Witteveen + Bos



Energiesysteem Eerbeek met landschappelijke inpassing

Rapport Elektromagnetische Velden

Provincie Gelderland

30 juni 2026

Project	Energiesysteem Eerbeek met landschappelijke inpassing
Opdrachtgever	Provincie Gelderland
Document	Rapport Elektromagnetische Velden
Status	Definitief
Datum	30 juni 2026
Referentie	151119/26-009.994

Dit document is geautoriseerd en intern aantoonbaar vrijgegeven conform het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 4

1.1 Aanleiding en doel van het project 4
1.2 Projectgebied 5
1.3 Projectbeschrijving 5
1.4 Functioneel ontwerp 6

2 ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN 8

2.1 Elektromagnetische straling 8
2.2 Hoe wordt een magneetveld opgewekt? 8
2.3 Voorzorgbeleid magneetvelden 9

3 UITGANGSPUNTEN EN RESULTATEN 10

3.1 Functioneel ontwerp provincie Gelderland 10
3.2 Magneetveldberekening 11
3.2.1 Plat vlak 11
3.2.2 Driehoeksligging 12
3.2.3 Gestuurde boring 12

4 CONCLUSIE 14

4.1 Aandachtspunten vervolgfase 14

Laatste pagina 14

Bijlage(n) Aantal pagina's

-

1

INLEIDING

1.1 Aanleiding en doel van het project

In 2023 stopte papierfabriek De Hoop aan de Harderwijkerweg 41 in Eerbeek met de productie van papier. De provincie wil een deel van het fabrieksterrein en de gronden langs de Wethouder Sandersstraat inzetten om netcongestie te verminderen, de productie van drinkwater te ondersteunen, elektrificatie van de papier- en kartoncluster in Eerbeek en Loenen mogelijk te maken en om invulling te geven aan de doelen van het samenwerkingsprogramma Eerbeek-Loenen 2030.

In Nederland is sprake van netcongestie. Netcongestie is een overbelasting van het stroomnet doordat op bepaalde momenten en plaatsen meer elektriciteit tegelijk wordt gevraagd of aangeboden dan het stroomnet aan kan. Het verminderen van netcongestie is op dit moment een urgent maatschappelijk probleem.

De productie van drinkwater staat onder druk omdat de vraag naar drinkwater groeit, terwijl de beschikbaarheid en benutbaarheid van bronnen afnemen en uitbreiding van productiecapaciteit niet snel genoeg gaat. De druk zit niet alleen in de kwaliteit van het eindproduct uit de kraan, maar vooral in de toekomstige leveringszekerheid, bronbescherming, reservecapaciteit en uitvoerbaarheid van uitbreidingen. Er is stroom nodig om drinkwater te kunnen produceren. Ook de beschikbaarheid van drinkwater is een urgent maatschappelijk probleem.

De papier- en kartonfabrieken in Eerbeek en Loenen kunnen door netcongestie nu geen extra elektriciteit van een netbeheerder krijgen om uit te breiden of om verder te verduurzamen. De papier- en kartonindustrie in Eerbeek en Loenen functioneert als motor van de regionale economie. Deze industrie zorgt voor veel directe en indirecte werkgelegenheid en is belangrijk voor de sociale en ruimtelijke structuur van Loenen en Eerbeek. Elektrificatie van de papier- en kartoncluster in Eerbeek en Loenen is van groot belang.

Het samenwerkingsprogramma Eerbeek-Loenen 2030 is gestart omdat de papier- en kartonindustrie rond Eerbeek en Loenen, de dorpen en de omgeving (Natura 2000-gebied Veluwe) nauw met elkaar verweven zijn. Dit zorgt voor lastige situaties als het gaat om de ontwikkeling van de dorpen en de fabrieken. De drie pijlers van het samenwerkingsprogramma Eerbeek-Loenen 2030 zijn:

Vestigingsklimaat
Doel van deze pijler is het realiseren van een blijvend competitief papier- en kartoncluster.

Leefbaarheid
Doel van deze pijler is het behouden en verbeteren van de mate waarin de omgeving aansluit bij de eisen en wensen die er door de mens aan worden gesteld.

Duurzaamheid
Doel van deze pijler is een bijdrage leveren aan een energie- en CO_2-neutraal Eerbeek en Loenen in 2050, aan het reduceren van stikstof en het tegengaan van verdroging.

