150/20 kV Onderstation A4-zone

Jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour

Opdrachtgever	:	Reddyn
Uitgevoerd door	:	Qirion
Auteur	:	Yuri van Geffen
Gecontroleerd door	:	Bert Hollander
Datum	:	26-01-2021
Documentnummer	:	RTO-802-EM0.4OS, v 1.2

COLOFON

Qirion

Bij Qirion zijn de strategische kennis en kunde op het gebied van energieopwek, -opslag, energie-infrastructuren alsmede eindverbruikerstoepassingen gebundeld. Deze gebundelde kennis dient als basis voor het uitvoeren van turnkey projecten alsmede het doen van advisering en onderzoek. Daarmee wil Qirion het mogelijk maken dat haar klanten kunnen acteren als world class spelers.

Qirion B.V.

Dijkgraaf 4, 6921 RL Duiven
Postbus 50, 6920 AB Duiven
Telefoon: (026) 844 71 17
Fax: (026) 844 72 00

Versie log	Versie	Datum	Auteur	Opmerking
	0.9	17-06-2020	Y.R. van Geffen	Concept ter accordering
	1.0	24-06-2020	Y.R. van Geffen	Reviewcommentaar B. Hollander verwerkt
	1.1	24-07-2020	Y.R. van Geffen	Opmerkingen M. Stam verwerkt
	1.2	26-01-2021	Y.R. van Geffen	Opmerkingen M. Oud verwerkt

Disclaimer

Het hoogspanningslijnenbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen. In deze rapportage zijn ook breedtes van “magneetveldzones” berekend voor andere delen van het hoogspanningsnet. Bij die berekeningen is gebruik gemaakt van de notitie 'Afspraken over de berekening van de “magneetveldzone” bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding', RIVM, 3 november 2011 (op te vragen bij het RIVM via hoogspanningslijnen@rivm.nl).

© 2021, Qirion BV, Duiven

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, in enige vorm of enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Qirion.

Samenvatting

In de omgeving van Hoofddorp is er een toenemende vraag naar elektriciteit. In dit gebied wordt volop ontwikkeld en zorgen enkele sectoren gezamenlijk voor deze groeiende vraag naar elektriciteit. De grootste bijdrage wordt hierbij gevormd door datacenters, grote tuinders, de groeiende vraag van Schiphol en woningbouw. Met de verwachtte gebiedsontwikkeling wordt een dermate hoge toename van de elektriciteitsvraag voorzien welke niet met de beschikbare capaciteit van de omliggende 50kV-stations is op te vangen. Ten behoeve van deze voorziene vermogenstoename is een nieuw 150/20kV onderstation A4-zone in de regio Haarlemmeer benodigd.

Het Onderdeel van het voorbereidend onderzoek is de bepaling van de magnetische velden afkomstig van het station. Qirion is door Reddyn gevraagd om voor onderstation A4-zone de jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour voor de eindsituatie te berekenen. Dit rapport bevat de resultaten van deze studie.

Het voorzorgsbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen. Het RIVM hanteert hiervoor een handreiking [2] waarin de achtergrond en de rekenmethodiek voor bovengrondse hoogspanningslijnen (50 kV en hoger) wordt beschreven. De meest actuele versie hiervan (momenteel versie 4.1) is te vinden op de website van het RIVM.

Het voorzorgsbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM voor het berekenen van de specifieke magneetveldzone [2]) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen (zie Bijlage 1). In voorliggende rapportage is de magneetveldcontour berekend voor een ander deel van het hoogspanningsnet, namelijk een onderstation. Bij deze berekening is gebruik gemaakt van de notitie *'Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding'* [3]

De rekenmethodiek zoals vastgelegd in de genoemde RIVM notitie is alleen toepasbaar voor spanningsniveaus van 50 kV en hoger. Voor de beschouwde 150kV en 20 kV stationsdelen van onderstation A4-zone is de rekenmethodiek in overleg met Liander bepaald.

Uit de uitgevoerde studie blijkt dat in de beoogde eindsituatie van onderstation A4-zone de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour zich aan enkele zijden beperkt buiten de erfgrens van het onderstation uitstrekt. Dit vindt met name plaats nabij de kabeldelen op het stationsterrein, aan de oost-, noord en westzijde. De jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour strekt zich op deze plaatsen enkele meters tot buiten het stationserf uit. Aan de zuidwestzijde blijft de 0,4 microtesla magneetveldcontour binnen de erfgrens van OS A4-zone.

Op die plaatsen waar de 0,4 microtesla magneetveldcontour buiten het stationsterrein treedt, bevindt zich grasland en staat geen bebouwing. Er bevinden zich geen gevoelige bestemmingen binnen de 0,4 microtesla magneetveldcontour van OS A4-zone. Gevoelige bestemmingen, zoals beschreven in de handreiking [2], zijn locaties waar kinderen langdurig verblijven. Dit geldt in principe in de nabijheid van hoogspanningslijnen, maar in dit geval wordt het begrip toegepast voor hoogspanningsstations. Bij een praktische interpretatie hiervan wordt veelal rekening gehouden met woningen, scholen en kinderdagverblijven.

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5

2 Beschrijving onderstation A4-zone 7
2.1 Beoogde situatie 7
2.1.1 Lay-out en bedrijfsvoering bij de eindsituatie 7

3 Uitgangspunten en rekenscenario's 10
3.1 Uitgangspunten rekenmodel 10
3.2 Algemene rekenregels 10
3.3 Rekenscenario's 10

4 Resultaten magneetveldberekeningen 12
4.1 Jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour 12

5 Conclusie 13

Referenties 14

1 Inleiding

ACHTERGROND

In de omgeving van Hoofddorp is er een toenemende vraag naar elektriciteit. In dit gebied wordt volop ontwikkeld en zorgen enkele sectoren gezamenlijk voor deze groeiende vraag naar elektriciteit. De grootste bijdrage wordt hierbij gevormd door datacenters, grote tuinders, de groeiende vraag van Schiphol en woningbouw. Met de verwachtte gebiedsontwikkeling wordt een dermate hoge toename van de elektriciteitsvraag voorzien welke niet met de beschikbare capaciteit van de omliggende 50kV-stations is op te vangen. Ten behoeve van deze voorziene vermogenstoename is een nieuw 150/20kV onderstation A4-zone in de regio Haarlemmeer benodigd.

Qirion is door Reddyn gevraagd om voor onderstation A4-zone de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour te bepalen.

DOELSTELLING

De doelstelling van dit rapport is inzicht te geven in de ligging van de jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour van onderstation A4-zone.

REKENMETHODIEK

Het voorzorgsbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen. Het RIVM hanteert hiervoor een handreiking [2] waarin de achtergrond en de rekenmethodiek voor bovengrondse hoogspanningslijnen (50 kV en hoger) wordt beschreven. De meest actuele versie hiervan (momenteel versie 4.1) is te vinden op de website van het RIVM.

Bij de aanleg van de Randstad 380 kV verbinding is door de betreffende ministeries besloten om aan te sluiten bij het vigerende hoogspanningslijnenbeleid. Hierover zijn samen met TenneT en enkele adviesbureaus afspraken gemaakt over de te volgen rekenmethodiek voor de specifieke situatie van de Randstad 380 kV verbinding, die verwoord zijn in de notitie '*Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding*', RIVM, 3 november 2011, [3]

De rekenmethodiek uit deze RIVM notitie is gehanteerd voor het 150 kV deel van onderstation A4-zone. Bij deze notitie hoort de onderstaande disclaimer:

Disclaimer
Het hoogspanningslijnenbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen. In deze rapportage zijn ook breedtes van "magneetveldzones" berekend voor andere delen van het hoogspanningsnet. Bij die berekeningen is gebruik gemaakt van de notitie 'Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding', RIVM, 3 november 2011
(op te vragen bij het RIVM via hoogspanningslijnen@rivm.nl).

De handreiking en de aanvullende notitie zijn alleen van toepassing voor spanningsniveaus van 50 kV en hoger. Voor de beschouwde 20kV stationsdelen van station A4-zone is de rekenmethodiek daarom in overleg met Liander bepaald. Daarbij is in de geest van de handreiking en de aanvullende notitie een benadering gekozen die tot de bepaling van een toekomstbestendige jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour leidt.

LEESWIJZER

Hoofdstuk twee geeft een beschrijving van de beoogde situatie bij onderstation A4-zone. In hoofdstuk drie worden de uitgangspunten beschreven die gehanteerd zijn om de jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour te berekenen. In hoofdstuk vier wordt het model en de resultaten van de contourberekening getoond. Hoofdstuk vijf sluit af met een conclusie.

De bijlagen bevatten aanvullende informatie, waaronder de gedetailleerde uitgangspunten.

