



ONDERSTATION BIJLMER NOORD (BN)

Rapportage magneetveldstudie 100 microtesla grenswaardecontour

Opdrachtgever : Liander Asset Management
Uitgevoerd door : Liandon
Auteur : Yuri van Geffen
Gecontroleerd door : Frank van Minnen
Datum : 20 juni 2018
Projectnummer : RLO2479
Documentversie : 1.0

COLOFON

Liandon

Bij Liandon 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 Liandon het mogelijk maken dat haar klanten kunnen acteren als world class spelers.

Liandon BV

Dijkgraaf 4, 6921 RL Duiven

Postbus 50, 6920 AB Duiven

Telefoon: (026) 844 71 11

Fax: (026) 844 72 00

© 2018, Liandon 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 Liandon.

Inhoudsopgave

1. Inleiding.....	4
2. Nieuwe situatie onderstation Bijlmer Noord	5
2.1 Algemeen	5
2.2 Grondschem.....	5
2.3 Lay-out	6
3. Uitgangspunten & rekenscenario's	7
3.1 Uitgangspunten rekenmodel	7
3.2 Rekenscenario's.....	7
3.3 Rekenregels 100 microtesla grenswaardecontour	8
4. Resultaten magneetberekeningen.....	9
4.1 100 microtesla grenswaardecontour	9
5. Conclusie	11
Referentie	12
Bijlage 1. Grondschem onderstation Bijlmer Noord.....	13
Bijlage 2. Uitgangspunten onderstation Bijlmer Noord	14

1. Inleiding

ACHTERGROND

Het bestaande 150/20/10 kV onderstation Bijlmer Noord is gelegen aan de Borchlandweg 10 te Amsterdam. Dit onderstation bestaat uit een 150 kV deel dat in eigendom van TenneT is en een 20 kV deel en 10 kV deel die in eigendom van Liander zijn.

Liander heeft plannen om dit onderstation uit te breiden met een tweede 20 kV schakelinstallatie en een derde 150/20 kV vermogenstransformator. Parallel hieraan zou door TenneT de 150kV schakelinstallatie moeten worden uitgebreid met een tiende veld ten behoeve van de nieuwe vermogenstransformator.

Liandon is door Liander gevraagd om het effect van de geplande stationsuitbreiding op de 100 microtesla grenswaardecontour van onderstation Bijlmer Noord te bepalen.

DOELSTELLING

De doelstelling van dit rapport is het verschaffen van inzicht in de ligging van de 100 microtesla grenswaardecontour voor de nieuwe situatie rondom onderstation Bijlmer Noord, na realisatie van de geplande stationsuitbreiding.

REKENMETHODIEK 100 MICROTESLA GRENSWAARDECONTOUR

In 1999 is door de Raad van de Europese Unie een aanbeveling uitgebracht met zogenoemde maximale blootstellingslimieten voor elektromagnetische velden voor de bevolking. Hierin worden aanbevelingen gedaan voor grenswaarden voor een breed frequentiegebied, van quasi stationaire velden tot hoogfrequente GSM velden. Voor het 50Hz elektriciteitsnet wordt een grenswaarde van 100 microtesla aanbevolen als blootstellingslimiet voor de momentane magneetveldsterkte voor de algemene bevolking.

In dit rapport wordt getoetst of in de gebieden welke toegankelijk zijn voor burgers, de momentane magneetveldsterkte beneden de aanbevolen grenswaarde blijft. Hiertoe wordt iedere component gelijktijdig maximaal belast conform de opgegeven nominale belasting. In de praktijk zal deze situatie zich nooit voor kunnen doen, aangezien een of enkele componenten al in een eerder stadium een bottleneck vormen zodat andere componenten nooit maximaal belast zullen zijn. Wel geeft deze worst-case benadering daarmee de zekerheid waar in alle situaties de grenswaarde in het beschouwde gebied niet overschreden zal worden.

LEESWIJZER

Hoofdstuk twee geeft in hoofdlijnen een beschrijving van de nieuwe situatie bij onderstation Bijlmer Noord, zoals de lay-out en de relevante componenten. Hoofdstuk drie behandelt de uitgangspunten die gehanteerd zijn om de magneetveldzone te berekenen. In hoofdstuk vier worden de resultaten van de magneetveldberekeningen gepresenteerd, waarna in hoofdstuk vijf de conclusies behandeld worden.

De bijlagen bevatten aanvullende informatie.

2. Nieuwe situatie onderstation Bijlmer Noord

2.1 Algemeen

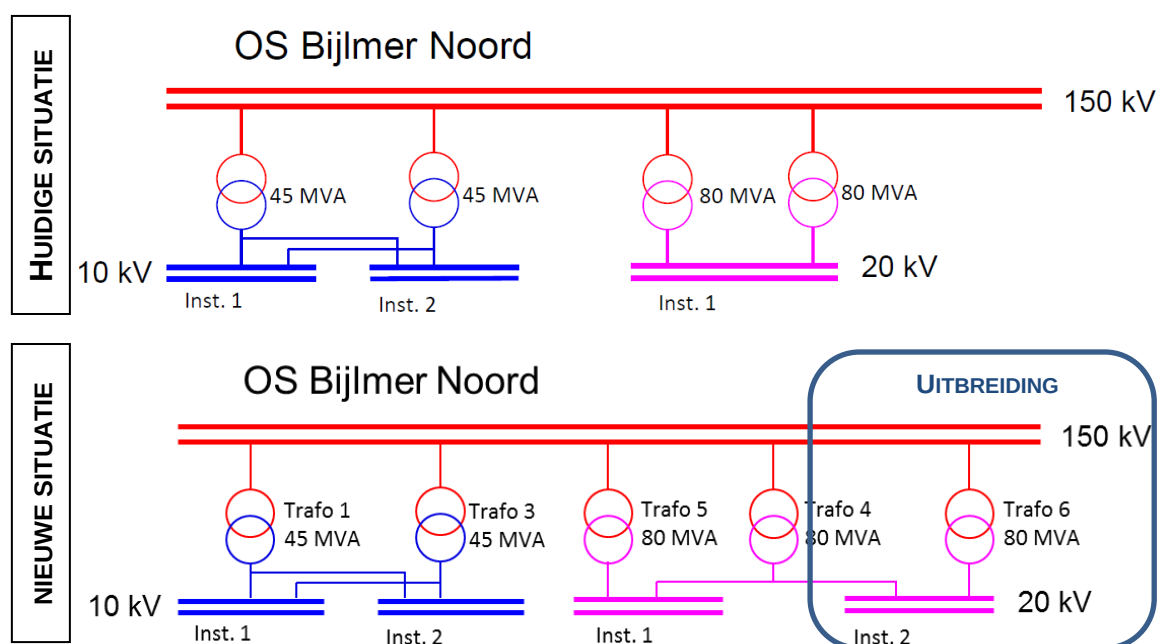
Onderstation Bijlmer Noord bestaat uit een 150 kV deel, een 20kV deel en een 10 kV deel. Het 150kV deel is in eigendom van TenneT en het 20 kV en 10 kV zijn beide in eigendom van Liander. In Figuur 1 is een luchtfoto weergegeven van de bestaande situatie bij het onderstation. Het onderstation is gelegen aan de Borchlandweg 10 te Amsterdam.



