

Ontwerpvoorschrift

Elektrische Verbindingen aan Spoorstaven en Aardingen (EVSA)

1500 V DC Tractie-energievoorziening

Beherende instantie:
AM Techniek

Inhoudverantwoordelijke instantie:
AM Techniek Energievoorziening

Status:
Definitief

Datum van kracht: 01-04-2022	Versie: 009	Documentnummer: OVS00085
--	-----------------------	------------------------------------

INHOUD

1	Algemeen	4
1.1	Scope	4
1.2	Referenties	5
1.3	Definities en afkortingen	7
2	Functionele - en prestatie-eisen retourvoorziening TEV spoor	9
2.1	Inleiding en algemene eisen	9
2.2	Langs- en dwarsverbindingen	11
2.2.1	Spoorstaafverbindingen	11
2.2.2	Parallelverbindingen bij enkelspoor met enkelbenige spoorisolatie	14
2.2.3	Dwarsverbindingen	16
2.2.4	Afstanden tussen dwarsverbindingen	18
2.2.5	Dwarsverbindingen bij sporen zonder doorgaande isolatie	19
2.2.6	Dwarsverbindingen bij sporen met enkelbenige isolatie	19
2.2.7	Dwarsverbindingen bij sporen met dubbelbenige isolatie	21
2.2.8	Aansluiting van minuskabels geëlektrificeerd spoor bij beweegbare bruggen	23
2.2.9	Koppeling spoorisolatie bij beweegbare brug van niet-geëlektrificeerde baanvak	28
2.3	Aansluiting van minuskabels bij onder- en schakelstations	30
2.3.1	Aansluiting van minuskabels bij een onderstation	30
2.3.2	Aansluiting van minuskabels bij een schakelstation	32
2.4	Kathodische bescherming (drainage)	32
2.5	Bescherming geïsoleerde spoorcircuits tegen overspanningen	33
2.6	Scheiding tussen geëlektrificeerd en niet-geëlektrificeerd gebied	33
3	Beschermingsmaatregelen ter voorkoming van aanrakingsgevaar	35
3.1	Algemene eisen in relatie tot (paal-)spoorstaafverbindingen	36
3.2	Aanvullende eisen bovenleidingdraagconstructie	42
3.3	Aansluiting overspanningsafleiders portalen	44
3.4	Specifieke beschermingsmaatregelen bij stalen 1500 V-kunstwerken	44
3.5	Specifieke eisen bevestiging beschermramen/gaasramen kunstwerk	45
3.6	Beschermingsmaatregelen betonnen viaducten over zowel 1500 V- als 25 kV-spoor	45
3.7	Beschermingsmaatregelen stalen bruggen over zowel 1500 V- als 25 kV-spoor	47
3.8	Beschermingsmaatregelen stalen kappen 1500V-sporen/perrons	48
3.9	Beschermingsmaatregelen seinpalen	49
3.10	Beschermingsmaatregelen lichtmasten	49
3.11	Beschermingsmaatregelen overweginstallaties	49
3.12	Beschermingseisen metalen perrons, wasinstallaties en spatschermen	49
3.13	Beschermingsmaatregelen laagspanningsinstallaties	49
3.13.1	Algemene eisen aan laagspanningsinstallaties	49
3.13.2	Generieke eisen aan elektrische installaties	50
3.13.3	Aanvullende eisen afscherming elektrische toestellen nabij bovenleiding	58
3.13.4	Aanvullende eis verlichtingsarmaturen en seinen aan bovenleidingconstructies	60
3.13.5	Aanvullende eis stations met meerdere kapconstructies	60
3.13.6	Specifieke eisen laagspanningsinstallaties in relaishuizen	60
3.13.7	Specifieke eisen aan motorkasten voor bediening van bovenleidingschakelaars	60

3.14	Aardingsvoorzieningen bovenleiding beweegbare brug	61
3.15	Capacitieve aarding 1500 V-spoor / dieselspoor ter beperking aanraakspanning	61
3.15.1	Bepaling noodzaak capacitieve aarding	61
3.15.2	Eisen aan condensatorbank voor DC-aarding.....	63
3.15.3	Inpassing condensatorbanken in retourontwerp.....	63
4	Beveiliging tankplaatsen en losplaatsen met risico op brand / explosie.	66
4.1	Algemeen.....	66
4.2	Vaste tankplaats zonder bovenleiding en buiten valbereik bovenleiding nevenspoor	66
4.3	Vaste tankplaats zonder bovenleiding maar binnen valbereik bovenleiding nevenspoor	66
4.4	Vaste tankplaats met bovenleiding.....	67
4.5	Mobiele tankwagen.....	68
5	Life cycle eisen	69
6	Ontwerpregels.....	70
6.1	Ontwerpeisen en vastlegging ontwerp op OR-blad	70
6.2	Toepassen van producten	71
6.3	Afwijkingen.....	72
6.4	Goedkeuring door ProRail	72
7	Revisiegegevens.....	73
8	Bijlage I Bijzondere symbolen OVS00085.....	75
9	Bijlage II Weergave condensatorbank op OR-blad	76
10	Bijlage III: EMC-studie effectiviteit capacitieve aarding	77
10.1	Locatie specifieke EMC-studie:	77
10.2	Uitgangspuntenoverzicht:	77
11	Bijlage IV: Aluminium paalspoorstaafverbinding (informatief).....	79
12	Bijlage V: Uitvoering hoogvermogen doorslagveiligheid.....	83
13	Bijlage VI Specificatie condensatorbank voor aarding DC-spoor	86

1 Algemeen

Dit ontwerpvoorschrift maakt onderdeel uit van de ProRail-regelgeving.

Dit voorschrift beschrijft hoe een retourstroomcircuit moet worden gerealiseerd ten behoeve van het 1500 V-tractie-energievoorzieningssysteem in de spoorbaan zonder dat dit leidt tot nadelige consequenties voor treinbeveiligingssystemen en / of schade aan installaties in de omgeving van de spoorbaan. Daarnaast beschrijft dit ontwerpvoorschrift de beschermingsmaatregelen tegen aanraakgevaar voortkomend uit een isolatordefect dan wel rijdraadbreek in het bovenleidingsysteem. Tevens worden eisen gesteld aan laagspanningsinstallaties in de directe nabijheid van een geëlektrificeerd baanvak. Tenslotte worden in dit voorschrift maatregelen voorgeschreven ten aanzien van tank- en losplaatsen voor lichtbrandbare en explosieve vloeistoffen en gassen.

1.1 Scope

Dit ontwerpvoorschrift geldt specifiek voor het 1500 V-tractie-energievoorzieningssysteem en formuleert eisen ten aanzien van retourverbindingen in de spoorbaan, aardingsvoorzieningen van spoorse objecten / installaties en voorzieningen die de elektrische veiligheid in foutsituaties moeten waarborgen. Daarbij wordt rekening gehouden met het al of niet geïsoleerd zijn van sporen ten behoeve van treinbeveiligingssystemen. Voor bijvoorbeeld het treinbeveiligingssysteem 'GRS-spoorstroomlopen' kan een spoor enkelbenig of dubbelbenig geïsoleerd zijn uitgevoerd. Een spoor wordt ongeïsoleerd uitgevoerd bij afwezigheid van een treindetectiesysteem of bij toepassing van een treindetectiesysteem dat geen gebruik maakt van spoorstroomlopen, zoals het assentelsysteem.

Binnen de scope van dit document vallen de volgende elementen:

- langs- en dwarsverbindingen in de retour;
- minuskabels bij beweegbare bruggen;
- spoorstaafdoorverbindingsschakelaars;
- minuskabels tussen onder- en schakelstations en de spoorbaan;
- overspanningsafleiders niet-geëlektrificeerde sporen;
- scheidingen tussen geëlektrificeerde en niet-geëlektrificeerde sporen;
- paal-spoorstaafverbindingen en overige spoorstaafverbindingen;
- aardaansluiting overspanningsafleiders bovenleiding;
- aardingen laagspanningsinstallaties in de directe omgeving van het spoor (uitgezonderd laagspanningsinstallaties in onder- en schakelstations);
- beveiligingen tegen vonkvorming op tankplaatsen en losplaatsen voor licht ontbrandbare en explosieve vloeistoffen en gassen.

De volgende onderdelen vallen buiten de scope van dit document:

- de constructie van verbindingen en dergelijke wordt niet in dit voorschrift behandeld; hiervoor wordt verwezen naar het installatievoorschrift ISV61310;
- aardingen in onder- en schakelstations ten behoeve van de 1500 V tractie-energievoorziening worden niet in dit voorschrift behandeld; hiervoor wordt verwezen naar OVS00013-2;
- de aarding / wapening van civiele kunstwerken (bijvoorbeeld spoortunnels) wordt niet in dit voorschrift behandeld; hiervoor wordt verwezen naar OVS00030.

Het in dit document beschreven systeem heeft raakvlakken met:

- het 1500 V-tractie-energievoorzieningssysteem;
- het bovenleidingsysteem;
- het treinbeveiligingssysteem;
- civiele kunstwerken (tunnels, open bakken en viaducten).

Voor de raakvlakken met het 25 kV-systeem wordt verwezen naar het OVS00053. Raakvlakken met overige tractie-voedingssystemen worden in dit document niet behandeld.

Opmerking: Voor wat betreft de tekensymboliek is dit OVS zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de officiële symboliek van NEN5152. Ter aanvulling hierop zijn in bijlage I nog spoor specifieke symbolen gegeven.

De gehanteerde symboliek voor aantal parallelle kabels en de geleiderdoorsnede in figuren in dit OVS wijkt af van OVS60091-3 en de symboliek op OR-bladen. De figuren in dit OVS hanteren symbool '03-01-02' van de NEN5152:2016 voor aantal parallelle kabels. Het gebruik van dit symbool zegt in OVS00085 niets over de geleiderdoorsnede van de retourkabels (in tegenstelling tot hetgeen gesteld wordt in OVS60091-3). De doorsnede van retourkabelverbindingen (aantal kabels en geleiderdoorsnede) wordt in dit OVS altijd in de vorm van een eis voorgeschreven.

1.2

Referenties

Onderstaande tabel noemt de normen die in dit ontwerpvoorschrift aangehaald worden. Hierbij noemt de derde tabelkolom de datum van de betreffende normversie die gehanteerd is bij het opstellen van dit ontwerpvoorschrift. Dit is gedaan ten gunste van de traceerbaarheid en om misverstanden te voorkomen. In principe is echter altijd de laatste versie van de norm van toepassing.

Norm	Omschrijving	Datum
NEN 1010	Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties	2015
NEN 5152	Tekenvoorschrift	2016
NEN-EN 50122-1	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer -Vaste installaties - elektrische veiligheid, aarding en retourstromen - Deel 1: Eisen in verband met bescherming tegen elektrische schok.	2011
NEN-EN50124-1	Spoorwegtoepassingen - Isolatie-coördinatie -Deel 1: Basiseisen - Slagwijdten en kruipwegen voor alle elektrische en elektronische uitrusting.	2017
EN50125-2	Railtoepassingen - Omgevingsomstandigheden voor apparatuur - Deel 2: Vaste elektrische installaties	2003
NEN-EN-IEC 60228	Geleiders van geïsoleerde elektrische leidingen	2005 + C2005
IEC60529	Beschermingsgraden van omhulsels van elektrisch materieel (IP-codering)	1989+ A1:2001+ A2:2013
IEC 60721-3-3	Indeling van omgevingsomstandigheden van elektrotechnische producten - Deel 3-3: Classificatie van groepen van omgevingsparameters en hun gradaties - Stilstand gebruik op plaatsen met bescherming tegen directe weersomstandigheden	2019

Elektrische Verbindingen aan Spoorstaven en Aardingen (EVSA)

NEN-EN-IEC 61140	Bescherming tegen elektrische schokken – Gecombineerde maatregelen voor installatie en materieel.	2016
NEN-EN-IEC 61558-2-4	Veiligheid van energietransformatoren, voedingseenheden en dergelijke - Deel 2-4: Bijzondere bepalingen voor beschermingstransformatoren voor algemeen gebruik	2021
NEN-EN-IEC 62262	Beschermingsgraden van omhulsels van elektrisch materieel tegen mechanische invloeden van buitenaf (IK code)	2021
NEN-ISO 3864	Veiligheidskleuren en tekens	Alle delen
NEN-EN-ISO 12944-2	Verven en vernissen - Bescherming van staalconstructies tegen corrosie door middel van beschermende verfsystemen - Deel 2: Classificatie van omgevingen	2018

In dit OVS wordt naar de volgende ProRail-voorschriften verwezen, waarbij de laatste versie geldig is.

SPC60111-32	Railspoel voor laagfrequente spoorstroomloop
ISV00026	Installatievoorschrift 1500 V
ISV00158	Installatievoorschrift Aardelektrode
ISV61310	Montage Elektrische Verbindingen aan en in Sporen
OVS00012-1	Ontwerpvoorschrift Tractie-energievoorziening 1500 V DC
OVS00012-3	Ontwerpvoorschrift 1500V DC Tractie-energievoorziening. Deel 3: Ontwerpregels
OVS00012-4	Ontwerpvoorschrift Tractie-energievoorziening 1500 V DC. Deel 4: Netanalyse
OVS00013-2	Ontwerpvoorschrift 1500 V DC Tractievoeding. Deel 2: Deelsysteemeisen
OVS00024-6.6	Ontwerpvoorschrift overspanningsafleider
OVS00030	Kunstwerken
OVS00053	Ontwerpvoorschrift "Retour- en Aardingssysteem 25 kV/50 Hz Tractie-energievoorziening"
OVS00067	Perrons
OVS00213	Perron en sporen kappen
OVS00111	Maatregelen Parallelloop voor bestaande railinfra met 25 kV railinfra van de HSL-Zuid en de Betuweroute (OVS-MP)
OVS00303	Wisselverwarming
OVS60091-3	Tekenvoorschrift OR-bladen
OVS60111	Laagfrequente Spoorstroomloop
OVS60111-1	Laagfrequent spoorstroomlopen Projectering
PBE00012	Beleid Inkoop Railinfraproducten, Vrij in de markt in te kopen spoorweg specifieke producten
RLN00008	Beschermende maatregelen in verband met de elektrische veiligheid
RLN00124	Begrippen en afkortingen energievoorziening
RLN00189	Zwerfstroomdrainage

Elektrische Verbindingen aan Spoorstaven en Aardingen (EVSA)

RLN00398	Beleid elektromagnetische beïnvloeding van hoogspanningsverbindingen op de hoofdspoorweginfrastructuur
SPC00302	Doorslagveiligheid voor gebruik in 1500 V dc tractie-energievoorziening
SPC00221	Kabel BMvKas 1x500 mm ² 3,6/6,0 (7,2) kV Cu - 60 mm ² aard-scherm
SPC61300	Seinwezenkabels

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.

1.3 Definities en afkortingen

Deze staan toegelicht in RLN00124 – Begrippen en afkortingen energievoorziening.

In aanvulling op de RLN00124 worden de volgende definities gegeven:

Aardleiding	Verbinding tussen metalen voorwerp en de aardelektrode.
Bovenleiding	Het geheel van draagconstructies, leidingen en toebehoren dienende tot energievoorziening voor de elektrische tractie, voor zover deze zich bevinden op een grotere hoogte dan 4,50 m boven BS, anders dan in gebouwen.
Doorslagveiligheid	Een doorslagveiligheid bestaat uit twee elektrisch van elkaar geïsoleerde delen, welke boven een bepaalde spanning geleidend met elkaar worden verbonden.
Dubbelbenige isolatie	Bij dubbelbenige isolatie blijven beide spoorstaven voor de retourstroom ter beschikking door de isolerende lassen te overbruggen met behulp van zogenaamde railspoelen. De weerstand van de retourleiding wordt door deze railspoelen niet noemenswaardig verhoogd; voor de spoorstroomlopen vormen zij een afsluiting met een hoge impedantie.
Enkelbenige isolatie	Bij enkelbenige isolatie blijft maar één spoorstaaf voor de retourstroom ter beschikking. Dit kan een belangrijke toename van de retourleidingweerstand tot gevolg hebben.
ES-las	Elektrische scheidingslas
Hoogvermogen doorslagveiligheid	Betreft een aangepaste uitvoering van de standaard doorslagveiligheid. Zie bijlage V.
Installatieverantwoordelijke	Persoon die is aangewezen als direct verantwoordelijk persoon voor de bedrijfsvoering van de elektrische installatie (RLN00128).
Lichtbrandbare en explosieve stoffen	Stoffen met vlamptpunt kleiner dan 21 graden Celsius, doch niet vallend onder klasse 0 conform NPR 7910-1.
(Paal-)spoorstaaf-verbinding	Verbinding tussen metalen voorwerp en de retourleiding.

Elektrische Verbindingen aan Spoorstaven en Aardingen (EVSA)

Retourleiding	Voor de terugvoer van de gelijkstroom, die door het materieel van de bovenleidingrijdraad wordt afgenomen, naar de minusrail in de onderstations, worden de spoorstaven, langs- en dwarsverbindingen gebruikt. Deze zijn door middel van kabels, de minuskabels, met de minusrail in de onderstations verbonden. Dit samenstel van geleiders wordt retourleiding genoemd.
Zwerfstroom	Deel van de tractieretourstroom dat niet via de spoorstaven of andere onderdelen van de retourleiding terugloopt naar het voedende onderstation maar door de grond loopt en door de daarin aanwezige geleidende voorwerpen zoals kabels en leidingen.

2 Functionele - en prestatie-eisen retourvoorziening TEV spoor

2.1 Inleiding en algemene eisen

De gelijkstroom, die door elektrische treinen van de rijdraad wordt afgenomen, moet naar de minusrail in de onderstations worden teruggevoerd (retourstroom). Voor deze terugvoer van tractiestroom worden de spoorstaven benut. De spoorstaven zijn hiervoor door middel van kabels, de minuskabels, met de minusrail in de onderstations verbonden. Hierbij is de elektrische weerstand van de retourleiding, die gevormd wordt door spoorstaven en minuskabels, van groot belang. Deze weerstand moet zo klein mogelijk zijn om het spanningsverlies, en zodoende zwervstromen en te hoge aanraakspanningen voor personen, te voorkomen.

De retourleiding moet verder zoveel mogelijk van aarde worden geïsoleerd ter beperking van de lek van DC-retourstroom naar aarde. In de grond kunnen DC-zwervstromen namelijk aanzienlijke schade veroorzaken aan metalen geleiders in de grond van derden / ProRail, zoals gas- en waterleidingen, loodmantels, armeringen van kabels en zelfs wapeningen van kunstwerken. Op locaties waar zwervstromen uittreden uit genoemde metalen geleiders, kan corrosie ontstaan door de elektrolytische werking.

Het is dus belangrijk het DC-spoor goed te isoleren van aarde. Bij spoorbevestiging op dwarsliggers wordt reeds een zekere mate van isolatie van aarde verkregen. Andere maatregelen die bijdragen aan een betere isolatie van de spoorstaven zijn:

- het vrijhouden van de spoorstaven van het ballastbed;
- het regelmatig schoonmaken van het ballastbed;
- het toepassen van speciale constructies ten behoeve van de spoorbevestiging, indien er sprake is van een afwijkende spoorbevestiging ten opzichte van bevestiging op houten dwarsliggers;
- het elektrisch scheiden van niet-geëlektrificeerde sporen van de geëlektrificeerde sporen middels elektrische scheidingslassen (ES-lassen);
- het aanbrengen van extra elektrische scheidingslassen nabij de voorkant van de stootstukken die op de spoorstaven zijn bevestigd.

Omdat een kleine lek van DC-stroom nooit helemaal valt uit te sluiten, kunnen de volgende maatregelen worden genomen ter voorkoming van schade door zwervstroomcorrosie:

- het elektrisch onderbreken van niet tot de retourleiding behorende geleiders;
- het isoleren van geleiders die contact maken met de bodem of in de grond zijn gelegd (uitvoering in kabelvorm);
- het toepassen van kathodische bescherming, d.w.z. het aanbrengen van elektrische inrichtingen tussen in de grond aanwezige geleiders en de retourleiding, waarmee de plaats van uittreden van zwervstromen uit de in de grond aanwezige geleiders wordt beheerst (drainage).

Behalve als transportkanaal voor tractieretourstromen worden de spoorstaven ook benut door bepaalde treinbeveiligingssystemen, zoals het veel toegepaste treindetectiesysteem 'GRS-spoorstroomlopen'. Om de spoorstroomloopcircuits van het GRS-systeem in langsrichting van elkaar te scheiden, worden in het spoor elektrisch isolerende lassen (zgn. ES-lassen) aangebracht. Omdat deze ES-lassen ook de tractieretourstroom tegenhouden, worden railspoelen ingebouwd die wel de DC-retourstroom doorlaten maar niet de 75Hz-

stroom van GRS-spoorstroomlopen. Zodoende kan de tractieretourstroom de ES-lassen via een omweg toch passeren en blijft de retourleiding voor de tractie-energievoorziening intact. De verbindingen die gebruikt worden om ES-lassen in de langsrichting van het spoor te overbruggen worden in dit document **langsverbindingen** genoemd. Verbindingen tussen parallelle sporen onderling worden aangeduid als **dwarsverbindingen**,

Niet van bovenleiding voorziene sporen zullen elektrisch gescheiden moeten worden van sporen die wel van bovenleiding zijn voorzien. Dit is nodig om het optreden van zwerfstromen in niet-geëlektrificeerd gebied te voorkomen.

Algemene eisen

1. De retourleiding dient aantoonbaar de minimale belasting¹ te kunnen voeren zoals berekend conform OVS00012-3 en OVS00012-4.
De in dit OVS00085 voorgeschreven langs- en dwarsretourverbindingen moeten beschouwd worden als minimum vereiste. De ontwerpende partij zal op basis van berekening zorg moeten dragen voor een correcte dimensionering van langs- en dwarsverbindingen. Indien uit de berekening volgt dat een bepaalde voorgeschreven verbinding in dit document ontoereikend is om de stroombelasting te kunnen voeren, dient deze verbinding zwaarder te worden uitgevoerd zodat deze wel in staat is de berekende belasting te voeren. Indien de verzwaring niet mogelijk is met meer/dikkere aluminium kabels mogen koperen kabels toegepast worden.
2. Retourkabels dienen te voldoen aan SPC61300.
3. Metalen objecten, die direct contact maken met de spoorstaven, dienen geïsoleerd opgesteld te zijn van aarde. De overgangsweerstand naar aarde dient tenminste 3 k Ω . te zijn.
De isolatiewaarde dient getoetst te kunnen worden middels een beproevingsspanning van 2 kV dc gedurende 60 sec.
4. Metalen objecten zonder elektrische installaties met een spoorstaafverbinding en doorslagveiligheid, dienen geïsoleerd opgesteld te zijn van aarde, tenzij dit OVS stelt dat de objecten geaard moeten zijn (bijvoorbeeld stalen brug).
Zie in dit kader ook eis 123.
5. De retourstroom van de tractie-energievoorziening dient ononderbroken plaats te vinden.
6. Een enkelvoudige fout in de retourleiding dient niet te leiden tot een onderbreking van de retourstroom.
De retourleiding mag nooit door het losnemen of breken van een spoorstaaf of het verwijderen van een lasplaat en dergelijke worden onderbroken. Vooral in situaties waar de bovenleiding slechts vanuit één richting wordt gevoed, is dit belangrijk. Dit kan optreden voorbij het laatste onder- of schakelstation van een baanvak en op emplacementen. Hierdoor zou onder meer aanrakingsgevaar kunnen ontstaan. Daarom dienen minstens twee geleiders voor de retourleiding beschikbaar te zijn.
7. Geleiders langs het spoor, niet bedoeld als onderdeel van de retourleiding, dienen geen onderdeel te zijn of te worden van het retourstroomcircuit.
8. Niet van bovenleiding voorziene sporen dienen, wat betreft de retourstroom, elektrisch gescheiden te zijn van sporen die wel van bovenleiding zijn voorzien².
9. Alle sporen binnen de inrijseinen van een geëlektrificeerd emplacement (dus ook de niet-geëlektrificeerde sporen) dienen, voor wat de voorzieningen ten behoeve van de beveiliging betreft, te worden beschouwd als geëlektrificeerd gebied.

¹ Dit betreft zowel de normale tractieretourstroom als de kortsluitstroom.

² Uitgezonderd hiervan zijn de sporen, aangewezen voor het elektrisch voorverwarmen van materieel d.m.v. bovenleidingspanning. Deze sporen moeten v.w.b. de retourleiding worden behandeld alsof zij van bovenleiding waren voorzien.

10. De retourvoorziening van het tractie-energievoorzieningssysteem, het aardingssysteem van elektrische installaties en metallische objecten in en naast het spoor dient onder zowel normale bedrijfsomstandigheden als in foutsituaties te voldoen aan de NEN-EN50122-1.
11. Alle (standaard) doorslagveiligheiden in dit document dienen te voldoen aan SPC00302 (met productcertificaat).
12. Alle **hoogvermogen** doorslagveiligheiden in dit document dienen te voldoen aan de beschreven uitvoering van bijlage V.
13. De railspoel die toegepast wordt als retourgeleider in dubbelbenig geïsoleerde sporen dient te voldoen aan SPC60111-32.

2.2 Langs- en dwarsverbindingen

14. Langs- en dwarsverbindingen moeten bij nieuwe aanleg en bij vernieuwing standaard uitgevoerd worden met een voorgeschreven aantal kabels 1x150 mm² Al (soepel klasse 5 conform EN60228). De toegepaste retourkabels dienen hierbij te voldoen aan SPC61300.

Bij spoorstaafdoorverbindingsschakelaars mag gebruik gemaakt worden van 2x70 mm² Al (soepel klasse 5 conform EN60228).

Bij spoorvernieuwing dienen bestaande langsverbindingen, die nog uitgevoerd zijn als blanke 50 mm² Cu litzes, vervangen te worden door aluminium verbindingen overeenkomstig dit ontwerpvoorschrift.

15. Aluminium retourkabels dienen voorzien te worden van de voorgeschreven verbinders (perskabelchoen, en persverbinders) conform ISV61310-1 (Zie bijlage 7 ISV61310-1-V002).
16. De montage van verbinders dient te voldoen aan ISV61310 (montagevoorschrift) en/of de montage-instructies van de fabrikant/leverancier.

2.2.1 Spoorstaaflangsverbindingen

17. Tabel 3 geeft aan wat bij de verschillende spoorstaaflangsverbindingen de kerndoor-snede van de verbinding dient te zijn en met welk type verbinding dit gerealiseerd dient te worden:

Spoorstaaflangsverbinding	Doorsnede en type	Minimale aantal per retourvoerende spoorstaaf	Minimale aantal per spoor ³
Railspoel-spoorstaaf	1x150 mm ² Al kabel	2	4
Doorverbinding middenaftakking railspoelen	1x150 mm ² Al kabel	N.v.t.	4

³ Ten behoeve van retourstroom.

Elektrische Verbindingen aan Spoorstaven en Aardingen (EVSA)

Bij geleidende lassen (zoals GL-las) ten behoeve van het verlagen van de doorgeleidingsweerstand van de las voor zowel retourstromen als signaalstromen.	1x150 mm ² Al kabel	2	4
Bij geïsoleerde lassen die nog niet of niet meer in dienst zijn, bijvoorbeeld door overgang naar assenteller treindetectie	1x150 mm ² Al kabel	2	4
Bij compensatielassen (zoals toegepast bij bruggen)	1x150 mm ² Al kabel	2	4
Om te fungeren als railbreuk-kabels	50 mm ² Cu kabel met overgang naar 3x16 mm ² Cu hittebestendig.	1	1
Doorverbinding puntstuk bij geconstrueerd wissel, zoals geïllustreerd in Figuur 1.	1x150 mm ² Al kabel	2	n.v.t.
Temperatuurlas	1x150 mm ² Al kabel	2	4
Wisseltong	1x150 mm ² Al kabel	4	4

Tabel 3. Doorsnede en aantal van de verschillende langsverbindingen



Figuur 1 Retourdoorkoppeling puntstuk met twee retourkabels.

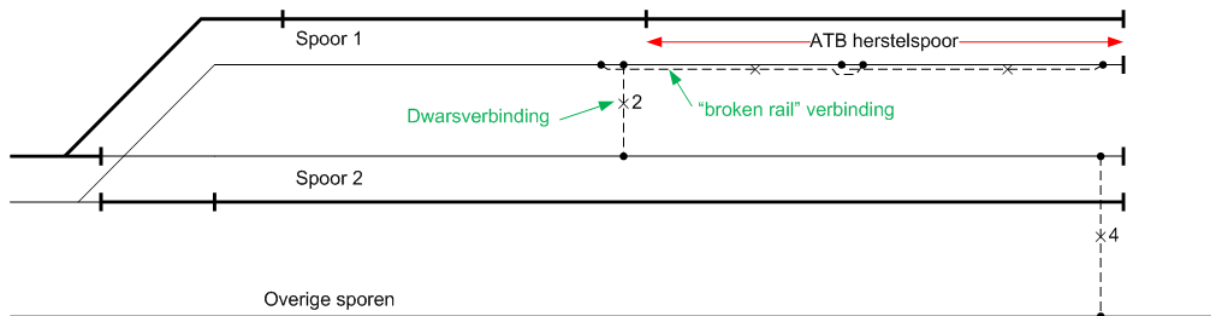
18. Railbreukkabels dienen niet langer te zijn dan 100 meter. Indien langere kabellengten nodig zijn, dient de railbreukkabel gesectioneerd te worden. Zie ter illustratie Figuur 2.

Elektrische Verbindingen aan Spoorstaven en Aardingen (EVSA)

Let op, dat sectioneren overlappend moet worden uitgevoerd, zodat de gehele spoorlengte wordt afgedekt met railbreukkabels.

Onderbouwing:

$R_{\text{Railbreukkabel}} = 0,1 \times 211 \text{ m}\Omega^4 = 21 \text{ m}\Omega$. De weerstand van de kortsluitsectie bij kortsluiting op het verst gelegen punt bedraagt minimaal: $4 \text{ km} \times (37 \text{ m}\Omega [\text{bvl}] + 44 \text{ m}\Omega [\text{dubbelbenig retour}]) = 236 \text{ m}\Omega$. De verhoging van de circuitweerstand met $21 \text{ m}\Omega$ door de railbreukkabel valt ruim binnen de veiligheidsmarge van de instelling van de snelschakelaar (10-15%).



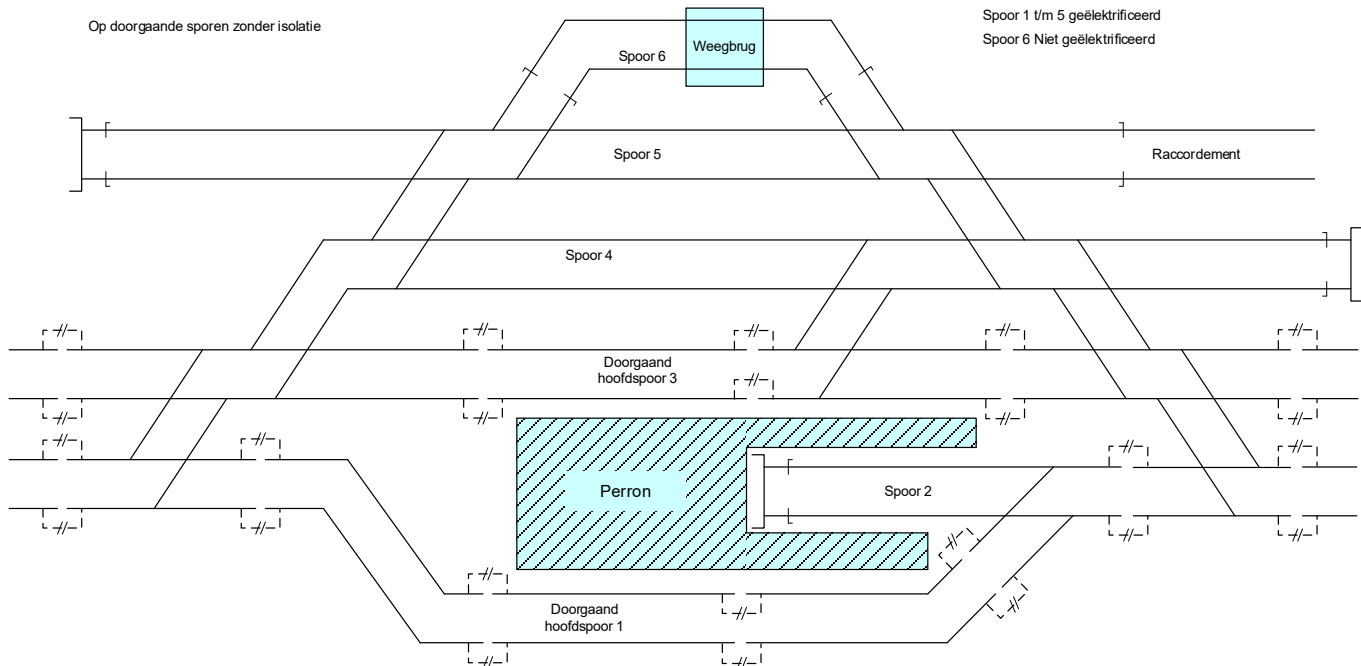
Figuur 2 Sectionering Railbreukkabel (voorbeeld ATB herstelspoor)

19. De railbreukkabel dient in de ziel van de spoorstaaf gelegd worden; dit om ruisstroom te voorkomen.

Als de kabel parallel gelegd wordt naast het spoor (ingegraven) ontstaat een laagohmige parallelle kring, waarop een stroom geïnduceerd kan worden die dan ook in het retourbeen van het ATB- herstelspoor vloeit.

20. Op emplacementen waarvoor geldt dat de sporen niet voorzien zijn van doorgaande isolatie ten behoeve van de beveiliging (treindetectie) en waarvoor geldt dat tenminste 4 sporen zijn geëlektrificeerd, dienen minimaal de twee doorgaande hoofdsporen van langsverbindingen te zijn voorzien.
In geval hinder wordt ondervonden van zwerfstromen, kan het nodig zijn om meer sporen van langsverbindingen te voorzien. Zie ter illustratie Figuur 3.

⁴ Op basis van kabel 1x150mm² Al.