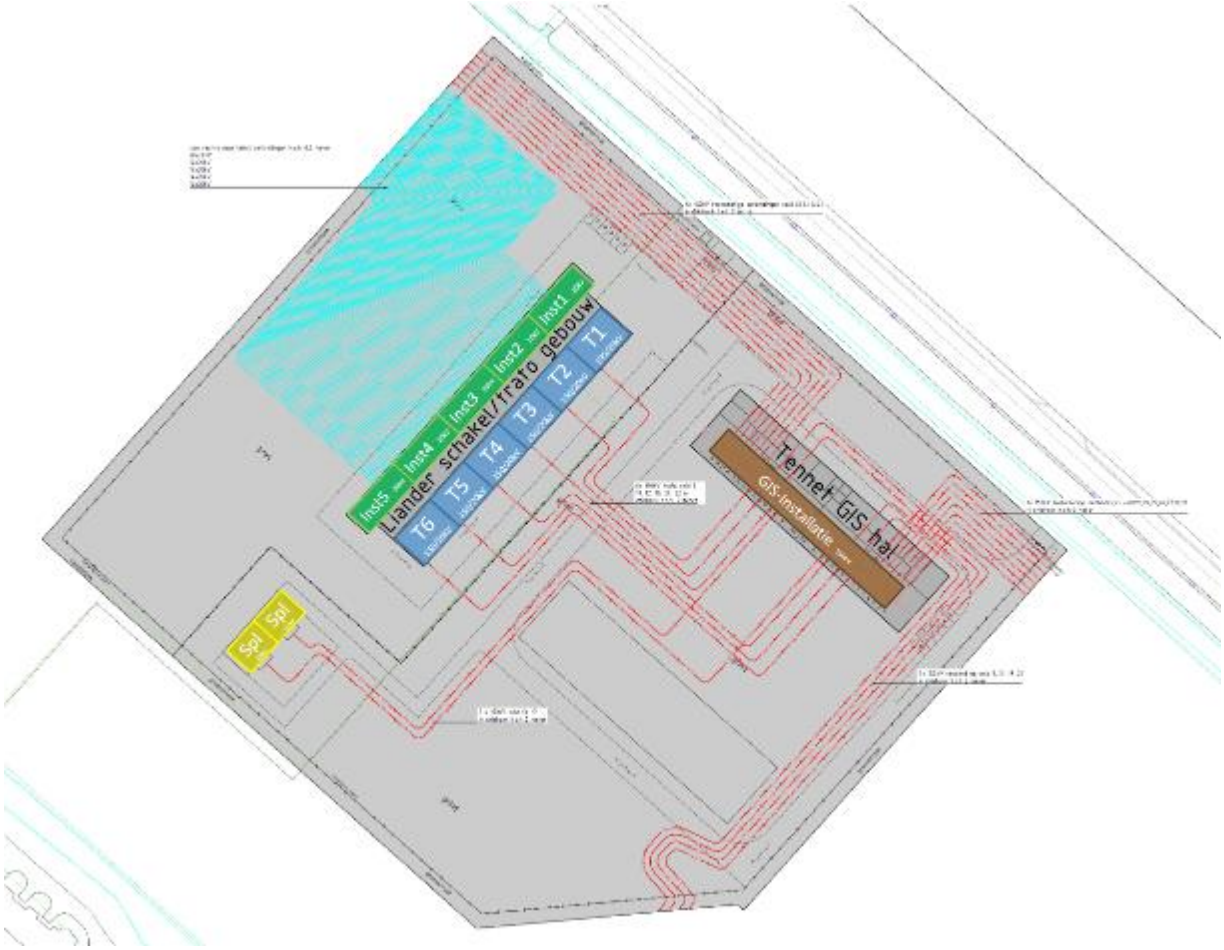
2 Beschrijving onderstation A4-zone

2.1 Beoogde situatie

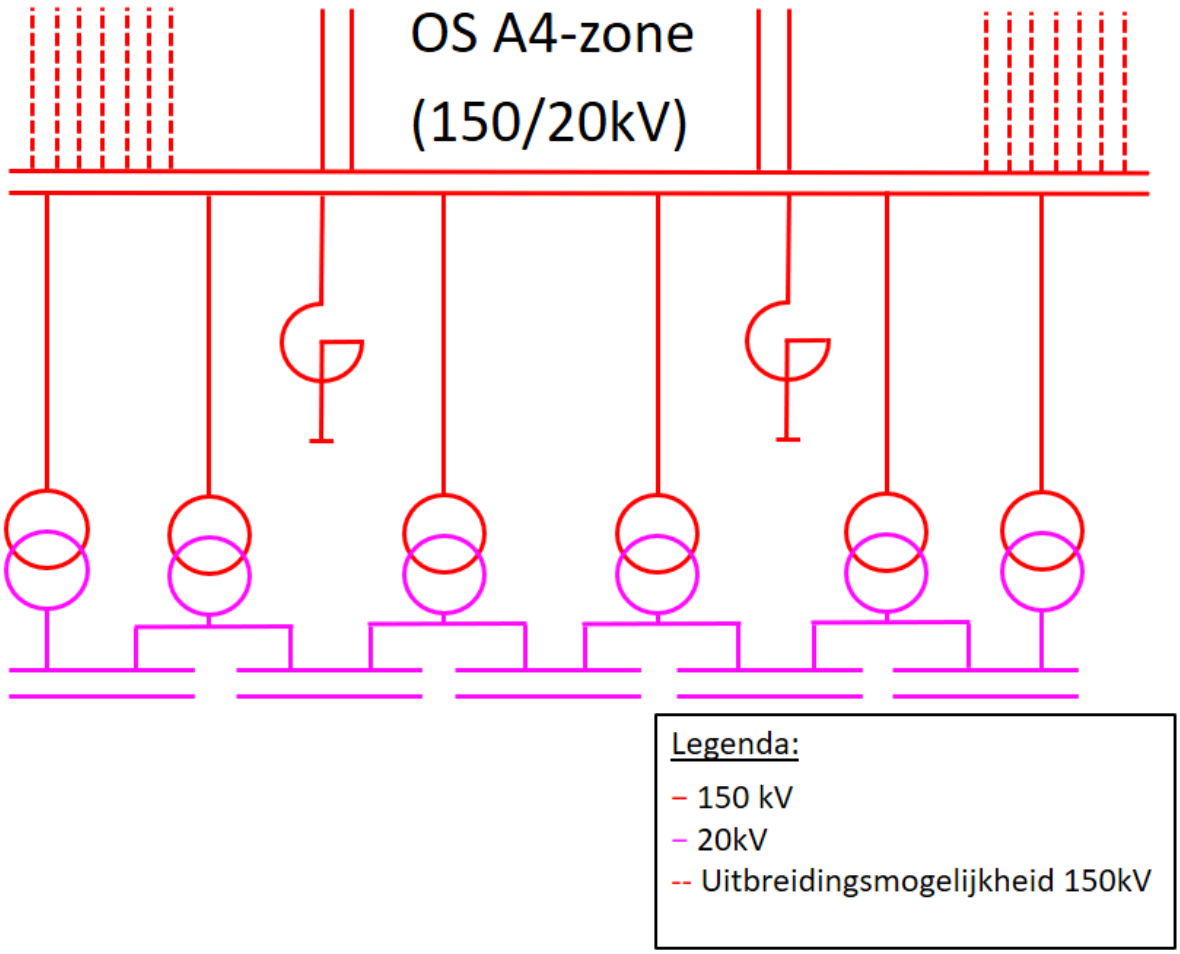
2.1.1 LAY-OUT EN BEDRIJFSVOERING BIJ DE EINDSITUATIE

Het plangebied van onderstation bevindt zich aan de zuidzijde van de Incheonweg te Rozenburg. Aan de noord- en zuidzijde wordt het perceel afgebakend door een sloot. Aan de oost- en westzijde grenst het perceel aan enkele kassen.

Onderstation A4-zone is ontworpen als 150/20kV onderstation. Hierin zullen de 150kV stationsdelen eigendom van TenneT zijn en de 20kV stationsdelen en 150/20kV transformatoren eigendom van Liander. In het 150kV gedeelte is een 150kV-schakelinstallatie (type GIS) voorzien. Onderstation A4-zone wordt aangesloten op de bestaande 150kV-onderstations Vijfhuizen en Nieuwe Meer. Op de 150kV installatie worden daarnaast de voorziene transformatoren van Liander, de compensatiespoelen en eventuele toekomstige verbindingen (middels reservevelden) aangesloten. In de beoogde eindsituatie worden zes 150/20kV 80MVA transformatoren geplaatst. Rekening houdend met een enkelvoudige storingsreserve kan hiermee een energievoorziening van 400MVA, N-1 veilig op 20kV niveau worden gecreëerd. De beoogde eindsituatie is weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2.



Figuur 1: Lay-out stationsontwerp onderstation A4-zone, Eindsituatie (bron RTO-802-01-ST-CON.pdf, met kabels afgeknipt op de erfgrens, conform notitie [3])



Figuur 2: Schematische weergave OS A4-zone (bron: RTO-802-01-ST-CON.pdf)

Het station zal in de eindsituatie bestaan uit:

- Vier nieuwe 150kV verbindingen t.b.v. de 150kV voeding;
- Een nieuw gebouw met een dubbelrail 150kV GIS-installatie met sectioneringsscheiders;
- Zes nieuwe trafocellen die geschikt zijn voor 150/20kV 80MVA transformatoren;
- Een nieuw gebouw met vijf gesloten 20kV-schakelinstallaties type E (duplex configuratie, leverancier ABB). Alle 20kV-installaties hebben een bedrijfszeker vermogen van 80MVA;
- Twee 150kV-laadstroomcompensatiespoelen.

Voor de schakelinstallaties zijn de onderstaande velden voorzien:

- De 150kV installatie 1 zal bestaan uit:
  - 4 voedende 2500A velden;
  - 2 koppelvelden, 4000A;
  - 1 railscheidingsveld, 4000A;
  - 6 transformatorvelden, 2500A;
  - 2 compensatiespoelvelden, 2500A;
  - 14 reserve 2500A velden.
- De 20kV installaties 1,2,4 en 5 zullen bestaan uit:
  - 2 voedende 2500A velden;

    - 14 afgaande 630A velden.
- De 20kV installatie 3 zal bestaan uit:
    - 2 voedende 2500A velden;
    - 20 afgaande 630A velden.