Figuur 1: Luchtfoto van onderstation Bijlmer Noord

2.2 Grondschemas

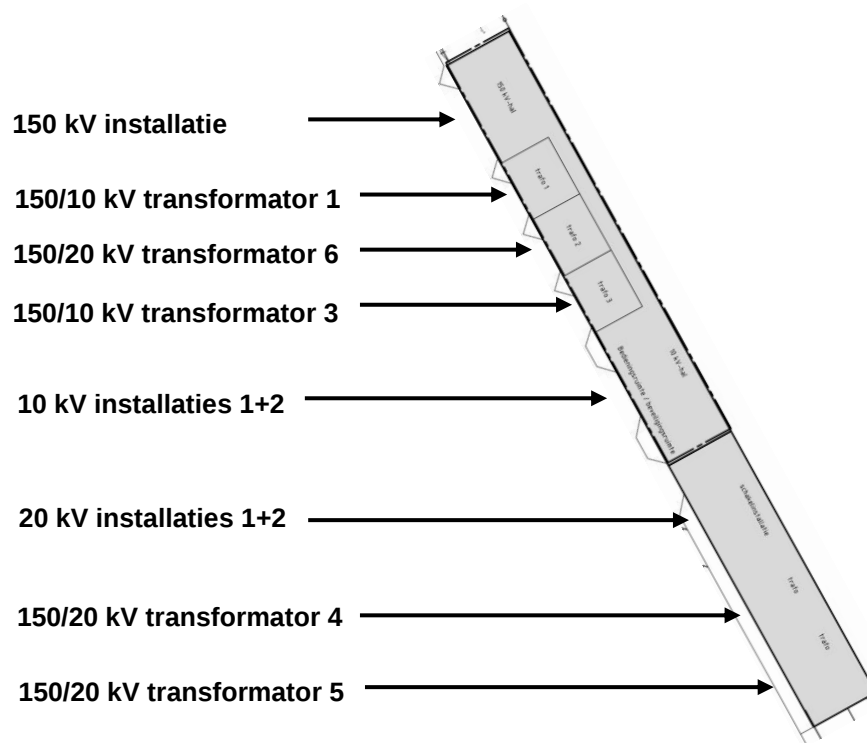
In Figuur 2 is een schematische weergave gemaakt van de huidige situatie en de eindsituatie zoals die voor OS Bijlmer Noord voorzien is. Het grondschemas voor de eindsituatie van het totale onderstation inclusief 10kV en 20kV gedeelte is nog niet uitgewerkt in een tekening. Voor het grondschemas van het 150kV deel, zie Figuur 4 in 5. Bijlage 2. Hierin zijn tevens de huidige vermogenstransformatoren opgenomen.



Figuur 2: Schematische weergave huidige situatie en nieuwe situatie OS Bijlmer Noord

2.3 Lay-out

In Figuur 3 is de lay-out van de nieuwe situatie bij onderstation Bijlmer Noord weergegeven.



Figuur 3: Lay-out nieuwe situatie station Bijlmer Noord.

3. Uitgangspunten & rekenscenario's

3.1 Uitgangspunten rekenmodel

De gehanteerde uitgangspunten voor de magneetveldberekeningen van onderstation Bijlmer Noord zijn opgenomen in 5.Bijlage 2.

De uitgangspunten zijn nog niet door Liander geaccordeerd.

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

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

3.2 Rekenscenario's

Voor de bepaling van de 100 microtesla grenswaardecontour zijn meerdere scenario's doorgerekend. Hierbij verschillen de scenario's onderling door de gekozen combinatie van stroomrichtingen in de verschillende railsystemen van de schakelinstallaties.

Er zijn 4 rekenscenario's gedefinieerd, waarvoor de gehanteerde combinatie van stroomrichtingen is weergegeven in onderstaande Tabel 1.

Railsysteem	Rekenstroom 100 microtesla contour [A]	REKENSENARIO'S			
		Nieuwe situatie			
		1	2	3	4
150 kV installatie, Rail 150A	3150 A	→	→	→	→
150 kV installatie, Rail 150B	3150 A	→	→	→	→
20 kV installatie 1, Rail 0201A1	2500 A	→	→	←	←
20 kV installatie 1, Rail 0201B1	2500 A	→	→	←	←
20 kV installatie 2, Rail 0202A1	2500 A	→	→	←	←
20 kV installatie 2, Rail 0202B1	2500 A	→	→	←	←
10 kV installatie 1, Rail 10A1	3150 A	→	←	→	←
10 kV installatie 1, Rail 10B1	3150 A	→	←	→	←
10 kV installatie 2, Rail 10A2	3150 A	→	←	→	←
10 kV installatie 1, Rail 10B2	3150 A	→	←	→	←

Tabel 1: Gehanteerde stroomrichting per rekenscenario

De 100 microtesla grenswaardecontour van de nieuwe situatie wordt bepaald door de omhullende van de resultaten van rekenscenario's 1 tot en met 4.

Voor de nieuwe situatie zijn er theoretisch in totaal 16 verschillende combinaties van stroomrichtingen in de railsystemen mogelijk. Het aantal benodigde rekenscenario's om tot de omhullende contour te komen is beperkt tot de weergegeven combinaties.

Dit is mogelijk omdat beide 10 kV installaties en beide 20kV installaties van hetzelfde type zijn en parallel staan opgesteld. Bij gelijke stroomrichting door de rail versterken ze elkaars magneetveld. Rekenscenario's waarbij de stroomrichting in beide 10 kV installaties dan wel beide 20kV installaties tegengesteld is leiden tot een geringere omvang van het magneetveld en zijn daarom buiten beschouwing gelaten. Hiermee blijven er 4 rekenscenario's over.

3.3 Rekenregels 100 microtesla grenswaardecontour

Voor de berekening van de 100 microtesla grenswaardecontour worden alle componenten van 10kV en hoger gelijktijdig belast met hun nominale belastbaarheid. Daarnaast wordt er bij de berekening van de magneetveld contouren geen rekening gehouden met dempende effecten van bliksemdraden, aarddraden, kabelmantels, metalen omhulsels, aardmantels e.d.

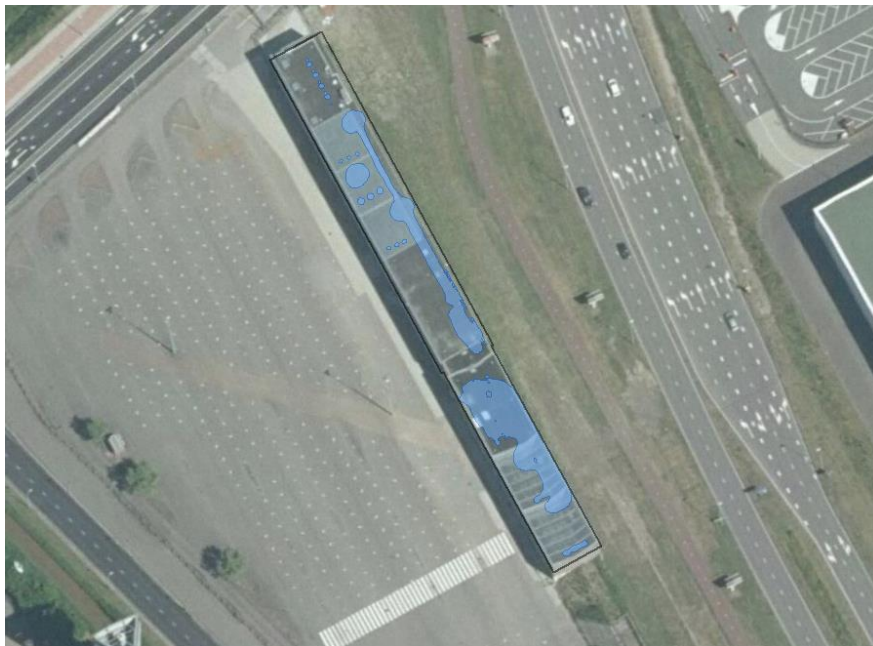
Naar analogie van de rekenregels uit paragraaf 2.4 van de notitie [1] zijn onderstaande algemene rekenregels gehanteerd:

1. *Stroomvoerende geleiders met een spanningsniveau van 10 kV en hoger worden in het model opgenomen;*
2. *Ondergrondse hoogspanningskabels worden gemodelleerd tot 10 meter buiten de erfrens van het station;*
3. *De stromen in de geleiders van een circuit worden symmetrisch verondersteld over de 3 fasen;*
4. *De stroomrichting binnen het onderstation is van hoge naar lage spanning;*
5. *Voor de stromen door alle dubbelrailsystemen wordt verondersteld dat die in beide rails dezelfde richting hebben;*
6. *Voor de 10kV, 20kV en 150kV schakelinstallaties/railsystemen wordt verondersteld dat beide rails belast worden.*
7. *De berekening wordt uitgevoerd voor de verschillende combinaties van stroomrichtingen in de belaste rails van de 150 kV, 20 kV en 10 kV schakelinstallaties (zie paragraaf 3.2);*
8. *De stroomrichting in de voedende 150 kV kabelcircuits wordt het station in verondersteld;*
9. *De stroomrichting in de afgaande 10 kV en 20 kV kabelcircuits wordt het station uit verondersteld;*

4. Resultaten magneetberekeningen

4.1 100 microtesla grenswaardecontour

In Figuur 4 en Figuur 5 zijn de 100 microtesla grenswaardecontouren van onderstation Bijlmer Noord geprojecteerd op een luchtfoto dit onderstation en de directe omgeving. Deze zijn berekend voor twee relevante hoogten, te weten op 0 meter en 2 meter boven maaiveld.



Figuur 4: 100 microtesla grenswaardecontour op 0 meter boven maaiveld.



Figuur 5: 100 microtesla grenswaardecontour op 2 meter boven maaiveld.

