



150/50 kV onderstation Wijdewormer

100 microtesla magneetveldcontour



Opdrachtgever : Claudia van Loenen
 Uitgevoerd door : Qirion
 Auteur : Thijs van der Hoeven
 Gecontroleerd door : Johan Kroeze
 Datum : 24-04-2023
 Documentnummer : RLI-544 – OS Wijdewormer 100, v 1.1



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

Versielog	Versielog	Datum	Auteur	Opmerking
	0.1	24-03-23	T. van der Hoeven	[Concept]
	0.2	11-04-23	J.J.M.F. Kroeze	[Review]
	1.0	14-04-23	T. van der Hoeven	[Geaccordeerd definitief]
	1.1	24-04-23	T. van der Hoeven	[Feedback opdrachtgever verwerkt]

© 2023, 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, net ten westen van Purmerend, bevindt zich onderstation (OS) Wijdewormer, vlakbij de buurtschap Neck. Vanuit onderstation Wijdewormer wordt het 50 kV netwerk van regio Waterland gevoed. Om in de groeiende elektriciteitsvraag van de regio te kunnen voorzien is een uitbreiding van OS Wijdewormer benodigd. Het bestaande station wordt uitgebreid met een extra 150/50 kV transformator, waarvoor ook een nieuw transformatorveld in de 150 kV schakeltuin wordt geplaatst. Daarnaast komt er een nieuw afgaand kabelveld ten behoeve van LC Energy. Ook wordt er een nieuwe 50 kV GIS installatie geplaatst die met een koppelkabel verbonden wordt met de huidige 50 kV open installatie.

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 Liander gevraagd om voor onderstation Wijdewormer de 100 microtesla magneetveldcontour voor zowel de huidige situatie als de eindsituatie te berekenen en te toetsen of deze geheel binnen de hekwerken van het station blijven. Dit rapport bevat de resultaten van deze studie.

Uit de gevoerde studie blijkt dat zowel in de huidige situatie als in de beoogde eindsituatie de 100 microtesla magneetveldcontour volledig binnen de hekwerken van het onderstation blijft. Daaruit kan geconcludeerd worden dat in het gebied rondom onderstation Wijdewormer, 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 toekomstige situatie OS Wijdewormer	6
3	Uitgangspunten en rekenscenario's	8
3.1	Uitgangspunten rekenmodel	8
3.2	Algemene rekenregels	8
3.3	Rekenscenario's.....	8
4	100 Microtesla magneetveldcontour	10
5	Conclusie	12
	Referenties	13
6	Bijlage 1 - Uitgangspunten OS Wijdewormer	14
6.1	Klokgetallen.....	14
6.2	Transformatoren.....	14
6.3	150 kV schakelinstallatie.....	15
6.4	50 kV schakelinstallatie 1	15
6.5	50 kV schakelinstallatie 2.....	16
6.6	Lijnverbindingen	16
6.6.1	Voedende 150 kV lijnen	16
6.7	Kabelverbindingen	17
6.7.1	Voedende 150 kV lijnveldkabelverbindingen	17
6.7.2	Afgaande 50 kV transformatorkabelverbindingen.....	18
6.7.3	50 kV Koppelkabel	19
6.7.4	Afgaande 50 kV kabelcircuits.....	19
6.8	Rekenstromen	19
6.9	Gebruikte tekeningen	21

1 Inleiding

ACHTERGROND

Ten noorden van Amsterdam, net ten westen van Purmerend, bevindt zich onderstation (OS) Wijdewormer, vlakbij de buurtschap Neck. Vanuit onderstation Wijdewormer wordt het 50 kV netwerk van regio Waterland gevoed.

Om in de groeiende elektriciteitsvraag van de regio te kunnen voorzien is een uitbreiding van OS Wijdewormer benodigd. Het bestaande station wordt uitgebreid met een extra 150/50 kV transformator, waarvoor ook een nieuw transformatorveld in de 150 kV schakeltuin wordt geplaatst. Daarnaast komt er een nieuw afgaand kabelveld ten behoeve van LC Energy. Ook wordt er een nieuwe 50 kV GIS installatie geplaatst die met een koppelkabel verbonden wordt met de huidige 50 kV open installatie.

Qirion is door Liander gevraagd om voor OS Wijdewormer de 100 microtesla grenswaardecontour te bepalen.

DOELSTELLING

De doelstelling van dit rapport is inzicht te geven in de ligging van de 100 microtesla-magneetveldcontour van OS Wijdewormer in zowel de eindsituatie 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. Voor 50 Hz magnetische velden bedraagt de grenswaarde 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 2 geeft een beschrijving van de beoogde situatie bij OS Wijdewormer. In Hoofdstuk 3 worden beknopte uitgangspunten beschreven die gehanteerd zijn om de 100 microtesla magneetveldcontour te berekenen. In Hoofdstuk 4 wordt het model en de resultaten van de contourberekening in huidige en toekomstige situatie getoond. Hoofdstuk 5 sluit af met een conclusie.

De bijlagen bevatten aanvullende informatie, waaronder de gedetailleerde uitgangspunten.

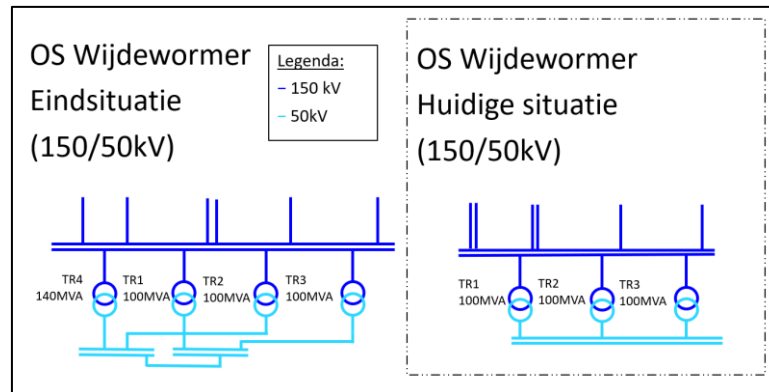
2 Beschrijving toekomstige situatie OS Wijdewormer

Het huidige onderstation (OS) Wijdewormer bestaat, op het hoogste spanningsniveau, uit een 150 kV AIS-schakelinstallatie in eigendom van TenneT. Op het onderstation wordt vervolgens 150 kV naar 50 kV getransformeerd met drie transformatoren. Tenslotte bevindt er zich één 50 kV schakelinstallatie op het stationsterrein. De transformatoren en de 50 kV-schakelinstallatie zijn in eigendom van Liander.

