

Ontwerpvoorschrift*1500 V DC Tractievoeding Deel 3: Module-eisen beveiliging*

Beherende instantie: **AM Techniek**
Inhoudverantwoordelijke: Manager Energievoorziening
Status: Definitief

Datum van kracht: 01-12-2023	Versie 011	Documentnummer: OVS00013-3
--	----------------------	--------------------------------------

Disclaimer:

© 2023 Behoudens de in of krachtens de Auteurswet 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.

© 2023 Apart from the exceptions in or by virtue of the 1912 copyright law no part of this document may be reproduced or published by print, photocopying, microfilm or any other means without written permission from the author.

Inhoud

1 Algemeen	3
1.1 Doel	3
1.2 Toepassingsgebied en context	3
1.3 Scope en raakvlakken met andere producten	3
1.4 Definities en afkortingen	4
1.5 Referenties	5
2 Functionele - en prestatie eisen	7
2.1 Te beveiligen onderdelen	7
2.2 Algemene eisen	7
2.3 Beveiliging tractiegroep	8
2.3.1 Uitschakelen	8
2.3.2 Beveiliging en instelling	8
2.3.3 Signalering en bediening	14
2.4 Beveiliging AC voedingskabelverbindingen en HVI	16
2.4.1 Uitschakelen	16
2.4.2 Beveiliging en instelling	16
2.4.3 Signalering en bediening	20
2.5 Beveiliging stationstransformator	21
2.5.1 Signalering en bediening	21
2.6 Beveiliging voedingssectie	22
2.6.1 Uitschakelen	22
2.6.2 Beveiliging en instelling	22
2.6.3 Signalering en bediening	24
3 Eisen aan aanvullende beveiligingen	26
3.1 Gestelsluitbeveiliging	26
3.2 Kabelmantelbeveiliging	26
4 Eisen aan berekeningen beveiligingsontwerp	27
4.1 Vastleggen uitgangspunten	27
4.2 Uitvoeren van berekeningen voor het AC-hoogspanningsgedeelte.	27
4.3 Berekening stroominstelling thermische beveiliging AC- & DC-kabels	29
4.4 DC-kortsluitberekeningen ten behoeve van instelling beveiliging snelschakelaar	29
5 Revisiegegevens	31
6 Bijlagen	33
6.1 Bijlage 1: Beveiligingsbeleid netbeheerders	33
6.2 Bijlage 2 Rekenmodellen t.b.v. DC-kortsluitstroom berekeningen	36
6.3 Bijlage 3: Instelling di/dt beveiliging	44
6.3.1 Parameter settings Siemens Sitras Pro en Sitras MDC, functie ΔI (current step):	44

1 Algemeen

1.1 Doel

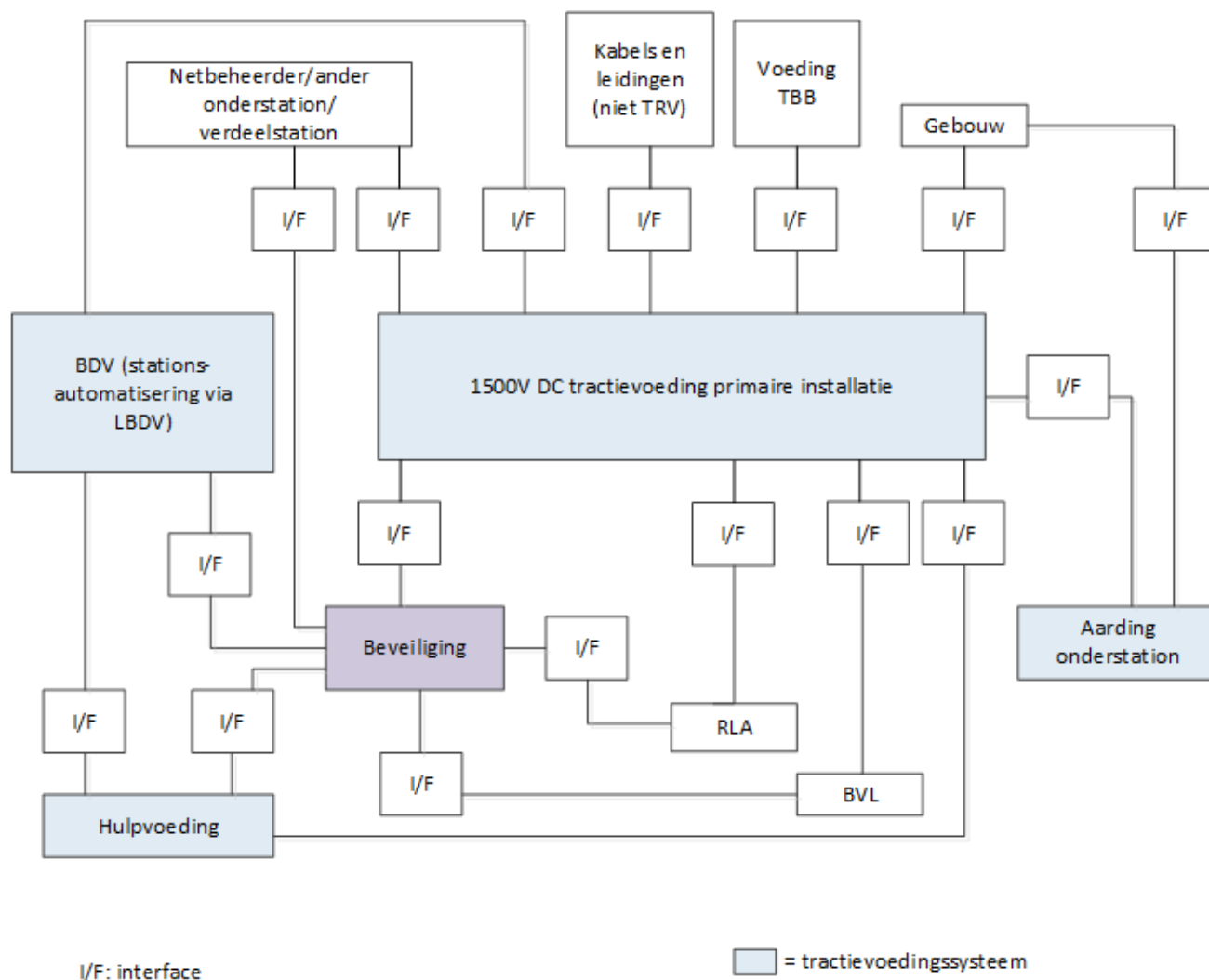
Dit ontwerpvoorschrift maakt onderdeel uit van de basisdocumentatie voor het 1500 V DC tractie-energievoorzieningssysteem (TEV-systeem). Dit ontwerpvoorschrift beschrijft de standaard keuzes en technische eisen ten behoeve van de beveiligingscoördinatie in de 1500 V tractie-energievoorziening in beheer bij ProRail.

1.2 Toepassingsgebied en context

Dit ontwerpvoorschrift dient te worden gehanteerd bij het ontwerpen van onder- en schakelstations van het 1500 V TEV-systeem in het geval van nieuwbouw, uitbreiding en aanpassing ten behoeve van het spoorwegnet van ProRail.

1.3 Scope en raakvlakken met andere producten

Het TEV-systeem is het standaardsysteem voor elektrificatie van conventionele spoorwegen in Nederland. De beveiliging maakt deel uit van het tractie-energievoorzieningssysteem en heeft raakvlakken met interne en externe systemen; deze raakvlakken zijn aangegeven in figuur 1. De beveiliging is in deze figuur in het paarse vlak weergegeven.



Figuur 1: scope en raakvlakken met interne en externe systemen

1.4 Definities en afkortingen

De definities en afkortingen gebruikt in dit OVS zijn terug te vinden in de ProRail richtlijn RLN00124 "Begrippen en afkortingen Energievoorziening".

Overige gebruikte definities en afkortingen:

BB-unit	Besturings- en Beveiligingsunit (ook wel Bay Controller genoemd).
EDS	EDS staat voor Energie DistributieSysteem. Een EDS is een 10 of 20 kV kabeldistributiesysteem dat voeding levert aan meerdere gebruikers. Deze gebruikers kunnen TEV onderstations zijn maar ook wisselverwarming of voedingen TBB of tunneltechnische installaties. Het EDS is een zogenaamd ringnet met aansluitpunten op het net van de netbeheerder aan beide uiteinden. In het EDS is een netscheiding voorzien.

IED	Intelligent Electronic Device, bijvoorbeeld BB-unit
ESA	Energievoorziening Stations Automatisering. <i>Dit is een uitvoeringsvariant van een LBDV met een lokaal netwerk op basis van ethernet en IEC61850.</i>
GVI	Gelijkstroomverdeelinrichting
GR	Tractiegroep veld HVI/GVI
HVI	Hoogspanningsverdeelinrichting
SMIK	Stuur- en Meld Interface Kast (onderdeel van ESA)
TMIK	Transformator Meld Interface Kast (speciale SMIK-uitvoering t.b.v. giethars tractietransformator)
VK	Voedingskabel veld HVI/GVI

1.5 Referenties

Van alle in dit OVS genoemde normen (inclusief de “amendments” en “revisions”) dient de versie te worden genomen die ten tijde van de opdrachtverstrekking van toepassing was. De laatste uitgave is geldig.

Indien eisen conflicteren, dient de volgende prioriteitsvolgorde te worden aangehouden:

1. Wettelijke eisen;
2. ProRail ontwerpvoorschriften en richtlijnen;
3. Overige ProRail voorschriften en regelgeving;
4. NEN-EN en EN-normen voor railtoepassingen;
5. NEN-EN en EN-normen;
6. Overige (internationale) normering.

In dit OVS wordt naar de onderstaande normen en voorschriften verwezen:

NEN-EN 50163	Spoorwegtoepassingen - Voedingsspanningen van tractiesystemen
NEN-EN 50328	Spoorwegtoepassingen - Vaste inrichtingen – Elektronische vermogensomzetters voor onderstations.
NEN-EN 50329	Spoorwegtoepassingen - Vaste inrichtingen – Tractietransformatoren.
IEC 61850	Communicatienetwerken en – systemen in substations.
NPR 3107	Papierloodkabels voor sterkstroom, Continu toelaatbare stroom
NPR 3626	Kabels geïsoleerd met vernet polyetheen voor spanningen van 6 kV tot en met 30 kV -Continu toelaatbare stroom en thermisch toelaatbare kortsluitstroom.
IEC 60909	Short-circuit calculation in three phase a.c. systems.
OVS00012-2	Ontwerpvoorschrift, Tractie-energievoorziening 1500 V DC. Deel 2: Systeemeisen.
OVS00012-4	Ontwerpvoorschrift, Tractie-energievoorziening 1500 V DC. Deel 4: Netanalyse.
OVS00013-4	Ontwerpvoorschrift 1500 V DC Tractievoeding. Deel 4: Module-eisen

	secundaire systemen.
OVS00013-5	Ontwerpvoorschrift 1500 V DC Tractievoeding. Deel 5: Ontwerpregels.
RLN00124	Begrippen en afkortingen energievoorziening.

2 Functionele - en prestatie eisen

2.1 Te beveiligen onderdelen

Binnen de tractie-energievoorziening zijn de volgende te beveiligen onderdelen te onderscheiden:

1. de AC voedingskabel(s), inclusief rail van de HVI in het ProRail onderstation;
2. de tractiegroep, bestaande uit:
 - a. de tractietransformator,
 - b. de tractiegelijkrichter, inclusief:
 - i. de verbinding tussen HVI en tractietransformator,
 - ii. de verbinding tussen tractietransformator en tractiegelijkrichter,
 - iii. de verbinding tussen tractiegelijkrichter en GVI (plus en minuskabels),
 - iv. de rail van de GVI;
3. de gelijkrichterwagenaansluiting;
4. de stationstransformator, inclusief rail van de hoofdverdeelkast 400 V AC;
5. de voedingssectie:
 - a. de snelschakelaar (GVI),
 - b. de verbinding tussen snelschakelaar en bovenleidingschakelaar (1500 V voedingskabel of pluskabel),
 - c. de bovenleiding (draagkabel, versterkingsleiding, rijdraden en onderlinge verbindingen),
 - d. het retourcircuit (minusrail GVI in minusveld, kabels tussen minusveld en minuskast, kabels tussen minuskast en spoor, spoorstaven, railspoelen en onderlinge verbindingen in het spoor);
6. de metalen gestellen 1500 V;
7. De kabelmantel van de 1500 V plus kabels.

2.2 Algemene eisen

De beveiligingsfilosofie voor het 1500 V DC tractie energievoorzieningssysteem is gebaseerd op de volgende algemene eisen:

EIS-0012232 - De installatieonderdelen dienen te worden beveiligd tegen een te hoge temperatuur ten gevolge van de gevoerde stroom in samenhang met de tijd en vastgestelde omgevingscondities en randvoorwaarden.

EIS-0012233 - Vanuit onderstations en schakelstations dient de bovenleiding selectief per hoofdspoor en per richting te worden beveiligd tegen kortsluitingen en overbelastingen [OVS00012-2].

EIS-0012234 - De beveiliging dient zodanig te worden ingesteld dat de opgestelde capaciteit optimaal kan worden benut.

EIS-0012235 - De AC-voedingskabel, de tractiegroep en de gelijkrichterwagenaansluiting, zoals genoemd in 2.1, dienen te worden beveiligd met digitale beveiligingsrelais.

EIS-0012230 - Het beveiligingsontwerp dient te voldoen aan de ontwerpeisen genoemd in OVS00013-5.

EIS-0012231 - De beveiligingsrelais dienen zodanig te zijn geconfigureerd dat de storingsregistratie start 100 ms voorafgaand aan het event (aanspreekwaarde relais) bij een registratieduur van 2 seconden.

In de volgende paragrafen worden de beveiligingen van de afzonderlijke onderdelen beschreven. Vanzelfsprekend dienen beveiligingsinstellingen zodanig te zijn dat thermische overbelasting van

installatiedelen wordt voorkomen en dat kortsluitingen tijdig worden afgeschakeld ter voorkoming van schade aan de installatie dan wel elektrocutie van personen. Verder dienen beveiligingen selectief ten opzichte van elkaar ingesteld te worden, zodat een fout zo dicht mogelijk bij de foutplaats wordt afgeschakeld en enkel het defecte installatiedeel wordt afgeschakeld. Tenslotte moet opgemerkt worden dat alle genoemde tijden van de beveiligingen insteltijden zijn en niet afschakeltijden.

Om de verschillende beveiligingen overzichtelijk weer te kunnen geven, wordt in dit document onderscheid gemaakt tussen de AC- en de DC- beveiligingen. Deze beveiligingen hebben een relatie met elkaar, maar deze is relatief beperkt.

2.3 Beveiliging tractiegroep

2.3.1 Uitschakelen

EIS-0012239 - De vermogensschakelaar in het tractiegroepveld (GR-veld) van de HVI dient uit te schakelen indien sprake is van:

- overbelasting van één van de componenten in de tractiegroep;
- overbelasting van de minusverbinding tussen spoor en GVI;
- kortsluiting in de tractiegroep;
- asymmetrische voeding van de tractiegeleijkrichter (uitval fase door defect tractietransformator, defect HVI of door kabeldefect).

2.3.2 Beveiliging en instelling

EIS-0012242 - De componenten in de tractiegroep dienen tegen kortsluiting te worden beveiligd middels een onafhankelijke maximaalstroomtijdbeveiliging in het tractiegroepveld (GR-veld) van de HVI.

EIS-0012243 - De instelling van de maximaalstroomtijdbeveiliging van de tractiegroepen (GR-velden) dienen te voldoen aan de volgende voorwaarden:

- I_{setting} mag niet hoger zijn dan 90% van de minimale kortsluitstroom die ontstaat bij een sluiting aan de secundaire zijde van de tractietransformator (definitie minimale kortsluitstroom conform paragraaf 4.1.2);
- I_{setting} is kleiner of gelijk aan de maximale waarden in tabel 1;
- I_{setting} is groter of gelijk aan de minimale waarden in tabel 1.

Opmerking: een hoge setting verdient de voorkeur.

Tabel 1 Settings maximaalstroomrelais tractiegroepveld HVI

Spanning (kV)	Maximumstroominstelling		Tijd
	Minimale setting	Maximale setting	
10	• groter dan de 1 seconde-waarde (per tractiegroep) van de belastingduurkromme of • groter dan 3x de basisstroom van de tractietransformator	1000 A	0,1 sec.
13		800 A	0,1 sec.
25		400 A	0,1 sec.