3 Uitgangspunten en rekenscenario's

De gehanteerde uitgangspunten voor de magneetveldberekeningen van onderstation A4-zone zijn opgenomen in Bijlage 2, opgesplitst per spanningsniveau.

3.1 Uitgangspunten rekenmodel

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

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

3.2 Algemene rekenregels

De berekening van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour gaat uit van alle stroomvoerende geleiders met een spanning van 20 kV en hoger, binnen en buiten, zowel bovengronds als ondergronds. Naast de uitgangspunten uit paragraaf 2.4 van de notitie van het RIVM zijn hierbij onderstaande algemene rekenregels gehanteerd:

- De magneetvelddempende invloed van mogelijk aanwezige afscherming of metalen omhulsels wordt niet meegenomen in de berekeningen;
- De stromen in de geleiders van elk circuit, worden symmetrisch verondersteld;
- In de 20kV en 10 kV schakelinstallaties voeren de geleiders stroom tot aan de rail die het dichtst bij de erfgrens van het station gelegen is. Alle belasting vloeit via die rail;
- De berekening wordt uitgevoerd voor beide mogelijke vermogensrichtingen in de belastte rail van de 20kV en 10 kV schakelinstallaties;
- Voor de stroomvoerende geleiders van de 150 kV kabels wordt bij de berekening ervan uitgegaan dat de richting van het vermogenstransport van de kabels het station in is;
- De richting van het vermogenstransport van de afgaande 20kV en 10 kV kabels wordt verondersteld het station uit te zijn;
- Voor stroomvoerende geleiders binnen het station wordt ervan uitgegaan dat de richting van het vermogenstransport van de hoge naar de lage spanning is;
- De rekenstromen voor de 20kV en 10 kV afgaande kabelcircuits worden bepaald door het beschikbare bedrijfszekere stationsvermogen op dat spanningsniveau evenredig te verdelen over de afgaande kabelcircuits.

3.3 Rekenscenario's

De jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour is voor vier rekenscenario's doorgerekend. Deze rekenscenario's verschillen onderling door de gekozen vermogensrichtingen in de railsystemen van de 150kV- en 20kV-schakelinstallaties. De vier gehanteerde combinaties van vermogensrichtingen zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Gehanteerde vermogensrichting in de railsystemen per rekenscenario. Voor de leesbaarheid zijn verschillende vermogensrichtingen verschillend van kleur weergegeven.

Railsysteem	REKENSCENARIO'S			
	1	2	3	4
150 kV installatie 1	→	→	←	←
20 kV installatie 1 t/m 5	→	←	→	←

Theoretisch zijn er 64 verschillende combinaties van vermogensrichtingen in de railsystemen mogelijk. Scenario's met tegengestelde vermogensrichting in de vijf 20 kV installaties zijn niet beschouwd, omdat deze een lager resulterend magneetveld zullen hebben. De vermogensrichting is in alle 20kV installaties gelijk gehouden, wat leidt tot het grootste magneetveld.

De gerapporteerde jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour van de eindsituatie wordt bepaald door de omhullende contour van alle uitgevoerde berekeningen.

4 Resultaten magneetveldberekeningen

DISCLAIMER

Het hoogspanningslijnenbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone [2]) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen (zie Bijlage 1). In voorliggende rapportage is de magneetveldcontour berekend voor een ander deel van het hoogspanningsnet, namelijk een onderstation. Bij deze berekeningen is gebruik gemaakt van de notitie *'Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding'* [3].

4.1 Jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour

In Figuur 3 is de omhullende jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour van onderstation A4-zone weergegeven voor de eindsituatie (blauw). Conform de handreiking en de notitie van het RIVM is de berekening uitgevoerd in het horizontale vlak, op 1 meter boven maaiveld.

De magneetveldcontour is geprojecteerd op een luchtfoto van de beoogde locatie van onderstation A4-zone.



Figuur 3: Jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour van onderstation A4-zone in de eindsituatie.

In Figuur 3 is te zien dat de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour zich beperkt buiten het station uitstrekt. Aan de noordzijde van het onderstation strekt de 0,4 microtesla magneetveldcontour zich enkele meters buiten het station uit tot boven de sloot langs de Incheonweg. Dit is ten gevolge van, met name, kabeldelen nabij deze zijde van de erfgrens. Ook aan de west- en zuidoostzijde strekt de 0,4 microtesla magneetveldcontour zich enkele meters buiten het station uit ten gevolge van kabeldelen. Aan de oostkant is daarnaast nog een kleine uitstulping zichtbaar nabij de 150kV schakelhal. Aan de zuidwestzijde blijft de 0,4 microtesla magneetveldcontour binnen de erfgrens van OS A4-zone.

Op de plaatsen waar de 0,4 microtesla magneetveldcontour buiten het stationsterrein treedt, bevindt zich grasland en staat geen bebouwing. Er bevinden zich geen gevoelige bestemmingen binnen de 0,4 microtesla magneetveldcontour van OS A4-zone.

Gevoelige bestemmingen, zoals beschreven in de handreiking [2], zijn locaties waar kinderen langdurig verblijven. Dit geldt in principe in de nabijheid van hoogspanningslijnen, maar in dit geval wordt het begrip toegepast voor hoogspanningsstations. Bij een praktische interpretatie hiervan wordt veelal rekening gehouden met woningen, scholen en kinderdagverblijven.

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

5 Conclusie

Het doel van deze studie was het verschaffen van inzicht in de ligging van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour van onderstation A4-zone in de beoogde eindsituatie.

De berekende jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour strekt zich beperkt buiten de erfgrens van het onderstation uit, aan enkele zijden van het onderstation. Dit vindt met name plaats nabij de kabeldelen op het stationsterrein, aan de oost-, noord en westzijde. De jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour strekt zich op deze plaatsen enkele meters tot buiten het stationserf uit. Aan de zuidwestzijde blijft de 0,4 microtesla magneetveldcontour binnen de erfgrens van OS A4-zone.

Er bevinden zich geen gevoelige bestemmingen binnen de 0,4 microtesla magneetveldcontour van OS A4-zone. Gevoelige bestemmingen, zoals beschreven in de handreiking [2], zijn locaties waar kinderen langdurig verblijven. Dit geldt in principe in de nabijheid van hoogspanningslijnen, maar in dit geval wordt het begrip toegepast voor hoogspanningsstations. Bij een praktische interpretatie hiervan wordt veelal rekening gehouden met woningen, scholen en kinderdagverblijven.

Referenties

Onderstaande referenties zijn gebruikt:

[1] J. Cramer, „Verduidelijking van het advies met betrekking tot hoogspanningslijnen," Directoraat-Generaal Milieu, Directie Risicobeleid, 2008.

[2] G. Kelfkens en M. Pruppers, „Handreiking voor het berekenen van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen," RIVM, versie 4.1, 26 oktober 2015. [Online]. Available: http://www.rivm.nl/hoogspanningslijnen.

[3] RIVM, „Notitie 'Afspraken over de rekenmethodiek voor de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding," Op te vragen bij het RIVM via hoogspanningslijnen@rivm.nl, 3 november 2011.

Bijlage 1 Achtergrond en uitgangspunten van berekeningen

B1.1 Achtergronden zoneberekening bij bovengrondse hoogspanningslijnen

Onderstaande tekst is overgenomen uit bijlage 2 van de handreiking van het RIVM, versie 4.1 [2].

MAGNEETVELDEN EN GEZONDHEID

Magneetvelden kunnen het functioneren van het menselijk lichaam beïnvloeden. Boven een bepaalde waarde van de veldsterkte kunnen acute effecten optreden, zoals het ‘zien’ van lichtflitsen en onwillekeurige spiersamentrekkingen. In de buurt van de elektriciteitsvoorziening gaat het om in de tijd wisselende velden met een frequentie van 50 hertz (Hz). Voor de sterkte van het magneetveld heeft de Europese Unie bij 50 Hz een referentieniveau voor leden van de bevolking van 100 microtesla aanbevolen. Beneden het referentieniveau veroorzaakt het magneetveld geen acute effecten. Bij bovengrondse hoogspanningslijnen in Nederland is de sterkte van het magneetveld op voor leden van de bevolking toegankelijke plaatsen overal lager dan 100 microtesla.

Het is minder duidelijk wat de effecten van langdurige blootstelling aan lagere sterkte van het magneetveld zijn. Het onderzoek in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen wijst er op dat kinderen die dicht bij een dergelijke hoogspanningslijn wonen, waar het magneetveld sterker is dan verder verwijderd van de hoogspanningslijn, mogelijk extra risico op leukemie lopen. Het (mogelijk) verhoogde risico op kinderleukemie tekent zich af bij langdurige blootstelling aan magneetvelden sterker dan ergens tussen 0,2 en 0,5 microtesla.

BELEIDSADVIES MET BETREKKING TOT HOOGSPANNINGSLIJNEN

Op grond van deze gegevens en uitgaande van het voorzorgsbeginsel heeft het toenmalige ministerie van VROM in 2005 een beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen aan gemeenten, netbeheerders en provincies uitgebracht. In dat advies wordt aangeraden om zoveel 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). Het beleidsadvies is in 2008 verduidelijkt.

ZONEBEREKENING

De manier waarop deze magneetveldzone kan worden berekend, is vastgelegd in de Handreiking van het RIVM.