Liander is voornemens het station uit te breiden met één nieuwe 50 kV-schakelinstallatie en één nieuwe 150/50 kV-transformator (Transformator 4). TenneT is voornemens het station uit te breiden met een nieuw transformatorveld ten behoeve van de nieuwe transformator en een nieuw afgaand kabelveld ten behoeve van LC Energy. Een schematische weergave van de beoogde eindsituatie van OS Wijdewormer is weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2.



Figuur 1: Lay-out stationsontwerp eindsituatie OS Wijdewormer (bron: Qirion geodiensten, met hieraan toegevoegd de stationsuitbreiding).



Figuur 2: Schematische weergave OS Wijdegwormer in de eindsituatie en huidige situatie.

Het station zal in de eindsituatie bestaan uit:

- Een 150 kV AIS-installatie, met 4 lijnvelden, 2 kabelvelden, 4 transformatorvelden, 1 koppelveld en 1 afgaand kabelveld t.b.v. LC Energy;
- Twee 50 kV-schakelinstallaties;
- De drie bestaande 100/100/30 MVA 150/50/10 kV-vermogenstransformatoren;
- Één nieuwe 140 MVA 150/50 kV-vermogenstransformator.

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

- De 150 kV installatie zal bestaan uit:
 - Dubbelrail van 3150 A;
 - 1 dwarskoppelveld van 3150 A;
 - 1 langsscheidingsveld van 3150 A;
 - 6 lijnvelden van 2000 A;
 - 4 afgaande transformatorvelden van 1000 A;
 - 1 afgaand kabelveld van 2000 A.
- De 50 kV installatie 1 zal bestaan uit:
 - Dubbelrail van 2000 A;
 - 3 Spanningsmeetvelden;
 - 1 kabelveld t.b.v. koppeling naar installatie 2 van 1540 A;
 - 2 langsscheidingsvelden van 2000 A;
 - 1 dwarskoppelveld van 1600 A;
 - 2 voedende 1150 A velden;
 - 8 afgaande 630 A velden;
 - 1 reserveveld;
 - 2 lege velden.
- De 50 kV installatie 2 zal bestaan uit:
 - Dubbelrail van 3150 A;
 - 2 voedende velden van 3150 A;
 - 1 kabelveld t.b.v. koppeling naar installatie 1 van 3150 A;
 - 1 dwarskoppelveld van 3150 A;
 - 6 afgaande velden van 1200 A;
 - 1 spanningsmeetveld.
 - Deze installatie wordt niet meegenomen in de studie omdat de installatie metaal omsloten is en dus een minimaal magneetveld veroorzaakt.

3 Uitgangspunten en rekenscenario's

De gehanteerde uitgangspunten voor de magneetveldberekeningen van OS Wijdewormer zijn opgenomen in Hoofdstuk 6, opgesplitst per spanningsniveau.

3.1 Uitgangspunten rekenmodel

Voor het berekenen van de magnetische veldsterkte wordt het softwarepakket EFC400 versie 2008 (build 2791) gebruikt. Met EFC400 worden de berekeningen driedimensionaal uitgevoerd, waarbij de relevante stroomvoerende delen van het hoogspanningsstation gemodelleerd worden.

[EFC-400: Narda Safety Test Solutions, 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 stroomvoerende geleiders van de 380 kV en 150 kV 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 richting van het vermogenstransport van de afgaande 50 kV kabels wordt verondersteld het station uit te zijn;

3.3 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.

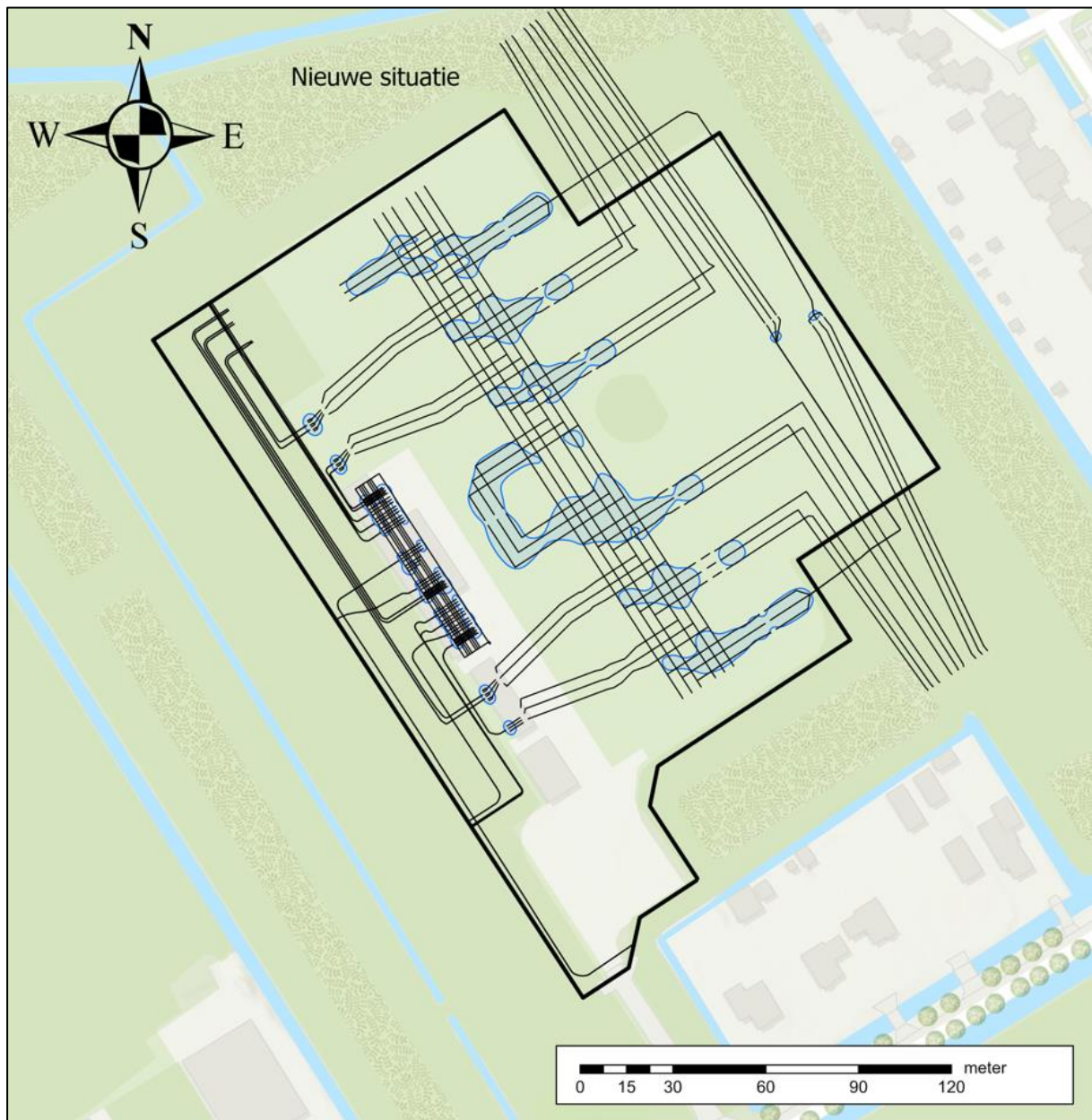
De stroomrichting (vermogensrichting) in beide rails van een railsysteem is daarbij gelijk gehouden. Dit levert in de berekening het grootste magneetveld op en sluit aan bij de worst-case benadering van deze berekening.

