



380/150/50 kV Onderstation Oostzaan

100 microtesla magneetveldcontour

Opdrachtgever : Reddyn
Uitgevoerd door : Qirion
Auteur : Yuri van Geffen
Gecontroleerd door : -
Datum : 09-04-2021
Documentnummer : RLI-678-EM100OS, v 1.0



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	18-02-2021	Y.R. van Geffen	Concept ter review
	1.0	09-04-2021	Y.R. van Geffen	Reviewcommentaar en aanpassingen ontwerp verwerkt

© 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

Ten noorden van Amsterdam is het huidige 380kV-onderstation Oostzaan, van TenneT, gelegen. Dit onderstation is een belangrijk voedingspunt in de omgeving van Amsterdam en vanuit hier wordt een deel van de stad Amsterdam en een groot deel van de regio Zaanstad gevoed. Voor de regio Zaanstad wordt een groei van de elektriciteitsvraag verwacht. Deze toename in de elektriciteitsvraag wordt verwacht voor diverse sectoren; niet alleen voor woningbouw, maar ook voor kantoren, datacentra en elektrisch vervoer. Om in de groeiende elektriciteitsvraag van de regio Zaanstad te kunnen voorzien is een uitbreiding van het bestaande onderstation Oostzaan benodigd.

Door de Europese commissie worden grenswaarden aanbevolen voor de blootstelling van burgers aan elektrische en magnetische velden [1]. Deze grenswaarden gelden ook als aanbeveling in Nederland en voor 50 Hz magnetische velden bedraagt deze 100 microtesla.

Onderdeel van het voorbereidend onderzoek is de bepaling van de magnetische velden afkomstig van het station. Qirion is door Reddyn gevraagd om voor onderstation Oostzaan in de eindsituatie van het onderstation de 100 microtesla magneetveldcontour te bepalen en te toetsen of deze geheel binnen de hekwerken van het station blijft. Dit rapport bevat de resultaten van deze studie.

Uit de uitgevoerde studie blijkt dat in de beoogde eindsituatie de 100 microtesla magneetveldcontour volledig binnen de hekwerken van het onderstation blijft. Daaruit kan geconcludeerd worden dat in gebied rondom onderstation Oostzaan, wat toegankelijk is voor burgers, het magneetveld ten allen tijden lager is dan 100 microtesla. Hiermee wordt voldaan aan de Europese aanbeveling om de magnetische veldsterkte minder dan 100 microtesla te laten bedragen op voor burgers toegankelijk gebied.

Bij de berekening van de 100 microtesla magneetveldcontour is uit gegaan van een worst-case situatie, waarbij alle stroomvoerende geleiders gelijktijdig maximaal belast worden. Dit is een situatie die in de praktijk niet voor zal komen. De op deze wijze bepaalde omvang van de 100 microtesla magneetveldcontour kan dus gezien worden als een veilig en toekomstbestendig maximum.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Beschrijving onderstation Oostzaan.....	6
2.1	Beoogde situatie	6
2.1.1	Scope en Lay-out bij de eindsituatie	6
3	Uitgangspunten en rekenscenario's	9
3.1	Uitgangspunten rekenmodel	9
3.2	Algemene rekenregels	9
3.3	Onderhoudssituaties	9
3.4	Rekenscenario's.....	10
4	Resultaten magneetveldberekeningen	11
4.1	100 microtesla magneetveldcontour	11
4.2	Onderhoudssituaties	12
5	Conclusie	14
	Referenties	15

1 Inleiding

ACHTERGROND

Ten noorden van Amsterdam is het huidige 380kV-onderstation Oostzaan, van TenneT, gelegen. Dit onderstation is een belangrijk voedingspunt in de omgeving van Amsterdam en vanuit hier wordt een deel van de stad Amsterdam en een groot deel van de regio Zaanstad gevoed. Voor de regio Zaanstad wordt een groei van de elektriciteitsvraag verwacht. Deze toename in de elektriciteitsvraag wordt verwacht voor diverse sectoren; niet alleen voor woningbouw, maar ook voor kantoren, datacentra en elektrisch vervoer. Om in de groeiende elektriciteitsvraag van de regio Zaanstad te kunnen voorzien is een uitbreiding van het bestaande onderstation Oostzaan benodigd.

Een onderdeel van het voorbereidend onderzoek is de bepaling van de magnetische velden afkomstig van het station. Qirion is door Reddyn gevraagd om voor onderstation Oostzaan de 100 microtesla grenswaardecontour te bepalen.

DOELSTELLING

De doelstelling van dit rapport is inzicht te geven in de ligging en omvang van de 100 microtesla magneetveldcontour van onderstation Oostzaan en te toetsen of deze binnen de hekwerken van het onderstation blijft.

REKENMETHODIEK

Door de Europese commissie worden grenswaarden aanbevolen voor de blootstelling van burgers aan elektrische en magnetische velden [1]. Deze grenswaarden gelden ook als aanbeveling in Nederland en voor 50 Hz magnetische velden bedraagt deze 100 microtesla.

Deze grenswaarde is ook van toepassing op kortstondige blootstelling van burgers. Bij berekening van de 100 microtesla magneetveldcontour wordt daarom uit gegaan van een worst-case situatie, waarbij alle stroomvoerende geleiders maximaal belast worden.

Dit is een situatie die in de praktijk niet voor zal komen. De op deze wijze bepaalde omvang van de 100 microtesla magneetveldcontour kan dus gezien worden als een veilig en toekomstbestendig maximum.

LEESWIJZER

Hoofdstuk twee geeft een beschrijving van de beoogde situatie bij onderstation Oostzaan. In hoofdstuk drie worden de uitgangspunten beschreven die gehanteerd zijn om de 100 microtesla magneetveldcontour te berekenen. In hoofdstuk vier wordt het model en de resultaten van de berekening getoond. Hoofdstuk vijf sluit af met een conclusie.

De bijlagen bevatten aanvullende informatie, waaronder de gedetailleerde uitgangspunten.

2 Beschrijving onderstation Oostzaan

2.1 Beoogde situatie

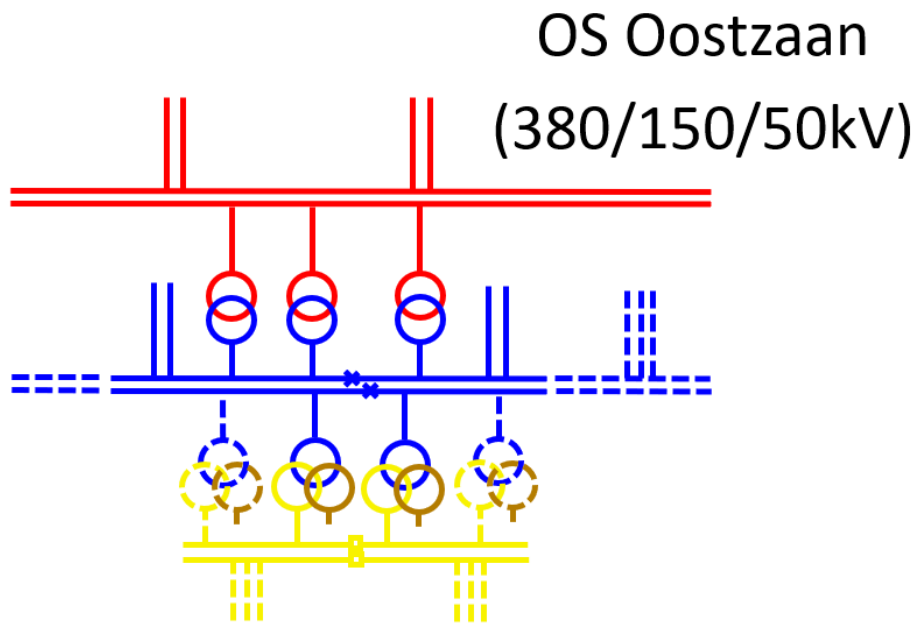
2.1.1 SCOPE EN LAY-OUT BIJ DE EINDSITUATIE

Onderstation Oostzaan is net buiten de ring Amsterdam gelegen, nabij knooppunt Coenplein. Aan de noordzijde wordt het perceel afgebakend door de Kolkvloot. Aan de zuidzijde grenst het perceel aan een bedrijventerrein en aan de oostzijde grenst het perceel aan akkerland. Aan de westzijde van onderstation Oostzaan bevindt zich de Rijksweg A8.

Het huidige Onderstation (OS) Oostzaan, van TenneT, bestaat uit een 380kV AIS-schakelinstallatie. Op het onderstation wordt 380kV naar 150kV getransformeerd met drie transformatoren. Een 150kV schakelinstallatie is momenteel niet aanwezig. De drie 380/150kV-transformatoren zijn middels een tussenliggende hoogspanningslijn op de schakelinstallatie van 150kV-onderstation Hemweg aangesloten.

TenneT is voornemens om het huidige onderstation Oostzaan uit te breiden door het creëren van een nieuw 150kV-voedingspunt. De realisatie van dit voedingspunt is voorzien door middel van een 150kV GIS-installatie, welke in een nieuw gebouw geplaatst zal worden.

Liander is voornemens een aansluiting aan te vragen op het nieuwe 150kV-voedingspunt Oostzaan. Hiermee kunnen de, door Liander, beoogde 150/50/10kV-transformatoren worden gevoed. De eindsituatie gaat uit van vier transformatoren. In eerste instantie worden er twee transformatoren geplaatst, met een uitbreidingsmogelijkheid voor een derde en vierde transformator. Vanaf deze transformatoren voedt Liander een nieuw te realiseren 50kV-schakelinstallatie. Een schematische weergave van de beoogde situatie van OS Oostzaan is weergegeven in Figuur 1. De magneetveldberekening gaat uit van de eindsituatie, inclusief alle voorziende toekomstige uitbreidingen (gestippeld weergegeven in Figuur 1). De lay-out van de beoogde eindsituatie is weergegeven in Figuur 2.



Legenda:

- | | |
|--|--------|
| — 380 kV | — 50kV |
| — 150 kV | — 10kV |
| - - / - - / - - Uitbreidingsmogelijkheid 150/50/10kV | |

Figuur 1: Schematische weergave OS Oostzaan (bronnen: '002.892.20 Single line Oostzaan versie 1.2 d.d.13-01-2021.pdf', 'Transformatorstation Oostzaan Bestaande Situatie TenneT 15 dec 2020.pdf' en 'OZ grondschemarev_A .pdf')

Het station zal in de eindsituatie bestaan uit:

- De bestaande 380kV AIS-installatie, met 4 lijnvelden, 3 transformatorvelden en 2 koppelvelden (gecombineerd);
- Een dubbelrail 150kV GIS-installatie met langskoppelveld;
- Nieuwe 150kV kabelverbindingen op het stationsterrein t.b.v. het inlussen van de 150kV-GIS in 150kV Hemweg-Oostzaan en het aansluiten van transformatoren van Liander (onderstaand);
- Vier nieuwe trafocellen die geschikt zijn voor 150/50/10kV 140MVA transformatoren (Liander);
- Een nieuw gebouw met een 50kV dubbelrail GIS-schakelinstallatie (Liander).



Figuur 2: Lay-out stationsontwerp en kabelloop eindsituatie onderstation Oostzaan (bron: OZN380-00892-01-00004.dwg)

Voor de schakelinstallaties zijn de onderstaande velden voorzien:

- De 380kV installatie 1 bestaat uit:
 - 4 lijnvelden van 4000A;
 - 3 transformatorvelden van 4000A;
 - 2 dwarskoppelvelden van 4000A (gekoppeld met afgaand veld).
- De 150kV installatie 1 zal bestaan uit:
 - 3 voedende transformatorvelden 3150A;
 - 2 dwarskoppelvelden van 4000A;
 - 1 langskoppelveld van 4000A;
 - 4 kabelvelden (t.b.v. Hemweg- Oostzaan) van 2500A;
 - 4 afgaande transformatorvelden van 2500A;
 - 9 reserve 2500A velden.
- De 50kV installatie 1 van Liander zal bestaan uit:
 - 4 voedende 1600A velden;
 - 2 dwarskoppelvelden van 2500A;
 - 1 sectiescheidingsveld van 2500A;
 - 16 afgaande 630A velden.

3 Uitgangspunten en rekenscenario's

De gehanteerde uitgangspunten voor de magneetveldberekeningen van onderstation Oostzaan zijn opgenomen in Bijlage 1, 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 (zie 3.2) 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 100 microtesla magneetveldcontour gaat uit van alle stroomvoerende geleiders met een spanning van 10 kV en hoger, binnen en buiten, zowel bovengronds als ondergronds. Voor de stromen door die geleiders zijn de volgende 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;
- *Voor de stroomvoerende geleiders van de 380kV, 150 kV en 50kV kabels/lijnen welke het station in of uit gaan, wordt bij de berekening ervan uitgegaan dat de richting van het vermogenstransport van de kabels/lijnen het station in is (dit betreft de afgaande kabels/lijnen en bijbehorende kabel-/lijnelden);*
- *Voor stroomvoerende geleiders binnen het station (bijvoorbeeld transformatorkabels) wordt ervan uitgegaan dat de richting van het vermogenstransport van de hoge naar de lage spanning is;*
- *De grootte van de rekenstroom voor een stroomvoerende geleider bedraagt 100% van de ontwerpstroom voor die geleider/verbinding;*
- *Voor het railsysteem wordt verondersteld dat beide gehele rails de ontwerpstroom voeren De grootte van de rekenstroom voor een stroomvoerende geleider bedraagt 100% van de ontwerpstroom voor die geleider/verbinding;*

3.3 Onderhoudssituaties

Naast de magneetveldcontour van de normaalsituatie is voor de relevante onderhoudssituaties van een 150kV of 380kV-circuit eveneens een 100 microtesla magneetveldcontour bepaald. Vervolgens is getoetst of deze binnen het hekwerk van het onderstation blijft. Hierbij is rekening gehouden met:

- Onderhoud aan één van beide circuits 380kV Beverwijk-Oostzaan wit/zwart;
- Onderhoud aan één van beide circuits 380kV Diemen-Oostzaan Grijs of 380kV Krimpen-Oostzaan zwart;
- Onderhoud aan één van de vier circuits 150kV Hemweg-Oostzaan wit/zwart/oranje/paars.

3.4 Rekenscenario's

De 100 microtesla magneetveldcontour is in het horizontale vlak op meerdere hoogtes boven maaiveld berekend. Hierbij zijn twee scenario's bepaald: op 0 meter boven maaiveld en op 2 meter boven maaiveld. Het uitgangspunt hiervoor is dat burgers in de omgeving van het onderstation, zich doorgaans tussen deze twee hoogten zullen bevinden.

De stroomrichtingen in de railsystemen zijn daarbij in alle schakelinstallaties gelijk gehouden. Vanwege de grote afstanden tussen de verschillende railsystemen is er geen invloed van de stroomrichting van de railsystemen onderling bij de toegepaste condities. Rekening houdend met de ontwerpstromen en een 100 microtesla grenswaardecontour op stationsniveau, zal het effect van verschillende stroomrichtingen in railsystemen niet zichtbaar zijn.

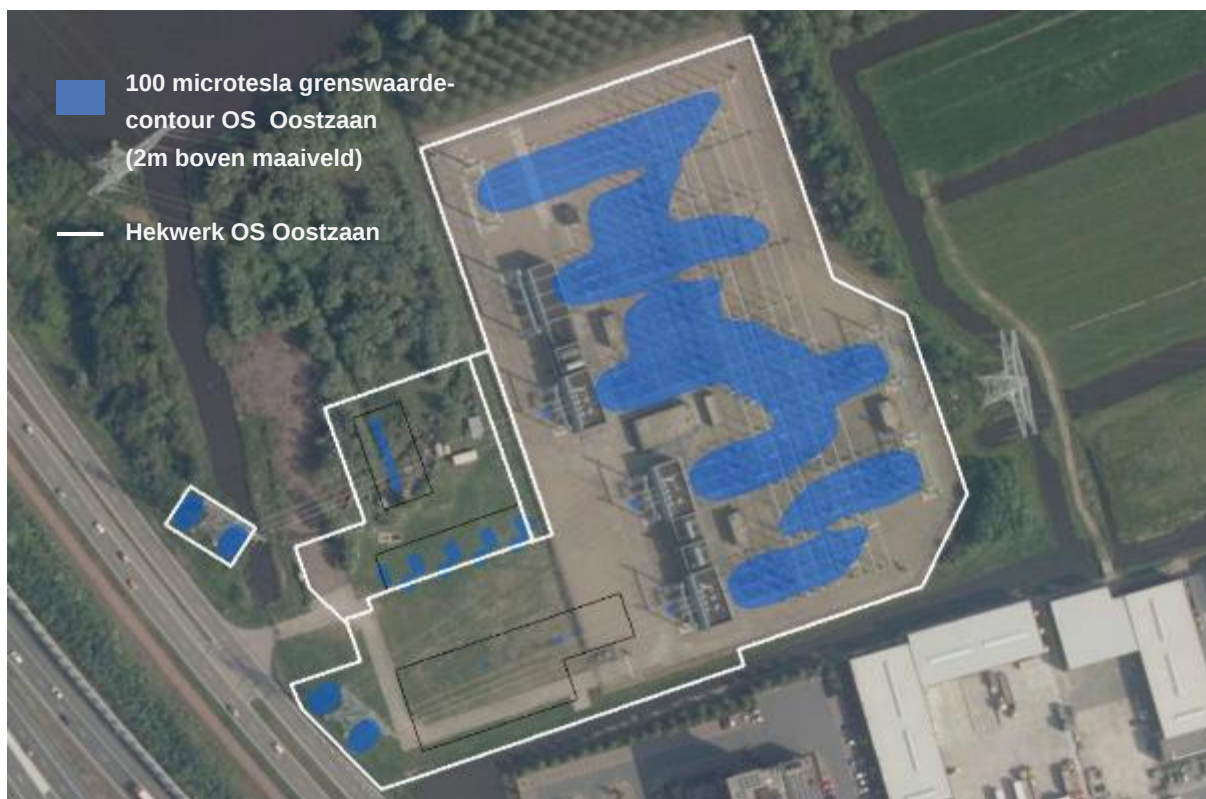
4 Resultaten magneetveldberekeningen

4.1 100 microtesla magneetveldcontour

In Figuur 3 en Figuur 4 zijn de 100 microtesla magneetveldcontouren van onderstation Oostzaan weergegeven voor de eindsituatie (blauw). De 100 microtesla contour is berekend op 0m en 2m boven maaiveld. De magneetveldcontouren zijn geprojecteerd op een luchtfoto van de locatie van onderstation Oostzaan. Figuur 3 toont de 100 microtesla magneetveldcontour berekend op 0 meter boven maaiveld en de in Figuur 4 getoonde 100 microtesla magneetveldcontour is voor 2 meter boven maaiveld bepaald.