EIS-0012244 - De instelling van de asymmetriebeveiliging^[1] dient als volgt te zijn:

- De I2/I1 verhouding^[2] voor trip dient 20% te zijn;
- De vertragingstijd dient tenminste 10 seconden te zijn.

Opmerking: De instelling van het draaiveld in het relais dient overeen te komen met de daadwerkelijke richting van het draaiveld.

[1] Ook wel aangeduid met broken conductor of negative sequence beveiliging.

[2] De beveiliging I2 staat voor de tegenstroom en I1 staat voor de meestroom.

EIS-0012240 - De oliegevulde tractietransformator dient tevens separaat te worden beveiligd op de volgende manieren:

1. met een buchholz beveiliging of manostaatbeveiliging (de laatste indien er sprake is van een stikstofvulling tussen trafo-olie en trafodeksel) tegen kortsluiting en overbelasting.
2. met een overdrukventiel om te voorkomen dat de transformatorbak deformeert.
3. met een topolie thermostaatbeveiliging tegen overbelasting.
4. Een oliepeilbeveiliging (noodzakelijk bij stikstofvulling).

Het aanspreken van de beveiligingen a, c en d dient te leiden tot het afschakelen van de tractiegroep. Tevens dient het aanspreken van de beveiligingen a, c en d te worden gemeld naar het OBI (zie OVS00013-4.)

EIS-0012241 - De giethars tractietransformator dient tevens separaat te worden beveiligd tegen te hoge bedrijfstemperaturen van de windingen via thermische bewaking.

Toelichting: De gietharstransformator is uitgerust met zowel een PTC weerstand (per fase) als een PT100 weerstand in één van de drie fasen.

Voor de thermische bewaking/beveiliging van de giethars tractietransformator is een zogenaamde 'TMIK' (speciale uitvoering van SMIK) beschikbaar, die is uitgerust met een PT100 input kaart voor de winding temperatuurmeting en 2 stuks PTC inputs (1 per transformator) voor de thermische beveiliging. De PTC's schakelen bij overtemperatuur en zorgen via de TMIK voor afschakeling van de tractiegroep in de HVI. De PTC's van de drie verschillende fasen van elke transformator worden in serie aangesloten op 1 PTC ingang van de TMIK.

EIS-0012191 - De tractiegeleijkrichter dient tevens separaat te worden beveiligd op de volgende manieren:

- Smeltveiligheden per diode, voorzien van microswitches. Een defecte smeltveiligheid in de tak van de diode dient te worden gemeld op het OBI (zie OVS00013-4). Tevens dient een tripsignaal te worden gegenereerd dat tot het afschakelen van de tractiegroep leidt.
- De secundaire spanning van de tractiegeleijkrichter dient te voldoen aan NEN-EN 50163 en zal moeten worden beveiligd tegen een te hoge afgegeven spanning door het toepassen van een spanningscontrolelrelais. De meting zal plaats moeten vinden tussen twee fasen met behulp van een spanningstransformator aan de primaire zijde van de tractiegeleijkrichter (= secundaire zijde tractietransformator). Een te hoge onbelaste spanning zal na 300 sec +/- 60 sec moeten leiden tot een uitschakeling van betreffende tractiegroep.

EIS-0012189 - De componenten in de tractiegroepen dienen te worden beveiligd tegen overbelasting middels een thermische beveiliging in het tractiegroepveld van de HVI. Bij het bepalen van de stroominstelling van de thermische beveiliging van een tractiegroep dient rekening te worden gehouden met zowel de belastbaarheid van de componenten in de tractiegroep. De tijdconstante instelling (Tau-tijd) van de thermische beveiliging dient 1800 sec te zijn.

Zie in dit kader ook EIS-0012352 die stelt dat knelpunten in de minus aansluiting opgelost moeten worden.

EIS-0012352 - Indien de dimensionering van de minusverbinding een beperking oplegt ten aanzien van de thermische belastbaarheid, dient de minusverbinding te worden verzwaaard.

Toelichting: De belastbaarheid van de minuskabels mag geen beperking opleggen aan de hoogte van de instelling van de thermische beveiliging.

EIS-0012190 - De instelling van de thermische beveiliging dient te voldoen aan de volgende twee voorwaarden:

1. Instelling is kleiner of gelijk aan waarde in tabel 2 (kolom 11) of bij nieuwer type de maximale thermische belasting conform de vigerende BEA00182;
2. Instelling is kleiner of gelijk aan berekende waarde in tabel 3 (kolom 6) of bij nieuwer type de maximale thermische belasting conform de vigerende BEA00183.

Opmerking 1: De factor 1,5 uit tabel 3 (laatste kolom) is afkomstig uit de norm NEN-EN 50328 en hoort bij klasse VI.

Opmerking 2: Configuratie-afhankelijke settings zijn toegestaan indien de HVI uitgerust is met besturing op basis van ethernet en IEC61850. Het instellen van een aangepaste thermische setting bij n-1 bedrijf voor de tractiegroepen kan handig zijn, indien de normale thermische instelling bepaald wordt door een insnoering in de minus-aansluiting. Bij n-1 bedrijf kun je dan een hogere thermische setting toestaan.

Tabel 2 Thermische settings voor tractietransformatoren

ProRail type transformator	Type vraag-specificatie	Schakeling + optioneel [ProRail type]	Fabrikant	puls	Soort	S _{nom} [MVA]	S _{basis} [MVA]	U _{nom} [kV] Primair	I _B ^[1] [A]	Maximale thermische instelling ^[2] [A]	Maximale Temperatuur instelling Oliegevuld: topolie; Giethars: tripinstelling thermische bewaking (via PTC of PT100). [°C]
1/2	NB ^[3]	Yy0 Yy0	Smit/ Dominit	6	Olie	≥2,5	2,21	26,60	48	75	105
3/4	NB	Dy11	ACEC/ Pauwels	6	Olie	≥2,5	2,21	26,60	48	75	105
5	NB	Dy11	ACEC	6	Olie	≥2,5	2,24	13,76	94	145	105
6/7/8	NB	Yy0	Smit/ Pauwels/ ACEC	6	Olie	≥2,5	2,21	10,60	120	180	105
9/10/11	NB	Yy0 [10] / Dy11 [9/11]	ACEC	6	Olie	≥2,5	2,29	11,00	120	180	105
12	NB	Yy0	ACEC	6	Olie	≥2,5	2,29	10,00	132	200	105
13/14/15	NB	Yy0 [13/14] / Dy11 [15]	Smit	6	Olie	≥2,5	2,24	13,76	94	145	105
16/17	NB	Dy11 [16] / Yy0 [17]	Smit	6	Olie	≥2,5	2,25	11,00	118	180	105
18	NB	Dy11	Smit	6	Olie	≥2,5	2,25	26,60	48	75	105
22	NB	Dy5	Smit	6	Olie	≥2,5	2,25	11,00	118	180	105
23/24	NB	Zd11y0 (+/- 7,5)	ACEC	12	Olie	3,0	2,5	10,60	143	220	105

1500 V DC Tractievoeding Deel 3: Module-eisen beveiliging

25/26	NB	Yy0 [25] / Dy11 [26]	Smit	6	Olie	3,0	2,5	11,00	131	200	105
27/28	C1/C2	Yy0/Dy11	Smit	6	Olie	4,0	3,3	11,00	175	270	105
29/30	D1	Zd11y0 (+/- 7,5)	Smit/SGB	12	Olie	4,0	3,3	11,00	178	270	105
31/32	C3/C4	Yy0 [31] / Dy11 [32]	Smit/SGB	6	Olie	4,0	3,3	13,76	140	210	105
33	D2	Zd11y0 (+/- 7,5)	Smit/SGB	12	Olie	4,0	3,3	13,76	140	210	105
34/35	NB	Yy0 [34] / Dy11 [35]	Smit/SGB	6	Olie	4,0	3,3	26,60	72	110	105
36	NB	Zd11y0 (+/- 7,5)	Smit	12	Olie	5,1	4,23	10,75	227	360	110
37	NB	Zd11y0 (+/- 7,5)	Smit	12	Olie	5,1	4,22	13,76	177	275	110
38	B1	Zd11y0 (+/- 7,5)	Smit/SGB	12	Olie	5,4	4,4	10,75	236	365	110
39	B2	Zd11y0 (+/- 7,5)	Smit/SGB	12	Olie	5,4	4,4	13,76	184	280	110
40	C1	Yy0	Smit/SGB	6	Olie	4,0	3,3	11,00	173	300	110
41/42	C7/C8	Yy0 [41] / Dy11 [42]	Smit/SGB	6	Olie	4,0	3,3	26,6	72	120	110
43/44	A5/A6	Yy0 [43] / Dy11 [44]	Smit/SGB	6	Olie	5,4	4,4	23	110	180	110
45	B3	Zd11y0 (+/- 7,5)	SGB/SGB	12	Olie	5,4	4,4	21	121	180	115
46	B4	Zd11y0 (+/- 7,5)	SGB/SGB	12	Olie	5,4	4,4	23	110	165	115
47	A9	Yy0	SGB	6	Olie	5,4	4,4	20	127	190	110
48	A10	Dy11	SGB	6	Olie	5,4	4,4	20	127	190	110
49	B1	D(+/- 7,5°)d0y11	SGB	12	Giethars	5,4	4,4	10,75	236	354	150
50	B2	D(+/-	SGB	12	Giethars	5,4	4,4	13,76	184	276	150

1500 V DC Tractievoeding Deel 3: Module-eisen beveiliging

		7,5°)d0y11									
51	B3	D(+/- 7,5°)d0y11	SGB	12	Giethars	5,4	4,4	21	120	180	150
52	B4	D(+/- 7,5°)d0y11	SGB	12	Giethars	5,4	4,4	23	110	165	150

[1] Basisstroom conform NEN-EN50329 duty class VI.

[2] Vastgestelde waarden. Waarde is minimaal 1,5 x I_b rekening houdend met duty class VI.

[3] NB = niet bestelbaar.

Opmerking 1: De gearceerde regels betreffen transformatoren die niet meer nieuw geleverd worden.

Opmerking 2: Van bovenstaande tractietransformatoren is niet altijd een vigerende BEA. Indien er geen vigerende BEA is, betekent dit dat een project rekening moet houden met langere doorlooptijden in verband met typetesten.

Tabel 3 Thermische settings voor tractiegelijkrichters

Gelijkrichter- type	Fabrikaat	Pulstal	Vermogen [kW]	$I_B^{[1]}$ (DC- niveau) [A]	Maximale thermische instelling op hoogspanningsniveau [A]
16	BBN	6	2250	1300	$= I_B \cdot \sqrt{(2/3)} \cdot \frac{U_{sec}}{U_{prim}} \cdot 1,5 \cdot P$ P = 1,05 (extra ophoging) voor type 27 en hoger.
17	BBN	6	2250	1500	
18	BBN	6	2750	1700	
19	Siemens	6	2800	1700	
20	Siemens	6	2800	1700	
21	Siemens	12	1125	1700	
22	BBN	6	3060	1700	
23	BBN	6	1125	1700	
25	BBN	12	3060	1700	
26	Holec	12	3060	1700	
27	ABB	6	4000	2300	
28	AEG	6	3000	1700	
29	ABB	12	4400	2300	
30	Imtech	12	4400	2300	
31	Imtech	6	4400	2300	
41	Siemens	6 of 12 puls	4400	2300	

[1] Uitgaande van klasse VI conform EN50328.

2.3.3 Signalering en bediening

De toestand van de beveiliging en van de vermogensschakelaar van de tractiegroep in het ProRail onderstation wordt als volgt weergegeven:

Tabel 4 Signalering en bediening tractiegroupveld HVI en tractiegroup

Tractiegroup	Lokale melding	Melding OBI	Vergrendeling ^[1]	Verre bediening OBI	Weder-inschakeling	Lokale bediening
IN – UIT schakelaar	X	X		X		X
Trip beveiliging maximaal	X	X ^[4]	X			
Thermisch alarm	X	X ^[4]				
Trip beveiliging thermisch	X	X ^[2]			X ^[3]	
Trip asymmetriebeveiliging	X	X ^[4]	X			
Voeding 48 V beveiliging (indien van toepassing)	X	X				
Indien besturing tractiegroup conventioneel ('hard wired') via de tractiegelijkrichter is uitgevoerd: Alg. storingsverzamel melding ^[5] van de tractiegroup	X	X	X ^[6]			
Indien besturing tractiegroup digitaal via BB-unit en lokale netwerk is uitgevoerd: • Storing BB-unit.	X	X				
Indien besturing tractiegroup digitaal is uitgevoerd via BB-unit en lokale netwerk: • Gasrelais/buchholz bij oliegepulde tractietransformator; • Oliepeil bij oliegepulde tractietransformator; • Olietemperatuur bij oliegepulde tractietransformator; • Windingtemperatuur giethars tractietransformator; • Diodebeveiliging tractiegelijkrichter; • Overspanning tractiegelijkrichter.	X	X	X ^[6]			

[1] Bij vergrendeling dient lokaal te worden gereset.

[2] Bij 100% van de ingestelde waarde dient de thermische beveiliging aan te spreken (uitschakelcommando). Dit wordt gemeld op OBI.

[3] Handmatig wederinschakelen mogelijk vanaf afkoeling tot onder 80% waarde thermische setting.

[4] Enkel melding indien beveiligingsrelais is aangesloten op lokaal netwerk (ESA).

[5] De algemene storingsmelding omvat de verzamelde meldingen van de diodes, overspanningsbeveiligingen en de nulspanning 230 V~ van de tractiegelijkrichter en de verzamelde melding van de verschillende tractietransformatorbeveiligingen.

[6] Bij trip beveiligingsfunctie tractiegroup.

2.4 Beveiliging AC voedingskabelverbindingen en HVI

2.4.1 Uitschakelen

EIS-0012188 - Een defecte voedingskabelverbinding tussen het onderstation van de regionale netbeheerder en het ProRail onder- of verdeelstation dient te worden uitgeschakeld bij de regionale netbeheerder.

EIS-0012187 - Indien er sprake is van twee of meer kabelverbindingen parallel, dient de defecte voedingskabelverbinding zowel bij de regionale netbeheerder als in het onder- of verdeelstation van ProRail te worden uitgeschakeld, waarbij de gezonde kabelverbinding(en) in bedrijf blijven.

EIS-0012186 - Indien sprake is van een eigen ProRail hoogspanningsdistributienet langs de baan dat meerdere ProRail onder- en/of verdeelstations van voeding voorziet, gelden de volgende eisen:

- Bij een kabeldefect dient de invoedende zijde automatisch te worden uitgeschakeld.
- Aansluitend dient het defecte kabeldeel handmatig of op afstand van de gezonde kabeldelen afgeschakeld te kunnen worden.

2.4.2 Beveiliging en instelling

Specifieke eisen bij eigen hoogspanningsdistributienet (EDS)

Enkel indien sprake is van een eigen hoogspanningsdistributienet (EDS) langs de baan die meerdere ProRail onder- en/of verdeelstations van voeding voorziet, gelden de volgende eisen (EIS-0012185 t/m EIS-0012179).

EIS-0012185 - De toegepaste hoogspanningsvoedingskabelverbindingen dienen beveiligd te worden tegen kortsluiting door middel van één of een combinatie van de volgende beveiligingsfuncties:

- Maximaalstroomtijdbeveiliging in combinatie met kortsluitindicatoren;
- Distantiebeveiliging in combinatie met maximaalstroomtijdbeveiliging;
- Differentiaalbeveiliging in combinatie met maximaalstroomtijdbeveiliging.

EIS-0012184 - De voedingskabelverbinding tussen het onderstation van de regionale netbeheerder en het ProRail onder- of verdeelstation dient thermisch te worden beveiligd in een onderstation van ProRail.

De stroominstelling wordt bepaald door de thermische belastbaarheid van de kabelverbinding (nominale stroom, rekening houdend met omgevingsfactoren, zoals grondsamenstelling, opstelling in grond of lucht, legfactoren en gemiddelde omgevingstemperatuur).

De tijdconstante instelling (Tau-tijd) van de thermische beveiliging dient 2000 s te zijn. (Deze tijdconstante instelling is bewust iets hoger gekozen dan de tijdconstante instelling van de onderliggende thermische beveiliging van de tractiegroepvelden t.b.v. selectiviteit.)