Figuur 3 Spoorstaaflangsverbindingen hoofdsporen niet geïsoleerd emplacement

2.2.2 Parallelverbindingen bij enkelspoor met enkelbenige spoorisolatie

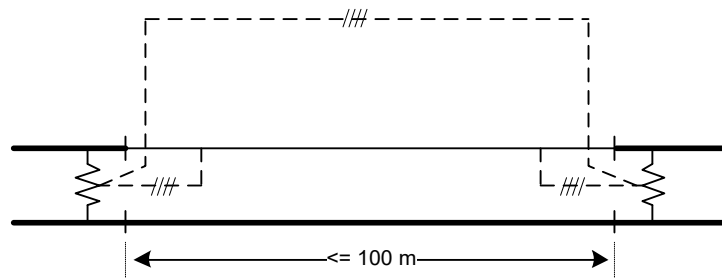
21. Waar, bijvoorbeeld op enkelsporige baanvakken en bij overgang van enkel- op dubbelspoor, door toepassing van enkelbenige isolatie slechts één been voor de retourleiding overblijft, dient parallel aan dit gedeelte:

- een langsverbinding van 4 kabels $1 \times 150 \text{ mm}^2$ Al gemonteerd te worden;
- twee langsverbindingen van 2 kabels $1 \times 150 \text{ mm}^2$ Al gemonteerd te worden.

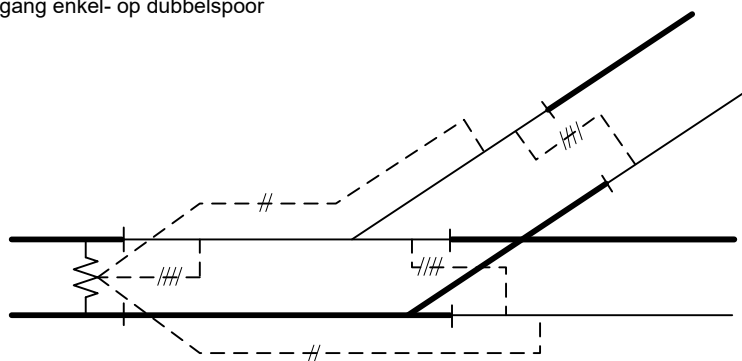
Zie Figuur 4A en B.

Deze eis geldt niet voor kopsporen. Voor kopsporen geldt eis 24.

A: Enkelsporig baanvak



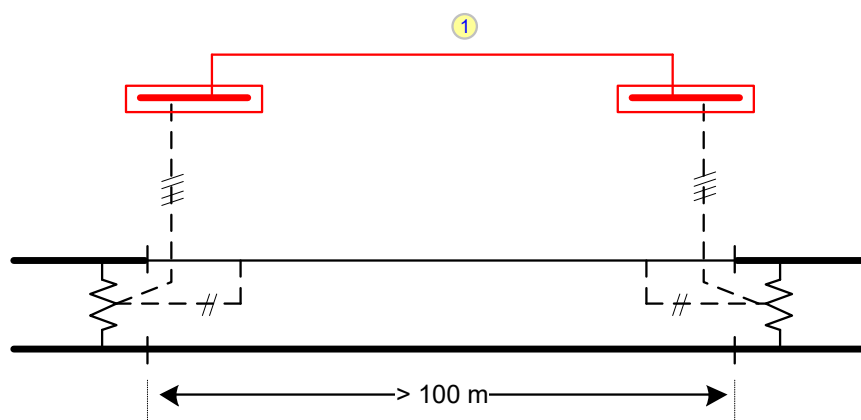
B: Overgang enkel- op dubbelspoor



Figuur 4 Parallelverbinding bij enkelspoor

22. Als de langsverbinding van eis 21 langer dan 100 m moet worden, dient deze grotendeels uitgevoerd te worden met kabel(s) 1x500 mm² Cu (SPC00221). De kabel(s) dien(-t)/(-en) aan beide zijden afgemonteerd te worden op een geïsoleerde minusrail in een minuskast. Vanuit elke minuskast dient vervolgens een koppeling te worden gemaakt tussen de minusrail in de minuskast en de spoorstaven / middenaftakking railspoel (zie Figuur 5).

Enkelsporig baanvak



① Kabels 1x 500 mm² Cu

Figuur 5 Parallelverbinding bij enkelspoor met een lengte > 100m.

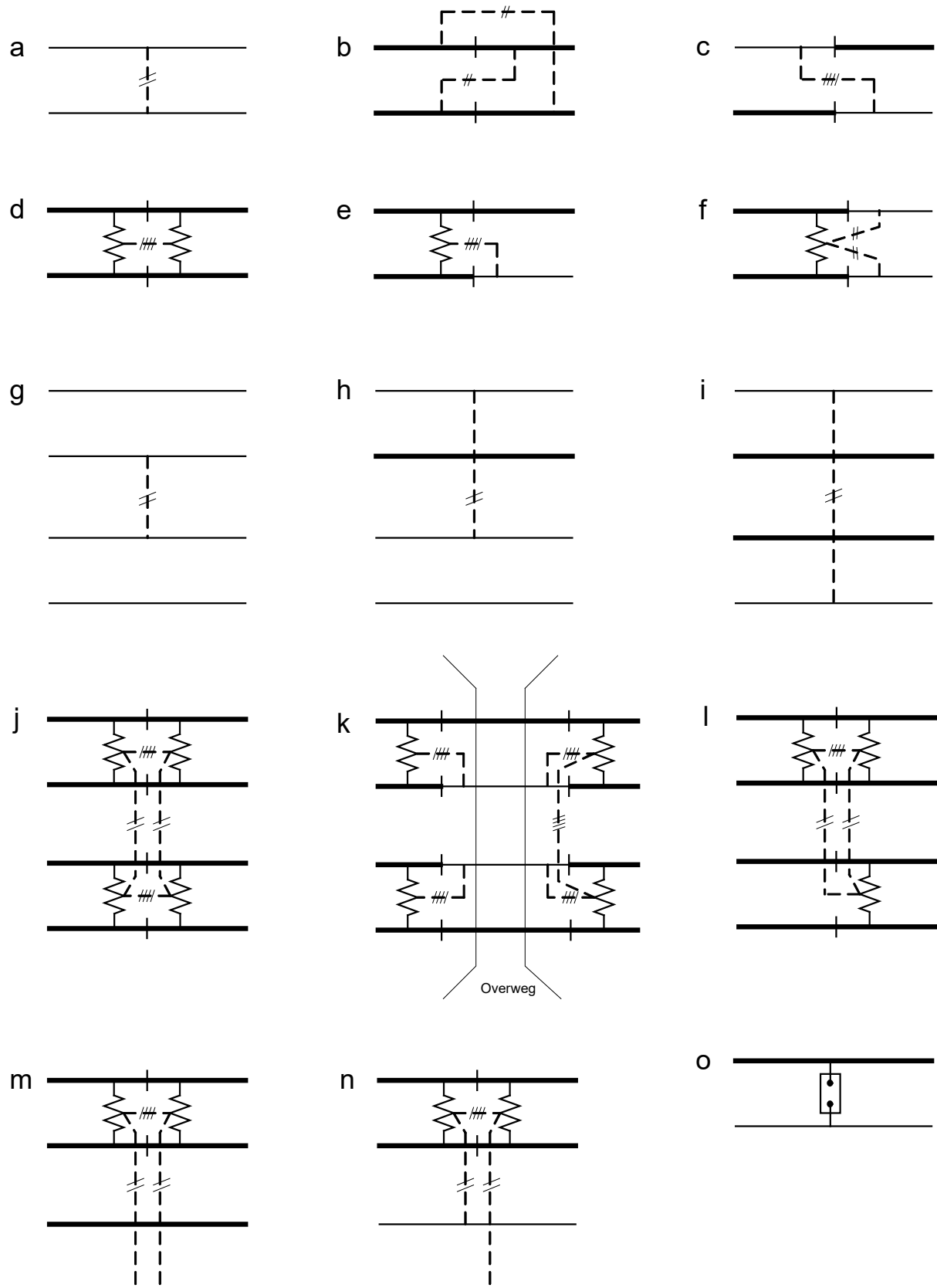
23. De verbinding van de minuskasten aan het spoor, eventueel via de middenaftakking van een railspoel, dient te bestaan uit minimaal vier kabels 1x150 mm² Al.
24. Indien een kopspoor voorzien is van enkelbenige isolatie geldt dat parallel aan dit gedeelte een langsverbinding van twee kabels 1x150 mm² Al gemonteerd dient te worden. De langsverbinding mag uitgevoerd worden met één kabel 1x150 mm² Al indien de kabellengte korter is dan 100 meter. Sectioneren van de langsverbinding in

meerdere secties van elk minder dan 100 meter is toegestaan. Zie in dit kader ook eisen 17, 18 en 19 en Figuur 2.

2.2.3 Dwarsverbindingen

Indien dwarsverbindingen elektrotechnisch gezien als langsverbindingen functioneren, worden zij in dit voorschrift “dwarsverbindingen” genoemd, omdat bij de aanleg van deze verbindingen het onderscheid niet opvalt.

25. De dwarsverbindingen dienen in voorkomende gevallen uitgevoerd te worden zoals weergegeven in Figuur 6.
26. Indien een dwarsverbinding de volledige tractiestroom moet kunnen doorlaten, dient deze te worden uitgevoerd met minimaal vier kabels 1x150 mm² Al.
Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn in de situatie van Figuur 6c.
27. Indien een dwarsverbinding als vereffeningsverbinding dienst doet en dus niet de gehele retourstroom hoeft te voeren, dient de dimensionering van het aantal kabels 1x150 mm² Al te worden bepaald op basis van
 - de afstand tussen de dwarsverbindingen;
 - het aantal voor de retourleiding beschikbare benen;
 - de berekende stroombelasting conform eis 1.
28. Op emplacementen waar drie of meer sporen in de retourleiding zijn opgenomen, dienen de dwarsverbindingen, als aangegeven in Figuur 6c, uitgevoerd te worden met minimaal twee kabels 1x150 mm² Al in plaats van minimaal vier.
29. In enkelbenig geïsoleerde sporen dient een dwarsverbinding (één kabel 1x70 mm² Al) met standaard doorslagveiligheid aangebracht te worden (zie Figuur 6o). Deze vormt een kortsluitpad ter voorkoming van gevaarlijke spanningen op het geïsoleerde been voor het geval dat de rijdraad onverhoopt in aanraking komt met dit been.
*De doorslagveiligheid moet ongeveer in het midden van de geïsoleerde spoorsectie worden aangebracht.
De doorslagveiligheid wordt gemonteerd in een speciale RVS-beugel die wordt bevestigd aan de dwarsligger.*



Figuur 6 Minimale dwarsverbindingen

2.2.4 Afstanden tussen dwarsverbindingen

30. Om de weerstand van de retourleiding zo klein mogelijk te maken, dienen dwarsverbindingen tussen de geëlektrificeerde sporen aangebracht te worden.

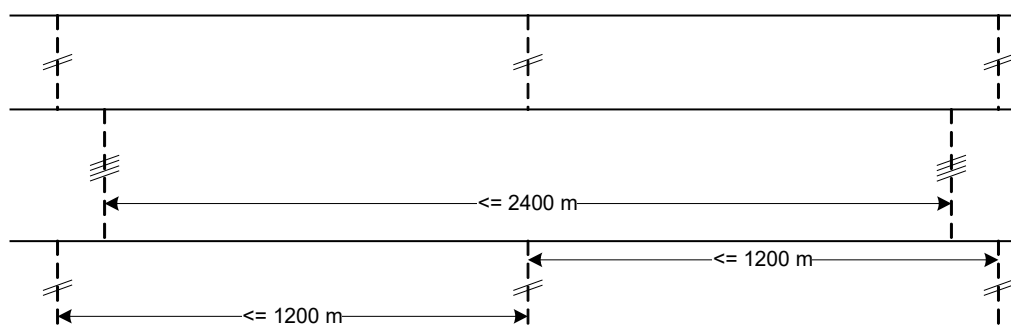
31. Maximum afstand dwarsverbindingen

De maximum afstand tussen twee dwarsverbindingen tussen beschikbare retourbenen wordt bepaald door de maximaal toelaatbare weerstand van de retourleiding. De volgende regels dienen gehanteerd te worden (zie Figuur 7):

- Zijn er drie of meer benen beschikbaar voor de retourleiding, dan bedraagt de maximum afstand tussen twee dwarsverbindingen, elk bestaande uit minimaal vier kabels 1x150 mm² Al, 2400 m.
- Zijn er twee retourbenen beschikbaar, dan bedraagt de maximum afstand tussen twee dwarsverbindingen, elk bestaande uit minimaal twee kabels 1x150 mm² Al, 1200 m, tenzij deze eis conflicterend is met eis 33. In dat geval prevaleert eis 33 boven eis 31 en dient een grotere afstand te worden gehanteerd.

32. Vonkvorming over ES-lassen kan worden tegengegaan door extra dwarsverbindingen op te nemen tussen retourbenen, behoudens het gestelde in eis 33.

Meer dwarsverbindingen (kortere afstanden tussen twee dwarsverbindingen) heeft als voordeel dat de omloopweg voor retourstromen bij ES-lassen wordt verkleind. Wel nemen de projectkosten toe indien meer dwarsverbindingen worden aangebracht. Eén en ander dient per situatie door de ontwerpende partij te worden afgewogen om tot een optimaal ontwerp te komen.



Figuur 7 Dwarsverbindingen⁵ tussen retourbenen vrije baan, uitgaande van 2-sporig baanvak en 2 retourvoerende benen per spoor. De dwarsverbinding wordt ingevuld conform Figuur 6.

33. Minimum afstand dwarsverbindingen

De volgende regels zijn van toepassing in relatie tot de minimum afstand tussen twee dwarsverbindingen:

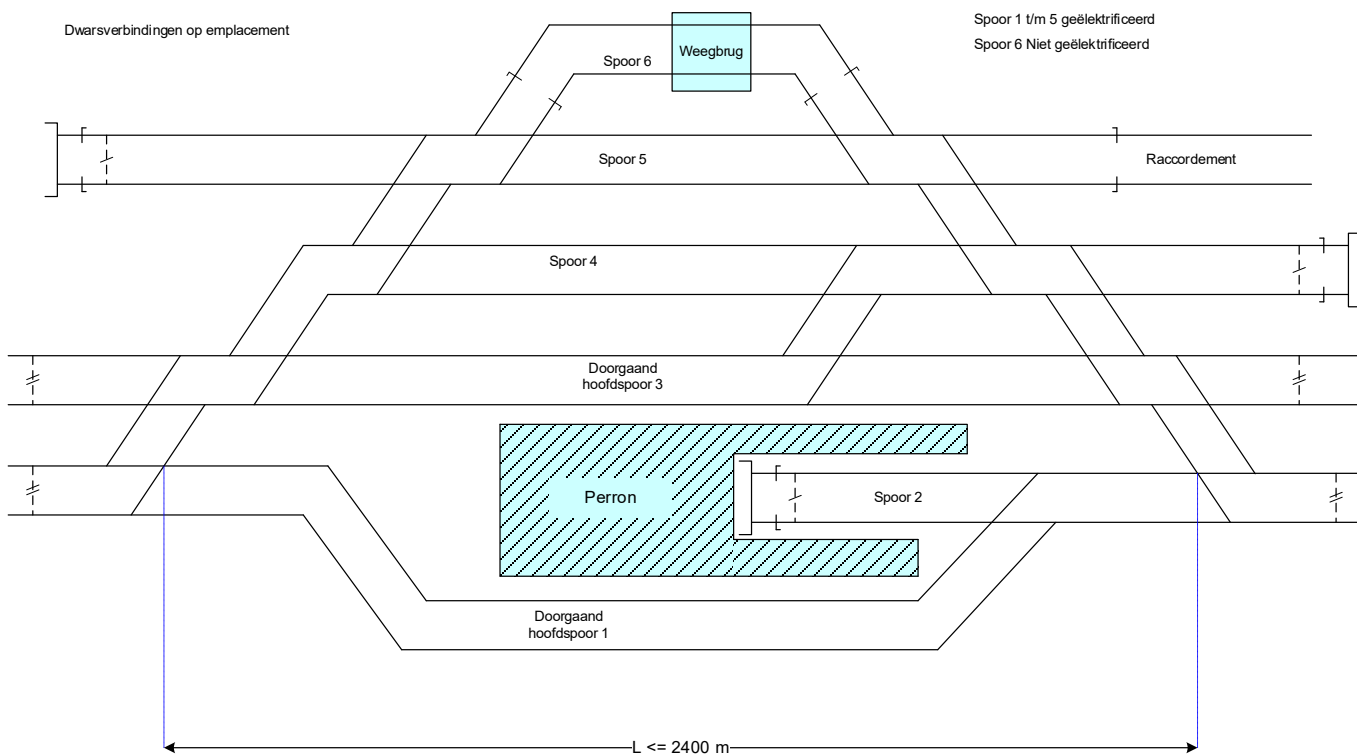
- Bij niet-geïsoleerde sporen en bij enkelbenig geïsoleerde sporen zonder ATB-uitrusting is geen minimum afstand voorgeschreven;
- Bij dubbelbenig geïsoleerde sporen op de *vrije baan* in geval van een twee- of meersporig baanvak geldt een minimum afstand van 1800 m.
- Bij dubbelbenig geïsoleerde sporen op een meersporig emplacement geldt een minimum afstand van twee geïsoleerde spoorsecties.

⁵ Bij dubbelbenige isolatie levert de railspoel voor DC-stromen een dwarsverbinding tussen de spoorstaven.

- Bij enkelbenige spoorstroomlopen met ATB-uitrusting is een minimum afstand vereist in verband met omlopen ATB-codestroom; dit minimum dient per geval door de ontwerpende partij te worden vastgesteld. Zie in dit kader ook OVS60111-1.
34. Bij de plaatsbepaling van de dwarsverbindingen dient ervan uitgegaan te worden, dat een dergelijke verbinding aanwezig is bij elk onderstation.

2.2.5 Dwarsverbindingen bij sporen zonder doorgaande isolatie

35. Bij alle van bovenleiding voorziene sporen dienen dwarsverbindingen met twee kabels $1 \times 150 \text{ mm}^2$ Al aangebracht te worden tussen de retourbenen van hetzelfde spoor en tussen sporen onderling.
36. Nabij het einde van geëlektrificeerde sporen of spoorgedeelten dient een dwarsverbinding van $1 \times 150 \text{ mm}^2$ Al tussen de benen van het spoor aangebracht te worden, tenzij deze reeds aanwezig is, bijvoorbeeld door een wissel (Zie Figuur 8).
37. Bestaande situaties, waarbij dwarsverbindingen op onderlinge afstanden van ca. 280 m zijn aangebracht, mogen worden gehandhaafd; in die gevallen mag met een verbinding $1 \times 70 \text{ mm}^2$ Al c.q. $1 \times 150 \text{ mm}^2$ Al volstaan worden, mits voldaan wordt aan eis 1.



Figuur 8 Dwarsverbindingen bij sporen zonder doorgaande isolatie

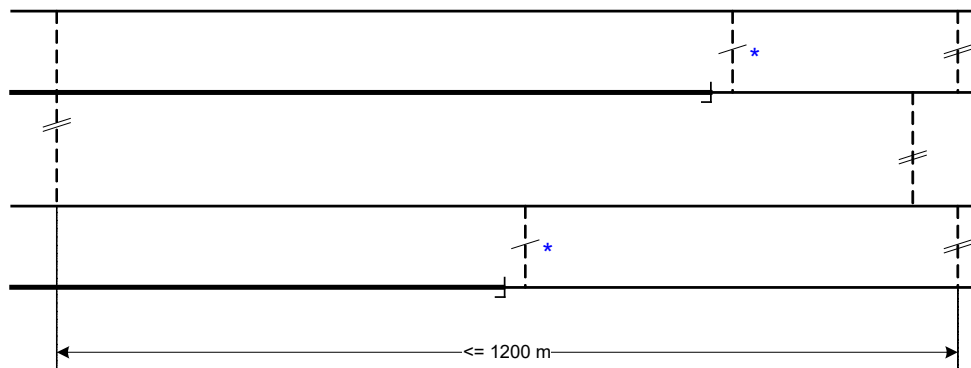
2.2.6 Dwarsverbindingen bij sporen met enkelbenige isolatie

38. Bij enkelbenig geïsoleerde sporen dienen de dwarsverbindingen ten behoeve van de retourstroom zodanig aangebracht te worden, dat alle niet-geïsoleerde benen met elkaar worden doorverbonden d.m.v. minimaal twee kabels $1 \times 150 \text{ mm}^2$ Al.

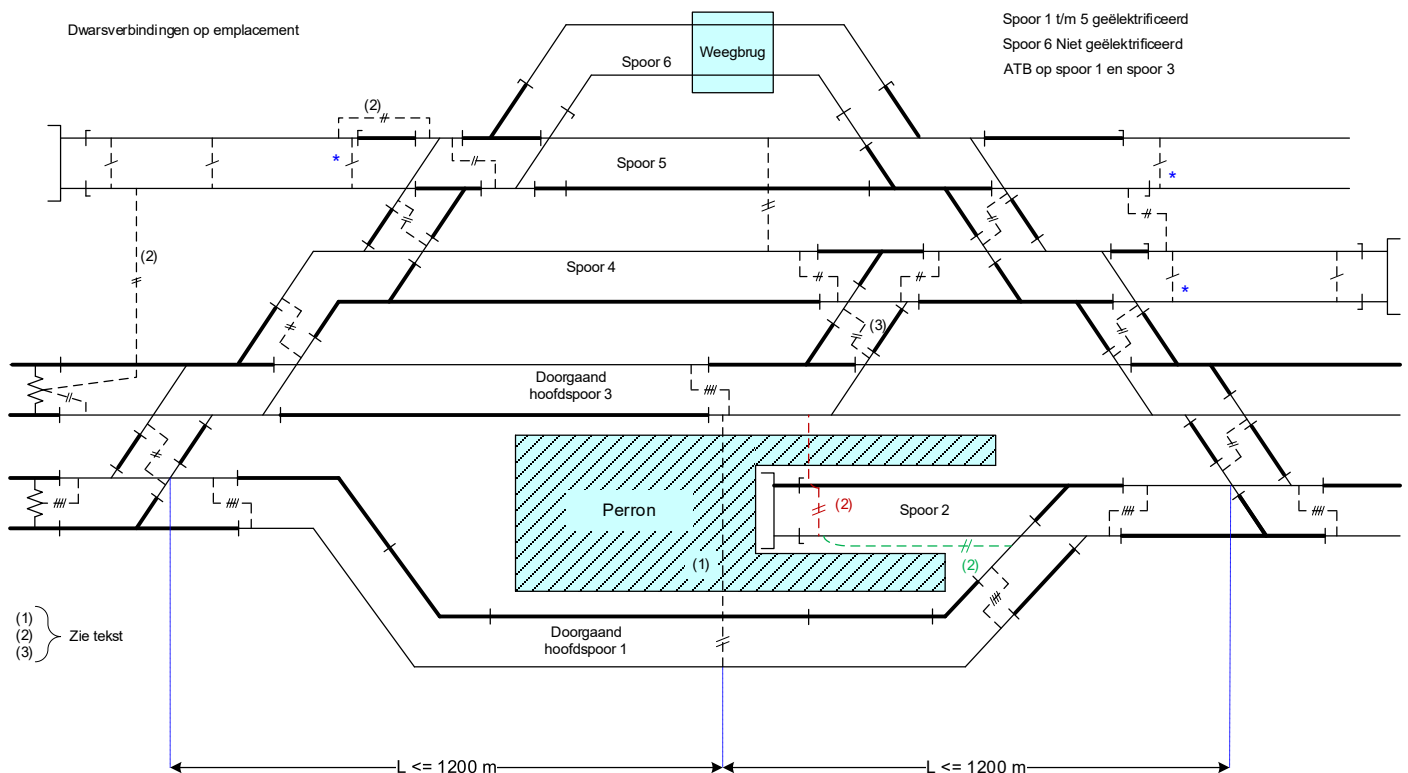
39. In doorgaande hoofdsporen worden de dwarsverbindingen in het spoor uitgevoerd met minimaal vier kabels $1 \times 150 \text{ mm}^2 \text{ Al}$; in de overige sporen met minimaal twee kabels $1 \times 150 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ (zie ook Figuur 6c).

40. Achter de ES-las van een enkelbenig geïsoleerd spoorgedeelte dat aansluit op een niet-geïsoleerd spoor, dient zo dicht mogelijk bij deze las een dwarsverbinding van $1 \times 150 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ aangebracht te worden (zie Figuur 9 en Figuur 10).

*Deze dwarsverbinding is nodig om het potentiaalverschil tussen beide benen nabij de las te beperken. Deze verbindingen zijn in de figuren met * aangegeven.*



Figuur 9 Afstanden tussen dwarsverbindingen op de vrije baan bij sporen met enkelbenige isolatie



Figuur 10 Dwarsverbindingen bij sporen met enkelbenige isolatie

(Figuur 10 – item 1) Het kan voorkomen dat door het aanbrengen van de vereiste dwarsverbindingen parallelwegen ontstaan van circuits die ATB-codestroom kunnen voeren. Omlopen van codestroom via deze parallelwegen dient binnen toelaatbare grenzen te blijven. Zie in dit kader o.a. OVS60111.

(Figuur 10 – item 2) In verband daarmee zijn in Figuur 10 enkele mogelijkheden aangegeven voor het verbinden van een kopspoor met de retourleiding. De rood getekende retourverbinding tussen spoor 2 en 3 is standaard en de groene retourverbinding vormt een alternatieve verbinding indien sprake is van een ATB-herstelspoor of bij omloopstromen (Zie OVS60111-1). Zie in dit kader ook eis 24.

(Figuur 10 – item 3) Bij dwarsverbindingen in wissels kan het noodzakelijk zijn afwijkende voorzieningen te treffen; in deze gevallen is nauw overleg nodig met de systeemmanager detectie van afdeling ProRail AM Techniek Treinbeveiliging.

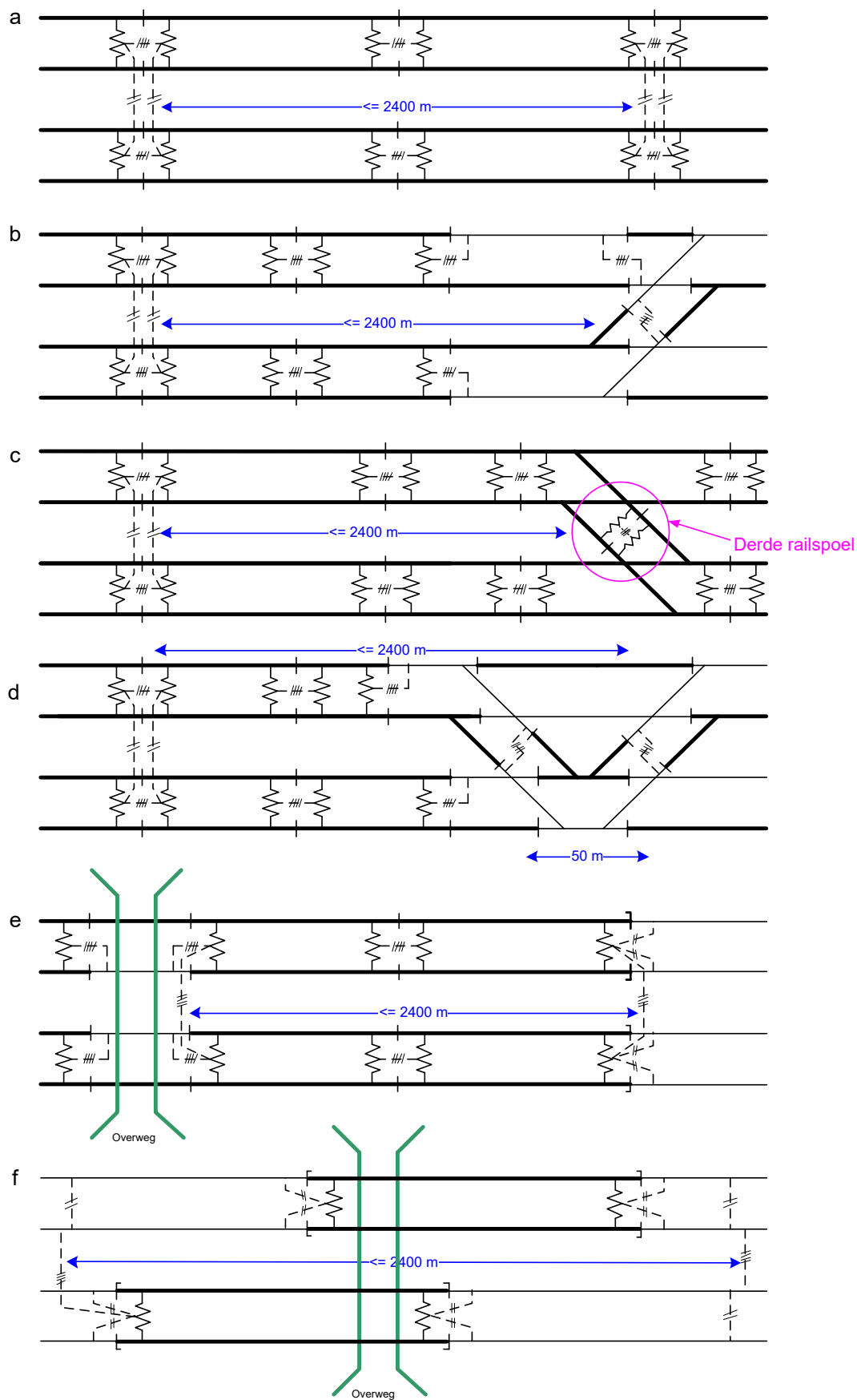
2.2.7 Dwarsverbindingen bij sporen met dubbelbenige isolatie

41. De dwarsverbindingen bij sporen met dubbelbenige isolatie dienen ontworpen te worden zoals weergegeven in Figuur 11.

In Figuur 11c is de situatie weergegeven van een wissel met dubbelbenige isolatie. De reden voor de retourdoorkoppeling over de wissel is het voorkomen van schade aan de ES-lassen door tractiestromen bij treinpassage alsmede het voorkomen van schade aan aspotlagers van goederenwagons. De retourdoorkoppeling over de wissel is gemaakt met een derde railspoel ten behoeve van de correcte werking van ATB en GRS-treindetectie.

In Figuur 11d is de situatie weergegeven van twee opeenvolgende wissels die dezelfde sporen koppelen (o.a. bij IVO-voorziening) en die allebei een retourdwardskoppeling hebben. Omdat de retourdwardskoppelingen in de twee wissels zeer dicht bij elkaar liggen (bijvoorbeeld minder dan 50 m), mag de retourdwardskoppeling over één van de twee wissels worden weggelaten indien dit nodig is ter voorkoming van ATB-omloopstromen.

In Figuur 11e en Figuur 11f is de situatie weergegeven van een overweg met automatisch werkende beveiliging in een baanvakgedeelte dat zelf niet van doorgaande isolatie is voorzien.



Figuur 11 Dwarsverbindingen bij sporen met dubbelbenige isolatie

2.2.8 Aansluiting van minuskabels geëlektrificeerd spoor bij beweegbare bruggen

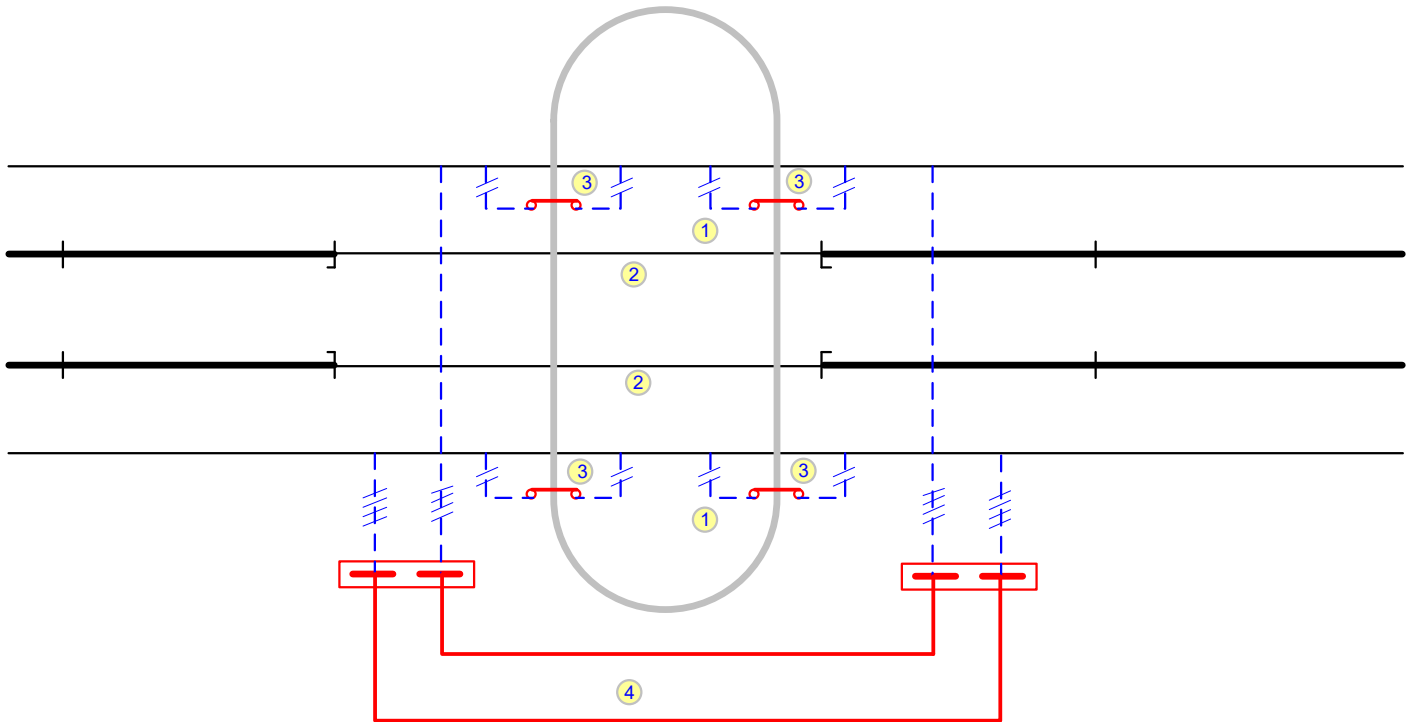
42. Bij beweegbare bruggen dienen zowel op enkel- als dubbelsporige baanvakken de sporen ter weerszijden van de brug door middel van (water-)kabels 1x500 mm² Cu (SPC00221) doorverbonden te worden.
43. Op een enkelsporig baanvak dient de retour van beide brughoofden met minimaal 2 kabels 1x500 mm² Cu doorverbonden te worden.
44. Op een meersporig baanvak dient de retour van beide brughoofden met minimaal 1 kabel 1x500 mm² Cu per spoor doorverbonden te worden.
45. Indien de brug van bovenleiding is voorzien, dan dienen tevens spoorstaaf-doorverbindingsschakelaars toegepast te worden. (Zie ter illustratie Figuur 12 t/m Figuur 16.)
46. De spoorstaafdoorverbindingsschakelaar dient aan beide zijden op de spoorstaaf te worden aangesloten met twee kabels type 1x70 mm² Al (of type 1x50 mm² Cu).
De retourdoorkoppeling hoeft dankzij de waterkabels van eis 42, 43 en 44 niet de volledige retourstroom te voeren en kan daardoor dunner (en dus soepeler) uitgevoerd worden.
47. Indien het spoor op de brug niet van doorgaande isolatie is voorzien, dient per spoor en per brugzijde één spoorstaafdoorverbindingsschakelaar toegepast te worden. (Zie ter illustratie Figuur 12 en Figuur 14.)
48. Indien het spoor op de brug van doorgaande isolatie is voorzien, dient per spoorstaaf en per brugzijde één spoorstaafdoorverbindingsschakelaar toegepast te worden. (Zie ter illustratie Figuur 13, Figuur 15 en Figuur 16.)
49. De kabels 1x500 mm² Cu dienen aan beide einden aangesloten te worden op een geïsoleerde minusrail in een minuskast.
50. De verbinding van deze minusrail met de spoorstaven dient standaard met minimaal vier kabels 1x150 mm² Al per spoor uitgevoerd te worden.
51. Is het doorgaande spoor dubbelbenig uitgevoerd, dan dient de minusrail in de minuskast met de dichtstbijzijnde railspoel verbonden te worden. (Zie ter illustratie Figuur 14, Figuur 15 en Figuur 16.)
52. De minuskasten dienen zo dicht mogelijk bij het beweegbare brugdeel te staan.