Figuur 3: 100 microtesla magneetveldcontour eindsituatie OS Oostzaan (0 meter boven maaiveld)



Figuur 4: 100 microtesla magneetveldcontour eindsituatie OS Oostzaan (2 meter boven maaiveld)

Uit de berekeningen bij nominale belasting van alle componenten blijkt dat de 100 microtesla magneetveldcontour voor de eindsituatie van onderstation Oostzaan overal binnen de hekwerken van het onderstation blijft.

Rondom alle schakelinstallaties ligt de 100 microtesla magneetveldcontour ruimschoots binnen het hekwerk. Dit geldt voor zowel de 380kV AIS, 150kV GIS en de 50kV GIS. De opstijgpunten in mast 6 en 6a zijn gepositioneerd aan de rand het perceel, nabij het hekwerk. In de laatste revisie van het stationsontwerp (versie 1.0 van dit rapport) is het ontwerp aangepast naar een magneetveldarm ontwerp. Het ontwerp is zodanig aangepast dat de 100 microtesla magneetveldcontour op beide hoogten volledig binnen de hekwerken van het station blijft.

Samenvattend kan er gesteld worden dat in gebied rondom onderstation Oostzaan, wat toegankelijk is voor burgers, het magneetveld ten allen tijden lager is dan 100 microtesla. Hiermee wordt voldaan aan de Europese aanbeveling om de magnetische veldsterkte minder dan 100 microtesla te laten bedragen op voor burgers toegankelijk gebied.

4.2 Onderhoudssituaties

De 100 microtesla magneetveldcontouren van onderhoudssituaties zijn separaat berekend om te kunnen toetsen dat deze eveneens binnen de hekwerken van het onderstation blijven. In het geval van onderhoud aan een van de 150kV of 380kV circuits kan de 100 microtesla magneetveldcontour enigszins wijzigen ten opzichte van de normaalsituatie (volledig in bedrijf zijnde station). Een opsomming van de berekende onderhoudssituaties is opgenomen in de uitgangspunten in Bijlage 1. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in Figuur 5, Figuur 6. Hierin is zichtbaar dat ook in onderhoudssituaties de 100 microtesla magneetveldcontour binnen de hekwerken van het station blijft. Voor onderhoudssituaties wordt eveneens voldaan aan de Europese aanbeveling om de magnetische veldsterkte minder dan 100 microtesla te laten bedragen op voor burgers toegankelijk gebied.



Figuur 5: 100 microtesla magneetveldcontour onderhoudssituatie OS Oostzaan (0 meter boven maaiveld)



Figuur 6: 100 microtesla magneetveldcontour onderhoudssituatie OS Oostzaan (2 meter boven maaiveld)

5 Conclusie

Het doel van deze studie was tweeledig:

- Verschaffen van inzicht in de ligging van de 100 microtesla magneetveldcontour van onderstation Oostzaan in de eindsituatie van het station;
- Verificatie dat de magneetveldcontour binnen de hekwerken van het station blijft.

Zoals uit de resultaten (zie hoofdstuk 4) blijkt, ligt de 100 microtesla magneetveldcontour in de beoogde eindsituatie volledig binnen de hekwerken van het onderstation. Daaruit kan geconcludeerd worden dat in gebied rondom onderstation Oostzaan, wat toegankelijk is voor burgers, het magneetveld ten allen tijden lager is dan 100 microtesla. Hiermee wordt voldaan aan de Europese aanbeveling [1] om de magnetische veldsterkte minder dan 100 microtesla te laten bedragen op voor burgers toegankelijk gebied.

Bij de berekening van de 100 microtesla magneetveldcontour is uit gegaan van een worst-case situatie, waarbij alle stroomvoerende geleiders gelijktijdig maximaal belast worden. Dit is een situatie die in de praktijk niet voor zal komen. De op deze wijze bepaalde omvang van de 100 microtesla magneetveldcontour kan dus gezien worden als een veilig en toekomstbestendig maximum.

Referenties

Onderstaande referentie is gebruikt:

- [1] EU publicatie 1999/519/EG, 'AANBEVELING VAN DE RAAD van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz — 300 GHz', 12 juli 1999

Bijlage 1 Uitgangspunten onderstation Oostzaan

In deze bijlage zijn de gehanteerde uitgangspunten voor de magneetveldberekeningen van de 100 microtesla magneetveldcontour van onderstation Oostzaan opgenomen.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

Datum : 09-04-2021

Auteur : Yuri van Geffen – Qirion

Reviewer : Johan Kroeze – Qirion

Versie : 1.0

Dit document beschrijft de uitgangspunten die gehanteerd zijn bij de bepaling van de 100 microtesla-magneetveldcontour van het uit te breiden onderstation Oostzaan.

1. Gehanteerde rekenmethodiek

Door de Europese commissie worden grenswaarden aanbevolen voor de blootstelling van burgers aan elektrische en magnetische velden [1]. Deze grenswaarden gelden ook als aanbeveling in Nederland en voor 50 Hz magnetische velden bedraagt deze 100 microtesla.

Deze grenswaarde is ook van toepassing op kortstondige blootstelling van burgers. Bij berekening van de 100 microtesla magneetveldcontour wordt daarom uit gegaan van een worst-case situatie, waarbij alle stroomvoerende geleiders maximaal belast worden.

Dit is een situatie die in de praktijk niet voor zal komen. De op deze wijze bepaalde 100 microtesla-magneetveldcontour kan dus gezien worden als een veilig, toekomstbestendig maximum.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

2. Uitbreiding OS Oostzaan

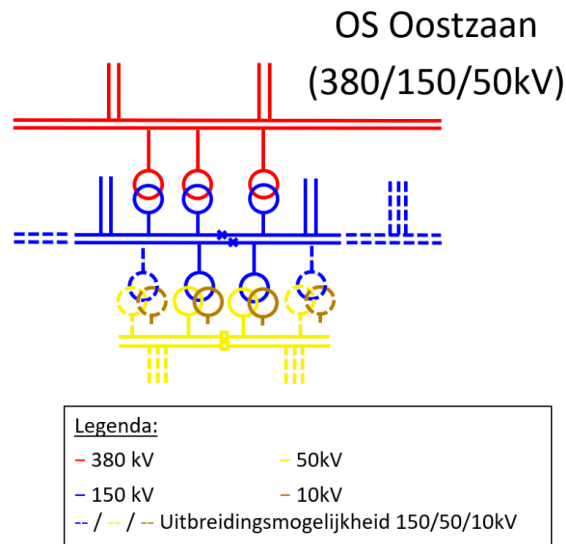
2.1. Scope & lay-out van station Oostzaan

Ten noorden van Amsterdam is het huidige 380kV-onderstation Oostzaan, van TenneT, gelegen. Dit onderstation is een belangrijk voedingspunt in de omgeving van Amsterdam en vanuit hier wordt een deel van de stad Amsterdam en een groot deel van de regio Zaanstad gevoed. Voor de regio Zaanstad wordt een groei van de elektriciteitsvraag verwacht. Deze toename in de elektriciteitsvraag wordt verwacht voor diverse sectoren; niet alleen voor woningbouw, maar ook voor kantoren, datacentra en elektrisch vervoer. Om in de groeiende elektriciteitsvraag van de regio Zaanstad te kunnen voorzien is een uitbreiding van het bestaande onderstation Oostzaan benodigd.

Het huidige Onderstation (OS) Oostzaan, van TenneT, bestaat uit een 380kV AIS-schakelinstallatie. Op het onderstation wordt 380kV naar 150kV getransformeerd met drie transformatoren. Een 150kV schakelinstallatie is momenteel niet aanwezig. De drie 380/150kV-transformatoren zijn middels een tussenliggende hoogspanningslijn op de schakelinstallatie van 150kV-onderstation Hemweg aangesloten.

TenneT is voornemens om het huidige onderstation Oostzaan uit te breiden door het creëren van een nieuw 150kV-voedingspunt. De realisatie van dit voedingspunt is voorzien door middel van een 150kV GIS-installatie, welke in een nieuw gebouw geplaatst zal worden.

Liander is voornemens een aansluiting aan te vragen op het nieuwe 150kV-voedingspunt Oostzaan. Hiermee kunnen de, door Liander, beoogde 150/50/10kV-transformatoren worden gevoed. De eindsituatie gaat uit van vier transformatoren. In eerste instantie worden er twee transformatoren geplaatst, met een uitbreidingsmogelijkheid voor een derde en vierde transformator. Vanaf deze transformatoren voedt Liander een nieuw te realiseren 50kV-schakelinstallatie. Een schematische weergave van de beoogde situatie van OS Oostzaan is weergegeven in Figuur 1. De magneetveldberekening gaat uit van de eindsituatie, inclusief alle voorzienende toekomstige uitbreidingen (gestippeld weergegeven in Figuur 1).



Figuur 1: Schematische weergave OS Oostzaan (bronnen: '002.892.20 Single line Oostzaan versie 1.2 d.d.13-01-2021.pdf', Transformatorstation Oostzaan Bestaande Situatie TenneT 15 dec 2020.pdf en 'OZ grondschemarev_A.pdf')

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

In Figuur 2 en Figuur 4 (Bijlage 1) is de lay-out van onderstation Oostzaan weergegeven in de eindsituatie. De schematische weergave van Figuur 1 sluit hierop aan. Het station zal in de eindsituatie bestaan uit:

- *De bestaande 380kV AIS-installatie, met 4 lijnvelden, 3 transformatorvelden en 2 koppelvelden (gecombineerd);*
- *Een dubbelrail 150kV GIS-installatie met langskoppelveld;*
- *Nieuwe 150kV kabelverbindingen op het stationsterrein t.b.v. het inlossen van de 150kV-GIS in 150kV Hemweg-Oostzaan en het aansluiten van transformatoren van Liander (onderstaand);*
- *Vier nieuwe trafocellen die geschikt zijn voor 150/50/10kV 140MVA transformatoren (Liander);*
- *Een nieuw gebouw met een 50kV dubbelrail GIS-schakelinstallatie (Liander);*

Voor de schakelinstallaties zijn in de eindsituatie de onderstaande velden voorzien:

- *De 380kV installatie 1 bestaat uit:*
 - *4 lijnvelden van 4000A;*
 - *3 transformatorvelden van 4000A;*
 - *2 dwarskoppelvelden van 4000A (gekoppeld met afgaand veld).*
- *De 150kV installatie 1 zal bestaan uit:*
 - *3 voedende transformatorvelden 3150A;*
 - *2 dwarskoppelvelden van 4000A;*
 - *1 langskoppelveld van 4000A;*
 - *4 kabelvelden (t.b.v. Hemweg- Oostzaan) van 2500A;*
 - *4 afgaande transformatorvelden van 2500A;*
 - *9 reserve 2500A velden.*
- *De 50kV installatie 1 van Liander zal bestaan uit:*
 - *4 voedende 1600A velden;*
 - *2 dwarskoppelvelden van 2500A;*
 - *1 sectiescheidingsveld van 2500A;*
 - *16 afgaande 630A velden.*

Voor de eindsituatie is de 100 microtesla grenswaardecontour berekend, waarbij alle stroomvoerende componenten met een spanningsniveau van 10 kV en hoger in de berekening zijn meegenomen.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

3. Uitgangspunten berekening 100 microteslacontour OS Oostzaan

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 rekenregels

De berekening van de 100 microtesla magneetveldcontour gaat uit van alle stroomvoerende geleiders met een spanning van 10 kV en hoger, binnen en buiten, zowel bovengronds als ondergronds. Voor de stromen door die geleiders zijn de volgende 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;*
- *Voor de stroomvoerende geleiders van de 380kV, 150 kV en 50kV kabels/lijnen welke het station in of uit gaan, wordt bij de berekening ervan uitgegaan dat de richting van het vermogenstransport van de kabels/lijnen het station in is (dit betreft de afgaande kabels/lijnen en bijbehorende kabel-/lijn velden);*
- *Voor stroomvoerende geleiders binnen het station (bijvoorbeeld transformator-kabels) wordt ervan uitgegaan dat de richting van het vermogenstransport van de hoge naar de lage spanning is;*
- *De grootte van de rekenstroom voor een stroomvoerende geleider bedraagt 100% van de ontwerpstroom voor die geleider/verbinding;*
- *Voor het railsysteem wordt verondersteld dat beide gehele rails de ontwerpstroom voeren. De grootte van de rekenstroom voor een stroomvoerende geleider bedraagt 100% van de ontwerpstroom voor die geleider/verbinding;*

3.2. Onderhoudssituaties

Naast de magneetveldcontour van de normaal situatie is voor de relevante onderhoudssituaties van een 150kV of 380kV-circuit eveneens een 100 microtesla magneetveldcontour bepaald. Vervolgens is getoetst of deze binnen het hekwerk van het onderstation blijft. Hierbij is rekening gehouden met:

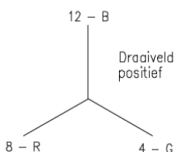
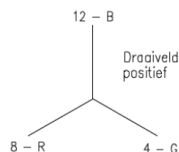
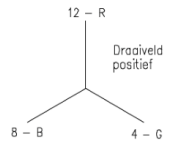
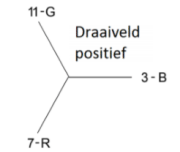
- Onderhoud aan één van beide circuits 380kV Beverwijk-Oostzaan wit/zwart;
- Onderhoud aan één van beide circuits 380kV Diemen-Oostzaan Grijs of 380kV Krimpen-Oostzaan zwart;
- Onderhoud aan één van de vier circuits 150kV Hemweg-Oostzaan wit/zwart/oranje/paars.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

3.3. Klokgetallen

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

Tabel 1: Klokgetallen schema OS Oostzaan, eindsituatie

Spannings-niveau	380 kV			150 kV			50 kV			10 kV		
Trafo-aansluiting	W	V	U	W	V	U	W	V	U	W	V	U
	12	4	8	12	4	8	12	4	8	7	11	3
Klokgetal												
	Bron: 'S2003 – Definities klokgetallen v4.0.docx'											

3.4. Transformatoren

Aansluitend bij de notitie [2] van het RIVM worden de inwendige transformatorwikkelingen van de vermogenstransformator niet in het rekenmodel opgenomen.

500 MVA 380/150/50 kV TRANSFORMATOREN

Gegevens van de drie gemodelleerde 500 MVA 380/150/50 kV transformatoren:

- Type transformatoren : 500 MVA 380/150/50 kV
- Vector configuratie : YNyn0d5
- Maatvoering en opstelling in een transformatorcel : Boven aanzicht conform 'B3.4.2-n1.1.4.3_OZN380-00892-01-00004-001-N-08-04-2021', zij aanzicht conform 'Bijlage 5 tm 13 kl.pdf'¹.

140 MVA 150/50/10 kV TRANSFORMATOREN

Gegevens van de vier gemodelleerde 140 MVA 150/50/10 kV transformatoren:

- Type transformatoren : 140 MVA 150/50/10 kV
- Vector configuratie : YNyn0d5
- Maatvoering en opstelling in een transformatorcel : Opstelling overeenkomstig met OS Nieuwe Meer, conform 'NMR-A1-233534-000001 trafo 3 (concept voorbeeld).pdf'.

3.5. 380 kV schakelinstallatie

De 380 kV installatie betreft een bestaande installatie waar geen aanpassingen aan worden gedaan. Onderstaand zijn de gegevens van de bestaande- en tevens toekomstige situatie weergegeven.

- Type installatie : AIS (Voor indeling en opbouw installatie, zie Figuur 2)
- Spanningsniveau : 380 kV
- Veldindeling : Zie onderstaande Tabel 3.

¹ <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/08/Bijlage%205%20tm%2013%20kl.pdf>

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

Tabel 2: Veldindeling 380 kV schakelinstallatie 1, station Oostzaan, eindsituatie

Veldnummer Installatie 1	Type veld Installatie 1
Veld 1	TR401
Veld 2	KIJ-Z
Veld 3	TR402
Veld 4	DIM-G
Veld 5 & 6	TR403 & Koppelveld gecombineerd
Veld 7 & 8	BVW-W & Koppelveld gecombineerd
Veld 9	BVW-Z

- *Kenmerken:*
 - Dubbelrail op 380 kV, voorzien van twee koppelvelden (gecombineerd met afgaand veld).
 - Het koppelveld heeft een nominale stroombelastbaarheid van 4000 A,
 - De nominale stroombelastbaarheid van de hoofdrails bedraagt 4000 A,
 - De transformatorvelden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 4000 A,
 - De nominale stroombelastbaarheid van de lijnvelden bedraagt 4000 A,
- *Grondschem* : zie schematische weergave in Figuur 1

Bij de berekening wordt ervan uitgegaan dat in de 380 kV installatie beide rails (dus zowel rail A én B de ontwerpbelasting voeren.

3.6. 150 kV schakelinstallatie

- *Type installatie* : GIS, in pandig. Aannamen type: Siemens 8DN8 170kV.
(zie Figuur 2, Figuur 3, Figuur 5, Figuur 6, Figuur 7 en Figuur 8)
- *Spanningsniveau* : 150 kV
- *Veldindeling* : Zie onderstaande Tabel 3.