Vanwege relatief grote afstanden tussen de railsystemen van verschillende spanningsniveaus 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. Het is daarmee niet benodigd om met verschillende stroomrichtingen te rekenen in elk railsysteem, omdat dit niet leidt tot zichtbare verschillen in de 100 microtesla grenswaardecontour.

4 100 Microtesla magneetveldcontour

In Figuur 3 is de omhullende 100 microtesla magneetveldcontour van OS Wijdewormer weergegeven voor de toekomstige situatie (blauw). De 100 microtesla contour is berekend op 0 en 2 meter boven het maaiveld. De resultaten uit deze twee berekeningen zijn samengevoegd tot één omhullende contour waarbinnen beide individuele contouren zich bevinden.

De 100 microtesla magneetveldcontour is geprojecteerd op een kaart van de locatie van onderstation Wijdewormer.



Figuur 3: De 100 microtesla magneetveldcontour in de toekomstige situatie. De omhullende contour van het magneetveld op 0 meter en 2 meter is hier weergegeven.

Uit de berekening bij nominale belasting van alle componenten blijkt dat de 100 microtesla magneetveldcontour voor de toekomstige situatie van onderstation Wijdewormer overal binnen de hekwerken van het onderstation blijft. Er is een magneetveld groter dan 100 microtesla zichtbaar op verschillende plekken rondom de 150 kV schakeltuin en de 50 kV schakelinstallatie. Hiernaast zijn ook kleine 100 microteslacontouren zichtbaar bij de secundaire aansluitingen van de transformatoren en ter hoogte van de twee opstijgpunten van twee lijncircuits.

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

5 Conclusie

Het doel van deze studie was het verschaffen van inzicht in de ligging van de 100 microtesla magneetveldcontour van OS Wijdewormer in de beoogde eindsituatie. Daarnaast is getoetst of de magneetveldcontour binnen de hekwerken van het station blijft.

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

Bij de berekening van de 100 microtesla magneetveldcontour is uitgegaan 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 referenties zijn gebruikt:

- [1] E. p. 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.

6 Bijlage 1 - Uitgangspunten OS Wijdewormer

Datum : 11-04-2023
 Auteur : Thijs van der Hoeven – Qirion
 Reviewer : Johan Kroeze
 Versie : 1.0

Dit document beschrijft de onderstation-specifieke uitgangspunten die gehanteerd zijn bij de bepaling van de 100 microtesla-magneetveldcontour van het uit te breiden onderstation Wijdewormer. Deze uitgangspunten zijn gehanteerd naast de algemene uitgangspunten van het rekenmodel die zijn terug te vinden in Hoofdstuk 3 van het hoofdrapport.

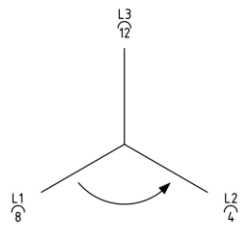
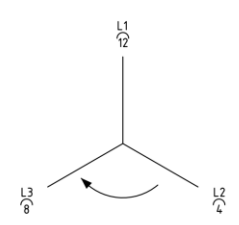
De gehanteerde uitgangspunten voor de magneetveldberekening worden per spanningsniveau weergegeven. Voor het opbouwen van het 3D model is gebruik gemaakt van tekeningen van de beoogde eindsituatie. Deze kunnen op verzoek verstrekt worden.

Ten tijde van het uitvoeren van deze berekening, in de ontwerpfase van het project, waren enkele componentgegevens nog niet bekend. Hiervoor zijn indien nodig aannames gedaan. In dat geval is dit in de onderstaande uitgangspunten aangegeven met onbekend of (nog) niet bekend.

6.1 Klokgetallen

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

Tabel 1: Klokgetallen schema OS Wijdewormer, eindsituatie

Spanningsniveau	150 kV			50 kV		
Trafo-aansluiting	W	V	U	W	V	U
	12	4	8	12	4	8
Klokgetal						
	Bron: 'Klokgetallen per deelnet.xlsx'					

6.2 Transformatoren

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

100 MVA 150/50 kV TRANSFORMATOREN

Gegevens van de drie gemodelleerde 100 MVA 150/50 kV transformatoren. Let op: in werkelijkheid zijn dit driewikkeltransformatoren. De 10 kV wikkel is echter niet aangesloten.

- Type transformatoren : 100/100/30 MVA 150/50/10 kV
- Vector configuratie : YNyn0d5

140 MVA 150/50/10 kV TRANSFORMATOR

Gegevens van de nieuwe 140 MVA 150/50/10kV transformator:

- Type transformatoren : 140 MVA 150/50/10 kV
- Vector configuratie : YNyn0d5

6.3 150 kV schakelinstallatie

- Type installatie : AIS
- Spanningsniveau : 150 kV
- Veldindeling : Zie onderstaande Tabel 2.

Tabel 2: Veldindeling 150 kV schakelinstallatie, station Wijdewormer, eindsituatie.

Veldnummer	Type veld	Nominale stroombelastbaarheid [A]
Veld 1544	afgaand kabelveld LC Energy	2000
Veld 1545	Lijnveld Diemen (zwart)	2000
Veld 1546	Transformatorveld TR4	1000
Veld 1547	Lijnveld Oterleek (wit)	2000
Veld 1548	Transformatorveld TR1	1000
Veld 1549	Lijnveld Oterleek (grijs)	2000
Veld 1550	Koppelveld	3150
Veld 1551	Langsscheidingsveld	3150
Veld 1552	Koppelveld	3150
Veld 1553	Lijnveld Diemen (grijs)	2000
Veld 1554	Transformatorveld TR2	1000
Veld 1555	Lijnveld Diemen (wit)	2000
Veld 1556	Transformatorveld TR3	1000
Veld 1557	Lijnveld Oterleek (zwart)	2000

- Grondschemata : Zie Figuur 4
- Opstellingstekening : Zie Figuur 5. Voor specifieke opstellingstekeningen per veld kunnen de tekeningen op aanvraag verstrekt worden.
- Kenmerken : Dubbelrailinstallatie nominaal belastbaar op 3150 A.
- Rekenbelasting : De rekenbelasting van de 150 kV installatie-onderdelen bedraagt 100% van de ontwerpbelasting conform het PvE van TenneT (zie Tabel 4 en Figuur 6).