Toelichting:

Naast het kostenargument van minder kabellengte is er nog een technische motivatie voor deze eis. Bij het openen van de brug zal de stroomweg via de brug en de spoorstaafdoorverbindingsschakelaars abrupt onderbroken worden en moet de volledige stroom via de retourkabel(s), die over de brug of in een zinker is / zijn gelegd, gaan. Het openen van de brug veroorzaakt dus een heftige stroomverandering in de tijd (di/dt) en afhankelijk van de inductiviteit in het alternatieve stroompad een grote inductiespanning. Naarmate de afstand van het brughoofd tot de minuskasten toeneemt, zal de inductiviteit en de weerstand van het stroompad via de kabel toenemen en daarmee de kans op vonkvorming over de contacten van de spoorstaafdoorverbindingsschakelaar.

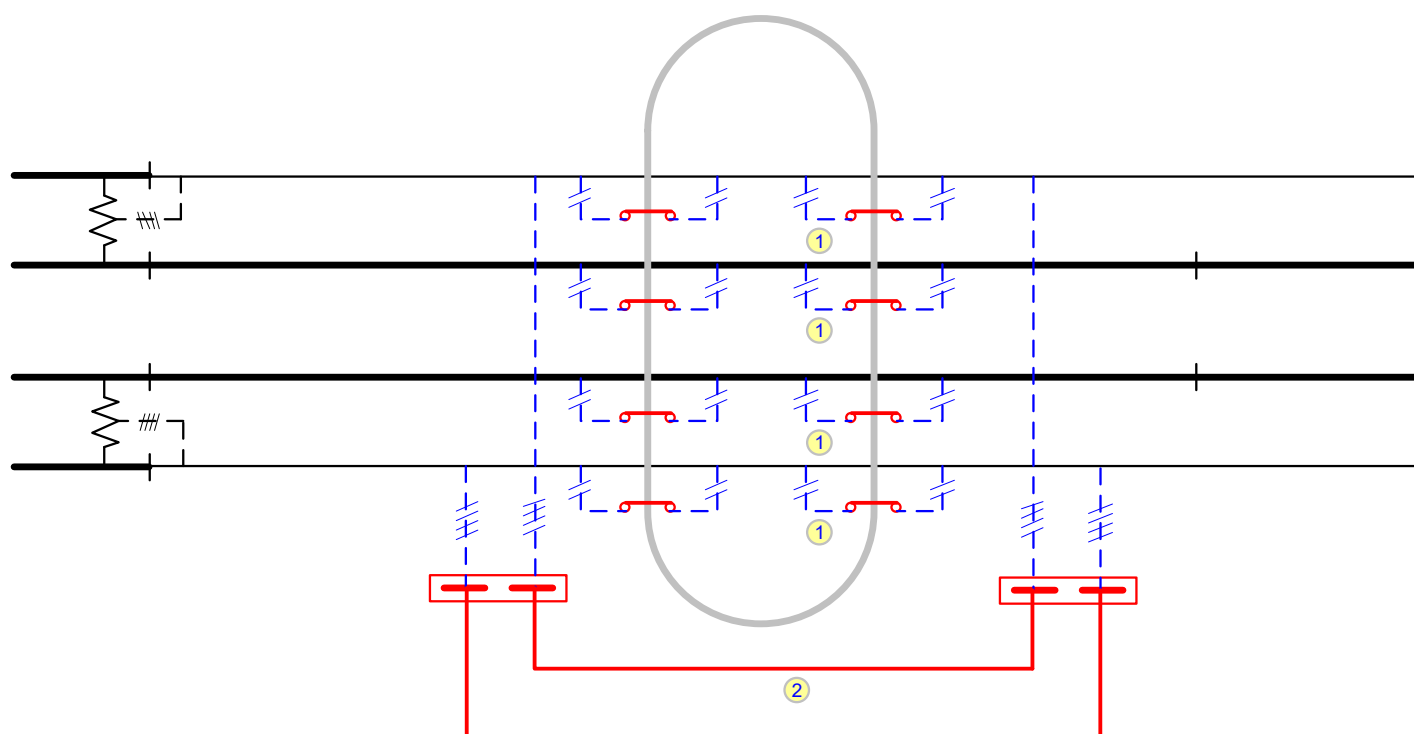
53. De maximale lengte van de minusverbindingen tussen minuskast naar railspoel of retourbeen bedraagt 75 meter. Is de afstand tussen de minuskast en de railspoel langer dan 75 m, dan dient overleg plaats te vinden tussen de vakdeskundige Treinbeveiliging en de Installatieverantwoordelijke Energievoorziening.
54. Waar ter plaatse van de brug geen dwarsverbinding mag zijn, dienen in beide minuskasten twee onderling geïsoleerde rails aangebracht te worden, waarop de kabels worden aangesloten zoals in Figuur 12, Figuur 13 en Figuur 16 is afgebeeld.
55. Waar ter plaatse van de brug wel een dwarsverbinding moet komen, dienen in één van de beide minuskasten de twee onderling geïsoleerde rails doorverbonden te worden.

56. Bestaande situaties, waarbij geen onderling geïsoleerde rails in de minuskasten zijn aangebracht en dus beide minuskasten als dwarsverbinding fungeren, kunnen worden gehandhaafd zolang er geen ATB op de sporen over de brug is toegepast.



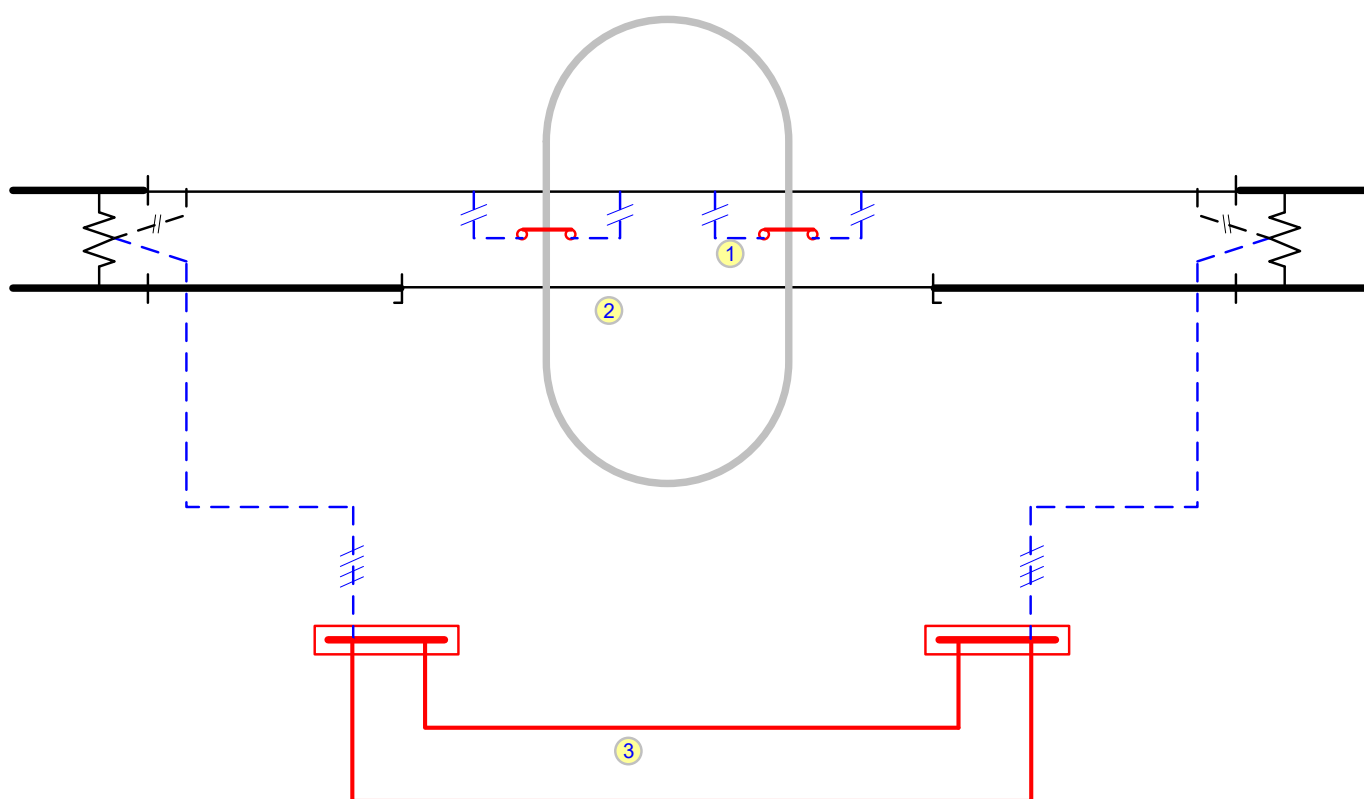
- ① Bij ophaalbruggen kunnen aan de zijde van de hameistijlen in plaats van spoorstaafdoorverbindingsschakelaars per spoorstaaf minimaal twee buigzame kabels 1x70 mm² Al worden aangebracht.
- ② Deze spoorstaven worden niet in de retourleiding opgenomen om het coderen met ATB-luskabels mogelijk te maken.
- ③ Deze spoorstaafdoorverbindingsschakelaars zijn alleen nodig indien de brug van bovenleiding is voorzien.
- ④ Kabels 1x 500 mm² Cu

Figuur 12 Aansluiting minuskabels bij beweegbare bruggen, variant 1



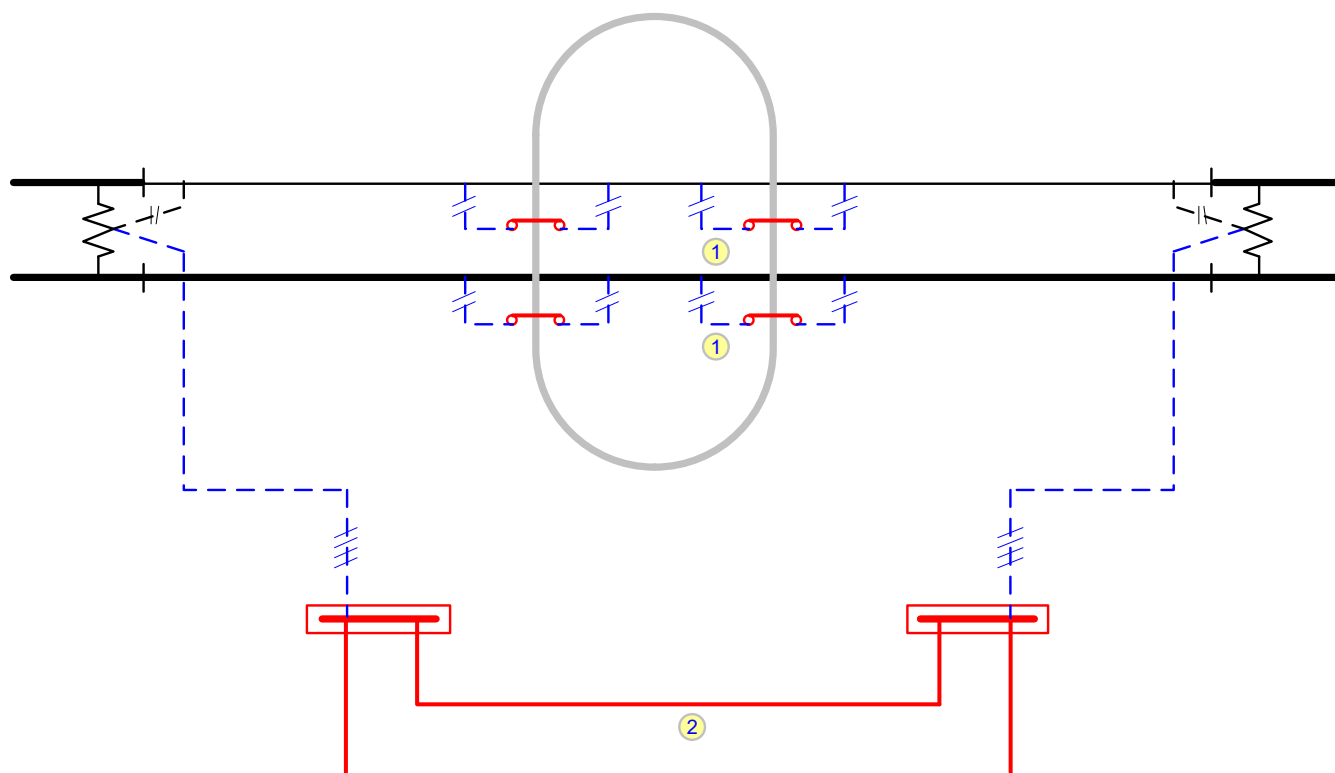
- ① Bij ophaalbruggen kunnen aan de zijde van de hameistijlen in plaats van spoorstaafdoorverbindings-schakelaars per spoorstaaf minimaal twee buigzame kabels $1 \times 70 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ worden aangebracht.
- ② Kabels $1 \times 500 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Figuur 13 Aansluiting minuskabels bij beweegbare bruggen, variant 2



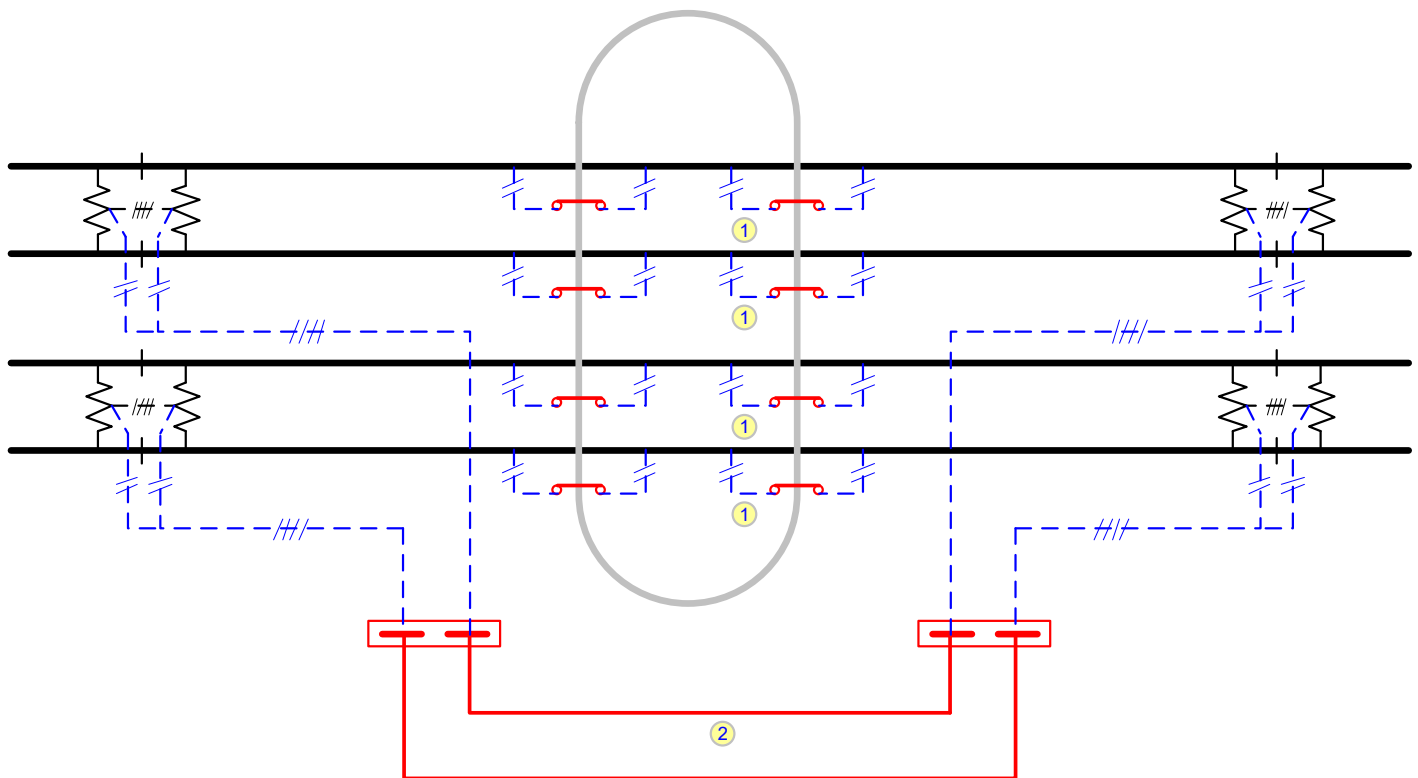
- ① Bij ophaalbruggen kunnen aan de zijde van de hameistijlen in plaats van spoorstaafdoorverbindingschakelaars per spoorstaaf minimaal twee buigzame kabels $1 \times 70 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ worden aangebracht.
- ② Deze spoorstaven worden niet in de retourleiding opgenomen om het coderen met ATB-luskabels mogelijk te maken.
- ③ Kabels $1 \times 500 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Figuur 14 Aansluiting minuskabels bij beweegbare bruggen, variant 3



- ① Bij ophaalbruggen kunnen aan de zijde van de hameistijlen in plaats van spoorstaafdoorverbindingschakelaars per spoorstaaf twee buigzame kabels $1 \times 70 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ worden aangebracht.
- ② Kabels $1 \times 500 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Figuur 15 Aansluiting minuskabels bij beweegbare bruggen, variant 4



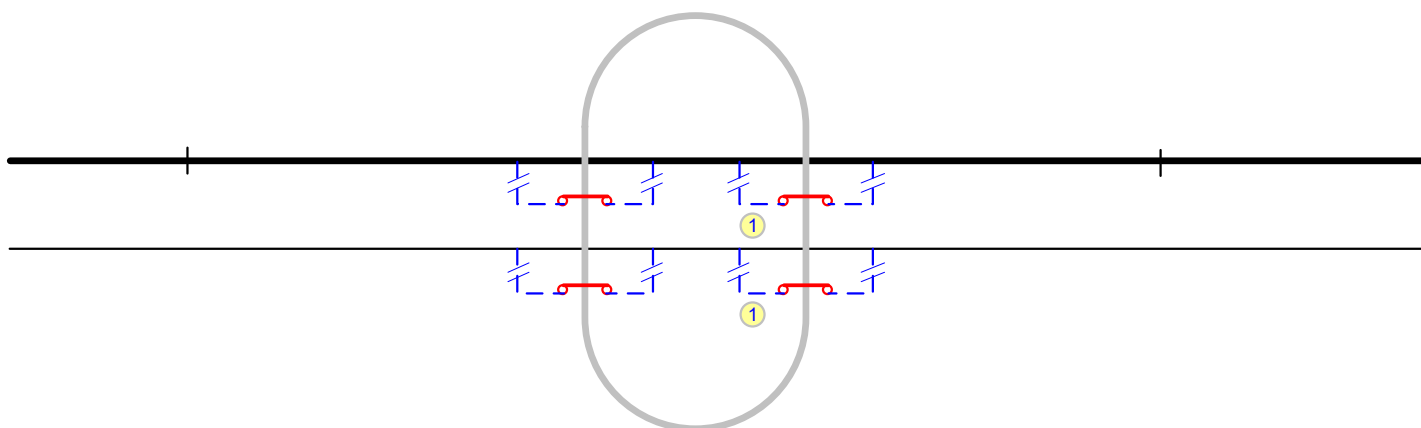
- ① Bij ophaalbruggen kunnen aan de zijde van de hameistijlen in plaats van spoorstaafdoorverbindings-schakelaars per spoorstaaf minimaal twee buigzame kabels 1x70 mm² Al worden aangebracht.
- ② Kabels 1x 500 mm² Cu

Figuur 16 Aansluiting minuskabels bij beweegbare bruggen, variant 5

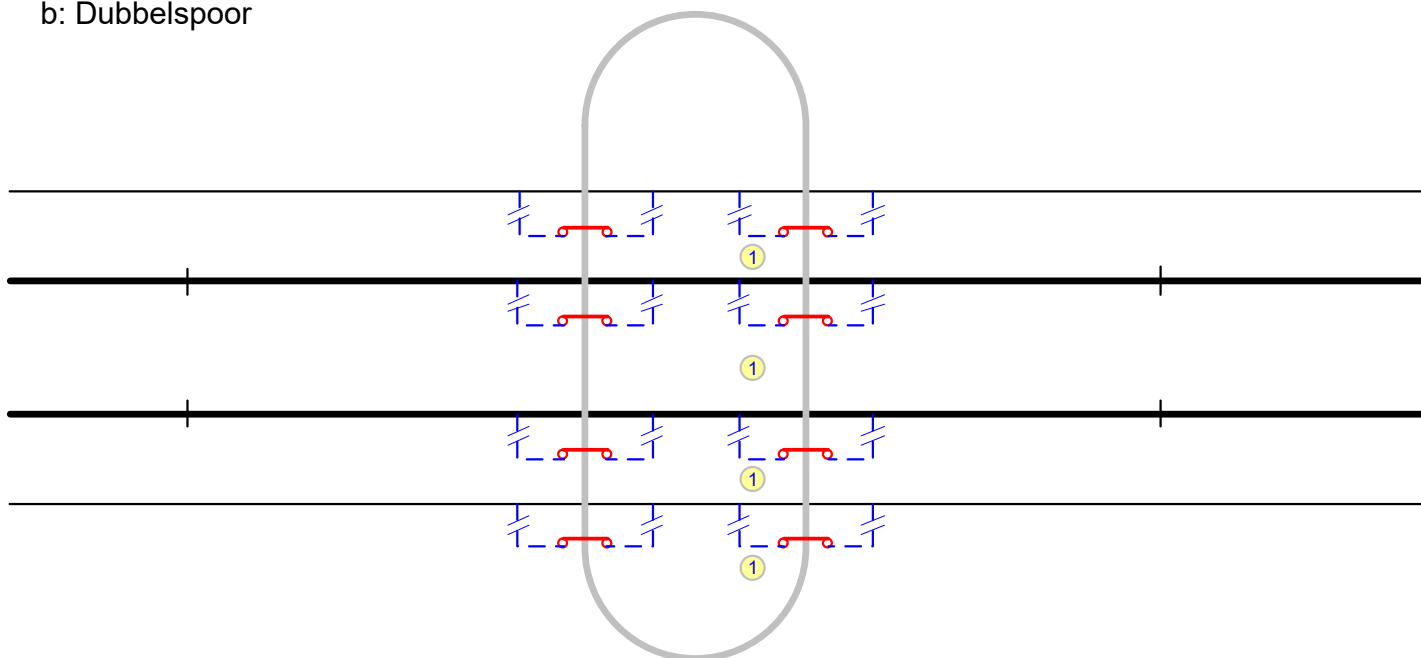
2.2.9 Koppeling spoorisolatie bij beweegbare brug van niet-geëlektrificeerde baanvak

57. Als op beweegbare bruggen op niet-geëlektrificeerde baanvakken het spoor van doorgaande isolatie is voorzien, dienen per spoor twee spoorstaafdoorverbindings-schakelaars aangebracht te worden, waarbij elk contact met twee kabels type 1x70 mm² Al (of type 1x50 mm² Cu) wordt aangesloten op de spoorstaaf. (Zie ter illustratie Figuur 17.)

a: Enkelspoor



b: Dubbelspoor



- 1 Bij ophaalbruggen kunnen aan de zijde van de hameistijlen in plaats van spoorstaafdoorverbindingsschakelaars per spoorstaaf twee buigzame kabels 1x70 mm² Al worden aangebracht.

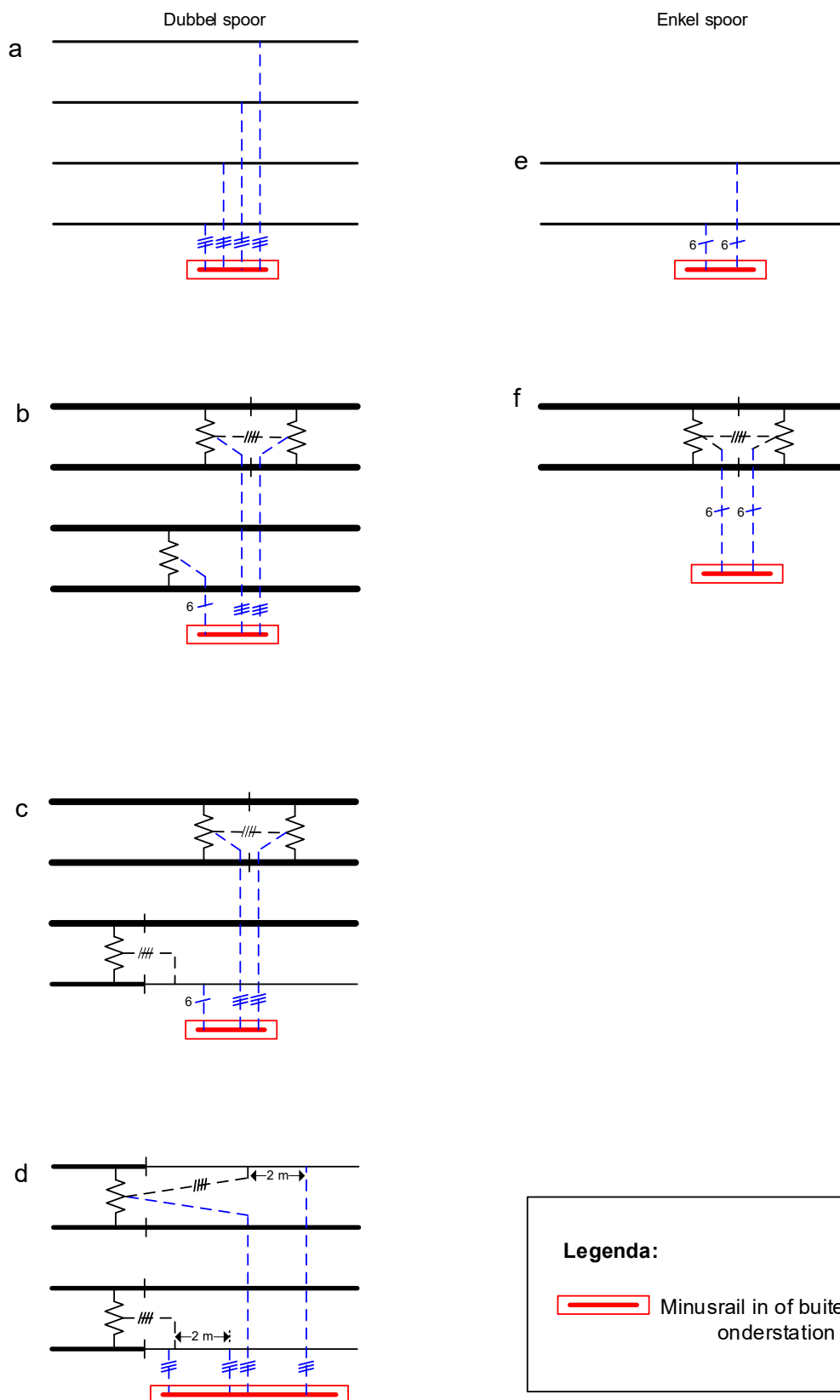
Figuur 17 Spoorstaafdoorverbindingsschakelaars ten behoeve van doorgaande isolatie op beweegbare bruggen op niet-geëlektrificeerde baanvakken.

2.3 Aansluiting van minuskabels bij onder- en schakelstations

2.3.1 Aansluiting van minuskabels bij een onderstation

Zoals reeds vermeld wordt voor terugvoer van de tractiestroom naar de minusrail in het onderstation gebruik gemaakt van de spoorstaven. In Figuur 18 is aangegeven hoe deze spoorstaven door middel van minuskabels met de minusrail worden verbonden.

58. Het aantal kabels tussen spoorstaven en minuskast dient gedimensioneerd te worden conform OVS00013 met een minimum van zes kabels $1 \times 150 \text{ mm}^2$ Al per gelijkrichter-groep. Daarbij dienen per onderstation minimaal twaalf kabels $1 \times 150 \text{ mm}^2$ Al gelegd te worden.
59. Bij nieuwbouw / wijzigingen worden derde (zgn. zwevende) railspoelen (zie onderste spoor Figuur 18b) niet meer toegepast, maar dient de situatie te worden zoals in het bovenste spoor van Figuur 18b is weergegeven.



Figuur 18 Aansluiting minuskabels bij een onderstation

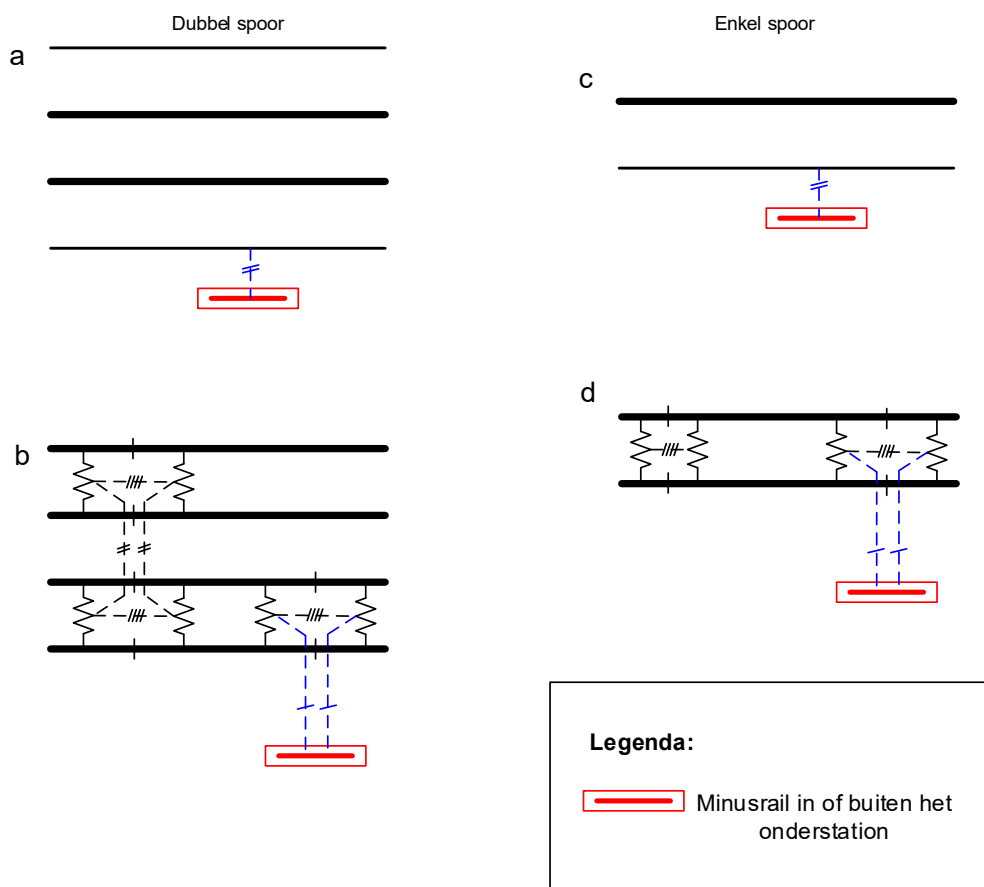
Opmerking Figuur 18: De maximum afstand van 2 m in is aangehouden om mogelijke storingen van de ATB-code te voorkomen.

2.3.2 Aansluiting van minuskabels bij een schakelstation

De minusrail in het schakelstation wordt door middel van minuskabels verbonden met de spoorstaven. In het schakelstation wordt de minus als referentie gebruikt door de kortsluitbeveiliging van de voedingssectie in de snelschakelaars.

60. Omdat deze kabels bij eventuele kortsluiting in het schakelstation ook de kortsluitstroom moeten kunnen voeren, dienen twee kabels $1 \times 150 \text{ mm}^2$ Al gelegd te worden.
61. De verbindingen dienen bij dubbelbenig geïsoleerde sporen op de dichtstbijzijnde railspoel aangesloten te worden. Voor enkelbenige geïsoleerde sporen geldt dat de verbindingen op het dichtstbijzijnde niet-geïsoleerde been dienen te worden aangesloten.

In Figuur 19 is aangegeven hoe deze kabels worden aangesloten.



