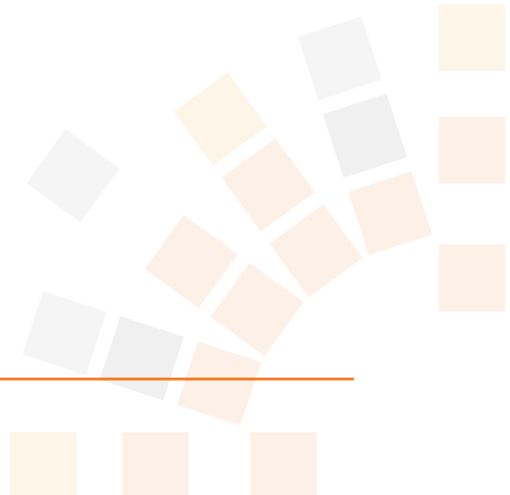


Verkenning-meetmethoden-Magneetvelden-Brandevoort **Magneetvelden Brandevoort**

Auteur A. Keizer
Datum 5 juli 2021
Referentie GE180500-R05
Status definitief
Versie 1.0
Opdrachtgever Gemeente Helmond

Gecontroleerd : P. Westerik
Datum : 23 december 2020



PRIVATE Copyright © Petersburg Consultants B.V., Doorwerth, the Netherlands. All rights reserved.


Dit document bevat vertrouwelijke informatie. Overdracht van de informatie aan derden zonder schriftelijke toestemming van of namens Petersburg Consultants B.V. is verboden. Hetzelfde geldt voor het kopiëren van het document of een gedeelte daarvan.

Petersburg Consultants B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

Petersburg Consultants B.V.
Cardanuslaan 19
5169 43
6865 HJ Doorwerth

+31 (0)88 910 2000
info@petersburg.nl
www.petersburg.nl

KVK: 11042477
iban:NL87 ABNA 0849
btw:NL806706521B01



Inhoud

1. Inleiding	5
1.1 Aanleiding.....	5
1.2 Doelstelling.....	5
1.3 Aanpak.....	5
1.4 Definities	5
2. Ten geleide	7
2.1 Overzicht	7
2.2 Terugbrengen complexiteit.....	7
2.3 Leeswijzer	8
3. Aspecten	10
3.1 Techniek	10
3.2 Acceptatie.....	10
3.3 Uitvoerbaarheid	11
3.4 Projectmatig	12
4. Methoden voor blootstelling aan magneetvelden	13
4.1 Zelf-meting	13
4.2 Relatieve meting	14
5. Methoden voor RIVM-magneetveldzones	15
5.1 Indirecte meting	15
5.2 Weergave magneetveldzones	15
6. Methoden voor RIVM-magneetveldzones en blootstelling aan magneetvelden	17
6.1 Volledige meting	17
6.2 Gereduceerde metingen	18
6.3 Kritische punten meting.....	19
7. Afweging	21
7.1 Samenvatting	21
7.2 Weging.....	22
7.3 Advies	23
Bijlage A Achtergronden	25
Bijlage B Toelichting beoordeling	27

Bijlage C Kostenraming..... 29



1. Inleiding

1.1 Aanleiding

In de wijk Brandevoort te Helmond bevindt zich het tracé van een tweetal hoogspanningsverbindingen. De magneetveldzones van de gecombineerde hoogspanningslijn zijn door berekening bepaald. Vanuit de gemeenteraad is aan de wethouder het verzoek gedaan om op basis van metingen vast te stellen hoe groot de actuele magneetvelden rondom de hoogspanningslijn zijn. Deze metingen zouden dan ook het liefst real-time terugkoppeling geven.

Het opzetten van een correcte meting voor het bepalen van magneetvelden stelt eisen aan de uitvoering daarvan. Er is momenteel nog onvoldoende inzicht in de mogelijkheden om goed opvolging te kunnen geven aan het verzoek van de gemeenteraad.

1.2 Doelstelling

Het doel van deze notitie is het uitvoeren van een verkennende alternatievenstudie naar de mogelijkheden voor het bepalen en weergeven van actuele magneetvelden op basis van metingen. Deze verkenning schetst een grof beeld van de mogelijkheden, waarop een beslissing gemaakt kan worden op hoofdlijnen of besloten kan worden een selectie van mogelijkheden verfijnder te beschouwen.

1.3 Aanpak

Eerst worden de aspecten van een meting in kaart gebracht die een rol spelen in de keuze voor een meetmethode. Vervolgens worden alternatieve methoden beschreven en beoordeeld op die aspecten. Een uitwerking van een methode en aansluitend de communicatie met bewoners volgt in een later stadium.

1.4 Definities

De definitie van Magneet veld is: een magneetveld als bedoeld in de natuurkunde met de magnetische fluxdichtheid \vec{B} .

De definitie van Actueel magneetveld is: het magneetveld op een bepaald tijdstip.

De definitie van Magneetveldzone is: een planologische weergave van het gebied rondom en als gevolg van een hoogspanningslijn waarbinnen sprake is van een overschrijding van $0,4\mu\text{T}$ van het jaargemiddelde magneetveld bepaald volgens een RIVM handreiking.

De definitie van Actuele magneetveldzone is: een planologische weergave van het gebied rondom en als gevolg van een hoogspanningslijn waarbinnen sprake is van een overschrijding van $0,4\mu\text{T}$ van het magneetveld op een bepaald tijdstip, bepaald volgens een RIVM handreiking.

De definitie van RIVM handreiking is: handreiking voor het berekenen van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen, uitgegeven door het RIVM. hiervan zijn in de loop van de tijd verschillende revisies verschenen.

De definitie van meetopstelling is: de hardware van het meetsysteem.



2. Ten geleide

In dit rapport is de vraagstelling ruim van opzet. Om de lezer te begeleiden zijn in dit hoofdstuk overwegingen samengebracht die ervoor zorgen dat de lezer convergeert naar de toepassing welke de interesse heeft. Eerst worden in het overzicht de hoofdgroepen van mogelijke vraagstellingen uiteengezet. Vervolgens kan de lezer de complexiteit voor het verdere traject terug brengen door nadere keuzes te maken met betrekking tot de doelstellingen.

2.1 Overzicht

Er zijn verschillende mogelijkheden waarin metingen een rol kunnen spelen in de communicatie over magneetvelden en magneetveldzones. De belangrijkste indeling volgt enerzijds uit de keuze van de meting op basis van stromen of magneetvelden en anderzijds uit de keuze of het doel blootstelling aan magneetvelden dan wel de RIVM magneetveldzone is.

Dit leidt tot vier hoofdgroepen:


1. Weergave van de RIVM-magneetveldzone op basis van gemeten magneetvelden;
2. Weergave van de RIVM-magneetveldzone op basis van gemeten stromen;
3. Weergave van de blootstelling magneetvelden op basis van gemeten magneetvelden;
4. Weergave van de blootstelling magneetvelden op basis van gemeten stromen.

De magneetveldzone (RIVM) is een planologische zone op basis van de stroom door de hoogspanningslijn. Deze stroom kan een verwachting, een maximum, een jaargemiddelde zijn of zijn gemeten. Als de magneetveldzone wordt bepaald op basis van magneetveldmetingen gebeurt dat indirect. Eerst moet met de magneetveldmetingen en meetcorrecties de stroom in de hoogspanningslijn worden bepaald. Vervolgens kan daarmee de magneetveldzone (RIVM) worden berekend.

De blootstelling aan magneetvelden kan eenvoudig worden bepaald op basis van magneetveldmetingen. De bijdrage van de hoogspanningslijn is daarbij echter niet meteen duidelijk, omdat meerdere bronnen kunnen bijdragen aan de gemeten magneetveldwaarde. Als de blootstelling wordt bepaald op basis van de stroommeting in de hoogspanningslijn, worden hiermee andere bronnen verwaarloosd.