Aandachtspunt: Om aanspreken van de thermische beveiliging bij n en vooral $n-1$ bedrijf van de voedingskabels te voorkomen, moet via netanalyse (OVS00012-4) berekend worden wat de gelijktijdigheid is van alle belastingen. Indien de gesommeerde belasting zodanig hoog is dat de thermische setting dreigt te worden overschreden, kan de belasting via loadflowmanagement (automatisch of handmatig door operator OBI) terug gebracht worden. Een andere oplossingsrichting is het instellen van meerdere beveiliging settinggroepen, die automatisch onder bepaalde voorwaarden van kracht worden. Denk bijvoorbeeld aan een speciale wintersetting, waarbij een hogere opwarming wordt toegestaan. De techniek van IEC61850 IED maakt dit mogelijk.

EIS-0012183 - Het beveiligingsconcept en de beveiligingsinstellingen (inclusief selectiviteit met onderliggende beveiligingen, zoals die van de tractiegroepvelden) dienen in het project te worden bepaald en te worden afgestemd en goedgekeurd door de systeemmanager TEV en de installatieverantwoordelijke.

EIS-0012182 - Indien productie-eenheden zijn aangesloten op het EDS, dienen op het aansluitpunt van de productie-eenheid beveiligingen tegen netoverspanning te worden geïmplementeerd.

De spanningsinstelling van deze beveiliging dient maximaal 10% hoger te worden gekozen dan de nominale netspanning. Een trip van de overspanningsbeveiliging dient ertoe te leiden dat de opwekeenheid wordt uitgeschakeld (losgekoppeld van het EDS) voor een periode van 10 minuten.

Achtergrond: Schade door overspanningen moet voorkomen worden.

EIS-0012181 - Indien productie-eenheden zijn aangesloten op het EDS, dienen deze voorzien te zijn van een anti-eilandbeveiliging.

Toelichting: Bij wegval netspanning schakelt de productie-eenheid automatisch uit.

EIS-0012180 - In het geval van een impedantie geaard net^[1] dient een aardfoutbeveiliging te worden toegepast aan de voedende zijde van de voedingskabelverbinding (zijde netbeheerder).

De stroominstelling van deze aardfoutbeveiliging dient 80 A – 0,4 sec te bedragen ten behoeve van selectiviteit met onderliggende aardfoutbeveiligingen.

Toelichting: Indien olie(arne)schakelaars in de HVI zijn toegepast (sommige bestaande onderstations) dient een tijd van maximaal 0,6 sec te worden gehanteerd.

[1] Of met aardingstransformator geaard netwerk.

EIS-0012179 - In het geval van een zwevend 10 kV net dient enkel bij toepassing van 6/10 kV-kabels een aardfoutsignalering te worden toegepast. Deze signalering dient op afstand (OBI) uitgelezen te kunnen worden.

AC voedingskabelverbindingen aan de afnamezijde in de HVI

De volgende eisen gelden voor onderstations die rechtstreeks voeding (>10kV) krijgen uit een onderstation van de regionale netbeheerder via twee of meer inkomende VK-velden.

EIS-0012178 - Indien er sprake is van twee of meer inkomende VK-velden^[1] in de HVI van ProRail, dienen de afzonderlijke voedingskabelverbindingen^[2] per VK-veld te worden beveiligd met behulp van:

1. een energierichtingsbeveiliging indien sprake is van een bestaand onderstation;
2. een kabeldifferentiaalbeveiliging indien sprake is van een nieuwbouw onderstation.
3. een kabeldifferentiaalbeveiliging indien bij een bestaand onderstation een extra voedingskabel wordt aangelegd en een extra VK-veld.

De energierichtingsbeveiligingen in bestaande VK-velden mogen^[3] in dat geval vervangen worden door kabeldifferentiaalbeveiligingen. De mee te leggen glasvezelcommunicatieverbinding moet conform OVS00013-2 voldoende vrije vezels hebben voor de implementatie van de differentiaalbeveiliging(en).

[1] VK staat voor voedingskabel.

[2] Een verbinding kan bestaan uit meerdere parallelle kabels.

[3] Indien projectbudget het toestaat.

Nadere specificatie voor energierichtingsbeveiliging:

De beveiliging bevindt zich hierbij in het betreffende VK-veld van de HVI van ProRail.

De stroominstelling van de energierichtingsbeveiliging dient 20% te bedragen van de nominale stroomwaarde van de voedingskabelverbinding. Indien het relais een dergelijke stroominstelling niet ondersteunt, dient een stroominstelling te worden gekozen die lager is dan de nominale stroomwaarde van de voedingskabelverbinding.

De tijdinstelling van de energierichtingsbeveiliging dient 0 sec te zijn (directe uitschakeling).

De fasehoekinstelling van de energierichtingsbeveiliging dient conform de gebruiksaanwijzing van de fabrikant te worden uitgevoerd.

Nadere specificatie voor kabeldifferentiaalbeveiliging:

De beveiliging dient zodanig te worden ingesteld dat alle kabelfouten gegarandeerd worden uitgeschakeld en dat bij een gestoorde communicatieverbinding de beveiliging niet tript t.g.v. de nominale bedrijfsstroom (blokkering bij detectie communicatie-uitval).

Er dient een maatwerk setting ingesteld te worden die is gebaseerd op o.a. de eigenschappen van toegepaste stroomtransformatoren, de toegelaten belasting van de kabel en de hoogte van eenfase aardfoutstromen.

De eigenschappen van de stroomtransformatoren van de VK-velden dienen te worden afgestemd op die aan de zijde

van de Regionale Netbeheerder.

Voor het afschakelen van kortsluitingen buiten de beveiligingszone van de kabeldifferentiaalbeveiliging en als back-up voor de differentiaalbeveiliging dient ook een onafhankelijk maximaalstroombeveiliging te worden ingesteld aan de zijde van de netbeheerder met een minimale afschakeltijd van 0,4 s. Zie in dit kader ook EIS-0012175 en EIS-0012174.

Opmerking:

Kabeldifferentiaalbeveiliging maakt tweerichtingsverkeer van energie mogelijk. Dit kan nodig zijn indien er energie terug geleverd wordt. Energierichtingsbeveiligingen passen niet goed bij energie terug levering.

EIS-0012177 - Indien er sprake is van twee of meer inkomende VK-velden in de HVI, dienen alle voedingskabelverbindingen per VK-veld te worden beveiligd tegen overbelasting middels een thermische beveiliging aan de ProRail-zijde. De beveiliging bevindt zich hierbij in het betreffende VK-veld van de HVI van ProRail.

De stroominstelling wordt bepaald door de thermische belastbaarheid van de kabelverbinding (nominale stroom, rekening houdend met omgevingsfactoren, zoals grondsamenstelling, opstelling in grond of lucht, legfactoren en gemiddelde omgevingstemperatuur) en dient verder minimaal 5% hoger te worden gekozen dan de instelling van thermische beveiliging voor de tractiegroep.

De tijdconstante (Tau-tijd) van de thermische beveiliging dient 1800 s te zijn.

Aandachtspunt i.r.t. doorvoeding: Om aanspreken van de thermische beveiliging bij n en vooral $n-1$ bedrijf van de voedingskabels te voorkomen, moet via netanalyse (OVS00012-4) berekend worden wat de gelijktijdigheid is van alle belastingen. Indien de gesommeerde belasting zodanig hoog is dat de thermische setting dreigt te worden overschreden, kan de belasting via loadflowmanagement (automatisch of handmatig via OBI) terug gebracht worden. Een andere oplossingsrichting is het instellen van meerdere beveiliging settinggroepen, die automatisch onder bepaalde voorwaarden van kracht worden. Denk bijvoorbeeld aan een speciale wintersetting, waarbij een hogere opwarming wordt toegestaan. De techniek van IEC61850 IED maakt dit mogelijk.

EIS-0012176 - In het geval er sprake is van een impedantie geaard net^[1] bij de netbeheerder en er tevens sprake is van twee of meer inkomende VK-velden in de HVI van ProRail geldt de volgende eis als er geen kabeldifferentiaalbeveiliging is toegepast:

In elk VK-veld dient een richtingsgevoelige aardfoutbeveiliging te worden ingesteld:

De instelling van deze richtingsgevoelige aardfoutbeveiligingen dient standaard 80 A – 0,1 sec te zijn. Afwijkende instellingen mogen met de netbeheerder worden overeengekomen.

Opmerking: Soms dient een energierichtingsbeveiliging ingesteld te worden voor een zwevend net. In dat geval geldt een maatwerk instelling waarbij de netgegevens van de Netbeheerder van belang zijn.

[1] Of met aardingstransformator geaard netwerk.

AC voedingskabelverbinding aan de voedende zijde bij de netbeheerder

Onderstaande eisen komen voort uit de ProRail regelgeving. Het kan voorkomen dat onderstaande eisen niet compatibel zijn met het beleid dan wel de technische mogelijkheden van de fysieke componenten bij de regionale netbeheerder. In bijlage 1 (paragraaf 6.1) worden, ter informatie, de uitgangspunten en ontwerpregels van de verschillende netbeheerders benoemd, voor zover deze afwijken van de eisen in dit document en voor zover bekend ten tijde van dit schrijven. Deze bijlage laat echter onverlet dat de ontwerper altijd bij de regionale netbeheerder moet nagaan of bepaalde gewenste beveiligingsinstellingen, voortkomend uit het beleid van ProRail zoals verwoord in dit OVS00013, zullen worden geaccepteerd.

Onderstaande eisen (EIS-0012175 tot en met EIS-0012200) gelden niet in geval sprake is van een eigen hoogspanningsdistributienet (EDS) dat voeding levert aan het betreffende onderstation. In dat geval geldt dat een maatwerk beveiligingsconcept dient te worden toegepast.

EIS-0012175 - Indien sprake is van één inkomend VK-veld, dan dient de voedingskabelverbinding aan de voedende zijde (regionale netbeheerder) te worden beveiligd tegen kortsluiting middels een onafhankelijke maximaalstroomtijdbeveiligingsfunctie (eventueel als aanvulling op de kabeldifferentiaalbeveiliging zoals reeds

beschreven in EIS-0012178).

De stroominstelling van deze beveiliging dient kleiner of gelijk te zijn aan 90% van de minimale kortsluitstroom van de voedingskabelverbinding en gelijk aan de instelling van de maximaalstroomtijdbeveiliging van de tractiegroep (onderliggende beveiliging / trap). Zie in dit kader ook de opmerking bij EIS-0012174 en bijlage 1.

Zie paragraaf 4.2 voor de definitie van de minimale kortsluitstroom.

In verband met onderlinge selectiviteit, dient de tijdstelling van de maximaalstroomtijdbeveiliging aan de voedende zijde tenminste 0,2 en maximaal 0,3 sec hoger te zijn dan die van de maximaalstroomtijdbeveiliging van de onderliggende beveiliging.^[1]

^[1] De waarde van 0,3 seconden is gebaseerd op de zogenaamde staffeltijd. De staffeltijd is afhankelijk van diverse factoren:

- Detectietijd beveiligingsrelais (som meettijd en reactietijd), deze varieert van 5 ms tot 40 ms.
- Schakeltijdsduur vermogensschakelaar, deze varieert van ca. 40 ms tot 120 ms.
- Blustijd vermogensschakelaar, deze varieert van ca. 40 tot 80 ms.
- Afvaltijd beveiligingsrelais.
- Veiligheidsmarge.

EIS-0012174 - Indien er sprake is van twee of meer inkomende VK-velden in de HVI, dan dient de voedingskabelverbinding aan de voedende zijde (regionale netbeheerder) te worden beveiligd tegen kortsluiting middels een onafhankelijke maximaalstroomtijd-beveiligingsfunctie (eventueel als aanvulling op kabeldifferentiaalbeveiliging zoals beschreven in eis EIS-0012178).

De instelling van de maximaalstroomtijdbeveiligingsfunctie van voedingskabelverbindingen dient **bij voorkeur** (indien de netbeheerder dit toestaat) groter of gelijk te zijn aan de som van maximaalstroominstellingen van de onderliggende beveiligingen in de GR-velden, gedeeld door (n-1). Hierbij is n gelijk aan het aantal parallelle voedingskabelverbindingen (aantal inkomende VK-velden). Tevens geldt dat de stroominstelling van de beveiliging kleiner of gelijk dient te zijn aan 90% van de minimale kortsluitstroom die loopt door de afzonderlijke voedingskabelverbinding.

In verband met onderlinge selectiviteit, dient de tijdsinstelling van de maximaalstroomtijdbeveiliging aan de voedende zijde tenminste 0,2 en maximaal 0,3 sec hoger te zijn dan die van de maximaalstroomtijdbeveiliging van de onderliggende beveiliging ^[1].

Opmerking: Omdat de regionale netbeheerder niet in alle gevallen akkoord gaat met de door ProRail gewenste 'hoge stroominstelling', zijn de volgende opties toegestaan:

1. Soms staat de regionale netbeheerder een tweede afhankelijke trap toe, zodat met twee trappen gewerkt kan worden. Zie in dit kader bijlage 6.1 (Liander). Deze tweede trap past goed bij de ProRail bedrijfsvoering en mag altijd toegepast worden.
2. De ontwerper treedt via de netbeheerder van ProRail in onderhandeling met de regionale netbeheerder. Mogelijk moet ProRail onderbouwen waarom de hogere instellingen nodig zijn (zie voorbeeld Enexis in bijlage 6.1). Streven is een stroominstelling te verkrijgen die in ieder geval groter of gelijk is aan de maximaalstroominstelling van één onderliggend GR-veld conform EIS-0012243, waarbij selectiviteit wordt gerealiseerd middels tijdstaffeling.
3. De ontwerper kiest ervoor om (in overleg met de regionale ProRail vakdeskundige) dezelfde of zelfs een lagere stroominstelling toe te passen voor de beveiliging van de voedingskabelverbindingen bij de regionale netbeheerder ten opzichte van de beveiliging van de tractiegroepen (GR-velden) conform EIS-0012243. Selectiviteit tussen opeenvolgende beveiligingen moet in dat geval bereikt worden door het **staffelen van de tijdsinstellingen** van de opeenvolgende beveiligingen. Dit compromis kent een zeer klein maar meestal aanvaardbaar risico. Indien een voedingskabel bij een storing wordt uitgeschakeld, bestaat er een kleine kans dat ook de resterende voedingskabels door overbelasting onbedoeld uitgeschakeld worden indien beide tractiegroepen vol belast worden. Voor de meeste onderstations geldt dat de beschikbare tractiegroepen nooit tegelijk vol belast zullen worden door n-1 ontwerp, waardoor deze optie bijna altijd toepasbaar is."

4. De ontwerper besluit om de maximaalinstelling van de GR-velden iets te verlagen, zodat ook de maximaalinstelling van de voedingskabelverbindingen bij de regionale netbeheerder conform EIS-0012175 en EIS-0012174 lager kan uitvallen. De minimale maximaalinstelling van een GR-veld bedraagt dan wel 3x basisstroom tractietransformator.

Een alternatief is het aanpassen van het ontwerp van de voeding van het onderstation of zelfs het voedingsplan. Dit kan overwogen worden indien de beperkingen in de beveiligingsinstellingen al reeds in de planstudiefase van een te elektrificeren spoor of de realisatie van een onderstation bekend zijn.

[1] De waarde van 0,3 seconden is gebaseerd op de zogenaamde staffeltijd. De staffeltijd is afhankelijk van diverse factoren:

- Detectietijd beveiligingsrelais (som meettijd en reactietijd), deze varieert van 5 ms tot 40 ms.
- Schakeltijdsduur vermogensschakelaar, deze varieert van ca. 40 ms tot 120 ms.
- Blustijd vermogensschakelaar, deze varieert van ca. 40 tot 80 ms.
- Afvaltijd beveiligingsrelais.
- Veiligheidsmarge.

EIS-0012173 - Indien er sprake is van één inkomende voedingskabelverbinding (VK-veld) in de HVI in combinatie met één of meerdere tractiegroepen (GR-velden), dan dient de voedingskabelverbinding alleen thermisch beveiligd te worden door de beveiliging van de tractiegroepen, waarbij de stroominstelling dan bepaald wordt door de laagste thermische belastbaarheid van de voedingskabelverbinding, de minusverbinding en de tractiegroep(en).