Tabel 3: Veldindeling 150 kV schakelinstallatie, station Oostzaan, eindsituatie

Veldnummer Installatie 1	Type veld Installatie 1
Veld 1	Reserveveld
Veld 2	Reserveveld
Veld 3	Reserveveld
Veld 4	Reserveveld
Veld 5	Reserveveld
Veld 6	Reserveveld
Veld 7	Kabelveld/lijnveld Hemweg Wit
Veld 8	Voedend transformatorveld TR401
Veld 9	Afgaand transformatorveld (TR2 Liander)
Veld 10	Kabelveld/lijnveld Hemweg Zwart
Veld 11	Voedend transformatorveld TR402
Veld 12	Dwarskoppelveld 1
Veld 13A	Langskoppelveld 1
Veld 13B	Langskoppelveld 2

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

Veldnummer Installatie 1	Type veld Installatie 1
Veld 14	Dwarskoppelveld 2
Veld 15	Kabelveld/lijnveld Hemweg Oranje
Veld 16	Voedend transformatorveld TR403
Veld 17	Afgaand transformatorveld (TR3 Liander)
Veld 18	Kabelveld/lijnveld Hemweg Paars
Veld 19	Reserveveld
Veld 20	Reserveveld
Veld 21	Reserveveld
Veld 22	Reserveveld
Veld 23	Reserveveld

- *Kenmerken:*
 - Dubbelrail op 150 kV, met langskoppelveld. Beide railsecties voorzien van dwarskoppelveld.
 - De nominale stroombelastbaarheid van de hoofdrails bedraagt 4000 A,
 - De koppelvelden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 4000 A,
 - Afgaande velden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 3150/2500 A,
 - Voor transformatorvelden t.b.v. de 380/150kV-transformatoren is een nominale stroombelastbaarheid van 3150 A toegepast,
 - Voor overige velden is een nominale stroombelastbaarheid van 2500 A toegepast,
- *Grondschem* : Zie grondschem in Figuur 5.
- *Opstellingstekening* : Zie Figuur 2.

Bij de berekening wordt ervan uitgegaan dat in de 150 kV installatie alle railsecties (dus zowel railsectie A1, A2, B1 én B2) de ontwerpbelasting voeren.

3.7. 50 kV schakelinstallatie

- *Type installatie* : GIS, in pandig. Aannam type: Siemens 8DN8 145kV.
(zie Figuur 9 en Figuur 10)
- *Spanningsniveau* : 50 kV
- *Veldindeling* : Zie onderstaande Tabel 4.

Tabel 4: Veldindeling 50 kV schakelinstallatie 1 station Oostzaan, eindsituatie

Veldnummer Installatie 1	Type veld Installatie 1
Veld 01	Reserveveld
Veld 02	Reserveveld
Veld 03	Reserveveld
Veld 04	Reserveveld voedend (TR1)
Veld 05	Meetveld
Veld 06	Afgaand kabelveld
Veld 07	Afgaand kabelveld
Veld 08	Dwarskoppelveld
Veld 09	Afgaand kabelveld

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

Veldnummer Installatie 1	Type veld Installatie 1
Veld 10	Voedend transformatorveld (TR2)
Veld 11	Afgaand kabelveld
Veld 12	Afgaand kabelveld
Veld 13	Langsscheidingsveld
Veld 14	Afgaand kabelveld
Veld 15	Afgaand kabelveld
Veld 16	Voedend transformatorveld (TR3)
Veld 17	Afgaand kabelveld
Veld 18	Dwarskoppelveld
Veld 19	Afgaand kabelveld
Veld 20	Afgaand kabelveld
Veld 21	Meetveld
Veld 22	Reserveveld voedend (TR4)
Veld 23	Reserveveld
Veld 24	Reserveveld
Veld 25	Reserveveld

- *Kenmerken:*
 - Dubbelrail op 50 kV, met langskoppelveld. Beide railsecties voorzien van dwarsscheidingsveld.
 - De nominale stroombelastbaarheid van de hoofdrails bedraagt 2500 A,
 - De dwarskoppelvelden en het langsscheidingsveld hebben een nominale stroombelastbaarheid van 2500 A,
 - De voedende transformatorvelden (veld 4,10,16,22) hebben een nominale stroombelastbaarheid van 1600 A,
 - Alle afgaande kabelvelden en afgaande reservevelden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 630 A,
- *Grondschem* : zie Figuur 9.

Bij de berekening wordt ervan uitgegaan dat in de 50 kV installatie alle railsecties (dus zowel railsectie A1, A2 én B1, B2) de ontwerpbelasting voeren.

3.8. Kabelverbindingen

3.8.1. Afgaande 150 kV kabelverbindingen

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de te verkabelen 150 kV lijndelen van de verbinding Hemweg - Oostzaan zijn overgenomen uit de beschikbare gegevens van de kabels ('B3.6.2-f1 - Systeemontwerp Oostzaan (5.0) 2020-10-01.pdf').

ALGEMENE GEGEVENS

- *Ondergrondse kabels* : 4x 150 kV kabels Hemweg - Oostzaan.
- *Aantal circuits* : 4.
- *Type kabels per verbinding* : nog niet bekend
- *Legconfiguratie*
 - kabelloop ondergronds : platvlak, conform Figuur 2.
- *Hart op hart afstand* : ten minste 2 m, conform Figuur 2.
- *Fase afstand* : 0,35 m, conform Figuur 2.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

- *Dekking boven kabel* : 1,2 m, standaard diepteligging. Bij kabelkruisingen wordt er onderlangs gekruist op 0,6m afstand (1,8m dekking totaal).

CIRCUIT GEGEVENS

- *Circuitsaanduiding* : Hemweg – Oostzaan Zwart/Wit/Paars/Oranje
- *Spanning* : alle circuits 150 kV
- *Kabelbelastbaarheid* : 1925 A (500 MVA) continu, per circuit
- *Ontwerpbelasting* : 1925 A (500 MVA) continu, per circuit

GELEIDEREGEVENS

- *Rekenstroombelasting* :
 - Verbinding Hemweg – Oostzaan Zwart : 1925 A (100% van 500 MVA / 1925 A)
 - Verbinding Hemweg – Oostzaan Wit : 1925 A (100% van 500 MVA / 1925 A)
 - Verbinding Hemweg – Oostzaan Paars : 1925 A (100% van 500 MVA / 1925 A)
 - Verbinding Hemweg – Oostzaan Oranje : 1925 A (100% van 500 MVA / 1925 A)
- *Configuratie en kabeltracé* : Conform Figuur 2.

3.8.2. Voedende 150 kV transformator-kabelverbindingen

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de voedende 150 kV transformator-kabelverbindingen en vanaf de 380/150kV-transformatoren naar de 150kV schakelinstallatie zijn overgenomen uit de beschikbare gegevens van de kabels ('B3.6.2-f1 - Systeemontwerp Oostzaan (5.0) 2020-10-01.pdf').

ALGEMENE GEGEVENS

- *Ondergrondse kabels* : 3x 150 kV transformator-kabels.
- *Aantal circuits* : niet van toepassing
- *Type kabels per transformatorverbinding* : nog niet bekend.
- *Legconfiguratie*
 - kabelloop ondergronds : platvlak, conform Figuur 2.
- *Hart op hart afstand* : ten minste 2 m, conform Figuur 2.
- *Fase afstand* : 0,35 m, conform Figuur 2.
- *Dekking boven kabel* : 1,2 m, standaard diepteligging. Bij kabelkruisingen wordt er onderlangs gekruist op 0,6m afstand (1,8m dekking totaal).

CIRCUIT GEGEVENS

- *Circuitsaanduiding* : niet van toepassing
- *Spanning* : alle circuits 150 kV
- *Kabelbelastbaarheid* : 1925 A (500 MVA) continu, per circuit
- *Ontwerpbelasting* : 1925 A (500 MVA) continu, per circuit

GELEIDEREGEVENS

- *Rekenstroombelasting* :
 - Verbinding 150kV OZN – 380 TR401 : 1925 A (100% van 1925 A)
 - Verbinding 150kV OZN – 380 TR402 : 1925 A (100% van 1925 A)
 - Verbinding 150kV OZN – 380 TR403 : 1925 A (100% van 1925 A)
- *Configuratie en kabeltracé* : Conform Figuur 2.

3.8.3. Afgaande 150 kV transformator-kabelverbindingen

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de afgaande 150 kV transformator-kabelverbindingen vanaf de 150kV schakelinstallatie naar de 150/50/10kV-transformatoren zijn overgenomen uit de beschikbare gegevens van de kabels ('B3.6.2-f1 - Systeemontwerp Oostzaan (5.0) 2020-10-01.pdf').

ALGEMENE GEGEVENS

- *Ondergrondse kabels* : 4x 150 kV transformator-kabels.
- *Aantal circuits* : niet van toepassing

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

- *Type kabels per transformatorverbinding* : nog niet bekend.
- *Legconfiguratie*
 - *kabelloop ondergronds* : platvlak, conform Figuur 2.
- *Hart op hart afstand* : ten minste 2 m, conform Figuur 2.
- *Fase afstand* : 0,35 m, conform Figuur 2.
- *Dekking boven kabel* : 1,2 m, standaard diepteligging. Bij kabelkruisingen wordt er onderlangs gekruist op 0,6m afstand (1,8m dekking totaal).

CIRCUIT GEGEVENS

- *Circuitsaanduiding* : niet van toepassing
- *Spanning* : alle circuits 150 kV
- *Kabelbelastbaarheid* : 1000 A (260 MVA) per circuit.
- *Ontwerpbelasting* : 1000 A (260 MVA) per circuit.

GELEIDEREGEVENS

- *Rekenstroombelasting* :
 - *Verbinding 150kV Oostzaan – Liander Tr. 1* : 1000 A (100% van 1000 A)
 - *Verbinding 150kV Oostzaan – Liander Tr. 2* : 1000 A (100% van 1000 A)
 - *Verbinding 150kV Oostzaan – Liander Tr. 3* : 1000 A (100% van 1000 A)
 - *Verbinding 150kV Oostzaan – Liander Tr. 4* : 1000 A (100% van 1000 A)
- *Configuratie en kabeltracé* : Conform Figuur 2.

3.8.4. Kabelverbinding tussen 150/50/10 kV transformatoren en 50 kV velden

De 50 kV verbindingen tussen de vier 150/50/10 kV transformatoren van Liander en de bijbehorende velden in de 50 kV installatie bestaan uit éénfase kabels. De gehanteerde uitgangspunten zijn:

- *Aantal circuits* : totaal 8 (24 MS-kabels)
 - *Trafoverbinding Trafo 1 --> 50kV-Installatie 1, veld 4* : 2 circuits (6 HS-kabels)
 - *Trafoverbinding Trafo 2 --> 50kV-Installatie 1, veld 10* : 2 circuits (6 HS-kabels)
 - *Trafoverbinding Trafo 3 --> 50kV -Installatie 1, veld 16* : 2 circuits (6 HS-kabels)
 - *Trafoverbinding Trafo 4 --> 50kV -Installatie 1, veld 22* : 2 circuits (6 HS-kabels)
- *Type kabel per transformatorverbinding* : 2 circuits 1x630 Al
- *Legconfiguratie*
 - *kabelopvoer in transformatorcel* : plat vlak (zie Figuur 12)
 - *kabelloop ondergronds* : driehoek (zie Figuur 13)
 - *kabelloop in kelder 50 kV gebouw* : driehoek (zie Figuur 13)
- *Dekking boven kabel* : min. 1,0 m dekking
- *Nominale transportcapaciteit* : 1960 A per trafoverbinding ²
- *Rekenstroombelasting* : 1960 A (170 MVA) per trafoverbinding ²
- *Kabelloop op stationsterrein* : Conform Figuur 13.

3.8.5. Afgaande 50 kV kabelcircuits 1x630Al

- *Type kabel* : nog niet bekend, aangenomen kabeltype YMevkrvld 36/50 kV 1x630 Alrm + as50 conform ²
- *Aantal circuits* : 13
- *Nominale transportcapaciteit* : 649 A per kabelcircuit (56 MVA), uitgaande van driehoeksligging zonder grondverbetering conform ²

² Conform tabel 11 van document S7002, uitgaande van de maximale waarde in driehoeksligging in grond. Dit is de waarde genoemd onder 'aanvullend type B'.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

- *Rekenstroombelasting* : 649 A per kabelcircuit (56 MVA), conform ²
- *Kabelloop op stationsterrein* : Conform Figuur 2 en kabelgegevens uit datasheet 'TKF-ymekrvasdldwd-fca-3650-kv-58192-nl.pdf'.

3.9. Rekenstromen

De rekenbelastingen voor het berekenen van de 100 microtesla magneetveldcontour in de eindsituatie van station Oostzaan zijn in Tabel 5 verzameld.

De rekenstromen uit kolom 6 worden gehanteerd in het rekenmodel voor het bepalen van de 100 microtesla magneetveldcontour.

Tabel 5: Rekenstromen 100 microtesla magneetveldcontour station Oostzaan, eindsituatie

Nr.	Omschrijving	Nominaal Vermogen [MVA]	Nominale stroom [A]	Rekenvermogen 100 μ T [MVA]	Rekenstroom 100 μ T [A]
380 kV STATIONSDEEL (TENNET)					
1	380kV rail A/B	2633	4000	2633	4000
2	Koppelveld	2633	4000	2633	4000
3	Lijnvelden	2633	4000	2633	4000
4	Transformatorvelden	2633	4000	2633	4000
150 kV STATIONSDEEL (TENNET)					
5	150kV rail A/B	1039	4000	1039	4000
6	Dwarskoppelvelden/Langskoppelvelden	1039	4000	1039	4000
7	Voedende transformatorvelden	818	3150	818	3150
8	Afgaande transformatorvelden	650	2500	650	2500
9	Kabelvelden	650	2500	650	2500
10	Reservevelden	650	2500	650	2500
11	150 kV verbinding Hemweg - Oostzaan circuit Z/W/P/O	500	1925	500	1925
12	150kV transformatorkabels koppeltrafo's	500	1925	500	1925
13	150kV transformatorkabels Liander	260	1000	260	1000
14	150kV kabels veld 4,5 en 19	300	1155	300	1155
50 kV STATIONSDEEL (LIANDER)					
15	50kV rail A/B	217	2500	217	2500
16	50kV dwars-/langskoppelveld	217	2500	217	2500

**Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour
onderstation Oostzaan**

Nr.	Omschrijving	Nominaal Vermogen [MVA]	Nominale stroom [A]	Rekenvermo- gen 100 μ T [MVA]	Rekenstroom 100 μ T [A]
17	50kV voedende velden, voedende reserve velden (t.b.v. TR1, TR2, TR3, TR4)	139	1600	139	1600
18	50kV afgaande velden, reserve velden	55	630	55	630
19	Afgaande 50 kV kabelcircuits 1x630Al	56	649 ³	56	649 ³
20	Trafoverbinding Trafo 1 → Installatie 1	170	1960 ³	170	1960 ³
21	Trafoverbinding Trafo 2 → Installatie 1	170	1960 ³	170	1960 ³
22	Trafoverbinding Trafo 3 → Installatie 1	170	1960 ³	170	1960 ³
23	Trafoverbinding Trafo 4 → Installatie 1	170	1960 ³	170	1960 ³

³ Conform s7002.

**Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour
onderstation Oostzaan**

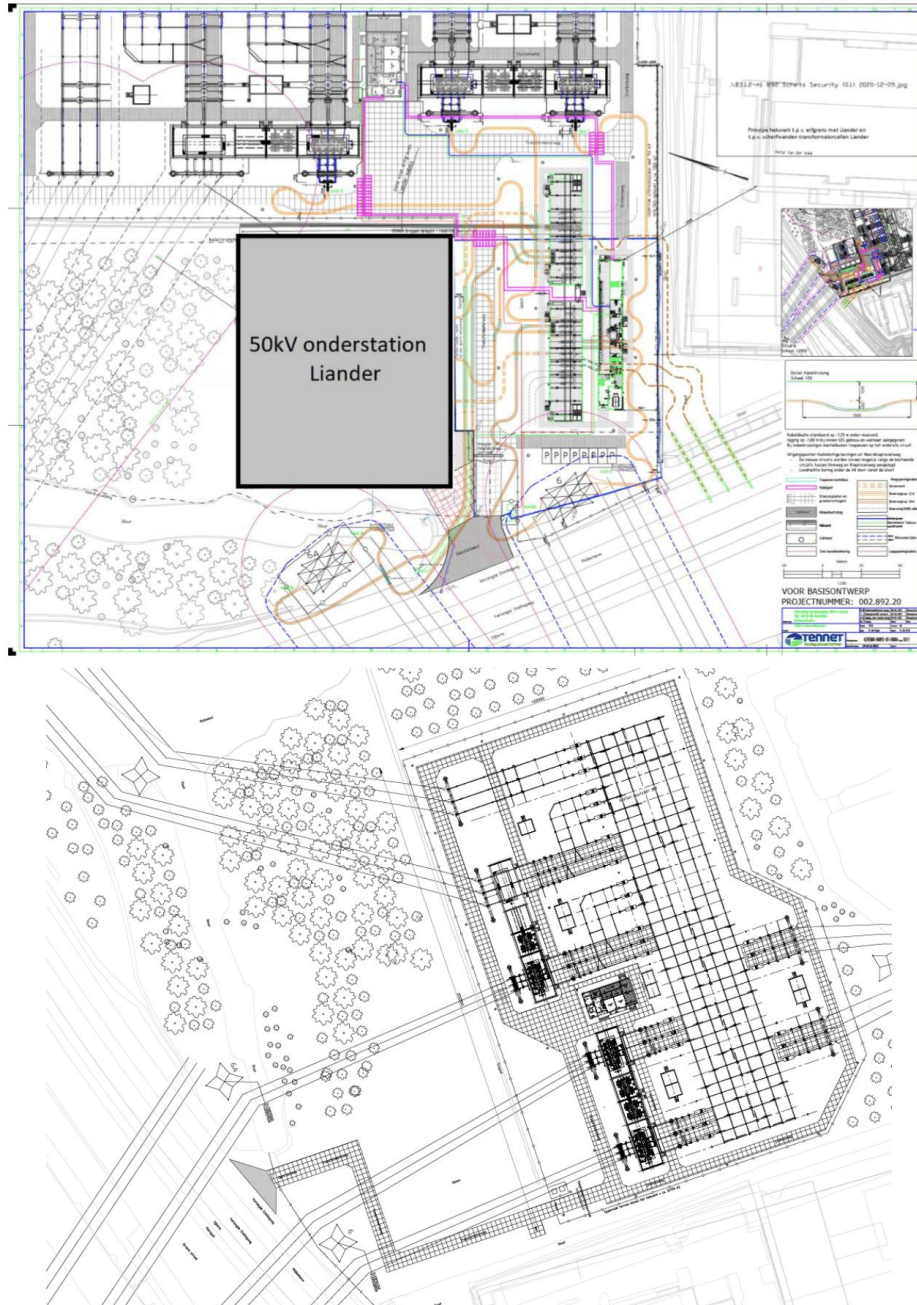
Referenties

Onderstaande referenties zijn gebruikt:

1. EU publicatie 1999/519/EG, 'AANBEVELING VAN DE RAAD van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz — 300 GHz', 12 juli 1999
2. 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.