2.2 Terugbrengen complexiteit

De complexiteit in de keuze voor een meetmethode kan worden teruggebracht door een duidelijke keuze te maken op basis van de hoofdgroepen. Dat betekent dat de gemeenteraad zich moet beraden over de volgende vraagstellingen:



Doelstellingsvraag:

- Zijn de metingen bedoeld voor inzicht in de blootstelling van bevolking aan magneetvelden in het algemeen, waaronder die van de hoogspanningslijn? In dit geval wordt het magnetisch landschap in kaart gebracht en kan een verband worden gelegd met blootstelling aan magneetvelden. Dit betekent dus dat de aandacht niet ligt op de losse bijdrage van de hoogspanningslijn aan het magnetische landschap. Deze doelstelling beoogt de interactie van de mens met het magnetisch landschap.
- Zijn metingen bedoeld ter bepaling van de RIVM-magneetveldzone zoals die geldt alleen voor hoogspanningslijnen? In dit geval gaat het om de bepaling van een gedefinieerde zone, die alleen de bijdrage van de hoogspanningslijn aan het magnetische landschap benadert. Dit betekent dat wanneer er sprake is van bijdragen van andere bronnen dan de hoogspanningslijn die niet tot uiting komen. De magneetveldzone is een theoretische en conservatieve zone, die gebruikt wordt voor planologische duidelijkheid en daarvoor ook wordt erkend. Deze doelstelling beoogt het bepalen van de bijdrage van alleen de hoogspanningslijn aan het magnetisch landschap.

Ondergeschikt aan de doelstellingsvraag geldt dat een keuze gemaakt moet worden op welke basis gemeten wordt: magneetveldmeting of stroommeting.

Over het algemeen geldt dat inzicht in de blootstelling aan magneetvelden het best kan worden gemeten met het meten van magneetvelden in het veld om het magnetische landschap te kunnen duiden.

Het bepalen van de RIVM-magneetveldzone het best kan worden gemeten met het meten van de stroom door de hoogspanningslijn, omdat hier een direct relatie tussen is gedefinieerd.

Het duiden van het magnetische landschap op basis van stroommetingen en het bepalen van RIVM-magneetveldzones op basis van magneetvelden is mogelijk, maar is omslachtiger. Wat een afweging in de keuze kan zijn, is dat voor methoden op basis van stroommetingen TenneT een continue bijdrage levert.

2.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 3 worden de aspecten benoemd die van belang zijn voor het maken van een keuze in de meetmethoden.

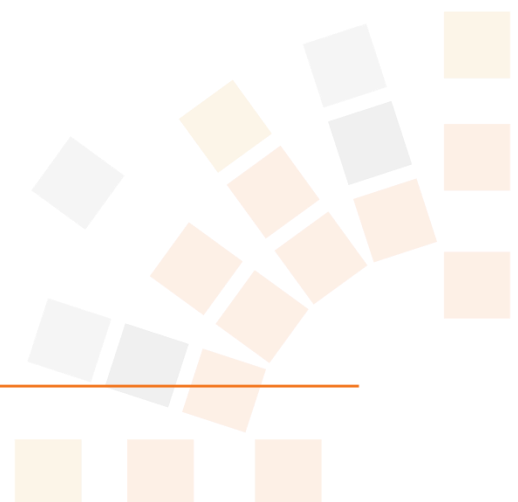
Indien alleen interesse is in de doelstelling voor het bepalen van de RIVM-magneetveldzone kan hoofdstuk 4 worden overgeslagen.

Indien alleen interesse is in de doelstelling voor het bepalen van de blootstelling aan magneetvelden kan hoofdstuk 5 worden overgeslagen.

De meetmethoden beschreven in hoofdstuk 6 kunnen worden aangewend voor beide doelstellingen.



In hoofdstuk 7 wordt samengevat en een afweging en advies geformuleerd. In het de advisering is wederom de tweedeling gemaakt op basis van de twee mogelijke doeleinden.



3. Aspecten


3.1 Techniek

Indien een magneetveld wordt gemeten, moeten volgende aspecten worden beschouwd:

- Omdat magneetvelden afhankelijk zijn van de afstand tot de bron, moet met voldoende nauwkeurigheid worden bepaald op welke locatie wordt gemeten en tegelijkertijd op welke locatie alle bronnen zich bevinden. De locatie van de hoogspanningsgeleiders is afhankelijk van de weersomstandigheden (uitzwaai door wind, doorhangverschillen door temperatuur) en de gevoerde stroom (doorhangverschillen door temperatuur). Fluctuaties in deze variabelen geven fluctuaties in het gemeten magneetveld.
- De meting van het actuele magneetveld laat een waarde zien welke voor de betreffende locatie geldt. Dit is een som van de bijdragen van alle bronnen op dat moment. Dit betekent dat de bijdrage aan het actuele magneetveld niet uitsluitend van de hoogspanningslijn afkomstig hoeft te zijn. Andere bronnen zoals bijvoorbeeld het ondergrondse distributienet of huishoudelijke apparatuur kunnen een bijdrage leveren aan het actuele magneetveld. Als hiermee geen rekening wordt gehouden, kan de bijdrage aan het actuele magneetveld van de hoogspanningslijn worden onder- of overschat.
Indien andere bronnen dan de hoogspanningslijn een bijdrage leveren, kan die bijdrage worden bepaald. Deze introduceert dan echter extra onzekerheden doordat ook van de andere bronnen gegevens bekend moeten zijn (zoals de actuele stroom) en deze moet worden gemodelleerd.
- De meetapparatuur moet geschikt zijn en voldoende nauwkeurig. Daartoe moet ijking hebben plaatsgevonden. Voor een goed beeld moet een meting gedurende voldoende tijd en op meerdere plaatsen worden uitgevoerd om ruis te kunnen filteren en voldoende validatie van de resultaten te kunnen bieden. De tijd- en plaatsbepaling van de meetpunten moet daarbij ook voldoende nauwkeurig zijn. Tevens moet de apparatuur in staat zijn de magneetveldsterkte in 3 richtingen te meten.

3.2 Acceptatie

De methode en resultaten van de metingen moeten worden geaccepteerd door de gemeente, bewoners, TenneT, RIVM en eventueel andere belanghebbenden. Daarvoor is een goede communicatie belangrijk.

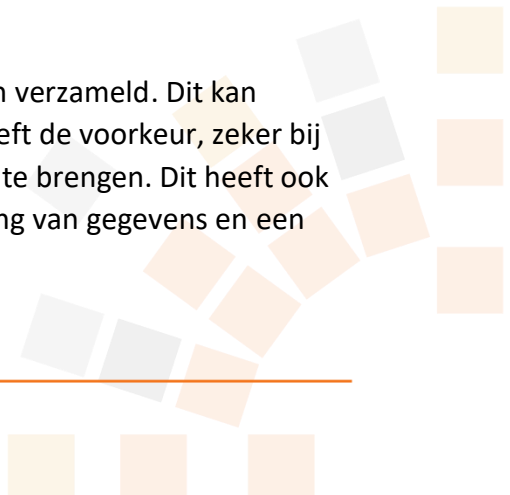


Acceptatie bestaat uit meerdere onderdelen

- Acceptatie van de meetmethodiek. Bij het ontwikkelen van een methode voor het bepalen van een magneetvelden op basis van metingen moet worden overeengekomen dat de methode inclusief correcties voldoende kwaliteit heeft voor alle belanghebbenden. Een andere kant van de acceptatie is de mate waarin de methode te begrijpen is voor en over te brengen aan alle stakeholders.
- Acceptatie van de praktische uitvoering van de meting. Voor uitgebreide systemen is meer draagvlak nodig in de zin van lokale hinder, kosten en doorlooptijd. Een inschatting van de belasting van het alternatief op het draagvlak kan onderscheidend werken in de alternatieven.
- Acceptatie van de onafhankelijkheid van de verzamelde gegevens. De mate van onafhankelijkheid is belangrijk voor acceptatie van resultaten. Vooral als gebrek aan vertrouwen in de opgave van metingen een belangrijke rol speelt.
- Acceptatie van de gegevens als stuurinformatie voor beleid. De gegevens die worden verkregen uit de metingen kan worden gebruikt om beleid voor magneetveldproblematiek te aan te passen. De kwaliteit van de gegevens moet dan daarvoor geschikt zijn.

3.3 Uitvoerbaarheid


In praktische zin moet een meetopstelling voldoen aan een aantal voorwaarden.