EIS-0012201 - In het geval van een impedantie geaard net^[1] dient een aardfoutbeveiliging te worden toegepast aan de voedende zijde van de voedingskabelverbinding (zijde netbeheerder). De stroominstelling van deze aardfoutbeveiliging dient:

- 80 A – 0,1 sec te bedragen, indien het onderstation gevoed wordt door één voedingskabelverbinding.
 - 80 A – 0,4 sec te bedragen, indien er sprake is van twee of meer voedingskabelverbindingen die parallel voeding leveren aan een onderstation.
- Indien olie(arme)schakelaars in de HVI zijn toegepast (sommige bestaande onderstations) dient een tijd van maximaal 0,6 sec te worden gehanteerd.

[1] Of met aardingstransformator geaard netwerk.

EIS-0012200 - In het geval van een zwevend 10 kV net dient enkel bij toepassing van 6/10 kV-kabels een aardfoutsignalering te worden toegepast. Deze signalering dient op afstand (OBI) uitgelezen te kunnen worden. Indien de signalering reeds bij de netbeheerder aanwezig is, kan worden volstaan met een procedurele oplossing (afspraken tussen regionale netbeheerder en ProRail).

2.4.3 Signalering en bediening

De toestand van de beveiliging en van de vermogensschakelaar van de AC voedingskabelverbindingen in het ProRail onderstation wordt als volgt weergegeven:

Tabel 5 Signalering en bediening inkomend voedingskabelveld HVI

AC Voedingskabelverbinding	Lokale melding	Melding OBI	Vergrendeling	Verre bediening (OBI)	Wederinschakeling	Lokale bediening
IN – UIT schakelaar	X	X				X
Voeding 48 V beveiliging (indien van toepassing)	X	X				
Nulspanning HV ^[1]	X	X				
Trip energierichtingsbeveiliging; Trip richting gevoelige aardfoutbeveiliging.	X	X ^[2]	X			
Trip thermische beveiliging (indien van toepassing)	X	X ^[2]			X ^[3]	
Indien besturing via BB-unit en lokale netwerk is uitgevoerd: • Storing BB-unit.	X	X				

[1] Nulspanning 10kV.

[2] Enkel melding indien beveiligingsrelais is aangesloten op lokaal netwerk (ESA).

[3] Handmatig wederinschakelen mogelijk vanaf afkoeling tot onder 80% waarde thermische setting.

2.5 Beveiliging stationstransformator

EIS-0012199 - De stationstransformator dient te worden beveiligd door middel van een trage hoogspanningsmeltveiligheid, voorzien van een slagstift of een vermogensschakelaar met een maximaalstroombeveiliging.

EIS-0012198 - De hoogspanningsmeltveiligheid en de beveiliging aan secundaire zijde van de stationstransformator dienen selectief te zijn ten opzichte van elkaar.

EIS-0012197 - De nominale waarde van de smeltveiligheid dient te worden gekozen op basis van onderstaande tabel.

Tabel 6 Smeltpatroonwaarden

Nominale vermogen stationstransformator [kVA]	Nominale stroom hoogspanningspatroon In [A]		
	U _n = 10 kV	U _n = 13 kV	U _n = 25 kV
100	6,3	6,3	6,3
160	10	8	6,3
250	20	16	8

2.5.1 Signalering en bediening

De toestand van de beveiliging en van de stationstransformator in het ProRail onderstation wordt als volgt weergegeven:

Tabel 7 Signalering en bediening stationstransformator

Stationstransformator	Lokale melding	Melding OBI	Vergrendeling	Verre bediening (OBI)	Wederinschakeling	Lokale bediening
IN – UIT schakelaar	X					X
Aanspreken beveiliging stationstransformator (via melding 'Hulpnet/Eigen-net')	X	X				

2.6 Beveiliging voedingssectie

2.6.1 Uitschakelen

EIS-0012196 - Overbelasting van een van de componenten van de voedingssectie en kortsluiting in het DC-circuit dienen te worden uitgeschakeld door alle snelschakelaars aan beide zijden van de betreffende voedingssectie.

2.6.2 Beveiliging en instelling

EIS-0012195 - De snelschakelaarvelden van de GVI dienen ten behoeve van de beveiliging van de voedingssectie te worden voorzien van de volgende beveiligingen:

- een maximaalstroombeveiliging (elektromechanische beveiliging is onderdeel van de snelschakelaar);
- een onderspanningsbeveiliging;
- impedantiebeveiliging;
- een thermische beveiliging;
- schakelaarreserve-beveiliging;
- een di/dt beveiliging;
- een testinrichting waarmee, voordat de snelschakelaar inschakelt, eerst beproefd wordt of de bovenleiding vrij is van kortsluiting.

EIS-0012194 - De instellingen van de thermische beveiliging dienen te worden bepaald door de minst belastbare componenten in de voedingssectie, waarbij rekening dient te worden gehouden met de omgevingsfactoren.

De standaard instellingen (inclusief bijbehorende tijdconstante [tau tijd]) zijn als volgt:

- 1x pluskabel (type BMvKas 3,6/6kV 1x500 mm² Cu): I = 1100 A, Tau-tijd = 1800 seconden (historisch) of 3600 sec conform OVS00012-4.
- 2x pluskabel (type BMvKas 3,6/6kV 1x500 mm² Cu): I = 1500 A, Tau-tijd = 2400 seconden conform OVS00012-4.

Toelichting eerste bullet: Volgens de meest recente inzichten is Tau-instelling 3600 seconden mogelijk.

Toelichting tweede bullet: Bij twee pluskabels worden de retourkabels in het spoor de zwakste schakel.

EIS-0012193 - De impedantiebeveiliging dient niet aan te spreken onder normale bedrijfsomstandigheden. Dit betekent dat de kortsluitimpedantie kleiner moet zijn dan de kleinste bedrijfsimpedantie, berekend uit de in tijd gesynchroniseerde spanning- en stroomwaarden die berekend zijn middels simulaties conform OVS00012-4.

EIS-0012192 - De instelling van de beveiligingen dient dermate selectief met de totale tractie-energievoorziening te zijn, dat de beveiliging aan de AC-hoogspanningszijde niet afschakelt als gevolg van een fout in het 1500 V DC-circuit.

EIS-0012215 - De instelling van de di/dt beveiliging dient te voldoen aan bijlage 3 (paragraaf 6.3).

Toelichting: Zie OVS00013-5 voor di/dt instellingen bestaande installaties (Sepcos Pro).

EIS-0012214 - De kortsluitbeveiliging van de voedingssectie dient plaats te vinden door de impedantiebeveiliging. Indien dit voor een te beveiligen bedrijfsvoerings situatie (zoals gedefinieerd in par. 4.1.4 en bijlage 2) echter niet mogelijk is, dan dient de voedingssectie gekoppeld te worden.

EIS-0012213 - De elektromechanische instelling $I_{\max}$ van de snelschakelaar dient ingesteld te worden op 8 kA.

Toelichting: De impedantiebeveiliging is de hoofdbeveiliging geworden en de elektromagnetische beveiliging hoeft enkel nog zeer hoge kortsluitingen af te schakelen.

Instelling impedantiebeveiliging

EIS-0012212 - De minimale spanningsbeveiliging dient ingesteld te worden op 900 V.

EIS-0012211 - De tijdsinstelling van de minimale spanningsbeveiliging dient 20 milliseconden te zijn.

Toelichting: Dit is noodzakelijk voor het storingsvrij omschakelen van de hoge naar de lage setting.

EIS-0012210 - De maximaalstroombeveiliging dient ingesteld te worden op 8 kA bij een tijdsinstelling van 1 milliseconden.

EIS-0012209 - De instelling van de impedantiebeveiliging dient zo laag mogelijk te zijn binnen de in deze paragraaf gestelde eisen.

EIS-0012208 - De tijdsinstelling van de impedantiebeveiliging dient 0 milliseconden te zijn.

Toelichting: Indien deze instelling fysiek niet mogelijk is, dan dient de tijdsinstelling 1 ms te zijn.

EIS-0012207 - De stroominstelling, waarboven de impedantiebeveiliging dient te werken, is 150 A.

EIS-0012206 - De $Z_{\min}$ dient ingesteld te worden op de circuitimpedantie (bovenleiding en retour) bij kortsluiting +15% beveiligingsmarge. De minimale beveiligingsmarge dient 50 mΩ te zijn.

Toelichting: Absolute minimum marge is toegevoegd om ook bij zeer korte voedingssecties voldoende veiligheidsmarge te houden.

EIS-0012249 - Met de impedantiebeveiliging wordt de voedingssectie zo beveiligd dat de inwendige weerstand van de betrokken (in)voedingen geen invloed heeft op de beveiliging. De impedantiebeveiliging dient echter zo ingesteld te worden dat er “voor de deur” van het onder-/schakelstation minimaal 4000 A geleverd kan worden. De instelwaarde van de impedantiebeveiliging dient daarom als volgt te zijn:

$$Z_{min} \leq \frac{1800 - 4000 \cdot R_{inw}}{4000}$$

Hierbij is R_{inw} bij een onderstation de vervangingsweerstand van de inwendige weerstand van het onderstation (= R_i) en die van alle invoedingen. Voor een schakelstation is R_{inw} de vervangingsweerstand van alle invoedingen. Uitgangspunt voor berekening van R_{inw} is de normale bedrijfsvoeringssituatie.

Voor de volgende baanvakken gelden lagere minimale stromen:

Baanvak	Maximale stroomafname
Zwolle – Emmen	2.500 A
Barneveld Noord – Ede Wageningen	2.500 A
Rhenen – De Haar Aansluiting	3.000 A
Dordrecht – Geldermalsen	2.700 A
Leiden Centraal – Woerden	3.200 A
Alphen aan den Rijn – Gouda	3.200 A
Rhenen – De Haar Aansluiting	3.000 A
Maastricht – Maastricht-spanningssluis	3.100 A

Bron: Netverklaring 2020 bijlage 17.

EIS-0012205 - Indien de beveiliging conform eis 51 niet gerealiseerd kan worden, mag de beveiligingsmarge verkleind worden maar deze dient minimaal 10% te zijn.

Toelichting: In dit geval geldt geen absolute minimum marge.

Koppelen snelschakelaars

EIS-0012204 - Indien de beveiliging van de voedingssectie gekoppeld dient te worden, dient een “hoge setting” en een “lage setting” ingesteld te worden.

Toelichting: De “hoge setting” is de setting bij een werkende koppeling van de snelschakelaars; de “lage setting” is de setting wanneer de schakelaars niet gekoppeld zijn. In dit laatste geval zal de setting veilig zijn maar mogelijk niet de bedrijfsvoering kunnen bedienen.

EIS-0012203 - De hoge setting van de impedantiebeveiliging dient te worden ingesteld op de impedantie van de elektrische helft van de voedingssectie. Vervolgens dient hierop een veiligheidsopslag van 15% te worden toegepast.

Toelichting: De genoemde gereduceerde marge in EIS-0012205 geldt niet voor het instellen van de hoge setting.

Let op: De minimale absolute marge, zoals genoemd in EIS-0012206 geldt niet voor de hoge setting.

Wederinschakelen na kortsluiting/overbelasting

EIS-0012202 - De ingestelde tijdvertraging voor automatische wederinschakeling na het afschakelen van een kortsluiting of overbelasting door een snelschakelaar dient minimaal 5 seconden te zijn en maximaal 60 seconden.

Toelichting: Deze eis is toegevoegd in het kader van de TSI-compliance.

2.6.3 Signalering en bediening

De toestand van de componenten die betrokken zijn bij de energielevering aan de voedingssectie wordt als volgt weergegeven:

Tabel 8 Signalering en bediening snelschakelaarvelden

Voedingssectie	Lokale melding	Melding OBI	Vergrendeling	Verre bediening (OBI)	Wederinschakeling	Lokale bediening
IN – UIT Snelschakelaar	X	X		X		X
Koppelsysteem Snelschakelaars	X	X		X		
IN – UIT Bovenleidingschakelaar	X	X		X		X
Voormelding Thermisch 95% ^[1]	X	X				
Indien besturing digitaal via BB-unit en lokale netwerk is uitgevoerd: • Trip beveiligingsfunctie BB-unit; • Storing BB-unit; • Nulspanning 230 V GVI.	X	X				

[1] Bij 95% van de ingestelde waarde dient de thermische beveiliging een vooralarm te geven aan het SCADA-systeem in het OBI.

3 Eisen aan aanvullende beveiligingen

3.1 Gestelsluitbeveiliging

EIS-0012226 - De tractiegroep dient te zijn voorzien van gestelsluitbeveiliging. In onderstations dienen de metalen gestellen van de GVI, tractiegeleijkrichters en gelijkrichterwagons via een onafhankelijk maximaalstroomrelais met de aardrail te worden verbonden.

EIS-0012225 - In schakelstations dienen de metalen gestellen van de GVI via een onafhankelijk maximaalstroomrelais met de aardrail te worden verbonden.

EIS-0012224 - Het maximaalstroomrelais (gestelsluitbeveiliging) dient aan te spreken tussen 150 A en 300 A.

EIS-0012223 - Bij het aanspreken van de gestelsluitbeveiliging dienen de vermogensschakelaars in de tractiegroepvelden van de HVI, de snelschakelaars en alle bijbehorende bovenleidingschakelaars uit te schakelen.

EIS-0012222 - De gestelsluitbeveiliging dient op één van de volgende manieren uitgevoerd te worden:

1. Een gestelbeveiligingsrelais stuurt de uit te schakelen schakelaars direct aan. De uitschakeling is hierbij onvoorwaardelijk en onvertraagd.
2. Indien het onderstation is uitgerust met een modern stationsautomatiseringsnetwerk op basis van IEC 61850, waarbij primaire apparatuur is uitgerust met besturings- en beveiligingsunits (IEDs) en binaire I/O, dienen alle schakelaars middels een "Goose-message" onvertraagd uitgestuurd te worden.

3.2 Kabelmantelbeveiliging

EIS-0012221 - De 1500 V-voedingskabels dienen te zijn voorzien van een kabelmantelbeveiliging.

EIS-0012217 - De mantel van deze kabels dient aan één zijde te worden verbonden met de stationsaarde via een kabelbeveiligingsrelais.

EIS-0012216 - Het kabelbeveiligingsrelais dient te schakelen tussen $200A < I < 500 A$. Bij het aanspreken van het relais dienen de desbetreffende snelschakelaar en bovenleidingschakelaar af te schakelen. Tevens dienen de genoemde schakelaars automatisch geblokkeerd te worden tegen het op afstand wederinschakelen vanuit het OBI. De vergrendeling dient vervolgens enkel lokaal te kunnen worden gereset.

Om onterecht aanspreken te voorkomen, dient een zo hoog mogelijke stroomwaarde te worden ingesteld (dus bij voorkeur 500 A). Indien het mogelijk is om een tijdvertraging in te stellen, dient deze minimaal 20 en maximaal 50 ms^[1] te worden gekozen.

Toelichting: Onder invloed van een extreem hoge di/dt in naburige kabeladers (afschakelen kortsluiting) kan een spanningspiek (transiënt) geïnduceerd worden op de kabelmantel of rechtstreeks op de sensor van de kabelbeveiliging indien sprake is van een inductieve sensor (zoals Hall element). Omdat de kabelmantel enkelzijdig is geaard op de kabelaardrail van de GVI, loopt er in dat geval ook een zeer kortdurende piekontlaadstroom. Voorgaande kan ertoe leiden dat gevoelige kabelbeveiligingen trippen. Dit onterecht trippen kan voorkomen door een hogere stroomsetting. De meest effectieve maatregel is echter het instellen van een tijdvertraging. De piek duurt immers vaak minder dan 20 ms.

[1] De grootste stoorpiek treedt op gedurende de eerste 10 ms onder invloed van de stijgende flank van een kortsluitstroom. Een tijdvertraging van 50 ms is als maximum gekozen, omdat voorkomen moet worden dat de snelschakelaar van het tegen voedende onder- of schakelstation afschakelt voordat de kabelbeveiliging heeft getript.

4 Eisen aan berekeningen beveiligingsontwerp

In OVS00013-5 zijn de ontwerpproducten die horen bij het beveiligingsontwerp nader gespecificeerd. Hieronder volgen eisen ten aanzien van de berekeningen die uitgevoerd moeten worden om te komen tot een deugdelijk beveiligingsontwerp.