De magneetveldzone is geprojecteerd op een luchtfoto van onderstation Bijlmer Noord en de directe omgeving. Op deze luchtfoto is de gevel en tevens erfgrens van onderstation Bijlmer Noord weergegeven door middel van een zwarte lijn.

Zowel op 0 meter als op 2 meter boven maaiveld blijft de 100 microtesla grenswaardecontour binnen de erfgrens. In het gebied tussen de 0 en 2 meter neemt voor alle componenten, behalve de 150kV schakelinstallatie, de omvang van de grenswaardecontour verder af, naarmate de hoogte toeneemt. In het gebied rondom Onderstation Bijlmer Noord, dat toegankelijk is voor de algemene bevolking, blijft de veldsterkte onder de 100 microtesla grenswaarde.

5. Conclusie

In dit rapport is voor Onderstation Bijlmer Noord de 100 microtesla grenswaardecontour inzichtelijk gemaakt, welke middels worst-case berekeningen is vastgesteld.

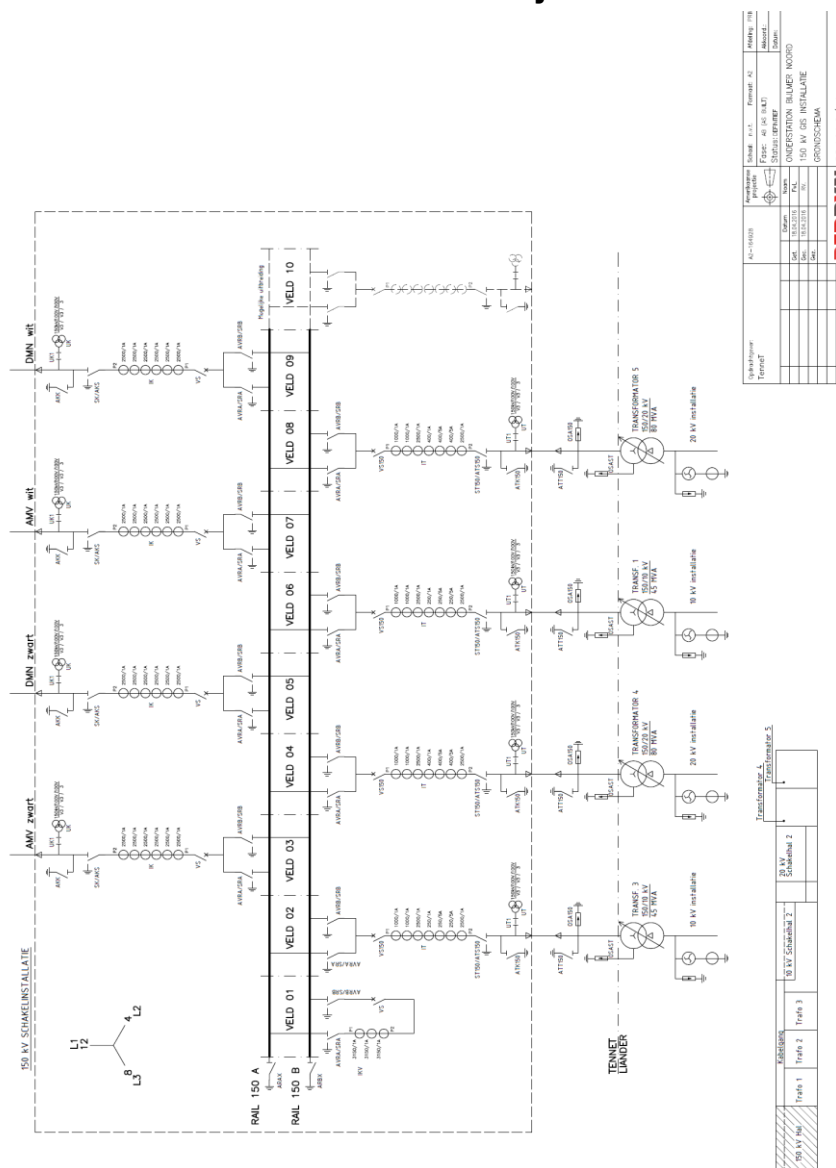
Zowel op 0 meter als op 2 meter boven maaiveld blijft de 100 microtesla grenswaardecontour binnen de erfgrens. In het gebied rondom Onderstation Bijlmer Noord, dat toegankelijk is voor de algemene bevolking, blijft de magnetische veldsterkte overal onder de 100 microtesla.

Referentie

Onderstaande referentie is gebruikt:

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

Bijlage 1. Grondschema onderstation Bijlmer Noord



Figuur 6: Grondschematische situatie OS Bijlmer Noord

Bijlage 2. Uitgangspunten onderstation Bijlmer Noord

In deze bijlage zijn de gehanteerde uitgangspunten voor onderstation Bijlmer Noord opgenomen.

Deze uitgangspunten zijn nog niet door Liander geaccordeerd.

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

Datum : 20-06-2018

Auteur : F.C. van Minnen – Liandon

Reviewer : Yuri van Geffen – Liandon

Versie : 1.0

Dit document beschrijft de uitgangspunten die gehanteerd zijn bij de bepaling van de 100 microtesla grenswaardecontour van onderstation Bijlmer Noord.

1. Gehanteerde rekenmethodiek**1.1. Bepaling 100 microtesla grenswaardecontour**

De rekenmethodiek ter bepaling van de 100 microtesla grenswaardecontour omvat dat in het stationsmodel alle stroomvoerende componenten met een spanningsniveau van 10kV en hoger op hun nominale stroombelastbaarheid worden ingesteld.

Hierbij genereert ieder component het sterkste magneetveld dat tijdens normaal bedrijf zou kunnen voorkomen.

2. Beschrijving onderstation Bijlmer Noord**2.1. Locatie & indeling**

Station Bijlmer Noord bestaat uit een 150 kV deel dat in eigendom van TenneT is en een 20 kV deel en 10 kV deel die in eigendom van Liander zijn. In Figuur 1 is een aanzicht van het onderstation weergegeven, Figuur 3 in Bijlage 2 toont een bovenaanzicht inclusief indeling. Het onderstation is gelegen aan de Borchlandweg 10 te Amsterdam.



Figuur 1: Aanzicht onderstation Bijlmer Noord

2.2. Scope van de uitbreiding van station Bijlmer Noord

Liander is voornemens om 150 kV station Bijlmer Noord uit te breiden met een tweede 20 kV installatie en een derde 80 MVA 150/20kV transformator. De extra 150/20 kV transformator is voorzien in een bestaande 150/10 kV transformatorcel.

Om het station hiervoor geschikt te maken dient parallel door TenneT een uitbreiding van de 150 kV GIS installatie met een 10^{de} veld gerealiseerd te worden.

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

Het station zal dan in de eindsituatie bestaan uit:

- Een 10-velds 150 kV GIS installatie
- Drie 80 MVA 150/20 kV transformatoren
- Twee 18-velds 20 kV schakelinstallatie
- Twee 45 MVA 150/10 kV transformatoren
- Twee 10 kV installaties
- 150 kV, 20 kV en 10 kV voedende en afgaande kabels

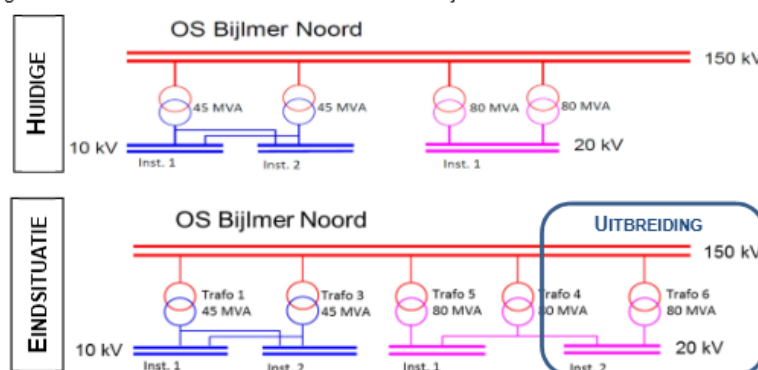
Voor de eindsituatie is een berekening uitgevoerd van de 100 microtesla grenswaardecontour. Bij deze berekening zijn alle stroomvoerende componenten met een spanning van 10 kV en hoger in de berekening meegenomen.

2.3. Stationsontwerp

Stationsnummer Bijlmer Noord (BN) : 908

Voor het grondschema van het 150kV deel zie Figuur 4 in Bijlage 3.

Het grondschema voor de eindsituatie van het totale onderstation inclusief 10kV en 20kV gedeelte is nog niet uitgewerkt in een tekening. In Figuur 2 is daarom een schematische weergave gemaakt van de huidige situatie en de eindsituatie zoals die voor OS Bijlmer Noord voorzien is.