Het fabrieksterrein en de gronden langs de Wethouder Sandersstraat zijn bij uitstek geschikt om bij te dragen aan deze doelen.

1.2 Projectgebied

Het projectgebied is weergegeven in afbeelding 1.1. Het projectgebied ligt tussen de Harderwijkerweg, de gronden direct ten noorden van de Wethouder Sandersstraat en de Ruijgenbosweg tot 't Haagje. Aan de zuidzijde wordt het gebied begrensd door de gronden in gebruik bij DS Smith Packaging.

Afbeelding 1.1 Weergave projectgebied



Hernieuwd projectgebied (25 juni 2026)
Het projectgebied is na uitvoering van de onderzoeken nader gedefinieerd en ingekaderd. Deze wijziging heeft geen consequentie voor de conclusies van dit onderzoek, aangezien het actuele projectgebied restrictiever is dan de initiële uitgangspunten.

1.3 Projectbeschrijving

Binnen de grenzen van het projectgebied wordt het energiesysteem Eerbeek met landschappelijke inpassing gerealiseerd. Dit project omvat de volgende ingrepen:

- het aanleggen, bouwen en gebruiken van een energiesysteem, met als doelen:
  - de vermindering van problemen op het elektriciteitsnet (netcongestie);
  - het bijdragen aan de energiebehoefte voor de productie van drinkwater in Eerbeek;

    - de elektrificatie van de papier- en kartoncluster in Eerbeek en Loenen (hierna de papier- en kartoncluster);
- en bestaande uit:
    - een 150 kV-aansluiting, met bijbehorende aansluit- en transformatorvoorzieningen (onderstation);
    - een energieopslagsysteem (EOS) dat ten eerste ingezet wordt voor het op verzoek van de netbeheerders verminderen van netcongestie, ten tweede voor de energiebehoefte voor de productie van drinkwater in Eerbeek, ten derde voor de elektrificatie van de papier- en kartoncluster en ten vierde voor overige elektriciteitsbehoeften;
    - een elektriciteitscentrale (EC) die op verzoek van de netbeheerders inzetbaar is voor vermindering van netcongestie, met dien verstande dat de elektriciteitscentrale (EC) uitsluitend wordt ingezet indien het energieopslagsysteem (EOS) niet aan de elektriciteitsvraag kan voldoen;
- het beheren en aanleggen van de landschappelijke inpassing, met als doelen:
    - in stand houden van de bestaande groenvoorzieningen, en/of
    - natuur- en landschapsverbetering;
    - en bestaande uit:
        - bestaande afschermende groenvoorzieningen, en/of
        - verbeteringen van de inrichting van de gronden volgens het Landschapsplan Energiesysteem Eerbeek met landschappelijke inpassing, dat als bijlage onderdeel uitmaakt van het projectbesluit.

Het project omvat ook voorzieningen ten behoeve van het energiesysteem en de landschappelijke inpassing, waaronder veiligheids- en milieumaatregelen zoals geluidwerende voorzieningen en opstelplaatsen voor de brandweer met waterputten en overige noodzakelijke (blus)voorzieningen. Daarnaast omvat het project voorzieningen zoals waterberging, groenvoorzieningen en verkeers- en parkeervoorzieningen.