4.1 Vastleggen uitgangspunten

EIS-0012220 - Ten behoeve van de kortsluitberekeningen dienen van het aansluitpunt van de regionale netbeheerder de volgende gegevens te worden verzameld:

1. Maximale kortsluitvermogen;
2. Minimale kortsluitvermogen;
3. Bedrijfsspanning;
4. Wijze van aarden;
5. Impedantie (kunstmatig) sterpunt indien impedantie-geaard.

EIS-0012219 - Ook van het ProRail onderstation dienen als voorbereiding op de uit te voeren berekeningen de technische gegevens van componenten (kabels en transformatoren) te worden verzameld. Zie in dit kader ook bijlage 1 'overzicht van de gehanteerde brongegevens' in OVS00013-5.

4.2 Uitvoeren van berekeningen voor het AC-hoogspanningsgedeelte.

Berekening van de maximale insteltijd ten behoeve van kortsluitvastheid

EIS-0012218 - De symmetrische kortsluitstroom (I_{k3}'') dient te worden berekend aan het begin van de voedingskabelverbinding bij de netbeheerder conform IEC60909, uitgaande van:

- het maximaal optredende kortsluitvermogen op de rail van de netbeheerder;
- de nominale spanning van de netaansluiting;
- de maximale waarde van de spanningsfactor ($c=1,1$).

Met het maximale kortsluitvermogen op de rail van de netbeheerder wordt bedoeld het maximale kortsluitvermogen dat gedurende $\geq 1\%$ van het jaar kan optreden. Tijdelijke situaties, zoals parallelschakeling van transformatoren tijdens omschakelen, hoeven dus niet te worden beschouwd.

EIS-0012238 - De maximale waarde van de afschakeltijd dient te worden uitgerekend op basis van de optredende maximale kortsluitstroom aan het begin van de voedingskabelverbinding van EIS-0012218 conform de volgende formule:

$$t_{max} = \left(K \cdot \frac{D}{I_{k3}''} \right)^2$$

waarbij:

- K de kortsluitconstante van de kabel [A.s/mm²]. Zie voetnoot^[1];
- D de doorsnede is van de voedingskabel [mm²];
- I_{k3}'' de waarde van de symmetrische driefasen kortsluitstroom voorstelt bij kortsluiting aan het begin van de voedingskabel [A].

[1] GPLK-kabels: $K_{Al} = 89$, $K_{Cu} = 134$, $K_{PB} = 24$, op grond van NPR 3107.

XLPE-kabels: $K_{Al} = 94$, $K_{Cu} = 143$, $K_{Scherm} = 149$, op grond van NPR 3626.

EIS-0012237 - De maximale waarde van de afschakeltijd in relatie tot het aardscherm in geval van geaarde netten dient te worden uitgerekend op basis van deze optredende kortsluitstroom conform de volgende formule:

$$t_{max} = \left(K \cdot \frac{D}{I_{k1}} \right)^2$$

waarbij:

- K de kortsluitconstante van de kabel [A.s/mm²]. Zie voetnoot^[1];
- D de doorsnede is van het aardscherm [mm²];
- I_{k1} de waarde van de aardkortsluitstroom voorstelt bij kortsluiting aan het begin van de voedingskabel [A].

^[1] GPLK-kabels: $K_{Al} = 89$, $K_{Cu} = 134$, $K_{Pb} = 24$, op grond van NPR 3107.

XLPE-kabels: $K_{Al} = 94$, $K_{Cu} = 143$, $K_{Scherm} = 149$, op grond van NPR 3626.

EIS-0012236 - De maximale insteltijd van de maximaalstroomtijdbeveiliging, ter beveiliging van de AC voedingskabelverbindingen, dient gelijk te zijn aan de berekende t_{max} minus 0,3 seconden.

Berekening minimale kortsluitstroom t.b.v. van instelling kortsluitstroombeveiliging

EIS-0012248 - Voor de kortsluitberekeningen ten behoeve van kortsluitstroomdetectie dient er, conform IEC60909, uitgegaan te worden van:

- de laagst optredende waarde van het kortsluitvermogen op de rail van de netbeheerder;
- de nominale spanning van de netaansluiting;
- de minimale waarde van de spanningsfactor ($c=1,0$).

Met het laagst optredende kortsluitvermogen wordt bedoeld het laagste kortsluitvermogen dat gedurende $\geq 1\%$ van de jaar kan optreden.

EIS-0012247 - De minimale fase-fase kortsluitstroom^[1] (meestal I_{k2}), die optreedt bij een sluiting aan het eind van de voedingskabelverbindingen ter hoogte van het onderstation van ProRail, dient te worden berekend voor het beveiligen van de AC voedingskabelverbindingen.

Indien er sprake is van twee of meer parallelle voedingskabelverbindingen, dient deze berekening te worden uitgevoerd op basis van de vervangingsimpedantie van alle parallelle voedingskabelverbindingen. Vervolgens dient de minimale kortsluitstroom door één kabelverbinding te worden bepaald.

In geval de toegepaste voedingskabelverbindingen niet van hetzelfde type zijn (diameter, dan wel materiaal kern), dient het aandeel van de kortsluitstroom per kabelverbinding te worden bepaald op basis van de impedantieverhouding.

^[1] De fase-aarde kortsluitstroom hoeft niet berekend te worden omdat er bij impedantie geaarde netten altijd een aardfoutbeveiliging met een zeer lage setting wordt ingesteld bij de netbeheerder conform dit OVS.

EIS-0012246 - Voor het beveiligen van de tractietransformator dient de minimale kortsluitstroom te worden bepaald voor een kortsluiting aan de secundaire zijde van de tractietransformator. Hiervoor zijn twee berekeningen nodig. Allereerst dient de totale driefasen symmetrische kortsluitstroom I_{k3} te worden berekend bij een kortsluiting op de GVI-rails (tractiegroepen parallel). Vervolgens dient de driefasen kortsluitstroom door elke tractiegroep te worden bepaald. De tweede berekening behelst de tweefasen kortsluitstroom zonder aarde I_{k2} bij een kortsluiting in een secundaire wikkeling van één tractietransformator. Bij beide berekeningen dient te worden uitgegaan van:

- (n-1) schakeling van de voedingskabelverbindingen, indien sprake is van twee of meer voedingskabelverbindingen;
- de kortsluitspanning U_{k12} (bij tweefasen kortsluitstroom);
- de kortsluitspanning U_{k123} (bij driefasen kortsluitstroom).

De laagste waarde van de berekende kortsluitstromen **door één tractiegroep** geldt als de minimale kortsluitstroom voor het beveiligen van de tractiegroep.

Wanneer de types van de tractiegroepen niet identiek zijn, dient de berekende minimale symmetrische kortsluitstroom op basis van de verhouding tussen de impedanties van de tractiegroepen onder de tractiegroepen te worden verdeeld.

Wanneer bij een onderstation als gevolg van het uitvallen van één van de voedingskabelverbindingen, één van de tractiegroepen voor langere tijd buiten bedrijf wordt genomen, zouden de kortsluitberekeningen opnieuw moeten worden uitgevoerd en zouden de beveiligingsinstellingen, indien noodzakelijk, moeten worden gewijzigd. Voordat de

instellingen aangepast zijn, kan er sprake zijn van een onveilige situatie en moet de installatieverantwoordelijke aan de hand van de duur van de buitendienststelling beslissen of de instellingen aangepast moeten worden.

4.3 Berekening stroominstelling thermische beveiliging AC- & DC-kabels

EIS-0012245 - De stroominstelling van de thermische beveiliging van AC- en DC-kabels dient rekening te houden met de maximale belastbaarheid van de kabelverbinding. De kabelverbinding is gedimensioneerd op de maximale belasting, berekend conform OVS00013-5 (par. 4.1 en bijlage 4).

4.4 DC-kortsluitberekeningen ten behoeve van instelling beveiliging snelschakelaar

EIS-0012229 - Voor het bepalen van de instelling van de DC-kortsluitbeveiliging van een snelschakelaar in een onderstation dient:

- bij toepassing van impedantiebeveiliging de minimale kortsluitimpedantie te worden berekend;
- bij toepassing van maximumstroomtijd- en onderspanningsbeveiliging de minimale DC-kortsluitstroom te worden berekend en de bijbehorende minimale railspanning.

Uitgangspunt voor deze berekening is een bovenleidingbreuk op het elektrisch meest ver gelegen punt^[1]. Verder dienen in de berekening de volgende vier bedrijfsvoeringssituaties te worden beschouwd conform het rekenmodel dat van bijlage 2 (par. 6.2):

1. Alle sporen in bedrijf, alle tractiegroepen in bedrijf. Zie scenario – A.
2. Enkelzijdige voeding van alle voedingssecties parallel aan de voedingssectie met de kortsluiting, alle tractiegroepen in bedrijf. Zie scenario – B.
3. Alle sporen in bedrijf, 1 tractiegroep in het onderstation uit bedrijf = (n-1) tractiegroepen. Zie scenario – C.
Er hoeft niet gerekend te worden met een voedingskabel uitgeschakeld, aangezien de weerstand van de tractietransformator dominant is.
4. Alle sporen in bedrijf, alle tractiegroepen uit bedrijf (OS → SS). Zie scenario – D.

Bij toepassing van maximumstroomtijd- en onderspanningsbeveiliging dient de laagste berekende kortsluitstroom in de vier bedrijfsvoeringssituaties gehanteerd te worden als basis voor het instellen van de stroomtijdbeveiliging van de voedingssectie. De laagste optredende railspanning in de vier bedrijfsvoeringssituaties dient als uitgangspunt voor het instellen van de onderspanningsdetectie.

[1] Dit kan zijn: voor het naastliggende onder- of schakelstation, dan wel aan het einde van het baanvak, dan wel aan het einde van een equipotentiaal- of beschermingsleiding.

EIS-0012228 - Voor het bepalen van de instelling van de DC-kortsluitbeveiliging van een snelschakelaar in een schakelstation dient:

- bij toepassing van impedantiebeveiliging de minimale kortsluitimpedantie te worden berekend;
- bij toepassing van maximumstroomtijd- en onderspanningsbeveiliging de minimale DC-kortsluitstroom te worden berekend en de bijbehorende minimale railspanning.

Uitgangspunt voor de berekening is een bovenleidingbreuk voor het belendende schakel- of onderstation dan wel aan het einde van de lijn. Verder dienen in de berekening de volgende vier bedrijfsvoeringssituaties te worden beschouwd conform het rekenmodel dat van bijlage 2 (par 6.2).

1. Alle sporen in bedrijf, alle tractiegroepen in bedrijf. Zie scenario – A.
2. Bovenleiding van alle voedingssecties parallel aan de voedingssectie met de sluiting enkelzijdig gevoed, alle tractiegroepen in bedrijf. Zie scenario – B.
3. Alle sporen in bedrijf, 1 tractiegroep uit bedrijf in het dichtstbijzijnde invoedende onderstation in de richting van de kortsluiting. Zie scenario – E.
Er hoeft niet gerekend te worden met een voedingskabel uitgeschakeld, aangezien de weerstand van de tractietransformator dominant is.

4. Alle sporen in bedrijf, 1 tractiegroep uit bedrijf in het dichtstbijzijnde invoedende onderstation in een andere richting dan de kortsluiting. Zie scenario – F.

Er hoeft niet gerekend te worden met een voedingskabel uitgeschakeld, aangezien de weerstand van de tractietransformator dominant is.

Bij toepassing van maximumstroomtijd- en onderspanningsbeveiliging dient de laagste berekende kortsluitstroom in de vier bedrijfsvoeringsscenario's gehanteerd te worden als basis voor het instellen van de stroomtijdbeveiliging van de voedingssectie. De laagste optredende railspanning in de vier bedrijfsvoeringsscenario's dient als uitgangspunt voor het instellen van de onderspanningsdetectie.

EIS-0012227 - Naast EIS-0012229 en EIS-0012228 gelden de volgende uitgangspunten bij het uitvoeren van DC-kortsluitberekeningen:

- Er dient gerekend te worden met de invoeding vanuit belendende onderstations. De invoedingen die in totaal minder dan 2,5% bijdragen aan de kortsluitstroom, mogen worden verwaarloosd.
- In de berekening dient voor de weerstand van de kortsluiting een waarde van nul Ohm gehanteerd te worden.
- In de berekening dient de weerstand van de rijdraad gebaseerd te zijn op een rijdraad met 27 % slijtage.

5 Revisiegegevens

Hier wordt vastgelegd welke wijzigingen dit document heeft ten opzichte van de vorige versie

Datum	versie	Hoofdstuk/ paragraaf	Wijziging
18-06-2003	003	1.5, 2.x.	Diverse eisen zijn aangepast. O.a. is de marge tussen de minimale DC kortsluitstroom en de beveiligingsinstelling verhoogd. Versie 003 vervangt versie 2.0. (J.D. Cozijnsen)
01-04-2009	004		Mabenco. M.H.Bok. nieuwe versie.
01-04-2010	005		Correctie nom. waarde smeltveiligheid <u>EIS-0012179</u> , omdat 12,5 A – smeltveiligheid niet meer leverbaar is. Extra vertraging aardfoutbeveiliging in <u>EIS-0012201</u> .
01-04-2014	006		Update document omvat: • Figuren vernieuwd; • Diverse tekstuele aanpassingen en lay-out verbeteringen; • Kabelbeveiligingssetting aangepast om spontaan aanspreken te voorkomen; • Kabelberekeningen naar OVS00013-5; • Eisen toegevoegd ten aanzien van implementatie gestelbeveiliging via IEC61850; • Eisen toegevoegd voor eigen hoogspanningsdistributienet; • Eis wederinschakeltijd toegevoegd voor TSI-compliance.
01-12-2017	007		• Tabel 2 en 3 uitgebreid met laatste vrijgegeven tractietransformator en tractiegelijkrichter. • Settings di/dt beveiliging en asymmetrie beveiliging toegevoegd. • Correctie foutjes; • Correctie vergrendelingen. • Redactionele slag als voorbereiding op eisenbibliotheek.
01-10-2020	008 en 009		• Schrappen star geaard net en peterson aarding. Komt niet meer voor. • Correctie vertragingstijd kabelmantelbeveiliging; • Verwerking afspraken beveiliging netbeheerders in bijlage 1 en paragraaf 2.4.2. • Redactionele verduidelijking.
01-01-2022	010		• Correcties n.a.v. klantvragen. • Instellingen en waarden voor giethars transformator toegevoegd aan tabel 2. • Diverse aanpassingen en extra instructies voor als er sprake is van een EDS en differentiaalbeveiliging.

01-12-2023	011	Alle	Lay-out wijzigingen t.g.v. de migratie naar VEMS. Tekstuele verduidelijkingen. Eis 0012352: minus mag geen beperking geven. Eis 0012184: Selectiviteit thermische beveiliging via Tau tijd. Eis 0012241: TMIK (speciale SMIK) voor gietharstransformator.

6 Bijlagen

6.1 Bijlage 1: Beveiligingsbeleid netbeheerders

Deze bijlage geeft de algemene beveiligingsinstellingen voor de middenspanningsvelden bij de regionale netbeheerder, voor zover bekend ten tijde van dit schrijven. Aangezien er verschillen zijn in de infrastructuur en tevens in de beveiligingsfilosofie per netbeheerder, worden deze instellingen ook per netbeheerder vermeldt. Omdat er altijd op locatieniveau sprake kan zijn van een afwijkende infrastructuur en omdat het beveiligingsbeleid van een netbeheerder kan wijzigen, is het nodig dat de ontwerper via de ProRail netbeheerder in contact treedt met de regionale netbeheerder om overeenstemming te bereiken omtrent de locatiespecifieke beveiligingsinstellingen.

Enexis

Enexis hanteert een standaard setting van 600 A, 0,4 seconden voor de onafhankelijk maximaalstroomtijdbeveiliging. Indien deze setting voor ProRail niet past, dan kan in overleg een hogere setting overeengekomen worden. Daarvoor moet ProRail wel een onderbouwing overleggen die aantoont dat de berekende piekbelasting hoger is dan 600 A.

Voor de onderbouwing van de piekstroom gelden de volgende uitgangspunten:

- De piekstroombelasting dient berekend te worden uitgaande van n-1 voedingskabels en twee tractiegroepen per voedingskabel in bedrijf.
- Er dient te worden uitgegaan van een maximaal vervoersscenario dat voor de toekomst is voorzien en eventuele omleidroutes (bijvoorbeeld voor goederentreinen).

