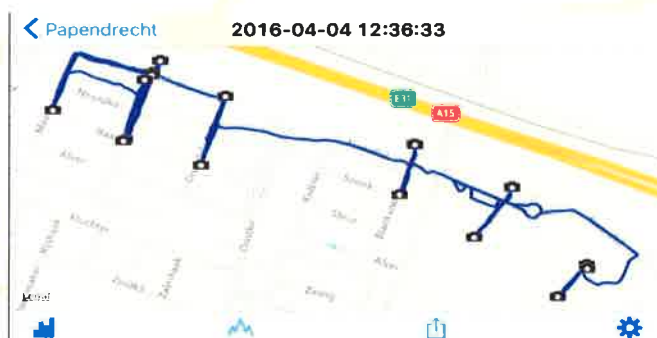


Photo 1:
Photo locations



Photo 2:
H-field probe HF



Photo 3:

- report id.: TRA-20160311-N1_SE
- Date of measurement: 04/04/2016
- BICON Report TRA-20160311-N1_SE Hfield InSitu v2016011301.xls : Photos1



Photos



Photo 4:



Photo 5:



Photo 6:

Photos



Photo 7:



Photo 8:



Photo 9:

Photos



Photo 10:



Photo 11:



Photo 12:

Photos



Photo 13:



Photo 14:



Photo 15:

P.O. Box 118
5700 AC Helmond
The Netherlands

Watedijk 3a
5705 CW Helmond
The Netherlands

tel. *31 (0)492 390911
fax *31 (0)492 390433
e-mail bicon@bicon.nl
<http://www.bicon.nl>

Kvk Eindhoven 17103411
ABN-AMRO 60.19.88.809
VAT NL 8159.82.185.B.01

 - 2876

Photos



Photo 16:



Photo 17:



Photo 18:

- report id.: TRA-20160311-N1_SE
- Date of measurement: 04/04/2016
- BICON Report TRA-20160311-N1_SE Hfield InSitu v2016011301.xls : Photos6

Photos



Photo 19:



Photo 20:

No picture

Equipment list

Typenr.:	Description:	Brand:	Specs:	s/n
Radiated Emission:				
BMM5	Magnetic Field Meter	Radians Innova AB	2kHz - 400kHz	827413/021
TRA178MagH5	Transducer Magnetic Field	Bate TM	2Hz - 100kHz	178
ANA145LF2CH	Spectrum Analyzer	Bate TM	2Hz - 24kHz	145
3142	Biconlog Antenna	EMCO	26MHz-2GHz	9810-1089
3117	Horn antenna	EMCO	1-18GHz	0911-9020
FSP30	EMI analyzer	Rohde & Schwarz	10kHz-30GHz	100775
EME02	Cable set HF	Tanview microwave	DC-26.5GHz	-
LPB2	Log. Periodic Antenna	BICON	30-1000MHz	-
Conducted Emission:				
ESG530	Field receiver	Rohde & Schwarz	9kHz-2750MHz	827413/021
EME02	Cable set	Suhner 214/U	DC-18GHz	-
LI5N02	LISN	BICON	9kHz-30MHz	LI5N02
ESG5-K1	1 ML. switc	Rohde & Schwarz	Version 2.12	-
ASP1000	AC Power source	Behman	1500Watt/40-2500Hz/0-270Vac	02014
Z520-Cip	Net impedance	Xitron	0.4 + j 0.25 16A	25215560001
Z503AHF	4-Port Power analyser	Xitron	2503AHF-3GHz/40W	25035020007
Harmonics	Harmonics soft	Xitron	Version 1.06	-
Flicker	Flicker soft	Xitron	Version 1.06	-
Clamp01	Absorbing clamp	BICON	DC-1GHz	-
Conducted immunity:				
ESG530	Field generator	EMCO-junker	ESD, EFT, Surge, Dips, Voltage	TRA2000-714
Clamp01	Coupling clamp	BICON	Cap. Coupling clamp UN51000-4-3	001
GM01	Cable set	Suhner RV	-	-
SMY01	RF Signal generator	Rohde & Schwarz	0kHz-1040MHz	1062-5502.11
ESG5	EMI receiver	Rohde & Schwarz	150kHz-1GHz	844548/019
GMsoft	Conducted Immunity soft	BICON	Version 1.2	-
CDNset	CDN sets	Airports	DC-230MHz/100W/2 S1 S2	-
Clamp01	Absorbing clamp	BICON	DC-1GHz	-
GM02	Cable set	Suhner RG58nJ	DC-500MHz	-
Z503-CE	RF amplifier	Kalmus	10kHz-230MHz 75Watt	4803-1
Radiated Immunity:				
HL4422	Isotropic E-field probe	Holiday Industries	10kHz-1000MHz/1-300V/m	101385
CRI-10	Radiated Immunity softw.	Comtest Instrumentation	Version 1.10	9905051
Exp04	Cabling	Suhner 214/U	DC-18GHz	-
3142	Biconlog Antenna	EMCO	26MHz-2GHz	9810-1089
122CC	RF amplifier	Kalmus	9kHz-220MHz 250Watt	8503-2
7100LC	RF amplifier	Kalmus	80MHz-1000MHz 100Watt	7803-2
4232a	RF Powermeter	Boonton	10kHz-100GHz	10601
51011-EMC	RF Powermeter	Boonton	10kHz-8GHz	30325
SMY02	RF Signal generator	Rohde & Schwarz	9kHz-2080MHz	1062-5502.12
DC-2000LR	Directional Coupler	Kalmus	1001-230MHz 20Watts CW	1315-1
EC3010	Directional Coupler	Wardtone	50-1000MHz 200Watts CW	7563