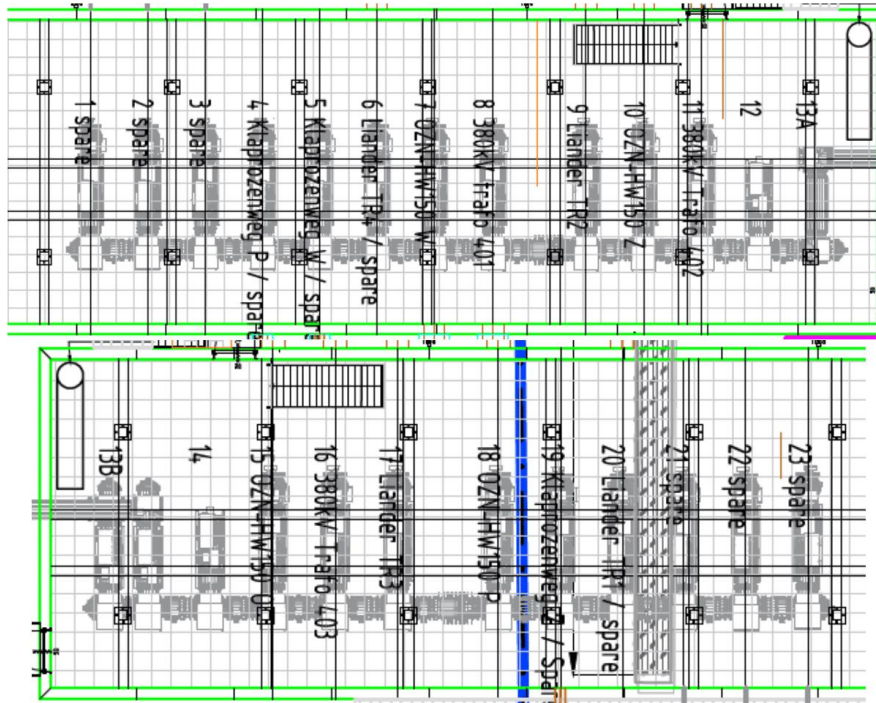
**Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour
onderstation Oostzaan**

Bijlage 1 : Eindsituatie onderstation Oostzaan

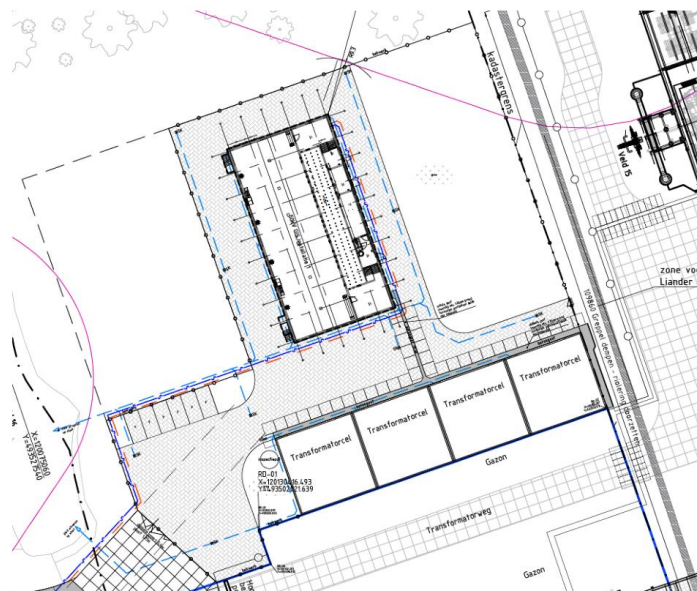


Figuur 2: Boven: Lay-out stationsontwerp en kabelloop eindsituatie OS Oostzaan, Tennet deel (bron: 'B3.4.2-n1.1 .4.3_OZN380-00892-01-00004-001-N-08-04-2021.pdf'), Onder: Lay-out huidige en tevens toekomstige situatie 380kV en huidige situatie 150kV ('Transformatorstation Oostzaan Bestaande Situatie TenneT 15 dec 2020.pdf').

**Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour
onderstation Oostzaan**

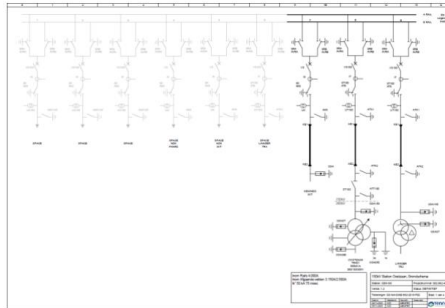


Figuur 3: Detail opstellingstekening 150kV GIS installatie OS Oostzaan. Boven: linker helft van de installatie, onder: rechter helft van de installatie. (bron: 'B3.4.2-n1.1.4.3_OZN380-00892-01-00004-001-N-08-04-2021.pdf')

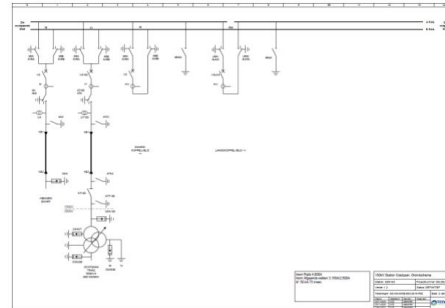


Figuur 4: Lay-out stationsontwerp eindsituatie OS OZN, Lander deel (bron: RLI-678-003 situatie vergunning.pdf)

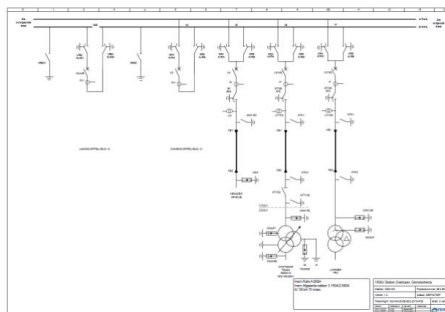
Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan



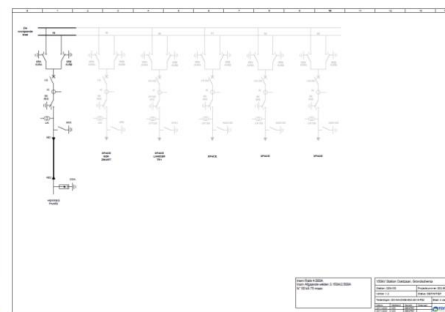
Grondschema 150kV pagina 1/4



Grondschema 150kV pagina 2/4

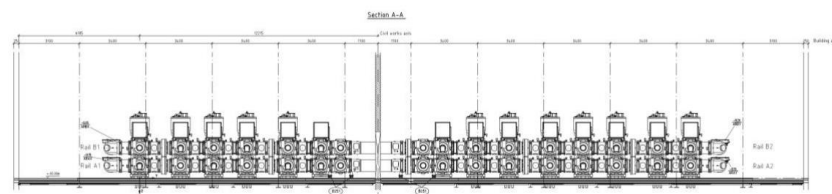


Grondschema 150kV pagina 3/4



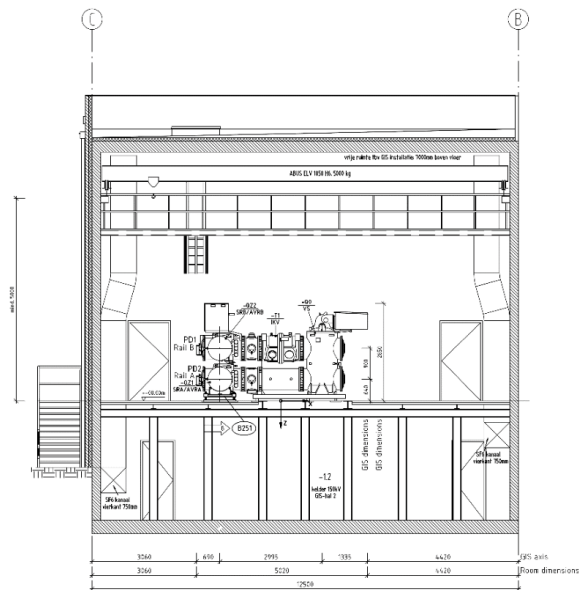
Grondschema 150kV pagina 4/4

Figuur 5: Grondschema 150kV GIS installatie (bron: '002.892.20 Single line Oostzaan versie 1.2 d.d.13-01-2021.pdf')

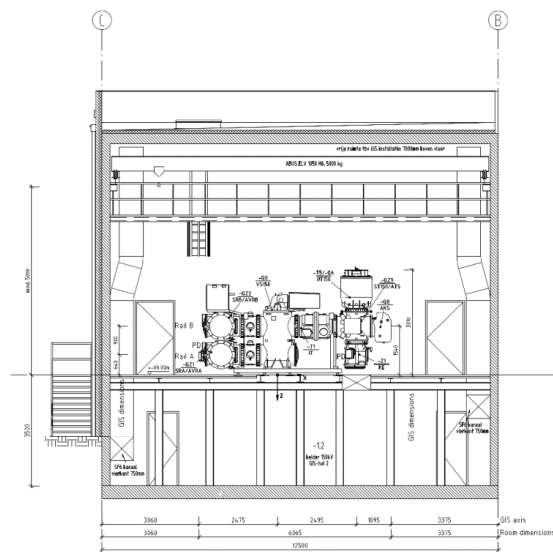


Figuur 6: Zij aanzicht gelijkende 150kV GIS-installatie (van OS Velsen, veldindeling wijkt af)

**Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour
onderstation Oostzaan**

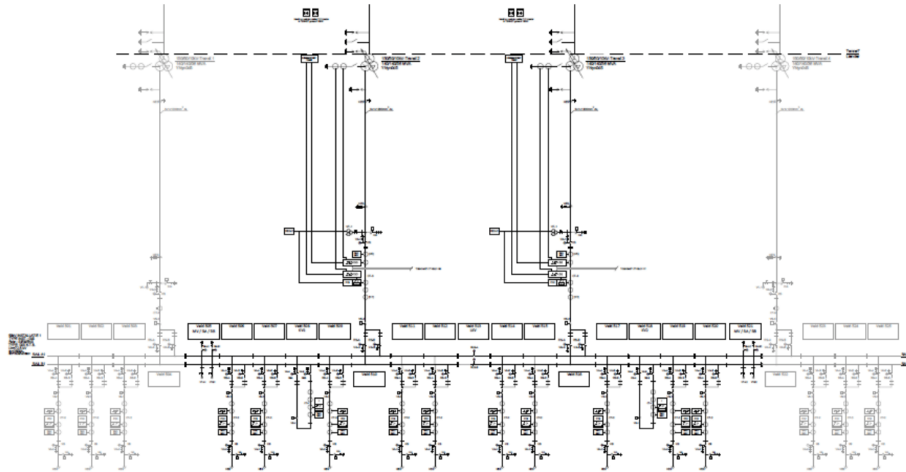


Figuur 7: Zijaanzicht GIS koppelveld Siemens 8DN8 170kV (in GIS-hal OS Velsen)

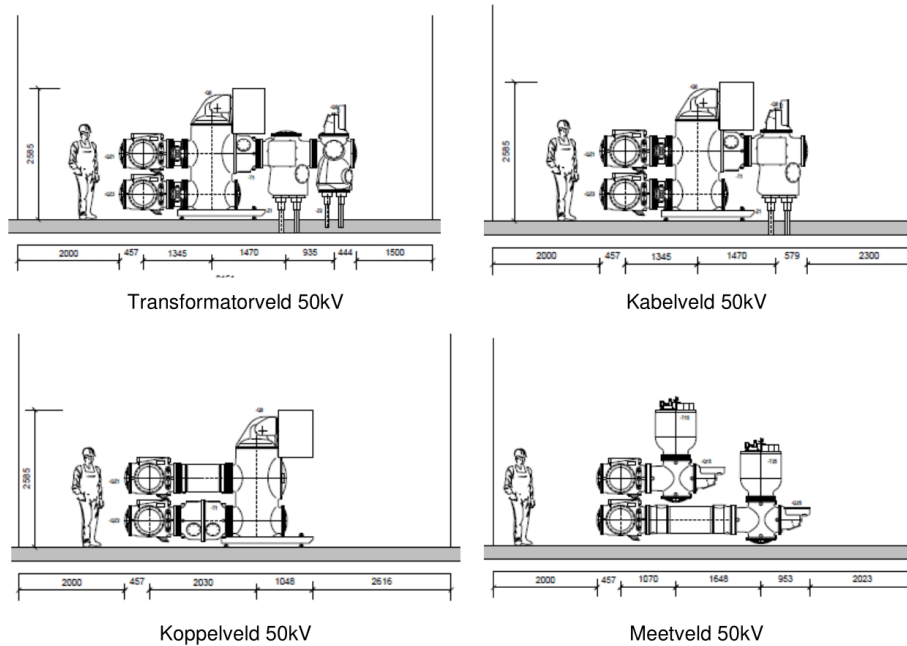


Figuur 8: Zijaanzicht GIS kabelveld dubbel Siemens 8DN8 170kV (in GIS-hal OS Velsen)

**Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour
onderstation Oostzaan**

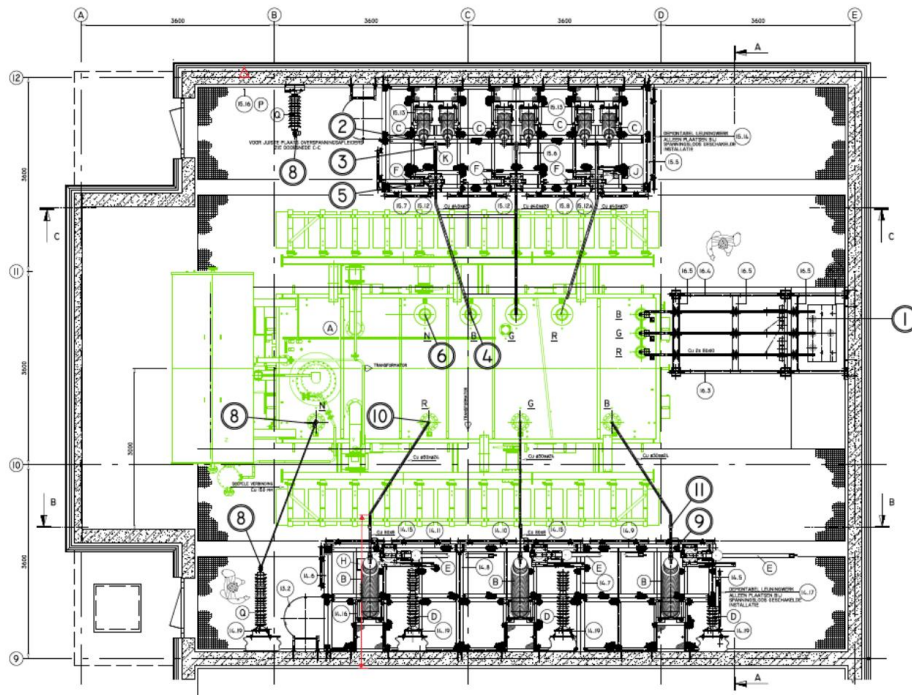


Figuur 9: Grondschema Liander 50kV (bron: 'Grondschenma primair met bev.pdf')

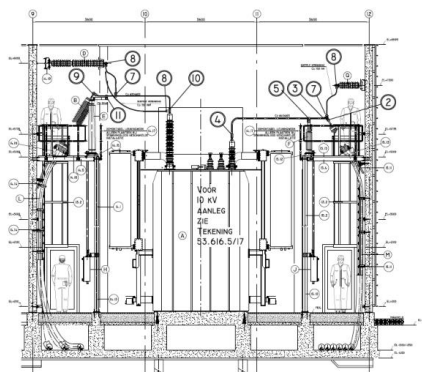


Figuur 10: Gelijkende 50kV installatie volgens Alliander referentiestation (bron: 'A3_G71770_RF1410_V003_SEC_R3_Reference ss.pdf')

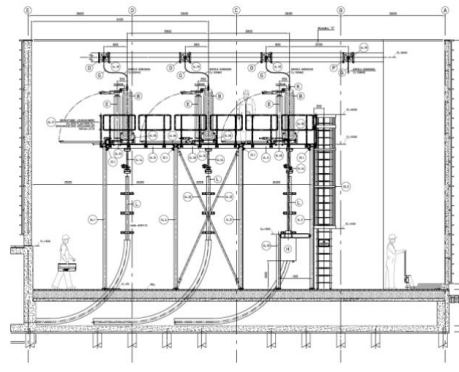
**Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour
onderstation Oostzaan**



Figuur 11: Bovenaanzicht 140MVA transformatorcel (Opstellingstekening transformatorcel 'NMR-A1-233534-000001 trafo 3 (concept voorbeeld).pdf')