Indien de berekende worstcase piekbelasting kleiner is dan 550 A, dan volstaat de standaard instelling van 600 A 0,4 seconden.

Indien de verwachte worstcase piekbelasting groter is dan 600 A, dan volgt een gesprek over verhoging van de stroominstelling.

Specifiek Enexis-Zuid

Bij Enexis-Zuid worden de afgaande velden beveiligd met distantiebeveiligingen. De eerste trap wordt ingesteld op 85% van de impedantie van de kabelverbinding. Deze impedantie wordt bepaald bij een geleidertemperatuur van de kabel van 20°C. Een overzicht van de meest voorkomende kabels en de door Enexis-Zuid gehanteerde R- en X-waarden zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Type kabel	Ligging	R [20°C] ^[1] (Ohm/km)	X (Ohm/km)	Bron
GPLK 3*95 Cu		0,196	0,086	Enexis
GPLK 3*120 Cu		0,156	0,085	Enexis
GPLK 3*150 Cu		0,127	0,082	Enexis
XLPE 3*240 Al		0,125	0,083	TKF
XLPE 3x1x630 Al	Driehoek	0,047	0,099	TKF
XLPE 3x1x630 Al	Plat vlak	0,047	0,172	TKF

De tijdsinstelling bij deze trap is 0,0 sec.

^[1] De weerstand voor andere temperaturen dan 20 graden is te berekenen met de volgende formule: $R = R_{20} [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$, waarbij α staat voor de temperatuurcoëfficiënt van het metaal. Voor koper geldt $\alpha = 0,0039$. Voor aluminium geldt $\alpha = 0,0043$. T is de temperatuur in graden Celsius waarvoor R wordt berekend. R₂₀ is de weerstand bij 20 graden Celsius.

Opmerkingen:

1. Het verloop van de impedantie ($Z_L = R_L + X_L$) als functie van de afstand is voor 1-aderige kabels, anders dan voor 3-aderige kabels, niet lineair. Daarnaast dienen de X en R van de homopolaire impedantie (R₀ en X₀) te worden ingesteld. De grootte van X_L en X₀ is afhankelijk van de wijze waarop het tracé is gerealiseerd (driehoek, plat vlak, crossbonding). Geadviseerd wordt in voorkomende gevallen door impedantiemeting de exacte parameters vast te stellen.
2. Ook voor driefasen kabels moet in overleg met Enexis nog een k factor worden ingesteld die de verhouding definieert tussen de normale complexe impedantie en de homopolaire impedantie.

De aardfoutbeveiliging wordt ingesteld op 100 A met een tijd van 0,4 of 0,6 sec. Deze tijd is afhankelijk van de staffeltijd zoals weergegeven is in EIS-0012175.

Enduris

Enduris (voorheen Delta Netbeheer) past distantiebeveiligingen toe. Nadere informatie omtrent het beleid van Enduris in relatie tot de I>-setting dient ingewonnen te worden bij de ProRail netbeheerder.

Liander

Met Liander is overeengekomen dat twee trappen ingesteld dienen te worden voor de toegepaste maximaalstroomtijdbeveiliging:

- Een onafhankelijke I>> trap;
- Een afhankelijke I> trap met extremly inverse karakteristiek.

De voorgenomen instellingen dienen in overleg met de ProRail netbeheerder aan Liander te worden voorgelegd voor akkoord.

Setting I>> trap:

Instellen conform ProRail eisen in paragraaf 2.4.2.

Setting > trap:

Er dient een tijdsafhankelijke trap ingesteld te worden met extremly inverse karakteristiek.

De formule voor de IEC genormaliseerde extremly inverse karakteristiek luidt:

$$t = \frac{80}{(I/I_p)^2 - 1} \cdot T_p$$

T = Tripping time;

T_p = Setting value of time multiplier = 1

I = Fault current

I_p = setting value of the current.

Voorbeeld:

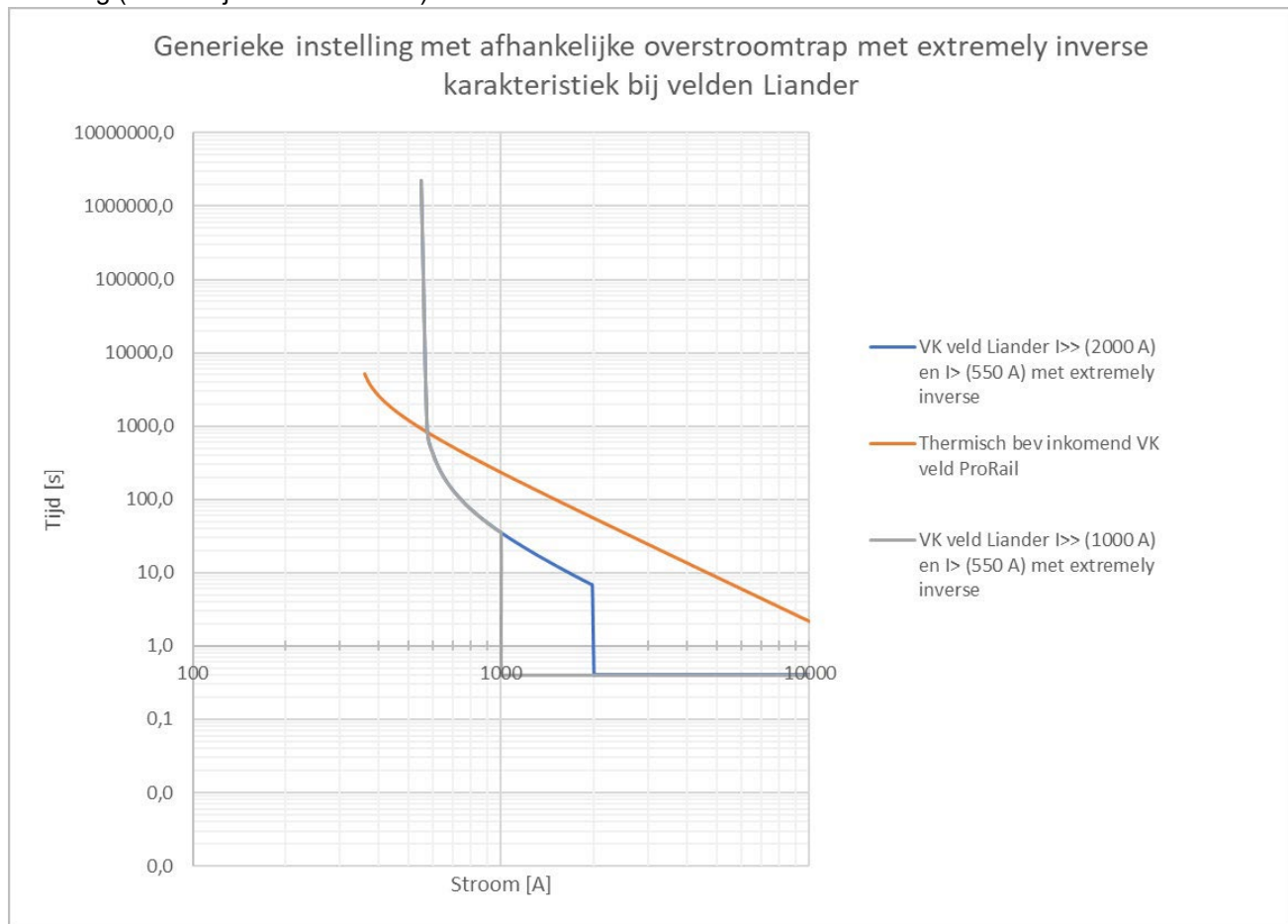
Bij een 10 MVA aansluiting dient I_p ingesteld te worden op de stroom die correspondeert met het gecontracteerde vermogen: 10 MVA.

Bij een 10,5 kV netspanning zou I_p ingesteld moeten worden op 550 A. ($= \frac{10 \cdot 10^6 VA}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 10^3 V}$)

Als ProRail een XLPE 3x240 mm² AL kabel toepast, zal ProRail zijn thermische beveiliging instellen op circa 350 A bij tijdconstante 1800 seconden. Deze beveiliging beschermt tegen overbelasting.

In een selectiviteitsdiagram kunnen de instellingen worden gecombineerd zoals hieronder weergegeven. In het volgende voorbeeld selectiviteitsdiagram worden twee standaard I>> settings gegeven: 2000 A (bij twee voedingskabels naar het ProRail onderstation) en 1000 A (bij één voedingskabel naar het ProRail onderstation). Ook is een afhankelijke I> instelling van 550 A ingetekend en de thermische beveiliging van de kabel aan ProRail zijde met

instelling (350 A bij $\tau = 1800$ sec).



De voorgestelde instelling doet recht aan de wens van Liander om het vermogen te begrenzen op 10 MVA (gecontracteerde waarde). Daarbij kan ProRail met deze instelling kortdurend voorzien in de belastingpieken die kunnen optreden in uitzonderlijke situaties.

De afhankelijke karakteristiek dient opgenomen te worden in het selectiviteitsdiagram. Vanwege de discrepantie tussen een afhankelijke karakteristiek en een thermische beveiliging zoals ProRail toepast, is een kleine niet-selectiviteit in de karakteristiek mogelijk.

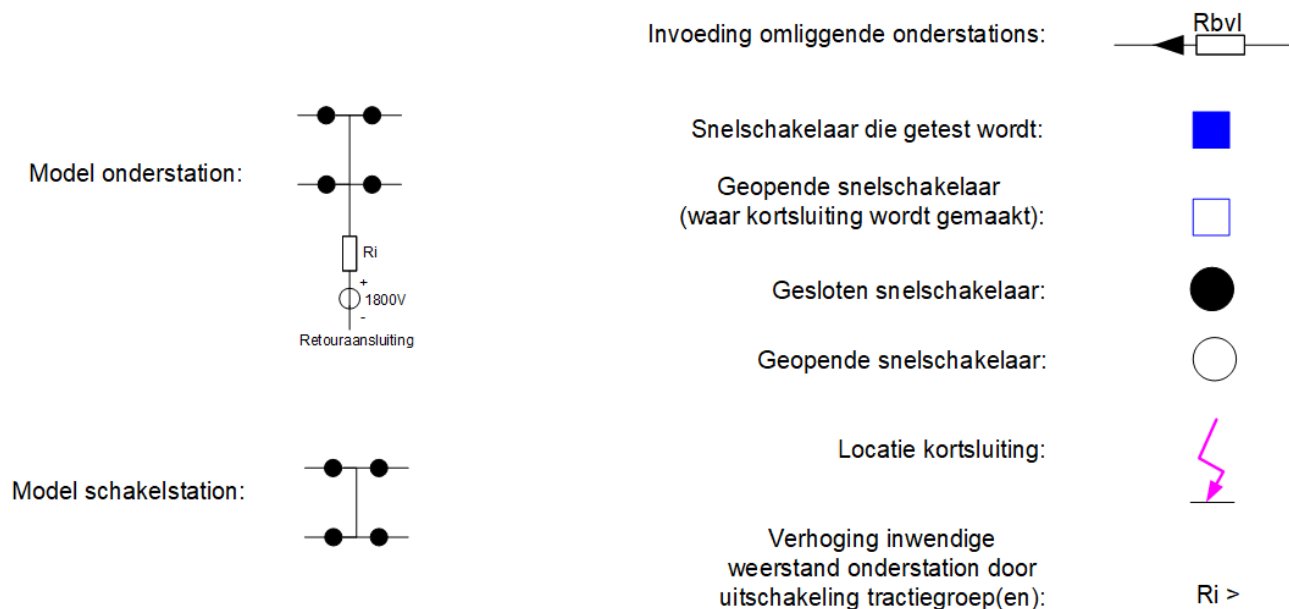
Liander gaat de komende jaren over van een zwevend net naar een geaard net. In overleg is afgesproken dat voor ProRail onderstations, waar de komende jaren TEV-werkzaamheden gaan plaats gaan vinden, Liander in zijn voedende velden vooruitlopend een aardfoutbeveiliging zal instellen.

Stedin

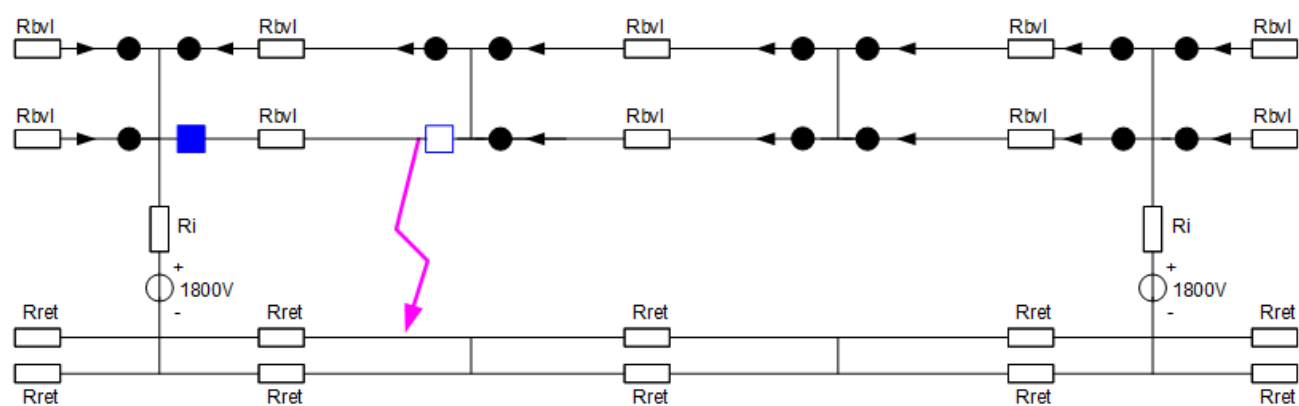
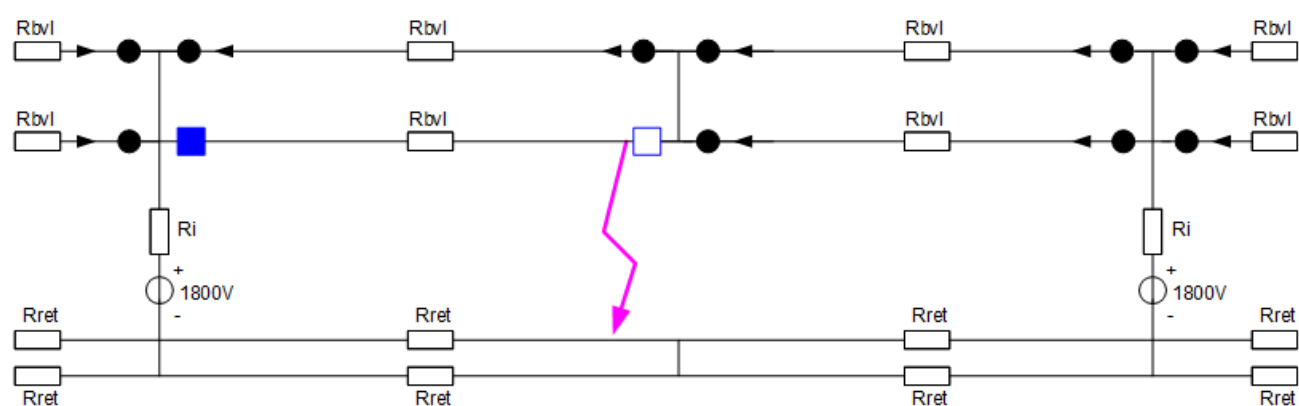
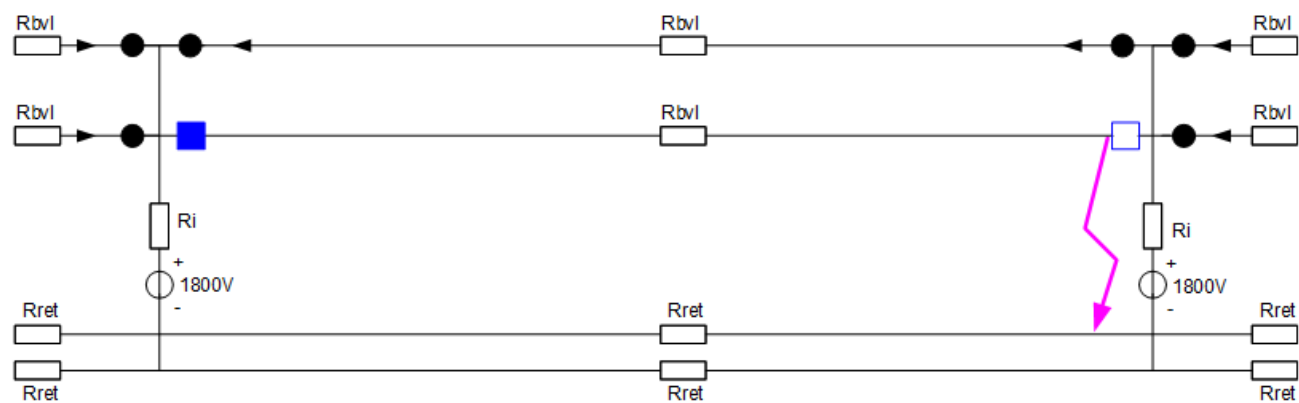
Geen afwijkingen ten opzichte van paragraaf 2.4.2.