- Directe terugkoppeling
Vanuit de gemeenteraad is aangegeven dat een directe terugkoppeling van de resultaten een belangrijk aspect is voor het meetsysteem. Dit houdt in dat het resultaat een weergave is van de situatie op hetzelfde moment.
 - Publieke terugkoppeling
Om belanghebbenden mee te kunnen nemen in de metingen kan een afleespaneel worden ontwikkeld. Dit kan bijvoorbeeld in de vorm van een buitendisplay, app of website. Het afleespaneel is voor communicatie van resultaten en een publieke toegang van de resultaten is een belangrijk aspect.
 - Verzamelen en verwerken data
Data welke wordt verkregen uit de metingen moet worden verzameld. Dit kan bijvoorbeeld met het GSM-netwerk of via internet. Het heeft de voorkeur, zeker bij uitgebreidere meetopstellingen, de data digitaal bij elkaar te brengen. Dit heeft ook het voordeel dat dit de basis legt voor een snelle verwerking van gegevens en een directe terugkoppeling van de resultaten.
- 

-
- **Hufterproof**
De meetopstelling moet vandalismebestendig zijn op zowel fysiek als cybervlak. De uitwerking hiervan is goed mogelijk en zal geen onderscheid maken tussen de verschillende alternatieven. Wel vergen uitgebreidere systemen hiervoor meer maatregelen. Dit zal zich uiten in de kosten.
 - **Plaatsing toestemming**
De plaatsing van de meetopstelling moet worden toegestaan door de eigenaren van de eigendommen waarop de meetpunten worden bevestigd. Uitgebreidere meetopstellingen vergen daarom meer inspanning, doorlooptijd en mogelijk meer vergoedingen.
 - **Onderhoudbaarheid**
Het meetsysteem moet tijdens de meting worden onderhouden. Reparaties en ijkings moeten kunnen worden uitgevoerd. Sensoren moeten voldoende bereikbaar zijn. Dit zal zich uiten in de kosten.

3.4 Projectmatig

Projectmatige aspecten zijn belangrijk om de uitvoering mogelijk te maken. Deze kunnen worden afgewogen tegen andere projecten.

- **Kosten**
De kosten die gemaakt worden moeten worden gefinancierd door Gemeente Helmond. Deze uitgaven moeten zijn te verantwoorden binnen de begroting.
 - **Doorlooptijd**
Naast kosten is het ook belangrijk een verwachting te hebben wanneer een methode resultaat gaat leveren.
 - **Herbruikbaarheid**
De mate waarin de methode herbruikbaar is voor gebruik op andere locaties.
 - **Risico's/Complexiteit**
De opzet van het meetsysteem zal gebaseerd zijn op een zekere kennis en kunde, zowel theoretisch als vanuit de praktijk. Een belangrijk aspect voor een meetsysteem is in hoeverre het zich in het verleden al bewezen heeft en de mate van onzekerheid die het meetsysteem met zich meedraagt voor succesvolle uitkomsten, zoals bijvoorbeeld op het gebied van effectiviteit, extra kosten, extra doorlooptijd. De complexiteit van de methode, en dan met name de verantwoording van achtergronden en representativiteit speelt een belangrijke rol in het risico.
- 

4. Methoden voor blootstelling aan magnetische velden

De meetmethoden voor blootstelling aan magnetische velden richten zich met name op bewustwording en minder op de bijdrage van de hoogspanningslijn in het magnetisch veldlandschap. Daarmee komen deze methoden enigszins los te staan van de hoogspanningslijnen.

4.1 Zelf-meting

Een zelf-meting is een meting die iedereen kan uitvoeren. Met een magnetisch veldmeter of een magnetisch veldmeter-app wordt direct informatie gegeven over het actuele magnetische veld. Deze methode richt zich vooral op blootstelling aan de magnetische velden en legt geen harde relatie met de magnetische veldzone van de hoogspanningslijn.

4.1.1 Beschrijving

Met deze methode wordt met een magnetisch veldmeter een actueel magnetisch veld afgelezen op de plek van de meter. Er zijn in magnetisch veldmeters verkrijgbaar en ook apps downloadbaar die magnetische velden kunnen meten. De prijs varieert van gratis tot enkele honderden euro's. Dit heeft te maken met de kwaliteit van de meter. De meters zijn mobiel en werken veelal vanuit de hand. De meetmethode geeft direct terugkoppeling over het magnetisch veld ter plekke voor het betreffend tijdstip.


Iedere geïnteresseerde kan met een dergelijke meter de magnetische velden inventariseren en een beeld vormen van de bron. Naast bijvoorbeeld een stofzuiger kan de meter enkele tientallen microtesla aangeven. Het inventariseren van de gegevens kan worden gecoördineerd om deze te centraliseren en te communiceren naar een breder publiek.

4.1.2 Aspecten

Doordat de waarde van het actuele magnetische veld niet direct gelinkt is met een corresponderende afstand en ook de bijdrage van verschillende stroombronnen niet direct gelinkt is, is het herleiden naar een magnetische veldzone moeilijk. Tevens zal ook veel onzekerheid voortkomen uit het gebruik van onnauwkeurige meetapparatuur.

De meetmethode zal daarom niet gedragen worden door alle stakeholders voor een conclusie over (actuele) magnetische veldzones. Het sturen op deze metingen is niet mogelijk op een onderbouwde manier. Wel kan deze meetmethode magnetische velden van verschillende bronnen in perspectief plaatsen. Dit alternatief richt zich dus alleen op bewustwording van de magnetische kant van de leefomgeving.

De zelfmeting is goedkoop, snel realiseerbaar en is voor iedereen toegankelijk. Bovendien zijn de resultaten onafhankelijk en worden direct teruggekoppeld aan de gebruiker van het meetapparaat. Het delen van de resultaten aan een groter publiek is wel lastiger en is real-time alleen mogelijk als de meetapparaten worden uitgerust met locatiebepaling en



dataverbinding met een server. Omdat het de complexiteit verhoogt, wordt hiervan niet uitgegaan.

4.2 Relatieve meting

De relatieve meting is een gecoördineerde meting waarbij het verband leggen tussen magneetvelden en de stroomwaarden van TenneT het doel is. Dit verband kan op basis van de stroomwaarden van TenneT een benadering geven van het actuele magneetveld. Deze methode richt zich op blootstelling aan de magneetvelden en legt een verband met de hoogspanningslijn. In dit verband is niet uitgesloten dat een bijdrage worden geleverd door andere magneetveld bronnen en er zal geen harde relatie gelegd kunnen worden met de magneetveldzone.

4.2.1 Beschrijving

Metingen worden uitgevoerd met mobiele apparatuur gedurende een korte tijd, eventueel in meerdere herhalingen. Tussen de meetwaarden, afstand tot de hoogspanningslijn en de gelogde stroommetingen van TenneT wordt een relatie uitgewerkt tussen de stroom in de hoogspanningslijnen en het magneetveld.

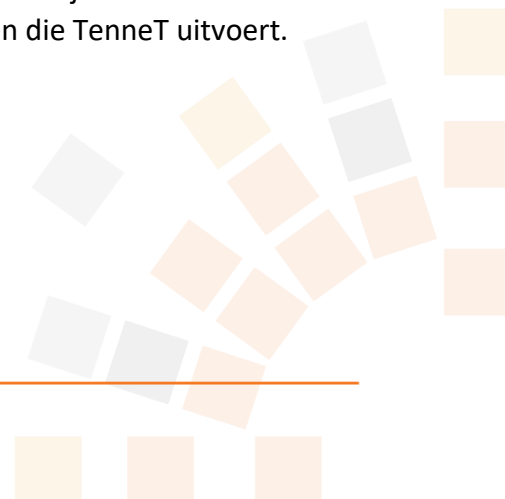
Deze relatie wijkt af van een berekening van conform RIVM-handreiking, doordat het reducerende effect van de bodem en geleidende objecten doorwerkt in de metingen, andere bronnen een bijdrage kunnen geven en omdat een relatie wordt gevonden voor andere doorsneden dan alleen de kritische, op het laagste punt van de geleiders. De gevonden relatie wordt met de actuele stroomgegevens van TenneT verwerkt tot een projectie van het magneetveld.

Het systeem wat wordt ingericht moet bestaan uit een ontsluiting van de stroomgegevens van TenneT, een rekenmodule die op basis van deze gegevens een magneetveld bepaalt en een weergavemodule zoals bijvoorbeeld een website of een app. Het gehele proces wordt geautomatiseerd.

4.2.2 Aspecten

Voordelen van deze methode zijn een beperkte doorlooptijd en kosten. Bovendien voorkomt het moeilijkheden met plaatsing van apparatuur.

De magneetmetingen zijn op zichzelf lastig direct terug te koppelen aan een breed publiek. Wanneer het systeem echter is ingeregeld, kan de weergave publiekelijk en direct worden ingeregeld. Ook is de methode afhankelijk van de stroommetingen die TenneT uitvoert.



5. Methoden voor RIVM-magneetveldzones

De methoden voor het bepalen van de RIVM-magneetveldzones richten zich op de gestileerde bijdrage van de hoogspanningslijnen. In geval van een indirecte meting wordt op basis van een magneetveldmeting een magneetveldzone bepaald. In geval van de weergave van de zones kan de relatie direct worden gekoppeld aan de stroommetingen van TenneT en zijn er geen aanvullende metingen nodig.