Figuur 2: Schematische weergave huidige situatie & eindsituatie OS Bijlmer Noord

2.4. Lay-out van het station

In Figuur 5 in Bijlage 4 is de geplande lay-out van de eindsituatie bij station Bijlmer Noord weergegeven. De schematische weergave van Figuur 2 sluit hierop aan.

2.5. Klokgetallen

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

Spanningsniveau	150 kV			20 kV			10 kV		
Trafoaansluiting	W	V	U	W	V	U	W	V	U
	12	4	8	1	5	9	7	11	3
Klokgetal									
	Bron: TMS database, 'BN-A0-155735-000001.pdf'								

Tabel 1: Klokgetallen schema OS Bijlmer Noord, eindsituatie

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

3. Uitgangspunten beschouwde eindsituatie

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 zowel de bestaande als de nieuwe situatie. Enkele hiervan zijn in de bijlagen opgenomen, de overige kunnen op verzoek verstrekt worden.

3.1. Gehanteerde rekenbelastingen

3.1.1. 100 microtesla grenswaardecontour

Het uitgangspunt voor bepaling van de 100 microtesla grenswaardecontour is dat alle stroomvoerende componenten gemodelleerd worden op hun nominale stroombelastbaarheid.

3.2. Algemene uitgangspunten

Naar analogie van de uitgangspunten uit paragraaf 2.4 van de notitie van het RIVM zijn onderstaande algemene uitgangspunten gehanteerd:

- De magneetvelddempende invloed van mogelijk aanwezige afscherming of metalen omhulsels wordt niet meegenomen in de berekeningen.
- Stroomvoerende geleiders met een spanningsniveau van 10 kV en hoger worden in het model opgenomen;
- Ondergrondse hoogspanningskabels worden gemodelleerd tot 10 meter buiten de erfgrans van het station;
- De stromen in de geleiders van een circuit worden symmetrisch verondersteld over de 3 fasen;
- De stroomrichting binnen het onderstation is van hoge naar lage spanning;
- Voor de stromen door alle dubbelrailsystemen wordt verondersteld dat die in beide rails dezelfde richting hebben;
- Voor de 10kV, 20kV en 150kV schakelinstallaties/railsystemen wordt verondersteld dat beide rails belast worden.
- De berekening wordt uitgevoerd voor de verschillende combinaties van stroomrichtingen in de belaste rails van de 150 kV, 20 kV en 10 kV schakelinstallaties;
- De stroomrichting in de voedende 150 kV kabelcircuits wordt het station in verondersteld;
- De stroomrichting in de afgaande 10 kV en 20 kV kabelcircuits wordt het station uit verondersteld;

3.3. Transformatoren

De inwendige transformatorwikkelingen van de transformatoren worden niet in het rekenmodel opgenomen.

80 MVA 150/20 kV TRANSFORMATOREN

Huidige 150/20 kV transformatoren

De huidige twee 80 MVA 150/20 kV transformatoren staan opgesteld in transformatorcellen 4 en 5 (zie Figuur 5 in Bijlage 4).

Gegevens van de gemodelleerde transformatoren:

- Type transformatoren : 80 MVA 150/20 kV
- Fabrikant : SGB
- Vector configuratie : YNd1
- Maatvoering en opstelling in trafocel : Conform tekening 'BN-A1-243726-000001.pdf'

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

Uitbreiding 150/20 kV transformator

De nieuwe 80 MVA 150/20 kV transformator zal worden opgesteld in transformatorcel 2 (zie Figuur 5 in Bijlage 4).

Gegevens van de gemodelleerde transformator:

- Type transformatoren : 80 MVA 150/20 kV
- Fabrikant : ETRA
- Vector configuratie : YNd1
- Maatvoering en opstelling in trafocel : Conform tekeningen 'Bijlage P2 906_0_19-1 variant A akkoord beheer boven aanz trafocel 2.pdf', 'Bijlage P3 906_0_19-2 variant A Zijaanzicht Transformatorcel 2.pdf' & 'Bijlage P7 4075_m_v02.pdf'

45 MVA 150/10 kV TRANSFORMATOREN

De twee 45 MVA 150/10 kV transformatoren staan opgesteld in transformatorcellen 1 en 3 (zie Figuur 5 in Bijlage 4).

Gegevens van de gemodelleerde transformatoren:

- Type transformatoren : 45 MVA 150/10 kV
- Fabrikant : TIRONI
- Vector configuratie : YNd5
- Maatvoering en opstelling in trafocel :
 - Trafo 1 : Conform tekeningen 'BN-A1-238609-000001.pdf' & 'BN-A1-238609-000002.pdf'
 - Trafo 3 : Conform tekeningen 'BN-A1-238610-000001.pdf' & 'BN-A1-238610-000002.pdf'

3.4. 150 kV schakelinstallatie

- Type installatie : GIS installatie, type 8DN8 van de firma Siemens.
- Spanningsniveau : 150 kV
- Veldindeling :

Veldnummer	Type veld	Richting
Veld 1	Koppelveld	n.v.t.
Veld 2	Transformatorveld	150/10kV transformator 3
Veld 3	Kabelveld	Amstelveen zwart
Veld 4	Transformatorveld	150/20kV transformator 4
Veld 5	Kabelveld	Diemen zwart
Veld 6	Transformatorveld	150/10kV transformator 1
Veld 7	Kabelveld	Amstelveen wit
Veld 8	Transformatorveld	150/20kV-transformator 5
Veld 9	Kabelveld	Diemen wit
Veld 10	Transformatorveld	150/20kV transformator 6

Tabel 2: Veldindeling 150 kV schakelinstallatie station Bijlmer Noord, eindsituatie

- Kenmerken :
 - Dubbelrail op 150 kV met elkaar verbonden via een koppelveld (veld 1). De nominale stroombelastbaarheid van de hoofd rail bedraagt 3150 A;
 - De nominale stroombelastbaarheid van het koppelveld bedraagt 3150 A;
 - De kabelvelden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 2500 A;
 - De nominale stroombelastbaarheid van de transformatorvelden bedraagt 1000 A.
- Lay-out : zie Figuur 6 in Bijlage 5.

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord**3.5. 150 kV Kabelverbindingen****3.5.1. Voedende 150 kV kabelverbindingen**

De relevante uitgangspunten ten aanzien van de voedende 150 kV kabelverbindingen zijn:

VERBINDINGEN AMSTELVEEN – BIJLMER NOORD CIRCUIT WIT & BIJLMER NOORD – DIEMEN CIRCUIT WIT

- *Type kabel* : NKF EYLRvld 87/150 kV 3x1x1200 Al
- *Aantal circuits* : 2 (AMV-BN wit & BN-DMN wit)
- *Legconfiguratie* : plat vlak
- *Dekking boven kabel* : 1.2 meter
- *Ontwerpbelasting* : 962.25 A (250 MVA) per circuit
- *Rekenbelasting* : Identiek aan ontwerpbelasting
- *Kabelloop op stationsterrein* : zie Figuur 5 in Bijlage 4

VERBINDINGEN AMSTELVEEN – BIJLMER NOORD CIRCUIT ZWART & BIJLMER NOORD – DIEMEN CIRCUIT ZWART

- *Type kabel* : Prysmian EYLRvld 87/150 kV 3x1x1600 Al
- *Aantal circuits* : 2 (AMV-BN zwart & BN-DMN zwart)
- *Legconfiguratie* : plat vlak
- *Dekking boven kabel* : 1.2 meter
- *Ontwerpbelasting* : 962.25 A (250 MVA) per circuit
- *Rekenbelasting* : Identiek aan ontwerpbelasting
- *Kabelloop op stationsterrein* : zie Figuur 5 in Bijlage 4

3.5.2. Kabelverbinding tussen 150 kV transformatorvelden en 150/20 kV transformatoren

De 150 kV verbinding tussen de 150 kV installatie en de transformatoren bestaat uit drie éénfase kabels. De gehanteerde uitgangspunten zijn:

- *Type kabel* : Prysmian EYLRvld 87/150 kV 3x1x1200 Alrm
- *Aantal circuits* : 3 (1 per transformator)
- *Legconfiguratie* : plat vlak
- *Dekking boven kabel* : 1.2 meter onder peil
- *Nominale transportcapaciteit* : 308 A (80 MVA)
- *Rekenbelasting* : Identiek aan ontwerpbelasting
- *Kabelloop op stationsterrein* : zie TMS database en Figuur 8 in Bijlage 6.