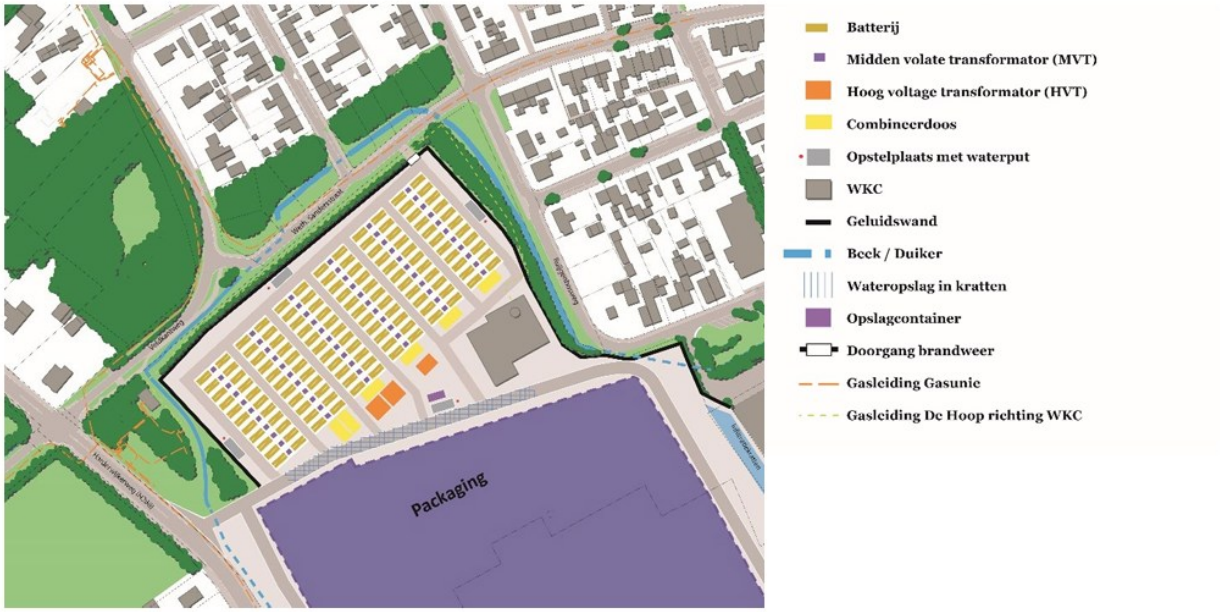
Ook laat het project ruimte voor natuur- en landschapsverbetering, waaronder de mogelijke verlegging en het (grotendeels) bovengronds halen van de Eerbeekse beek zoals beschreven in het Landschapsplan Energiesysteem Eerbeek met landschappelijke inpassing.

Het energiesysteem vormt een samenhangend project. Uitgangspunt van het projectbesluit is dat het hele systeem wordt gerealiseerd, maar fasering is uitdrukkelijk toegestaan. Fasering is belangrijk, omdat op die manier de maatschappelijke doelen zo snel mogelijk kunnen worden behartigd.

1.4 Functioneel ontwerp

Het functioneel ontwerp is de basis voor dit onderzoek. Dit functioneel ontwerp is door Gedeputeerde Staten op 31maart 2026 vastgesteld. Het functioneel ontwerp geeft een impressie van een mogelijke toekomstige terreininrichting. In dit functioneel ontwerp is rekening gehouden met bestaande belemmeringen zoals de gasleiding en ruimtevragers zoals ontsluiting en eisen vanuit de brandweer. Het functioneel ontwerp voorziet in een maximale capaciteit van 264 batterijen. Dit 'worst-case scenario' vormt het conservatieve uitgangspunt voor dit onderzoek. Omdat het hernieuwde projectgebied compacter is, valt het definitieve aantal batterijen voor het EOS lager uit. De exacte invulling hiervan wordt momenteel nader bepaald. Aangezien dit onderzoek is gebaseerd op de worst-case scenario zijn de conclusies valide/ blijven de conclusies van kracht.

Afbeelding 1.2 Functioneel ontwerp



2

ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

In dit rapport wordt de elektromagnetische straling (EMV) ten behoeve van het functioneel ontwerp (VKA1.2) met maximale invulling van een energieopslagsysteem (EOS) op het voormalige fabrieksterrein 'De Hoop' onderzocht.

Voor de aansluiting van het batterijpark wordt een kabelverbinding gerealiseerd om zo een batterijopslag van energie te kunnen voorzien. Inherent aan wisselstroom-dragende kabels genereert dit elektromagnetische straling. In dit onderzoek wordt de mate van de te verwachten straling als gevolg van de aanlegging van de kabelverbinding beschouwd aan de hand van vigerende richtlijnen en de uitgangspunten die zijn opgenomen in het functionele ontwerp.

2.1 Elektromagnetische straling

Stroom in elektriciteitskabels genereren als gevolg van de verplaatsing van lading elektromagnetische (EM) velden. Kleine stroomgroottes (en als gevolg kleine EM velden), zoals in huishoudelijke omgeving, zijn niet schadelijk voor een mens. Langdurige en/of grote magneetvelden kunnen echter wel schadelijk zijn voor de mens.