5.1 Indirecte meting

Op basis van een continue magneetveldmeting nabij de geleiders van de hoogspanningslijn kan een actuele stroom daarvoor worden bepaald. Deze wordt vertaald in een actuele RIVM-magneetveldzone.

5.1.1 Beschrijving

In de masten worden magneetveldmeters aangebracht. De gemeten waarde wordt verondersteld alleen afkomstig te zijn van de hoogspanningslijn en wordt omgerekend naar een stroom. Om onderscheid te kunnen maken tussen 380kV en 150kV zijn ook sensoren nodig op het niet-gecombineerde deel van de lijnen. Met deze stroom kan conform de RIVM-handreiking een magneetveldzone bepaald.

Met opgegeven stroommetingen van TenneT kan het veronderstelde verband tussen magneetveldmeting en stroom in de circuits worden verifieerd. Dit zal de meetmethode meerwaarde geven. Wanneer het verband is vastgesteld, is de meetmethode verder onafhankelijk van de stroommeetgegevens van TenneT.

Het systeem wat wordt ingericht moet bestaan uit de inrichting van de meetopstellingen, een dataverzamelingsmodule, een rekenmodule die op basis van deze gegevens een magneetveldzone bepaalt en een weergavemodule zoals bijvoorbeeld een website of een app. Het gehele proces wordt geautomatiseerd.

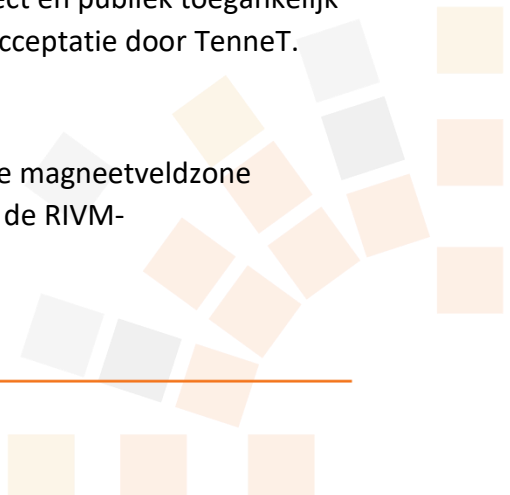
5.1.2 Aspecten

De methode geeft enige onzekerheid in de relatie tussen het gemeten magneetveld en de stroom door de geleiders van de hoogspanningslijn.

Acceptatie van de berekeningsmethode is gelijk aan de acceptatie van het gebruik van de RIVM handreiking en is goed te noemen. De terugkoppeling is direct en publiek toegankelijk te maken. Het aanbrengen van het meetopstelling is afhankelijk acceptatie door TenneT.

5.2 Weergave magneetveldzones

Op basis van actuele stroomgegevens van TenneT kan een actuele magneetveldzone gepresenteerd worden. Deze methode is een real-time versie van de RIVM-magneetveldzone bepaling.



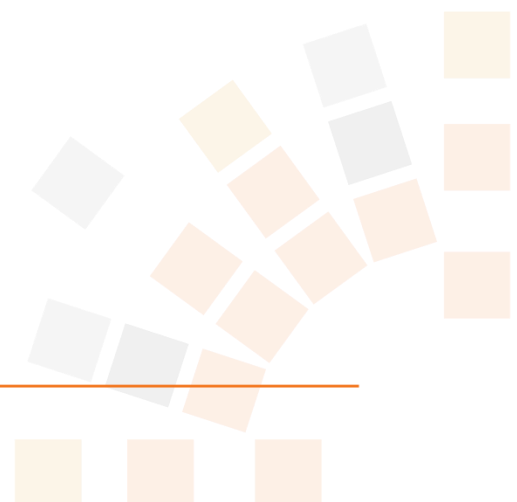
5.2.1 Beschrijving

TenneT meet en logt per 5 minuten de stroom door alle hoogspanningsverbindingen. Op basis van dergelijke metingen van stromen door de hoogspanningslijnen in Brandevoort kan een magneetveldzone conform de RIVM handreiking worden berekend. Dit betekent dat per 5 minuten een actualisatie kan plaatsvinden van de magneetveldzone. Eventueel kan dit met kleinere tussenpozen, maar daarvoor moet TenneT extra meetapparatuur op de hoogspanningslijnen aanbrengen. Dit wordt beschouwd als onnodig.

Het systeem wat wordt ingericht moet bestaan uit een ontsluiting van gegevens van TenneT, een rekenmodule die op basis van deze gegevens een magneetveldzone bepaalt en een weergavemodule zoals bijvoorbeeld een website of een app. Het gehele proces wordt geautomatiseerd.

5.2.2 Aspecten

De methode voorkomt alle technische correcties die gepaard gaan met het meten van magneetvelden als basis. Acceptatie van de methode is gelijk aan de acceptatie van het gebruik van de RIVM handreiking en is goed te noemen. De terugkoppeling is direct en publiek toegankelijk te maken. Wel is de methode afhankelijk van de stroommetingen die TenneT uitvoert.



6. Methoden voor RIVM-magneetveldzones en blootstelling aan magneetvelden

Op basis van magneetveldmetingen kan met deze methoden zowel de blootstelling aan magneetvelden als de RIVM-magneetveldzone worden bepaald. Een volledige meting gaat uit van een maximale opzet, een gereduceerde meting en kritische puntenmeting zijn beide gereduceerde versies daarvan. Wanneer de doelstelling “bepalen RIVM-magneetveldzone” vervalt, kan de meetmethode vereenvoudigd en daarmee geoptimaliseerd in projectomvang.

6.1 Volledige meting

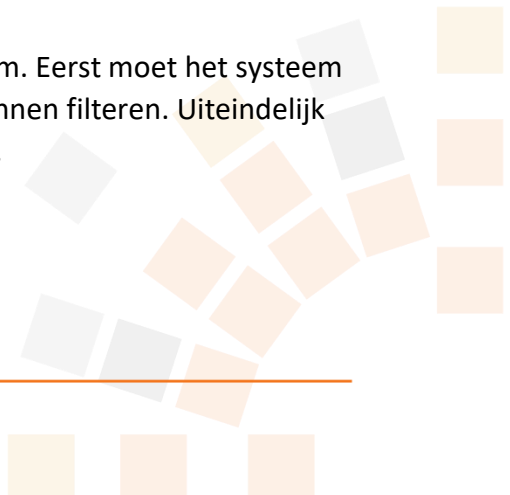
Een volledige meting meet doorlopend actuele magneetvelden op verschillende locaties en meet de overige parameters die van invloed zijn op de bepaling van de magneetveldzones. Daarmee kunnen zoveel mogelijk onzekerheden voor bepaling van de actuele magneetveldzone worden gecorrigeerd en kan de hoogste kwaliteit van metingen worden verkregen. Deze methode richt zich dus op de bepaling van de magneetveldzone en gebruikt daarvoor meting van magneetvelden. Deze magneetveldmetingen kunnen ook worden geïnterpreteerd in het kader van blootstelling aan magneetvelden.

6.1.1 Beschrijving

Bij een volledige meting worden op een groot aantal locaties sensoren aangebracht voor het meten van de actuele magneetvelden. Van elke sensor is exact bekend waar deze zich bevindt en op welk tijdstip een waarde van het magneetveld is gemeten. Ook wordt in deze meting de mate van doorhang en uitzwaai van de geleiders gemeten op elk moment. Met deze informatie wordt per tijdstip bepaald welke afstand tot elk van de sensoren geldt.

Andere magneetveldbronnen worden geïnventariseerd. Van elke bron die mogelijk bijdraagt aan de gemeten waarde van elke magneetveldsensor moet de bijdrage worden bepaald. De bijdrage kan worden ingeschat op basis van de stroom en afstand tussen bron en sensor. In het bepalen van de grootte van de bijdragen van deze andere bronnen blijft er sprake van enige onzekerheid. Eenzelfde onzekerheid speelt nu in het bepalen van de bijdrage van de hoogspanningslijn. Deze onzekerheid was juist de aanleiding voor het doen van metingen. Door veel metingen te verzamelen kan ruis van andere bronnen worden gefilterd. Wel is dan van belang patronen die zeker zijn te herkennen. Bijvoorbeeld doordat de gegevens van actuele magneetvelden met en zonder werkende straatverlichting er anders uit zouden kunnen zien.

Alle metingen worden verzameld via een geautomatiseerd systeem. Eerst moet het systeem een paar maanden kalibreren om ruis door andere bronnen te kunnen filteren. Uiteindelijk kan een beeld worden gevormd van de actuele magneetveldzone.