6.2 Bijlage 2 Rekenmodellen t.b.v. DC-kortsluitstroom berekeningen

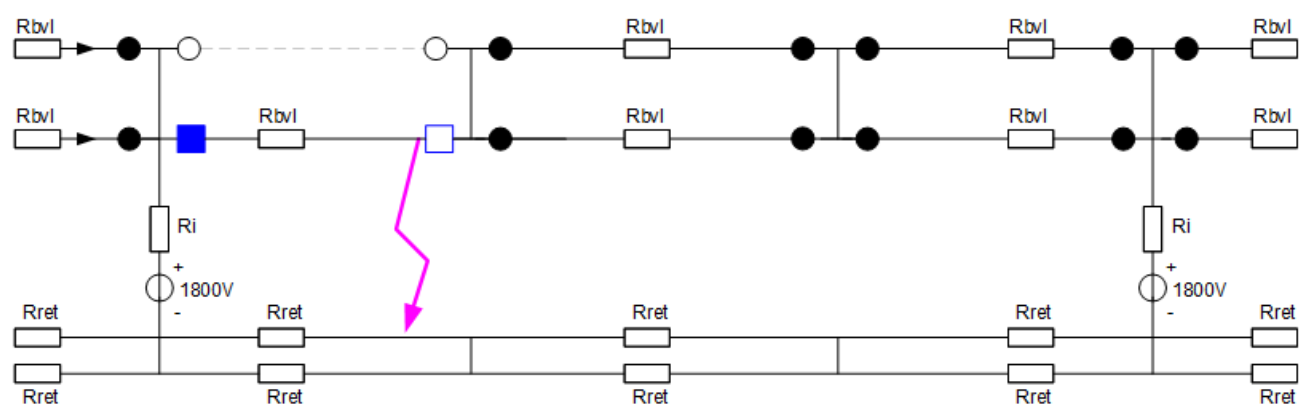
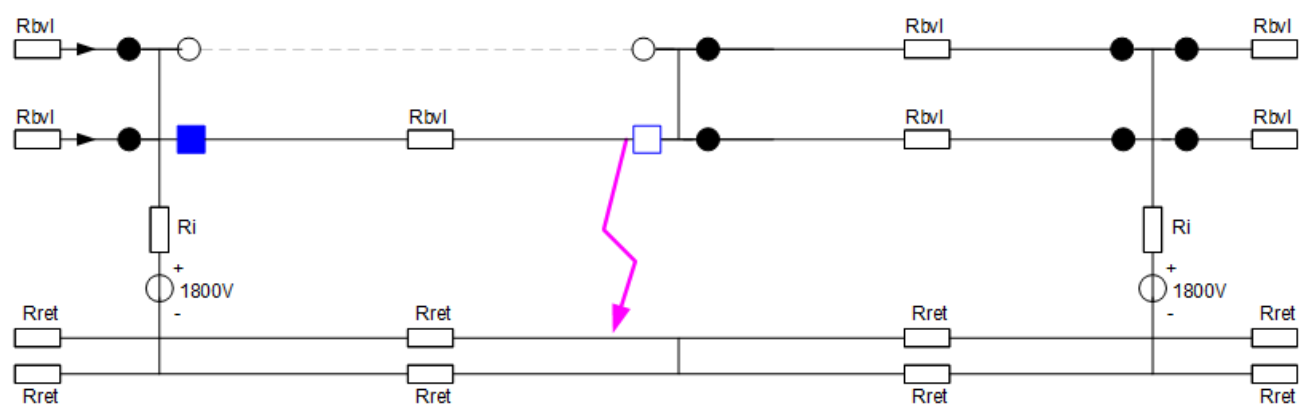
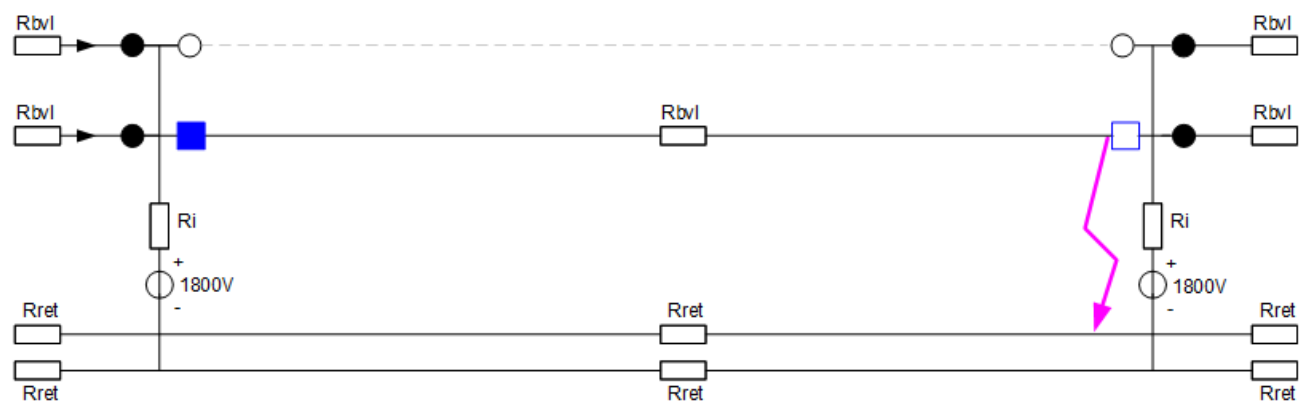
Hieronder worden de rekenmodellen van zes bedrijfsvoeringssituaties beschouwd. Model A t/m D zijn bruikbaar voor het bepalen van de minimale kortsluitstroom in een onderstation. Model A, B, E en F zijn bruikbaar voor het bepalen van de minimale kortsluitstroom in een schakelstation. Het minuscircuit is hierbij niet weergegeven. De volgende symboliek is gebruikt:



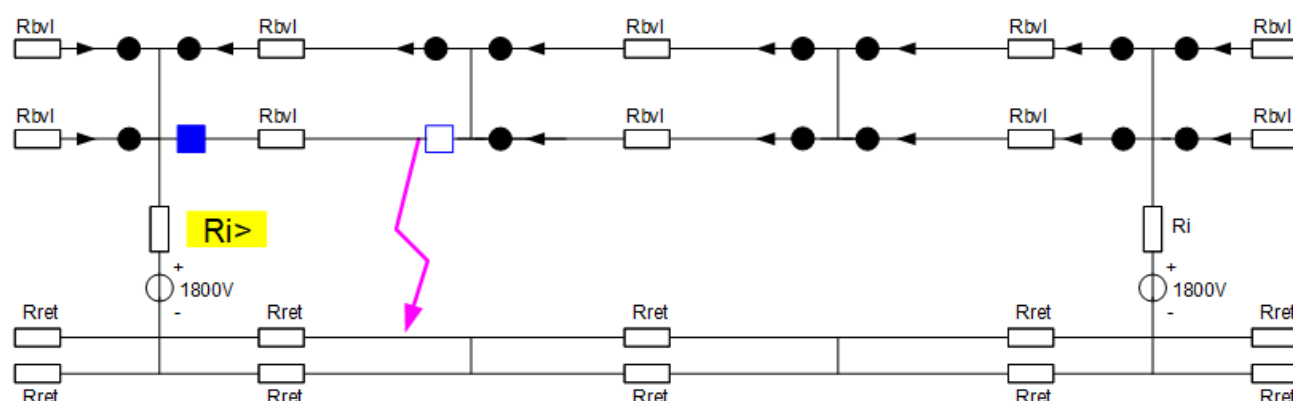
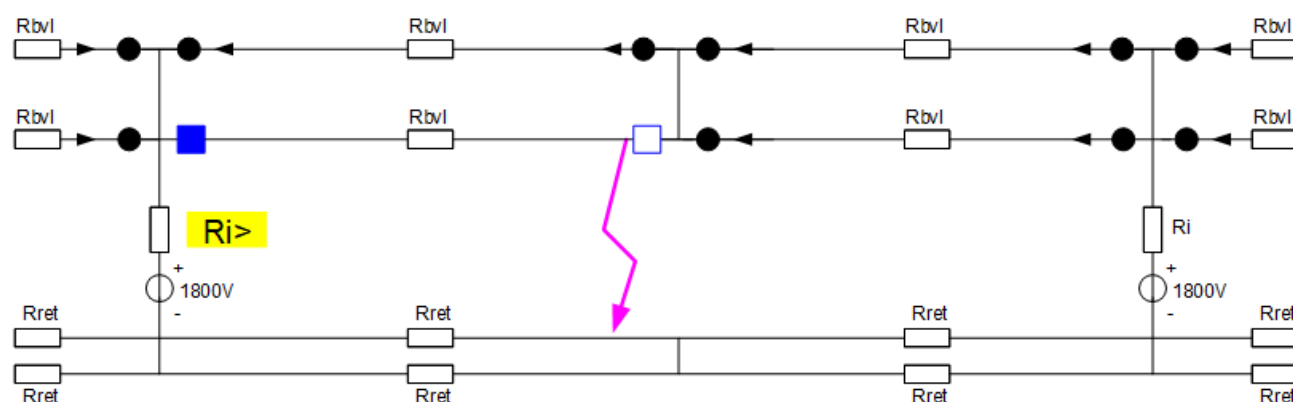
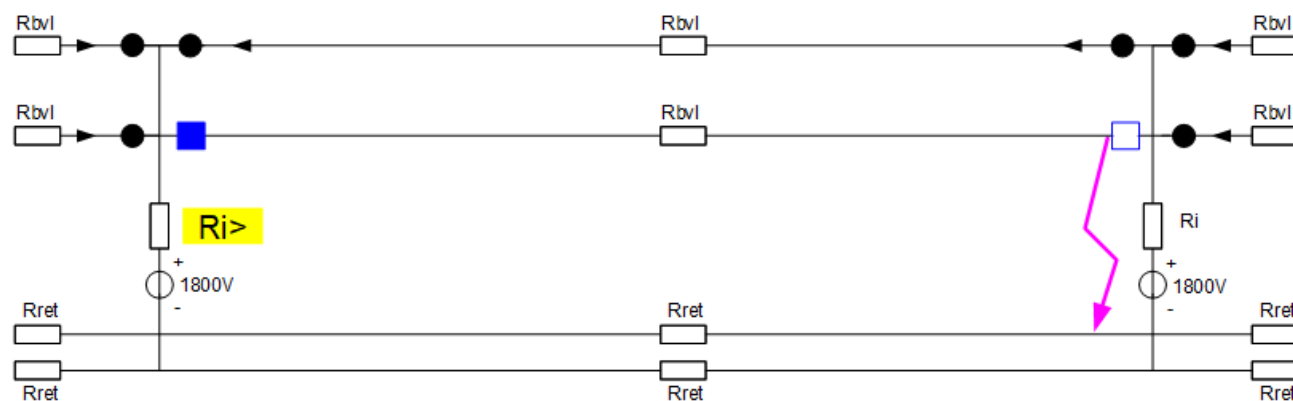
A. Alle sporen in bedrijf, alle tractiegroepen in bedrijf.



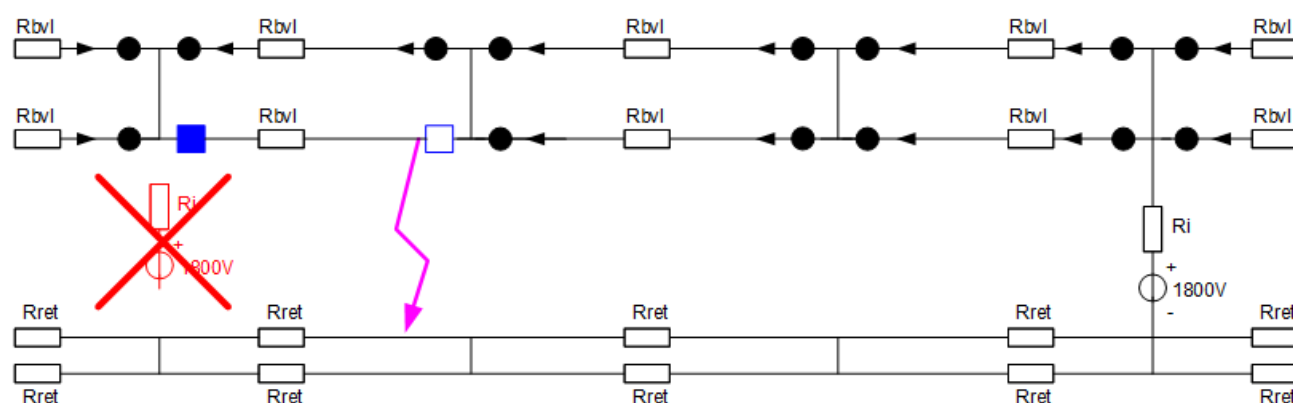
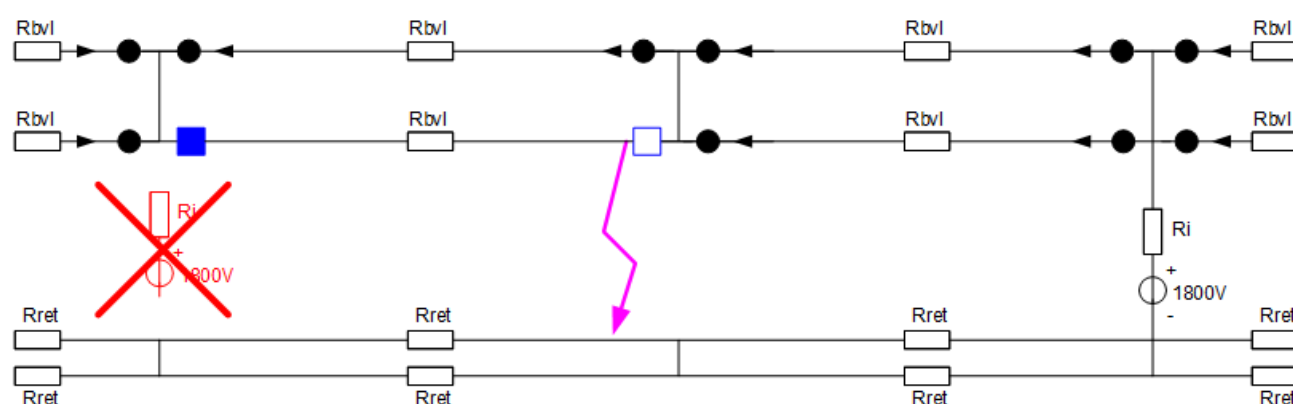
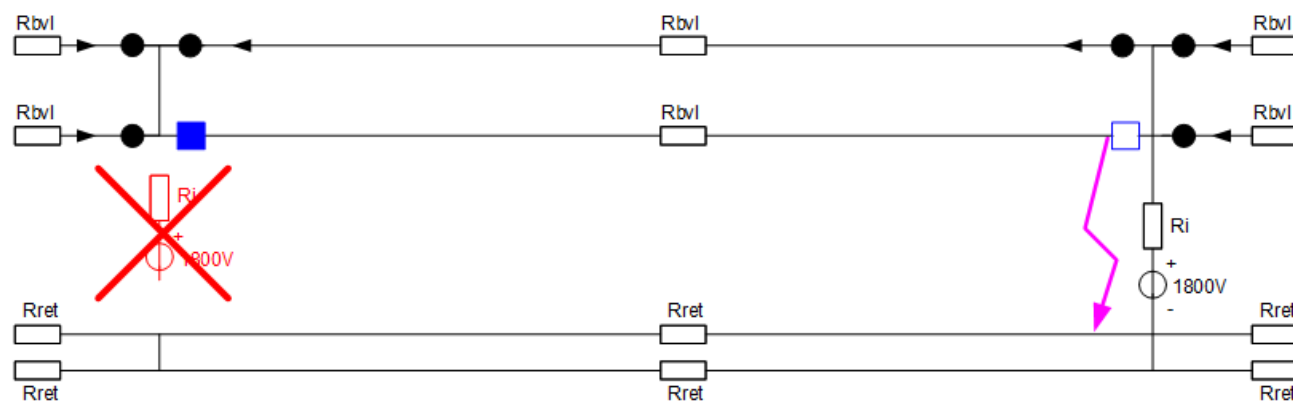
B. Alle tractiegroepen in bedrijf, bovenleiding van alle parallelle voedingssecties enkelzijdig gevoed.