3.5.3. Kabelverbinding tussen 150 kV transformatorvelden en 150/10 kV transformatoren

De 150 kV verbinding tussen de 150 kV installatie en de transformatoren bestaat uit drie éénfase kabels. De gehanteerde uitgangspunten zijn:

- *Type kabel* : Prysmian EYLRvld 87/150 kV 3x1x1200 Alrm
- *Aantal circuits* : 3 (1 per transformator)
- *Legconfiguratie* : plat vlak
- *Dekking boven kabel* : 1.2 meter onder peil
- *Nominale transportcapaciteit* : 174 A (45 MVA)
- *Rekenbelasting* : Identiek aan ontwerpbelasting
- *Kabelloop op stationsterrein* : zie TMS database en Figuur 8 in Bijlage 6.

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

3.6. 20 kV schakelinstallaties

- *Type installatie* : Type E (ABB 24 kV switchgear type Unigear ZS1)
- *Spanningsniveau* : 20 kV
- *Veldindeling* :

	Veldnummer	Type veld	Richting
Installatie 20kV-1	020V0101	Kabelveld	
	020V0102	Kabelveld	
	020V0103	Kabelveld	
	020V0104	Kabelveld	
	020V0105	Kabelveld	
	020V0106	Transformatorveld	150/20kV transformator 4
	020V0107	Kabelveld	
	020V0108	Kabelveld	
	020V0109	Kabelveld	
	020V0110	Kabelveld	
	020V0111	Kabelveld	
	020V0112	Kabelveld	
	020V0113	Transformatorveld	150/20kV transformator 6
	020V0114	Kabelveld	
	020V0115	Kabelveld	
	020V0116	Kabelveld	
	020V0117	Kabelveld	
	020V0118	Kabelveld	
Installatie 20kV-2	020V0201	Kabelveld	
	020V0202	Kabelveld	
	020V0203	Kabelveld	
	020V0204	Kabelveld	
	020V0205	Kabelveld	
	020V0206	Transformatorveld	150/20kV transformator 4
	020V0207	Kabelveld	
	020V0208	Kabelveld	
	020V0209	Kabelveld	
	020V0210	Kabelveld	
	020V0211	Kabelveld	
	020V0212	Kabelveld	
	020V0213	Transformatorveld	150/20kV transformator 5
	020V0214	Kabelveld	
	020V0215	Kabelveld	
	020V0216	Kabelveld	
	020V0217	Kabelveld	
	020V0218	Kabelveld	

Tabel 3: Veldindeling 20 kV schakelinstallatie station Bijlmer Noord, eindsituatie

- *Kenmerken* :
 - Dubbelrail op 20 kV met uittrekbare vermogensschakelaars. Een koppelveld is niet aanwezig. De nominale stroombelastbaarheid van de hoofd rail bedraagt 2500 A;
 - De installaties wordt tijdens normaal bedrijf gesplitst bedreven;

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

- De afgaande kabelvelden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 630 A;
- De nominale stroombelastbaarheid van de voedende transformatorvelden bedraagt 2500 A.
- *Lay-out* : zie Figuur 7 in Bijlage 5.
- *Bijzonderheden* : De 20 kV installaties staan boven elkaar opgesteld (installatie 20kV-1 op de begane grond, 20kV-2 op de 1^e verdieping;
- *Rekenbelasting hoofd rail* :
 - *Installatie 20kV-1* : 2500 A op rail 0201A1, 2500 A op rail 0201B1
 - *Installatie 20kV-2* : 2500 A op rail 0202A1, 2500 A op rail 0202B1

3.7. 20 kV Kabelverbindingen

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

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

- *Type kabel* : TKF YMeKrvslqwd 12/20kV 1x630Al + as70
- *Aantal circuits* : 12 met de verdeling:
 - 3 circuits van transformator 5 naar veld 020V0213;
 - 3 circuits van transformator 6 naar veld 020V0113;
 - 3 circuits van transformator 4 naar veld 020V0106¹;
 - 3 circuits van transformator 4 naar veld 020V0206¹.
- *Legconfiguratie* : driehoek
- *Hart op hart afstand* : variabel bij wanddoorvoeren, in kabelkelder 0.25 meter tussen de circuits per transformatorverbinding
- *Dekking boven kabel* : Kabel ligt op de vloer van de kabelruimte
- *Nominale transportcapaciteit* : 2309 A (80 MVA) per transformatorverbinding
- *Rekenbelasting* : 2309 A (80 MVA) per transformatorverbinding
- *Kabelloop op stationsterrein* : Zie TMS database en Figuur 9 in Bijlage 6

3.7.2. Afgaande 20 kV kabelverbindingen

Beide 20 kV installaties bieden ruimte aan 16 afgaande 20 kV kabelcircuits, totaal 32. Uitgangspunt voor de magneetveldberekening is volledige benutting hiervan.

- *Type kabel* : YMeKrvslqwd 12/20kV 240Al
- *Aantal circuits* : 32
- *Legconfiguratie* : driehoek
- *Dekking boven kabel* : 0.8 meter
- *Ontwerpbelasting* : 240Al kabels → 345 A (12 MVA) per circuit
- *Rekenbelasting* : 345 A (12 MVA) per circuit
- *Kabelloop op stationsterrein* : Zie TMS database en Figuur 9 in Bijlage 6

3.8. 10 kV schakelinstallaties

De beide 10 kV schakelinstallaties op station Bijlmer Noord zijn reeds bestaande installaties. Voor gedetailleerde informatie over de veldindelingen en de opstellingstekeningen die gebruikt zijn voor de opbouw van het 3D model wordt verwezen naar WebGIS en de TMS database.

3.8.1. 10 kV schakelinstallatie 1

- *Type installatie* : HOLEC MMS
- *Spanningsniveau* : 10 kV

¹ 150/20 kV transformator 4 voedt zowel 20 kV installatie 1 als 20 kV installatie 2. Voor beide sets van 3 circuits wordt een rekenbelasting van 80 MVA gehanteerd.

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

- *Veldindeling* : 13 velden, veld 121 t/m veld 133, zie WebGIS
- *Kenmerken* :
 - Dubbelrailsysteem met een nominale stroombelastbaarheid van 3150 A;
 - Dwarskoppelveld (veld 123) met een nominale stroombelastbaarheid van 3150 A;
 - De afgaande kabelvelden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 630 A;
 - De nominale stroombelastbaarheid van de voedende velden bedraagt 3150 A.
- *Lay-out* : zie stationstekeningen in de TMS database
- *Bijzonderheden* : geen
- *Rekenbelasting* : Overeenkomstig met de nominale belasting van het betreffende veld/de betreffende rail.

3.8.2. 10 kV schakelinstallatie 2

- *Type installatie* : Holec MMS
- *Spanningsniveau* : 10 kV
- *Aantal velden* : 28
- *Veldindeling* : Veld 157 t/m veld 186, zie WebGIS
- *Lay-out* : zie stationstekeningen in de TMS database
- *Kenmerken* :
 - Dubbelrailsysteem met een nominale stroombelastbaarheid van 3150 A;
 - Dwarskoppelveld (veld 174) met een nominale stroombelastbaarheid van 3150 A;
 - De afgaande kabelvelden hebben een nominale stroombelastbaarheid van 630 A;
 - De nominale stroombelastbaarheid van de voedende velden bedraagt 3150 A.
- *Bijzonderheden* : 10 kV schakelinstallatie 2 staat opgesteld op de 1^e verdieping.
- *Rekenbelasting* : Overeenkomstig met de nominale belasting van het betreffende veld/de betreffende rail.

3.9. 10 kV kabelverbindingen**3.9.1. Afgaande 10 kV kabelcircuits**

- *Type kabel* : variabel, zie onder
- *Aantal circuits* : 33
- *Kabelloop op stationsterrein* : Conform WebGIS, zie ook Figuur 5 in Bijlage 4

Over de kabelloop in de kelder van de 10 kV installaties kon geen informatie in de systemen gevonden worden. Hiervan is aangenomen dat de kabels na binnenkomst in de kelder recht naar het bijbehorende kabelveld lopen.

In totaal zijn er 33 afgaande 10 kV kabelcircuits in bedrijf op station Bijlmer Noord:

- *10 kV installatie 1:*
 - 3 circuits 240AI XLPE kabel met een nominale stroombelastbaarheid van 345 A;
 - 5 circuits 630AI XLPE kabel met een nominale stroombelastbaarheid van 575 A.
- *10 kV installatie 2:*
 - 21 circuits 240AI XLPE kabel met een nominale stroombelastbaarheid van 345 A;
 - 4 circuits 630AI XLPE kabel met een nominale stroombelastbaarheid van 575 A.
- *Rekenbelasting* : Overeenkomstig met de nominale belasting van het betreffende kabeltype.