De verwerking van de meetdata tot een actuele magneetveldzone kan real-time geschieden door het inbouwen van een dynamische rekenmodule. De resultaten kunnen worden weergegeven op verschillende media zoals een website, app of display.

6.1.2 Aspecten

In de techniek is dit de meest correcte meetmethode. Voor afstanden, overige bronnen en eventueel voor tijd wordt gecorrigeerd. De mate van correctie is op voorhand moeilijk in te schatten omdat veel informatie daarover in praktijk zal moeten worden opgedaan. Een dergelijk meetsysteem zal moeten worden uitgevoerd door een partij met veel expertise. Bij de selectie van sensoren, alsmede de correcties en uiteindelijk de totstandkoming van de resultaten moet grote zorgvuldigheid betracht worden.

De acceptatie van de resultaten zal met deze meetmethode goed zijn, mits de correcties goed onderbouwd kunnen worden en niet teveel onnauwkeurigheid introduceren. Wel zal voor stakeholders met gemiddelde kennis van de materie de navolgbaarheid beperkt zijn en acceptatie op basis van vertrouwen moeten plaatsvinden.

Het meetsysteem zal uitgebreid zijn. Dit betekent ook dat op veel plekken in de omgeving sensoren worden aangebracht en voor langere duur. Door de omvang is ook een goede organisatie benodigd. In hoofdlijnen zal de aanpak als volgt plaatsvinden:

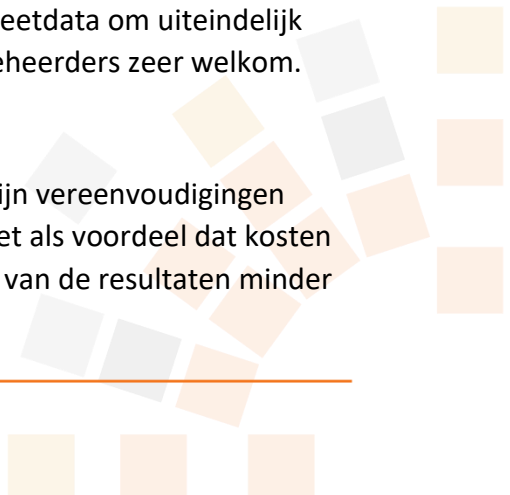
- het formeren van een projectteam
- het theoretisch uitwerken van het meetplan
- het realiseren van de meetopstelling
- het kalibreren van het meetsysteem
- het starten van de metingen over een langere periode
- het verwijderen van de meetopstelling
- het verder analyseren van de verzamelde gegevens
- eindrapportage

Vanwege de omvang en lange doorlooptijd zullen kosten van dit systeem hoog zijn ook omdat het meetsysteem moet worden onderhouden en beveiligd tegen diefstal. In de uitvoering vergt dit alternatief dus een groot draagvlak.

De meting kan in principe onafhankelijk worden uitgevoerd van beheerders van relevante stroombronnen. Echter voor het herkennen van patronen in de meetdata om uiteindelijk ruis te kunnen filteren is informatie van stroombronnen van de beheerders zeer welkom.

6.2 Gereduceerde metingen

Een gereduceerde meting meet als een volledige meting, echter zijn vereenvoudigingen aangebracht om het meetsysteem minder uitgebreid te maken met als voordeel dat kosten kunnen worden bespaard, maar met als keerzijde dat de kwaliteit van de resultaten minder



is. Er zijn verschillende reducties mogelijk. Deze methode richt zich dus eveneens op de bepaling van de magneetveldzone en gebruikt daarvoor meting van magneetvelden. Deze magneetveldmetingen kunnen ook worden geïnterpreteerd in het kader van blootstelling aan magneetvelden.

6.2.1 Beschrijving

Vereenvoudigen afstandscorrectie

De volledige meting wordt vereenvoudigd op de meetopstelling voor de positiebepaling van geleiders. De geleiders worden als vasthangend verondersteld. Deze vereenvoudiging lijkt legitiem, omdat de invloed van de geleiderposities op de uiteindelijke magneetveldzone waarschijnlijk beperkt is. Dit kan nader worden beschouwd. Ten opzichte van de volledige meting leidt dit tot meer ruis in de resultaten. Dit betekent waarschijnlijk een moeilijkere kalibratie van het meetsysteem.

Vereenvoudigen broncorrectie

Met deze vereenvoudiging wordt een inschatting van versturende bronnen achterwege gelaten. Daardoor wordt het proberen te voorkomen dat sensoren door andere bronnen worden beïnvloed belangrijker. Ten opzichte van de volledige meting leidt dit ook tot meer ruis in de resultaten en een moeilijkere kalibratie van het meetsysteem.

6.2.2 Aspecten

Door vereenvoudigingen komt meer nadruk te liggen op het herkennen van patronen en het filteren van ruis in de meetgegevens. De kwaliteit van de data zal minder zijn dan van een volledige meting. Daardoor is het leggen van een relatie met magneetveldzones als volgens de RIVM-handreiking onzekerder.

De acceptatie van de resultaten zal met deze meetmethode minder goed zijn, omdat de vereenvoudigingen leiden tot afbreuk van een goede onderbouwing. Ook hier geldt dat voor stakeholders met gemiddelde kennis van de materie de navolgbaarheid beperkt zal zijn en acceptatie op basis van vertrouwen moeten plaatsvinden. Wel wordt ingeschat dat de navolgbaarheid iets beter is dan bij een volledige meting, omdat een directer verband wordt bepaald vanuit de meetresultaten met de magneetveldzone.

Acceptatie van de meetopstelling in de omgeving zal vanwege de vereenvoudigingen iets beter zijn dan van een volledige meting en kosten zullen worden bespaard. De totale doorlooptijd zal mogelijk iets korter zijn.

6.3 Kritische punten meting

De kritische punten meting richt zich op een meting van de gevoeligste delen in het tracé. Er wordt een doorsnede van het magneetveld gemaakt op een beperkt aantal, strategische punten. Deze methode richt zich met name op de bepaling van de magneetveldzone en gebruikt daarvoor meting van magneetvelden, mits de locatie van de doorsnede

representatief is. Deze magneetveldmetingen kunnen ook worden geïnterpreteerd in het kader van blootstelling aan magneetvelden, echter kunnen niet of beperkt worden geëxtrapoleerd voor magneetvelden op andere locaties.

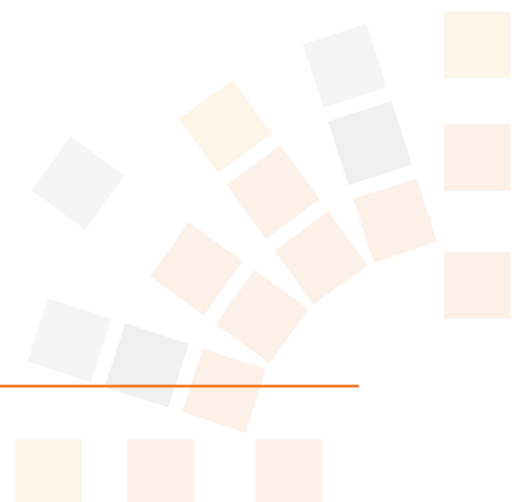
6.3.1 Beschrijving

Voor deze meting wordt een vaste opstelling gebruikt met enkele meetpunten, voor elke interessante doorsnede van de hoogspanningslijn. Andere bronnen worden zoveel mogelijk vermeden en ook wordt van een vaste geometrie van de geleiders uitgegaan.

6.3.2 Aspecten

Er ontstaat een minder compleet beeld, maar kosten en complexiteit en daarmee de projectrisico's zijn lager. Het beeld wat zal worden gegeven is representatief op de kritische doorsnede, de doorsnede waar de geleiders het laagst hangen. Omdat deze doorsnede op de worst-case locatie is echter ook weinig nuancering in het totaalbeeld voor blootstelling aan de magneetvelden mogelijk, voor de magneetveldzone is deze methode afdoende.

Acceptatie van de meetopstelling zal beter zijn, maar alsnog moeten praktische zaken zoals bijvoorbeeld toestemming worden ingeregeld. Gegevens kunnen real-time worden verzameld en publiek worden weergegeven.



7. Afweging

7.1 Samenvatting

Meetmethoden kunnen worden ingedeeld in vier hoofdgroepen op basis van het doel en de aard van de meting. (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Het doel kan zijn te bepalen wat magneetveldzone (RIVM) of mate van blootstelling aan magneetvelden is. Deze kunnen worden gebaseerd op stroommetingen of magneetveldmetingen. Aan de combinaties die daarmee te maken zijn, zitten voor- en nadelen. Voor een financiële indicatie is een kostenraming weergegeven in Bijlage C.