Figuur 19 Aansluiting minuskabels bij een schakelstation

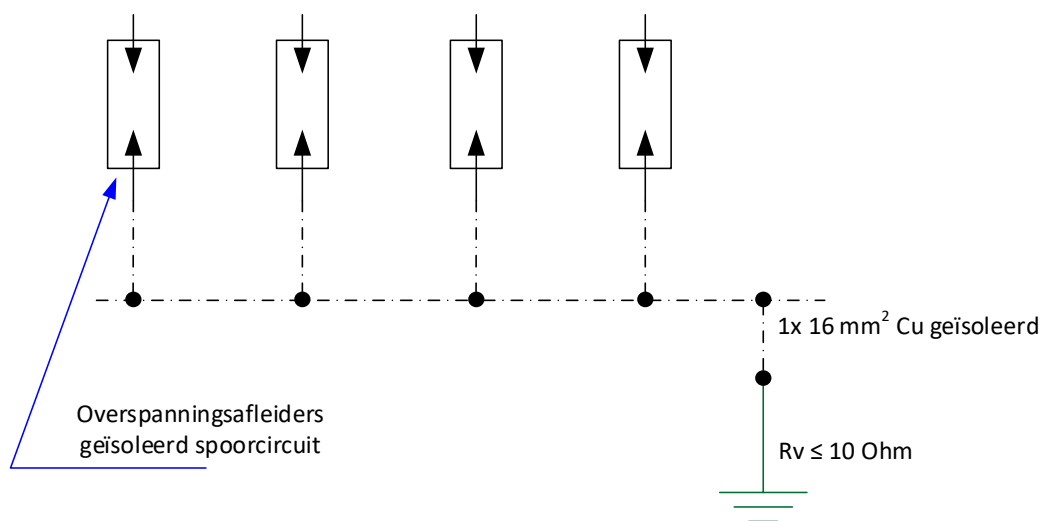
2.4 Kathodische bescherming (drainage)

Zoals reeds beschreven in § 2.1 kan kathodische bescherming toegepast worden om zwerfstroomcorrosie tegen te gaan.

62. Indien kathodische bescherming wordt toegepast, dient deze te voldoen aan de eisen van RLN00189 'Zwerfstroomdrainage'.

2.5 Bescherming geïsoleerde spoorcircuits tegen overspanningen

63. Op niet-geëlektrificeerde baanvakken dienen de geïsoleerde spoorcircuits tegen overspanning (blikseminslag) met overspanningsafleiders beveiligd te worden (zie Figuur 20).
64. Deze overspanningsafleiders dienen geaard te worden met aardelektroden die speciaal voor deze toepassing geslagen zijn.
65. De aardverspreidingsweerstand van de aardelektrode ten behoeve van de overspanningsafleiders dient niet groter te zijn dan 10 Ω .
66. De aardleiding dient te bestaan uit een groen-geel geïsoleerde geleider van 1x16 mm² Cu.



Figuur 20 Bescherming geïsoleerde spoorcircuits tegen overspanning

2.6 Scheiding tussen geëlektrificeerd en niet-geëlektrificeerd gebied

67. De scheiding tussen van bovenleiding voorziene (geëlektrificeerde) sporen en niet-geëlektrificeerde sporen dient zo dicht mogelijk bij het einde van de bovenleiding te worden aangebracht.

In zijn eenvoudigste vorm bestaat de scheiding uit een isolerende las (ook wel eindlas of afsluitlas genoemd) in beide benen van het spoor (zie Figuur 21a).

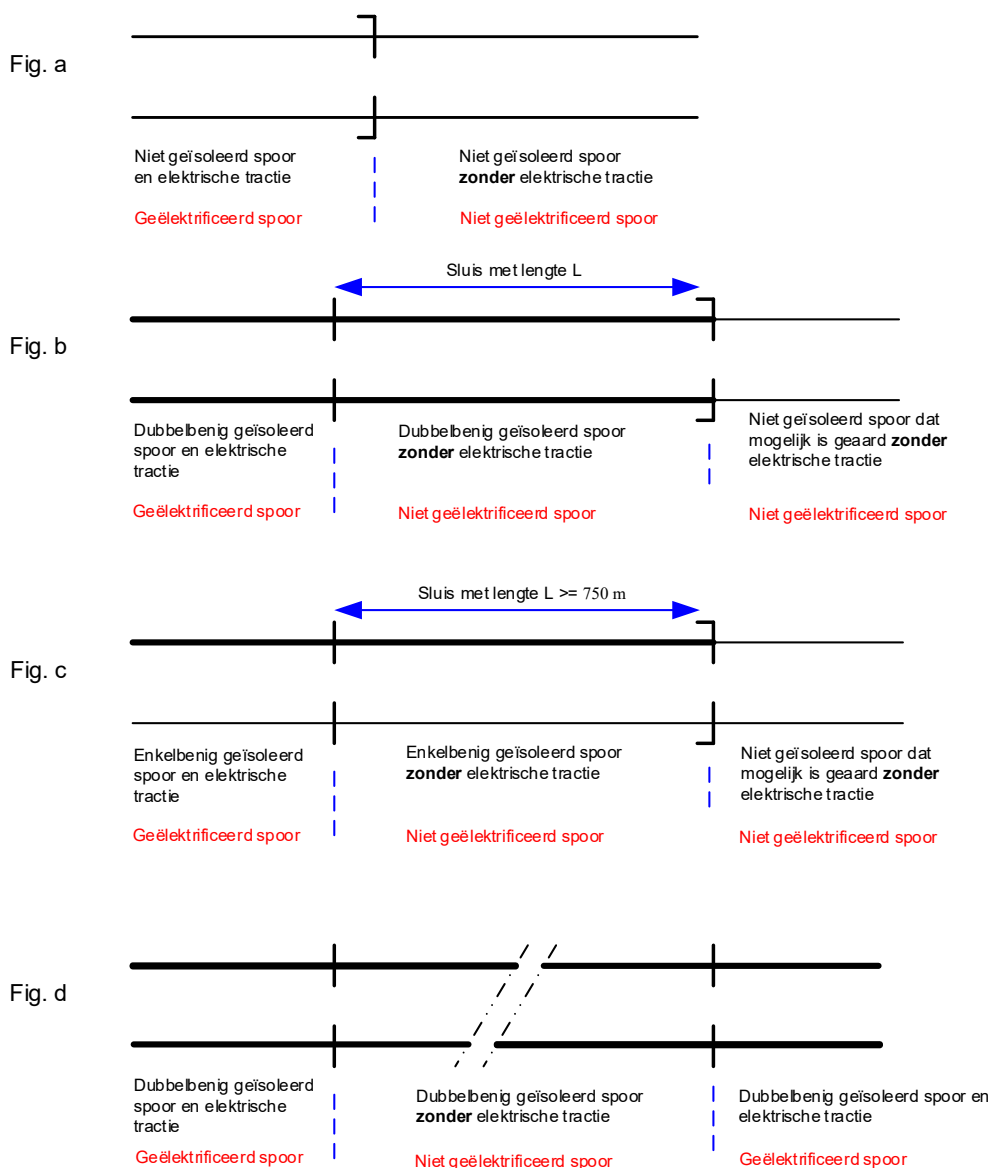
68. Eindlassen van een geëlektrificeerd kopspoor dienen op maximaal 2 meter afstand van de voorkant van het stootjuk te worden aangebracht en altijd ter hoogte van de isolator in de bovenleiding.

Toelichting:

Dit om te voorkomen dat een trein de eindlas met zijn wielen overbrugt en daarmee een ongewenst zwerf-stroompad kan ontstaan indien het betreffende juk om wat voor reden dan ook aan aarde ligt.

69. Zijn om enige reden de niet-geëlektrificeerde sporen op één of andere wijze met de functionele aarde verbonden, dan dient de scheiding te bestaan uit een dubbelbenig geïsoleerd spoorgedeelte, ook wel "sluis" genoemd. (Zie Figuur 21b.)
70. De lengte (l) en de plaats van zo'n sluis dient van geval tot geval bepaald te worden in overleg met de instantie, waarvoor het betrokken spoor met de functionele aarde is verbonden. De sluis zelf dient vrij van functionele aarde te blijven.

71. Zijn de niet-geëlektrificeerde sporen ten behoeve van de beveiliging voorzien van enkelbenig geïsoleerde secties, dan dient eveneens een sluis toegepast te worden. De lengte (l) dient in dat geval > 750 m (max. treinlengte) te zijn. (Zie Figuur 21c.)
72. Indien een niet-geëlektrificeerd spoor aan de beide uiteinden grenst op een geëlektrificeerd spoor, dient de elektrische scheiding tussen deze sporen te worden gerealiseerd:
- met eindlassen in de situatie dat het niet-geëlektrificeerde spoor **niet** verbonden is met een functionele aarde (zie Figuur 21d);
 - met een sluis in de situatie dat het niet-geëlektrificeerde spoor verbonden is met de functionele aarding van een installatie (zie eis 69, 70 en 71). In dit geval heeft het geïsoleerde spoor dus twee sluizen nodig.



Figuur 21 Scheiding tussen geëlektrificeerd en niet-geëlektrificeerd gebied

3 Beschermingsmaatregelen ter voorkoming van aanrakingsgevaar

Door een defect in het 1500 V-tractie-energievoorzieningssysteem, zoals een rijdraadbreuk, isolatiedefect dan wel een installatiefout, kan een metalen object in de directe nabijheid van een geëlektrificeerd spoor onbedoeld de tractiespanning (1500 V dc) gaan voeren. Om levensgevaarlijke situaties te voorkomen, moeten dergelijke objecten daarom met de retourleiding van het tractie-energievoorzieningssysteem worden verbonden via een zogenaamde (paal-)spoorstaafverbinding. Deze verbinding zorgt voor het ontstaan van een voldoende hoge kortsluitstroom indien een object door een fout 1500 V dc gaat voeren. Het ontstaan van een kortsluitstroom resulteert vervolgens in het aanspreken van de kortsluitbeveiliging van het 1500 V-tractie-energievoorzieningssysteem. Door het tijdig aanspreken van de kortsluitbeveiliging zal:

- de aanraakspanning voor de mens tot een veilige waarde beperkt blijven;
- er geen grote schade ontstaan aan het tractie-energievoorzieningssysteem.

Een ongewenst effect van het aanbrengen van elektrische verbindingen tussen objecten en de retourleiding van het 1500 V-tractie-energievoorzieningssysteem, is dat er parallelverbindingen ontstaan die het goed functioneren van treinbeveiligingssystemen nadelig zouden kunnen beïnvloeden. Verder kan het aanbrengen van een (paal-)spoorstaafverbinding resulteren in DC-zwerfstroomcorrosie indien de objecten een lage aardverspreidingsweerstand hebben naar aarde. Beide effecten zijn ongewenst en moeten worden voorkomen. Door (paal-)spoorstaafverbindingen uit te rusten met een doorslagveiligheid, kunnen beide effecten in voldoende mate worden uitgesloten. Een doorslagveiligheid zal immers onder normale bedrijfsomstandigheden geen stroom doorlaten. Echter, indien het object onverhoopt 1500 V dc krijgt te verduren, zal de doorslagveiligheid direct aanspreken en in geleiding komen. Er ontstaat een kortsluiting die door de kortsluitbeveiliging van het tractie-energievoorzieningssysteem wordt afgeschakeld.

Net als metalen objecten moeten ook de metalen gestellen van laagspanningsinstallaties in de buurt van het spoor met de retourleiding van het 1500 V-tractie-energievoorzieningssysteem worden verbonden middels een spoorstaafverbinding met doorslagveiligheid. Ook nu is het primaire doel van deze maatregel het voorkomen van elektrocutie van personen ten tijde van een defect in het 1500 V-tractie-energievoorzieningssysteem. De doorslagveiligheid moet in dit geval zorg dragen voor het uitblijven van een galvanische koppeling tussen de functionele aarding van de laagspanningsinstallatie en de retourleiding van het tractie-energiesysteem. Zonder doorslagveiligheid zou immers DC-zwerfstroom kunnen weglekken via de functionele aarding van de laagspanningsinstallatie. Dit weglekken van DC-stroom kan vervolgens resulteren in het thermisch overbelast raken van beschermingsleidingen (PE, PEN- en PU) van de betreffende laagspanningsinstallatie en / of schade door zwerfstroomcorrosie bij de aardelektrode.

Naast het aanrakingsgevaar dat veroorzaakt kan worden door een defect in het 1500 V-tractie-energiesysteem, kunnen laagspanningsinstallaties natuurlijk ook een gevaarlijke spanning voeren door een interne fout. Dit betekent dat ook bij een interne fout in de laagspanningsinstallatie de voeding van deze installatie tijdig moet worden uitgeschakeld om de veiligheid van personen te garanderen. Dit laatste zou geen probleem mogen zijn indien de betreffende installatie conform NEN1010 is ontworpen en aangelegd.

In dit hoofdstuk worden ontwerpeisen gegeven die ervoor moeten zorgen dat:

- de veiligheid van personen in relatie tot elektrocutie is geborgd;
- geen schade ontstaat aan objecten en installaties door een elektrisch defect in het tractie-energievoorzieningssysteem;
- installaties van treinbeveiliging en derden niet verstoord worden in hun correcte werking.

In § 3.1 volgen wat algemene eisen in relatie tot de (paal-)spoorstaafverbinding. In § 3.2 worden de specifieke elektrische installatie-eisen gegeven ten aanzien van bovenleiding-draagconstructies. Specifieke eisen in relatie tot de elektrische montage en aansluiting van overspanningsafleiders zijn opgenomen in § 3.3. Voor kunstwerken zijn elektrische installatie-eisen opgenomen in § 3.4, § 3.6 en § 3.7. In § 3.8 geeft dit document eisen voor perronkappen en § 3.13 tenslotte geeft alle eisen voor laagspanningsinstallaties.

3.1 Algemene eisen in relatie tot (paal-)spoorstaafverbindingen

73. In de 'rijdraadbreekzone' of 'pantograafzone', zoals gedefinieerd in Figuur 22 en Figuur 23, geldt dat grote metalen kunstwerken/objecten⁶ dan wel metalen gestellen van elektrische installaties (zie ook § 3.13) met de retourleiding moeten worden gekoppeld door middel van een (paal-)spoorstaafverbinding.

Toelichting:

- *Figuur 22 geldt voor locaties waarbij de rijdraad in het gebied komt van 0 tot 0,50 meter uit hart spoor.*
- *Figuur 23 geldt voor locaties waarbij de rijdraad in het gebied komt van 0,50 meter tot 1,50 meter uit hart spoor.*

Opmerking: Objecten/installaties die buiten de 'rijdraadbreekzone' of 'pantograafzone' liggen (denk aan hekwerken) behoeven **niet** te worden verbonden met de retourleiding via een (paal-)spoorstaafverbinding.

74. Metalen objecten deels of geheel in de 'rijdraadbreekzone' of 'pantograafzone' die voldoen aan **alle** hierna te noemen voorwaarden dienen **niet** te worden voorzien van een (paal-)spoorstaafverbinding in overeenstemming met NEN-EN50122-1:2011/6.3.1.2:
- het object ondersteunt of bevat geen elektrische installaties (uitgezonderd installaties die voldoen aan NEN-EN-IEC 61140/klasse II);
 - personen kunnen een defecte gevallen bovenleiding liggend op het betreffende object van alle zijden goed zien;
 - het object is langs het spoor kleiner dan 15 meter;
 - het object is haaks op het spoor kleiner dan 2 meter.
 - De gevaarlijke tractiespanning kan niet via kabels en leidingen aan het betreffende object naar andere objecten worden getransporteerd.

Denk aan: metalen deksels van kabelgoten, aanwijzingsborden, hekwerken.

75. Voor locaties waar de rijdraad meer dan 1,50 meter uit hart spoor komt, geldt de volgende eis:

Alle metalen objecten en elektrische toestellen die geheel of gedeeltelijk liggen binnen het valbereik van een kapotte rijdraad, dienen met de retourleiding te worden gekoppeld door middel van een (paal-)spoorstaafverbinding.

Het valbereik van de rijdraad wordt in dit geval gedefinieerd als het gebied tot 1 meter afstand loodrecht op het virtuele verticale vlak dat begrensd wordt door enerzijds de afgespannen rijdraad en anderzijds het bodemoppervlak.

⁶ Objecten die in de langsrichting van het baanvak langer zijn dan 15 meter en haaks op het baanvak groter dan 2 meter, zie par. 4.3.2 van NEN-EN50122-1.

76. De volgende installaties dienen **niet** van een (paal-)spoorstaafverbinding te worden voorzien:
- Laagspanningsinstallaties met dubbele of versterkte isolatie, die voldoen aan NEN-EN-IEC 61140/klasse II, indien de isolatiespanning van de elektrische isolatie tenminste 1800 V⁷ bedraagt conform EN 50122-1:2011/7.3.2. De metalen apparaatbehuizing mag hierbij niet verbonden zijn met een installatie-aarde (PE);
 - Laagspanningsinstallaties met een kunststof buitenbehuizing met isolatiewaarde 1800 V of groter;
 - Laagspanningsinstallaties die zich bevinden in de 'rijdraadbreekzone' waarvoor geldt dat metalen behuizingsdelen zijn afgeschermd via een aanvullende isolerende omhulling of afscherming met een isolatiewaarde van 1800 V of groter;
 - Laagspanningsinstallaties die zich bevinden binnen 0,8 meter afstand van een retourvoerende spoorstaaf en die in hoogte niet uitsteken boven de bovenkant van de naastgelegen spoorstaaf conform EN 50122-1:2011/A1:2011/6.3.1.5.
(Een gebroken bovenleidingdraad die de laagspanningsinstallatie raakt, zal vrijwel altijd ook de naastgelegen spoorstaaf raken. Dit laatste veroorzaakt een trip van de kortsluitbeveiliging van het tractie-energievoorzieningssysteem, waardoor de bovenleidingspanning direct wordt uitgeschakeld.);
 - Wisselaansluitkast (WAK);
 - Railspoelbehuizing;
 - Behuizing wisselsteller;
 - Railaansluitpot (RAP);
 - metalen gasbuizen die als diefstalpreventiemiddel zijn gebruikt om koperen geleiders af te schermen.

77. De (paal-)spoorstaafverbinding dient aangesloten te worden op de retourvoerende spoorstaaf.

Op baanvakken zonder spoorisolatie geldt dat elke spoorstaaf benut mag worden voor het aanbrengen van de (paal-)spoorstaafverbindingen. Voor enkelbenig geïsoleerde baanvakken en dubbelbenig geïsoleerde baanvakken geldt dat (paal-)spoorstaafverbindingen enkel mogen worden aangesloten op de spoorstaven die op de OR-bladen als retourvoerend zijn aangewezen. Zie in dit kader ook de eisen in §6.1.

78. De (paal-)spoorstaafverbinding dient van het type BMqK 1 x 70 mm² Al te zijn conform SPC61300.

In bijlage IV wordt informatie gegeven over een aluminium paalspoorstaafverbinding (70 mm²) met ALCU-perskabelschoen en ALCU-persaansluitstift.

79. (Paal-)spoorstaafverbindingen dienen voorzien te worden van de voorgeschreven verbinders (perskabelschoen, en persverbinders) conform ISV61310-1 (Zie bijlage 7 ISV61310-1-V002).
80. De montage van verbinders dient te voldoen aan ISV61310-1⁸ (montagevoorschrift) en/of de montage-instructies van de fabrikant/leverancier.
81. De maximale lengte van de (paal-)spoorstaafverbinding zonder aanvullende onderbouw bedraagt 30 meter (zie opmerking).

Opmerking: Eventueel mogen via een beschermingsleiding meerdere objecten op één paal-spoorstaafver-

⁷ 1800 V is de maximale nominale spanning van de bovenleiding.

⁸ Zie ISV61310-v002/5.

Elektrische Verbindingen aan Spoorstaven en Aardingen (EVSA)

binding worden aangesloten. Hierbij blijft de eis gelden dat de maximale leidinglengte vanaf het verst gelegen object tot aan de aankoppeling op de retourleiding (spoorstaven) niet groter mag worden dan 30 meter. Bij overschrijding van deze leidinglengte gelden de hierna volgende alinea's.

Een langere spoorstaafverbinding respectievelijk leidinglengte van de beschermingsleiding dan 30 meter is toegestaan, indien aangetoond kan worden dat de maximale weerstand van het kortsluitcircuit binnen de voedingssectie door het gebruik van een verlengde spoorstaafverbinding niet meer dan 15% toeneemt. Dit betekent concreet dat de maximale weerstand van het kortsluitcircuit bij een sluiting op het uiteinde van de beschermingsleiding/spoorstaafverbinding niet hoger mag zijn dan de 1,15 maal de circuitweerstand van de gehele voedingssectie (tussen twee invoedende snelschakelaars).

Deze aantoonplicht geldt ook indien het object zelf veel langer is dan 30 meter. (Denk aan een in staal uitgevoerde perronkap van 200 meter met galvanisch gekoppelde draagconstructiedelen.) In dat geval dient de weerstand van het object te worden meegenomen als zijnde weerstand van de spoorstaafverbinding. Indien onverhoopt niet voldaan kan worden aan het gestelde criterium in de vorige alinea, kan de weerstand van het object verlaagd worden door de spoorstaafverbinding in het midden van het object aan te brengen. De weerstand van het object kan ook verlaagd worden door onderdelen van het object galvanisch door te koppelen met een extra beschermingsleiding die is aangesloten op de spoorstaafverbinding.

De maximale weerstand van het kortsluitcircuit van de voedingssectie is de totale weerstand van de bovenleiding van de betreffende voedingssectie en de som van alle parallelle retourvoerende spoorstaven tussen twee aangrenzende onderstations dan wel tussen een onderstation en het naastgelegen schakelstation. De defaultwaarden voor de bovenleidingweerstand en die van de spoorstaven per kilometer zijn gegeven in OVS00012-4. Indien niet bekend is of sprake is van enkelbenige isolatie dan wel dubbelbenige isolatie, dient uitgegaan te worden van dubbelbenige isolatie. Ook indien de bovenleidingdoorsnede niet bekend is of afwijkt binnen de voedingssectie, dient uitgegaan te worden van de grootste bovenleidingdoorsnede. Verder dient de weerstand van de pluskabels en minuskabels tussen onderstation en baan en tussen schakelstation en baan te worden verwaarloosd. Door deze veilige aannamen / keuzes wordt voorkomen dat een hogere circuitweerstand wordt berekend dan gebruikt voor het bepalen van de instelling van de snelschakelaar.

Voorbeeld:

Een voedingssectie met een lengte van 6 km wordt gevoed vanuit twee onderstations. De bovenleiding heeft een doorsnede van 500 mm² en daarmee een weerstand van 6 km x 37 mΩ/km = 222 mΩ. De retour van het dubbelsporige baanvak met dubbelbenige isolatie heeft een weerstand van: 6 km x 22 mΩ / 2 sporen = 66 mΩ. De weerstand van de plus- en minuskabels wordt verwaarloosd.

De totale weerstand van de voedingssectie bedraagt zodoende tenminste 288 mΩ. De weerstand van het kortsluitcircuit bij een sluiting via de spoorstaafverbinding mag dus niet groter zijn dan: 1,15 x 288 mΩ = 331 mΩ.

In deze voedingssectie bevindt zich een spoorviaduct op 4 km van onderstation 1 en op 2 km van onderstation 2. Het spoorviaduct is voorzien van diverse gaasramen. De gaasramen worden met een gecombineerde beschermingsleiding-spoorstaafverbinding (70 mm² Al) met een lengte van 200 meter verbonden met de retourvoerende spoorstaaf. De weerstand van de spoorstaafverbinding bedraagt daarmee maximaal: 0,2 km x 443 mΩ = 88,6 mΩ. De worstcase weerstand van het kortsluitcircuit via de spoorstaafverbinding wordt dan: 4 km x 37 mΩ + 4 km x 22 mΩ / 2 sporen + 88,6 mΩ = 281 mΩ.

In dit voorbeeld is de langere spoorstaafverbinding (200 meter) dus toegestaan, omdat geldt: 281 mΩ < 331 mΩ.

82. Paalspoorstaafverbindingen van stalen bovenleidingdraagconstructies op betonblok of op opstorting (kunstwerk) dienen bij nieuwe aanleg en reparatie/vernieuwing altijd uitgerust te worden met een standaard doorslagveiligheid.
(Zie ter illustratie Figuur 24.)
83. Paalspoorstaafverbindingen van bovenleidingconstructies aan betonnen bovenleidingportalen dienen bij nieuwe aanleg en bij reparatie/vernieuwing altijd uitgerust te worden met een standaard doorslagveiligheid.
De doorslagveiligheid dient in een RVS-beugel te worden gemonteerd bij voorkeur aan het betreffende betonnen portaal. Het betreft dezelfde RVS-beugel als toegepast in enkelbenige secties waarbij een dwarsverbinding met spoorstaafverbinding wordt toegepast tussen het geïsoleerde been en het retourbeen.
(Zie ter illustratie Figuur 24.)

84. Voor elektrische laagspanningstoestellen (niet tractievoeding), die conform dit ontwerpvoorschrift voorzien moeten worden van een spoorstaafverbinding, geldt dat de betreffende spoorstaafverbinding uitgevoerd moet worden met een standaard doorslagveiligheid die voldoet aan eis 11.

85. Spoorstaafverbindingen van stalen kunstwerken (o.a. spoorbruggen, kruisende bruggen, perronkappen, passarelles, stalen perrons / looproosters⁹) dienen voorzien te worden van een **hoogvermogen** doorslagveiligheid die voldoet aan eis 12.

Of een kunstwerk een paalspoorstaafverbinding heeft wordt bepaald door eis 73.

86. Spoorstaafverbindingen van bovenleidingdraagconstructies en die van metalen gaasramen/beschermramen die bevestigd zijn aan kunstwerken, dienen voorzien te worden van een **hoogvermogen** doorslagveiligheid die voldoet aan eis 12. Deze eis geldt voor:

- draag- en ophangconstructies van de bovenleiding die zonder aanvullende elektrische isolatie¹⁰ zijn bevestigd aan kunstwerken (o.a. betonnen tunnelbakken, betonnen viaducten, stalen bruggen, betonnen tunnels);
- draag- en ophangconstructies van de bovenleiding die zonder aanvullende elektrische isolatie¹⁰ zijn bevestigd aan een stalen perron en sporenkappen;
- metalen gaasramen/beschermramen op of aan het kunstwerk (o.a. betonnen tunnelbakken, betonnen viaducten, stalen bruggen) in de 'pantograafzone' (eis 73).

Zie voor de regelgeving ten aanzien van kunstwerken ook OVS00030 en ISV00026.

Aangebrachte gaasramen en/of draagconstructies bovenleiding bevestigd aan een kunstwerk/kap behoeven niet afzonderlijk via een spoorstaafverbinding met de retourleiding (retourvoerende spoorstaaf) te worden verbonden. Er mag gebruik gemaakt worden van een beschermingsleiding die de genoemde objecten onderling met elkaar galvanisch verbindt (zie toelichting bij eis 81). Ook mag een galvanische koppeling met een metalen kunstwerk worden gemaakt, mits het geheel van kunstwerk en genoemde objecten maar één spoorstaafverbinding heeft conform eis 88.

87. Spoorstaafverbindingen van bovenleidingdraagconstructies, die met aanvullende elektrische isolatie¹⁰ bevestigd zijn aan kunstwerken, dienen voorzien te worden van een **standaard** doorslagveiligheid die voldoet aan eis 11.

88. Per metalen object, kunstwerk, draagconstructie dan wel per groep galvanisch doorgekoppelde objecten dient maximaal **één** (paal-)spoorstaafverbinding toegepast te worden met inachtneming van eis 73 en eis 89.

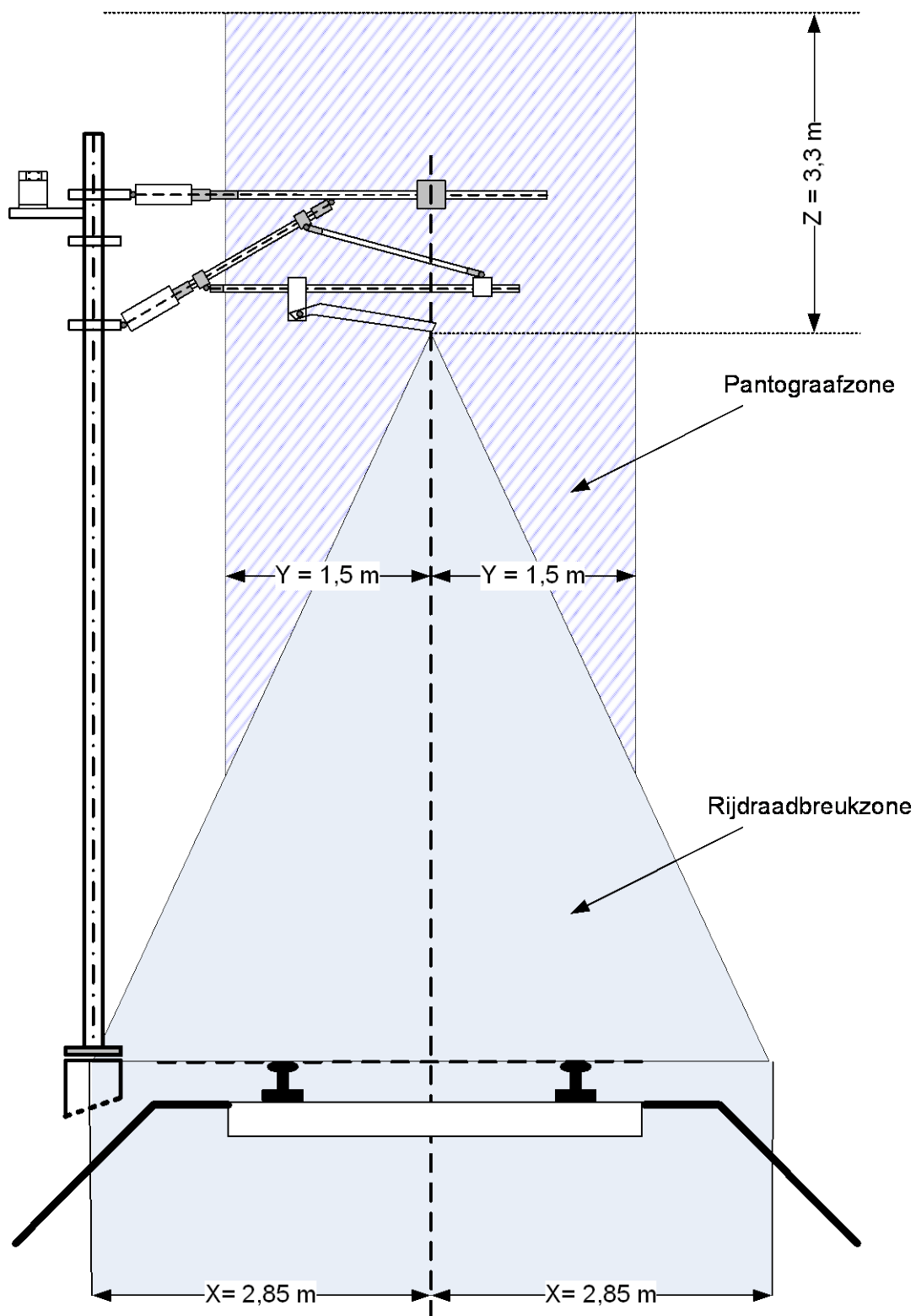
Hiermee wordt voorkomen dat de constructie onbedoeld onderdeel kan worden van het retourstroomcircuit respectievelijk treinbeveiligingscircuit.

Draagconstructies van de bovenleiding die galvanisch zijn gekoppeld aan een stalen perronkap of kunstwerk met een spoorstaafverbinding mogen conform deze eis dus niet zelf ook nog uitgerust zijn met een eigen (paal-)spoorstaafverbinding.

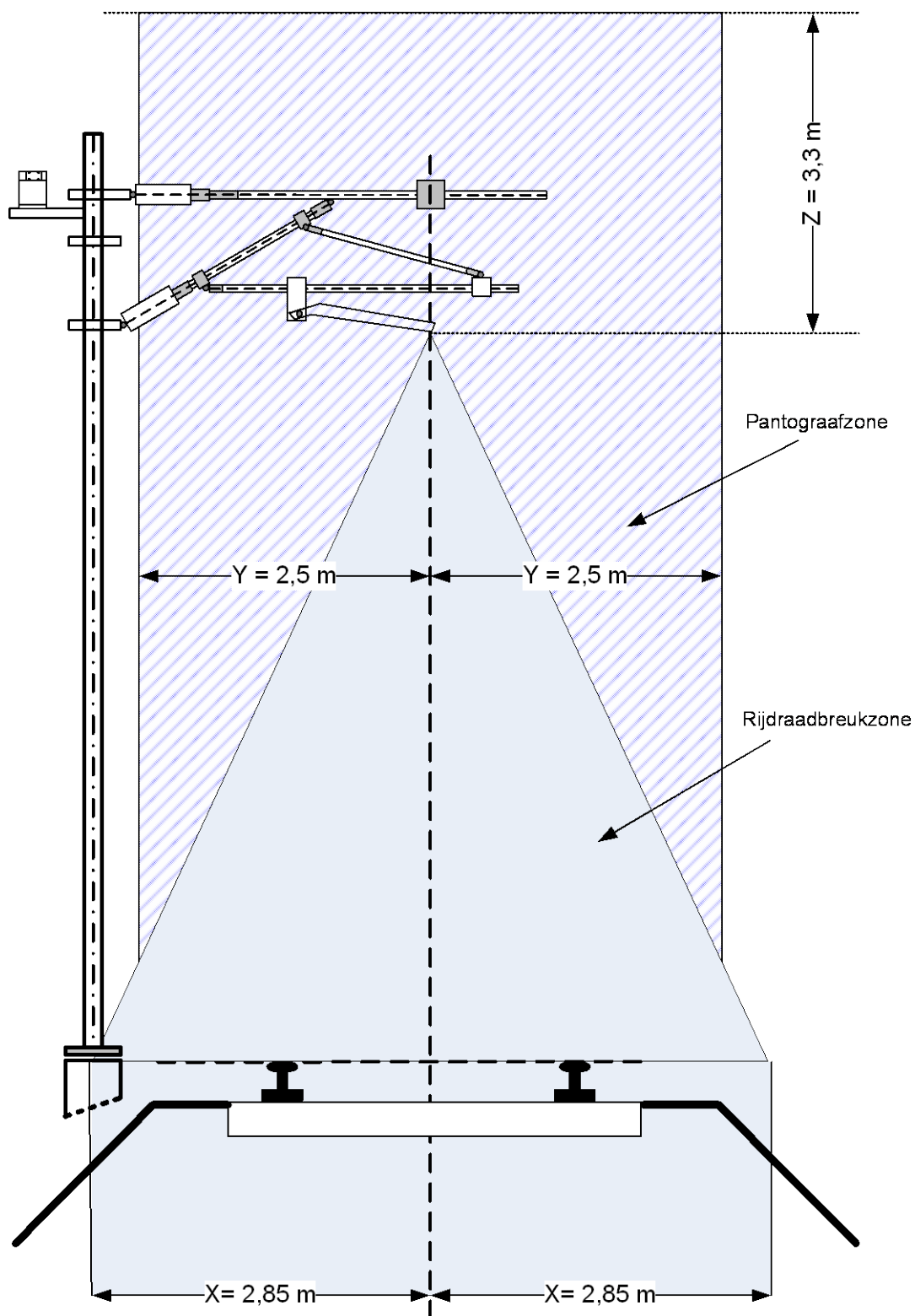
Indien een spoorbrug door zijn grote lengte meerdere overspanningen omvat, mag een spoorstaafverbinding per overspanning / brugdeel toegepast worden onder de voorwaarde dat de afzonderlijke overspanningen / bruggen niet elektrisch met elkaar doorverbonden worden.