report id.: TRA-20160311-N1_SE

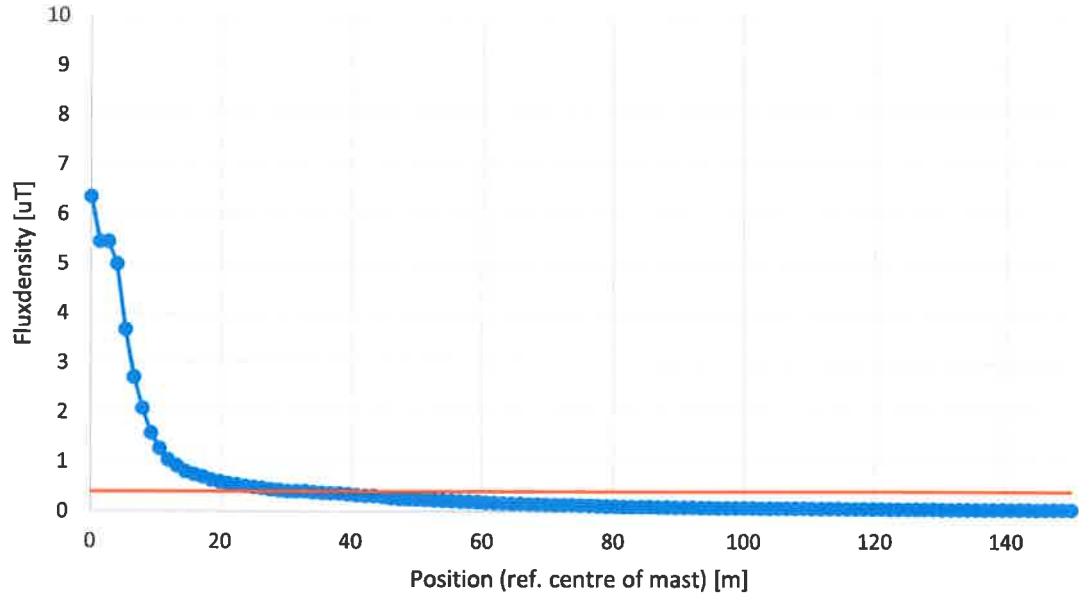
Date of measurement: 04/04/2016

BICON Report TRA-20160311-N1_SE Hfield InSitu v2016011301.xls : Equip

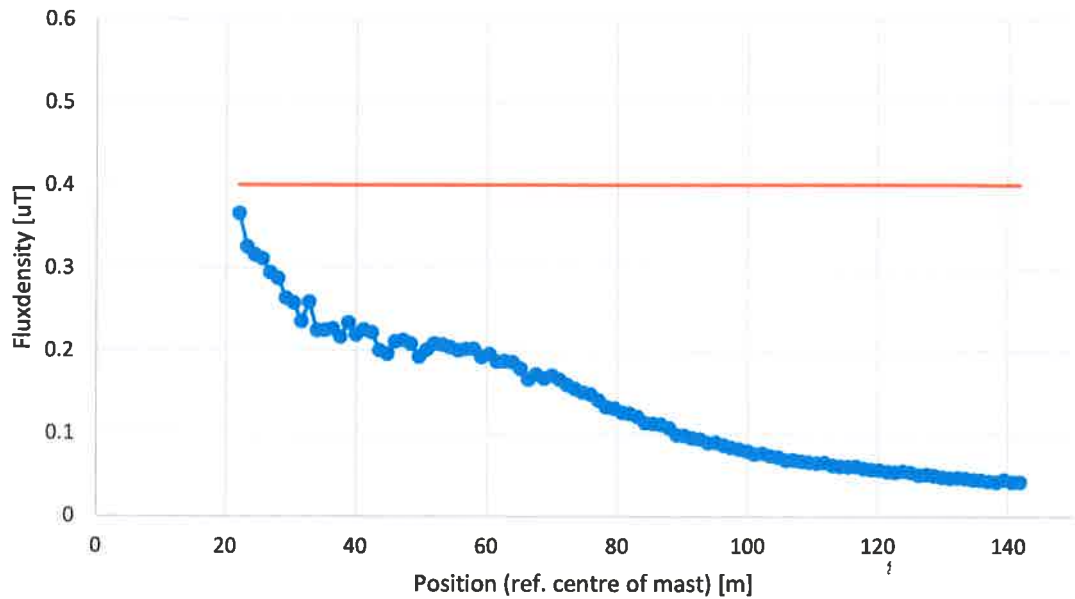