6.4 50 kV schakelinstallatie 1

- Type installatie : Open installatie, in pandig.
- Spanningsniveau : 50 kV
- Veldindeling : Zie onderstaande Tabel 3.

Tabel 3: Veldindeling 50kV schakelinstallatie 1 station Wijdewormer, eindsituatie

Veldnummer	Type veld	Nominale stroombelastbaarheid [A]
Veld 541	Spanningsmeetveld	-
Veld 542	Voedend transformatorveld TR1	1150

Veldnummer	Type veld	Nominale stroombelastbaarheid [A]
Veld 543	Afgaand kabelveld (Purmerend)	630
Veld 544	Afgaand kabelveld (Zaandijk)	630
Veld 545	Afgaand kabelveld (Wormerveer)	630
Veld 546	Langsscheidingsveld	2000
Veld 547	Leeg veld	-
Veld 548	Leeg veld	-
Veld 549	Afgaand kabelveld (Edam)	630
Veld 550	Koppelveld	1600
Veld 551	Spanningsmeetveld	-
Veld 552	Afgaand kabelveld (Krommenie)	630
Veld 553	Koppelkabel 50 kV installatie 2	1540
Veld 554	Reserveveld	-
Veld 555	Langsscheidingsveld	2000
Veld 556	Afgaand kabelveld (Zaandijk)	630
Veld 557	Afgaand kabelveld (Edam)	630
Veld 558	Afgaand kabelveld (Purmerend)	630
Veld 559	Voedend transformatorveld TR3	1150
Veld 560	Spanningsmeetveld	-

- Grondschemata : Zie Figuur 4 (huidige situatie)
- Opstellingstekening : Zie Figuur 7
- Kenmerken :
 - Dubbelrail op 50 kV;
 - De nominale stroombelastbaarheid van de hoofd rails bedraagt 2000 A;
- Rekenbelasting : De rekenbelasting van de 50 kV installatie-onderdelen bedraagt 100% van de ontwerpbelasting (zie Tabel 4). Bij de berekening wordt ervan uitgegaan dat in de 50 kV installatie beide rails (dus zowel rail A als B) de ontwerpbelasting voeren.

6.5 50 kV schakelinstallatie 2

- Type installatie : GIS
- Spanningsniveau : 50 kV
- Veldindeling : n.t.b.
- Grondschemata : n.t.b.
- Opstellingstekening : Onbekend
- Rekenbelasting : Omdat een GIS installatie volledig metaal-omsloten is, kan ervanuit gegaan worden dat er slechts een zeer minimaal magneetveld door de installatie veroorzaakt wordt. Om die reden is deze schakelinstallatie niet meegenomen in deze studie.

6.6 Lijnverbindingen

6.6.1 VOEDENDE 150 kV LIJNEN

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de 150 kV lijndelen zijn verkregen via de Asset Data Desk van TenneT op 1 maart 2023 (bekend onder registratienummer V230215 005).

ALGEMENE GEGEVENS

- Bovengrondse lijnen:

- 150 kV Wijdewormer – Oterleek
- 150 kV Diemen – Wijdewormer
- Aantal circuits: 3 circuits per verbinding

CIRCUIT GEGEVENS

- Circuitaanduiding:
 - Wijdewormer – Oterleek (grijs)
 - Wijdewormer – Oterleek (wit)
 - Wijdewormer – Oterleek (zwart)
 - Diemen – Wijdewormer (grijs)
 - Diemen – Wijdewormer (wit)
 - Diemen – Wijdewormer (zwart)
- Spanning: alle circuits 150 kV
- Ontwerpbelasting:
 - 955 A (248 MVA) continu (alle circuits)

GELEIDER GEGEVENS

- Rekenstroombelasting:
 - Verbinding Wijdewormer – Oterleek (grijs): 955 A (100% van 248 MVA / 955 A)
 - Verbinding Wijdewormer – Oterleek (wit): 955 A (100% van 248 MVA / 955 A)
 - Verbinding Wijdewormer – Oterleek (zwart): 955 A (100% van 248 MVA / 955 A)
 - Verbinding Diemen – Wijdewormer (grijs): 955 A (100% van 248 MVA / 955 A)
 - Verbinding Diemen – Wijdewormer (wit): 955 A (100% van 248 MVA / 955 A)
 - Verbinding Diemen – Wijdewormer (zwart): 955 A (100% van 248 MVA / 955 A)

6.7 Kabelverbindingen

6.7.1 VOEDENDE 150 kV LIJNVELDKABELVERBINDINGEN

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de 150 kV kabelverbindingen tussen twee lijnvelden en twee hoogspanningscircuits (Diemen en Oterleek zwart) zijn gebaseerd op Figuur 5.

ALGEMENE GEGEVENS

- | | |
|--------------------------------------|--|
| - Ondergrondse kabels | : 150 kV lijnveldkabels veld 1545 en 1557 |
| - Aantal circuits | : 2 |
| - Type kabels per lijnveldverbinding | : 3x1x1200 Alrm |
| - Legconfiguratie | |
| ▪ kabelloop ondergronds | : driehoek. |
| - Hart op hart afstand | : gelijk aan kabeldiameter, 92 mm. Zie Figuur 8. |
| - Dekking boven kabel | : 1,0 m diepteligging. |

CIRCUIT GEGEVENS

- Circuitaanduiding : niet van toepassing

- Spanning : alle circuits 150 kV
- Ontwerpbelasting : 925 A (240 MVA) per circuit

GELEIDERGEGEVENS

- Rekenstroombelasting :
 - Verbinding 150 kV Diemen (zwart) – veld 1545 : 925 A (100%)
 - Verbinding 150 kV Oterleek (zwart) – veld 1557 : 925 A (100%)
- Configuratie en kabeltracé : Conform Figuur 5

6.7.2 AFGAANDE 50 kV TRANSFORMATORKABELVERBINDINGEN

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de 50 kV transformatorkabelverbindingen zijn gebaseerd op Figuur 5, Qirion geodiensten en de gegevens van de vermogenstransformatoren.

ALGEMENE GEGEVENS

- Aantal verbindingen : 4 (7 circuits)
 - Trafoverbinding TR 1 → 50 kV installatie 1, veld 542 : 2 circuits (6 MS kabels)
 - 2x3x1x400mm² Cu Pb
 - Trafoverbinding TR 2 → 50 kV installatie 2 : 2 circuits (6 MS kabels)
 - 2x3x1x630mm² Alrm
 - Trafoverbinding TR 3 → 50 kV installatie 1, veld 559 : 1 circuit (3 MS kabels)
 - 3x1x1200mm² Alrm
 - Trafoverbinding TR 4 → 50 kV installatie 2 : 2 circuits (6 MS kabels)
 - 2x3x1x630mm² Alrm
- Legconfiguratie
 - Kabelopvoer in transformatorcel : Plat vlak
 - Kabelloop ondergronds: driehoek
 - Kabelloop in kelder 50 kV gebouw: Plat vlak
- Dekking boven kabel : 1 m diepteligging.