Tabel 1 hoofdgroepen 1

Opzet meting	Volledige meting	Gereduceerde meting	Kritische punten meting	Zelfmeting	Relatieve meting	Indirecte meting	Weergave zones
inzicht geven in blootstelling aan magneetvelden op basis van magneetveldmetingen	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	nee
inzicht geven in blootstelling aan magneetvelden op basis van stroommetingen (TenneT)	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee	nee
benaderen van magneetveldzone (RIVM) op basis van magneetveldmetingen	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	Ja	nee
opgeven van magneetveldzone (RIVM) op basis van stroommetingen (TenneT)	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	ja



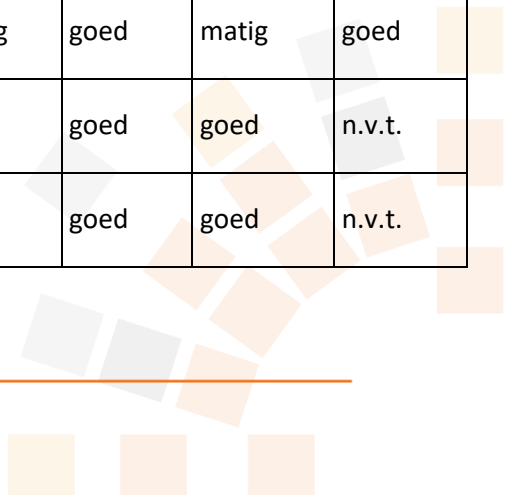
7.2 Weging

In de weging heeft het voorrang te bepalen of de interesse ligt bij de blootstelling van mensen aan magneetvelden of alleen de bijdrage van de hoogspanningslijn, RIVM-magneetveldzone. Wanneer hierin een keuze wordt gemaakt, wordt het aantal alternatieven gereduceerd.

Wanneer wordt gestuurd op betaalbaarheid, projectrisico's/complexiteit, begrijpelijkheid en herbruikbaarheid ontstaat een prioritering in de afweging. De beoordeling van de aspecten is samengevat samen met de prioritering in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..** De beoordelingen is gemarkeerd in kleuren van ongunstig tot gunstig. De aspecten zijn van boven naar onder gesorteerd van hoge naar lage prioriteit. Dat betekent dat de belangrijkste verschillen tussen alternatieven in de bovenste rijen van de tabel terechtkomen. In Bijlage B is een aanvullende toelichting gegeven van de beoordeling.

Tabel 2 prioritering en afweging

Aspect	volledige meting	gereduceerde meting	kritische punten meting	zelf meting	relatieve meting	indirecte meting	weergave zones	geen acties
Project kosten	430 k€	313 k€	130 k€	12 k€	87 k€	73 k€	40 k€	0
Project risico's/complexiteit	groot	groot	matig	klein	klein	klein	klein	n.v.t.
Acceptatie begrijpelijkheid	moeilijk	moeilijk	moeilijk	goed	goed	redelijk	redelijk	goed
Project herbruikbaarheid	50%	50%	50%	100%	80%	80%	80%	100%
Project doorlooptijd	> 1 jaar	> 1 jaar	> 9mnd	> 1 mnd	> 4 mnd	> 4 mnd	> 4 mnd	niet
Acceptatie methodiek	goed	redelijk	redelijk	wisselend	matig	redelijk	wisselend	wisselend
Acceptatie onafhankelijkheid	redelijk	redelijk	redelijk	goed	matig	goed	matig	goed
Uitvoering publieke feedback	goed	goed	goed	slecht	goed	goed	goed	n.v.t.
Uitvoering directe feedback	goed	goed	goed	goed	goed	goed	goed	n.v.t.



Aspect	volledige meting	gereduceerde meting	kritische punten meting	zelf meting	relatieve meting	indirecte meting	weergave zones	geen acties
Techniek bronnen	redelijk	matig	matig	slecht	matig	matig	n.v.t.	n.v.t.
Techniek meetapparatuur	goed	goed	goed	wisselend	goed	goed	n.v.t.	n.v.t.
Techniek afstanden	goed	matig	matig	slecht	matig	goed	n.v.t.	n.v.t.
Uitvoering datamanagement	goed	goed	goed	slecht	slecht	goed	goed	n.v.t.
Acceptatie stuurinformatie	redelijk	redelijk	matig	slecht	matig	goed	goed	n.v.t.
Acceptatie uitvoering	moeilijk	matig	redelijk	goed	goed	goed	goed	n.v.t.

7.3 Advies

De meetmethoden zijn beschouwd op verschillende aspecten en in die aspecten is een prioritering voorgesteld, wat heeft geleid tot een opsomming van meetmethoden in de categorieën aan te raden, te overwegen en af te raden.

Boven deze indeling hangt echter de context van de situatie. Er zijn enkele ontwikkelingen die in Brandevoort een rol kunnen spelen, waardoor de waarde van metingen kan veranderen:

- Binnen afzienbare tijd zal vanuit de rijksoverheid een vernieuwd beleid omtrent magneetvelden komen (zie 0). In dat kader is het de vraag in hoeverre een methode toekomstvast is. Het weergeven van magneetveldzones (RIVM) raakt mogelijk achterhaald en een afweging op magneetvelden is zuiverder. In dat licht is een relatieve meting de beste keuze als een verband gelegd moet kunnen worden met de hoogspanningslijn.
- Ook zal binnen het programma "Beter Benutten 380kV" binnen afzienbare tijd de 380kV-lijn door TenneT worden aangepast. Dit kan leiden tot een aangepast ontwerp waarmee ook de magneetveldzone zou kunnen wijzigen. Metingen zijn dan niet te projecteren op de gewijzigde situatie. Een hoge herbruikbaarheid van de meetmethode is gunstiger.
- Daarnaast is mogelijk sprake van verkabeling van de 150kV-lijn. Ook dit zal leiden tot een aangepast ontwerp waarmee de magneetveldzone wijzigt. Metingen zijn dan ook hierbij niet meer te projecteren. Een hoge herbruikbaarheid van de meetmethode is gunstiger.

7.3.1 Meetmethoden voor bepaling van RIVM-magneetveldzones

Voor de weergave van de RIVM-magneetveldzones hoeft geen meting te worden gedaan. De stroommetingen worden door TenneT voor andere doeleinden al standaard uitgevoerd. De inspanning behelst met name het verkrijgen van data, het inrichten van een server en het weergeven en communiceren van de resultaten. Dit is de beste methode voor dit doel.

Een volledige, gereduceerde en kritische puntenmeting zijn te complex en te risicovol om RIVM-magneetveldzones te bepalen en zijn daarom af te raden.

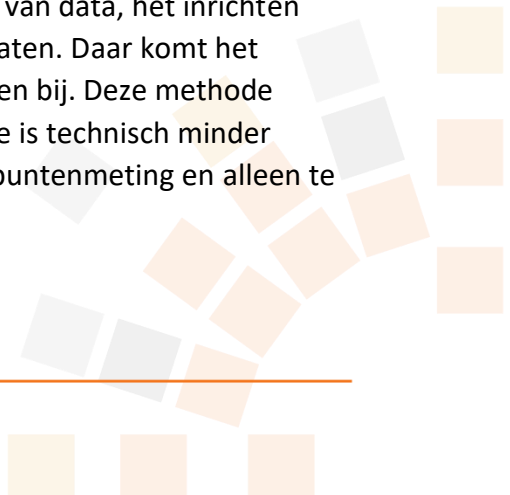
De indirecte meting zal deze complexiteit verlagen, hierbij moet de aanname gemaakt worden dat de gemeten magneetvelden afkomstig zijn van de hoogspanningslijnen. De resultaten worden omgerekend naar stromen om daarmee vervolgens hetzelfde te doen als bij de weergave van de magneetveldzones. Deze methode vermijdt de afhankelijkheid van stroommetingen van TenneT ten koste van mogelijke nauwkeurigheid. Deze methode is te overwegen als afhankelijkheid van TenneT een issue blijkt.

7.3.2 Meetmethoden voor blootstelling aan magneetvelden

De zelf-meting is een No Regret-mogelijkheid en is dus aan te raden. De methode plaatst de gemeten blootstelling aan magneetvelden van verschillende bronnen in perspectief, tegen geringe kosten en projectrisico's. Hiermee wordt dus vooral het bewustzijn gestimuleerd. Mogelijk is dit afdoende om ongerustheid weg te nemen.