⁹ Stalen perronconstructies zijn voor permanente perrons niet toegestaan conform OVS00067 'Perrons'.

¹⁰ Onder goede elektrische isolatie wordt verstaan bevestiging via geïsoleerde ankers, isolatiebussen en isolerende platen. De aanvullend toegepaste isolerende materialen moeten dan geschikt zijn voor buitengebruik (vorst- en UV-bestendigheid) en tenminste 20 jaar meegaan. De weerstand van de toegepaste isolerende materialen dient tenminste 100 kΩ te zijn bij 500 V gedurende 1 minuut.



Figuur 22 Rijdraad tot 0,50 meter uit hart spoor



Figuur 23 Rijdraad tot 1,5 meter uit hart spoor

Opmerking: Aan niet op ProRail-terrein opgestelde objecten van derden mogen in principe slechts (paal-)spoorstaafverbindingen op verzoek van de eigenaar worden aangebracht. Er moet dan een regeling worden getroffen omtrent de aansprakelijkheid voor eventuele schade aan de installatie die aantoonbaar is ontstaan door zwerfstromen vanuit de tractie-energie-installatie van ProRail. In voorkomende gevallen dient contact te worden opgenomen met Juridisch Beheer Infra van de betreffende ProRail regio.

3.2 Aanvullende eisen bovenleidingdraagconstructie

89. Metalen bovenleidingdraagconstructies dienen altijd voorzien te worden van een paal-spoorstaafverbinding.

De rijdraad en draagkabel zijn aan de draagconstructie bevestigd door middel van isolatoren. Bij breuk van een isolator, of bij overbrugging hiervan door een vreemd voorwerp, kan het staal onder een gelijkspanning van 1500 V komen te staan.

90. Indien bij een meersporig baanvak bovenleidingpalen en portalen zich op dezelfde kilometering bevinden, is het toegestaan deze onderling met elkaar te verbinden, zodat maar één paal-spoorstaafverbinding nodig is. Indien hiertoe wordt besloten, dient de toe te passen koppelverbinding te voldoen aan dezelfde eisen als gesteld aan de paal-spoorstaafverbinding. (Zie eis 78, 79 en 80 en ter illustratie Figuur 24.) Ook moet voldaan worden aan eis 194.

91. Bij gecombineerde portalen dient de paal-spoorstaafverbinding zodanig aangebracht te worden, dat in het kortsluitcircuit zo weinig mogelijk paal-balkaansluitingen zijn opgenomen.

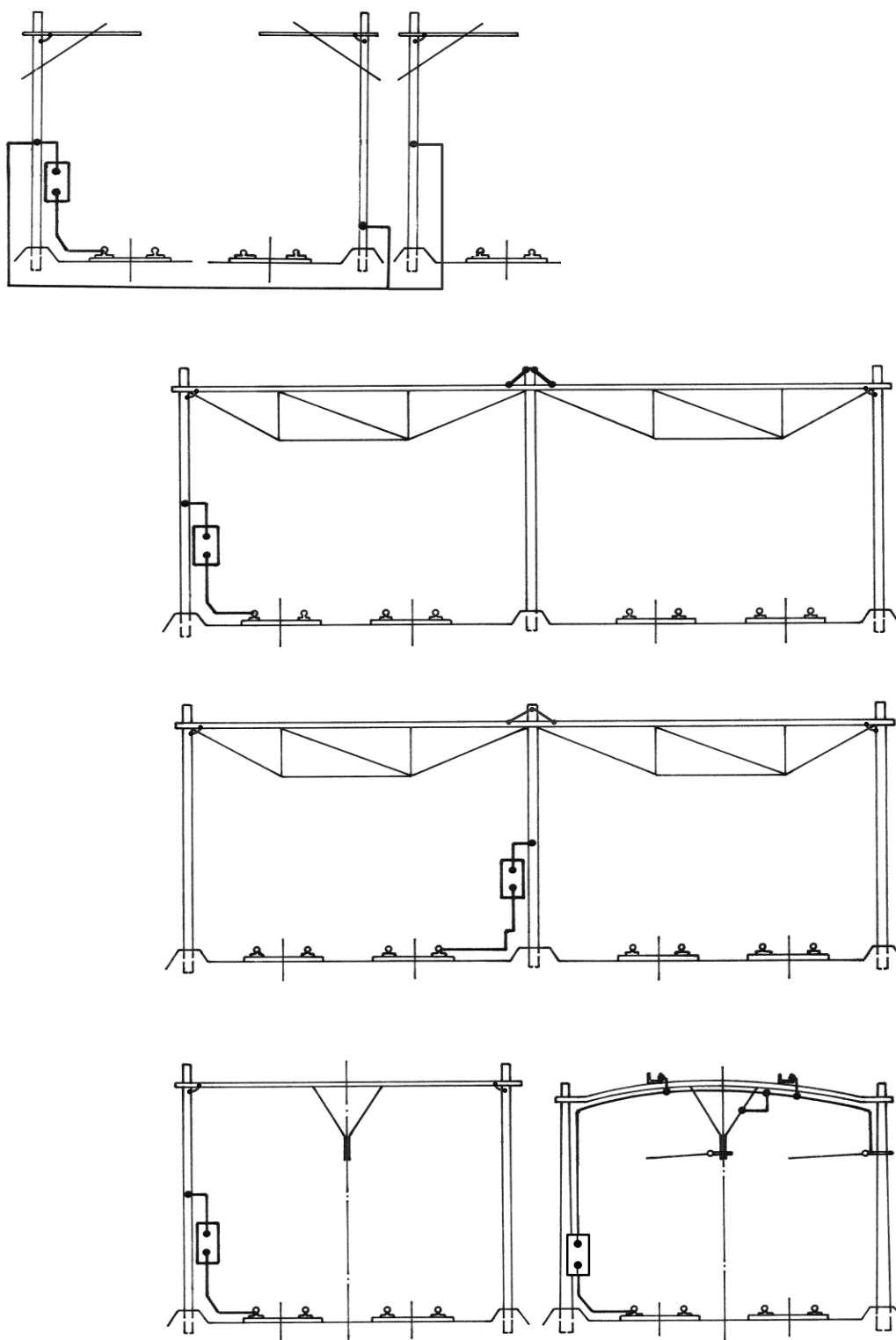
De weerstand van het circuit mag door de overgangsweerstand niet te hoog worden.

92. De overgangsweerstand tussen draagconstructiedelen dient verlaagd te worden door het installeren van een elektrische verbinding of een kraterbout:

- tussen paal en balk indien de draagbalk is geleverd;
- tussen paal en balk indien er in het circuit van de spoorstaafverbinding meer dan twee paal-balkaansluitingen zitten;
- tussen hangsteun en balk indien de balk/hangsteun geleverd is.

Zie ter illustratie Figuur 24.

93. De elektrische verbindingen tussen bovenleidingdraagconstructiedelen dienen uitgevoerd te worden met kabels van het type BMqK 1 x 70 mm² Al conform SPC61300 en perskabelschoenen conform ISV61310-1 (Zie bijlage 7 ISV61310-1-V002).



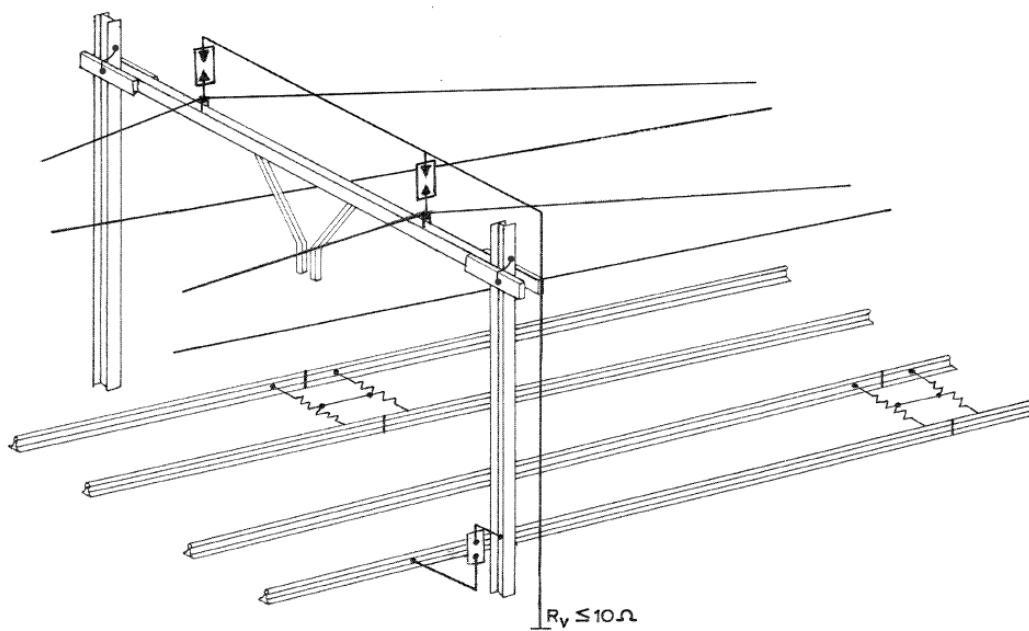
Figuur 24 Paal-spoorstaafverbindingen met doorslagveiligheid¹¹.

¹¹ Zie voor spoorkruisingen paalspoorstaafverbindingen eis 194.

3.3 Aansluiting overspanningsafleiders portalen

Op bepaalde portalen in de bovenleiding zijn overspanningsafleiders gemonteerd ter bescherming tegen bliksemoverspanningen. De wijze van montage van deze overspanningsafleider is beschreven in OVS00024-6.6. In dit ontwerpvoorschrift worden eisen gesteld ten aanzien van de aansluiting van de overspanningsafleider op de aardelektrode.

94. De overspanningsafleider dient te worden aangesloten op een aardelektrode met een aardverspreidingsweerstand $R_v \leq 10 \Omega$ (zie Figuur 25).
95. De benodigde aardkabel tussen overspanningsafleider en aardelektrode dient als VMvK-1x50 mm² Cu groen-geel uitgevoerd te worden.
96. Aardelektroden ten behoeve van overspanningsafleiders in de bovenleiding dienen te worden geïnstalleerd conform ISV00158.



Figuur 25 Verbindingen aan portalen met overspanningsafleiders

3.4 Specifieke beschermingsmaatregelen bij stalen 1500 V-kunstwerken

De eisen 85, 86 en 88 met daarbij de eisen in deze paragraaf gelden specifiek voor:

- stalen viaducten/passarelles die 1500 V-sporen kruisen;
- stalen spoorbruggen.

De onderstaande eisen gelden niet voor viaducten die zowel 1500 V-sporen als 25 kV-sporen kruisen. Zie hiervoor § 3.6 en § 3.7.

97. De zelfstandige constructiedelen van stalen viaducten en de afzonderlijke delen van spoorbruggen dienen onderling elektrisch doorverbonden te worden met een overgangswaerstand kleiner dan 10 mΩ.

Elektrische Verbindingen aan Spoorstaven en Aardingen (EVSA)

Om aan deze eis te voldoen moeten mogelijk extra kortsluitvast verbindingen (aardlitzes, aardkabels en / of beschermingsleidingen) worden aangebracht. Voor wat betreft de mate van kortsluitvastheid van de verbindingen en de maximale lengte van de beschermingsleiding wordt hier verwezen naar eis 78 en 81 (inclusief toelichting).

Deze eis geldt niet voor afzonderlijke overspanningen / bruggdelen die elk hun eigen spoorstaafverbinding hebben.

98. De aardverspreidingsweerstand van een stalen viaduct of spoorbrug dient te voldoen aan het volgende criterium: $R_a \leq 10 \Omega$. Bij een te hoge natuurlijke aardverspreidingsweerstand dienen extra aardelektroden te worden geslagen. Indien aanvullende aardelektroden worden geslagen, verandert het toetscriterium voor R_a in: $5 \Omega \leq R_a \leq 10 \Omega$.

Deze maatregel is nodig om eventuele overspanningen bij blikseminslag af te voeren. De minimale waarde van de aardverspreidingsweerstand is nodig ter voorkoming van schade door DC-zwerfstromen.

3.5 Specifieke eisen bevestiging beschermramen/gaasramen kunstwerk

Ter voorkoming van schade aan het kunstwerk door dc-zwerfstroom bij een defecte doorslagveiligheid geldt de volgende eis.

99. Gaasramen/beschermramen die zijn uitgerust met (paal-)spoorstaafverbinding dienen voldoende geïsoleerd te worden van het kunstwerk (wapening bij beton). De isolatiewaarde t.o.v. wapening (aarde) dient minimaal $25 \text{ k}\Omega$ te zijn per individueel gaasraam bij een testspanning van 500 V gedurende 1 minuut. Bij galvanische koppeling van meerdere gaasramen dient de minimale weerstand te voldoen aan de volgende formule:

$$R \geq \frac{25 \text{ k}\Omega}{\text{aantal gaasramen}}.$$

De absolute minimum weerstand naar aarde dient daarbij wel groter of gelijk te zijn aan $6 \text{ k}\Omega$.

De gaasramen/beschermramen moeten conform RLN00008 aanraking van spanning voerende bovenleidingseleiders door de mens voorkomen.

3.6 Beschermingsmaatregelen betonnen viaducten over zowel 1500 V- als 25 kV-spoor

De eisen in deze paragraaf zijn enkel van toepassing in het bijzondere geval dat een betonnen viaduct wordt aangelegd over sporen, waarvan een deel is geëlektrificeerd met een tractiespanning van 25 kV (50 Hz) en een deel met een tractiespanning van 1500 V dc, waarbij geldt dat geen elektrische scheiding in het viaduct is toegepast.

De eisen in deze paragraaf gelden niet wanneer in het viaduct een volledige elektrische scheiding wordt gerealiseerd tussen de delen boven de 25 kV-sporen en de delen boven de 1500 V-sporen. In dat geval geldt OVS00053-7 voor het deel boven 25 kV-sporen en OVS00085 voor het deel boven 1500 V-sporen.

Doel van de eisen in deze paragraaf is het voorkomen van een elektrische koppeling via de wapening en de gaasramen van het kunstwerk (zie RLN00008) tussen enerzijds de van aarde geïsoleerde spoorstaven van het 1500 V-tractie-energievoorzieningssysteem en anderzijds de hard geaarde spoorstaven van het 25 kV-tractie-energievoorzieningssysteem. Voor 25 kV TEV stelt de vigerende regelgeving (OVS00053-7) dat de kunstwerkwapening en de gaasramen van het kunstwerk direct galvanisch gekoppeld dienen te worden met het retour- en aardingssysteem. Voor 1500 V TEV stelt OVS00085 in paragraaf 3.4 daarentegen dat gaasramen via een spoorstaafverbinding met hoogvermogen doorslagveiligheid dienen te worden verbonden met de retourvoerende spoorstaaf. Bij kunstwerken die sporen met beide tractiespanningen (25 kV en 1500 V) overspannen, ontstaat zodoende een conflict omtrent welke regelgeving en aardingsfilosofie van toepassing is op het kunstwerk.

De eisen in deze paragraaf moeten voorkomen dat:

- er schade kan ontstaan door DC-zwerfstromen na het doorslaan van de doorslagveiligheid in de spoorstaafverbinding tussen kunstwerk en het 1500 V-spoor;
- de werking van het GRS-treindetectiesysteem in het DC-spoor onveilig gestoord wordt door 50 Hz-zwerfstromen uit het 25 kV-nevenspoor, nadat de doorslagveiligheid in de spoorstaafverbinding tussen kunstwerk en het 1500 V-spoor is doorgeslagen;
- bij kortsluiting tussen bovenleiding en kunstwerk in het DC-spoor de doorslagveiligheid niet aanspreekt (door een te lage aardverspreidingsweerstand van het kunstwerk), waardoor de kortsluiting niet of te laat wordt afgeschakeld.

100. Metalen gaasramen ter hoogte van de kruisende 1500 V-sporen dienen via isolatoren aan het betonnen viaduct te worden gemonteerd.

Eén en ander is geïllustreerd in Figuur 26.

101. De fysieke afstand tussen de metalen gaasramen van eis 100 en het viaduct dient tenminste 25 mm te zijn.

102. Alle gaasramen dienen te voldoen aan de relevante eisen van RLN00008.

103. Bovenleidingdraagconstructies van het 1500 V-spoor dienen via isolatoren aan het viaduct te worden bevestigd.

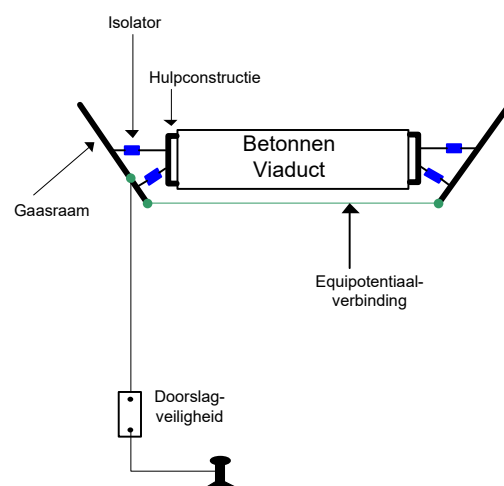
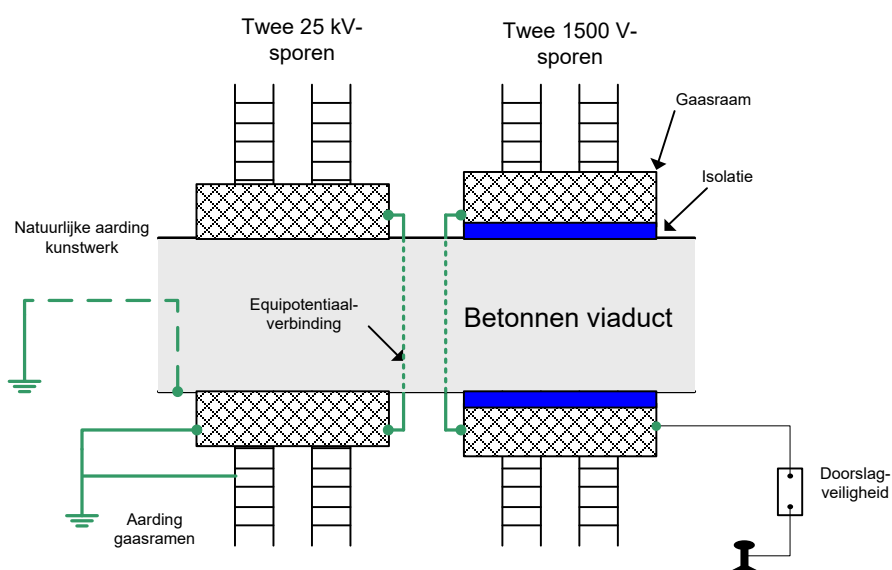
104. Bij eis 100 en 103 dienen tenminste 600 V-isolatoren toegepast te worden met klasse OV3 conform NEN-EN50124-1.

105. Geïsoleerd gemonteerde metalen gaasramen en bovenleidingdraagconstructies dienen onderling doorverbonden te worden middels een geïsoleerde equipotentiaalverbinding met een kerndoorsnede van 70 mm² Al.

106. Geïsoleerd gemonteerde metalen gaasramen en bovenleidingdraagconstructies dienen gezamenlijk via één spoorstaafverbinding met **hoogvermogen** doorslagveiligheid conform eis 12 te worden verbonden met de retourleiding van de 1500 V-tractie-energievoorziening.

Bovenaanzicht

Zijaanzicht 1500 V-zijde



Figuur 26 Betonnen viaduct over zowel 1500 V-sporen als 25 kV-sporen

3.7 Beschermingsmaatregelen stalen bruggen over zowel 1500 V- als 25 kV-spoor

De eisen in deze paragraaf zijn enkel van toepassing in het bijzondere geval dat een nieuwe stalen brug wordt aangelegd over sporen, waarvan een deel is geëlektrificeerd met een tractiespanning van 25 kV (50 Hz) en een deel met een tractiespanning van 1500 V dc waarbij geldt dat geen elektrische scheiding in de brug is toegepast.

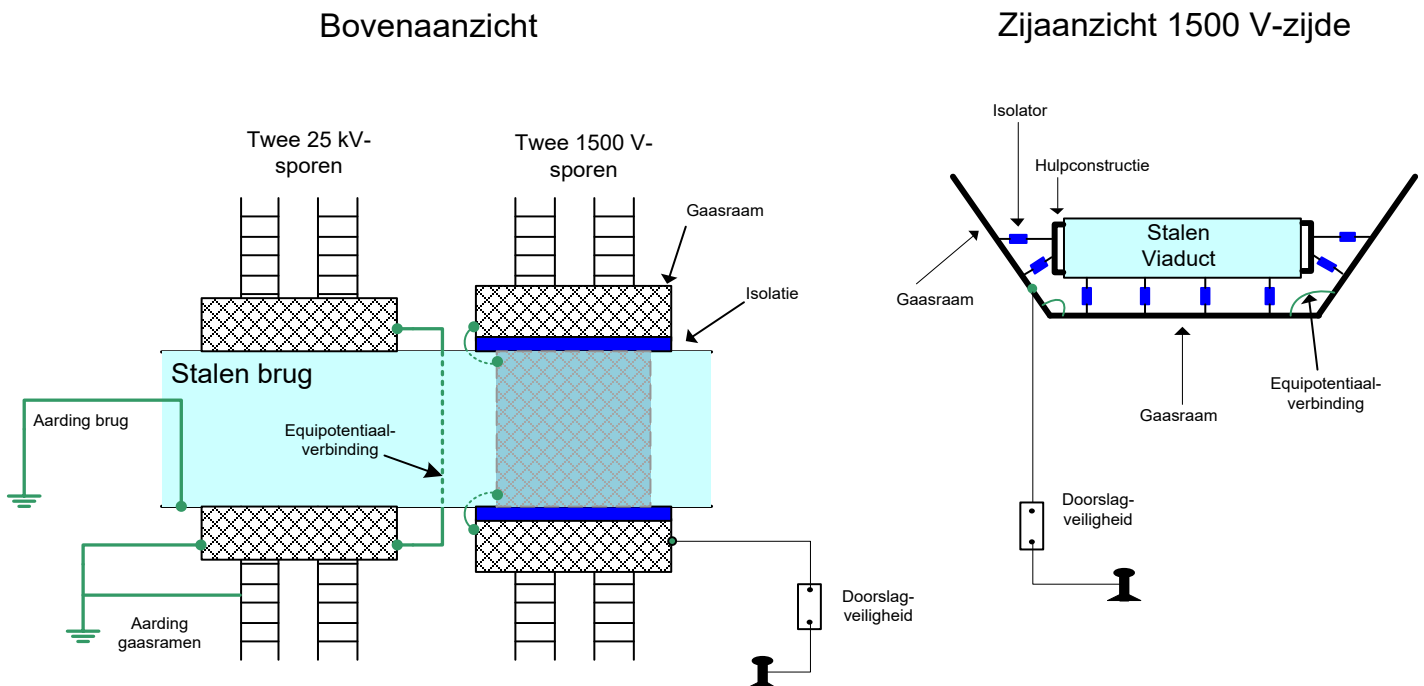
De eisen in deze paragraaf gelden niet wanneer in de stalen brug een volledige elektrische scheiding wordt gerealiseerd tussen de brugdelen boven de 25 kV-sporen en de brugdelen boven de 1500 V-sporen. In dat geval geldt OVS00053-7 voor het deel boven 25 kV-sporen en OVS00085 voor het deel boven 1500 V-sporen.

Doel van de eisen in deze paragraaf is het voorkomen van een elektrische koppeling via het stalen kunstwerk tussen enerzijds de van aarde geïsoleerde spoorstaven van het 1500 V-tractie-energievoorzieningssysteem en anderzijds de hard geaarde spoorstaven van het 25 kV-tractie-energievoorzieningssysteem. Voor 25 kV TEV stelt de vigerende regelgeving (OVS00053-7) dat het kunstwerk en zijn gaasramen direct galvanisch gekoppeld dienen te worden met het retour- en aardingssysteem. Voor 1500 V TEV stelt OVS00085 in paragraaf 3.4 dat het kunstwerk en zijn gaasramen via een spoorstaafverbinding met doorslagveiligheid dienen te worden verbonden met de spoorstaven. Verder stelt dit voorschrift dat het kunstwerk hoogohmig dient te worden geaard (zie eis 98). Bij kunstwerken die sporen met beide tractiespanningen (25 kV en 1500 V) overspannen, ontstaat dus een conflict omtrent welke aardingsfilosofie van toepassing is op het kunstwerk.

De eisen in deze paragraaf moeten voorkomen dat:

- *er schade kan ontstaan door DC-zwerfstromen na het doorslaan van de doorslagveiligheid in de spoorstaafverbinding tussen kunstwerk en het 1500 V-spoor;*
- *de werking van het GRS-treindetectiesysteem in het DC-spoor onveilig gestoord wordt door 50 Hz-zwerfstromen uit het 25 kV-nevenspoor, nadat de doorslagveiligheid in de spoorstaafverbinding tussen kunstwerk en het 1500 V-spoor is doorgeslagen;*
- *bij kortsluiting tussen bovenleiding en kunstwerk in het DC-spoor de doorslagveiligheid niet aanspreekt (door een te lage aardverspreidingsweerstand van het kunstwerk), waardoor de kortsluiting niet of te laat wordt afgeschakeld.*

107. Onder het stalen viaduct dienen ter hoogte van de kruisende 1500 V-sporen kortsluit-vaste metalen gaasramen te worden gemonteerd over de volledige breedte van de pantograafzone.
108. Alle metalen gaasramen ter hoogte van de kruisende 1500 V-sporen (onderkant en zijkant viaduct) dienen via isolatoren aan het stalen viaduct te worden gemonteerd.
Eén en ander is geïllustreerd in Figuur 27.
109. De fysieke afstand tussen de metalen gaasramen bij de 1500 V-sporen en de stalen brug dient tenminste 25 mm te zijn.
110. Bovenleidingdraagconstructies van het 1500 V-spoor dienen via isolatoren aan het viaduct te worden bevestigd.
111. Alle gaasramen dienen te voldoen aan de relevante eisen van RLN00008.
112. Bij eis 108 en 110 dienen tenminste 600 V-isolatoren toegepast te worden met klasse OV3 conform NEN-EN50124-1.
113. De geïsoleerd gemonteerde metalen beschermramen en gaasramen dienen onderling doorverbonden te worden middels een geïsoleerde equipotentiaalverbinding met een kerndoorsnede van 70 mm² Al.
114. De geïsoleerd gemonteerde metalen beschermramen en gaasramen dienen gezamenlijk via één spoorstaafverbinding met **hoogvermogen** doorslagveiligheid conform eis 12 te worden verbonden met de retourleiding van de 1500 V-tractie-energievoorziening.



Figuur 27 Stalen brug over zowel 1500 V-sporen als 25 kV-sporen

3.8 Beschermingsmaatregelen stalen kappen 1500V-sporen/perrons

Generieke eisen aan perronkappen zijn opgenomen in OVS00213 'Perron en sporenkappen'.

De eisen in deze paragraaf gelden specifiek voor stalen perronkappen (inclusief poten) bij 1500 V-sporen. De eisen 85, 86 en 88 zijn ook onverminderd van toepassing.

115. Indien de bovenleidingdraagconstructie geen onderdeel is van de stalen kapconstructie, dient de kapconstructie elektrisch geïsoleerd te worden gehouden van de bovenleidingdraagconstructie.

116. De toe te passen doorslagveiligheid van de spoorstaafverbinding (zie eis 85) dient op een goed bereikbare plaats en duidelijk waarneembaar en / of gemarkeerd te worden geïnstalleerd.

117. De zelfstandige constructiedelen van de kap (en eventueel de bovenleidingdraagconstructiedelen aan deze kap) dienen onderling elektrisch doorverbonden te worden met een overgangsweerstand kleiner dan 10 mΩ.

Om aan deze eis te voldoen moeten mogelijk extra kortsluitvaste verbindingen (aardlitzes, aardkabels en / of beschermingsleidingen) worden aangebracht. Voor wat betreft de mate van kortsluitvastheid van de verbindingen en de maximale lengte van de beschermingsleiding wordt hier verwezen naar eis 81 (inclusief toelichting).

118. De aardverspreidingsweerstand van een stalen perronkap dient te voldoen aan het volgende criterium: $R_a \leq 10 \Omega$. Bij een te hoge natuurlijke aardverspreidingsweerstand dienen extra aardelektroden te worden geslagen. Indien aanvullende aardelektroden worden geslagen, verandert het toetscriterium voor R_a in: $2,5 \Omega \leq R_a \leq 10 \Omega$.

Deze maatregel is nodig om eventuele overspanningen bij blikseminslag af te voeren. De minimale waarde van de aardverspreidingsweerstand is nodig ter voorkoming van schade door DC-zwerfstromen.

3.9 Beschermingsmaatregelen seinpalen

119. Seinpalen dienen altijd verbonden te worden met de retourleiding via een spoorstaafverbinding met doorslagveiligheid.

3.10 Beschermingsmaatregelen lichtmasten

120. Lichtmasten binnen een afstand tot 10 meter van een spoorovergang dienen te worden beschouwd als een elektrische installatie in de rijdraadbreekzone en / of pantograafzone. Hetzelfde geldt voor lichtmasten gelegen tussen autorijbaan en spoorbaan die een kruispunt of autowegbocht verlichten en die door het ontbreken van een vangrail niet beschermd worden tegen aanrijding en die bij aanrijding door een wegvoertuig in contact kunnen komen met de bovenleiding van de spoorbaan.

Dit betekent concreet dat voorzien moet zijn in een spoorstaafverbinding met doorslagveiligheid. Ook moet de elektrische installaties voldoen aan de eisen in par. 3.13.2.

3.11 Beschermingsmaatregelen overweginstallaties

121. Overweginstallaties dienen altijd voorzien te zijn van een spoorstaafverbinding met doorslagveiligheid. De voeding van de installaties dient te voldoen aan de eisen in par. 3.13.2.

3.12 Beschermingseisen metalen perrons, wasinstallaties en spatschermen

De volgende eisen gelden specifiek voor:

- metalen service en opstapperrons;
- kopwasbordessen;
- bordessen ten behoeve van het vervangen van de koolstofstrippen van de trein-pantograaf;
- wasinstallaties;
- spatschermen.

122. Indien de betreffende metalen constructie is uitgerust met één of meer elektrische installaties, dient deze constructie altijd voorzien te worden van één spoorstaafverbinding met **hoogvermogen** doorslagveiligheid.

123. Stalen looproosters en beloopbare framedelen van metalen bordessen en perrons dienen geïsoleerd van aarde aangelegd te worden. De minimale weerstand naar aarde dient 1 kΩ te zijn.

De isolatiewaarde dient getoetst te kunnen worden middels een beproevingsspanning van 2 kV dc gedurende 60 sec.

3.13 Beschermingsmaatregelen laagspanningsinstallaties

3.13.1 Algemene eisen aan laagspanningsinstallaties

124. Laagspanningsinstallaties dienen te voldoen aan de NEN 1010.

125. Aardelektroden ten behoeve van laagspanningsinstallaties in het spoor dienen te worden geïnstalleerd conform ISV00158.

3.13.2 Generieke eisen aan elektrische installaties

De eisen 126 t/m 150 gelden enkel voor elektrische installaties die:

- of zich geheel of gedeeltelijk bevinden in de rijdraadbreekzone en/of de pantograafzone, zoals gedefinieerd in Figuur 22 en Figuur 23 dan wel in het gebied liggen dat is gedefinieerd in eis 75;
- of galvanisch gekoppeld zijn met een metalen constructie die is uitgerust met een (paal-)spoorstaafverbinding. Denk aan stalen perronkappen, stalen spoorbruggen, metalen seinportalen, stalen kapconstructies, kopwasbordessen, bordessen t.b.v. het vervangen van de koolstofstrippen van de treinpantograaf, wasinstallaties, spatschermen;
- of met hun metalen gestel (behuizing) in contact staan (permanent of abusievelijk) met de spoorstaven.

De eisen 126 t/m 150 gelden **niet** voor:

- elektrische installaties met een kunststof omhulsel/behuizing, waarvan de isolatiewaarde groter of gelijk is aan de nominale spanning van de bovenleiding en waarvoor geldt dat de geleidende delen van deze installatie op geen enkele wijze galvanisch contact maken met de spoorstaven dan wel met een metalen constructie / object met een spoorstaafverbinding;
- elektrische installaties met een metalen behuizing die door toepassing van aanvullende isolatie volledig geïsoleerd opgesteld zijn van andere metalen constructies / objecten met een spoorstaafverbinding. Uiteraard mogen deze installaties zelf ook geen spoorstaafverbinding hebben en **niet** in de rijdraadbreekzone en/of pantograafzone van de bovenleiding liggen;
- elektrische installaties met metalen behuizing die zijn uitgevoerd met dubbele of versterkte isolatie¹², volgens klasse II conform NEN-EN-IEC 61140:2016, indien de opgegeven totale isolatiewaarde groter of gelijk is aan de nominale spanning van de bovenleiding conform EN 50122-1:2011/7.3.2. De metalen apparaatbehuizing mag hierbij niet verbonden zijn met een installatie-aarde (PE).

Voor deze installaties geldt conform eis 124 enkel de NEN 1010.

126. Elektrische installaties die op de grond staan, dienen een voetstuk, fundatie of bodemplaat te hebben die zorg draagt voor een voldoende grote overgangsweerstand tussen gestel naar aarde. De overgangsweerstand dient tenminste 3 kΩ te zijn.

De isolatiewaarde dient getoetst te kunnen worden middels een beproevingsspanning van 2 kV dc gedurende 60 sec.