VERBINDING GEGEVENS

- Circuitaanduiding : niet van toepassing
- Spanning : alle circuits 50 kV
- Ontwerpbelasting :
 - Trafoverbinding TR1 : 1210 A (110 MVA)
 - Trafoverbinding TR2 : 1210 A (110 MVA)
 - Trafoverbinding TR3 : 1210 A (110 MVA)
 - Trafoverbinding TR4 : 1694 A (154 MVA)

GELEIDERGEGEVENS

- Rekenstroombelasting :
 - Trafoverbinding TR1 : 1210 A (605 A per circuit)

- Trafoverbinding TR2 : 1210 A (605 A per circuit)
- Trafoverbinding TR3 : 1210 A
- Trafoverbinding TR4 : 1694 A (847 A per circuit)
- Configuratie en kabeltracé : Conform Figuur 5

6.7.3 50 kV KOPPELKABEL

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de 50 kV koppelkabels zijn gebaseerd op Figuur 5.

ALGEMENE GEGEVENS

- Aantal verbindingen : 1 (2 circuits)
 - 50 kV installatie 1, veld 553 → 50 kV installatie 2 : 2 circuits (6 MS kabels)
 - 2x3x1x630mm² Alrm
- Legconfiguratie
 - Kabelopvoer in transformatorcel : Plat vlak
 - Kabelloop ondergronds: driehoek
 - Kabelloop in kelder 50 kV gebouw: Plat vlak
- Dekking boven kabel : 1 m diepteligging.

VERBINDING GEGEVENS

- Circuitaanduiding : niet van toepassing
- Spanning : alle circuits 50 kV
- Ontwerpbelasting : 1540 A (140 MVA)

GELEIDERGEGEVENS

- Rekenstroombelasting : 1540 A (770 A per circuit)
- Configuratie en kabeltracé : Conform Figuur 5

6.7.4 AFGAANDE 50 kV KABELCIRCUITS

- Type kabel : EYLKrvlwd 50 kV 3x1x630 Alrm
- Aantal circuits : 8
- Nominale transportcapaciteit : 575 A per kabelcircuit (52 MVA)
- Rekenstroombelasting : 575 A per kabelcircuit (52 MVA)
- Kabelloop op stationsterrein : Conform Figuur 5

6.8 Rekenstromen

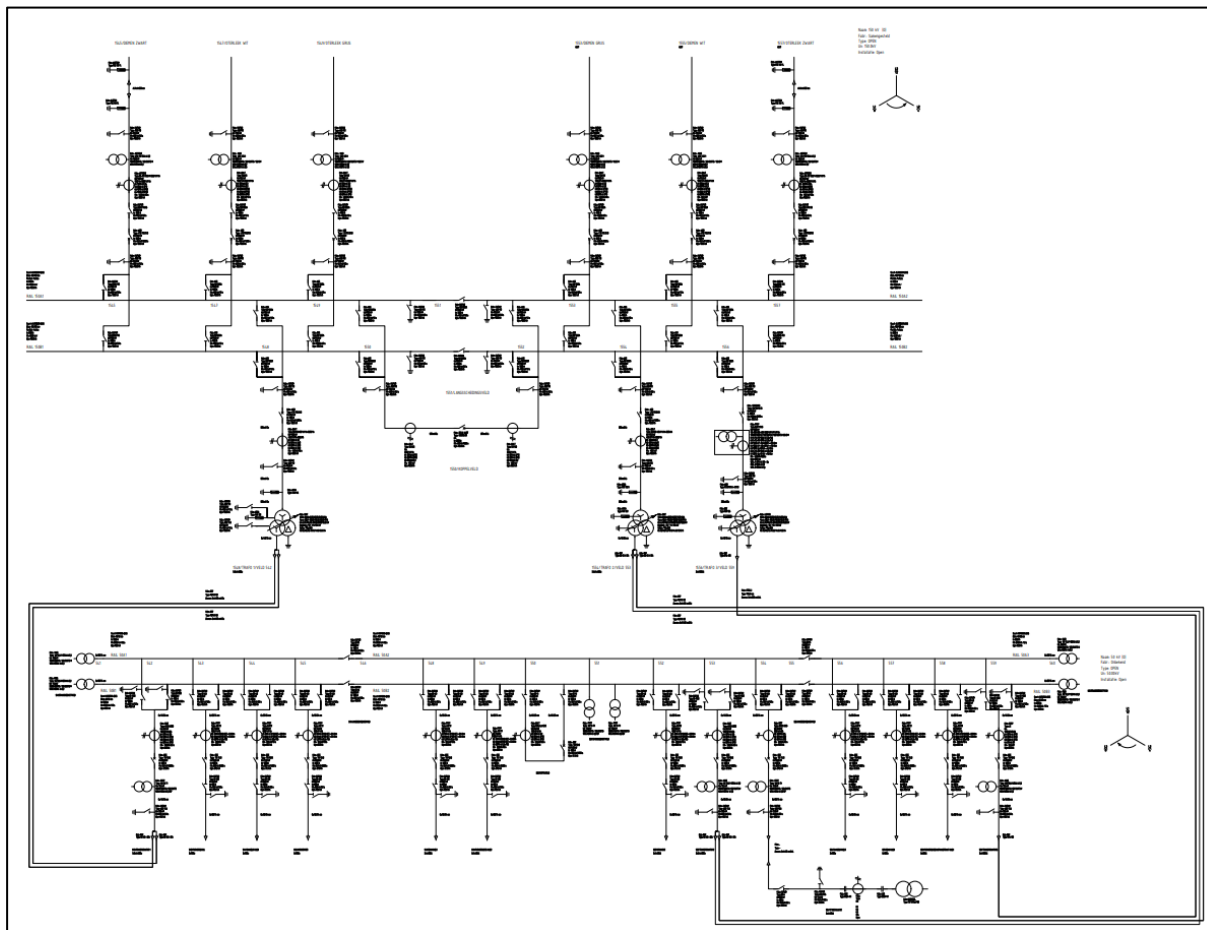
De rekenbelastingen voor het berekenen van de 100 microtesla-magneetveldcontour in de eindsituatie van station Wijdewormer zijn in Tabel 4 verzameld. De rekenstromen uit kolom 6 worden gehanteerd in het rekenmodel voor het bepalen van de 100 microtesla-magneetveldcontour. Zoals eerder vermeld, wordt de 50 kV GIS installatie niet meegenomen in deze studie.