15/18

Annex A

Measurement Track 1

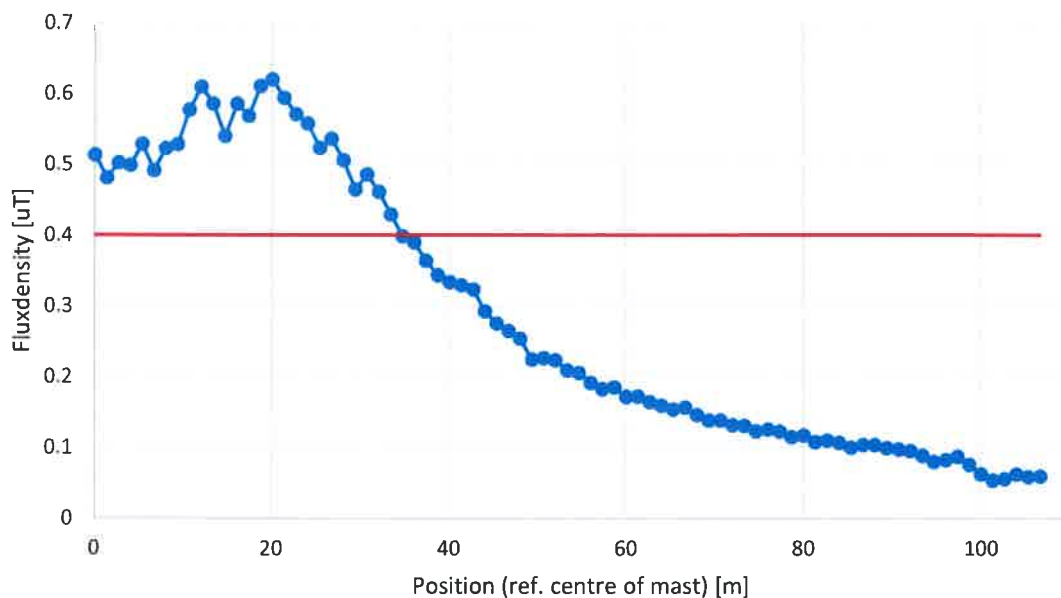


Measurement Track 2

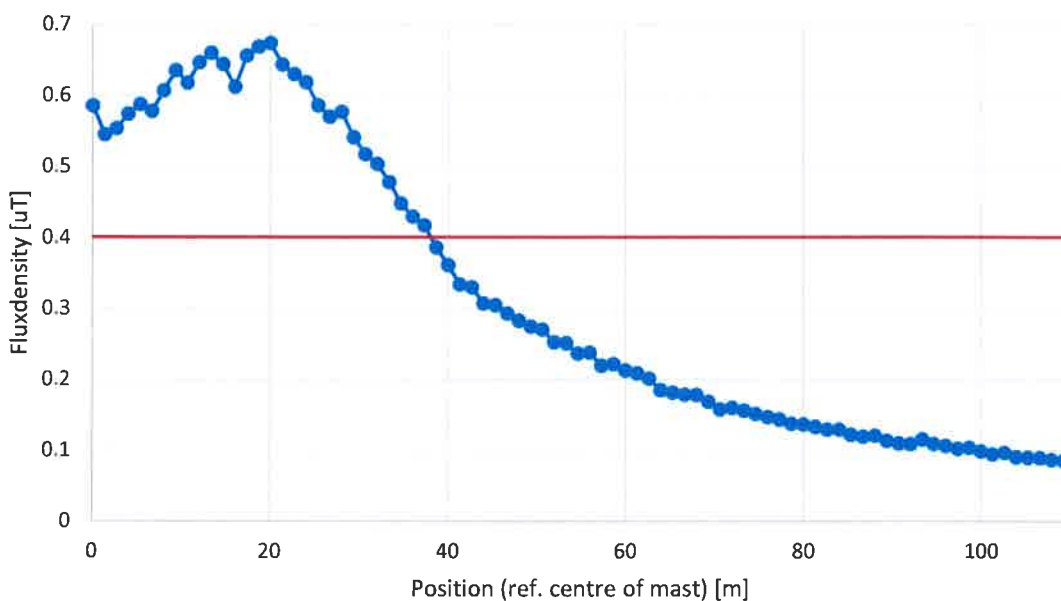


Annex A

Measurement Track 3