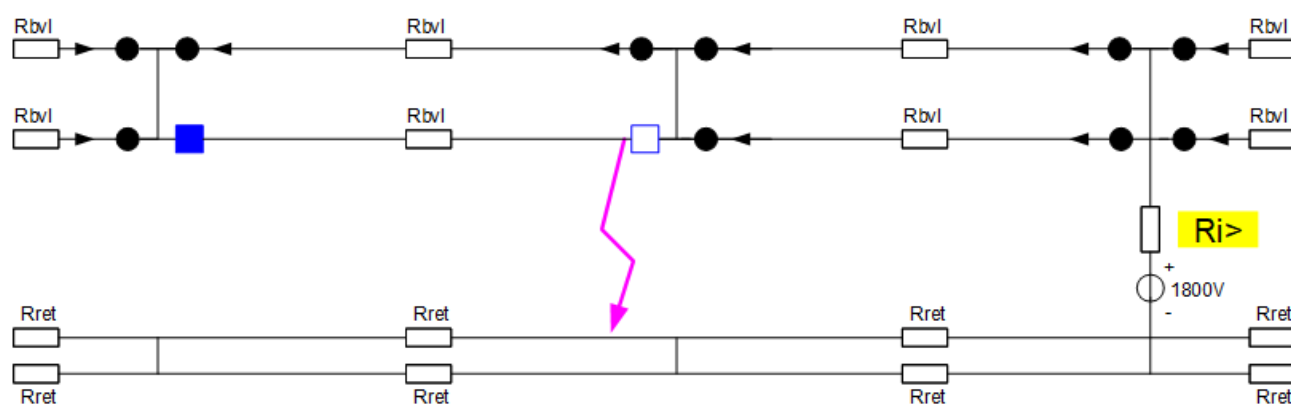
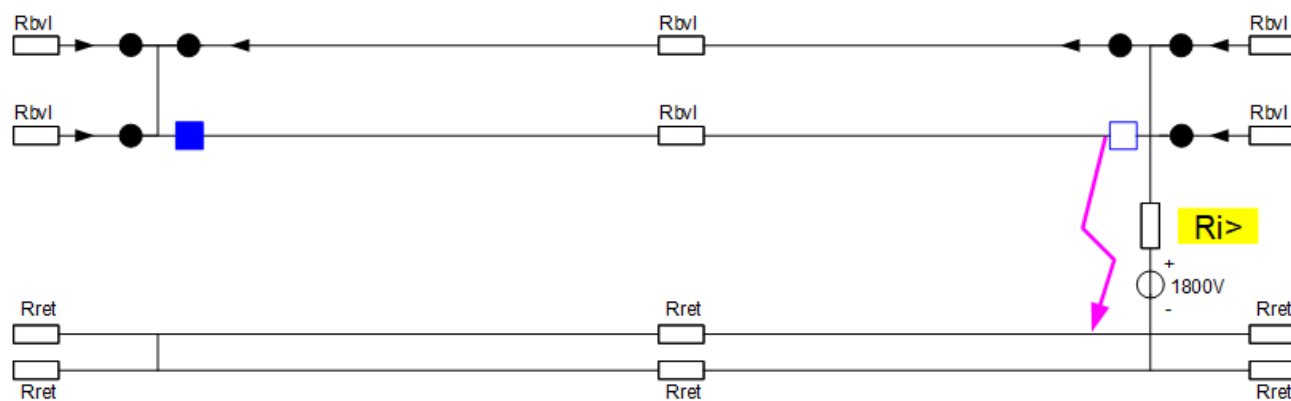
C. Alle sporen in bedrijf, (n-1) tractiegroepen.



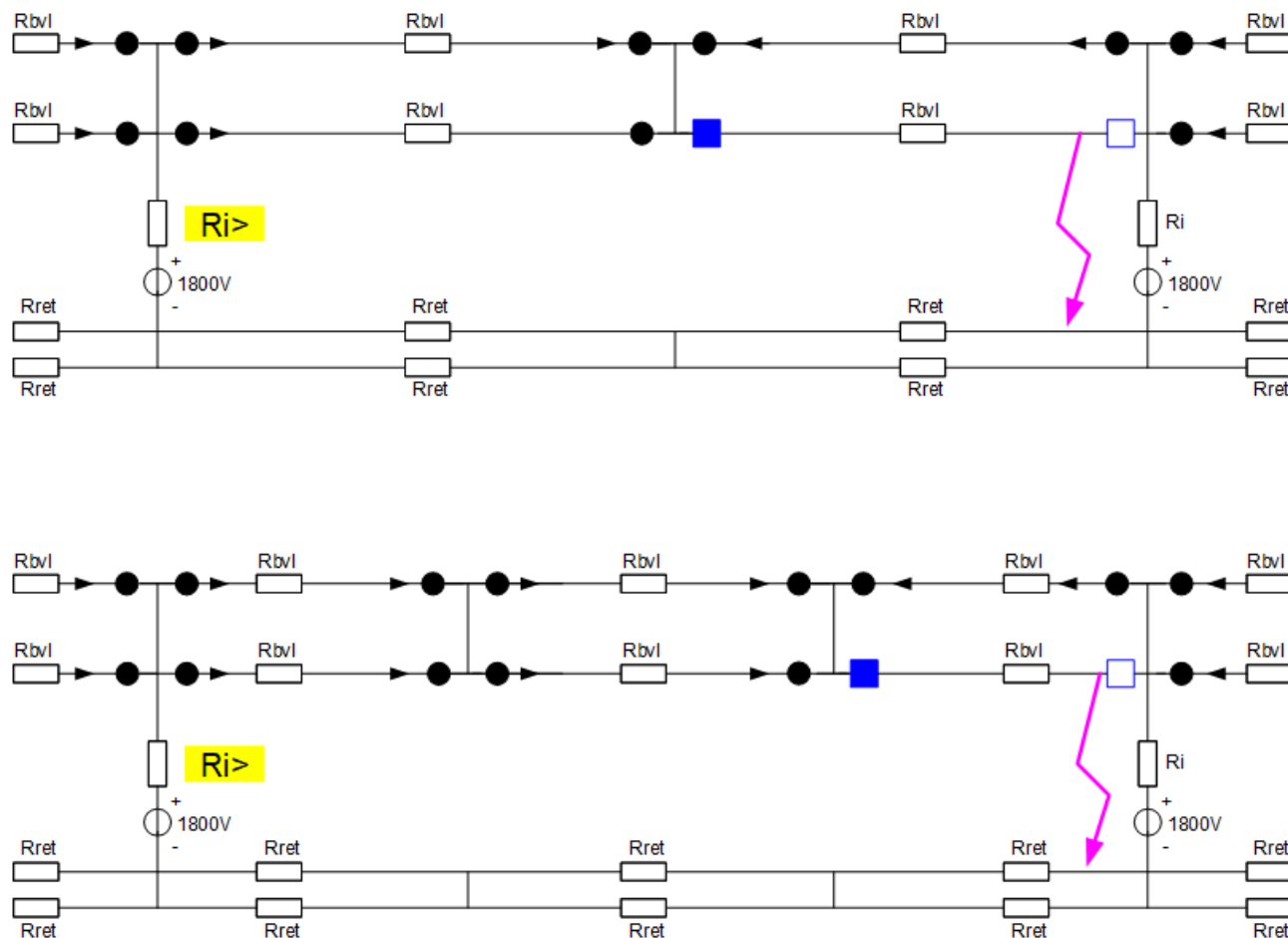
D. Alle sporen in bedrijf, alle tractiegroepen uit bedrijf (OS → SS).



E. Alle sporen in bedrijf, 1 tractiegroep uit bedrijf in het dichtstbijzijnde invoedende onderstation in de richting van de kortsluiting.



F. Alle sporen in bedrijf, 1 tractiegroep uit bedrijf in het dichtstbijzijnde invoedende onderstation in een andere richting dan de kortsluiting.



De berekeningen dienen te worden uitgevoerd voor alle snelschakelaars van het te beschouwen onder- of schakelstation (stroom door de snelschakelaar en spanning op de rail).

Berekening inwendige weerstand onderstation

Tractiegelijkrichters vertonen een niet-lineair gedrag bij grotere stromen. De niet-lineariteit heeft invloed op de inwendige weerstand van een onderstation. De mate van deze beïnvloeding is afhankelijk van de grote van de (kort)sluitstroom. Feitelijk zijn er twee uiterste situaties te beschouwen:

1. Maximale waarde van de optredende kortsluitstroom, d.w.z. een sluiting vlak voor het onderstation (bovenleidingbreuk direct bij de invoedende bovenleidingschakelaar).
2. Minimale waarde van de optredende kortsluitstroom d.w.z.:
 - een sluiting aan het andere eind van de voedingssectie, hierbij dient te worden gerekend met een geopende snelschakelaar aan de andere kant van de sluiting;
 - Een sluiting op het elektrisch verst gelegen punt.

In beide gevallen is er sprake van zowel voeding vanuit het te beschouwen onderstation als invoeding vanuit andere onderstations. Deze laatste zijn tevens onder punt 2 te scharen qua gedrag.

Ad 1. In geval van sluiting voor een onderstation zullen alle takken van de tractiegelijkrichters in dat onderstation op hetzelfde moment in geleiding zijn, en is de situatie vergelijkbaar met een 3-fasige kortsluiting aan de secundaire zijde van de tractietransformatoren. De inwendige impedantie is in dit geval gelijk aan 1800 V (nullastspanning equivalente spanningsbron) gedeeld door de waarde van de kortsluitstroom.

Ad 2. In het geval van een sluiting aan de andere zijde van de voedingssectie is de invloed van de niet-lineariteit van de inwendige impedantie van het voedende en de belendende onderstations beperkt t.o.v. de totale circuitimpedantie. De inwendige weerstand van de onderstations mag dan worden benaderd middels de volgende formule:

$$R_i \approx \frac{19}{\pi^2} \cdot R_{net} + \frac{3}{\pi} \cdot X_{net} \quad (1)$$

Hierin is:

R_i = ohmse vervangingsweerstand van onderstation [Ω]

R_{net} = weerstand van het voorliggende AC-net van het onderstation en de netaansluiting, omgezet naar de secundaire zijde van de tractietransformator [Ω]

X_{net} = reactantie van het voorliggende AC net van het onderstation en de netaansluiting omgezet naar de secundaire zijde van de tractietransformator [Ω]

opm: voor een 3-wikkeling transformator (12-puls groep) dient in de formule (1) de relatieve kortsluitspanning U_{k123} te worden gehanteerd bij het berekenen van de impedantie. U_{k123} dient te worden gehanteerd (en niet U_{k12}) omdat de sluiting plaats vindt achter de gelijkrichter. Dit betekent dat beide secundaire wikkelingen bijdragen aan de kortsluitstroom.

In deze formule wordt uitgegaan van het minimale kortsluitvermogen zoals aangegeven door de netbeheerder en een spanningsfactor $c=1$.

6.3 Bijlage 3: Instelling di/dt beveiliging

Hieronder volgen de instellingen van de di/dt beveiliging voor de verschillende beveiligingsrelais:

6.3.1 Parameter settings Siemens Sitras Pro en Sitras MDC, functie ΔI (current step):

Parameter **8003** moet ingesteld zijn op 'positive'.

Dit is nodig omdat we enkel in uitgaande richting willen beveiligen.

Parameter **0200** moet ingesteld zijn op 'ON and group alarm'

Hiermee wordt de functie geactiveerd.

Let op: Parameter 0300 (functie di/dt) blijft op 'Off' ingesteld.

Variant 1:

- Voor snelschakelaarvelden in schakelstations;
- Voor snelschakelaarvelden in onderstations indien de voedingssectie-afstand ≥ 5 km is.

Block 1 (lage setting)

10201 / 201[1]: 1500 A;

10202 / 202[1]: 110% (= alarm niet actief);

10203 / 203[1]: 20 ms;

10204 / 204[1]: 45 A/ms (is minimaal resterende flanksteilheid op 20 ms);

10205 / [205[1]:

- 0,8 ms voor 12 puls tractiegroep (tractietransformator met twee secundaire wikkelingen) en
- 1,6 ms voor 6 puls tractiegroep (tractietransformator met 1 secundaire wikkeling).

Bij schakelstations stel je 0,8 ms in.

Block 2 (hoge setting)

20201 / 201[2]: 1500 A;

20202 / 202[2]: 110% (= alarm niet actief);

20203 / 203[2]: 20 ms;

20204 / 204[2]: 45 A/ms (is minimaal resterende flanksteilheid op 20 ms);

20205 / 205[2]:

- 0,8 ms voor 12 puls tractiegroep (tractietransformator met twee secundaire wikkelingen) en
- 1,6 ms voor 6 puls tractiegroep (tractietransformator met 1 secundaire wikkeling).

Bij schakelstations stel je 0,8 ms in.

Variant 2:

- Voor snelschakelaarvelden in onderstations indien de voedingssectie-afstand < 5 km is.
- Indien instelling conform variant 1 leidt tot te frequent aanspreken beveiliging op belastingstromen.
- Voor secties met gekoppelde snelschakelaars.

Block 1 (lage setting)

10201 / 201[1]: 2000 A;

10202 / 202[1]: 110% (= alarm niet actief);

10203 / 203[1]: 20 ms;

10204 / 204[1]: 57 A/ms (is minimaal resterende flanksteilheid op 20 ms);

10205 / 205[1]:

- 0,8 ms voor 12 puls tractiegroep (tractietransformator met twee secundaire wikkelingen) en
- 1,6 ms voor 6 puls tractiegroep (tractietransformator met 1 secundaire wikkeling).

Bij schakelstations stel je 0,8 ms in.

Block 2 (hoge setting)

20201 / 201[2]: 2000 A;

20202 / 202[2]: 110% (= alarm niet actief);

20203 / 203[2]: 20 ms;

20204 / 204[2]: 57 A/ms (is minimaal resterende flanksteilheid op 20 ms);

20205 / 205[2]:

- 0,8 ms voor 12 puls tractiegroep (tractietransformator met twee secundaire wikkelingen) en
- 1,6 ms voor 6 puls tractiegroep (tractietransformator met 1 secundaire wikkeling).

Bij schakelstations stel je 0,8 ms in.

Opmerking:

Het relais ondersteunt meerdere setting groepen (blocks). Indien meer dan 2 trappen ingesteld moeten worden, kunnen deze identiek ingesteld worden aan de settings voor block 1 (zoals hierboven gegeven).

Toelichting:

Bij overschrijding parameter 204 zal beveiliging actief worden. Er wordt een timer gestart en een stroomsample genomen op $t = 0$ ms. Er wordt een trip gegeven indien voldaan wordt aan de volgende voorwaarden:

- di/dt blijft continu hoger dan gekozen setting voor parameter 204 van $t = 0$ ms tot en met $t =$ setting parameter 203.
- Parameter setting 201 is nog overschreden bij bereiken $t = 203$.

Parameter 205 moet ingesteld worden omdat een ingangsfILTER ontbreekt. Dit betekent dat het relais ongevoeliger gemaakt moet worden voor de neergaande flank van de rimpel in de gelijkgerichte stroom. Als je dit niet doet, dan kan het relais onterecht afvallen op onderschrijding parameter setting 204.

Het relais valt af als de di/dt lager wordt dan parameter setting 204 tussen $t = 0$ ms tot $t =$ setting parameter 203 gedurende de minimaal gekozen vertragingstijd van parameter setting 205.