Tabel 4: Rekenstromen berekening 100 μ T magneetveldcontour onderstation Wijdewormer, eindsituatie

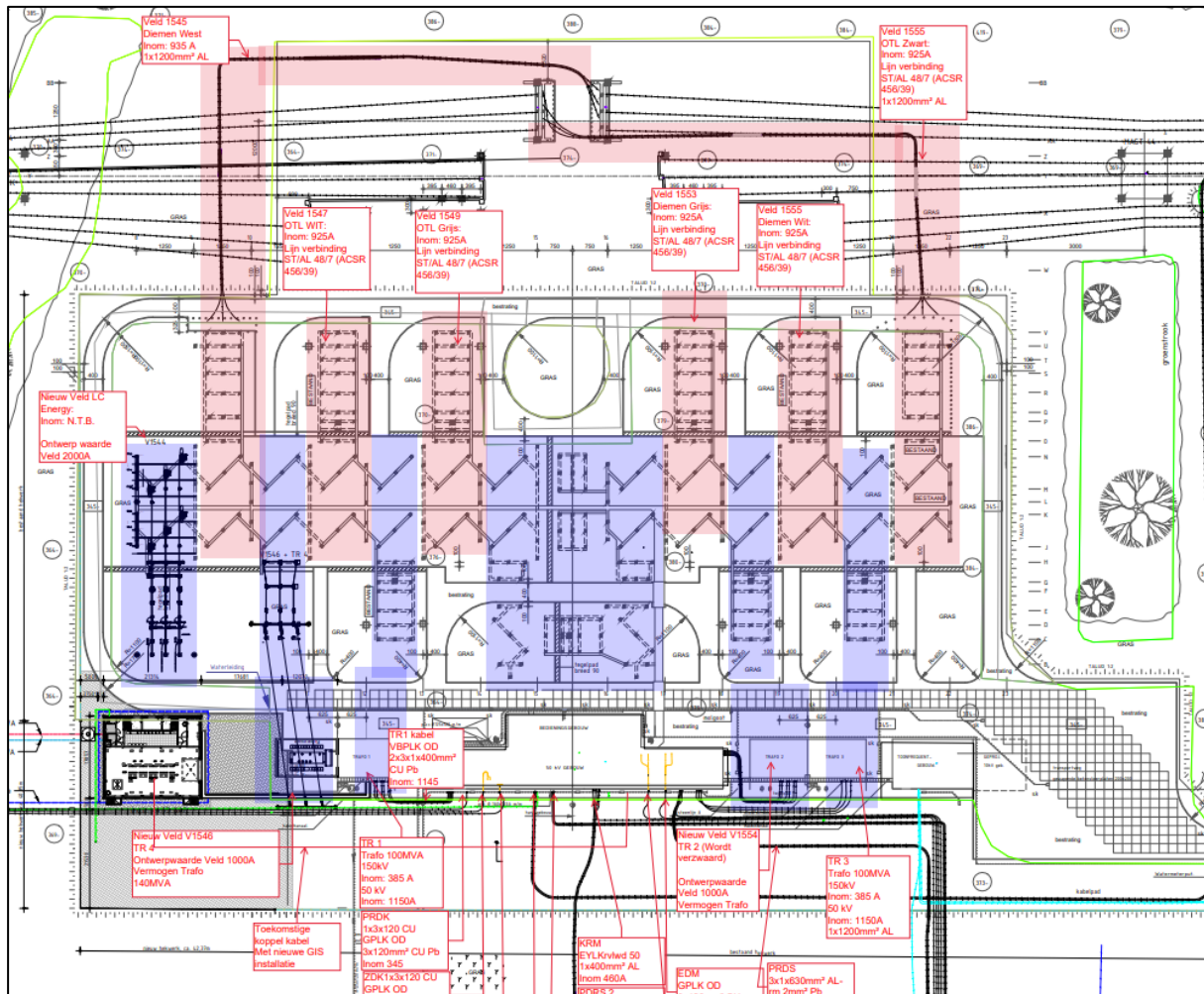
Nr.	Omschrijving	Nominaal Vermogen [MVA]	Nominale stroom [A]	Rekenvermogen 100 μ T [MVA]	Rekenstroom 100 μ T [A]
150 kV STATIONSDEEL (TENNET)					
1	150 kV rail	818	3150	818	3150
2	Dwarskoppelveld	818	3150	818	3150
3	Voedende lijnvelden	520	2000	520	2000
5	Afgaande transformatorvelden	260	1000	260	1000
6	Afgaand kabelveld (LC Energy)	520	2000	520	2000
7	150 kV lijn Wijdewormer - Oterleek (per circuit)	248	955	248	955
8	150 kV lijn Diemen – Wijdewormer (per circuit)	248	955	248	955
9	150 kV lijnveldkabelverbinding	240	925	240	925
50 kV STATIONSDEEL (LIANDER)					
10	50 kV rail A1 installatie 1	182	2000	182	2000
11	50 kV rail B1 installatie 1	182	2000	182	2000
12	50 kV voedende velden t.b.v. TR01 en TR03	105	1150	105	1150
13	50 kV afgaande kabelvelden t.b.v. 3x1x630 Al Installatie 1	57	630	57	630
14	50 kV afgaande kabelcircuits 3x1x630 Al, Installatie 1	52	575	52	575
15	Trafoverbinding TR01 → installatie 1	110	1210	110	1210
16	Trafoverbinding TR02 → installatie 2	110	1210	110	1210
17	Trafoverbinding TR03 → installatie 1	110	1210	110	1210
18	Trafoverbinding TR04 → installatie 2	154	1694	154	1694
19	50 kV koppelkabel installatie 1 & 2 (3x1x630 Al)	140	1540	140	1540
20	50 kV dwarskoppelveld	145	1600	145	1600

6.9 Gebruikte tekeningen

De figuren hieronder weergegeven zijn gebruikt om het 3D model van OS Wijdewormer te ontwerpen in EFC. Omdat het soms grote tekeningen betreft, zijn de details niet altijd even goed zichtbaar. De tekening kunnen daarom op aanvraag geleverd worden.



Figuur 4: Grondschema OS Wijdewormer in de huidige situatie.