Om een berekeningsmethode voor de in het beleidsadvies aangegeven magneetveldzone op te kunnen stellen, zijn enkele vereenvoudigingen van het hoogspanningsnet aangenomen. Vereenvoudigingen zijn onvermijdelijk omdat de volledige karakteristieken van de stroom niet altijd en overal in het hoogspanningsnet bekend zijn. Een eerste vereenvoudiging is dat er voor elk circuit met één stroom wordt gerekend. Deze rekenstroom is een schatting voor de maximale, jaargemiddelde stroom die nu of in de toekomst kan optreden. Een tweede vereenvoudiging is dat de stroom door de bliksemdraden (en andere geleiders in de buurt van de hoogspanningslijn zoals buisleidingen, vangrails en silo’s) niet in de berekening wordt meegenomen. Een derde vereenvoudiging is dat de specifieke magneetveldzone, waar mogelijk, wordt voorgesteld door rechte lijnen evenwijdig aan de hoogspanningslijn. Een gevolg van deze aannames is dat een berekening volgens deze Handreiking niet de werkelijke sterkte van het magneetveld op een bepaalde locatie op een bepaald tijdstip (zoals die met een momentane meting bepaald zou kunnen worden) weergeeft. Een berekening volgens de Handreiking legt een toekomstgerichte specifieke magneetveldzone vast die past binnen het beleidsadvies met betrekking tot hoogspanningslijnen.

B1.2 Achtergronden contourberekening bij hoogspanningskabels en hoogspanningsstations

Onderstaande tekst is overgenomen uit de notitie '*Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding*', RIVM, 3 november 2011 [3].

In 2005 heeft het toenmalige ministerie van VROM (nu het ministerie van Infrastructuur en Milieu) - op basis van het voorzorgsbeginsel - een advies voor het hoogspanningslijnenbeleid aan gemeenten, netbeheerders en provincies uitgebracht. In dat advies worden gemeenten en netbeheerders geadviseerd zoveel als redelijkerwijs mogelijk is te voorkomen dat er in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen nieuwe situaties ontstaan waar kinderen langdurig worden blootgesteld aan magnetische veldsterkten die jaargemiddeld boven 0,4 microtesla liggen. De handreiking van het RIVM legt de manier vast om deze 'zone waar het magnetische veld gemiddeld over een jaar boven de 0,4 microtesla ligt', verder aangeduid als 'specifieke magneetveldzone', zo eenduidig en transparant mogelijk te berekenen.

Het hoogspanningslijnenbeleid, en daarmee ook de handreiking, is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen. Bij de voorbereiding van de Randstad 380 kV verbinding is door het toenmalige ministerie van Economische Zaken en het toenmalige ministerie van VROM besloten om bij de ondergrondse delen en hoogspanningstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding aan te sluiten bij het hoogspanningslijnenbeleid zoals dat geformuleerd is voor bovengrondse hoogspanningslijnen. Netbeheerder TenneT en enkele adviesbureaus die berekeningen volgens de handreiking van het RIVM kunnen uitvoeren, hebben met het oog op uniformering van de berekeningswijze aanvullende afspraken gemaakt over de te hanteren rekenmethodiek. Om tot deze afspraken te komen is er overleg gevoerd op 3 juni, 12 juli en 18 november 2010. Het RIVM was daarbij als secretaris betrokken en heeft de gemaakte afspraken vastgelegd.

Disclaimer
Het hoogspanningslijnenbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen. In deze rapportage zijn ook breedtes van "magneetveldzones" berekend voor andere delen van het hoogspanningsnet. Bij die berekeningen is gebruik gemaakt van de notitie 'Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding', RIVM, 3 november 2011 (op te vragen bij het RIVM via hoogspanningslijnen@rivm.nl).

Bijlage 2 Uitgangspunten onderstation A4-zone

In deze bijlage zijn de gehanteerde uitgangspunten voor de magneetveldberekeningen van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour van onderstation A4-zone opgenomen.

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

Datum : 26-01-2021

Auteur : Yuri van Geffen – Qirion

Reviewer : Bert Hollander – Qirion

Versie : 1.2

Dit document beschrijft de uitgangspunten die gehanteerd zijn bij de bepaling van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour van het nieuw te bouwen onderstation A4-zone.

1. Gehanteerde rekenmethodiek

Het RIVM hanteert een handreiking [1] waarin de achtergrond en de rekenmethodiek voor bovengrondse hoogspanningslijnen (50 kV en hoger) wordt beschreven. De meest actuele versie hiervan (momenteel versie 4.1) is te vinden op de website van het RIVM.

Bij de aanleg van de Randstad 380 kV verbinding is door de betreffende ministeries besloten om aan te sluiten bij het vigerende hoogspanningslijnenbeleid. Hierover zijn samen met TenneT en enkele adviesbureaus afspraken gemaakt over de te volgen rekenmethodiek voor de specifieke situatie van de Randstad 380 kV verbinding, die verwoordt zijn in de notitie '*Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding*', RIVM, 3 november 2011, [2].

Deze notitie is als uitgangspunt genomen voor het 150 kV deel van onderstation A4-zone. Bij deze notitie hoort de onderstaande disclaimer.

Disclaimer

Het hoogspanningslijnenbeleid van de rijksoverheid met betrekking tot magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen. In deze rapportage zijn ook breedtes van "magneetveldzones" berekend voor andere delen van het hoogspanningsnet. Bij die berekeningen is gebruik gemaakt van de notitie 'Afspraken over de berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding', RIVM, 3 november 2011(op te vragen bij het RIVM via hoogspanningslijnen@rivm.nl).

De handreiking en de aanvullende notitie zijn alleen van toepassing voor spanningsniveaus van 50 kV en hoger. Voor de beschouwde 20kV stationsdelen van station A4-zone is de rekenmethodiek daarom in overleg met Liander bepaald.

Daarbij is in de geest van de handreiking en de aanvullende notitie een benadering gekozen die tot de bepaling van een toekomstbestendige jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour leidt.

1/16

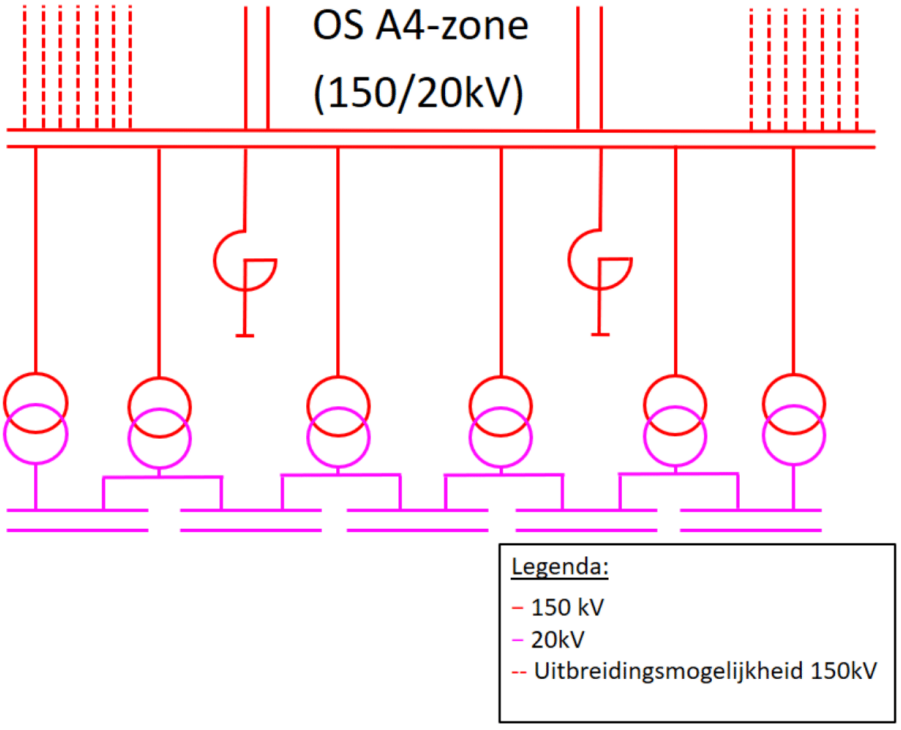
Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

2. Nieuwbouw OS A4-zone

2.1. Scope & lay-out van station A4-zone

In de omgeving van Hoofddorp is er een toenemende vraag naar elektriciteit. In dit gebied wordt volop ontwikkeld en zorgen enkele sectoren gezamenlijk voor deze groeiende vraag naar elektriciteit. De grootste bijdrage wordt hierbij gevormd door datacenters, grote tuinders, de groeiende vraag van Schiphol en woningbouw.

Onderstation A4-zone is ontworpen als 150/20kV onderstation met 150kV GIS-installatie. Het nieuwe onderstation wordt aangesloten op de bestaande 150kV-onderstations Vijfhuizen en Nieuwe Meer. Op het onderstation A4-zone wordt middels 6 stuks 80MVA 150/20kV transformatoren 400MVA N-1 veilig vermogen op 20kV niveau gecreëerd. Een schematische weergave van OS A4-zone is weergegeven in Figuur 1. Hiertoe zijn vijf 20kV-schakelinstallaties benodigd welke elk 80MVA belasting kunnen voeden. Ten behoeve van de compensatie van de laadstroom - als gevolg van de kabelverbindingen naar Vijfhuizen en Nieuwe Meer - zijn tevens twee laadstroomcompensatiespoelen op het stadionterrein voorzien.