Als een elektriciteitskabel over een langere afstand (vanaf 100meter, laagspanning tot enkele meters, hoogspanning) vlak naast een stalen gasleiding ligt, gebeurt er iets bijzonders. De stroom in de elektriciteitskabel veroorzaakt een onzichtbaar magnetisch veld om de kabel heen. Omdat de gasleiding van staal is gemaakt, vangt deze dit magnetische veld op. Dit zorgt ervoor dat er ongewenst stroom en spanning op de gasleiding komt te staan. Het gas zelf merkt hier niks van, maar staal kan sneller roesten en er kan spanning op het staal komen te staan. Nieuwe transportleidingen moeten op minimaal 5,0 meter afstand van ondergrondse hoogspanningsleidingen worden aangelegd, tenzij uit een specifieke beïnvloedingsberekening blijkt dat een kortere afstand (met aanvullende maatregelen) veilig is.

2.2 Hoe wordt een magneetveld opgewekt?

Een wisselstroom genereert een alternerend magneetveld. Hoogspanningsverbindingen genereren als gevolg van de stroom die zij dragen grote magneetvelden. Maar ook huishoudelijke apparaten genereren magneetvelden. De grootte van het magneetveld is afhankelijk van de grootte van de stroom én de afstand tot de bron (van de stroom). Indien er meerdere stroombronnen in nabijgelegen kabels aanwezig zijn, kan het totale magneetveld berekend worden door de individuele magneetvelden bij elkaar op te tellen. Bijvoorbeeld: een driefasige kabel, waarbij de stroom van elke fase 1/3 periode op de volgende achterloopt, heeft een aanzienlijk kleiner magneetveld dan een enkele fase. Het resulterende magneetveld is dan afhankelijk van de afstand tussen de drie individuele fases.

2.3 Voorzorgbeleid magneetvelden

Nederland heeft een voorzorgbeleid voor magneetveldzones. Zie hiervoor: https://www.rivm.nl/hoogspanningslijnen/herijkt-voorzorgbeleid. Dit beleid is erop gericht om te voorkomen dat burgers langdurig worden blootgesteld aan magneetvelden afkomstig uit de elektriciteitsinfrastructuur. Voor bovengrondse hoogspanningslijnen wordt in het beleid geadviseerd om de magneetveldzone met een grenswaarde van 0,4 microtesla te hanteren.