3.9.2. Kabelverbinding tussen 150/10 kV transformatoren en 10 kV voedende velden

- *Type kabel* : TKF YMeKrvslqwd 12/20kV 1x630Cu + as35
- *Aantal circuits* : 12 met de verdeling:
 - 3 circuits van transformator 1 naar 10kV installatie 1, veld 121;
 - 3 circuits van transformator 1 naar 10kV installatie 2, veld 181;
 - 3 circuits van transformator 3 naar 10kV installatie 1, veld 125;

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

- 3 circuits van transformator 3 naar 10kV installatie 2, veld 167;
- *Legconfiguratie* : driehoek
- *Hart op hart afstand* : variabel bij wanddoorvoeren, in kabelkelder 0.25 meter tussen de circuits per transformatorverbinding
- *Dekking boven kabel* : Kabel ligt op de vloer van de kabelruimte
- *Nominale transportcapaciteit* : 2598 A (45 MVA) per transformatorverbinding
- *Rekenbelasting* : 2598 A (45 MVA) per transformatorverbinding
- *Kabelloop op stationsterrein* : zie TMS database en Figuur 8 in Bijlage 6.

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

4. Rekenstromen

De belastingen voor de verschillende gemodelleerde stroomvoerende componenten van station Bijlmer Noord zijn in Tabel 4 verzameld. Voor bepaling van de 100 microtesla grenswaardecontour worden de berekeningen uitgevoerd op basis van de nominale stroom uit kolom 4.

Nr.	Omschrijving	Nominaal Vermogen [MVA]	Nominale stroom [A]
150 kV SPANNINGSNIVEAU			
1	150kV veld 1, Koppelveld	818	3150
2	150kV veld 2, Koppelveld	818	3150
3	150 kV veld 3, 5, 7 & 9 (Kabelvelden)	520	2500
4	150 kV veld 2, 4, 6, 8 & 10 (Transformatorvelden)	260	1000
5	150 kV Hoofdrails	818	3150
6	Kabel AMV-BN, circuit wit	250	962
7	Kabel AMV-BN, circuit zwart	250	962
8	Kabel BN-DMN, circuit wit	250	962
9	Kabel BN-DMN, circuit zwart	250	962
10	Kabel tussen 150 kV transformatorveld en 150/10kV transformator 1	45	173.2
11	Kabel tussen 150 kV transformatorveld en 150/10kV transformator 3	45	173.2
12	Kabel tussen 150 kV transformatorveld en 150/20kV transformator 4	80	308
13	Kabel tussen 150 kV transformatorveld en 150/20kV transformator 5	80	308
14	Kabel tussen 150 kV transformatorveld en 150/20kV transformator 6	80	308
20 kV SPANNINGSNIVEAU			
15	Kabel tussen 150 / 20 kV transformator 4 en 20 kV transformatorveld - 020V0106 - 020V0206	80 80	2309 2309
16	Kabel tussen 150 / 20 kV transformator 5 en 20 kV transformatorveld 020V0213	80	2309
17	Kabel tussen 150 / 20 kV transformator 5 en 20 kV transformatorveld 020V0113	80	2309

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

Nr.	Omschrijving	Nominaal Vermogen [MVA]	Nominale stroom [A]
18	Hoofdrail 20 kV installatie 20kV-1	87	2500
19	Hoofdrail 20 kV installatie 20kV-2	87	2500
20	20 kV voedende velden 020V0106 & 020V0206	86.6	2500
21	20 kV voedende velden 020V0113 & 020V0213	86.6	2500
22	Afgaande 20 kV kabelcircuits	12	32x 345
23	20 kV afgaande velden	21.8	630
10 kV SPANNINGSNIVEAU			
24	Verbinding tussen 150/10 kV transformator 1 en 10 kV installatie 1, veld 121	45	2598
25	Verbinding tussen 150/10 kV transformator 1 en 10 kV installatie 2, veld 181	45	2598
26	Kabel tussen 20/10 kV transformator 3 en 10 kV installatie 1, veld 125	45	2598
27	Kabel tussen 20/10 kV transformator 3 en 10 kV installatie 2, veld 167	45	2598
28	Hoofdrail 10 kV schakelinstallatie 1	54.6	3150
29	Hoofdrail 10 kV schakelinstallatie 2	54.6	3150
30	10 kV koppelvelden		
	10kV installatie 1, veld 123	54.6	3150
	10kV installatie 1, veld 174	54.6	3150
31	10 kV voedende velden 121 & 125	54.6	3150
32	10 kV voedende velden 167 & 181	54.6	3150
33	10 kV afgaande velden	10.9	630
34	Afgaande 10 kV kabelcircuits		
	240Al XLPE – 24x	6	345
	630Al XLPE – 9x	10	575

Tabel 4: Rekenstromen station Bijlmer Noord, eindsituatie

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

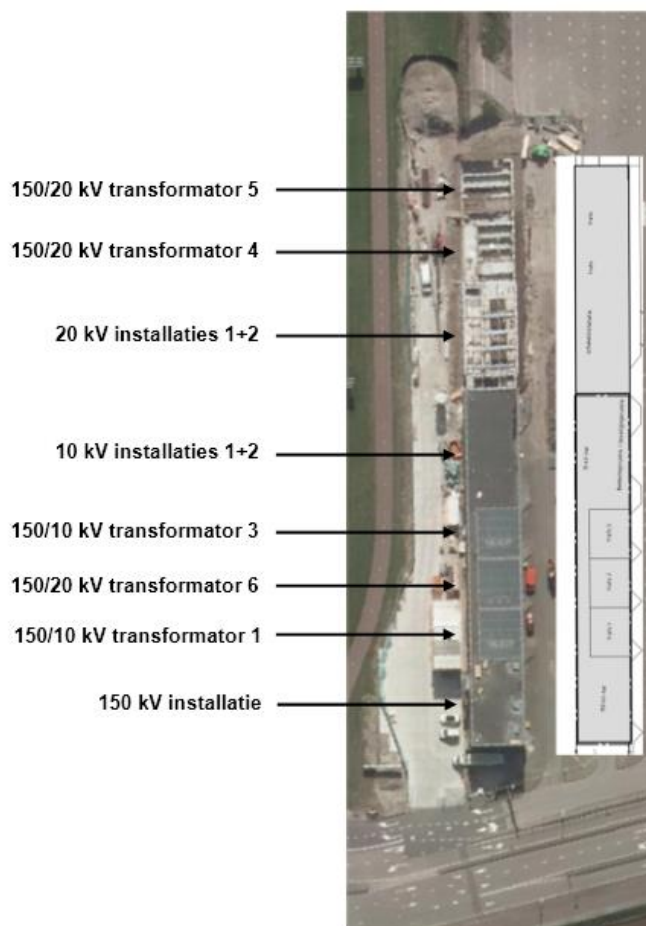
Bijlage 1 Referentie

Onderstaande referentie is gebruikt:

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

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

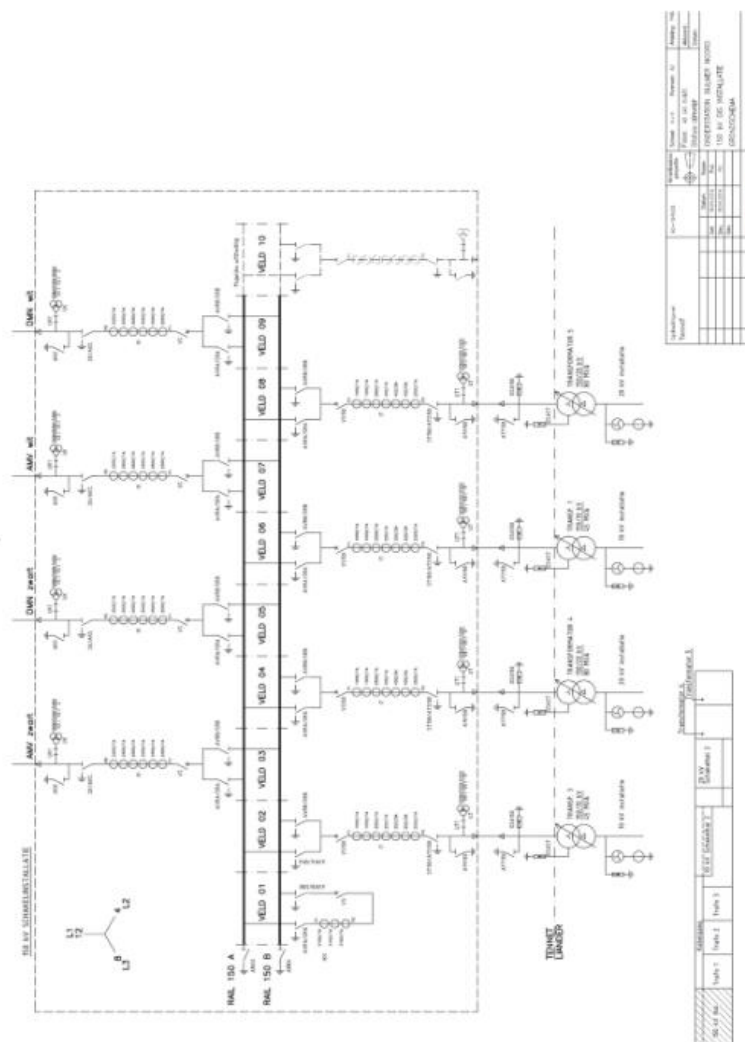
Bijlage 2 Bovenaanzicht station Bijlmer Noord