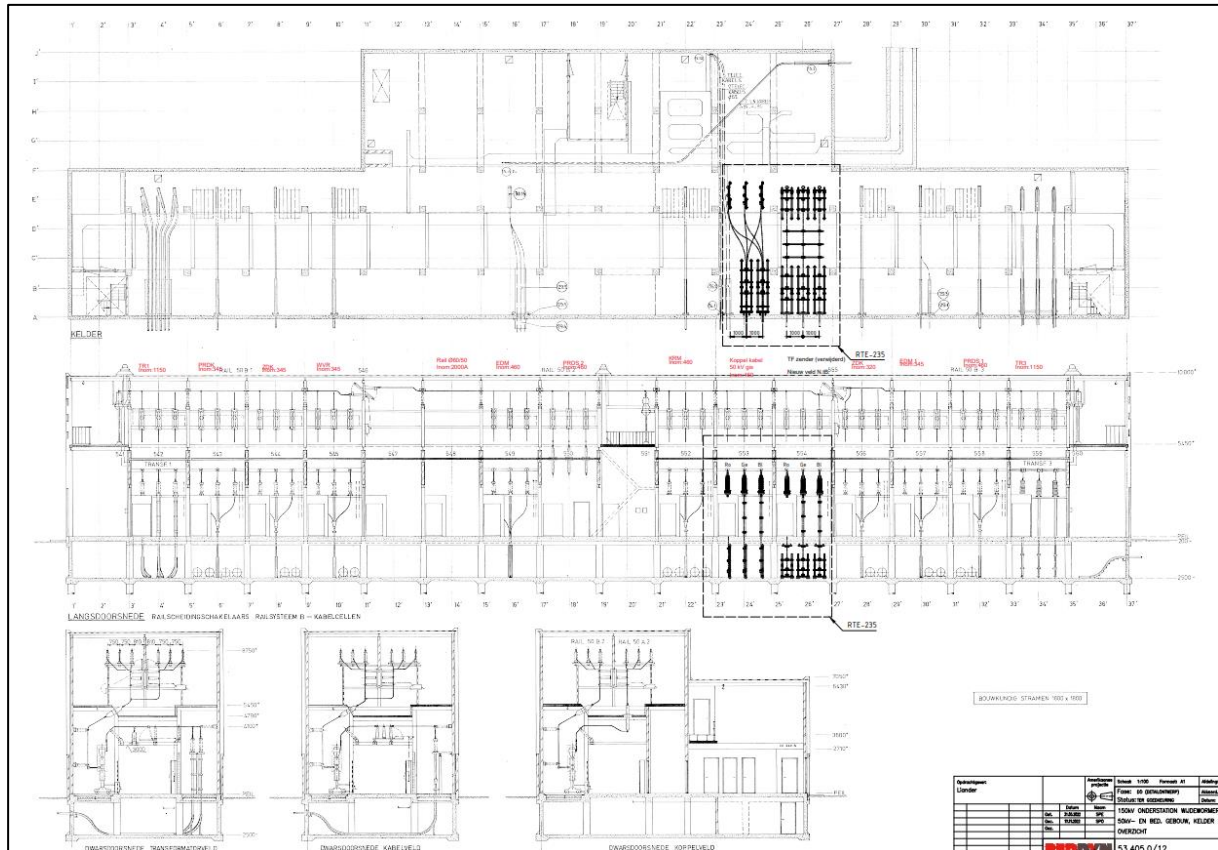


Figuur 5: Overzichtstekening van OS Wijdewormer in de toekomstige situatie.

Figuur 5 bevat een aantal fouten die later mondeling zijn besproken en in de berekening zijn rechtgezet. De kabel- en lijnvelden van de 150 kV installatie hebben een nominale belastbaarheid van 2000 A. De transformatorvelden van de 150 kV installatie hebben een nominale belastbaarheid van 1000 A (zie Figuur 6). De koppelkabel tussen 50 kV installatie 1 en 2 is ontworpen op 140 MVA ofwel 1540 A.

Standaard toegekende stromen (01)				
Ten behoeve van standaardisatie dienen de volgende nominale stroomsterktes aangehouden te worden, tenzij het projectspecifieke PVE anders vermeldt.				
Nominale spanning (Un)	380 kV	220 kV	150 kV	110 kV
Hoogste spanning (Um)	420 kV	245 kV	170 kV	123 kV
Lijnveld	4.000 A	2.500 A	2.000 A	1.600 A
Kabelveld	4.000 A	2.500 A	2.000 A	1.600 A
Transformatorveld	2.500 A	2.500 A	1.000 A	1.000 A
Generatorveld	2.500 A	2.500 A	—	—
Koppelveld	4.000 A	4.000 A	3.150 A	3.150 A
Hoofdrails	4.000 A	4.000 A	3.150 A	3.150 A

Figuur 6: TenneT standaarden zoals beschreven in het PVE.



Figuur 7: Opstellingstekening van de 50 kV open installatie van OS Wijdewormer.

Figuur 7 bevat een aantal fouten die later mondeling zijn besproken en in de berekening zijn rechtgezet:

- Veld 553 is koppelkabel naar 50 kV installatie 2 (140 MVA / 1540 A).



Produktinformatieblad

18-Feb-2010

Kabeltype	:	EYLKrvlwd 87/150kV 1x1200 mm² alrm
Artikelnummer	:	185.4803.23 / 20001072
Norm	:	NEN 3630 (2004)

Kabelopbouw

Geleider	:	rond massief aluminium
Geleiderscherm	:	zwakgeleidende kunststof
Isolatie	:	vermet polyetheen
Isolatiescherm	:	zwakgeleidende kunststof
Bedding	:	zwakgeleidend zwelband
Metaalmantel	:	loodlegering
Buitenmantel	:	zwart polyetheen
Identificatie	:	Prysmian - jaartal - kabeltype - lengteaanduiding

Hoofdafmetingen en gewicht

	Nominale dikte	Diameter
Geleider		38.1 mm
Geleiderscherm	0.8 mm	40.3 mm
Isolatie	17.0 mm	76.6 mm
Isolatiescherm	0.8 mm	78.8 mm
Metaalmantel	1.6 mm	83 mm
Buitenmantel	4.0 mm	92 mm
Gewicht per meter	ca. 12.7 kg	

Elektrische gegevens

Toegekende spanningen U_0/U (U_m)	:	87/150 (170) kV
Geleider		
Maximale gelijkstroomweerstand bij 20° C	:	0.0247 Ω /km
Maximale geleidertemperatuur bij continu belasting	:	90 °C
Maximale geleidertemperatuur bij kortsluiting	:	250 °C
Toelaatbare kortsluitstroom gedurende 1 sec (adiabatisch 90-250 °C)	:	>50 kA
Isolatie		
Capaciteit	:	0.21 μ F/km
Laadstroom per fase bij U_0	:	5.7 A/km
Veldsterkte bij U_0 op het geleiderscherm	:	7.1 kV/mm
Veldsterkte bij U_0 onder het isolatiescherm	:	3.8 kV/mm
Diëlektische verlieshoek bij U_0	:	<10 $\cdot 10^{-4}$
Metaalmantel		
Maximale temperatuur bij kortsluiting	:	200 °C
Toelaatbare kortsluitstroom (non-adiabatisch 50-200 °C)	1s	12.9 kA