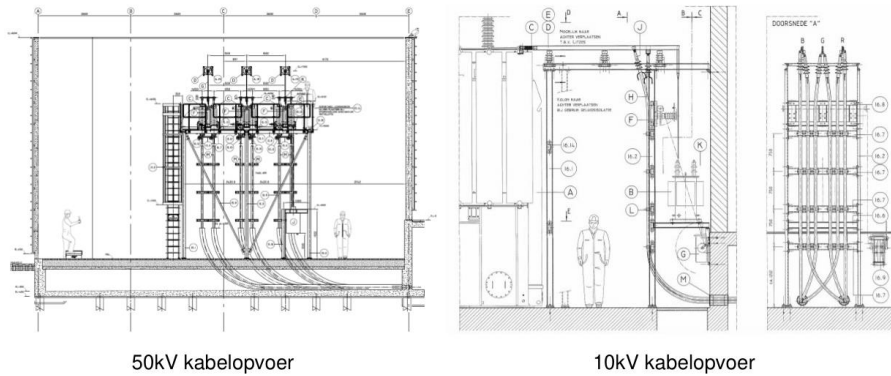


Zijaanzicht



150kV kabelopvoer

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

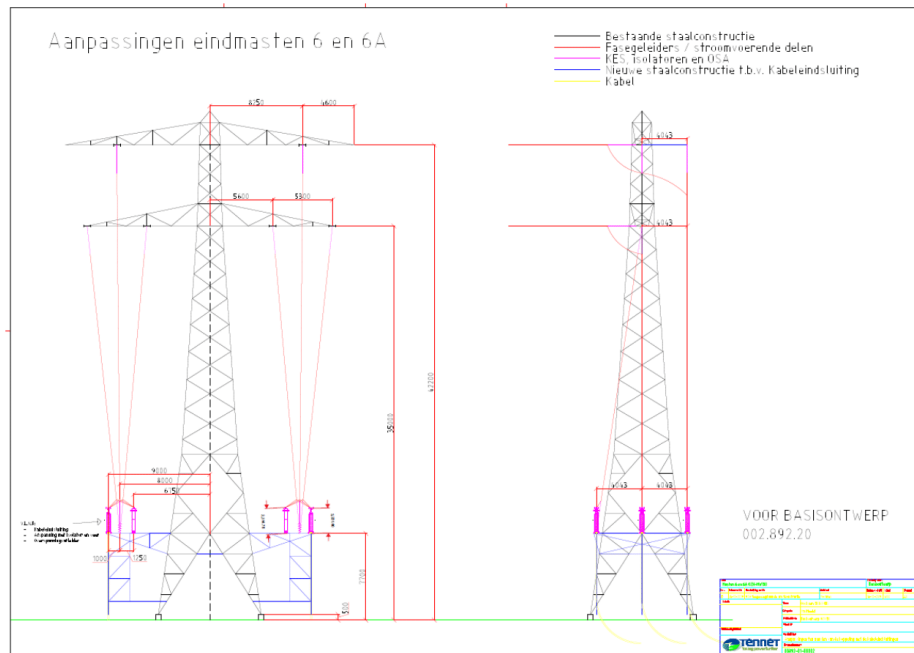


Figuur 12: Legconfiguratie kabelopvoer in transformatorcel (Opstellingstekening transformatorcel 'NMR-A1-233534-000002.pdf', 'NMR-A1-233534-000003.pdf', 'NMR-A1-233534-000004.pdf', 'NMR_018-001_Tekening_Installatie_Aarding,Kabelloop,TR.pdf')



Figuur 13: Kabellegging 50kV Liander (bron: 'RLO-2975-01-ST-BWK var8A (vervallen).pdf') Alleen 50kV kabeltekening is actueel, voor actuele opstelling en overige componenten zie Figuur 4.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan



Figuur 14: Aanpassingen van eindmast 6 en 6A ten behoeve van de ombouw naar opstijgpunt (bron: 'B3.5.2-g2
Uitwerking KES en koppeling masten 6 en 6A (B) 2019-10-18.pdf')

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

Datum : 09-04-2021

Auteur : Yuri van Geffen – Qirion

Reviewer : Johan Kroeze – Qirion

Versie : 1.0

Dit document beschrijft de uitgangspunten die gehanteerd zijn bij de bepaling van de 100 microtesla-magneetveldcontour van het uit te breiden onderstation Oostzaan.

1. Gehanteerde rekenmethodiek

Door de Europese commissie worden grenswaarden aanbevolen voor de blootstelling van burgers aan elektrische en magnetische velden [1]. Deze grenswaarden gelden ook als aanbeveling in Nederland en voor 50 Hz magnetische velden bedraagt deze 100 microtesla.

Deze grenswaarde is ook van toepassing op kortstondige blootstelling van burgers. Bij berekening van de 100 microtesla magneetveldcontour wordt daarom uit gegaan van een worst-case situatie, waarbij alle stroomvoerende geleiders maximaal belast worden.

Dit is een situatie die in de praktijk niet voor zal komen. De op deze wijze bepaalde 100 microtesla-magneetveldcontour kan dus gezien worden als een veilig, toekomstbestendig maximum.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

2. Uitbreiding OS Oostzaan

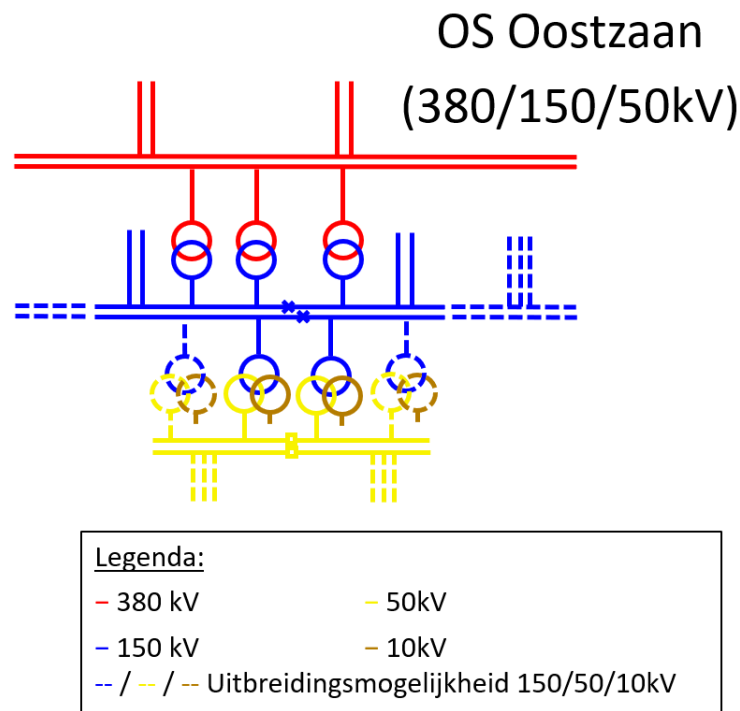
2.1. Scope & lay-out van station Oostzaan

Ten noorden van Amsterdam is het huidige 380kV-onderstation Oostzaan, van TenneT, gelegen. Dit onderstation is een belangrijk voedingspunt in de omgeving van Amsterdam en vanuit hier wordt een deel van de stad Amsterdam en een groot deel van de regio Zaanstad gevoed. Voor de regio Zaanstad wordt een groei van de elektriciteitsvraag verwacht. Deze toename in de elektriciteitsvraag wordt verwacht voor diverse sectoren; niet alleen voor woningbouw, maar ook voor kantoren, datacentra en elektrisch vervoer. Om in de groeiende elektriciteitsvraag van de regio Zaanstad te kunnen voorzien is een uitbreiding van het bestaande onderstation Oostzaan benodigd.

Het huidige Onderstation (OS) Oostzaan, van TenneT, bestaat uit een 380kV AIS-schakelinstallatie. Op het onderstation wordt 380kV naar 150kV getransformeerd met drie transformatoren. Een 150kV schakelinstallatie is momenteel niet aanwezig. De drie 380/150kV-transformatoren zijn middels een tussenliggende hoogspanningslijn op de schakelinstallatie van 150kV-onderstation Hemweg aangesloten.

TenneT is voornemens om het huidige onderstation Oostzaan uit te breiden door het creëren van een nieuw 150kV-voedingspunt. De realisatie van dit voedingspunt is voorzien door middel van een 150kV GIS-installatie, welke in een nieuw gebouw geplaatst zal worden.

Liander is voornemens een aansluiting aan te vragen op het nieuwe 150kV-voedingspunt Oostzaan. Hiermee kunnen de, door Liander, beoogde 150/50/10kV-transformatoren worden gevoed. De eindsituatie gaat uit van vier transformatoren. In eerste instantie worden er twee transformatoren geplaatst, met een uitbreidingsmogelijkheid voor een derde en vierde transformator. Vanaf deze transformatoren voedt Liander een nieuw te realiseren 50kV-schakelinstallatie. Een schematische weergave van de beoogde situatie van OS Oostzaan is weergegeven in Figuur 1. De magneetveldberekening gaat uit van de eindsituatie, inclusief alle voorziende toekomstige uitbreidingen (gestippeld weergegeven in Figuur 1).



Figuur 1: Schematische weergave OS Oostzaan (bronnen: '002.892.20 Single line Oostzaan versie 1.2 d.d.13-01-2021.pdf', Transformatorstation Oostzaan Bestaande Situatie TenneT 15 dec 2020.pdf en 'OZ grondschemarev_A.pdf')

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

In Figuur 2 en Figuur 4 (Bijlage 1) is de lay-out van onderstation Oostzaan weergegeven in de eindsituatie. De schematische weergave van Figuur 1 sluit hierop aan. Het station zal in de eindsituatie bestaan uit:

- *De bestaande 380kV AIS-installatie, met 4 lijnvelden, 3 transformatorvelden en 2 koppelvelden (gecombineerd);*
- *Een dubbelrail 150kV GIS-installatie met langskoppelveld;*
- *Nieuwe 150kV kabelverbindingen op het stationsterrein t.b.v. het inlussen van de 150kV-GIS in 150kV Hemweg-Oostzaan en het aansluiten van transformatoren van Liander (onderstaand);*
- *Vier nieuwe trafocellen die geschikt zijn voor 150/50/10kV 140MVA transformatoren (Liander);*
- *Een nieuw gebouw met een 50kV dubbelrail GIS-schakelinstallatie (Liander);*

Voor de schakelinstallaties zijn in de eindsituatie de onderstaande velden voorzien:

- *De 380kV installatie 1 bestaat uit:*
 - *4 lijnvelden van 4000A;*
 - *3 transformatorvelden van 4000A;*
 - *2 dwarskoppelvelden van 4000A (gekoppeld met afgaand veld).*
- *De 150kV installatie 1 zal bestaan uit:*
 - *3 voedende transformatorvelden 3150A;*
 - *2 dwarskoppelvelden van 4000A;*
 - *1 langskoppelveld van 4000A;*
 - *4 kabelvelden (t.b.v. Hemweg- Oostzaan) van 2500A;*
 - *4 afgaande transformatorvelden van 2500A;*
 - *9 reserve 2500A velden.*
- *De 50kV installatie 1 van Liander zal bestaan uit:*
 - *4 voedende 1600A velden;*
 - *2 dwarskoppelvelden van 2500A;*
 - *1 sectiescheidingsveld van 2500A;*
 - *16 afgaande 630A velden.*

Voor de eindsituatie is de 100 microtesla grenswaardecontour berekend, waarbij alle stroomvoerende componenten met een spanningsniveau van 10 kV en hoger in de berekening zijn meegenomen.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

3. Uitgangspunten berekening 100 microteslacontour OS Oostzaan

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 rekenregels

De berekening van de 100 microtesla magneetveldcontour gaat uit van alle stroomvoerende geleiders met een spanning van 10 kV en hoger, binnen en buiten, zowel bovengronds als ondergronds. Voor de stromen door die geleiders zijn de volgende 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;*
- *Voor de stroomvoerende geleiders van de 380kV, 150 kV en 50kV kabels/lijnen welke het station in of uit gaan, wordt bij de berekening ervan uitgegaan dat de richting van het vermogenstransport van de kabels/lijnen het station in is (dit betreft de afgaande kabels/lijnen en bijbehorende kabel-/lijn velden);*
- *Voor stroomvoerende geleiders binnen het station (bijvoorbeeld transformatorkabels) wordt ervan uitgegaan dat de richting van het vermogenstransport van de hoge naar de lage spanning is;*
- *De grootte van de rekenstroom voor een stroomvoerende geleider bedraagt 100% van de ontwerpstroom voor die geleider/verbinding;*
- *Voor het railsysteem wordt verondersteld dat beide gehele rails de ontwerpstroom voeren. De grootte van de rekenstroom voor een stroomvoerende geleider bedraagt 100% van de ontwerpstroom voor die geleider/verbinding;*

3.2. Onderhoudssituaties

Naast de magneetveldcontour van de normaalsituatie is voor de relevante onderhoudssituaties van een 150kV of 380kV-circuit eveneens een 100 microtesla magneetveldcontour bepaald. Vervolgens is getoetst of deze binnen het hekwerk van het onderstation blijft. Hierbij is rekening gehouden met:

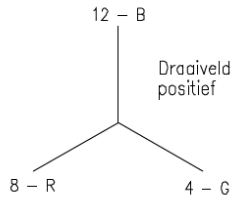
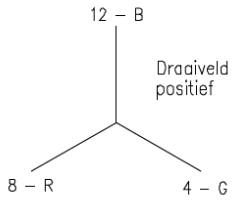
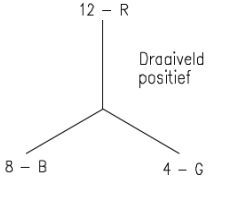
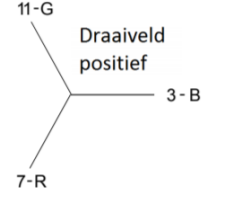
- Onderhoud aan één van beide circuits 380kV Beverwijk-Oostzaan wit/zwart;
- Onderhoud aan één van beide circuits 380kV Diemen-Oostzaan Grijs of 380kV Krimpen-Oostzaan zwart;
- Onderhoud aan één van de vier circuits 150kV Hemweg-Oostzaan wit/zwart/oranje/paars.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

3.3. Klokgetallen

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

Tabel 1: Klokgetallen schema OS Oostzaan, eindsituatie

Spannings-niveau	380 kV			150 kV			50 kV			10 kV		
Trafo-aansluiting	W	V	U	W	V	U	W	V	U	W	V	U
	12	4	8	12	4	8	12	4	8	7	11	3
Klokgetal												
	Bron: 'S2003 – Definities klokgetallen v4.0.docx'.											

3.4. Transformatoren

Aansluitend bij de notitie [2] van het RIVM worden de inwendige transformatorwikkelingen van de vermogenstransformator niet in het rekenmodel opgenomen.

500 MVA 380/150/50 kV TRANSFORMATOREN

Gegevens van de drie gemodelleerde 500 MVA 380/150/50 kV transformatoren:

- Type transformatoren : 500 MVA 380/150/50 kV
- Vector configuratie : YNyn0d5
- Maatvoering en opstelling in een transformatorcel : Boven aanzicht conform 'B3.4.2-n1.1.4.3_OZN380-00892-01-00004-001-N-08-04-2021', zij aanzicht conform 'Bijlage 5 tm 13 kl.pdf'¹.

140 MVA 150/50/10 kV TRANSFORMATOREN

Gegevens van de vier gemodelleerde 140 MVA 150/50/10 kV transformatoren:

- Type transformatoren : 140 MVA 150/50/10 kV
- Vector configuratie : YNyn0d5
- Maatvoering en opstelling in een transformatorcel : Opstelling overeenkomstig met OS Nieuwe Meer, conform 'NMR-A1-233534-000001 trafo 3 (concept voorbeeld).pdf'.

3.5. 380 kV schakelinstallatie

De 380 kV installatie betreft een bestaande installatie waar geen aanpassingen aan worden gedaan. Onderstaand zijn de gegevens van de bestaande- en tevens toekomstige situatie weergegeven.

- Type installatie : AIS (Voor indeling en opbouw installatie, zie Figuur 2)
- Spanningsniveau : 380 kV
- Veldindeling : Zie onderstaande Tabel 3.

¹ <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/08/Bijlage%205%20tm%2013%20kl.pdf>

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

Tabel 2: Veldindeling 380 kV schakelinstallatie 1, station Oostzaan, eindsituatie

Veldnummer Installatie 1	Type veld Installatie 1
Veld 1	TR401
Veld 2	KIJ-Z
Veld 3	TR402
Veld 4	DIM-G
Veld 5 & 6	TR403 & Koppelveld gecombineerd
Veld 7 & 8	BVW-W & Koppelveld gecombineerd
Veld 9	BVW-Z

- *Kenmerken:*
 - Dubbelrail op 380 kV, voorzien van twee koppelvelden (gecombineerd met afgaand veld).
 - Het koppelveld heeft een nominale stroombelastbaarheid van 4000 A,
 - De nominale stroombelastbaarheid van de hoofd rails bedraagt 4000 A,
 - De transformatorvelden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 4000 A,
 - De nominale stroombelastbaarheid van de lijnvelden bedraagt 4000 A,
- *Grondschem* : zie schematische weergave in Figuur 1

Bij de berekening wordt ervan uitgegaan dat in de 380 kV installatie beide rails (dus zowel rail A én B de ontwerpbelasting voeren.

3.6. 150 kV schakelinstallatie

- *Type installatie* : GIS, in pandig. Aannamen type: Siemens 8DN8 170kV.
(zie Figuur 2, Figuur 3, Figuur 5, Figuur 6, Figuur 7 en Figuur 8)
- *Spanningsniveau* : 150 kV
- *Veldindeling* : Zie onderstaande Tabel 3.

Tabel 3: Veldindeling 150 kV schakelinstallatie, station Oostzaan, eindsituatie

Veldnummer Installatie 1	Type veld Installatie 1
Veld 1	Reserveveld
Veld 2	Reserveveld
Veld 3	Reserveveld
Veld 4	Reserveveld
Veld 5	Reserveveld
Veld 6	Reserveveld
Veld 7	Kabelveld/lijnveld Hemweg Wit
Veld 8	Voedend transformatorveld TR401
Veld 9	Afgaand transformatorveld (TR2 Liander)
Veld 10	Kabelveld/lijnveld Hemweg Zwart
Veld 11	Voedend transformatorveld TR402
Veld 12	Dwarskoppelveld 1
Veld 13A	Langskoppelveld 1
Veld 13B	Langskoppelveld 2

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

Veldnummer Installatie 1	Type veld Installatie 1
Veld 14	Dwarskoppelveld 2
Veld 15	Kabelveld/lijnveld Hemweg Oranje
Veld 16	Voedend transformatorveld TR403
Veld 17	Afgaand transformatorveld (TR3 Liander)
Veld 18	Kabelveld/lijnveld Hemweg Paars
Veld 19	Reserveveld
Veld 20	Reserveveld
Veld 21	Reserveveld
Veld 22	Reserveveld
Veld 23	Reserveveld

- *Kenmerken:*
 - Dubbelrail op 150 kV, met langskoppelveld. Beide railsecties voorzien van dwarskoppelveld.
 - De nominale stroombelastbaarheid van de hoofd rails bedraagt 4000 A,
 - De koppelvelden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 4000 A,
 - Afgaande velden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 3150/2500 A,
 - Voor transformatorvelden t.b.v. de 380/150kV-transformatoren is een nominale stroombelastbaarheid van 3150 A toegepast,
 - Voor overige velden is een nominale stroombelastbaarheid van 2500 A toegepast,
- *Grondschem* : Zie grondschem in Figuur 5.
- *Opstellingstekening* : Zie Figuur 2.