Een volledige, gereduceerde en kritische puntenmeting zijn in volledige vorm af te raden omdat deze methoden hun doel voorbij schieten als het gaat om blootstelling aan magneetvelden. De complexe delen in de methoden die nodig zijn voor de bepaling van de RIVM-magneetvelden, kunnen worden vermeden als de doelstelling is de magneetvelden ten behoeve van de blootstelling te inventariseren. Er wordt dan niet gestuurd om de bijdrage van de hoogspanningslijn te isoleren. Dit vereenvoudigt deze meetmethodes aanzienlijk. De prijs van deze vereenvoudiging is dat er geen echt onderscheid meer gemaakt zal kunnen worden in de bijdrage van de hoogspanningslijn aan het magnetisch landschap. Wel werkt de vereenvoudiging gunstig door in projectrisico's, kosten en doorlooptijd. Deze aangepaste methode is te overwegen.

Bij een relatieve meting is de inspanning met name het verkrijgen van data, het inrichten van een server en het weergeven en communiceren van de resultaten. Daar komt het leggen van een verband naar magneetvelden op basis van metingen bij. Deze methode maakt gebruik van de stroomgegevens van TenneT. Deze methode is technisch minder geschikt dan de aangepaste volledige, gereduceerde en kritische puntenmeting en alleen te overwegen als afhankelijkheid van TenneT geen issue blijkt.



Bijlage A Achtergronden

Vooraf sinds de jaren 60 van de vorige eeuw is Nederland steeds voller gebouwd en steeds meer energie gaan gebruiken. Daarbij is in de loop van tijd het maatschappelijke bewustzijn gegroeid van effecten van onze activiteiten op klimaat, milieu en gezondheid.

Het verduurzamingsbeleid sinds de laatste jaren leidt ertoe dat we minder aardgas willen gebruiken en meer hernieuwbare energie uit wind en zon willen halen. Het gevolg hiervan is dat we steeds meer energie als elektriciteit gaan transporten. Daarom vormt het elektriciteitsnet een steeds belangrijkere schakel in de verduurzaming van onze energiebehoefte.


Door deze ontwikkelingen komen hoogspanningsnetten en bebouwing steeds vaker met elkaar in aanraking. Dit heeft in oktober 2004 geleid tot behandeling van de nota "Nuchter Omgaan met Risico's, beslissen met gevoel voor onzekerheden" in de Tweede Kamer. Hieruit volgde het advies van staatssecretaris Geel 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).

Nederland is hiermee een van de voorzichtigste (Europese) landen. In de Europese wetgeving is vastgesteld dat bevolking niet mag worden blootgesteld aan magneetvelden hoger 100 microtesla, ongeacht de bron. Voor blootstelling tijdens uitvoering van een beroep gelden grenswaarden van 1000 microtesla of nog hoger in bepaalde gevallen.

In 2005 heeft het RIVM de definitie van de magneetveldzone samengevat in een eerste handreiking. In de jaren daar op volgend is met vernieuwde inzichten de handreiking diverse keren geactualiseerd (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

Onderzoek van Verdaas stelt in 2019 vast dat achteraf beschouwd enkele keuzes die ten grondslag liggen aan het voorzorgbeleid hebben geleid tot onbegrip en maatschappelijke onrust. Ook leidt het voorzorgbeleid soms tot buitenproportionele maatregelen. Uit een evaluatie in 2018 van het voorzorgbeleid blijkt dat de voorzorg heeft geleid tot zorg en dat het advies verworden is tot norm.

Zijn advies luidt om nog steeds vanuit voorzorg zo veel als redelijkerwijs mogelijk te voorkomen dat kinderen langdurig worden blootgesteld aan magneetvelden, maar ook om het voorzorgbeleid proportioneel en redelijk in te vullen. Dit leidt tot het aanvullende advies om ALARA-maatregelen te definiëren (As Low As Reasonable Achievable). Dit advies is door Lysias in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat uitgewerkt tot een aanpak. Het concept is uitgegeven in september 2020. Het belangrijkste advies is dat het



aanpassen van bestaande situaties als buitenproportioneel wordt gezien en voor nieuwe situaties een duidelijke motivering gemaakt moet worden voor het nemen van beslissingen.

Totdat definitief is besloten het beleid volgens dit advies uit te voeren, blijft de meest actuele handreiking van de RIVM van kracht.

Een overzicht van de uitgaven RIVM-magneetveldzones:

De handreiking voor het berekenen van de specifieke 0,4 microtesla zone in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen 1.0 is uitgegeven op 30 september 2005.

De handreiking voor het berekenen van de specifieke 0,4 microtesla zone in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen 1.1 is uitgegeven op 30 november 2005.

De handreiking voor het berekenen van de specifieke 0,4 microtesla zone in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen 1.2 is uitgegeven op 30 september 2006.

Het beleid achtergronden bovengrondse hoogspanningslijnen is uitgegeven in 2007.

De handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen 3.0 is uitgegeven op 25 juni 2009.

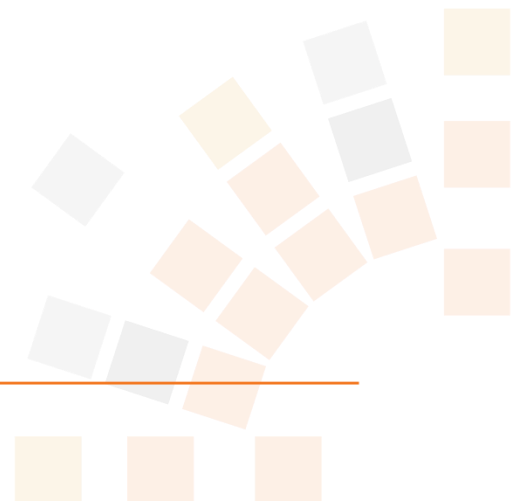
De afspraken ondergrondse kabels en hoogspanningsstations is uitgegeven op 3 november 2011.

De handreiking voor het berekenen van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen 3.1 is uitgegeven op 1 oktober 2013.

De berekening magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen in elkaars nabijheid is uitgegeven op 31 december 2013.

De handreiking voor het berekenen van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen 4.0 is uitgegeven op 3 november 2014.

De handreiking voor het berekenen van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen 4.1 is uitgegeven op 26 oktober 2015.



Bijlage B Toelichting beoordeling

Vraagstelling en eventuele toelichting van de beoordelingsvraag:

Bij het aspect Techniek afstanden is de vraag gesteld: wat is de kwaliteit van de relatie tussen resultaten en de afstand tot de hoogspanningslijn? Deze vraag heeft alleen betrekking op de magneetveldmetingen.

Bij het aspect Techniek bronnen is de vraag gesteld: wat is de kwaliteit van de relatie tussen resultaten en de bijdrage van andere bronnen dan de hoogspanningslijn? Deze vraag heeft alleen betrekking op de magneetveldmetingen.

Bij het aspect Techniek meetapparatuur is de vraag gesteld: wat is de kwaliteit van de meetapparatuur? Deze vraag heeft alleen betrekking op de magneetveldmetingen.

Bij het aspect acceptatie methodiek is de vraag gesteld: hoe zal de meetmethode over het algemeen worden geaccepteerd?

Bij het aspect acceptatie begrijpelijkheid is de vraag gesteld: hoe begrijpelijk is de methode voor een geïnteresseerde gemiddeld persoon?

Bij het aspect acceptatie uitvoering is de vraag gesteld: hoe zal de meetopstelling over het algemeen worden geaccepteerd? Deze vraag heeft alleen betrekking op de magneetveldmetingen.

Bij het aspect acceptatie onafhankelijkheid is de vraag gesteld: hoe zal de afhankelijkheid van stakeholders over het algemeen worden geaccepteerd?

Bij het aspect acceptatie stuurinformatie is de vraag gesteld: hoe zal beleidsvorming op basis van resultaten over het algemeen worden geaccepteerd?

Bij het aspect uitvoering datamanagement is de vraag gesteld: hoe realiseerbaar is centrale verzameling van resultaten?