Figuur 3: Luchtfoto onderstation Bijlmer Noord (Bron: WebGIS)

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

Bijlage 3 Grondschemas OS Bijlmer Noord, 150 kV deel



Figuur 4: Grondschemas 150kV deel Bijlmer Noord, incl. uitbreiding
(Bron: 'Bijlage P1 BN-A2-164928-000001 SDL 150kV.pdf')

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

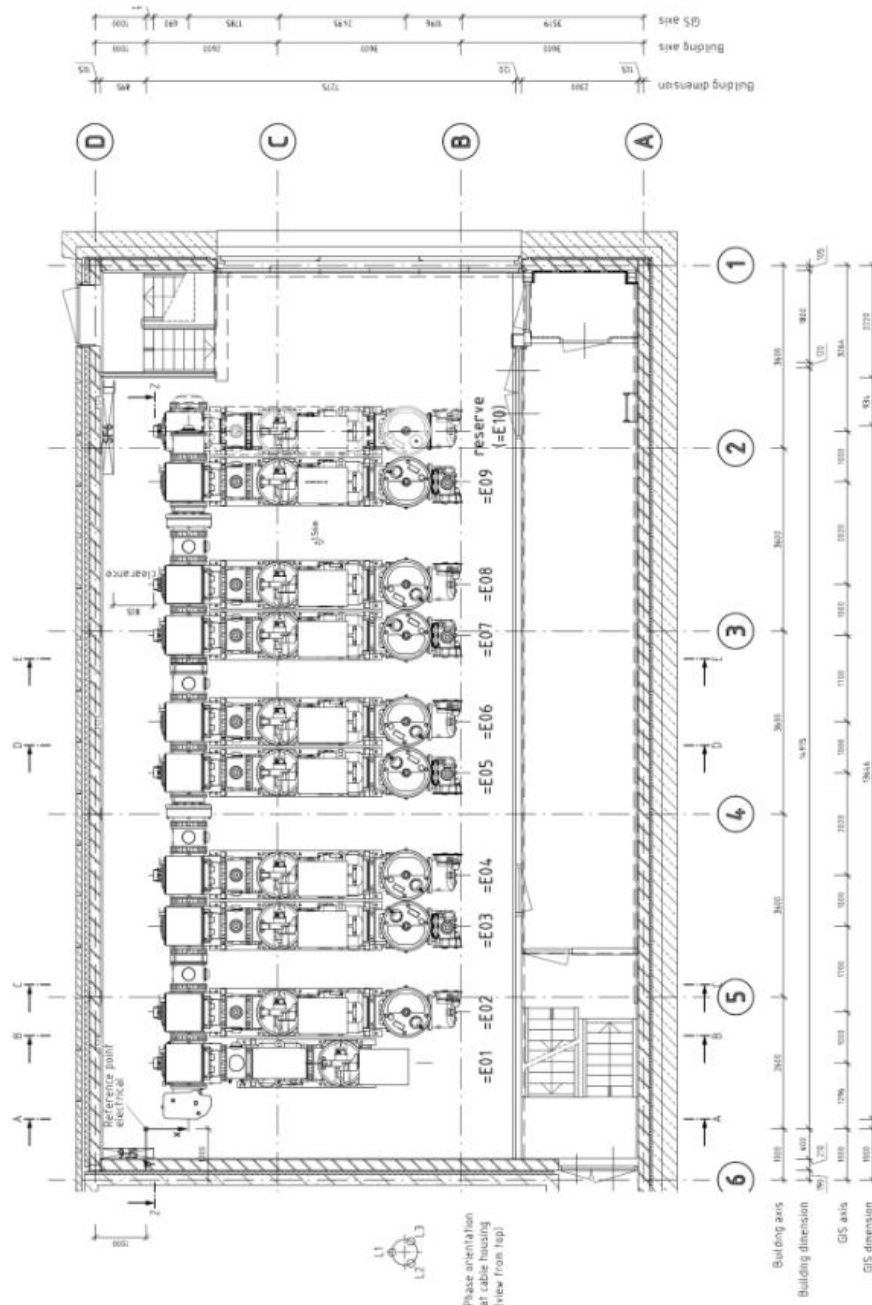
Bijlage 4 Lay-out eindsituatie na uitbreiding OS Bijlmer Noord



Figuur 5: Lay-out eindsituatie na uitbreiding OS Bijlmer Noord.
(Bron: 'Bijlage V1 RLO2479-HBS-01-trafokabels 20 en 150kV trafokabels buiten gebouw.pdf')

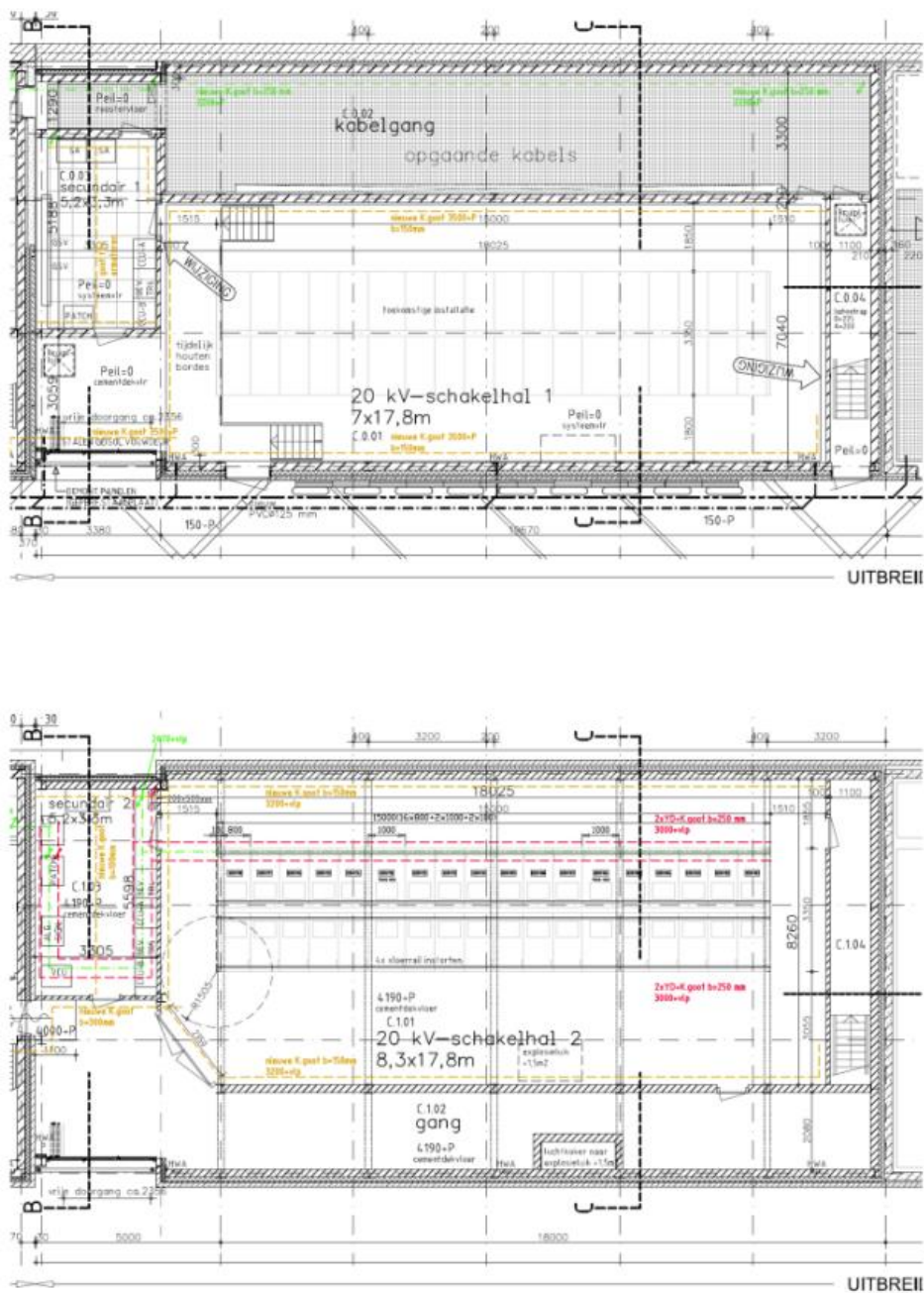
Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