Bij de berekening wordt ervan uitgegaan dat in de 150 kV installatie alle railsecties (dus zowel railsectie A1, A2, B1 én B2) de ontwerpbelasting voeren.

3.7. 50 kV schakelinstallatie

- *Type installatie* : GIS, in pandig. Aannames type: Siemens 8DN8 145kV.
(zie Figuur 9 en Figuur 10)
- *Spanningsniveau* : 50 kV
- *Veldindeling* : Zie onderstaande Tabel 4.

Tabel 4: Veldindeling 50 kV schakelinstallatie 1 station Oostzaan, eindsituatie

Veldnummer Installatie 1	Type veld Installatie 1
Veld 01	Reserveveld
Veld 02	Reserveveld
Veld 03	Reserveveld
Veld 04	Reserveveld voedend (TR1)
Veld 05	Meetveld
Veld 06	Afgaand kabelveld
Veld 07	Afgaand kabelveld
Veld 08	Dwarskoppelveld
Veld 09	Afgaand kabelveld

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

Veldnummer Installatie 1	Type veld Installatie 1
Veld 10	Voedend transformatorveld (TR2)
Veld 11	Afgaand kabelveld
Veld 12	Afgaand kabelveld
Veld 13	Langsscheidingsveld
Veld 14	Afgaand kabelveld
Veld 15	Afgaand kabelveld
Veld 16	Voedend transformatorveld (TR3)
Veld 17	Afgaand kabelveld
Veld 18	Dwarskoppelveld
Veld 19	Afgaand kabelveld
Veld 20	Afgaand kabelveld
Veld 21	Meetveld
Veld 22	Reserveveld voedend (TR4)
Veld 23	Reserveveld
Veld 24	Reserveveld
Veld 25	Reserveveld

- *Kenmerken:*
 - Dubbelrail op 50 kV, met langskoppelveld. Beide railsecties voorzien van dwarsscheidingsveld.
 - De nominale stroombelastbaarheid van de hoofd rails bedraagt 2500 A,
 - De dwarskoppelvelden en het langsscheidingsveld hebben een nominale stroombelastbaarheid van 2500 A,
 - De voedende transformatorvelden (veld 4,10,16,22) hebben een nominale stroombelastbaarheid van 1600 A,
 - Alle afgaande kabelvelden en afgaande reservevelden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 630 A,
- *Grondschem* : zie Figuur 9.

Bij de berekening wordt ervan uitgegaan dat in de 50 kV installatie alle railsecties (dus zowel railsectie A1, A2 én B1, B2) de ontwerpbelasting voeren.

3.8. Kabelverbindingen

3.8.1. Afgaande 150 kV kabelverbindingen

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de te verkabelen 150 kV lijndelen van de verbinding Hemweg - Oostzaan zijn overgenomen uit de beschikbare gegevens van de kabels ('B3.6.2-f1 - Systeemontwerp Oostzaan (5.0) 2020-10-01.pdf').

ALGEMENE GEGEVENS

- *Ondergrondse kabels* : 4x 150 kV kabels Hemweg - Oostzaan.
- *Aantal circuits* : 4.
- *Type kabels per verbinding* : nog niet bekend
- *Legconfiguratie*
 - kabelloop ondergronds : platvlak, conform Figuur 2.
- *Hart op hart afstand* : ten minste 2 m, conform Figuur 2.
- *Fase afstand* : 0,35 m, conform Figuur 2.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

- *Dekking boven kabel* : 1,2 m, standaard diepteligging. Bij kabelkruisingen wordt er onderlangs gekruist op 0,6m afstand (1,8m dekking totaal).

CIRCUIT GEGEVENS

- *Circuitsaanduiding* : Hemweg – Oostzaan Zwart/Wit/Paars/Oranje
- *Spanning* : alle circuits 150 kV
- *Kabelbelastbaarheid* : 1925 A (500 MVA) continu, per circuit
- *Ontwerpbelasting* : 1925 A (500 MVA) continu, per circuit

GELEIDEREGEVENS

- *Rekenstroombelasting* :
 - Verbinding Hemweg – Oostzaan Zwart : 1925 A (100% van 500 MVA / 1925 A)
 - Verbinding Hemweg – Oostzaan Wit : 1925 A (100% van 500 MVA / 1925 A)
 - Verbinding Hemweg – Oostzaan Paars : 1925 A (100% van 500 MVA / 1925 A)
 - Verbinding Hemweg – Oostzaan Oranje : 1925 A (100% van 500 MVA / 1925 A)
- *Configuratie en kabeltracé* : Conform Figuur 2.

3.8.2. Voedende 150 kV transformator-kabelverbindingen

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de voedende 150 kV transformator-kabelverbindingen en vanaf de 380/150kV-transformatoren naar de 150kV schakelinstallatie zijn overgenomen uit de beschikbare gegevens van de kabels ('B3.6.2-f1 - Systeemontwerp Oostzaan (5.0) 2020-10-01.pdf').

ALGEMENE GEGEVENS

- *Ondergrondse kabels* : 3x 150 kV transformator-kabels.
- *Aantal circuits* : niet van toepassing
- *Type kabels per transformatorverbinding* : nog niet bekend.
- *Legconfiguratie*
 - kabelloop ondergronds : platvlak, conform Figuur 2.
- *Hart op hart afstand* : ten minste 2 m, conform Figuur 2.
- *Fase afstand* : 0,35 m, conform Figuur 2.
- *Dekking boven kabel* : 1,2 m, standaard diepteligging. Bij kabelkruisingen wordt er onderlangs gekruist op 0,6m afstand (1,8m dekking totaal).

CIRCUIT GEGEVENS

- *Circuitsaanduiding* : niet van toepassing
- *Spanning* : alle circuits 150 kV
- *Kabelbelastbaarheid* : 1925 A (500 MVA) continu, per circuit
- *Ontwerpbelasting* : 1925 A (500 MVA) continu, per circuit

GELEIDEREGEVENS

- *Rekenstroombelasting* :
 - Verbinding 150kV OZN – 380 TR401 : 1925 A (100% van 1925 A)
 - Verbinding 150kV OZN – 380 TR402 : 1925 A (100% van 1925 A)
 - Verbinding 150kV OZN – 380 TR403 : 1925 A (100% van 1925 A)
- *Configuratie en kabeltracé* : Conform Figuur 2.

3.8.3. Afgaande 150 kV transformator-kabelverbindingen

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de afgaande 150 kV transformator-kabelverbindingen vanaf de 150kV schakelinstallatie naar de 150/50/10kV-transformatoren zijn overgenomen uit de beschikbare gegevens van de kabels ('B3.6.2-f1 - Systeemontwerp Oostzaan (5.0) 2020-10-01.pdf').

ALGEMENE GEGEVENS

- *Ondergrondse kabels* : 4x 150 kV transformator-kabels.
- *Aantal circuits* : niet van toepassing

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

- *Type kabels per transformatorverbinding* : nog niet bekend.
- *Legconfiguratie*
 - *kabelloop ondergronds* : platvlak, conform Figuur 2.
- *Hart op hart afstand* : ten minste 2 m, conform Figuur 2.
- *Fase afstand* : 0,35 m, conform Figuur 2.
- *Dekking boven kabel* : 1,2 m, standaard diepteligging. Bij kabelkruisingen wordt er onderlangs gekruist op 0,6m afstand (1,8m dekking totaal).

CIRCUIT GEGEVENS

- *Circuitaanduiding* : niet van toepassing
- *Spanning* : alle circuits 150 kV
- *Kabelbelastbaarheid* : 1000 A (260 MVA) per circuit.
- *Ontwerpbelasting* : 1000 A (260 MVA) per circuit.

GELEIDEREGEVENS

- *Rekenstroombelasting* :
 - *Verbinding 150kV Oostzaan – Liander Tr. 1* : 1000 A (100% van 1000 A)
 - *Verbinding 150kV Oostzaan – Liander Tr. 2* : 1000 A (100% van 1000 A)
 - *Verbinding 150kV Oostzaan – Liander Tr. 3* : 1000 A (100% van 1000 A)
 - *Verbinding 150kV Oostzaan – Liander Tr. 4* : 1000 A (100% van 1000 A)
- *Configuratie en kabeltracé* : Conform Figuur 2.

3.8.4. Kabelverbinding tussen 150/50/10 kV transformatoren en 50 kV velden

De 50 kV verbindingen tussen de vier 150/50/10 kV transformatoren van Liander en de bijbehorende velden in de 50 kV installatie bestaan uit éénfase kabels. De gehanteerde uitgangspunten zijn:

- *Aantal circuits* : totaal 8 (24 MS-kabels)
 - *Trafoverbinding Trafo 1 --> 50kV-Installatie 1, veld 4* : 2 circuits (6 HS-kabels)
 - *Trafoverbinding Trafo 2 --> 50kV-Installatie 1, veld 10* : 2 circuits (6 HS-kabels)
 - *Trafoverbinding Trafo 3 --> 50kV -Installatie 1, veld 16* : 2 circuits (6 HS-kabels)
 - *Trafoverbinding Trafo 4 --> 50kV -Installatie 1, veld 22* : 2 circuits (6 HS-kabels)
- *Type kabel per transformatorverbinding* : 2 circuits 1x630 Al
- *Legconfiguratie*
 - *kabelopvoer in transformatorcel* : plat vlak (zie Figuur 12)
 - *kabelloop ondergronds* : driehoek (zie Figuur 13)
 - *kabelloop in kelder 50 kV gebouw* : driehoek (zie Figuur 13)
- *Dekking boven kabel* : min. 1,0 m dekking
- *Nominale transportcapaciteit* : 1960 A per trafoverbinding ²
- *Rekenstroombelasting* : 1960 A (170 MVA) per trafoverbinding ²
- *Kabelloop op stationsterrein* : Conform Figuur 13.

3.8.5. Afgaande 50 kV kabelcircuits 1x630Al

- *Type kabel* : nog niet bekend, aangenomen kabeltype YMEvkrvld 36/50 kV 1x630 Alrm + as50 conform ²
- *Aantal circuits* : 13
- *Nominale transportcapaciteit* : 649 A per kabelcircuit (56 MVA), uitgaande van driehoeksligging zonder grondverbetering conform ²

² Conform tabel 11 van document S7002, uitgaande van de maximale waarde in driehoeksligging in grond. Dit is de waarde genoemd onder 'aanvullend type B'.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

- *Rekenstroombelasting* : 649 A per kabelcircuit (56 MVA), conform ²
- *Kabelloop op stationsterrein* : Conform Figuur 2 en kabelgegevens uit datasheet 'TKF-ymekrvasdlwd-fca-3650-kv-58192-nl.pdf'.

3.9. Rekenstromen

De rekenbelastingen voor het berekenen van de 100 microtesla magneetveldcontour in de eindsituatie van station Oostzaan zijn in Tabel 5 verzameld.

De rekenstromen uit kolom 6 worden gehanteerd in het rekenmodel voor het bepalen van de 100 microtesla magneetveldcontour.

Tabel 5: Rekenstromen 100 microtesla magneetveldcontour station Oostzaan, eindsituatie

Nr.	Omschrijving	Nominaal Vermogen [MVA]	Nominale stroom [A]	Rekenvermo- gen 100 µT [MVA]	Rekenstroom 100 µT [A]
380 kV STATIONSDEEL (TENNET)					
1	380kV rail A/B	2633	4000	2633	4000
2	Koppelveld	2633	4000	2633	4000
3	Lijnvelden	2633	4000	2633	4000
4	Transformatorvelden	2633	4000	2633	4000
150 kV STATIONSDEEL (TENNET)					
5	150kV rail A/B	1039	4000	1039	4000
6	Dwarskoppelvelden/Langskoppelvelden	1039	4000	1039	4000
7	Voedende transformatorvelden	818	3150	818	3150
8	Afgaande transformatorvelden	650	2500	650	2500
9	Kabelvelden	650	2500	650	2500
10	Reservevelden	650	2500	650	2500
11	150 kV verbinding Hemweg - Oostzaan circuit Z/W/P/O	500	1925	500	1925
12	150kV transformatorkabels koppeltrafo's	500	1925	500	1925
13	150kV transformatorkabels Liander	260	1000	260	1000
14	150kV kabels veld 4,5 en 19	300	1155	300	1155
50 kV STATIONSDEEL (LIANDER)					
15	50kV rail A/B	217	2500	217	2500
16	50kV dwars-/langskoppelveld	217	2500	217	2500

**Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour
onderstation Oostzaan**

Nr.	Omschrijving	Nominaal Vermogen [MVA]	Nominale stroom [A]	Rekenvermo- gen 100 μ T [MVA]	Rekenstroom 100 μ T [A]
17	50kV voedende velden, voedende reserve velden (t.b.v. TR1, TR2, TR3, TR4)	139	1600	139	1600
18	50kV afgaande velden, reserve velden	55	630	55	630
19	Afgaande 50 kV kabelcircuits 1x630Al	56	649 ³	56	649 ³
20	Trafoverbinding Trafo 1 → Installatie 1	170	1960 ³	170	1960 ³
21	Trafoverbinding Trafo 2 → Installatie 1	170	1960 ³	170	1960 ³
22	Trafoverbinding Trafo 3 → Installatie 1	170	1960 ³	170	1960 ³
23	Trafoverbinding Trafo 4 → Installatie 1	170	1960 ³	170	1960 ³

³ Conform s7002.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

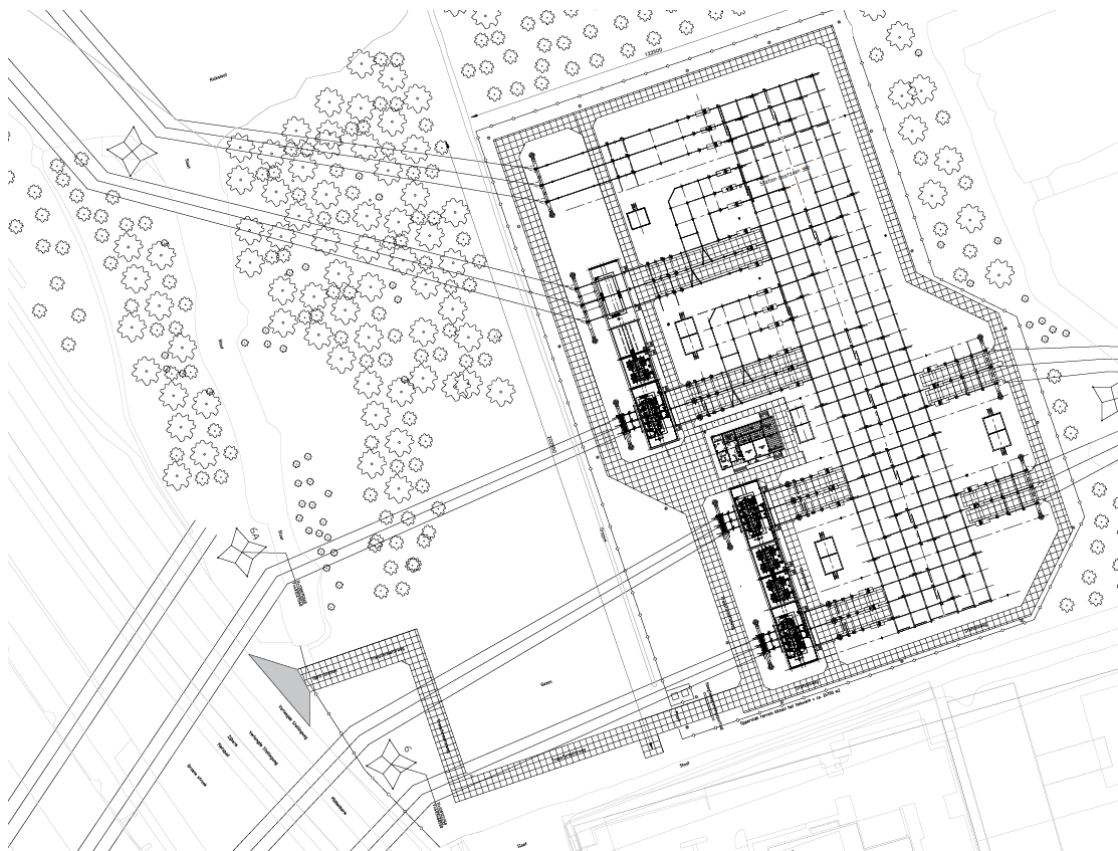
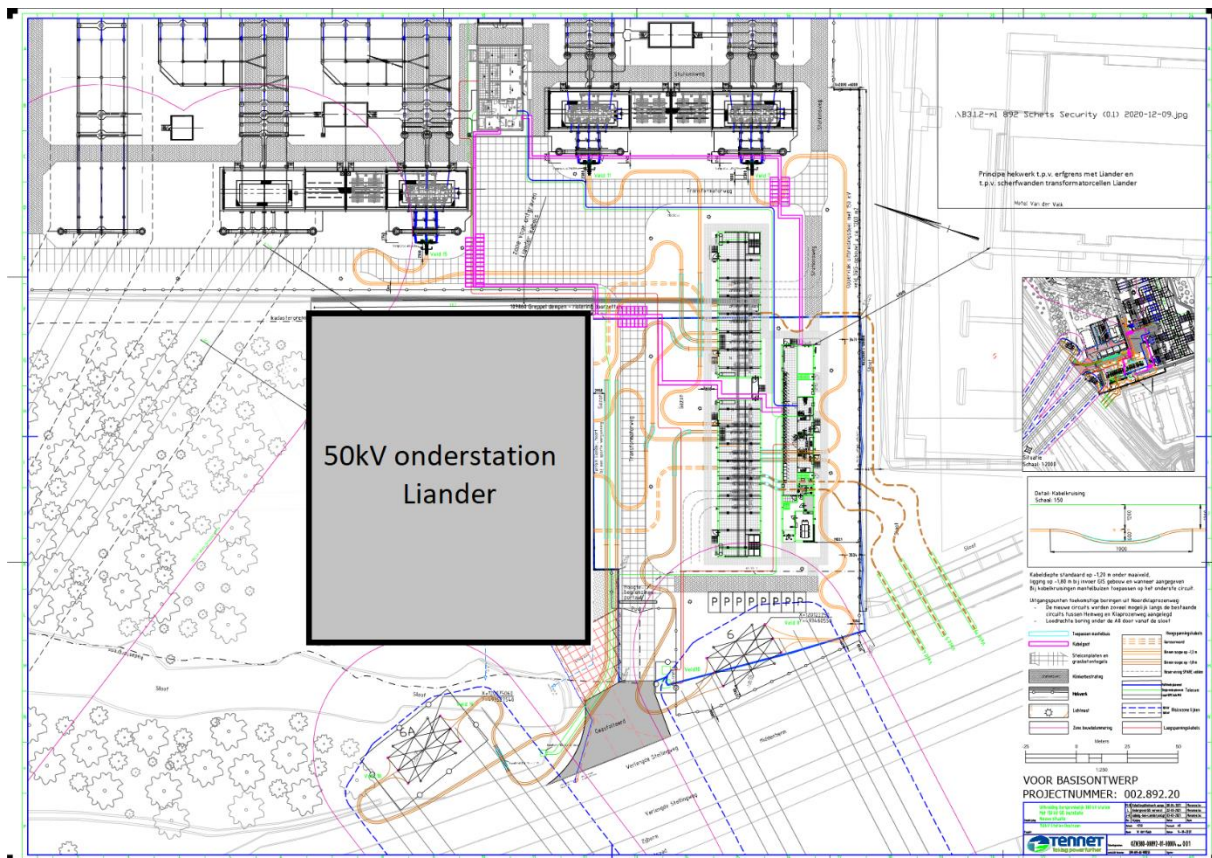
Referenties

Onderstaande referenties zijn gebruikt:

1. EU publicatie 1999/519/EG, 'AANBEVELING VAN DE RAAD van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz — 300 GHz', 12 juli 1999
2. 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.