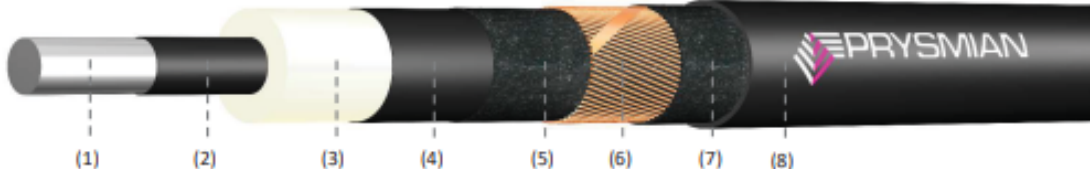
Verpakking (voorbeelden)

Haspeltype	:	3699z staal	4059Z staal
Flensdiameter	:	3750 mm	4200 mm
Kerndiameter	:	2400 mm	2400 mm
Bruto breedte	:	2600 mm	2650 mm
Maximale lengte	:	1280 m	1730 m
Totaal gewicht ca.	:	18.4 ton	26.4 ton

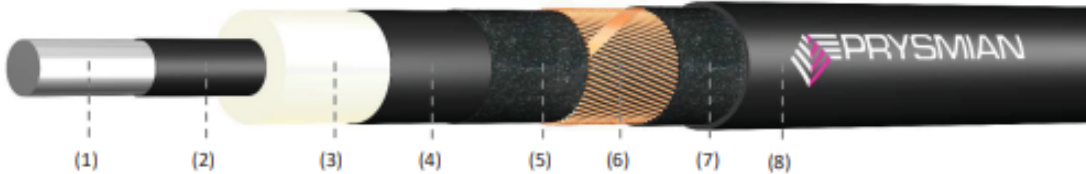
Leginstructies

Maximale trekkracht aan de kabel met een vlieter	:	8.5 kN
Maximale trekkracht aan de geleider	:	24.0 kN
Minimale buigstraal tijdens leggen	:	2.30 m
Minimale buigstraal na installatie	:	1.38 m
Minimum kabellegtemperatuur	:	-10 °C

Figuur 8: Datasheet voor 150 kV 1x1200 mm² Alrm kabel.

 	
Cable type Article number Standard	: XLPE 36/50kV 1x1200mm ² aluminium, solid : 520.20.0171.020 : NEN HD632 S3:2018
Cable data sheet 8-dec-2020	
	
Cable construction	
Conductor	: (1) solid aluminium
Conductorscreen	: (2) extruded semi-conducting compound
Insulation	: (3) XLPE
Insulationscreen	: (4) semi-conducting compound
Bedding	: (5) semi-conducting swellable tape
Earthing screen	: (6) copper round wires with counter helix of copper tape
Bedding	: (7) semi-conducting swellable tape
Outer sheath	: (8) black polyethylene jacket
Identification	: Prysmian - year - cable type - length identification
Main dimensions and weight	
	Nominal thickness
Conductor	: 38.1 mm
Conductorscreen	: 39.9 mm
Insulation	: 9.5 mm
Insulationscreen	: 61.3 mm
Earthing screen	: 70 mm ² 1.20 mm
Outer sheath	: 4.0 mm
Cable weight	: appr. 6.5 kg/m
Electrical data	
Rated voltages U ₀ /U (Um)	: 36/50 (72.5) kV
Conductor	
Maximum DC resistance at 20 °C	: 0.0247 Ω/km
Maximum temperature under normal conditions	: 90 °C
Maximum temperature under short circuit conditions	: 250 °C
Permissible short circuit current during 1 sec (adiabatic 90-250 °C)	: >50 kA
Insulation	
Capacitance	: 0.34 μF/km
Charging current per core at U ₀	: 3.8 A/km
Dielectric stress on conductor screen at U ₀	: 4.6 kV/mm
Dielectric stress under insulation screen at U ₀	: 3.1 kV/mm
Dielectric loss factor at U ₀	: <10 *10 ⁻⁴
Earthing screen	
Maximum temperature in case of short circuit	: 250 °C
Permissible short circuit current (non-adiabatic 70-250 °C)	0.5s : 17.2 kA
Cable laying data	
Maximum pulling force on cable with cable grip	: 11.1 kN
Maximum pulling force on conductor with pulling head	: 24.0 kN
Minimum bending radius during laying	: 1.9 m
Minimum bending radius when installed	: 1.1 m
Minimum temperature of cable during laying	: -10 °C
Subject to modifications	Cable design

Figuur 9: Datasheet voor 50 kV 1x1200 mm² Alm kabel.

 	
Cable type Article number Standard	: XLPE 36/50kV 1x630mm ² aluminium, solid : 20278875 : NEN HD632 S3:2018
Cable data sheet 20-apr-2020	
	
Cable construction	
Conductor	: (1) solid aluminium
Conductorscreen	: (2) extruded semi-conducting compound
Insulation	: (3) XLPE
Insulationscreen	: (4) semi-conducting compound
Bedding	: (5) semi-conducting swellable tape
Earthing screen	: (6) copper round wires with counter helix of copper tape
Bedding	: (7) semi-conducting swellable tape
Outer sheath	: (8) black polyethylene jacket
Identification	: Prysmian - year - cable type - length identification
Main dimensions and weight	
	Nominal thickness
Conductor	: 27.8 mm
Conductorscreen	: 29.6 mm
Insulation	: 8.7 mm
Insulationscreen	: 47.6 mm
Earthing screen	: 49.4 mm
Outer sheath	: 52 mm
Cable weight	: 63 mm
	appr. 4.5 kg/m
Electrical data	
Rated voltages U ₀ /U (U _m)	: 36/50 (72.5) kV
Conductor	
Maximum DC resistance at 20 °C	: 0.0469 Ω/km
Maximum temperature under normal conditions	: 90 °C
Maximum temperature under short circuit conditions	: 250 °C
Permissible short circuit current during 1 sec (adiabatic 90-250 °C)	: > 50 kA
Insulation	
Capacitance	: 0.28 µF/km
Charging current per core at U ₀	: 3.2 A/km
Dielectric stress on conductor screen at U ₀	: 5.3 kV/mm
Dielectric stress under insulation screen at U ₀	: 3.3 kV/mm
Dielectric loss factor at U ₀	: <10 *10 ⁻⁴
Earthing screen	
Maximum temperature in case of short circuit	: 250 °C
Permissible short circuit current (non-adiabatic 70-250 °C)	0.5s : 17.2 kA
Cable laying data	
Maximum pulling force on cable with cable grip	: 7.9 kN
Maximum pulling force on conductor with pulling head	: 12.6 kN
Minimum bending radius during laying	: 1.57 m
Minimum bending radius when installed	: 0.94 m
Minimum temperature of cable during laying	: -10 °C
Subject to modifications	
Cable design	

Figuur 10: Datasheet voor 50 kV 1x630 mm² Alrm kabel.