Figuur 1: Schematische weergave OS A4-zone (bron: RTO-802-01-ST-CON.pdf)

In Figuur 2 (Bijlage 1) is de lay-out van onderstation A4-zone weergegeven in de eindsituatie. De schematische weergave van Figuur 1 sluit hierop aan. Het station zal in de eindsituatie bestaan uit:

- *Vier nieuwe 150kV verbindingen t.b.v. de 150kV voeding;*
- *Een nieuw gebouw met een dubbelrail 150kV GIS-installatie met sectioneringsscheiders;*
- *Zes nieuwe trafocellen die geschikt zijn voor 150/20kV 80MVA transformatoren;*

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

- *Een nieuw gebouw met vijf metaal omsloten luchtgeïsoleerde 20kV-schakelinstallaties. Alle 20kV-installaties hebben een bedrijfszeker vermogen van 80MVA;*
- *Twee 150kV-laadstroomcompensatiespoelen.*

Voor de schakelinstallaties zijn de onderstaande velden voorzien:

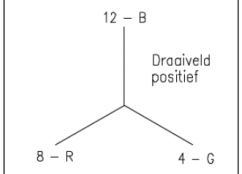
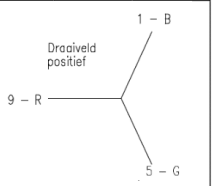
- *De 150kV installatie 1 zal bestaan uit:*
  - *4 voedende 2500A velden;*
  - *2 koppelvelden, 4000A;*
  - *1 railscheidingsveld, 4000A;*
  - *6 transformatorvelden, 2500A;*
  - *2 compensatiespoelvelden, 2500A;*
  - *14 reserve 2500A velden.*
- *De 20kV installaties 1,2,4 en 5 zullen bestaan uit:*
  - *2 voedende 2500A velden;*
  - *14 afgaande 630A velden.*
- *De 20kV installatie 3 zal bestaan uit:*
  - *2 voedende 2500A velden;*
  - *20 afgaande 630A velden.*

Voor de eindsituatie is de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour berekend, waarbij alle stroomvoerende componenten met een spanningsniveau van 20 kV en hoger in de berekening zijn meegenomen.

2.2. Klokgetallen

De klokgetallen verschillen per spanningsniveau en zijn in onderstaande tabel weergegeven:

Tabel 1: Klokgetallen schema OS A4-zone, eindsituatie

Spanningsniveau	**150 kV**			**20 kV**		
Trafoaansluiting	**U**	**V**	**W**	**U**	**V**	**W**
Klokgetal	12	4	8	1	5	9
						
	Bron: 'Klokgetallen-Adam-oud-PEN.pdf', 'S2003 – Definities klokgetallen v4.0.docx'					

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

3. Uitgangspunten berekening jaargemiddelde 0,4 µT contour OS A4-zone

De gehanteerde uitgangspunten voor de magneetveldberekening worden per spanningsniveau weergegeven. Voor het opbouwen van het 3D model is gebruik gemaakt van een groot aantal tekeningen van de beoogde eindsituatie. Enkele hiervan zijn in de bijlage opgenomen, de overige kunnen op verzoek verstrekt worden.

Ten tijde van het uitvoeren van deze berekening, in de studiefase van het project, waren enkele componentgegevens nog niet bekend. Voor de gegevens waar dit van toepassing is, is onderstaand “nog niet bekend” (of afgekort “n.n.b.”) weergegeven.

3.1. Algemene uitgangspunten

Naast de uitgangspunten uit paragraaf 2.4 van de notitie [2] van het RIVM zijn onderstaande algemene uitgangspunten gehanteerd:

- *De magneetvelddempende invloed van mogelijk aanwezige afscherming of metalen omhulsels wordt niet meegenomen in de berekeningen;*
- *De stromen in de geleiders van elk circuit, worden symmetrisch verondersteld;*
- *In de 20kV schakelinstallaties voeren de geleiders stroom tot aan de rail die het dichtst bij de erfgrens van het station gelegen is. Alle belasting vloeit via die rail;*
- *De berekening wordt uitgevoerd voor beide mogelijke vermogensrichtingen in de belastte rail van de 150kV en 20kV schakelinstallaties;*
- *Voor de stroomvoerende geleiders van de 150 kV kabels wordt bij de berekening ervan uitgegaan dat de richting van het vermogenstransport van de kabels het station in is;*
- *De richting van het vermogenstransport van de afgaande 20kV kabels wordt verondersteld het station uit te zijn;*
- *Voor stroomvoerende geleiders binnen het station wordt ervan uitgegaan dat de richting van het vermogenstransport van de hoge naar de lage spanning is;*
- *De rekenstromen voor de 20kV afgaande kabelcircuits worden bepaald door het beschikbare bedrijfszekere stationsvermogen op dat spanningsniveau evenredig te verdelen over de afgaande kabelcircuits.*

3.2. Transformatoren

Conform de notitie [2] van het RIVM worden de inwendige transformatorwikkelingen van de vermogenstransformator niet in het rekenmodel opgenomen. Dit geldt eveneens Voor metaal omsloten laadstroomcompensatiespoelen, vanwege de vergelijkbare demping van de metalen afscherming zoals bij een vermogenstransformator plaatsvindt.

<u>80 MVA 150/20 KV TRANSFORMATOREN</u>

Gegevens van de drie gemodelleerde 80 MVA 150/20 kV transformatoren:

- *Type transformatoren* : 80 MVA 150/21 kV
- *Fabrikant* : Is voor alle transformatoren nog niet bekend
- *Vector configuratie* : YNd1
  Maatvoering en opstelling in een transformator cel : Conform ‘Opstellingstekening transformatorcel modulair bouwen 02.00.D02-001-LAYOUT1.pdf’.

3.3. 150 kV schakelinstallatie 1

- *Type installatie* : GIS, inpandig. Aanname type: Siemens 8DN8 170kV. (zie Figuur 3, Figuur 4 en Figuur 5)
- *Spanningsniveau* : 150 kV
- *Veldindeling* : Zie onderstaande Tabel 2.

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

Tabel 2: Veldindeling 150 kV schakelinstallatie 1, station A4-zone, eindsituatie

Veldnummer Installatie 1	Type veld Installatie 1
Veld 01	Reserveveld
Veld 02	Reserveveld
Veld 03	Reserveveld
Veld 04	Reserveveld
Veld 05	Reserveveld
Veld 06	Reserveveld
Veld 07	Reserveveld
Veld 08	Afgaand transformatorveld
Veld 09	Voedend kabelveld
Veld 10	Afgaand transformatorveld
Veld 11	Voedend kabelveld
Veld 12	Afgaand transformatorveld
Veld 13	Compensatiespoelveld
Veld 14	Koppelveld 1
Veld 15A	Langsscheidingsveld A-rail
Veld 15B	Langsscheidingsveld B-rail
Veld 16	Koppelveld 2
Veld 17	Compensatiespoelveld
Veld 18	Afgaand transformatorveld
Veld 19	Voedend kabelveld
Veld 20	Afgaand transformatorveld
Veld 21	Voedend kabelveld
Veld 22	Afgaand transformatorveld
Veld 23	Reserveveld
Veld 24	Reserveveld
Veld 25	Reserveveld
Veld 26	Reserveveld
Veld 27	Reserveveld
Veld 28	Reserveveld
Veld 29	Reserveveld

- *Kenmerken:*
  - Dubbelrail op 150 kV, met langsscheidingsveld. Beide railsecties voorzien van dwars koppelveld, voedende kabelvelden en afgaande transformatorvelden.
  - De nominale stroombelastbaarheid van de hoofdrails bedraagt 4000 A,
  - Alle afgaande kabelvelden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 2500 A,
  - De nominale stroombelastbaarheid van de voedende velden bedraagt 2500 A,
- *Grondschema :* n.n.b., zie schematische weergave in Figuur 1

5/16

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

3.4. 20 kV schakelinstallatie 1 t/m 5

- *Type installatie* : Type E (duplex configuratie, leverancier ABB), inpandig (zie Figuur 6)
- *Spanningsniveau* : 20 kV
- *Veldindeling* : Zie onderstaande *Tabel* 3.

Tabel 3: Veldindeling 20 kV schakelinstallatie 1,2,4 en 5 station A4-zone, eindsituatie

Veldnummer Installatie x = 1, 2, 4 en 5	Type veld Installatie 1, 2, 4 en 5
Veld x01	Afgaand kabelveld
Veld x02	Afgaand kabelveld
Veld x03	Afgaand kabelveld
Veld x04	Afgaand kabelveld
Veld x05	Afgaand kabelveld
Veld x06	Voedend transformatorveld
Veld x07	Afgaand kabelveld
Veld x08	Afgaand kabelveld
Veld x09	Afgaand kabelveld
Veld x10	Afgaand kabelveld
Veld x11	Voedend transformatorveld
Veld x12	Afgaand kabelveld
Veld x13	Afgaand kabelveld
Veld x14	Afgaand kabelveld
Veld x15	Afgaand kabelveld
Veld x16	Afgaand kabelveld

Veldnummer Installatie 3	Type veld Installatie 3
Veld 301	Afgaand kabelveld
Veld 302	Afgaand kabelveld
Veld 303	Afgaand kabelveld
Veld 304	Afgaand kabelveld
Veld 305	Afgaand kabelveld
Veld 306	Voedend transformatorveld
Veld 307	Afgaand kabelveld
Veld 308	Afgaand kabelveld
Veld 309	Afgaand kabelveld
Veld 310	Afgaand kabelveld
Veld 311	Afgaand kabelveld
Veld 312	Afgaand kabelveld
Veld 313	Afgaand kabelveld
Veld 314	Afgaand kabelveld
Veld 315	Afgaand kabelveld
Veld 316	Afgaand kabelveld
Veld 317	Voedend transformatorveld
Veld 318	Afgaand kabelveld
Veld 319	Afgaand kabelveld
Veld 320	Afgaand kabelveld
Veld 321	Afgaand kabelveld
Veld 322	Afgaand kabelveld

- *Kenmerken:*
  - Dubbelrail op 20 kV niet met elkaar verbonden.
  - De nominale stroombelastbaarheid van de hoofdrails bedraagt 2500 A,
  - Alle afgaande kabelvelden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 630 A,
  - De nominale stroombelastbaarheid van de voedende velden bedraagt 2500 A,
- *Grondschema* : n.n.b., zie schematische weergave in Figuur 1
- *Rekenbelasting hoofdrail* :
  - Installatie 1 : 1099,7 A op rail B1 en 0 A op rail A1,
  - Installatie 2 : 824,8 A op rail B1 en 0 A op rail A1,
  - Installatie 3 : 607,7 A op rail B1 en 0 A op rail A1.
  - Installatie 4 : 824,8 A op rail B1 en 0 A op rail A1.
  - Installatie 5 : 1099,7 A op rail B1 en 0 A op rail A1.