3

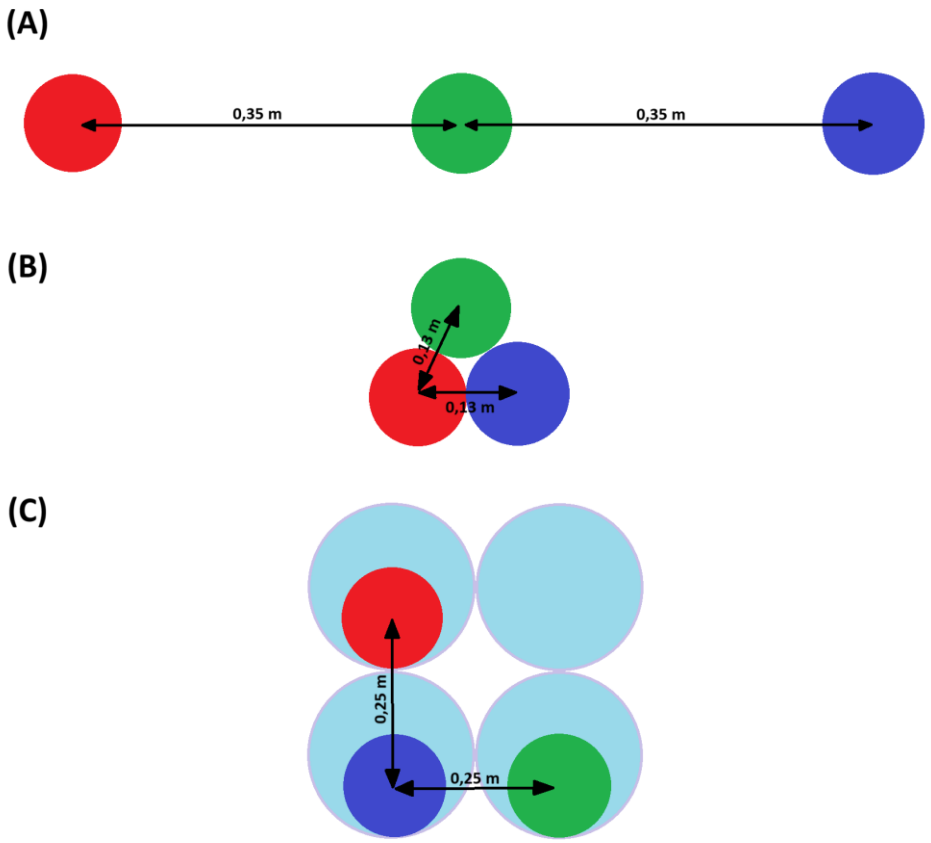
UITGANGSPUNTEN EN RESULTATEN

3.1 Functioneel ontwerp provincie Gelderland

Om tot een realistische beschouwing te komen, worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:
- de maximale spanning van de aansluiting van TenneT is 150 kV. Dit is daarom de spanning waarmee het magneetveld berekend wordt (worst-case);
- het maximaal vermogen is 501 MW, uitgaande van een scenario met maximale ruimtelijke invulling van batterijen;
- in het functioneel ontwerp (maximale invulling) wordt ervan uitgegaan dat de batterijen meerdere keren per dag worden opgeladen/ontladen;
- over het algemeen wordt overal in Nederland een drie-fase systeem gebruikt bij middenspanning en hoogspanning, aangezien het transportvermogen van een drie-fase systeem hoger is dan bij een enkelfasig systeem;
- in Nederland wordt voor het transport van midden- en hoogspanning standaard gebruikgemaakt van een drie-fasensysteem, omdat het transportvermogen hiervan aanzienlijk hoger is dan bij een enkelfasig systeem. Dit systeem bestaat uit drie afzonderlijke kabeladers (fasen). Voor de aanleg van deze kabels worden in de berekeningen drie verschillende configuraties doorgerekend, afhankelijk van de lokale omstandigheden (zie ook afbeelding 3.1):
  - driehoeksligging (Sstandaarduitgangspunt): dit is de standaard configuratie waarbij de drie kabels in een compacte driehoekvorm tegen elkaar aan liggen. De fase-fase afstand bedraagt hierbij circa 13 cm;
  - plat vlak configuratie: deze configuratie wordt uitsluitend toegepast wanneer een driehoeksligging niet mogelijk is vanwege kritische thermische opwarming (de kabels moeten dan verder uit elkaar liggen om hun warmte kwijt te kunnen). De drie kabels liggen hierbij horizontaal naast elkaar met een fase-fase afstand van circa 35 cm;
  - gestuurde boringsconfiguratie: deze configuratie wordt gehanteerd op locaties waar een open ontgraving niet mogelijk is en er een gestuurde boring (HDD) wordt uitgevoerd. Omdat de kabels hierbij in aparte mantelbuizen worden getrokken, wijzigt zowel de diepteligging (de kabels liggen dieper onder de grond) als de onderlinge afstand. De fase-fase afstand tussen de aanliggende (niet-diagonale) buizen bedraagt in deze situatie circa 25 cm;
- de kabeldikte per fase is maximaal 1.500 mm^2;
  - een 66 kV kabel heeft ter referentie bijvoorbeeld een dikte van 630 mm^2 (https://www.tkf.nl/nl/7949-dropperflex/58025). Aangezien hitteontwikkeling in een kabel lineair schaalt met het getransporteerde vermogen, is de verwachting dat voor eenzelfde maximale hitteontwikkeling de weerstand van de kabel met eenzelfde factor *verkleint* dient te worden. Hiertoe dient de dikte van de kabel met eenzelfde factor te worden *vergroot*, wat uitkomt op circa 1.500 mm^2.

Met deze uitgangspunten wordt het totale magneetveld als gevolg van de stromen per fase berekend.

Afbeelding 3.1 Kabelconfiguraties (doorsnede). (A): plat vlak; (B): driehoeksligging; (C): gestuurde boring