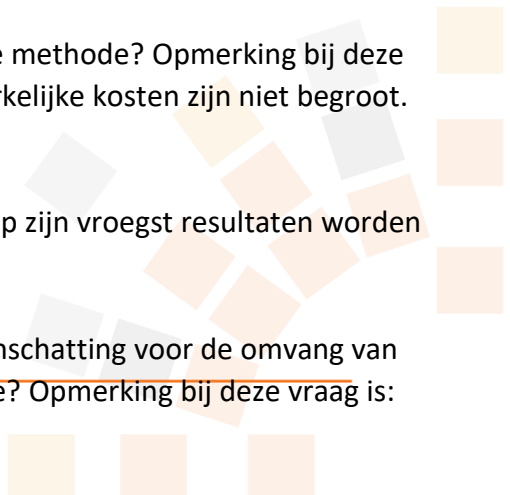
Bij het aspect uitvoering directe feedback is de vraag gesteld: hoe realiseerbaar is een directe terugkoppeling?

Bij het aspect uitvoering publieke feedback is de vraag gesteld: hoe realiseerbaar is een publieke terugkoppeling?

Bij het aspect projectkosten is de vraag gesteld: wat zijn de kosten van de methode? Opmerking bij deze vraag is: opgegeven is een relatieve inschatting van de bandbreedte. Werkelijke kosten zijn niet begroot. Deze kosten dienen alleen voor de afweging in deze tabel.

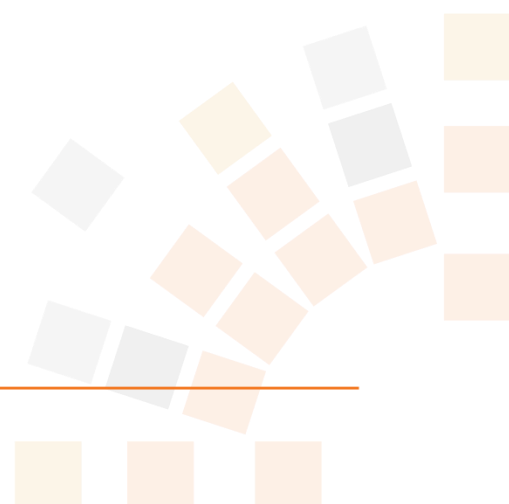
Bij het aspect project doorlooptijd is de vraag gesteld: wanneer kunnen op zijn vroegst resultaten worden verwacht?

Bij het aspect project herbruikbaarheid is de vraag gesteld: wat is de inschatting voor de omvang van het projectdeel dat herbruikbaar is voor toepassing op een andere locatie? Opmerking bij deze vraag is:



het percentage vertegenwoordigd het deel van de kosten dat ook kan worden toegepast op andere locaties. Tevens geeft het een richting voor de reductie van doorlooptijd bij toepassing op een volgende locatie.

Bij het aspect projectrisico's is de vraag gesteld: wat is de mate van onzekerheid voor een succesvolle toepassing? Opmerking bij deze vraag is: succesvol is effectief, binnen budget en binnen tijd.



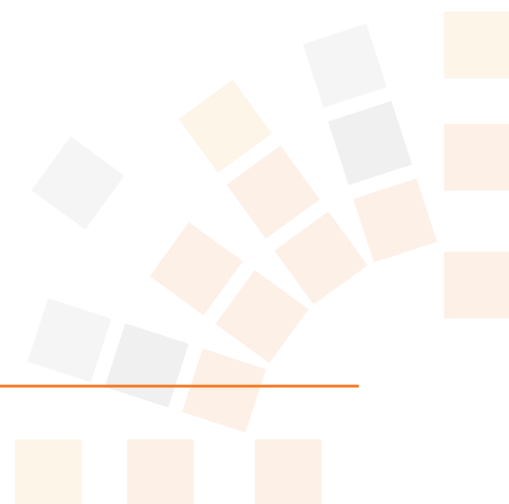
Bijlage C Kostenraming

Het doel van de kostenraming is inzichtelijk te maken welke financiële verschillen te verwachten zijn tussen de verschillende meetmethoden. Het zal slechts een indicatie geven van een werkelijke begroting. Voor budgetteren en anderszins sturen wordt aangeraden een gedetailleerdere begroting uit te werken.

Tabel 5 Kostenraming 1

	volledige meting	gereduceerde meting	kritische punten meting	zelf meting	relatieve meting	indirecte meting	weergave zones
inrichten server	€ 12.650	€ 12.650	€ 12.650	-	€ 12.650	€ 12.650	€ 12.650
verzamelen data	€ 990	€ 990	€ 990	-	€ 990	€ 990	€ 990
ontwikkelen dynamische rekenschil	€ 46.080	€ 46.080	€ 28.800	-	€ 10.560	€ 10.560	€ 10.560
ontwikkelen display	€ 5.954	€ 5.954	€ 5.954	-	€ 5.954	€ 5.954	€ 5.954
voorlichting	-	-	-	€ 1.320	-	-	-
realiseren meetopstelling	€ 180.520	€ 102.520	€ 19.640	€ 7.236	€ 17.940	€ 17.940	-
kalibreren methode	€ 20.000	€ 22.000	€ 10.000	-	€ 10.000	-	-
inkoop	€ 13.200	€ 13.200	€ 13.200	€ 1.056	€ 2.640	€ 2.640	-
projectleiding	€ 27.939	€ 20.339	€ 9.123	€ 961	€ 6.073	€ 5.073	€ 3.015
Subtotaal	€ 307.333	€ 223.733	€ 100.357	€ 10.573	€ 66.807	€ 55.807	€ 33.169
Onzekerheid in %	40%	40%	30%	10%	30%	30%	20%
Onzekerheid in €	€ 122.933	€ 89.493	€ 30.107	€ 1.057	€ 20.042	€ 16.742	€ 6.634
Totaal in €	€ 430.267	€ 313.227	€ 130.465	€ 11.631	€ 86.850	€ 72.550	€ 39.803

	volledige meting	geredu ceerde meting	kritische punten meting	zelf meting	relatieve meting	indirecte meting	weergave zones
Totaal in K€	430k€	313 k€	130 k€	12 k€	87 k€	73 k€	40 k€



Tabel 5 Kostenraming 2

Kostenraming										
Enmalig						per maand	18 maanden	18 maanden	18 maanden	Totaal
			sub	marge	eenmalig		sub	marge		
Server	aanschaf		€ 2.500	10%	€ 2.750	ICT+stroom	€ 500	10%	€ 9.900	€ 12.650
voorlichting	3* workshop 4 uur * 100E/u		€ 1.200	10%	€ 1.320	-	€ 0	0	-	€ 1.320
magneetveldmeters	150 E/stuk, 5 stuks		€ 750	20%	€ 900	handling 4 uur/maand a 80E	€ 320	10%	€ 6.336	€ 7.236
website/display	website+display montage/demontage (2man 60 E/u 2 dagen)+ 2* display apparaten	1000+2*2*2*8*60+2*1000	€ 4.920	20%	€ 5.904	onderhoud 50E/maand	€ 50	0%	€ 50	€ 5.954
-	-		-	0%	-	dataabonnement	€ 50	10%	€ 990	€ 990
dynamische rekenschil eenvoudig (single input)	80 uur a 120E/u		€ 9.600	10%	€ 10.560	-	-	0%	-	€ 10.560
dynamische rekenschil complex I(multiple input)	200 uur a 120E/u		€ 24.000	20%	€ 28.800	-	-	0%	-	€ 28.800
dynamische rekenschil complex II (multiple input)	320 uur a 120E/u		€ 38.400	20%	€ 46.080	-	-	0%	-	€ 46.080
meetopstelling simpel			€ 15.000	10%	€ 16.500	onderhoud	€ 80	0%	€ 1.440	€ 17.940
meetopstelling complex 1	(aantalvelden*aantal raaien*aantal sensors)*(kosten per sensor+kosten kast+kosten montage/demontage)	(4*1*10) * (100+100+150)	€ 14.000	30%	€ 18.200	onderhoud	€ 80	0%	€ 1.440	€ 19.640
meetopstelling complex 2	(aantalvelden*aantal raaien*aantal sensors)*(kosten per sensor+kosten kast+kosten montage/demontage)	(4*5*10) * (100+100+150)	€ 70.000	30%	€ 91.000	onderhoud	€ 640	0%	€ 11.520	€ 102.520
meetopstelling complex 3	(aantalvelden*aantal raaien*aantal sensors)*(kosten per sensor+kosten kast+kosten montage/demontage)+4 stuks LIDAR	(4*5*10) * (100+100+150) + (4*15000)	€ 130.000	30%	€ 169.000	onderhoud	€ 640	0%	€ 11.520	€ 180.520
inkoop	100 uur a 120 E/u		€ 12.000	10%	€ 13.200					€ 13.200
inkoop	20 uur a 120 E/u		€ 2.400	10%	€ 2.640					€ 2.640
inkoop	8 uur a 120 E/u		€ 960	10%	€ 1.056					€ 1.056