6/16

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

Voor de berekening van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour wordt alle belasting op die rail gemodelleerd die het dichtst bij de erfgrens van het station ligt. De rekenstroombelasting van de afgaande kabelvelden en voedende transformatorvelden is op basis van evenredige verdeling van het bedrijfszekere stationsvermogen (400 MVA in de eindsituatie) over de zes 150/20kV transformatoren en vijf 20kV-installaties bepaald. Het resulterende vermogen per installatie is vervolgens evenredig over de kabelvelden verdeeld. De maximale stroom die daarbij in een railsectie optreedt is bij de berekening aangenomen als stroombelasting van de gehele rail.

3.5. Kabelverbindingen

3.5.1. Voedende 150 kV kabelverbindingen

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de voedende 150 kV kabelverbindingen Vijfhuizen – A4-zone en Nieuwe Meer - A4-zone zijn overgenomen uit de beschikbare gegevens van de kabels, deze zijn deels opgenomen in Figuur 2.

ALGEMENE GEGEVENS

- *Ondergrondse kabels* : 2x 150 kV kabels Vijfhuizen – A4-zone,
  2x 150 kV kabels Nieuwe Meer – A4-zone,
- *Aantal circuits* : 2 per verbinding
- *Type kabels per transformatorverbinding* : nog niet bekend. Aangenomen kabeltype: EYLKrvlwd 87/150 kV (3x)1x1200Alrm
- *Legconfiguratie*
  - kabelloop ondergronds : driehoek, conform Figuur 2;
  - kabelloop in stationsgebouw : platvlak van muur tot aan de GIS.
- *Hart op hart afstand* : 2,0 m, conform Figuur 2.
- *Dekking boven kabel* : 1,2m, standaard diepteligging.

CIRCUIT GEGEVENS

- *Circuitaanduiding* : n.n.b.
- *Spanning* : alle circuits 150 kV
- *Kabelbelastbaarheid* : n.n.b. Aanname: 962 A (250 MVA) per circuit
- *Ontwerpbelasting* : n.n.b. Aanname: 962 A (250 MVA) per circuit

GELEIDERGEGEVENS

- *Rekenstroombelasting* :
  - Verbinding Vijfhuizen – A4-zone Z : 481 A (50% van 250 MVA / 962 A)
  - Verbinding Vijfhuizen – A4-zone W : 481 A (50% van 250 MVA / 962 A)
  - Verbinding Nieuwe Meer – A4-zone Z : 481 A (50% van 250 MVA / 962 A)
  - Verbinding Nieuwe Meer – A4-zone W : 481 A (50% van 250 MVA / 962 A)
- *Configuratie en kabeltracé* : Conform Figuur 2 en kabelgegevens uit datasheet *'Prysmian 150kV EYLKrvlwd 1x 1200 Alrm Pb1.6 85480323 20001072.pdf'*

3.5.2. 150 kV transformator- en compensatiespoelkabelverbindingen

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de 150 kV transformatorkabelverbindingen en compensatiespoelkabelverbindingen vanaf de 150kV schakelinstallatie zijn overgenomen uit de beschikbare gegevens van de kabels, deze zijn deels opgenomen in de opmerkingen en tekstvakken in Figuur 2.

ALGEMENE GEGEVENS

- *Ondergrondse kabels* : 6x 150 kV transformatorkabels,
  2x 150 kV compensatiespoelkabels,
- *Aantal circuits* : niet van toepassing

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

- *Type kabels per transformatorverbinding* : nog niet bekend. Aangenomen kabeltype: EYLKrvlwd 87/150 kV (3x)1x1200Alrm
- *Legconfiguratie*
  - kabelloop ondergronds : driehoek, conform Figuur 2.
- *Hart op hart afstand* : Conform Figuur 2.
- *Dekking boven kabel* : 1,2m, standaard diepteligging.

CIRCUIT GEGEVENS

- *Circuitaanduiding* : niet van toepassing
- *Spanning* : alle circuits 150 kV
- *Kabelbelastbaarheid* : n.n.b. Aanname: 385 A (100 MVA) per circuit
- *Ontwerpbelasting* : n.n.b. Aanname: 385 A (100 MVA) per circuit

GELEIDERGEGEVENS

- *Rekenstroombelasting* :
  - Verbinding 150kV GIS A4 – Tr .1 : 321 A (83,3% van 385 A)
  - Verbinding 150kV GIS A4 – Tr. 2 : 321 A (83,3% van 385 A)
  - Verbinding 150kV GIS A4 – Tr. 3 : 321 A (83,3% van 385 A)
  - Verbinding 150kV GIS A4 – Tr. 4 : 321 A (83,3% van 385 A)
  - Verbinding 150kV GIS A4 – Tr. 5 : 321 A (83,3% van 385 A)
  - Verbinding 150kV GIS A4 – Tr. 6 : 321 A (83,3% van 385 A)
  - Verbinding 150kV GIS A4 – Spoel 1 : 192 A (50% van 385 A)
  - Verbinding 150kV GIS A4 – Spoel 2 : 192 A (50% van 385 A)
- *Configuratie en kabeltracé* : Conform Figuur 2 en kabelgegevens uit datasheet *'Prysmian 150kV EYLKrvlwd 1x1200 Alrm Pb1.6 85480323 20001072.pdf'*

3.5.3. Kabelverbinding tussen 150/20 kV transformatoren en 20 kV voedende velden

De 20 kV verbindingen tussen de zes 150/20 kV transformatoren en de bijbehorende voedende velden in de 20 kV installatie bestaan uit éénfase kabels. De gehanteerde uitgangspunten zijn:

- *Aantal circuits* : totaal 30 (90 MS-kabels)
  - *Trafoverbinding Trafo 1 --> Installatie 1, veld 106 :* 3 circuits (9 MS-kabels)
  - *Trafoverbinding Trafo 2 --> Installatie 1, veld 111 :* 3 circuits (9 MS-kabels)
  - *Trafoverbinding Trafo 2 --> Installatie 2, veld 206 :* 3 circuits (9 MS-kabels)
  - *Trafoverbinding Trafo 3 --> Installatie 2, veld 211 :* 3 circuits (9 MS-kabels)
  - *Trafoverbinding Trafo 3 --> Installatie 3, veld 306 :* 3 circuits (9 MS-kabels)
  - *Trafoverbinding Trafo 4 --> Installatie 3, veld 317 :* 3 circuits (9 MS-kabels)
  - *Trafoverbinding Trafo 4 --> Installatie 4, veld 406 :* 3 circuits (9 MS-kabels)
  - *Trafoverbinding Trafo 5 --> Installatie 4, veld 411 :* 3 circuits (9 MS-kabels)
  - *Trafoverbinding Trafo 5 --> Installatie 5, veld 506 :* 3 circuits (9 MS-kabels)
  - *Trafoverbinding Trafo 6 --> Installatie 5, veld 511 : 3* circuits (9 MS-kabels)
- *Type kabel per transformatorverbinding :* 3 circuits 1x630 Al
- *Legconfiguratie*
  - *kabelopvoer in transformatorcel* : plat vlak (zie Figuur 7)
  - *kabelloop ondergronds* : n.v.t.
  - *kabelloop in kelder 20 kV gebouw* : driehoek (zie Figuur 6)
- *Hart op hart afstand ondergronds* : 0,3m (zie Figuur 6)
- *Dekking boven kabel* : min. 0,7 m dekking
- *Nominale transportcapaciteit:* : 2715 A, Conform bijlage 2 van document S8012.
- *Rekenstroombelasting* :

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

o.b.v. 400 MVA bedrijfszeker stationsvermogen op 20kV, evenredig verdeeld over 6 trafo's. Dat wil zeggen 66,7 MVA per transformator (400 MVA/6). De overeenkomstige rekenstroom bedraagt 1924,5 A per trafo.