Bijlage 5 Lay-out 150 kV & 20 kV schakelinstallatie



Figuur 6: Lay-out Siemens 150 kV GIS schakelinstallatie
(Bron: 'Bijlage P6 E50115-A9208-V021-C Opstelling 150kV GIS.pdf')

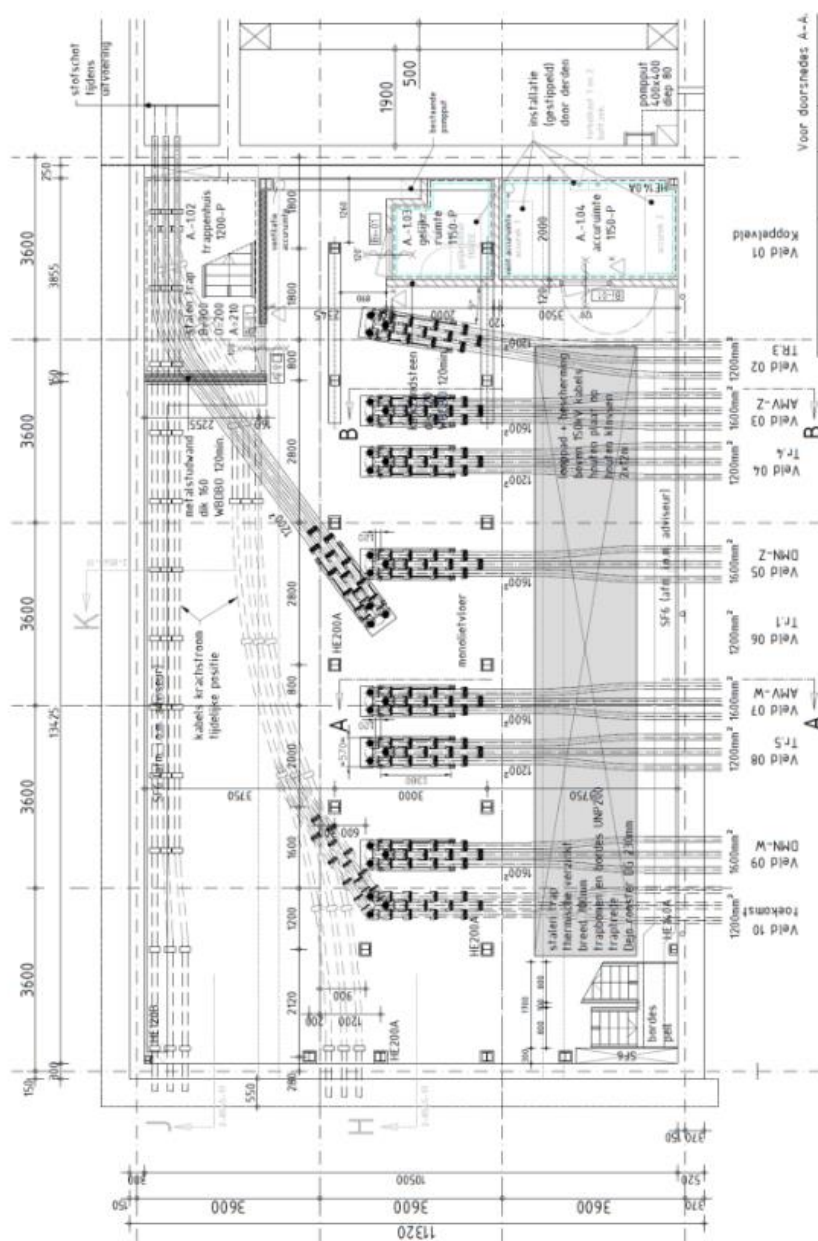
Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord



Figuur 7: Opstelling 20 kV schakelinstallatie
(Bron: 'Bijlage B7 8545-33 Plattegronden as 18 tm 37.pdf')

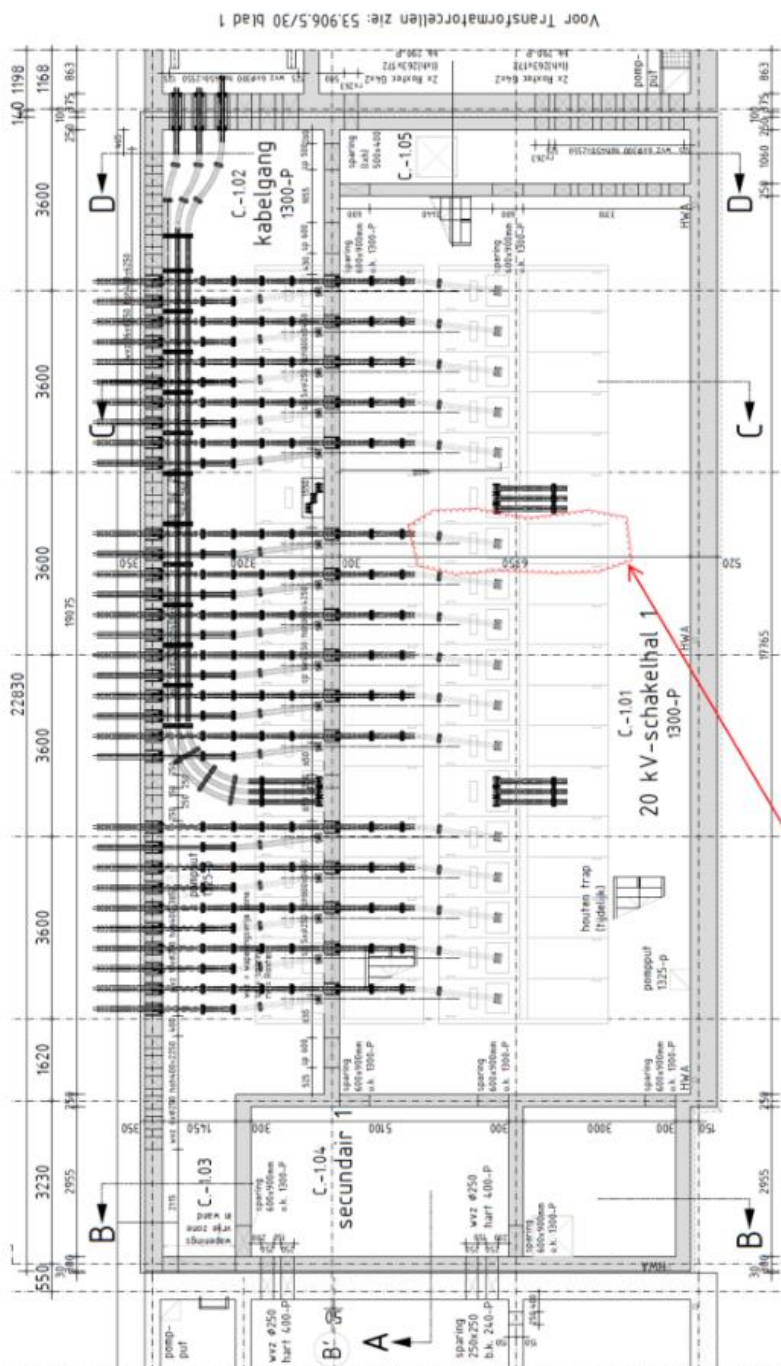
Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord

Bijlage 6 Kabelloop 150kV en 20kV op het station



Figuur 8: Kabelloop 150 kV kelder station Bijlmer Noord
(Bron: 'Bijlage P4 906_5_26-1B Kabelloop kelder 150kV.pdf')

Uitgangspunten magneetveldberekening grenswaardecontour onderstation Bijlmer Noord



Figuur 9: Kabelloop 20 kV kelder station Bijlmer Noord
(Bron: 'Bijlage P5 906_5_32-1 Kabelloop kelder 20kV.pdf')