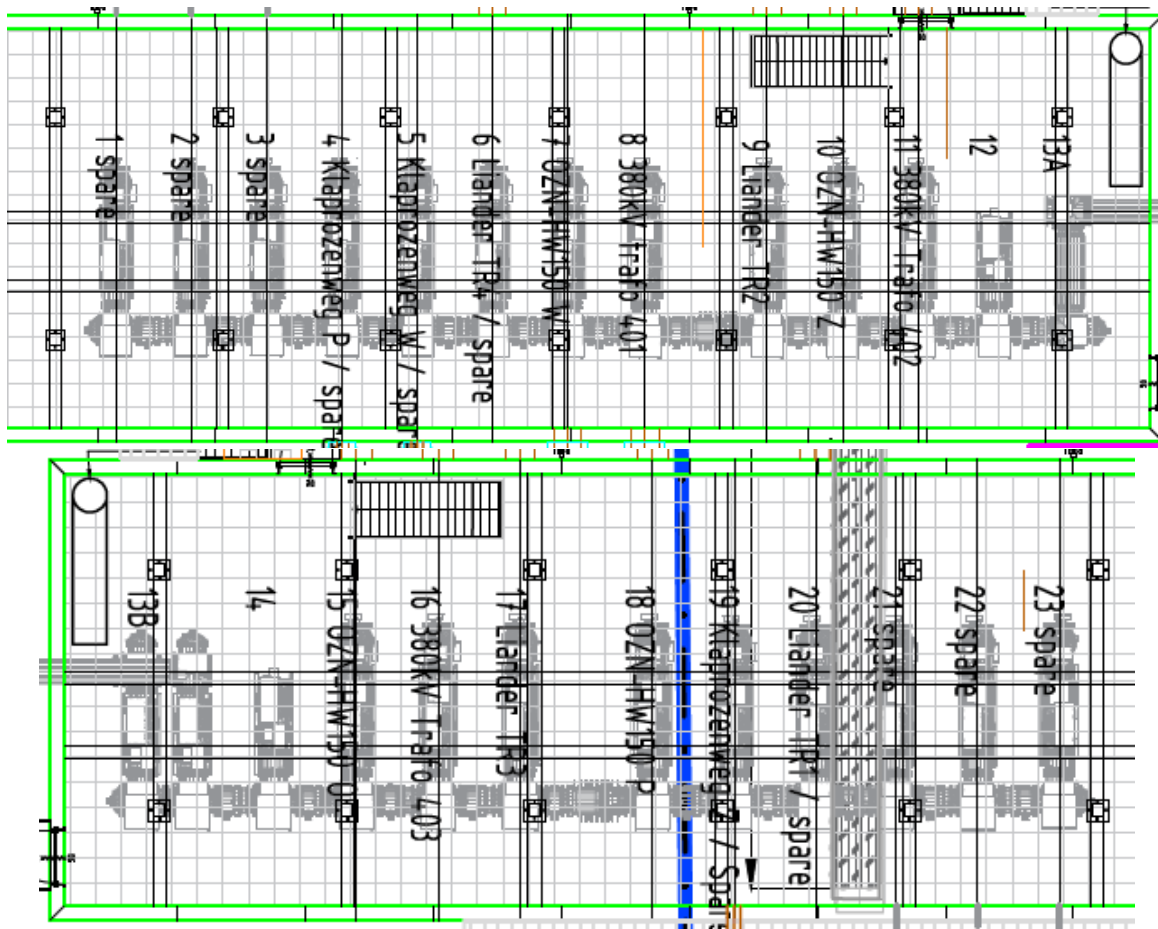
Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

Bijlage 1 : Eindsituatie onderstation Oostzaan

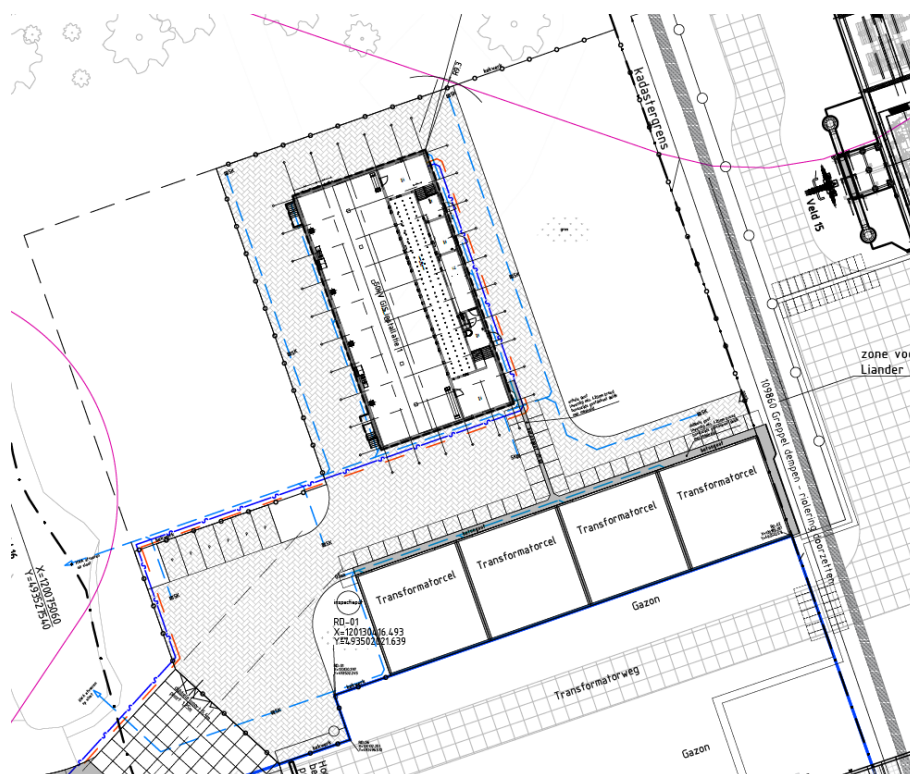


Figuur 2: Boven: Lay-out stationsontwerp en kabelloop eindsituatie OS Oostzaan, Tennet deel (bron: 'B3.4.2-n1.1 .4.3_OZN380-00892-01-00004-001-N-08-04-2021.pdf'), Onder: Lay-out huidige en tevens toekomstige situatie 380kV en huidige situatie 150kV ('Transformatorstation Oostzaan Bestaande Situatie TenneT 15 dec 2020.pdf').

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

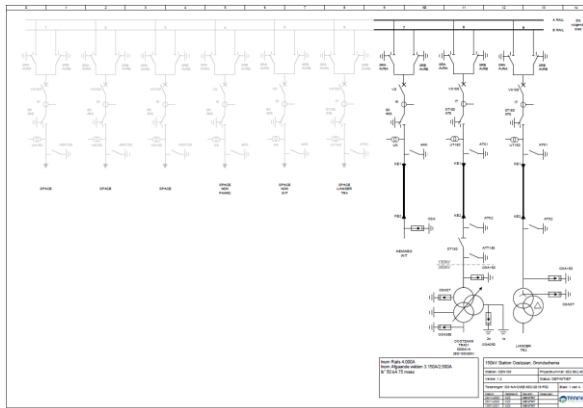


Figuur 3: Detail opstellingstekening 150kV GIS installatie OS Oostzaan. Boven: linker helft van de installatie, onder: rechter helft van de installatie. (bron: 'B3.4.2-n1.1.4.3_OZN380-00892-01-00004-001-N-08-04-2021.pdf')

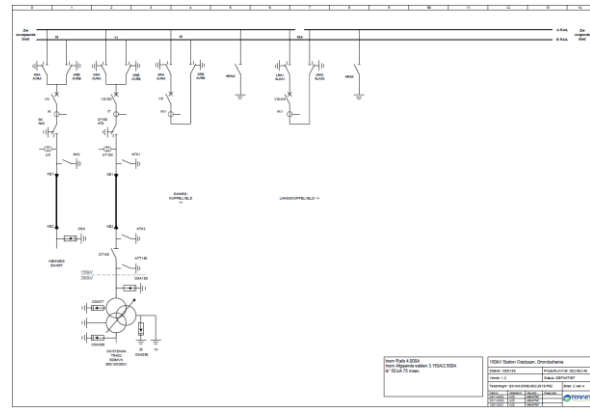


Figuur 4: Lay-out stationsontwerp eindsituatie OS OZN, Liander deel (bron: RLI-678-003 situatie vergunning.pdf)

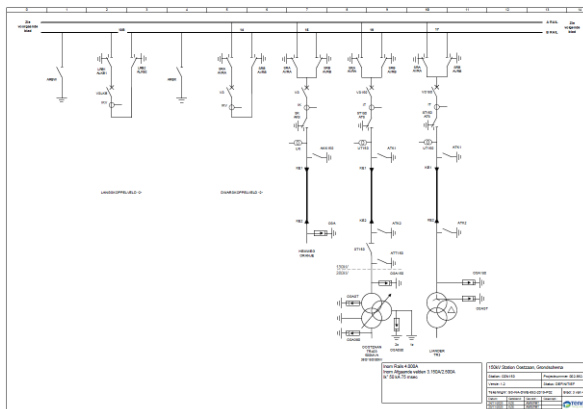
Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan



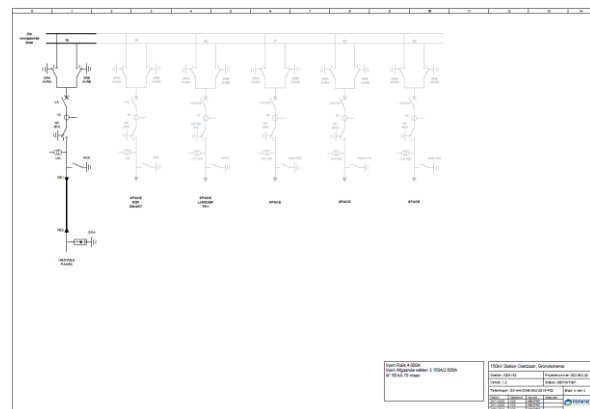
Grondschemadiagram 150kV pagina 1/4



Grondschemadiagram 150kV pagina 2/4

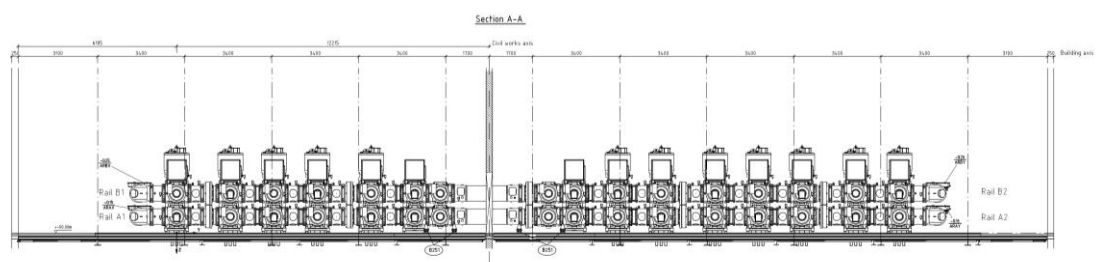


Grondschemadiagram 150kV pagina 3/4



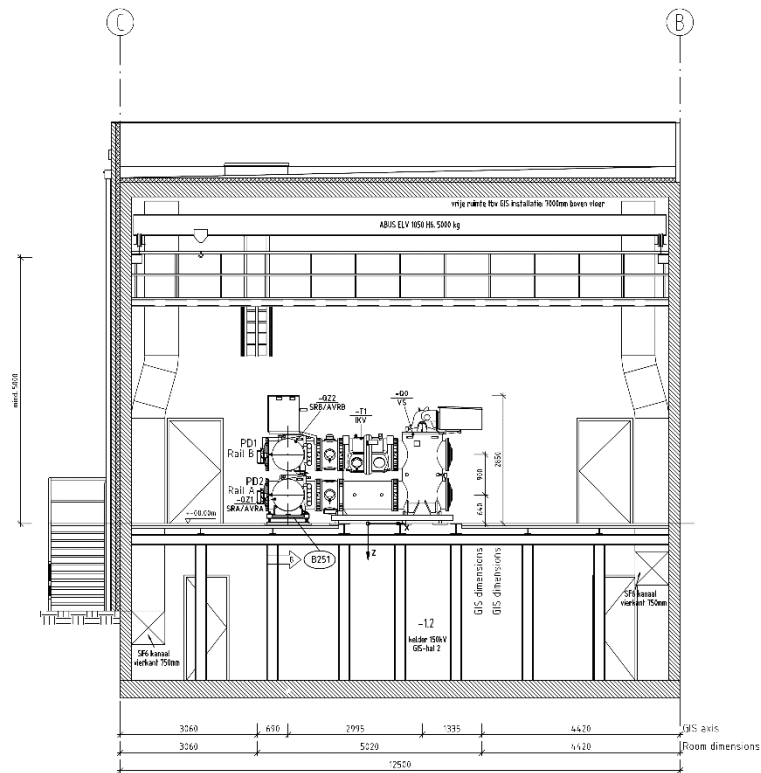
Grondschemadiagram 150kV pagina 4/4

Figuur 5: Grondschemadiagram 150kV GIS installatie (bron: '002.892.20 Single line Oostzaan versie 1.2 d.d.13-01-2021.pdf')

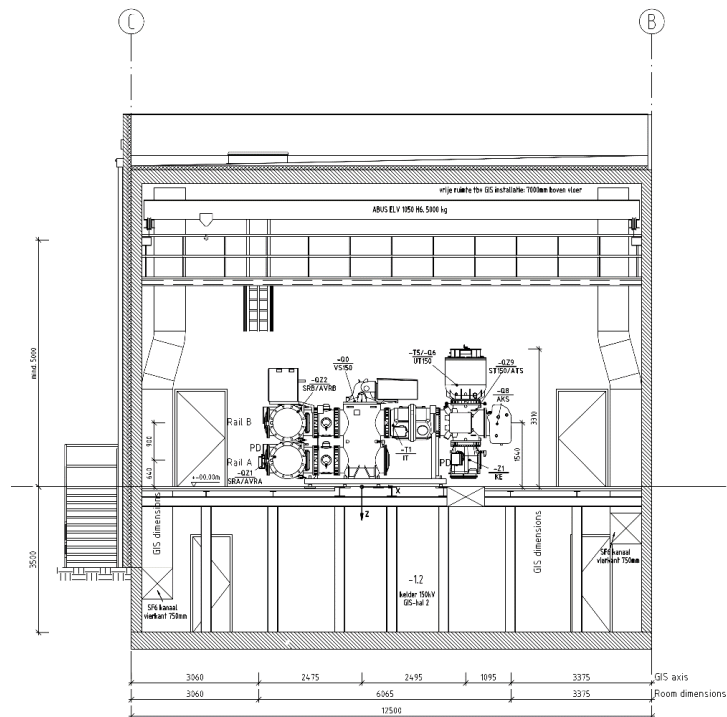


Figuur 6: Zijaanzicht van de 150kV GIS-installatie (van OS Velsen, veldindeling wijkt af)

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

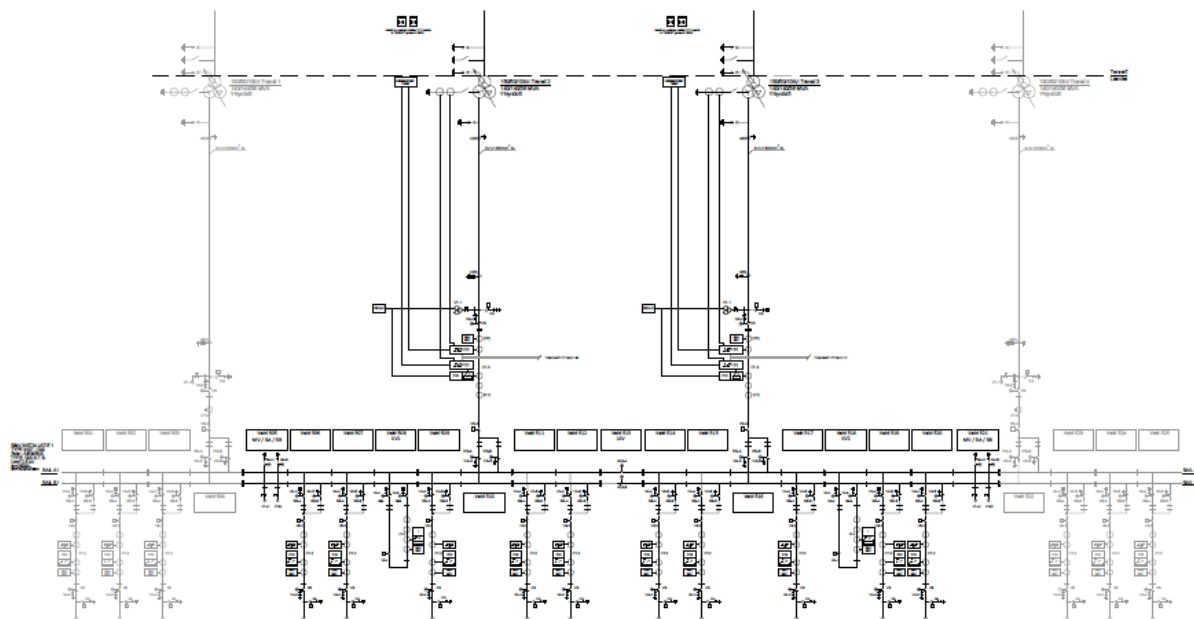


Figuur 7: Zijaanzicht GIS koppelveld Siemens 8DN8 170kV (in GIS-hal OS Velsen)