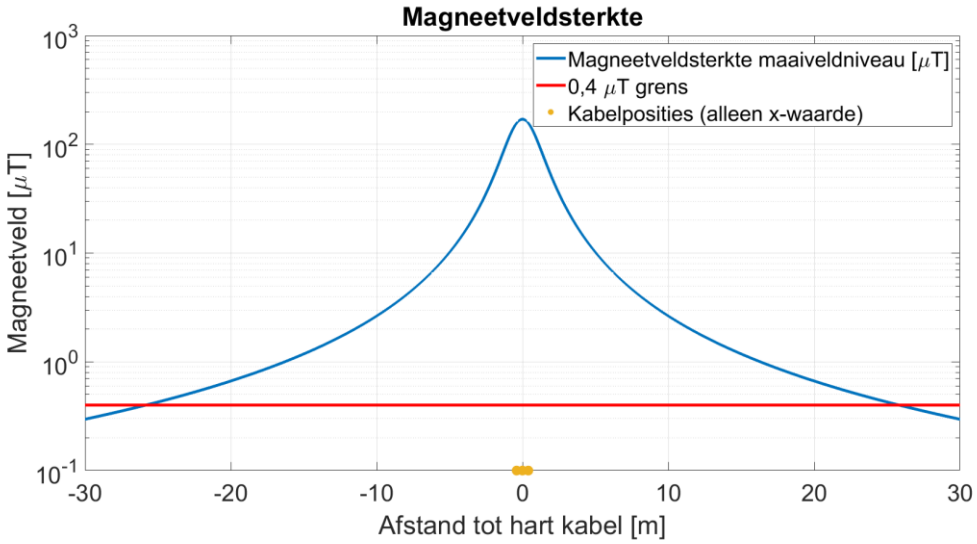
3.2 Magneetveldberekening

Het magneetveld rondom de 150 kV kabelverbinding is weergegeven in afbeelding 3.2. De 0,4 microtesla grenswaarde valt binnen circa 13 m vanuit het hart van de kabelverbinding.

3.2.1 Plat vlak

Het magneetveld rondom de 150 kV kabelverbinding voor een plat vlak configuratie is weergegeven in afbeelding 3.2. De 100 microtesla limiet wordt in dit geval overschreden rechtstreeks boven de kabelverbinding. Om aan de Europese richtlijn te voldoen, dient enerzijds de fase-fase afstand aangepast te worden of dient deze verbinding dieper in de grond te worden gelegd. De 0,4 microtesla contour is in dit geval op een afstand van circa 26 m vanuit het hart van de middelste kabel.

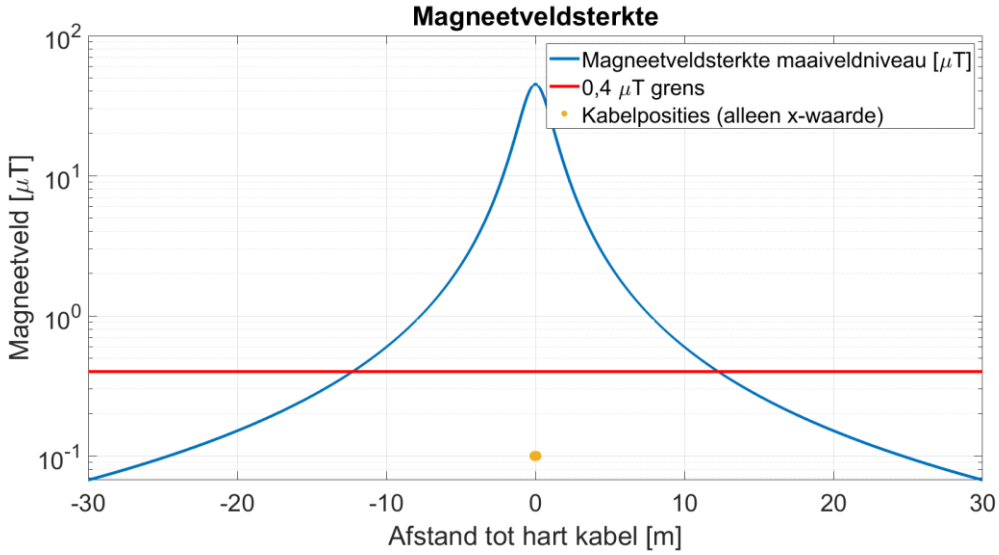
Afbeelding 3.2 Magneetveldsterkte voor plat vlak configuratie



3.2.2 Driehoeksligging

Het magneetveld rondom de 150 kV kabelverbinding voor een driehoeksligging configuratie is weergegeven in afbeelding 3.3. De 0,4 microtesla contour is in dit geval op een afstand van circa 12 m vanuit het hart van het circuit.