127. Voor elektrische installaties die (direct of indirect via een object) galvanisch contact maken met de spoorstaven (zoals bij een wasinstallatie, treinstel, elektrische wisselverwarming), geldt dat deze gevoed moeten worden door een tussenschakeling van een klasse I scheidingstransformator conform NEN-EN-IEC61558-2-4, waarbij geldt dat:
- A. de scheidingstransformator een aardscherm bezit tussen primaire en secundaire wikkeling(en);
 - B. de voeding achter (secundaire zijde) de scheidingstransformator is uitgevoerd als IT-stelsel;
 - C. het metalen gestel dat (in)direct in aanraking komt met de spoorstaven niet mag worden geaard via een aardelektrode of aardverbinding.

Zie specifiek voor wisselverwarming ook OVS00303.

¹² Zie artikel 412 NEN1010: 2015.

Toelichting C

Metalen gestellen van installaties die voeding krijgen vanuit een IT-stelsel worden normaliter hoogohmig geaard. In deze situatie is aanvullende aarding onwenselijk vanwege het contact met de spoorstaven. Hoewel de spoorstaven formeel geïsoleerd (zwevend) van aarde zijn aangelegd, kennen ze wel een afleidweerstand naar aarde. Deze is voldoende laag om te voldoen aan de voorwaarde die artikel 411.6.2 van de NEN1010:2015 stelt aan IT-stelsels, te weten:

$$R_A I_d \leq 50V$$

Met:

- R_A : is de totale weerstand van de aarding en de beschermingsleiding voor de metalen gestellen [Ω];
- I_d : is de foutstroom, in A, van de eerste fout van een verwaarloosbare impedantie tussen een faseleiding en een metalen gestel. In de waarde I_d zijn zowel lekstromen als de totale impedantie van de aarding van de elektrische installatie in aanmerking genomen.

De exacte waarde van de afleidweerstand van de spoorstaaf is afhankelijk van de sectielengte, vervuiling van de ballast en de weersomstandigheden. Verondersteld mag worden dat de afleidweerstand van de spoorstaaf in de praktijk zeker kleiner is dan 1000 Ohm. Voor de voedingsinstallatie achter de scheidings-transformator mag aangenomen worden dat de isolatiewaarde tenminste 10 kOhm bedraagt. Zodoende zal de aanraakspanning van de behuizing en die van de spoorstaaf bij een eerste aardfout zeker lager zijn dan 50 V.

128. Indien de installatie gevoed wordt uit een scheidingstransformator met uitgaande IT-voeding, geldt dat in het IT-stelsel de volgende beveiligingen dienen te worden toegepast:
- I. Een beveiliging tegen kortsluiting en overbelasting (conform NEN 1010).
 - II. Een isolatiebeveiliging van de actieve geleiders die de installatie uitstuurt bij de eerste isolatiefout¹³.

Opmerking: Enkel indien directe uitschakeling van de installatie leidt tot acute hinder voor het treinverkeer, mag volstaan worden met een auditieve alarmering. Indien hiervoor gekozen wordt, dient wel sprake te zijn van een alarmmelding richting OBI.

Zie ter illustratie Figuur 28.

129. Elektrische installaties die zijn gemonteerd aan een geaarde¹⁴ stalen constructie met daaraan een spoorstaafverbinding met doorslagveiligheid dienen:
- I. of gevoed te worden uit een (gemaakt) TT-stelsel, zoals gespecificeerd in de NEN 1010;
 - II. of gevoed te worden via een tussenschakeling van een **klasse I** scheidingstransformator conform NEN-EN-IEC61558-2-4, waarbij geldt dat:
 - A. de scheidingstransformator een aardscherm bezit tussen primaire en secundaire wikkeling(en);
 - B. de voeding achter de scheidingstransformator is uitgevoerd als TN-stelsel;
 - C. de aarding van het sterpunt/nulpunt van de scheidingstransformator indirect plaatsvindt via de aarding van de stalen constructie. Zie eis 130:

Zie ter illustratie Figuur 30 en Figuur 31 voor variant I.

Zie ter illustratie Figuur 29 voor variant II.

¹³ Dit kan praktisch gerealiseerd worden door voor beveiliging I een installatie-automaat toe te passen met uitschakelspoel of spanningsrelais. Zodoende kan de isolatiebeveiliging II een uitsturing geven aan I.

¹⁴ Aardverspreidingsweerstand $R_A < 166 \Omega$ conform NEN 1010: 2015/411.5.3.

Toelichting:

Keuze voor voeding via TT-stelsel dan wel voeding via scheidingstransformator voorkomt brandrisico door DC-zwerfstromen uit het TEV-net. DC-zwerfstromen kunnen de constructie inkomen als sprake is van een defecte doorslagveiligheid in de spoorstaafverbinding van de spoorse constructie. Als er dan sprake is van een TN-stelsel zou de zwerfstroom door de PE(N) leidingen kunnen gaan. Deze leidingen zijn hiervoor niet gedimensioneerd en kunnen thermisch te zwaar belast worden (risico op brand). Dit is de reden dat rechtstreekse voeding uit een TN-stelsel niet is toegestaan in deze OVS.

130. Indien de installatie gevoed wordt uit een **scheidingstransformator met uitgaande TN-voeding** (eis 129) gelden de volgende aanvullende randvoorwaarden aan de uitvoering:
- A. De metalen installatiebehuizing dient elektrisch gekoppeld te worden aan de stalen constructie (perronkap, brug, portaal) via een aardlitze/aardkabel. De overgangsweerstand moet kleiner zijn dan 10 mΩ.
 - B. De stalen constructie dient actief geaard te zijn.
 - Voor perron en spoorkappen geldt in dit kader eis 117 en eis 118.
 - Voor bruggen geldt in dit kader eis 97 en eis 98.
 - C. De beschermingsleiding (PE) van het stelsel dient aan één zijde aangesloten te worden op de aardrail van de installatie (of de metalen behuizing) en aan de andere zijde op het nulpunt / sterpunt van de scheidingstransformator.
Het nulpunt van het TN-stelsel wordt dus niet direct geaard maar indirect via de centrale constructie-aarding!
 - D. De beveiliging tegen kortsluiting/overbelasting dient gerealiseerd te worden met een installatieautomaat.

Toelichting 1:

De beschermingsleiding (PE) garandeert ook een zeer snelle uitschakeling bij fase-gestel/fase-aarde sluiting.

Toelichting 2:

Aarding van alle installaties en de constructie op één punt voorkomt schade door zwerfstromen. Via vereffening worden gevaarlijke aanraakspanningen voorkomen.

131. Indien de installatie gevoed wordt uit een scheidingstransformator met uitgaande TN-voeding gelden de maximale uitschakeltijden van NEN1010: 2015/411.3.2.2 (tabel 41.1) of 411.3.2.3.

De circuitimpedantie dient te voldoen aan het volgende criterium:

$$Z_s \cdot I_A \leq U_0$$

Met:

- **Z_s**: de impedantie van de stroomketen [Ω];
- **I_A**: de stroom die het beveiligingstoestel automatisch doet aanspreken binnen de in 411.3.2.2 of 411.3.2.3 vastgelegde tijd [A];
- **U₀** de nominale spanning (AC of DC) ten opzichte van aarde [V].

132. Elektrische installaties die zijn gemonteerd aan een **zwevende**¹⁵ (ongeaarde) stalen constructie met daaraan een spoorstaafverbinding met doorslagveiligheid dienen gevoed te worden via een tussenschakeling van een **klasse I** scheidingstransformator conform NEN-EN-IEC61558-2-4, waarbij geldt dat:

- A. de scheidingstransformator een aardscherm bezit tussen primaire en secundaire wikkeling(en);
- B. de voeding achter de scheidingstransformator is uitgevoerd als **S-keten** conform artikel 413 van de NEN1010:2015.

Deze eis geldt bijvoorbeeld voor seinen en verlichtingsarmaturen die aan bovenleidingdraagconstructies zijn bevestigd. De bovenleidingconstructie heeft een hoge weerstand naar aarde en in de paalspoorstaafverbinding zit een doorslagveiligheid.

133. De beveiliging tegen kortsluiting en overbelasting dient bij een S-keten (eis 132) te worden gerealiseerd met een installatieautomaat.

134. Het aardscherm tussen primaire en secundaire wikkelingen in een scheidingsstransformator (zie eis 129 en eis 132) dient deugdelijk te zijn verbonden met de functionele aarde van het voedende stelsel aan primaire zijde.

135. Het isolatieniveau van een scheidingsstransformator (zie eis 129 en eis 132) tussen primaire en secundaire wikkeling en tussen gestel en wikkelingen dient tenminste 2,5 kV gedurende 1 minuut te bedragen.

136. Het metalen gestel van een scheidingsstransformator (voor zover van toepassing) dient deugdelijk te zijn verbonden met de functionele aarde van het voedende stelsel (aan primaire zijde).

137. Metalen installatiebehuizingen, die uit dezelfde eindgroep gevoed worden, dienen onderling doorverbonden te worden via een potentiaalvereffeningsleiding.

Voor installaties die gekoppeld zijn aan de spoorstaaf geldt de beperking dat enkel potentiaalvereffening mag worden toegepast voor installaties die voeding krijgen uit dezelfde secundaire wikkeling van de scheidingstransformator. Omloopstromen (ATB) via potentiaalvereffeningsleidingen moet namelijk worden voorkomen.

138. Bij voeding uit een (gecreëerd ProRail¹⁶) TT-stelsel dienen de metalen installatiebehuizingen via een beschermingsleiding (PE) galvanisch verbonden te worden met de aardrail van de hoofdverdeler (verdeelinrichting) van de betreffende elektrische installatie.

139. Bij voeding uit een (gecreëerd ProRail) TT-stelsel dienen metalen installatiebehuizingen elektrisch vereffend te worden met de stalen constructie via een aardlitze/aardkabel.

¹⁵ Aardverspreidingsweerstand $R_A > 166 \Omega$ NEN 1010: 2015/411.5.3.

¹⁶ Indien de netbeheerder een TN-S net aanbiedt kun je een TT-stelsel maken door de PE-leiding van de netbeheerder geïsoleerd af te monteren. De aardrail van de hoofdverdeler dient vervolgens te worden verbonden met een eigen aardelektrode. Zie ook eis 144.

140. Voedingskabels dienen een kunststof buitenmantel te hebben zodat geen zwervstromen kunnen intreden.
141. Bij voeding uit een TT-stelsel dienen de aardmantels van de voedingskabels (YMvK-as) aangesloten te worden op de aardrail van de hoofdverdeler.
142. Bij voeding uit een scheidingstransformator met uitgaande TN-S-voeding dienen de aardmantels van de voedingskabels (YMvK-as) te worden geaard op de aardrail of de behuizing van de aangesloten installatie.
143. Bij voeding uit een S-keten dienen de aardmantels van de voedingskabels (YMvK-as) zwevend te worden gelaten.
144. Indien de netbeheerder een TN-S voeding aanbiedt terwijl voeding uit een TT-stelsel gewenst is, dient de PE-leiding in de voedingskabel van de netbeheerder geïsoleerd ingevoerd te worden in de hoofdverdeler (verdeelinrichting) van de installatie. In deze hoofdverdeler dient de PE-leiding van de netbeheerder niet aangesloten te worden op de aardrail. In plaats daarvan dient de PE-leiding van de netbeheerder afgemonteerd te worden op een separate geïsoleerde klemmenblok.
Zie ter illustratie Figuur 30, en Figuur 31.
145. De behuizing van een hoofdverdeelkast / verdeelinrichting dient bij voorkeur in kunststof te worden uitgevoerd.
146. In geval van een TT-stelsel voeding dient ter plaatse van de hoofdverdeelkast / verdeelinrichting een aardelektrode te worden geslagen. In plaats van een aparte aardelektrode mag ook effectief gebruik worden gemaakt van de aardelektrode van de constructie (perronkap/brug) indien aanwezig.
147. De hoofdverdeelkast dient een aardrail te hebben die bij een TT-stelsel galvanisch en kortsluitvast is gekoppeld met de gekozen aardelektrode van eis 146.
148. Voor installaties, die voeding krijgen uit een TT-net en die tevens bevestigd zijn aan een metalen constructie met spoorstaafverbinding, geldt dat de aardverspreidingsweerstand R_A van de aardelektrode (zoals gedefinieerd in eis 147) tenminste **2,5 Ω** ¹⁷ dient te zijn en maximaal 166 Ω conform NEN 1010: 2015/411.5.3.
149. Bij voeding uit een TT-net geldt dat de beveiliging tegen elektrische schok dient te worden gerealiseerd met een aardlekbeveiliging.

De volgende criteria zijn van toepassing:

- de uitschakeltijd dient te voldoen aan NEN1010:2015/411.3.2.2 (tabel 41.1) en NEN1010:2015/411.3.2.4;
- $R_A \cdot I_{\Delta n} \leq 50 V$
Met:
 - R_A : is de totale weerstand van de aardelektrode en de beschermingsleiding naar de metalen behuizingen [Ω];

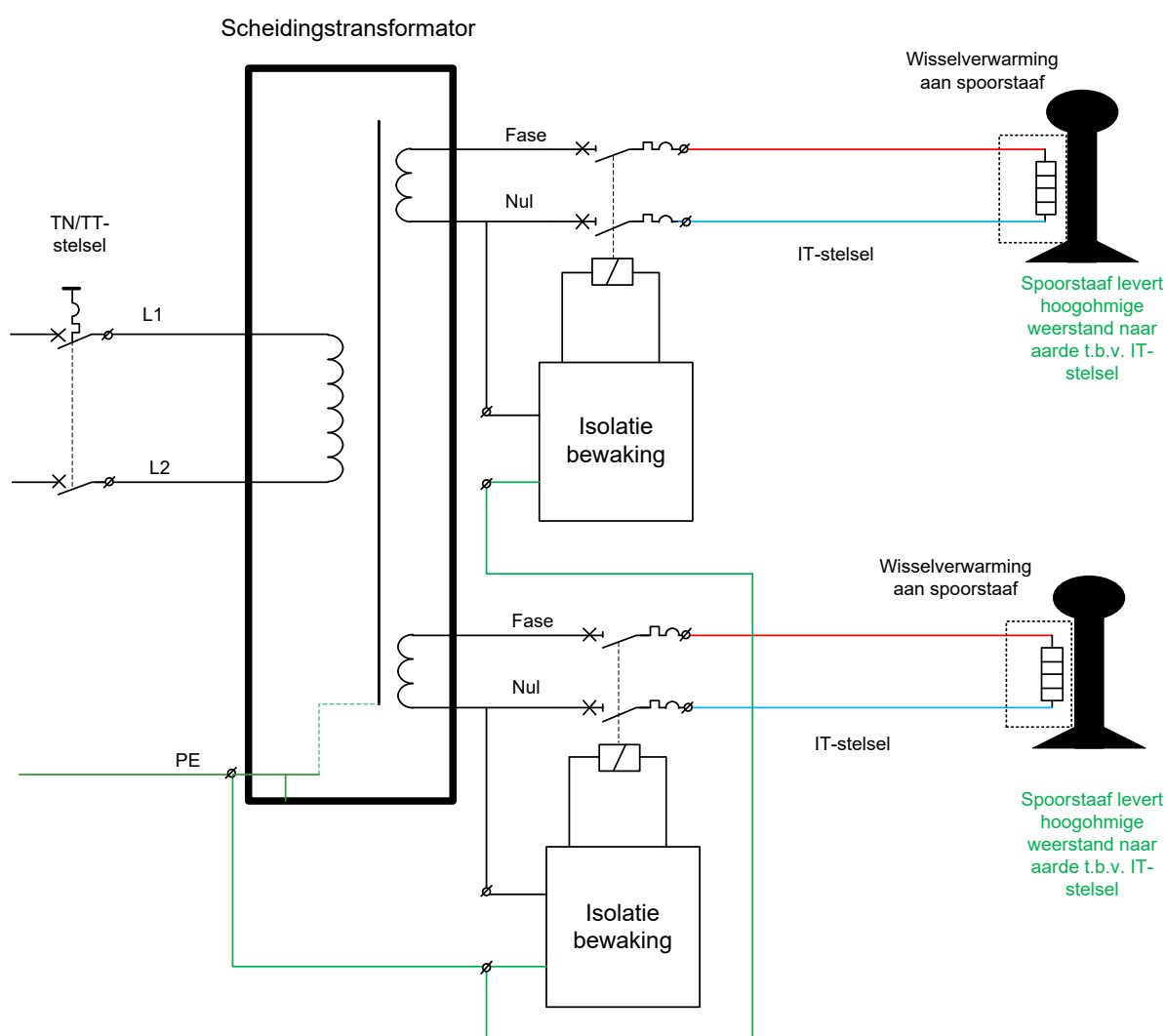
¹⁷ De minimale aardverspreidingsweerstand van 2,5 Ω is nodig ter beperking van de DC-zwervstroom.

- $I_{\Delta n}$: is de toegekende aanspreekstroom van het toestel voor aardlekbeveiliging [A].

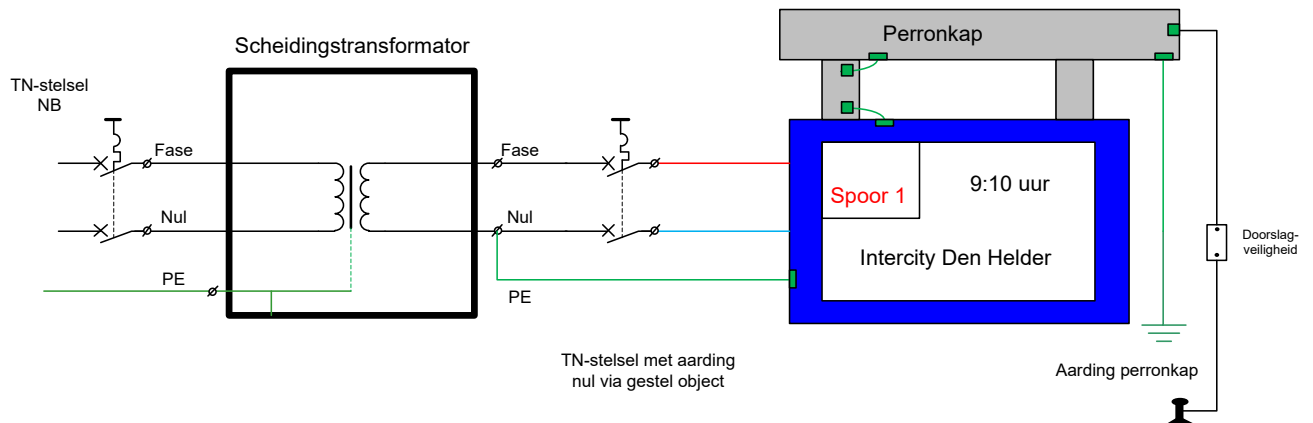
Om onterecht aanspreken van aardlekbeveiligingen bij onweer te voorkomen dient een aardlekbeveiliging te worden toegepast met een tijdvertraging van 40 ms.

De ingestelde tijdvertraging mag niet hoger zijn dan 0,2 s (230V) of 70 ms (400V) conform tabel 41.1 van NEN1010:2015/411.3.2.2.

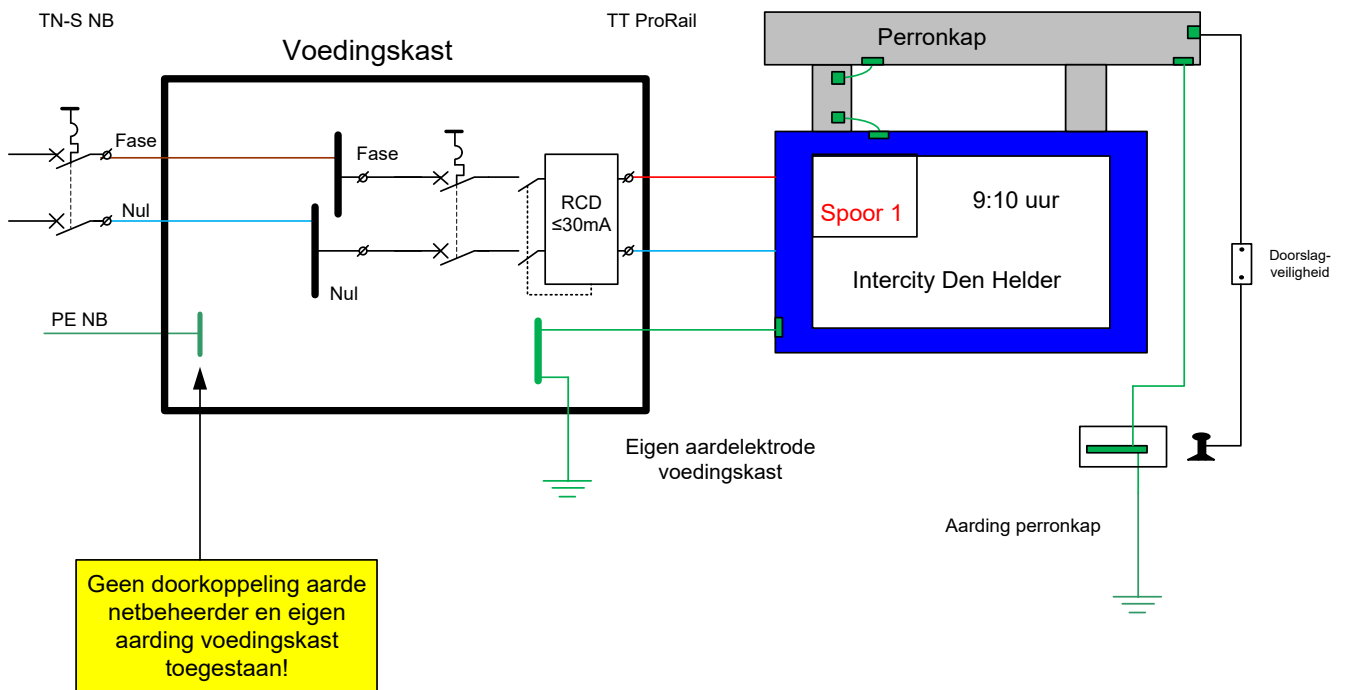
150. Bij voeding uit een TT-net dient aanvullend op eis 149 een beveiligingstoestel (installatie-automaat) tegen kortsluiting en overstroom te worden toegepast conform hoofdstuk 43 van de NEN1010: 2015.



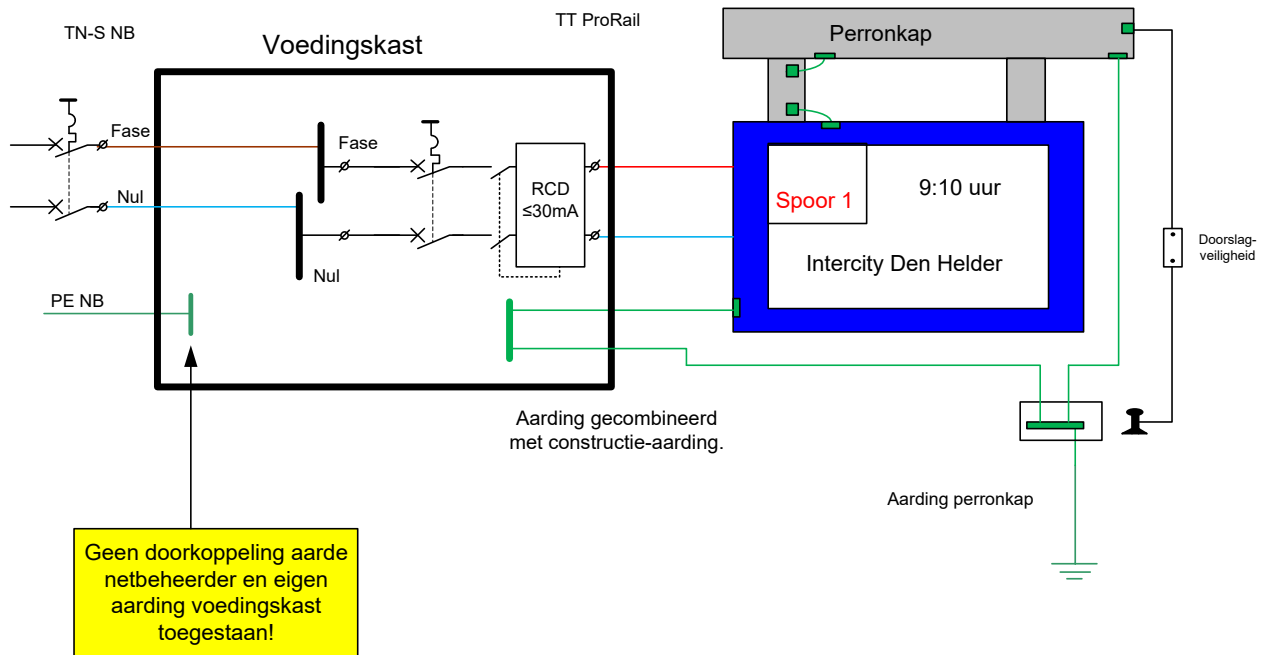
Figuur 28 Principe voeding installatie in contact met spoorstaven.



Figuur 29 Voeding installatie in contact met constructie met PSV en DSV met scheidingstransformator.



Figuur 30 Voeding uit TT-stelsel, optie 1: Separate aardelektrode voedingskast. Gevoeliger voor zwelfstromen

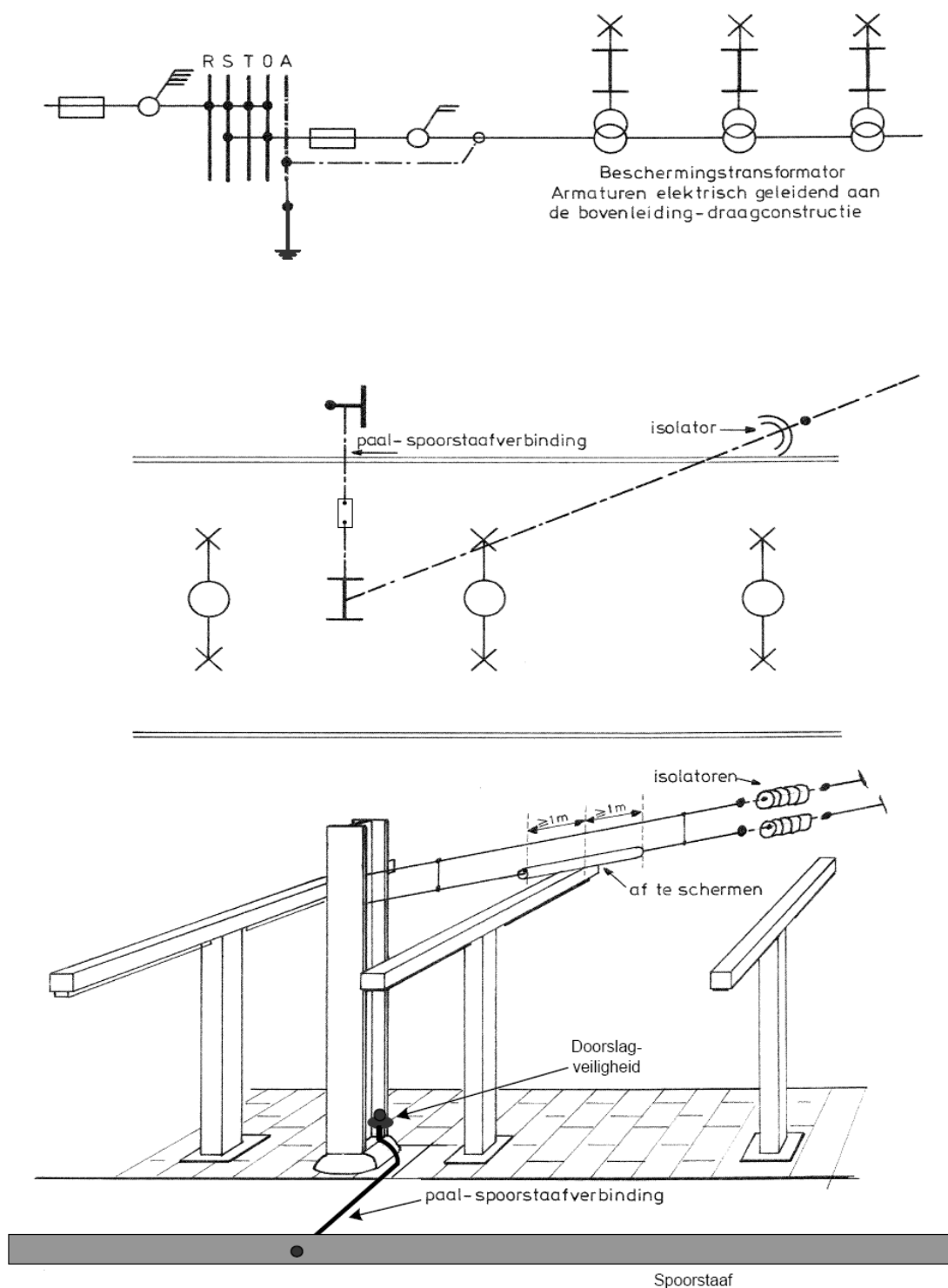


Figuur 31 Voeding uit TT-stelsel, optie 2: Gecombineerde aarding constructie en installatie. Niet gevoelig voor zwervstromen (voorkeur).

3.13.3 Aanvullende eisen afscherming elektrische toestellen nabij bovenleiding

151. Wanneer de afstand tussen een rijdraad- / draagkabelafspanning in de bovenleiding en de (van functionele aarde voorziene) toestellen < 1 m is, dient deze afspanning afgeschermd te worden over een afstand van tenminste 2 m. De toe te passen afscherming dient te voldoen aan RLN00008. Zie ter illustratie Figuur 32.

Rijdraad- / draagkabelafspanningen zijn ter hoogte van de bovenleidingdraagconstructie verbonden met de retourleiding (minus). Daar waar lichtmasten of andere toestellen nabij afspanningen zijn geplaatst, kan er een potentiaalverschil ontstaan tussen deze afspanningen en de (van functionele aarde voorziene) toestellen.



Figuur 32 Afscherming nabij bovenleidinggeleiders

3.13.4 Aanvullende eis verlichtingsarmaturen en seinen aan bovenleidingconstructies

In geval sprake is van een verlichtingsarmatuur/sein dat gemonteerd is aan de bovenleidingdraagconstructie geldt de volgende aanvullende eis:

152. Metalen lamphuizen van een sein dienen galvanisch te worden gekoppeld met de draagconstructie, tenzij deze draagconstructie in beton is uitgevoerd.

Wanneer een sein is aangebracht aan een metalen bovenleidingdraagconstructie, behoeven geen bijzondere voorzieningen te worden getroffen, aangezien de circuits geheel vrij van aarde zijn en er ook geen metalen omhulsels van de kabels of beschermingsleidingen in de kabels aanwezig zijn.

3.13.5 Aanvullende eis stations met meerdere kapconstructies

153. Indien op een station los van elkaar staande stalen kapconstructies voorkomen, waarvan er één of meer met de retourleiding zijn verbonden, dan mogen deze niet via kabels en metalen leidingen elektrisch met elkaar worden doorverbonden.

Toelichting: Dit is nodig om het risico op ATB-omloopstromen te beperken.

3.13.6 Specifieke eisen laagspanningsinstallaties in relaishuizen

154. De voeding van elektrische apparatuur in relaishuizen dient bij voorkeur te worden gerealiseerd als TT-stelsel conform NEN1010 ter voorkoming van schade door DC-zwerfstromen. (Zie in dit kader ook paragraaf 3.13.2.)
155. De aardfoutdetectoren dienen aangesloten te worden op de functionele aarde van het relaishuis.
156. De benodigde testaaarde voor deze circuits dient niet te worden verbonden met de functionele aarde van het relaishuis, omdat bij het testen de schakeling inclusief de functionele aarding van het relaishuis moet worden beproefd.
157. Voor de testaaarde dient steeds een aparte aardelektrode toegepast te worden.
158. De aardverspreidingsweerstand van de testaaarde voor de aardfoutdetectoren dient te liggen tussen de 5 Ω en 100 Ω .

3.13.7 Specifieke eisen aan motorkasten voor bediening van bovenleidingschakelaars

Voor het maken van koppelingen of scheidingen in de bovenleiding worden bovenleidingschakelaars gebruikt. Deze bovenleidingschakelaars bevinden zich boven in de bovenleidingportalen en worden veelal op afstand door middel van een motorkast bediend.

159. Om te voorkomen dat bij isolatorbreuk de kortsluitstroom via de bedieningskabels zou afvloeien, dienen de motorkasten elektrisch geïsoleerd van de bovenleidingdraagconstructie opgesteld te worden.
160. Daar de motorkasten deel uitmaken van de 230 V-installatie dienen deze via het kabelschaarscherm verbonden te worden met de functionele aarde van deze installatie:
- a) in onder- en schakelstations is dit de aardrail / EMC-interface van het lokale bedrijfsvoeringssysteem (Zie OVS00013-2);
 - b) bij afstandskasten moet worden getracht de functionele aarde met de voedingskabel mee te voeren;
 - c) bij onderposten dient gebruik te worden gemaakt van de voor de overige installatie benodigde functionele aarde.

3.14 Aardingsvoorzieningen bovenleiding beweegbare brug

Bij beweegbare bruggen en dergelijke kan een voorziening aangebracht zijn voor het “aarden” van de bovenleiding. Het veilig werken in de nabijheid van de bovenleiding dient op de volgende manier geborgd te worden:

161. De bovenleiding dient met minus te kunnen worden verbonden door middel van ten minste één schakelaar.
162. De kabelverbinding tussen schakelaar en minus dient tenminste een kernddoorsnede te hebben van 1 x 70 mm² Al.
163. In geval bij beweegbare bruggen de bovenleiding geaard wordt door middel van een aardelektrode, dient tevens een standaard of hoogvermogen doorslagveiligheid geplaatst te worden tussen het aardpunt en minus.

In geval het geaarde deel onverhoopt toch onder spanning komt te staan, zal er een goede kortsluiting ontstaan zodat de invoedende snelschakelaar(s) uitschakelen.

3.15 Capacitieve aarding 1500 V-spoor / dieselspoor ter beperking aanraakspanning

De eisen in paragraaf 3.15.1, 3.15.2 en 3.15.3 zijn enkel van toepassing indien sprake is van:

- nieuwe aanleg en / of uitbreiding van 25 kV-spoorlijnen die zich bevinden nabij 1500 V-spoor of dieselspoor dan wel
- nieuwe aanleg van een dieselspoor of 1500 V-spoor in de nabijheid van 25 kV-spoor.

De noodzaak voor het toepassen van capacitieve aarding volgt uit de antwoorden op vraag 1 t/m 6 in eis 164.