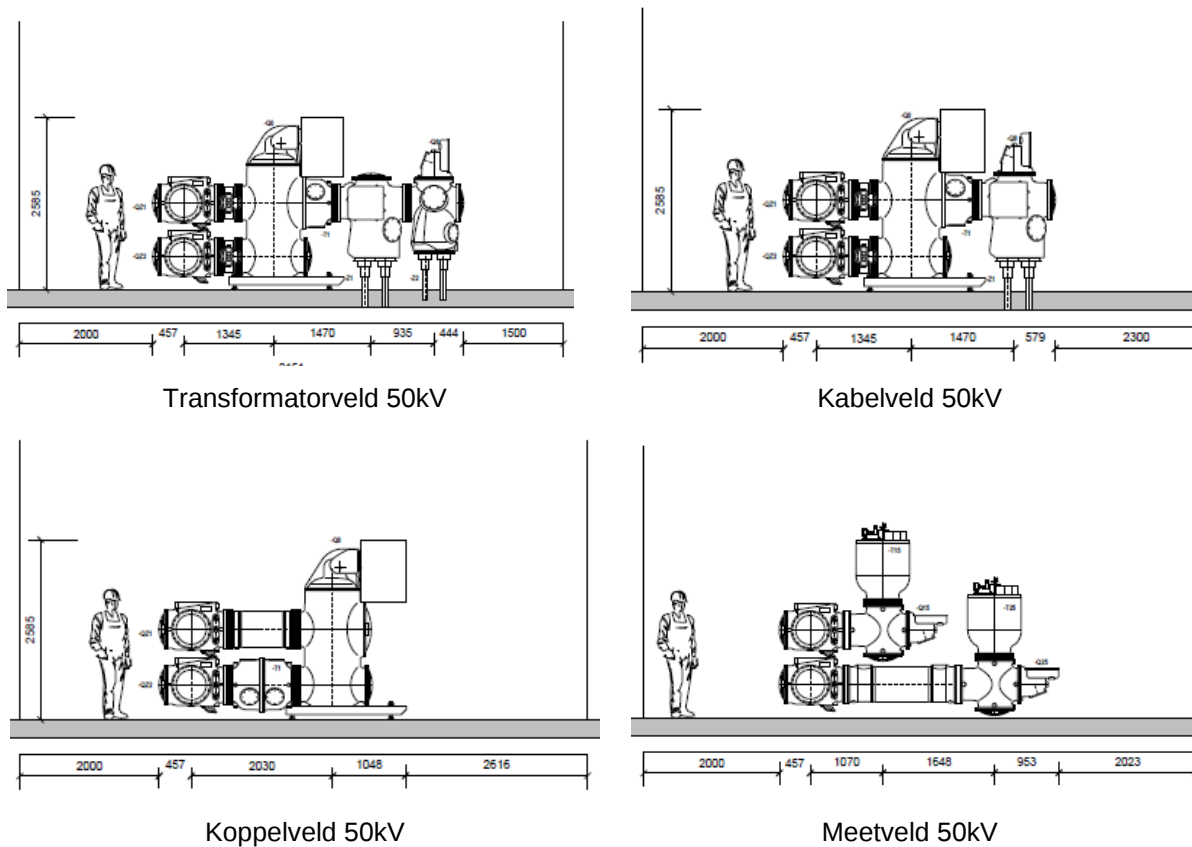


Figuur 8: Zijaanzicht GIS kabelveld dubbel Siemens 8DN8 170kV (in GIS-hal OS Velsen)

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan

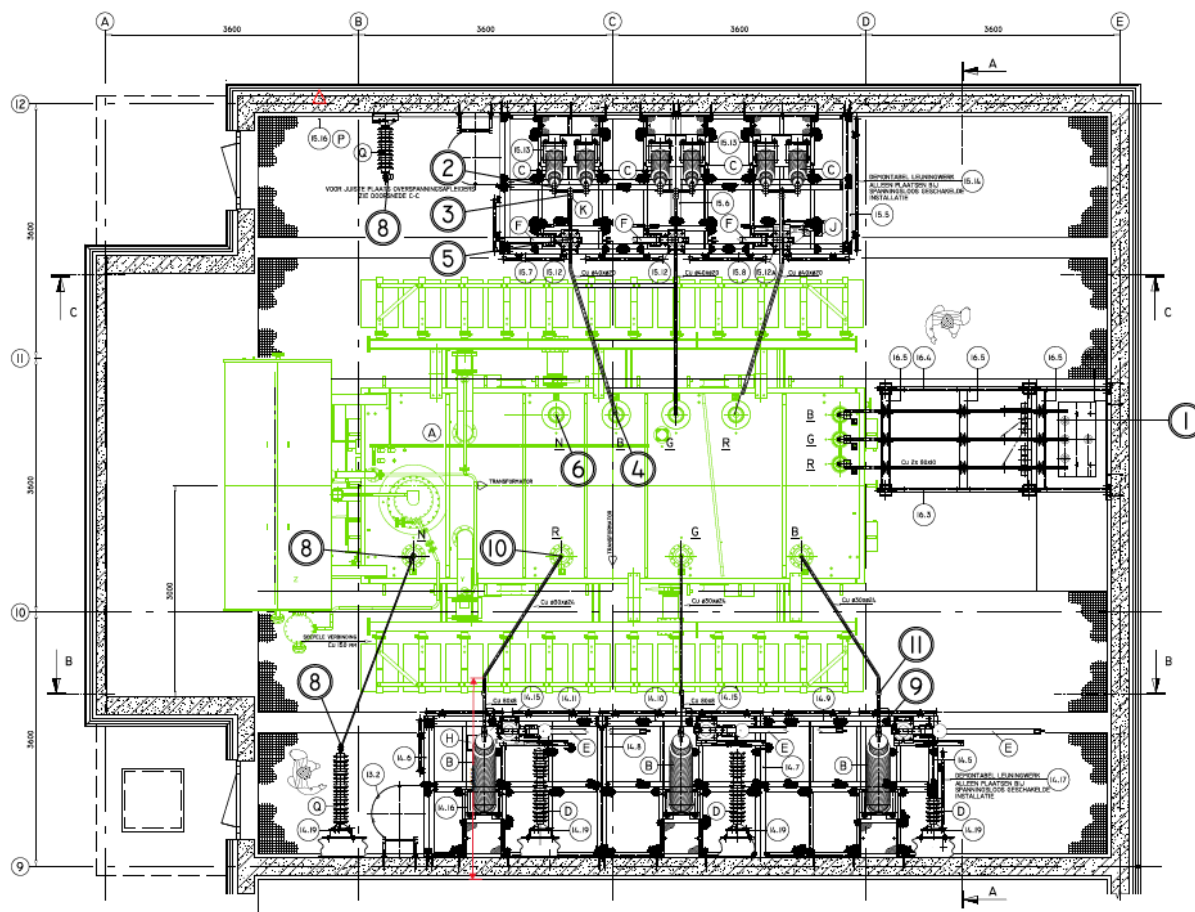


Figuur 9: Grondschema Liander 50kV (bron: 'Grondschenma primair met bev.pdf')

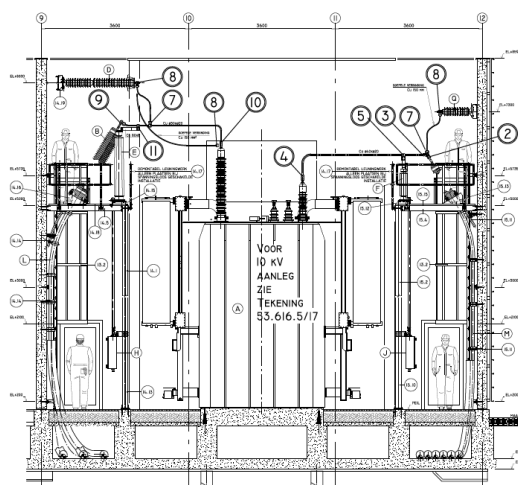


Figuur 10: Gelijkende 50kV installatie volgens Alliander referentiestation (bron: 'A3_G71770_RF1410_V003_SEC_R3_Reference ss.pdf')

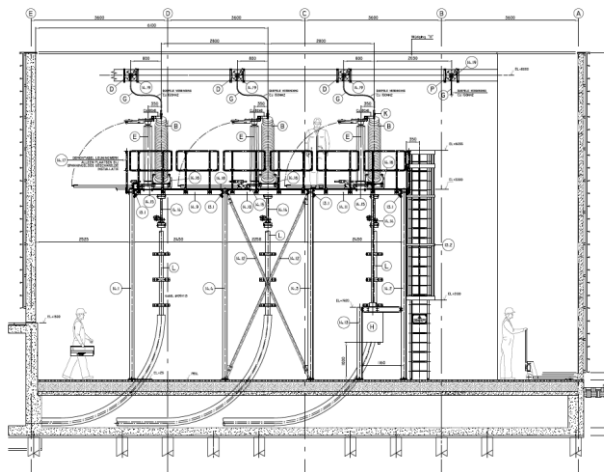
Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan



Figuur 11: Bovenaanzicht 140MVA transformatorcel (Opstellingstekening transformatorcel 'NMR-A1-233534-000001 trafo 3 (concept voorbeeld).pdf')

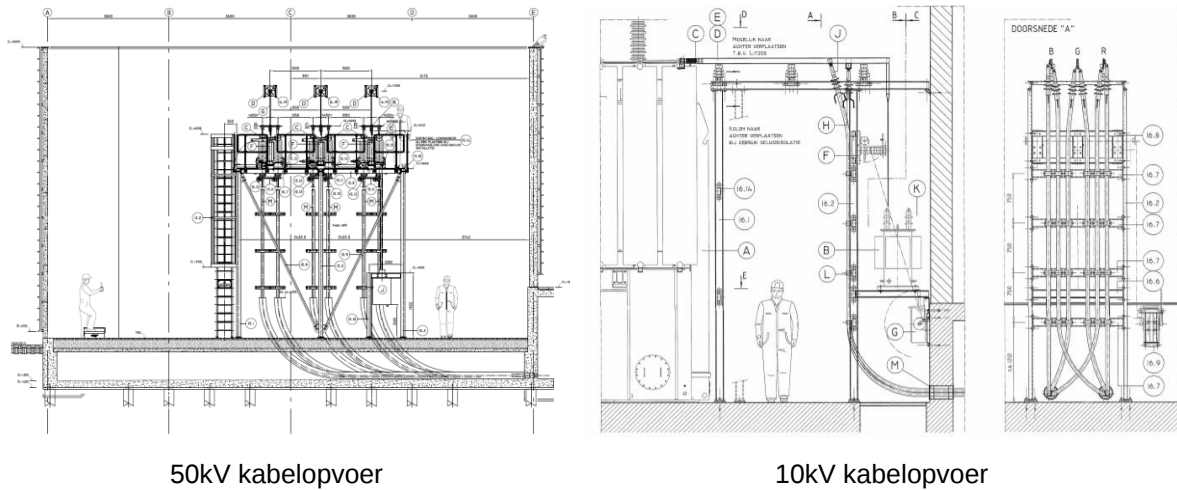


Zijaanzicht



150kV kabelopvoer

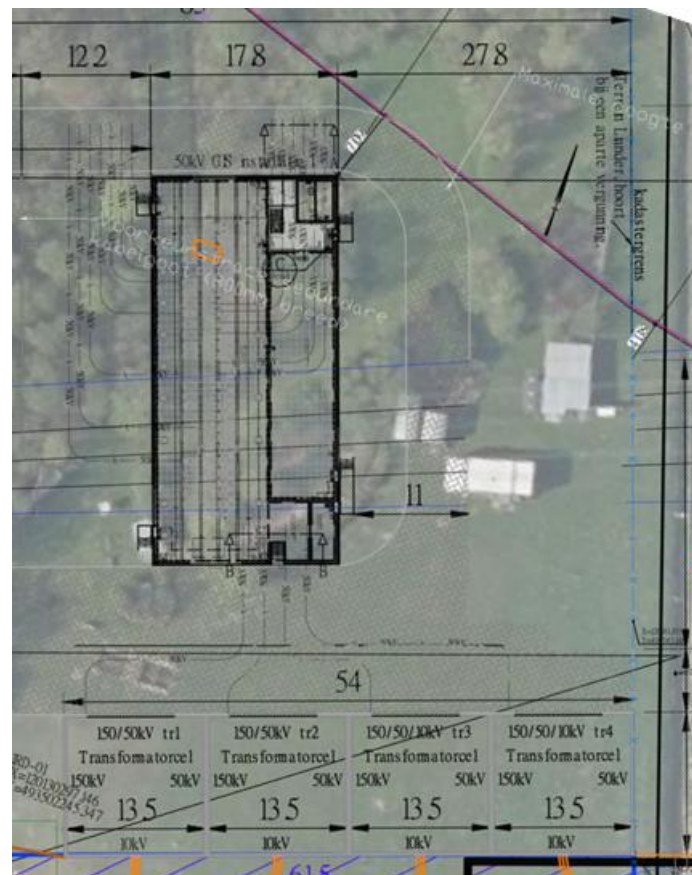
Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan



50kV kabelopvoer

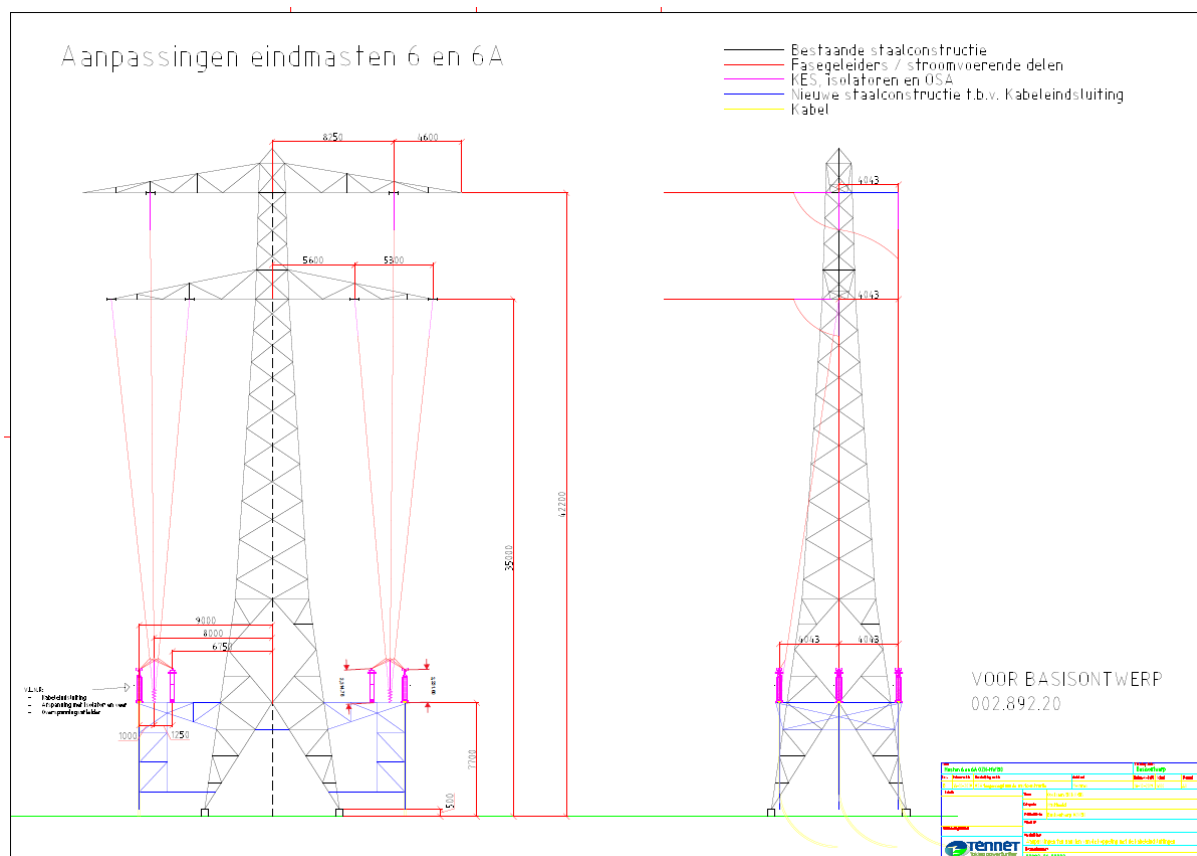
10kV kabelopvoer

Figuur 12: Legconfiguratie kabelopvoer in transformatorcel (Opstellingstekening transformatorcel 'NMR-A1-233534-000002.pdf', 'NMR-A1-233534-000003.pdf', 'NMR-A1-233534-000004.pdf', 'NMR_018-001_Tekening_Installatie_Aarding,Kabelloop,TR.pdf')



Figuur 13: Kabellegging 50kV Liander (bron: 'RLO-2975-01-ST-BWK var8A (vervallen).pdf') Alleen 50kV kabeltekening is actueel, voor actuele opstelling en overige componenten zie Figuur 4.

Uitgangspunten magneetveldberekening 100 microtesla-magneetveldcontour onderstation Oostzaan



Figuur 14: Aanpassingen van eindmast 6 en 6A ten behoeve van de ombouw naar opstijgpunt (bron: 'B3.5.2-g2 Uitwerking KES en koppeling masten 6 en 6A (B) 2019-10-18.pdf')