- *Trafoverbinding Trafo 1 --> Installatie 1, veld 106 :* 1924,5 A
  ➔ 641,5 A per kabelcircuit
- *Trafoverbinding Trafo 2 --> Installatie 1, veld 111 :* 384,9 A
  ➔ 128,3 A per kabelcircuit
- *Trafoverbinding Trafo 2 --> Installatie 2, veld 206 :* 1539,6 A
  ➔ 513,2 A per kabelcircuit
- *Trafoverbinding Trafo 3 --> Installatie 2, veld 211 :* 769,8 A
  ➔ 256,6 A per kabelcircuit
- *Trafoverbinding Trafo 3 --> Installatie 3, veld 306 :* 1154,7 A
  ➔ 384,9 A per kabelcircuit
- *Trafoverbinding Trafo 4 --> Installatie 3, veld 317 :* 1154,7 A
  ➔ 384,9 A per kabelcircuit
- *Trafoverbinding Trafo 4 --> Installatie 4, veld 406 :* 769,8 A
  ➔ 256,6 A per kabelcircuit
- *Trafoverbinding Trafo 5 --> Installatie 4, veld 411 :* 1539,6 A
  ➔ 513,2 A per kabelcircuit
- *Trafoverbinding Trafo 5 --> Installatie 5, veld 506 :* 384,9 A
  ➔ 128,3 A per kabelcircuit
- *Trafoverbinding Trafo 6 --> Installatie 5, veld 511 :* 1924,5 A
  ➔ 641,5 A per kabelcircuit

- *Kabelloop op stationsterrein* *:* Conform Figuur 2, Figuur 6 en Figuur 7.

3.5.4. Afgaande 20 kV kabelcircuits 1x630Al

- *Type kabel* *:* YMeKrvaslqwd 12/20 kV 1x630 Alrm + as50
- *Aantal circuits* *:* 14 (installatie 1, 2, 4 en 5) + 19 (installatie 3)
- *Nominale transportcapaciteit* *:* 575 A per kabelcircuit (19,9 MVA)
- *Rekenstroombelasting inst.1,2,4,5* *:* 165,0 A per kabelcircuit (5,7 MVA)
- *Rekenstroombelasting inst.3* *:* 121,5 A per kabelcircuit (4,2 MVA)
- *Kabelloop op stationsterrein* *:* Conform Figuur 2 en kabelgegevens uit datasheet 'TKF YMeKrvaslqwd 12-20 kV 1x630Alrm+as50.pdf'.

In totaal zijn er 75 afgaande 20 kV kabelcircuits in bedrijf op station A4-zone. De jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour wordt bepaald op basis van bedrijfszekere stationsvermogen van 400 MVA (80 MVA per 20kV-installatie). Deze wordt verdeeld over de 75 afgaande 20 kV kabelcircuits. Hierbij wordt voor installatie 1, 2, 4 en 5 een vermogen van 80 MVA over 14 kabels verdeeld. Voor installatie 3 wordt 80 MVA over 19 kabels verdeeld.

3.6. Rekenstromen

De rekenbelastingen voor het berekenen van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour in de eindsituatie van station A4-zone zijn in Tabel 4 verzameld.

De rekenstromen uit kolom 5 worden gehanteerd in het rekenmodel voor het bepalen van de jaargemiddelde 0,4 microtesla magneetveldcontour.

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

Tabel 4: Rekenstromen berekening jaargemiddelde 0,4 µT magneetveldcontour station A4-zone, eindsituatie

Nr.	Omschrijving	Nominaal Vermogen [MVA]	Nominale stroom [A]	Rekenvermogen 0,4 µT [MVA]	Rekenstroom 0,4 µT [A]
150 kV STATIONSDEEL					
1	150 kV verbinding Vijfhuizen - A4zone Z/W	250	962	125	481
2	150 kV verbinding Nieuwe Meer-A4zone Z/W	250	962	125	481
3	150kV rail A/B	1039	4000	520	2000
4	Koppelvelden/Langsscheidingsveld	1039	4000	520	2000
5	Kabelvelden	650	2500	325	1250
6	Transformatorvelden	650	2500	325	1250
7	Reservevelden	650	2500	325	1250
8	Compensatiespoelvelden	650	2500	325	1250
9	150kV transformatorkabels	100	385	83,3	321
10	Kabels en kabelopvoer t.b.v. compensatie-spoelen	100	385	50[1]	192[1]
20 kV STATIONSDEEL					
11	20kV rail A1 installatie 1	90,9	2500	0	0
12	20kV rail B1 installatie 1	90,9	2500	38,1	1099,7
13	20kV rail A1 installatie 2	86,6	2500	0	0
14	20kV rail B1 installatie 2	86,6	2500	28,6	824,8
15	20kV rail A1 installatie 3	86,6	2500	0	0
16	20kV rail B1 installatie 3	86,6	2500	21,1	607,7
17	20kV rail A1 installatie 4	86,6	2500	0	0
18	20kV rail B1 installatie 4	86,6	2500	28,6	824,8
19	20kV rail A1 installatie 5	86,6	2500	0	0
20	20kV rail B1 installatie 5	86,6	2500	38,1	1099,7
21	20 kV afgaande kabelvelden t.b.v. 1x630Al Installatie 1, 2, 4 en 5	21,8	630	5,7	165,0

[1] Inschatting is dat de compensatiespoel 50% van de tijd ingeschakeld staat.

10/16

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

Nr.	Omschrijving	Nominaal Vermogen [MVA]	Nominale stroom [A]	Rekenvermogen 0,4 µT [MVA]	Rekenstroom 0,4 µT [A]
22	Afgaande 20 kV kabelcircuits 1x630Al, Installatie 1, 2, 4 en 5	19,9	575	5,7	165,0
23	20 kV afgaande kabelvelden t.b.v. 1x630Al Installatie 3	21,8	630	4,2	121,5
24	Afgaande 20 kV kabelcircuits 1x630Al, Installatie 3	19,9	575	4,2	121,5
25	Trafoverbinding Trafo 1 → Installatie 1 veld 106	101,3	2715 [2]	66,7 [3]	*1924,5*
26	Trafoverbinding Trafo 2 → Installatie 1 veld 111	101,3	2715 [2]	13,3 [3]	*384,9*
27	Trafoverbinding Trafo 2 → Installatie 2 veld 206	101,3	2715 [2]	53,3 [3]	*1539,6*
28	Trafoverbinding Trafo 3 → Installatie 2 veld 211	101,3	2715 [2]	26,7 [3]	*769,8*
29	Trafoverbinding Trafo 3 → Installatie 3 veld 306	101,3	2715 [2]	40,0 [3]	*1154,7*
30	Trafoverbinding Trafo 4 → Installatie 3 veld 317	101,3	2715 [2]	40,0 [3]	*1154,7*
31	Trafoverbinding Trafo 4 → Installatie 4 veld 406	101,3	2715 [2]	26,7 [3]	*769,8*
32	Trafoverbinding Trafo 5 → Installatie 4 veld 411	101,3	2715 [2]	53,3 [3]	*1539,6*
33	Trafoverbinding Trafo 5 → Installatie 5 veld 506	101,3	2715 [2]	13,3 [3]	*384,9*
34	Trafoverbinding Trafo 6 → Installatie 5 veld 511	101,3	2715 [2]	66,7 [3]	*1924,5*

[2] *Conform bijlage 2 van document S8012*

[3] Totaal rekenvermogen Transformator 1+2+3+4+5+6 bedraagt 400MVA aan de 20kV zijde.

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

Referenties

Onderstaande referenties zijn gebruikt:

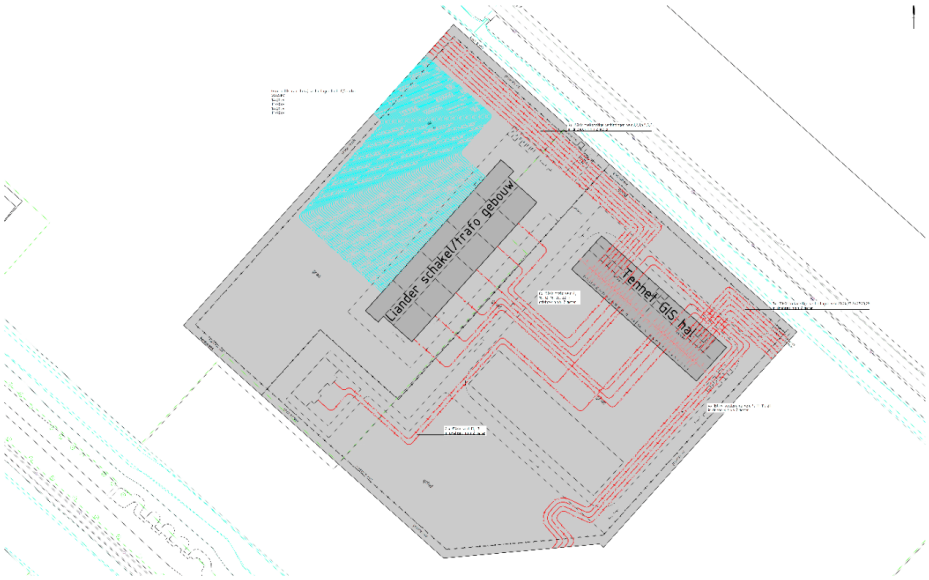
1. Kelfkens, G., Pruppers, M.J.M. *'Handreiking voor het berekenen van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen'*, RIVM, versie 4.1, 26 oktober 2015. Bron: http://www.rivm.nl/hoogspanningslijnen/

2. Notitie *'Afspraken over de rekenmethodiek voor de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding'*, RIVM, 3 november 2011.