Het bepalen van de noodzaak en het installeren van capacitieve aarding in 1500 V-spoor / dieselspoor dient onderdeel te zijn van het project dat belast is met de modificatie / aanleg van het 25 kV-spoor dan wel de nieuwe aanleg van 1500 V-spoor / dieselspoor.

Ook voor parallelloop met hoogspanningslijnen kan capacitieve aarding van 1500 V-sporen of dieselsporen door ProRail overwogen worden als maatregel voor het realiseren van EMC. Vanwege de aanzienlijke kosten, dient de noodzaak wel aangetoond te zijn met een EMC-studie en een gedegen risico-onderbouwing. De afweging om al dan niet capacitieve aarding toe te passen ligt ten alle tijden bij ProRail. Het onderzoekstraject is afgedekt via RLN00398. **In deze casus geldt de beslismethodiek in eis 164 uitdrukkelijk niet.** Wel van toepassing zijn paragraaf 3.15.2 en 3.15.3.

3.15.1 Bepaling noodzaak capacitieve aarding

Capacitieve aarding van 1500 V-sporen of dieselsporen is nodig indien:

- de optredende 50 Hz-aanraakspanning, veroorzaakt door de 50 Hz-zwerfstroom vanuit het nabij gelegen 25 kV-spoor, de wettelijke limiet¹⁸ overschrijdt en er daadwerkelijk risico is op elektrocutie (overbrugbaar door de mens);
- de werking van treinbeveiligingssystemen onveilig verstoord dreigt te worden door elektromagnetische beïnvloeding.

Opmerking: Voor wat betreft de tweede bullet, kan als alternatief voor capacitieve aarding ook gekozen worden voor een ander type treindetectiesysteem dat inherent ongevoelig is voor 50 Hz-stroom en spanningen. De

¹⁸ Zie normering NEN-EN50122-1.

optimale beheermaatregel kan middels een LCM-afweging en in overleg met afdeling Treinbeveiliging worden bepaald.

Aan de hand van de vragen in eis 164 kan bepaald worden of capacatieve aarding nodig is of niet.

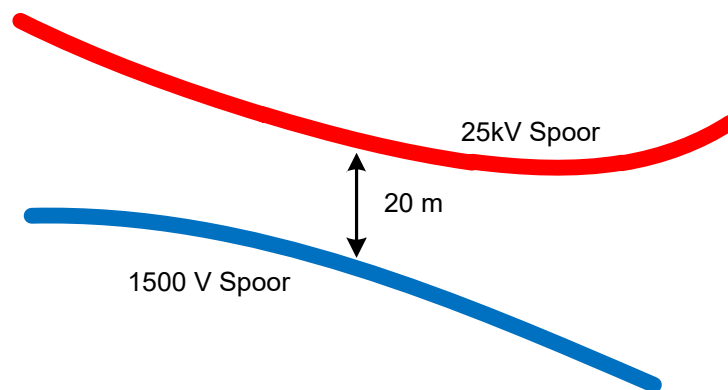
164. De noodzaak voor het aanbrengen van capacatieve aarding dient vastgesteld te worden aan de hand van de volgende vragen:

Vraag 1:

Ligt het te beschouwen 1500 V-geëlektrificeerde spoor of het niet-geëlektrificeerde dieselspoor deels in de directe nabijheid van ($< 700 \text{ m}^{19}$) dan wel direct parallel aan een 25 kV-geëlektrificeerd spoor of zijn er aansluitingen (via een spanningssluis) op het 25 kV-geëlektrificeerde spoor?

- JA: doorgaan met vraag 2;
 - NEE: stop, er hoeft **geen** capacatieve aarding toegepast te worden.
- Einde vragen.

Zie ter illustratie Figuur 33.



Figuur 33 Schets parallelloop 25 kV-spoor (rood) en 1500 V-spoor (blauw)

Vraag 2:

Heeft het te beschouwen spoor conventionele treindetectie door middel van GRS-spoorstroomlopen?

- JA: doorgaan met vraag 3 t/m 5;
- NEE: ga door met vraag 6.

Vraag 3:

Blijft de optredende 50 Hz-zwerfstroom in de spoorstaven beneden de immuniteitsniveaus van de treindetectiecircuits?

Om dit vast te stellen dient een locatie gebonden EMC-studie te worden uitgevoerd. (zie bijlage III). Het immuniteitscriterium voor de 50 Hz-stroom dient door ProRail AM Techniek TB te worden verstrekt voorafgaand aan de uitvoering van de studie.

¹⁹ 'Zone Parallelloop' = 700 m conform OVS00111.

Vraag 4:

Blijft de 50 Hz CM-stoorspanning ('common mode') van de spoorstaven, veroorzaakt door 50 Hz zwelfstromen, beneden het immuniteitsniveau van de enkelbenige treindetectiecircuits (indien van toepassing)?

*Om dit vast te stellen dient een locatie gebonden EMC-studie te worden uitgevoerd. (zie bijlage III).
Het immuniteitscriterium voor 50 Hz-stroom dient door ProRail AM Techniek TB te worden verstrekt voorafgaand aan de studie.*

Vraag 5:

Blijft de 50 Hz stoorspanning in de bovenleiding beneden de 50 V in normaal bedrijf en 75 V bij uitval van een 1500 V DC onderstation?

Om dit vast te stellen dient een locatie gebonden EMC-studie te worden uitgevoerd. (zie bijlage III).

Vraag 6:

Voldoet de berekende (of gemeten) 50 Hz-aanraakspanning aan de norm NEN-EN 50122-1?

Om dit vast te stellen, dient een locatie gebonden EMC-studie of meetprogramma te worden uitgevoerd.

Indien het antwoord op vraag 2 "NEE" (geen GRS) en vraag 6 "JA" luidt, dan is het niet nodig om capacitieve aarding toe te passen.

Indien het antwoord op zowel vraag 2 als vraag 6 "NEE" luidt, dan moet capacitieve aarding toegepast worden, indien het risico dat een persoon door elektrocutie letsel oploopt of zelfs overlijdt 'Rood' is geclassificeerd in de ProRail risicomatrix. Is het risico "Geel" of "Groen", dan dient afgewogen te worden of capacitieve aarding wel nodig is en / of andere maatregelen (ook procedureel of via afscherming) niet goedkoper zijn.

Indien het antwoord op alle vragen 2 tot en met 6 "JA" is, dan is het niet noodzakelijk om capacitieve aarding toe te passen.

Indien vraag 2 met "Ja" is beantwoord (GRS aanwezig) en het antwoord op één van de vragen 3 tot en met 5 "NEE" is, dan dient capacitieve aarding te worden toegepast.

3.15.2 Eisen aan condensatorbank voor DC-aarding

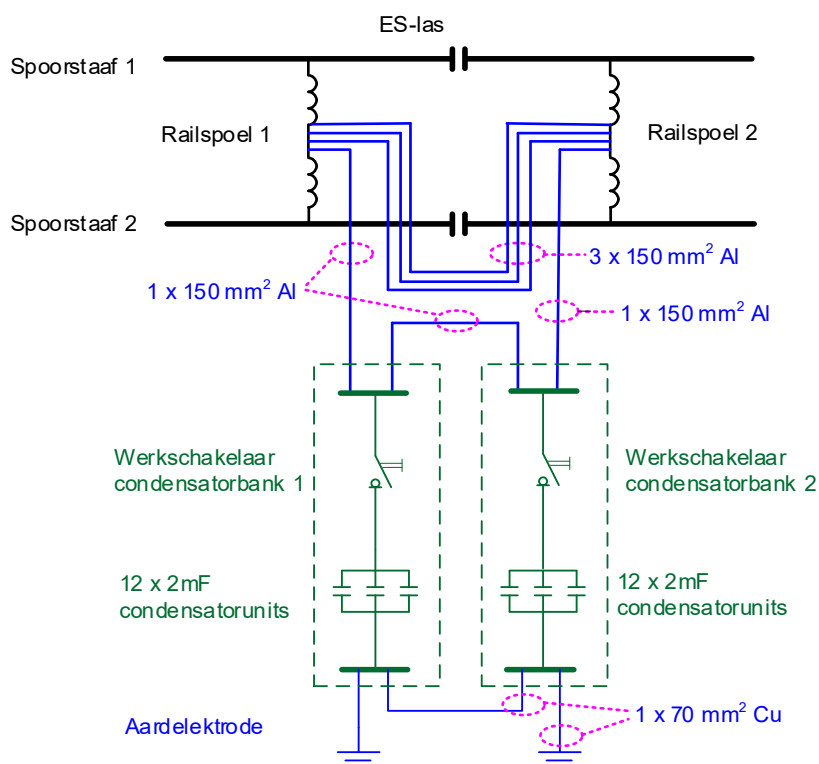
165. De benodigde condensatorbanken dienen te voldoen aan de specificatie in hoofdstuk 13 en mogen vrij ingekocht worden.

De volgende fabrikanten leveren condensatorbanken die voldoen aan de gestelde eisen: Batenburg en Qirion (oud Liandon/Nuon).

3.15.3 Inpassing condensatorbanken in retourontwerp

166. Het aantal en de locaties van de toe te passen condensatorbanken in het retourontwerp dienen te worden bepaald aan de hand van de uit te voeren EMC-studie van bijlage III.

167. Per locatie dienen altijd twee afzonderlijke condensatorbanken toegepast te worden.
Toelichting: dit is om reden van onderhoudbaarheid en eenduidigheid.
168. De condensatorbanken dienen aangesloten te worden conform Figuur 34, waarbij de kabels tussen spoor en condensatorbank zoveel mogelijk in slagvaste buizen zijn uitgevoerd ter voorkoming van diefstal.
169. De condensatorbanken dienen geplaatst te worden bij de middenaftakking van een railspoel conform Figuur 34.
170. Per locaties dienen twee aardelektrodes (of aardingsnesten) te worden aangebracht met een aardverspreidingsweerstand van ten hoogste $0,25 \Omega$ per aardpen / aardingsnest. De aardelektrodes dienen hierbij een onderlinge afstand te hebben van tenminste 10 m.
Indien de gevraagde lage aardverspreidingsweerstand niet haalbaar is, dient overleg plaats te vinden met ProRail AM.
171. Op een dubbelsporig baanvak dienen de condensatorbanken alleen geplaatst te worden bij een dwarsverbinding tussen twee sporen. De eisen met betrekking tot de afstanden tussen dwarsverbindingen conform OVS00085/2.2.4, blijven onverminderd van toepassing.
Toelichting: het plaatsen van condensatorbanken bij dwarsverbindingen voorkomt omloopstromen van ATB EG.
172. De vigerende voorschriften voor plaatsing van objecten langs het spoor (bereikbaarheid, zichtlijnen, vandalisme) dienen gevolgd te worden.
173. De condensatorbanken dienen bij voorkeur geplaatst te worden bij een 1500 V_{DC}-onderstation.
174. De condensatorbanken en de retourverbindingen naar de railspoel dienen op OR-blad te worden weergegeven, inclusief kilometrering, zoals aangegeven in bijlage II.



Figuur 34 Capacitieve aarding spoor

Opmerkingen:

- *Voorafgaand aan de bouw dient het retourontwerp te worden goedgekeurd door de afdeling AM Techniek TB. Bij goedkeuring van het ontwerp wordt een zogenaamde EMC verklaring verleend door de ProRail afdeling AM Techniek TB.*
- *Het retourontwerp met condensatorbanken dient tevens goedgekeurd te worden door de ProRail installatieverantwoordelijke van de regio.*

4 Beveiliging tankplaatsen en losplaatsen met risico op brand / explosie

4.1 Algemeen

Dit hoofdstuk stelt eisen aan de beveiliging van tankplaatsen en losplaatsen voor licht-brandbare en explosieve vloeistoffen en gassen. Onder lichtbrandbare en explosieve vloeistoffen en gassen worden verstaan vloeistoffen en gassen met vlampunt beneden 21 °C.

Onder beveiliging wordt in dit verband verstaan het voorkomen van:

- a) vonkvorming bij het aan- en afkoppelen van de losslangen en
- b) ongunstige beïnvloeding van de installatie door zwervstromen of kortsluitstromen.

In dit hoofdstuk wordt gesproken over het **valbereik van de bovenleiding**. Onder valbereik van de bovenleiding wordt in dit hoofdstuk verstaan de rijdraadbreekzone, zoals gedefinieerd in Figuur 22 en Figuur 23, plus 1,5 meter.

4.2 Vaste tankplaats zonder bovenleiding en buiten valbereik bovenleiding nevenspoor

175. De tankplaats dient door middel van ES-lassen elektrisch gescheiden te worden van de geëlektrificeerde sporen. Zie in dit kader ook § 2.6

176. De tankinterface (tankkoppeling of tankpistool) van de vaste tankinstallatie dient conform NEN-EN50122-1:

- of galvanisch te worden gekoppeld met de spoorstaaf middels een verbinding 1 x 50 mm² Cu of 1 x 70 mm² Al;
- of elektrisch isolerend te worden uitgevoerd.

Doel is vonkvorming bij het tanken te voorkomen.

4.3 Vaste tankplaats zonder bovenleiding maar binnen valbereik bovenleiding nevenspoor

177. De bovenleidingloze tankplaats dient door middel van ES-lassen elektrisch gescheiden te worden van de geëlektrificeerde sporen. Zie in dit kader ook § 2.6.

Eis komt oorspronkelijk voort uit NEN-EN50122-1:1997/6.1.5 en 6.1.6.

178. De beide spoorstaven van de tankplaats moeten net na de elektrische scheiding van eis 177 (aan de zijde van de tankplaats) middels een verbinding 1 x 50 mm² Cu of 1 x 70 mm² Al zijn doorverbonden.

Indien sprake is van enkelbenige spoorstroomlopen mag een doorslagveiligheid in de verbinding worden toegepast. Bij dubbelbenige spoorstroomlopen kan de doorkoppeling via een railspoel gerealiseerd.

179. Er dient een verbinding (50 mm² Cu of 70 mm² AL) met doorslagveiligheid conform eis 11 te worden aangebracht tussen een spoorstaaf van de tankplaats en de retourvoerende spoorstaaf van het geëlektrificeerde nevenspoor.

180. De tankinterface (tankkoppeling of tankpistool) van de vaste tankinstallatie dient conform NEN-EN50122-1:2011:

- of galvanisch te worden gekoppeld met de retourvoerende spoorstaaf middels een verbinding 1 x 50 mm² Cu of 1 x 70 mm² Al;
- of elektrisch isolerend te worden uitgevoerd.

Doel is vonkvorming bij het tanken te voorkomen.

4.4 Vaste tankplaats met bovenleiding

181. De tankinterface (tankkoppeling of tankpistool) van de vaste tankinstallatie dient conform NEN-EN50122-1:2011:

- of galvanisch te worden gekoppeld met de retourvoerende spoorstaaf middels een geïsoleerde verbinding 1 x 50 mm² Cu of 1 x 70 mm² Al;
- of elektrisch isolerend te worden uitgevoerd.

Doel is vonkvorming bij het tanken te voorkomen.

182. Indien de tankinterface en de tankslang met optionele dampretourleiding elektrisch geleidend zijn uitgevoerd, dient in het buizenet een isolerend gedeelte te zijn toegepast dat zorgt voor een elektrische isolatie tussen de functionele aarde van de tankinstallatie en de retourleiding.

Dit isolerende gedeelte ($\geq 10 \text{ k}\Omega$) dient te worden gerealiseerd buiten het 'valbereik van de bovenleiding', zoals gedefinieerd in § 4.1 en zo dicht mogelijk bij het spoor.

183. Over het isolerende gedeelte dient conform NEN-EN50122-1:2011/8.5 een bliksem-overspanningsafleider te worden geïnstalleerd in verband met het risico op blikseminslag. Deze overspanningsafleider dient bij blikseminslag zelf vonkvrij te functioneren.

Doel is vonkvorming bij blikseminslag op de tankinstallatie te voorkomen.

184. Indien de tankplaats van bovenleiding is voorzien, geldt de volgende eis:

Voorafgaand aan het tankproces:

- dient de bovenleidingspanning van de tankplaats spanningsloos geschakeld te worden;
- dient aansluitend de bovenleiding via een schakelaar met minus te worden verbonden.

Deze eis komt voort uit NEN-EN50122-1:2011 (artikel 8.6 + figuur 24).

185. Wordt voor de lossing een pomp gebruikt, dan moet deze aan de tankzijde van het isolerende gedeelte zijn aangebracht.

186. De beide spoorstaven van de tankplaats moeten tenminste om de 70 meter middels een verbinding 1 x 50 mm² Cu of 1 x 70 mm² Al onderling en tevens met een nevenspoor zijn doorverbonden.

Indien sprake is van enkelbenige spoorstroomlopen mag een doorslagveiligheid in de verbinding worden toegepast. Bij dubbelbenige spoorstroomlopen kan de doorkoppeling via een railspoel gerealiseerd.

4.5 Mobiele tankwagen

187. Bij lossing in een tankauto moet, vóórdát de losslang wordt aangekoppeld, eerst een elektrisch geleidende verbinding tussen de wagen en de auto tot stand worden gebracht. Deze verbinding mag pas weer worden losgemaakt nadat de losslang is ontkoppeld
188. De auto mag op generlei wijze elektrisch in contact staan met een punt met aardpotentiaal, b.v. een waterleidingputje.
189. Wordt voor de lossing gebruik gemaakt van een pomp die uit het plaatselijk net wordt gevoed, dan moeten de pomp en de aandrijfmotor onderling elektrisch zijn gescheiden.

5 Life cycle eisen

De standaardoplossingen in dit hoofdstuk voldoen aan de generieke beschikbaarheidseisen, bedrijfszekerheidseisen en life-cycle eisen zoals die gelden voor het TEV-systeem.

6 Ontwerpregels

6.1 Ontwerpeisen en vastlegging ontwerp op OR-blad

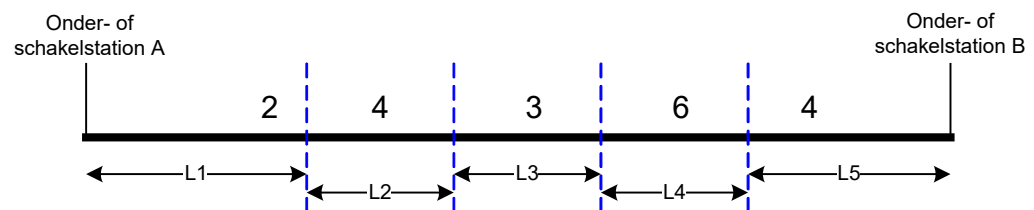
190. Door isolering van sporen ten behoeve van de beveiliging en de ATB worden de retourleidingweerstand verhoogd. Deze verhoging dient niet meer te bedragen dan 15%.

Achtergrond:

Het aantal enkelbenige secties dient op de vrije baan minimaal te blijven om onnodige investeringen in onderstations te voorkomen. Enkelbenige secties op de vrije baan maken het moeilijker te voldoen aan de spoorwegwet inzake beheersing stap- en aanraakspanningen.

Rekenvoorbeeld voor situatie met dubbelsporigheid.

Overzicht van het aantal spoorstaven, dat voor de retourleiding beschikbaar is:



L_1, L_2 enz. zijn de lengten van de betrokken gedeelten. Op emplacementen wordt gemeten tussen de middens van de wisselgroepen aan beide uiteinden.

Voor de hierna te noemen formules geldt:

de factor "Lo" is evenredig met de totale langsweerstand van twee niet-geïsoleerde sporen (4 benen) tussen A en B;

de factor "Li" is evenredig met de weerstand van de werkelijk voor de retourstroom beschikbare spoorstaven.

$Lo = 1/4 \times \text{de afstand tussen A en B.}$

$Li = 1/2.L_1 + 1/4.L_2 + 1/3.L_3 + 1/6.L_4 + 1/4.L_5.$

Steeds moet gelden: $Li \leq 1,15.Lo.$

191. Het been, waaraan de (paal-)spoorstaafverbindingen moeten worden aangebracht, dient in het algemeen het meest rechtse retourbeen te zijn, in de richting van de oplopende kilometrering. Op dit been worden aangesloten:

- bestaande (paal-)spoorstaafverbindingen waarin geen doorslagveiligheid is opgenomen;
- (paal-)spoorstaafverbindingen waarin een hoogvermogen doorslagveiligheid is opgenomen.

Bij enkelbenige spoorisolatie op overwegen op meersporige baanvakken moet het retourvoerende been het binnenste been zijn, dit om een zo hoog mogelijke isolatie tussen de niet-retourvoerende benen te krijgen.

NB: Voor (paal) spoorstaafverbindingen met reguliere doorslagveiligheden geldt eis 192.

192. De (paal) spoorstaafverbindingen, waarin een reguliere doorslagveiligheid is opgenomen, dienen te worden aangesloten op het meest dichtbij gelegen retourvoerende been, zoals aangegeven op het OR-blad.

NB: Voor (paal) spoorstaafverbindingen met hoogvermogen doorslagveiligheden geldt eis 191.

193. Als verschillende (paal-)spoorstaafverbindingen, waarin een hoogvermogen doorslagveiligheid is opgenomen dicht bij elkaar liggen, dienen deze zoveel mogelijk aangesloten te worden op hetzelfde been van één spoorstroomloop. Aansluiten op het retourvoerende been van een enkelbenig geïsoleerde spoorstroomloop heeft de voorkeur.
- De plaats van deze paalspoorstaafverbindingen in de geïsoleerde sectie moet op het OR-blad worden aangegeven conform eis 195j).*
194. Indien sprake is van een spoorkruising dienen (paal-)spoorstaafverbindingen bij nieuwbouw en vervanging in beschermende isolerende pijp of via een boring onder het spoor te worden uitgevoerd.
- Deze eis voorkomt dat een kortsluiting kan ontstaan tussen spoorstaven van verschillende spoorstroomlopen door een defecte paalspoorstaafverbinding.*
195. Van alle geëlektrificeerde sporen en van alle niet-geëlektrificeerde sporen die voorzien zijn van spoorgebonden treindetectie- en beveiliging of van automatisch werkende overwegbeveiliging (aki's, ahob's) worden "Overzichtsbladen Retourleiding" OR-bladen gemaakt. Op OR-bladen dient onder meer aangegeven te worden:
- a) de indeling en benaming van de geïsoleerde secties;
 - b) de wijze van isoleren (dubbel- of enkelbenig);
 - c) de isolerende lassen ter afsluiting van de retourleiding;
 - d) de dwarsverbindingen;
 - e) de verbindingen ter voorkoming van onderbreking van de retourleiding;
 - f) de parallelverbindingen;
 - g) de railspoelen;
 - h) de retourverbindingen bij beweegbare bruggen;
 - i) de retourverbindingen bij onder- en schakelstations;
 - j) de paalspoorstaafverbindingen waarin een hoogvermogen doorslagveiligheid is opgenomen;
 - k) de aansluitingen ten behoeve van kathodische bescherming (indien van toepassing);
 - l) de aansluitkast van de kathodische bescherming (indien van toepassing);
 - m) de verbindingen ten behoeve van ATB;
 - n) het aantal van de te gebruiken verbindingen;
 - o) de verbindingen in enkelbenig geïsoleerde secties ter bescherming van de spoorstroomlopen.
196. De vaste spoorstaafverbinding (minusaansluiting) van alle vaste aardingsschakelaars (o.a. tunnelaarders) dienen altijd op OR-blad te worden aangegeven.
197. In het ontwerp dan wel de ontwerpsspecificatie dient duidelijk te worden aangegeven op welke onderlinge afstand kabels moeten worden geïnstalleerd.
198. Tekeningen dienen te voldoen aan de eisen zoals opgenomen in het algemeen voorschrift ALV00001 en aan de overige vigerende ProRail tekenvoorschriften.
199. De toegepaste symboliek op OR-bladen dient te voldoen aan OVS60091-3.
200. Bij wijziging van een bestaande installatie dient de locatie gebonden technische documentatie van de installatie overeenkomstig te worden aangepast.

6.2 Toepassen van producten

Binnen de ProRail-regelgeving zijn drie typen producten (componenten) te onderkennen:

- Producten die vrij op de markt ingekocht mogen worden op basis van de eisen in dit OVS zonder expliciete ProRail-vrijgave. Het betreft generiek verkrijgbare niet complexe producten met een laag beheer- dan wel veiligheidsrisico, waarvoor ProRail geen BEA of SPC heeft uitgegeven.

- Producten die vrij op de markt mogen worden ingekocht op basis van een door ProRail geautoriseerde productcertificatie (SPC).
 - Producten die zijn vrijgegeven en waarvoor ProRail een bestel- en acceptatieformulier (BEA) heeft gepubliceerd. Aan een BEA is een leveringsraamcontract gekoppeld.
201. De producten, waarvoor ProRail een productspecificatie (SPC) heeft uitgegeven, dienen te zijn voorzien van een certificaat conform het ProRail voorschrift PBE00012, "Beleid Inkoop Railinfraproducten, Vrij in de markt in te kopen spoorweg specifieke producten".
202. Vrijgegeven producten waarvoor een bestel- en acceptatieformulier (BEA) bestaat mogen direct worden ingekocht onder verwijzing naar het ProRail leveringscontract.
In de betreffende BEA staat alle benodigde informatie voor bestelling. Ook zijn in de BEA eventuele productkenmerken te vinden die relevant zijn voor het maken van een ontwerp, bijvoorbeeld de afmetingen van de componenten.
203. De opdrachtnemer dient na te gaan of de standaard oplossingen, zoals voorgeschreven, volstaan in het specifieke ontwerp.

6.3 Afwijkingen

204. Afwijken van de generieke eisen en oplossingen, zoals voorgeschreven in dit OVS00085 en andere vigerende ProRail-regelgeving, is toegestaan indien:
- dit leidt tot lagere life cycle kosten;
 - en / of er geen ontwerp kan worden gemaakt met de voorgeschreven generieke oplossingen;
 - en de afwijkingen en de bijbehorende onderbouwing zijn goedgekeurd door de systeemmanager van ProRail AM techniek EV.
205. Afwijkingen, zoals genoemd in eis 204, dienen als voorstel ter goedkeuring aan de systeemmanager van ProRail AM techniek EV te worden voorgelegd.
Het voorstel voor de afwijking(en) dient vergezeld te gaan van een schriftelijke onderbouwing.

6.4 Goedkeuring door ProRail

206. Een ontwerp dient te worden goedgekeurd door de Installatieverantwoordelijke Energievoorziening van de desbetreffende ProRail-regio en de ProRail Vakdeskundige Treinbeveiliging.

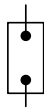
7 Revisiegegevens

Datum	versie	Hoofdstuk/ para-graaf	Wijziging
01-11-2004	001	Eerste versie. Dit voorschrift vervangt de EVSA C 5507.	Wijzigingen t.o.v. de EVSA zijn vastgelegd in het ProRail rapport HC044404.
01-04-2009	002	Update document	Algehele update
01-04-2010	003	Redactionele update	Diverse kleine tekstuele verbeteringen, zoals gedocumenteerd in revisie-overzicht van OVS00085-v003.
01-06-2012	004	Update	- Aluminium alternatieven voor koper toegevoegd. - Toevoeging voorbeeldfiguren voeding installaties. - Redactionele updates. - Eisen aangepast op nieuwe EN50122-1:2011. - Toevoeging ontwerpregels capacitieve aarding. - Toevoeging derde railspoel aan Figuur 11 voor doorkoppeling dubbelbenig geïsoleerde wissel. - Normenupdate + omcodering TB-voorschriften; - Weergave minuskoppeling aardschakelaar op OR-blad.
01-04-2014	005	Update	Ten opzichte van versie 4 is het volgende gewijzigd: • Toevoeging ref.: OVS60111-1. • De volgende eisen zijn gewijzigd: 19, 23, 24, 31, 35, 75, 76, 80, 81, 82, 85, 86, 89, 98, 1, 205, 206, 207, 208, 210. • De volgende eisen zijn nieuw: 20, 21, 26, 98. • Aanpassing tekst voetnoten. • De volgende figuren zijn nieuw: Figuur 1, Figuur 2. • De volgende figuren zijn gewijzigd: Figuur 24, Figuur 10. • Figuur portalen met PSV zonder DSV verwijderd. • Paragraaf 3.8.6.1 uit versie 4 is verwijderd door komst OVS00207 "Depotvoedingsinstallatie". • Hoofdstuk 13 (bijlage VI): Figuur uitgewisseld. Kabelschoen railspoel is dunner geworden.
01-12-2016	006	Update	• Actualisatie normen en verwijzingen. • Correcte verwijzing doorslagveiligheid. • Eisen ook van toepassing verklaard op passarellas. • Par. 3.13.2 aangepast in lijn met NEN1010:2015 en wisselverwarming. • Aanvullende eisen service en reiniging perrons alsmede seinen aan bvl constructies geïntegreerd in 3.13.2. • Verwijzingen opgenomen naar OVS00067, OVS00213, OVS00303, ISV61310, SPC61300. Dubbelingen verwijderd uit OVS85. • Kleine correctie figuur 10. • Bijlagen geschrapt wegens dubbelingen met ISV61310. • Diverse kleine correcties. • Correctie afdelingsnamen en afdelingsnamen.
01-12-2017	007	Kleine correctie	Tekening uitvoering hoogvermogen doorslagveiligheid toegevoegd in bijlage. Correctie inleidende tekst 2.1.

Elektrische Verbindingen aan Spoorstaven en Aardingen (EVSA)

01-03-2019	008	Actualisatie document en redactieslag hoofdstuk 6.	• Kleine correcties (redactieslag); • Actualisatie normen; • Afstemming met tekenvoorschrift OVS treinbeveiliging (OVS60091-3); • Volgorde eisen en paragraafindeling hoofdstuk 6 aangepast. (redactieslag voor verbetering leesbaarheid); • Eisen positief geformuleerd. (redactieslag conform uniform beleid ProRail eisenformulering) • Symbolenlijst geactualiseerd (bijlage I); • Schrapen verwijzing naar BEA00380; • Bijlage condensatorbank toegevoegd; • Verduidelijking par. 3.15 en verbreden toepassing tot parallelloop hoogspanningslijnen inclusief verwijzing naar RLN00398.
15-03-2022	009	Kleine correcties	• Extra uitzondering eis 76; • Verduidelijking en correcties figuur 34; • CB5: eis verduidelijkt en achtergrond toegevoegd; • Doorverbind eis (176) geschrapt in par. 4.2 (vanwege ontbreken bovenleiding en ontbreken pantograaf risicozone); • Correcties tekening 8, 10, 21 en correctie bijlage 1; • Layout correcties; • RIB00031 is vervangen door PBE00012.

8 Bijlage I Bijzondere symbolen OVS00085



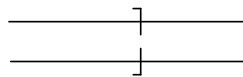
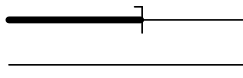
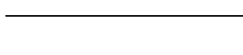
Doorslagveiligheid



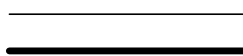
Bliksemoverspanningsafleider



Railspoel


Elektrische scheiding (isolerende las) in een spoorstaaf
t.b.v. de treindetectie en beveiliging

Eindlassen voor einde gebied met elektrische tractie
(enkel in combinatie met **niet** geïsoleerd spoor).

Eindlas ter indicatie einde gebied met spoorstroomlopen
treindetectie (zie ook OVS60091-3)


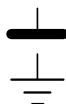
Niet geïsoleerd spoor



Enkelbenig geïsoleerd spoor

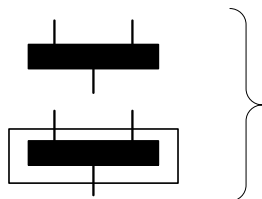


Dubbelbenig geïsoleerd spoor

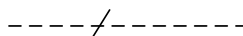


Verbinding met massa, gestel of frame

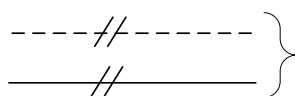
Verbinding met aarde



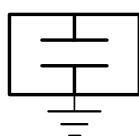
Verdeelkast / minuskast



Leiding bestaande uit 1 geleider



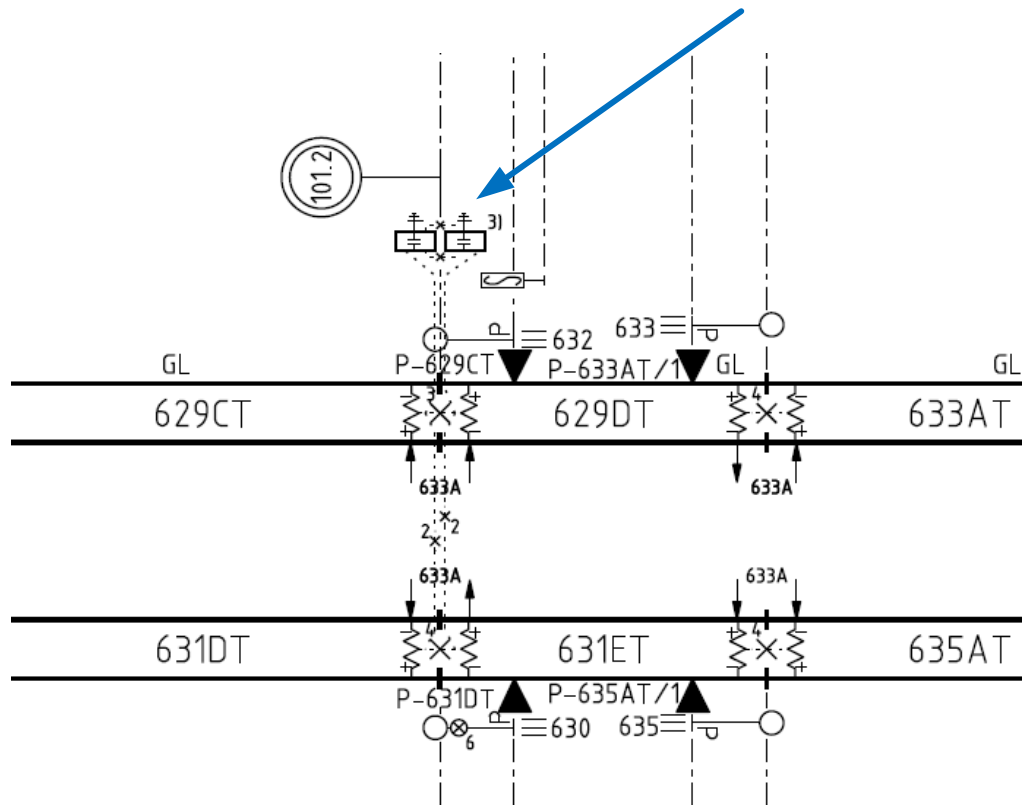
Leiding bestaande uit 2 geleiders



Condensatorbank

9 Bijlage II Weergave condensatorbank op OR-blad

Condensatorbanken voor het capacitief aarden van het spoor dienen op OR-blad ingetekend te worden, zoals hieronder aangegeven.