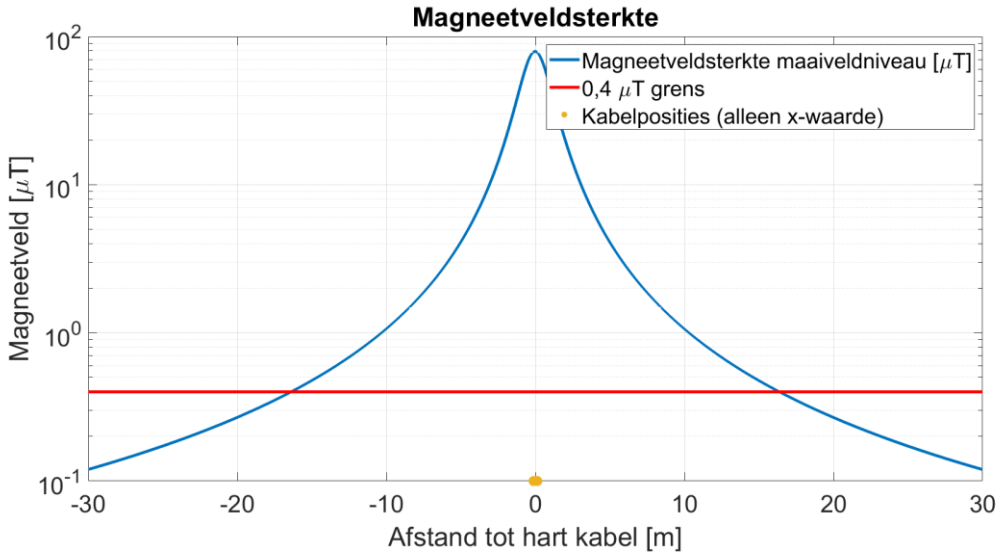
Afbeelding 3.3 Magneetveldsterkte voor driehoeksligging configuratie



3.2.3 Gestuurde boring

Het magneetveld rondom de 150 kV kabelverbinding voor een gestuurde boring configuratie is weergegeven in afbeelding 3.4
magneetveldsterkte voor gestuurde boring configuratie

Afbeelding 3.4 Magneetveldsterkte voor gestuurde boring configuratie



4

CONCLUSIE

In dit onderzoek is op basis van een aantal uitgangspunten een indicatieve 0,4 microtesla magneetveldzone bepaald voor drie configuraties. Voor een plat vlak configuratie komt deze zone tot een afstand van circa 26 m vanuit het hart van het circuit. Wel dient er in het geval van een plat vlak configuratie rekening te worden gehouden met mogelijke overschrijding van de 100 microtesla limiet. Hiervoor zijn mitigerende maatregelen mogelijk (diepere ligging kabels of aanpassing van de fase-afstand). Voor een driehoek ligging is deze afstand circa 12 m, en voor een gestuurde boring configuratie is deze afstand circa 16 m. Deze afstanden voor de magneetveldzone kunnen echter veranderen in het geval dat de gehanteerde fase-fase afstand (of geometrie) niet overeenkomt met de daadwerkelijke fase-fase afstand (of geometrie).

Aangezien in dit project de standaard configuratie kan worden toegepast gaan we uit van dat de 0,4 microtesla grenswaarde binnen circa 13 m vanuit het hart van de 150 kV kabelverbinding wordt overschreden.

Indien mogelijk is het wenselijk om een kabeltracé te kiezen waarbij omwonenden zo veel mogelijk buiten de 0,4 microtesla magneetveldzone vallen. Vanuit het herijkt voorzorgbeleid magneetvelden is dit echter geen verplichting, aangezien ondergrondse kabels in principe buiten het kader van het voorzorgbeleid vallen.

4.1 Aandachtspunten vervolgfase

De berekening in dit onderzoek is gebaseerd op inschattingen van de benodigde parameters. Hierbij zijn, waar mogelijk, realistische uitgangspunten toegepast. Echter zijn worst-case waardes voor het transportvermogen en stroomgrootte gehanteerd. De daadwerkelijk te hanteren parameters kunnen in de vervolgfase anders uitvallen. Indien de uitgangspunten uit dit onderzoek niet meer toereikend zijn, een nieuwe beschouwing uitgevoerd moeten worden.

Er wordt aangeraden als de elektriciteitskabel over een langere afstand vlak naast een stalen gasleiding ligt, minimaal 5,0 meter afstand te houden, tenzij uit een specifieke beïnvloedingsberekening blijkt dat een kortere afstand (met aanvullende maatregelen) veilig is.