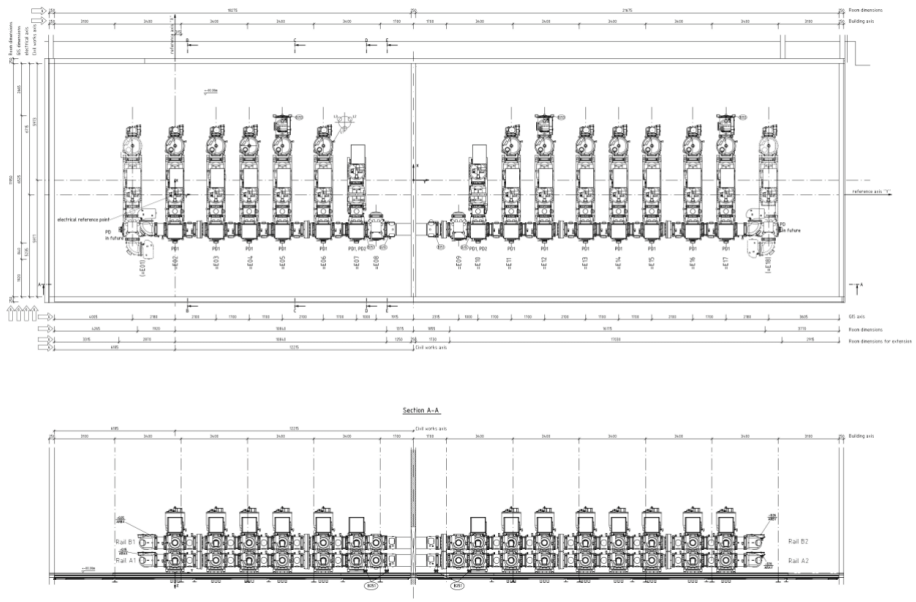
12/16

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

Bijlage 1 : Eindsituatie onderstation A4-zone

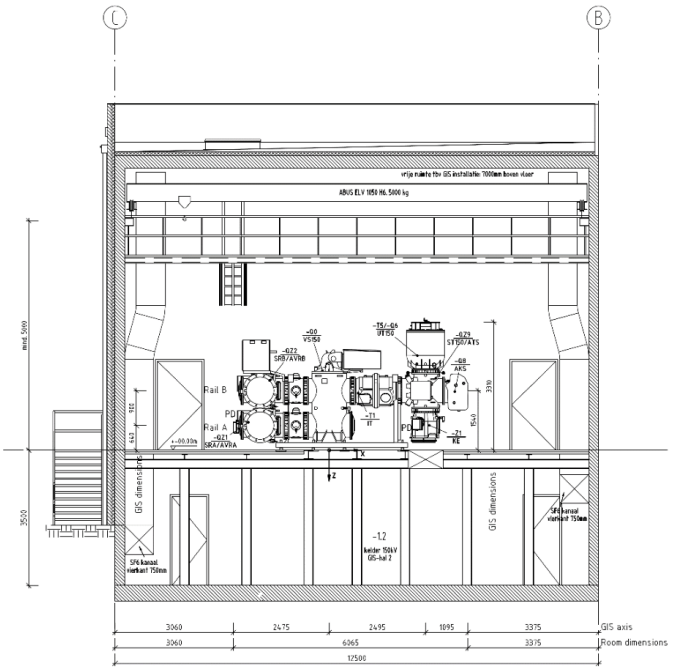


Figuur 2: Lay-out stationsontwerp en kabelloop onderstation A4-zone: Eindsituatie (bron RTO-802-ST-CON.pdf met kabels afgeknipt op de erfgrens, conform notitie [2])

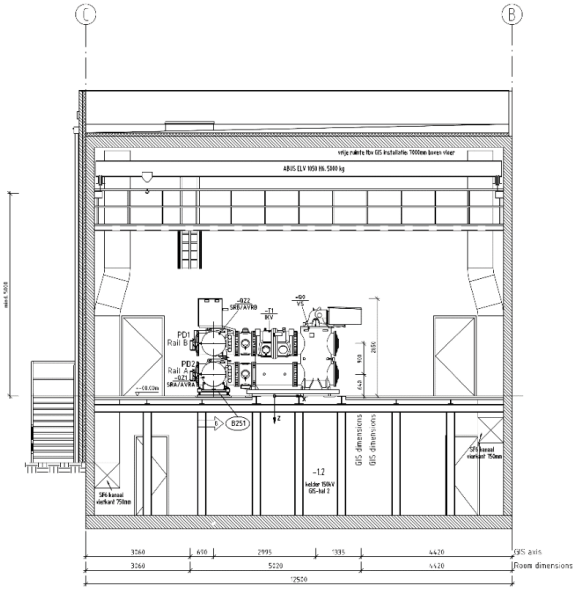


Figuur 3: Bovenaanzicht en zijaanzicht gelijkende 150kV GIS-installatie (van OS Velsen, veldindeling wijkt af)

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone



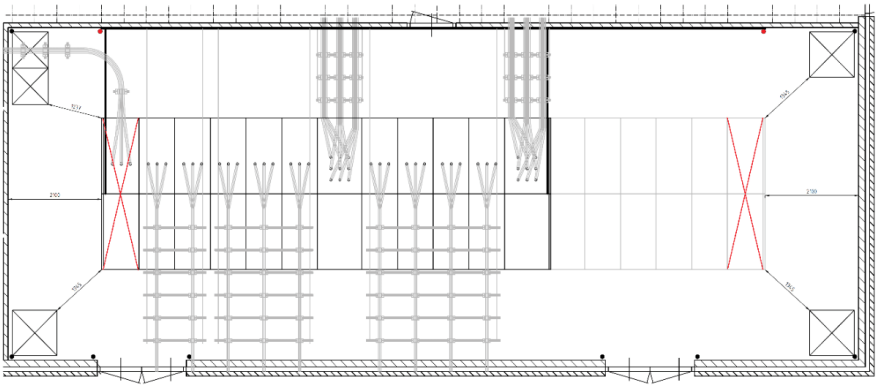
Figuur 4: Zijaanzicht GIS kabelveld dubbel Siemens 8DN8 170kV (in GIS-hal OS Velsen)



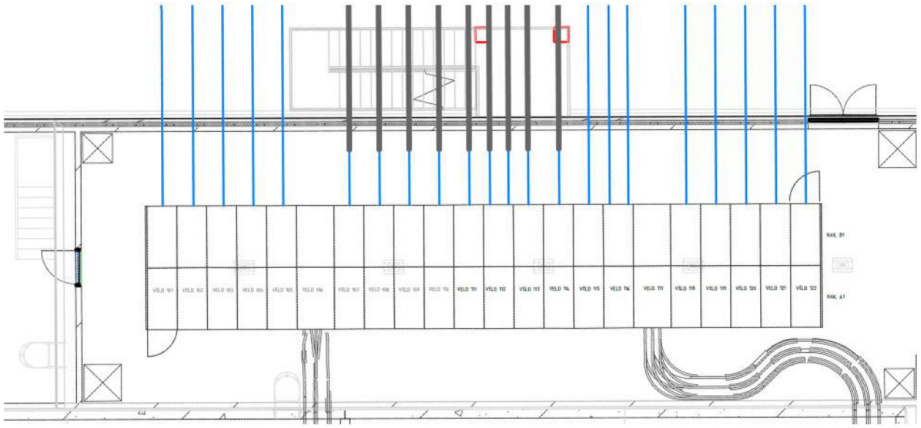
Figuur 5: Zijaanzicht GIS koppelveld Siemens 8DN8 170kV (in GIS-hal OS Velsen)

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone

20kV Installatie 1, 2, 4 en 5 (16 velden, veld 6 en 11 voedend, buitenste velden niet benodigd):



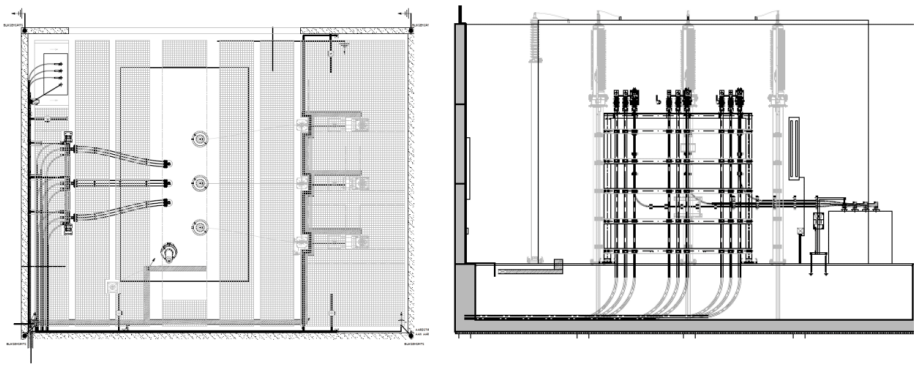
20kV Installatie 3 (22 velden, veld 6 en 17 voedend):



Figuur 6: Opstellingsplattegrond 20kV installaties (Installatie 1, 2, 4 en 5: bron: Opstellingstekening standaard bouwblok '03.00.D01-001-LAYOUT1.pdf', Installatie 3: overeenkomstig standaard bouwblok als toegepast bij OS IJburg 'RLI-691-01-BO-DEF.pdf')

15/16

Uitgangspunten magneetveldberekening jaargemiddelde 0,4 microtesla-magneetveldcontour onderstation A4-zone



Bovenaanzicht Zijaanzicht

Figuur 7: Legconfiguratie kabelopvoer in transformatorcel (Opstellingstekening transformatorcel modulair bouwen Liander '02.00.D02-001-LAYOUT1.pdf')

16/16