10 Bijlage III: EMC-studie effectiviteit capacitieve aarding**10.1 Locatie specifieke EMC-studie:**

De locatie specifieke EMC-studie dient tenminste de volgende onderdelen te bevatten:

- Uitgangspuntenoverzicht dat door ProRail is gevalideerd en goedgekeurd (zie par. 10.2);
- Toelichting toegepaste rekenmodel en of dit model gevalideerd is;
- Voorgestelde retourontwerp met capacitieve aarding, eventueel onder verwijzing naar OR-bladen;
- Onderbouwing dat beheersmaatregel 'capacitieve aarding' ertoe leidt dat de 50 Hz stap- en aanraakspanningen in het spoor voldoen aan de wettelijke norm NEN-EN 50122-1;
- Onderbouwing dat beheersmaatregel 'capacitieve aarding' ertoe leidt dat de 50 Hz-stroom in het spoor lager is dan de immuniteitswaarde van het treindetectiesysteem;
- Onderbouwing dat beheersmaatregel 'capacitieve aarding' ertoe leidt dat de 50 Hz-CM-spanning van het spoor lager is dan de immuniteitswaarde van het treindetectiesysteem;
- Onderbouwing dat beheersmaatregel 'capacitieve aarding' ertoe leidt dat de 50 Hz-spanning tussen bovenleiding en spoor via rijdend materieel lager is dan 50 V voor normaal ongestoorde tractie-energievoorziening en lager dan 75 V bij uitval van een 1500 V-onderstation.

Buiten de scope van de studie vallen zaken die al in een generieke risico-analyse bekeken zijn, zoals bijvoorbeeld:

- effecten van DC-kortsluitingen;
- effecten van blikseminslag.

Opmerkingen:

- De EMC-studie moet tezamen met het retourontwerp beoordeeld en goedgekeurd worden door de installatieverantwoordelijke Energievoorziening van de ProRail-regio.
- De EMC-studie en het retourontwerp moet tevens beoordeeld en goedgekeurd worden door de ProRail afdeling AM Techniek Treinbeveiliging. Na goedkeuring wordt zogenaamd een toestemming voor Gebruik, Ontwerp verleend.
- In het kader van OVS00111 kan een aanvullende EMC-studie nodig zijn. Zie in dit kader OVS00111.

10.2 Uitgangspuntenoverzicht:

Het overzicht dient ten minste de volgende onderdelen te bevatten:

- de vastlegging gebruikte rekenmodel.
- de vastlegging van de beschouwde faalwijzen (faalwijzen van 25 kV-spoor, 1500 V-spoor, condensatorbank, aardelektrode, bekabeling, etc.).
- de vastlegging van de beschouwde bedrijfsvoeringssituaties / onderhoudssituaties.
- de karakterisering van de 25 kV TEV infrastructuur (bijvoorbeeld RT-/AT-systeem, aantal AT-stations in bedrijf, vermogensafname, dienstregeling etc.).
- de karakterisering van de 1500 V-infrastructuur (bijvoorbeeld enkelbenige / dubbelbenige spoorstroomlopen, aantal en locatie van onderstations, aantal dwarsverbindingen in retour, spoorstaaf – aarde-impedantie, etc.);

- de vastlegging van de gehanteerde betrouwbaarheids- en beschikbaarheidsgetallen (voor de condensatorbank);
- type rijdend materieel op zowel 25 kV-baanvak als 1500 V-baanbak dat gebruikt is in simulatie.
- de toetsingscriteria aanraakspanningen;
- toetsingscriteria ten aanzien van immuniteit treindetectiecircuits (veiligheidscriteria).

Opmerkingen:

- Het uitgangspuntenoverzicht mag gebaseerd worden op reeds beschikbare uitgangspuntendocumenten voor bijvoorbeeld de HSL-Zuid en de Betuweroute.
- Bij het bepalen van de faalwijzen dient rekening te worden gehouden met het feit dat condensatorbanken redundant zijn uitgevoerd. Dit betekent dat één condensatorbank uitgeschakeld mag worden voor onderhoud zonder consequenties voor de beschikbaarheid van het spoor.
- Het uitgangspuntenoverzicht dient goedgekeurd te worden door de afdelingen AM Techniek TB en AM techniek EV .

11 Bijlage IV: Aluminium paalspoorstaafverbinding (informatief)

Hieronder is een aluminium paalspoorstaafverbinding afgebeeld die geleverd wordt door de firma Batenburg Energietechniek. De paalspoorstaafverbinding is voorzien van ALCU-overgangen om contactcorrosie tussen aluminium en koper te voorkomen. Op de overgang tussen kabelisolatie en kabelschoen/stift is kneedbaar mastiek toegepast teneinde een waterdichte afdichting te verkrijgen.



Onderstaande foto toont de bevestiging van een paalspoorstaafverbinding aan de spoorstaaf middels een ALCU-kabelschoen.



Hieronder volgt het datablad van de kabel die geschikt is als paalspoorstaafverbinding:

TKF: Twenkaplus installatiekabel YD 450/750V



Handelsinformatie		Specificaties	Eenheid
Productgroep		Installatiedraad	
Serie		Twenkaplus installatiekabel	
Type		YD 450/750V	
Omschrijving		70 mm ² Alrs Zwart	
Netto Gewicht		235	kg/km
Mantelstempeling		{Length} TKF - YD 70 mm ² Alrs 450/750 Volt - {Year} {Batch}	

Artikelnummer per handelslengte	EAN nummer	Specificaties	Eenheid
31635		Haspel à 1	m
31635H X 1000/50		Haspel à 1000	m

Constructie		Specificaties	Eenheid
Geleidermateriaal		Aluminium	
Samenstelling geleider		Klasse 2 samengeslagen & gecompacteerd	
Aderisolatie		XLPE	
Aderkleur		Zwart	
Nominale geleiderdoorsnede		70	mm ²

Gebruikseigenschappen		Specificaties	Eenheid
Geleiderdiameter (bij sector: rond gemeten)		9.8	mm
Buitendiameter circa		13.4	mm
Min/max installatietemperatuur		0 / 50	°C
Min/max bedrijfstemperatuur		0 / 70	°C
Nominale spanning U ₀		450	V
Nominale spanning U		750	V
Buigstraal geïnstalleerd		140	mm

Technische eigenschappen		Specificaties	Eenheid
Buigstraal tijdens verlegging		100	mm
Geleider DC weerstand @ 20 °C		0.443	Ohm/km
Testspanning		3	kV

Hieronder is een fragment van het datablad (2016) opgenomen van de doorslagveiligheid van de firma Batenburg die ten tijde van deze publicatie voldoet aan SPC00302 (product-specificatie).



Referentie test spanning Uref Meetbaar met Bourns tester	420 - 520 bij 1mA DC
Nom. spanning Ur	400VDC (<50 µA)
Lekstroom @ 500V 9Uw)	<20mA
Getest kortsluitvermogen/Joule Integral Permanente laagohmige doorverbinding	2 impulsen van $0,5 \times 10^6 \text{ A}^2\text{s}$ (per DSV) 2 impulsen van $60 \times 10^6 \text{ A}^2\text{s}$ (per DSV)
Impuls test (bliksemspanning) Zelfherstellend	20 impulsen van 7,5 kA 8/20µs per DSV 2 impulsen van 100 kA 4/10µs (per DSV)
Max. aandraaimoment voor M16	80Nm max
Max. aandraaimoment voor M8	19Nm max

12 **Bijlage V: Uitvoering hoogvermogen doorslagveiligheid**

De hoogvermogen doorslagveiligheid omvat een standaard doorslagveiligheid conform SPC00302 (met productcertificaat). Middels een ombouwkit zijn de aansluitingen aangepast op de gewenste toepassing (kap, kunstwerk). De hoogvermogen doorslagveiligheid is, in tegenstelling tot wat de naam suggereert, dus elektrisch niet beter dan een standaard doorslagveiligheid.

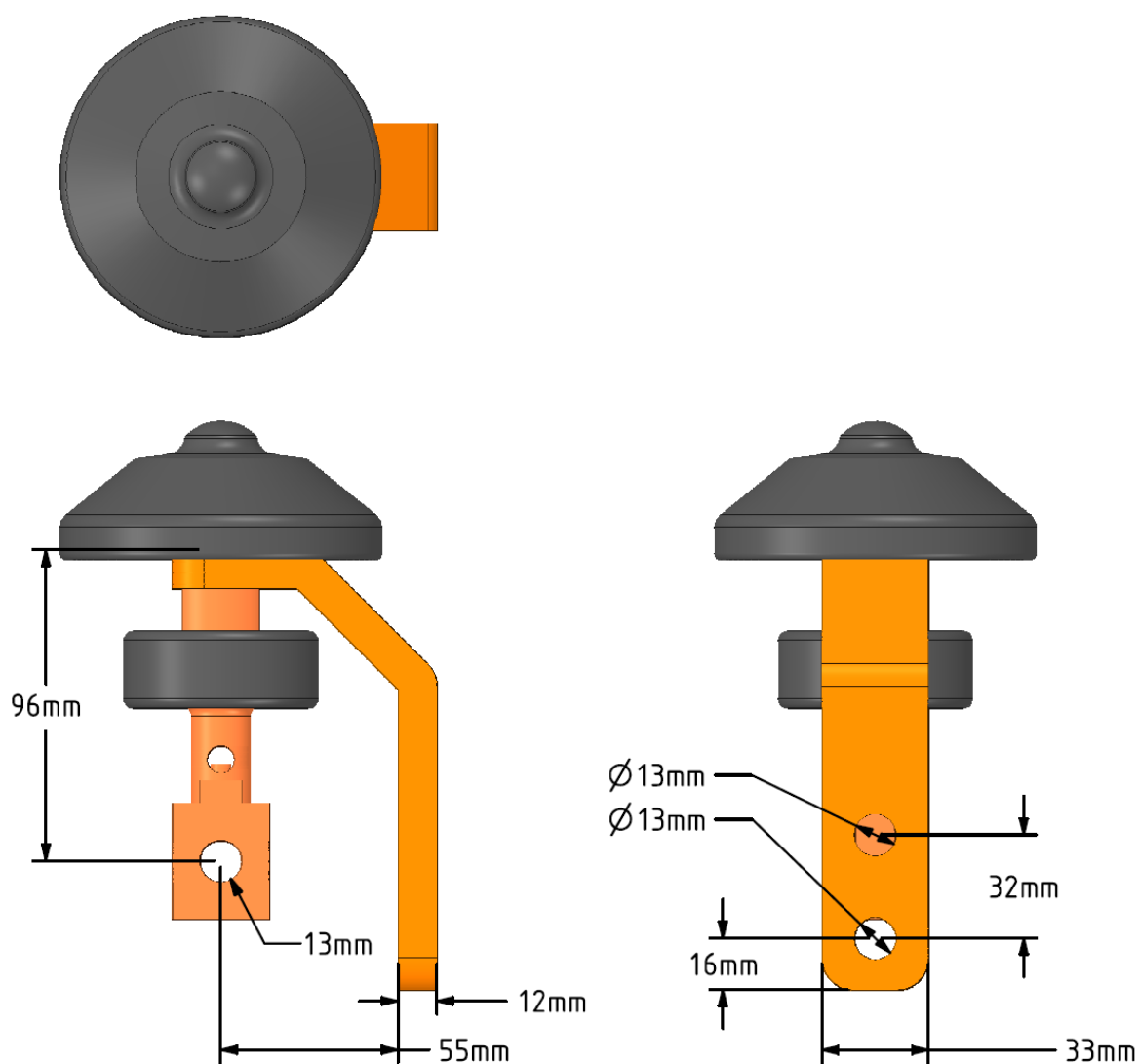
De hoogvermogen doorslagveiligheid bestaat uit de volgende onderdelen:

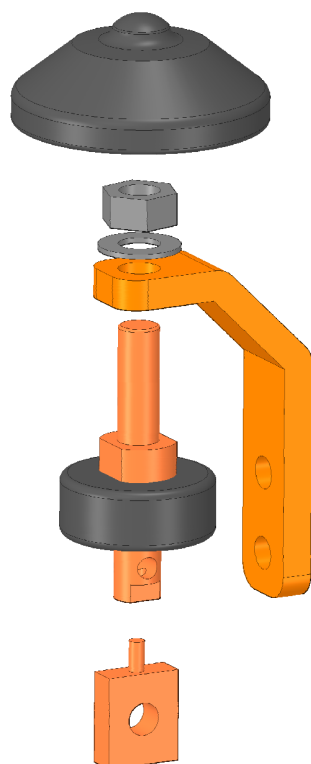
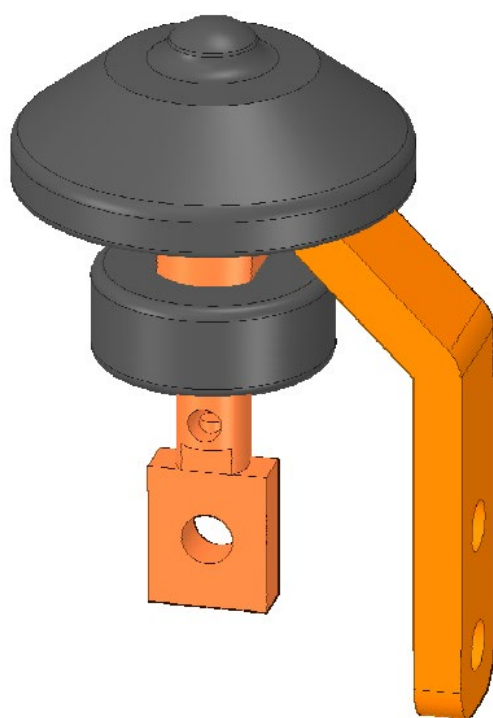
- Een standaard doorslagveiligheid conform SPC00302.
- Een koperen aansluitstrip met één boutgat voor de bevestiging van de standaard doorslagveiligheid en twee boutgaten die gebruikt kunnen worden voor bevestiging van het geheel aan het metalen object.
- Een inschroefbaar opzetstuk met boutgat van hetzelfde materiaal als dat van de doorslagveiligheid (zijde paalspoorstaafverbinding). Dit opzetstuk kan gebruikt worden als de paalspoorstaafverbinding is uitgerust met een kabelschoen.
- Een kunststof opschroefbare afdekkap in materiaal POM²⁰ en kleur zwart.

De afdekkap is toegevoegd voor de herkenbaarheid.

De interface eisen van deze uitvoering dienen overeen te komen met de onderstaande afbeeldingen:

²⁰ Polyoxymethyleen Acetaal Polymeer of Polyacetaal





13 Bijlage VI Specificatie condensatorbank voor aarding DC-spoor

Deze bijlage bevat de functionele en technische specificatie van een condensatorbank die geschikt is om het 1500 V-spoor (DC-spoor) te aarden. De aannemer moet deze specificatie gebruiken bij het inkopen van condensatorbanken. De leverancier van de condensatorbank mag de aannemer vrij kiezen en is dus niet voorgeschreven door ProRail. Leveranciers kunnen deze specificatie gebruiken om een geschikt product aan te bieden. Certificering van het product door een certificerende instelling is geen vereiste. Ook is een vrijgave niet nodig. Wel moet een leverancier op verzoek van ProRail of de aannemer aannemelijk kunnen maken dat aan de eisen in deze OVS wordt voldaan.

De hieronder gespecificeerde condensatorbank wordt enerzijds aangesloten op het spoor (aftakking railspoel) en anderzijds op een aardelektrode. De condensatorbank wordt gebruikt om EMC te realiseren.

Functioneel:

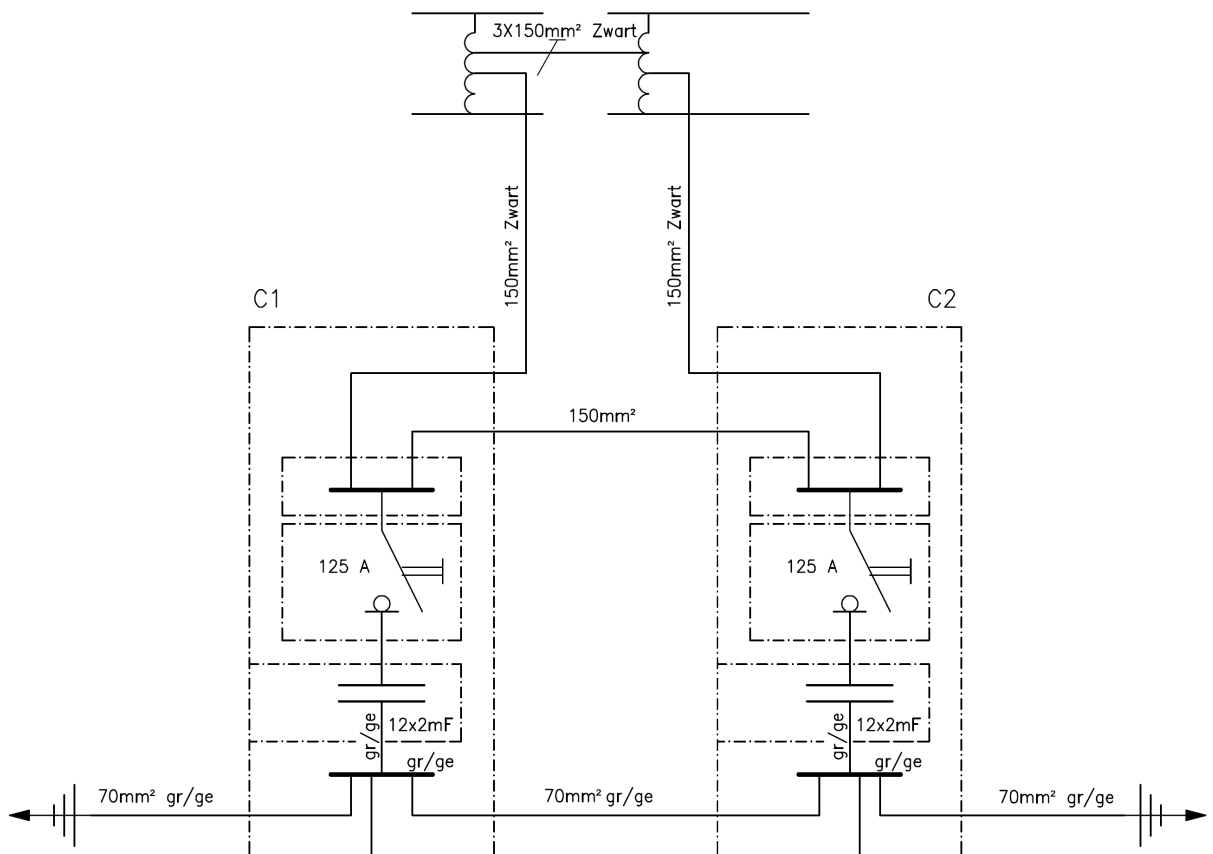
- CB1. De functie van de condensatorbanken is om gelijkstromen (DC-stromen) te blokkeren en tegelijkertijd een goed geleidende verbinding te vormen voor 50 Hz AC-stromen naar aarde.
- CB2. De condensatorbank dient geleverd te worden met een fundering.
- CB3. De behuizing van de condensatorbank dient aanraakveilig te zijn voor personen.
- CB4. Onderhoud aan de condensatorbank (d.w.z. vervangen condensatorunits of meten capaciteit condensatoren) dient veilig uitvoerbaar te zijn.
- CB5. De individuele condensatoren van de toegepaste condensatorunits (zie ook CB14) dienen intern beschermd te zijn tegen overstroom/kortsluiting via een smeltveiligheid.

Achtergrond: Een condensatorunit (van 2000 μ F) bestaat uit meerdere parallel geschakelde condensatoren (30 x 67 μ F) die bewust individueel beveiligd zijn met een eigen interne smeltveiligheid. Bij verlies van één condensator (door aanspreken interne smeltveiligheid) zal de condensatorunit weliswaar capaciteit verliezen, maar de unit zal wel operationeel blijven. (Het capaciteitsverlies [67 μ F] is dermate marginaal dat er geen impact ontstaat voor de bedrijfsvoering.) Bij toepassing van een externe smeltveiligheid per unit zou de gehele unit uitvallen. Dit leidt wel tot een significant verlies aan capaciteit [2000 μ F]. De keuze voor interne smeltveiligheden zorgt ervoor dat minder snel vervanging/onderhoud nodig is van een condensatorunit. De beschikbaarheid van de condensatorbank is daarmee hoger bij toepassing van interne beveiligingen in de condensatorunit dan bij toepassing van een externe beveiliging.
- CB6. Het dient mogelijk te zijn de condensatorbank uit te schakelen door middel van een werkschakelaar.
- CB7. De condensatorbank dient geschikt te zijn voor buitengebruik.

Technisch

- CB8. De condensatorbank dient aan de volgende specificaties te voldoen:
 - a) Nominale capaciteit bij 50 Hz: 24 mF (= 24.000 μ F);
 - b) Nominale bedrijfsstroom: ≥ 100 A (50 Hz) continu;
 - c) Piekstroombelasting: ≥ 7 kA (50 Hz) gedurende 1 s;
 - d) Bestendigheid bliksemstroom: ≥ 10 kA – 1,2/50 μ s;
 - e) DC spanning continu: ≥ 200 V;
 - f) Energieverlies bij +20°C omgevingstemperatuur: maximaal 0,5 W/kVAr;
- CB9. Het isolatieniveau (testspanning) tussen aansluitpunten en aarde van de condensatorbank dient aan de volgende eisen te voldoen:
 - a) 50 Hz spanning: ≥ 4 kV gedurende maximaal 1 s;
 - b) Bliksem impuls spanning 1,2/50 μ s: ≥ 10 kV.

- CB10. De interne weerstand van de condensatorbank, tezamen met de interne verbindingen, dient kleiner te zijn dan 50 mΩ.
- CB11. De condensatorbank dient te voldoen aan het elektrisch schema van Figuur 35 (deel omkaderd als 'C1' en 'C2').
- CB12. De werkschakelaar dient minimaal 125 A (50 Hz) te kunnen schakelen.



Figuur 35 Elektrisch schema capacatieve aarding met capaciteit van 24 mF.

Uitvoering/Behuizing

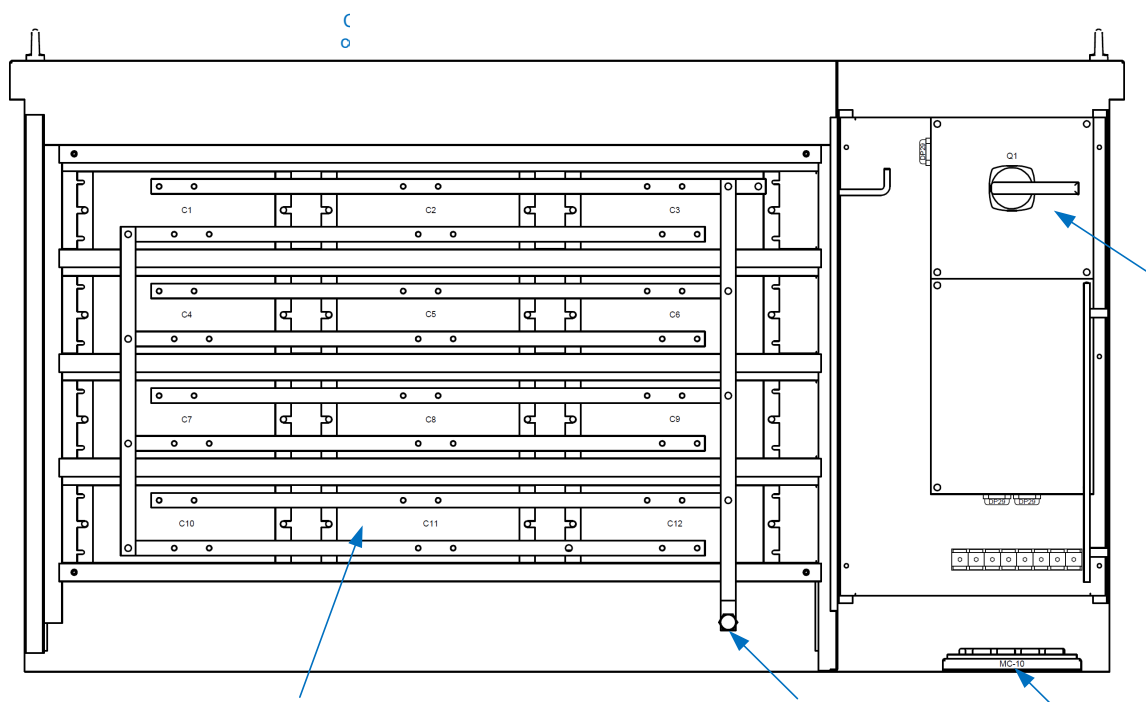
- CB13. De condensatorbank dient uitgerust te zijn met (een) minusrail(s) en (een) aardrail(s).
- CB14. De totale capaciteit van 24 mF dient uitgevoerd te worden in de vorm van 12 stuks condensatorunits van 2 mF die onderling met koperen strips zijn verbonden, zoals geïllustreerd in Figuur 38.
- CB15. De behuizing van de condensatorbank dient in roestvast staal (tenminste AISI 304 of AISI 316) te zijn uitgevoerd met coating RAL7032. Zie Figuur 36.
- CB16. De behuizing dient uit twee compartimenten te bestaan:
- Compartiment met condensatoren;
 - Compartiment met werkschakelaar.
- CB17. De indeling van de kast dient te voldoen aan Figuur 37.
- CB18. Beide compartimenten dienen uitgerust te zijn met een standaard slot geschikt voor 17 mm euro profielcilinder.

De cilinder wordt dan door de ProRail (installatieverantwoordelijke) aangeleverd en maakt geen onderdeel uit van de levering.

- CB19. De condensatoren in het condensatorcompartiment dienen middels een plexiglas afdekplaat afgeschermd te zijn tegen onbedoelde aanraking.
- CB20. De behuizing zelf dient aan de bovenzijde voorzien te zijn van hijsogen conform Figuur 36.
- CB21. De kabelinvoer en kabeluitvoer in de condensatorbank dient enkel via de bodem (onderzijde) van de kast plaats te vinden.
- CB22. De minusrail dient geschikt te zijn voor het aansluiten van:
- tenminste twee minuskabels BMqK 1 x 120 mm² Cu met kabelschoen '2A24S-2M10-39AS', 2-gats oog M10 (Cembre/Batenburg)
of
 - tenminste twee minuskabels BMqK 1 x 150 mm² Al met kabelschoen 'AA185.2M10-39-AS-2G/32-ST', 2-gats (Cembre/Batenburg).
- CB23. De aardrail dient geschikt te zijn voor het aansluiten van tenminste 4 kabels (70 mm² Cu) met perskabelschoen M12.
- CB24. De kastwand (of bodem) dient voorzien te zijn van 4 aardaansluitpunten. Zie ter illustratie Figuur 40.
- CB25. De doorvoeringen in de kast dienen geschikt te zijn voor de kabels genoemd in eis CB22 en CB23 en voldoende afdichting te bieden om het binnentreden van ongedierte (knaagdieren) te voorkomen.
- CB26. De kast dient uitgerust te worden met trekontlasting ten behoeve van ingevoerde kabels.
- CB27. De behuizing van de condensatorbank dient te voldoen aan beschermingsgraad IP54 (conform NEN-EN-IEC 60529).
- CB28. De buitenafmetingen van de behuizing dienen maximaal (LxBXH) = 1850 mm x 750 mm x 1100 mm te zijn.
- CB29. De condensatorbank dient aan de binnenzijde voorzien te zijn van een onverliesbare en corrosievrije kenplaat met de volgende gegevens:
- naam leverancier;
 - maand en jaar van de bouw;
 - serienummer;
 - technisch informatie: nominale capaciteit, nominale en maximale spanning en stroom, gewicht, etc.



Figuur 36 foto behuizing condensatorbank



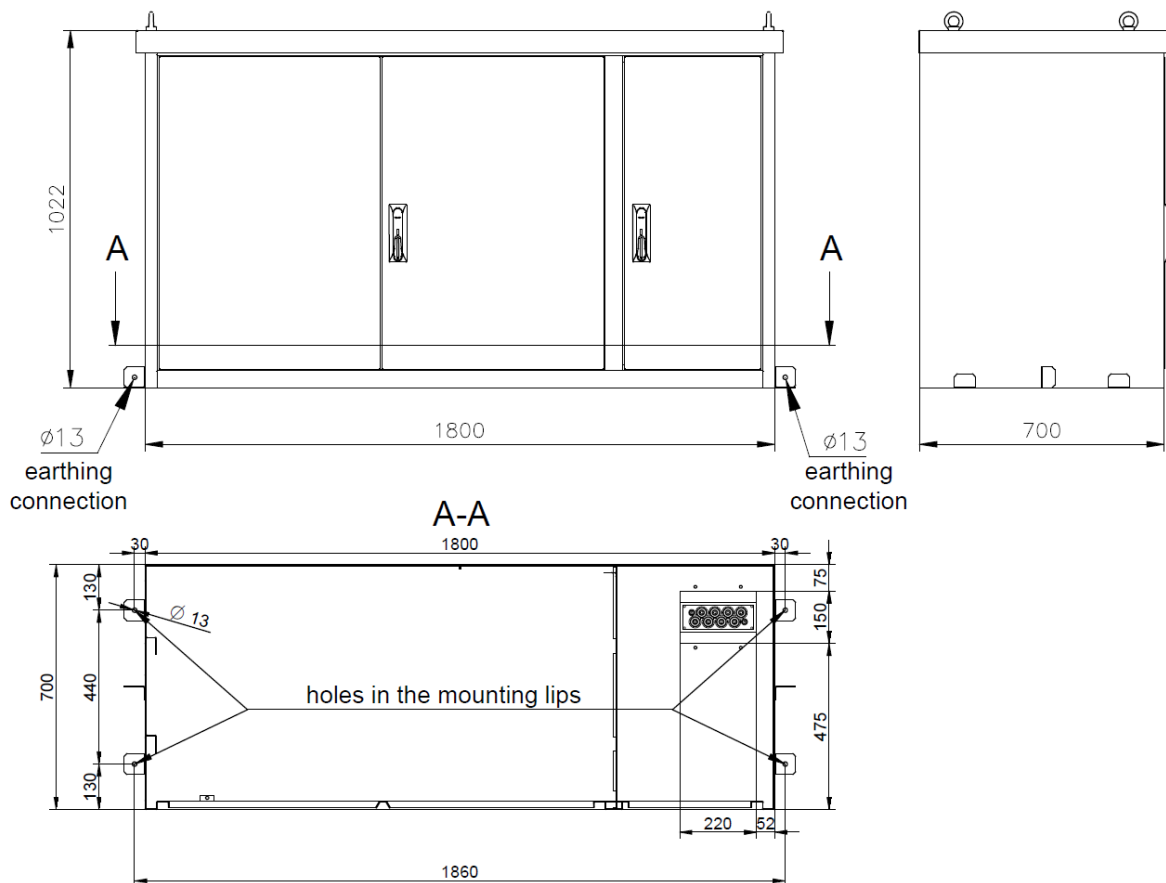
Figuur 37 Indeling kast/behuizing



Figuur 38 Koppeling condensatorunits



Figuur 39 Werkschakelaar



Figuur 40 Voorbeeld front-, zij- en bodemaanzicht van een condensatorbank²¹

Veiligheid

- CB30. De behuizing dient geaard te zijn op de aardrail.
- CB31. Na het uitschakelen van de spanning, dienen de condensatoren in de condensatorbank automatisch ontladen te worden naar een veilige spanning van:
 - a. <75V binnen 180s;
 - b. <50V binnen 300s.
- CB32. In de gebruikersdocumentatie dient te staan dat het wegnemen van de plexiglazen voorzetwand pas mag plaatsvinden 3 minuten na uitschakeling van condensatorbank.
- CB33. In het condensatorcompartiment dient op de minusrail een kogelaansluitbout R20xM12 binnendraad te worden aangebracht ten behoeve van kortsluiten van de condensatoren middels een vaste werkaarde (meegeleverd).
- CB34. Aan de aardrail dient een vaste werkaarde te worden gemonteerd met voldoende lengte om bij werkzaamheden de werkaarde aan te sluiten op de kogelaansluitbout van eis CB33.
- CB35. Alle onderdelen van de behuizing die via bout- en flensverbindingen worden verbonden dienen elektrisch doorverbonden te worden door middel van aardingstrips of vertinde aardlitzes.
- CB36. Er dient een hoogspanningssticker conform NEN-ISO 3864 geplaatst te worden op de deuren van de condensatorbank.

²¹ Bron Batenburg

Levensduur en duurzaamheid

- CB37. De behuizing en toegepaste componenten dienen een minimale levensduur te hebben van 15 jaar.
- CB38. Alle bouten en moeren dienen van roestvrij staal te zijn. Indien de maat groter is dan M10 dan is 'hot dip galvanised steel' ook toegestaan.
- CB39. De bedrijfstemperatuur van de condensatorunits dient bij continue belasting van de condensatorbank met 100 A ten hoogste 50°C te bedragen.
- CB40. De corrosiebestendigheid dient te voldoen aan categorie C4 van de norm NEN-EN-ISO 12944-2.
- CB41. Alle metalen delen dienen 15 jaar onderhoudsvrij te zijn.
- CB42. De slagvastheid van de kast dient minimaal klasse IK10 (20,0 J) te zijn conform NEN-EN-IEC 62262.
- CB43. De condensatorbank dient bestand te zijn tegen de volgende klimatologische condities:

Conditie:	Klasse:	Norm:
Windlast	klasse W3 (= 32 m/s)	EN 50125-2: 2003
Temperatuur en luchtvochtigheid	klasse 3K24	IEC 60721-3-3:2019
Trillingen en schokken	klasse 3M12	IEC 60721-3-3:2019
Biologische bestendigheid	klasse 3B2	IEC 60721-3-3:2019
Vervuiling mechanisch	Klasse 3S6	IEC 60721-3-3:2019

Proces

- CB44. De Leverancier dient de volgende papieren documentatie op te leveren in een documentatiehouder in de kast en in digitaal formaat (pdf) aan de opdrachtgever:
- Gebruikshandleiding;
 - Onderhoudsinstructie²²;
 - Elektrisch schema;
 - Kast indelingstekeningen;
 - Aansluittekeningen.

²² Specificeert onderhoudstaken met frequentie, methodieken en afkeurcriteria.