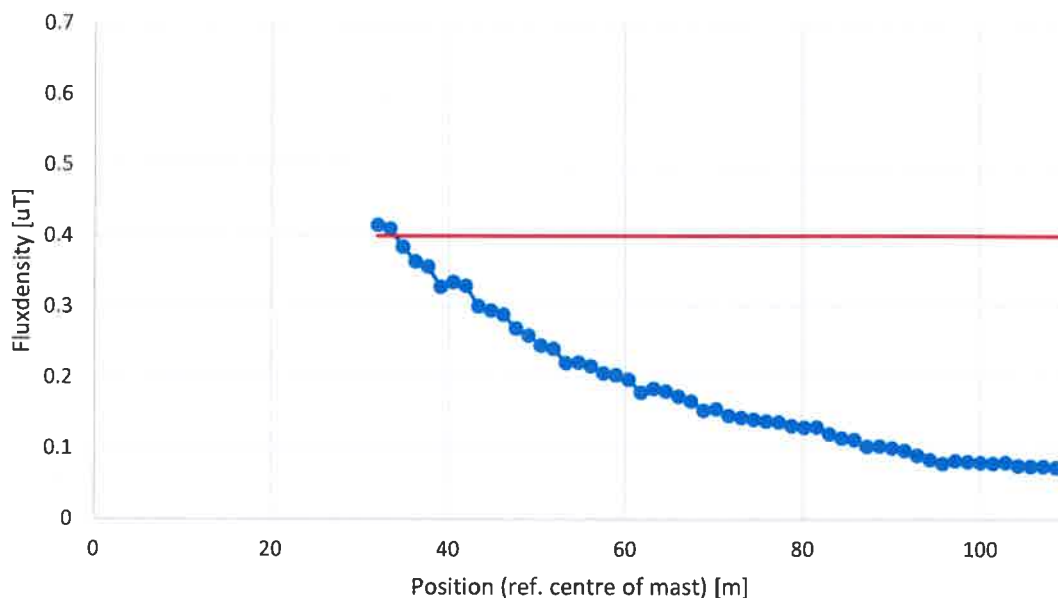


Measurement Track 4

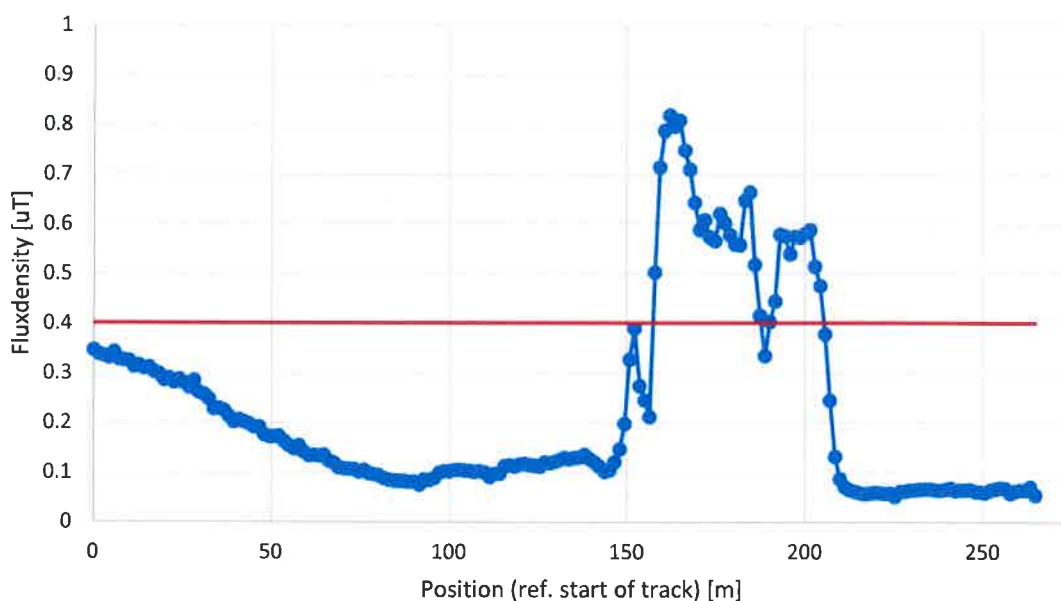


Annex A

Measurement Track 5



Measurement Track 1a (additional)



Bend in track after 143m, Noordkil road after 191m.