

Richtlijn 00138

Systeemintegratie EMC, bliksem- en overspanningsbeveiliging in technische ruimtes

Beherende instantie: AM Architectuur en Techniek

Inhoudverantwoordelijke instantie: AM Energievoorziening

Status: Definitief

Gecontroleerd op toepasbaarheid 01-07-2020
--

Uitgavedatum: 01-04-2015	Versie: 004	Documentnummer: RLN00138
------------------------------------	-----------------------	------------------------------------

INHOUD

1	Inleiding	5
2	Doel van de Richtlijn	6
2.1	Algemeen	6
2.2	Generieke eisen	6
2.3	Voorschrijven relevante EN/NEN normering	6
2.4	Basis voor ontwerpvoorschriften	6
3	Verwijzingen naar relevante regelgeving	8
3.1	Referenties	8
3.2	Afkortingen	9
3.3	Begrippenlijst	9
4	Toepassingsgebied	11
4.1	Algemeen	11
4.2	Energievoorzieningsinstallaties	11
4.3	Onderscheid categorie 1, 2 en 3 apparatuur	11
5	Zonering / zone-indeling van technische ruimtes	12
5.1	Algemeen	12
5.2	Zone-indeling ProRail	13
5.3	LPZ1-SR schoon en vuil	13
5.4	Spoortechnische ruimte en spoorwegomgeving	14
5.5	Zone-indeling versus EMC-eisen	14
5.6	Zone-indeling in de praktijk	15
6	Generieke eisen aan inrichting, aarding, afscherming, etc.	16
6.1	Algemeen	16
6.2	Eisen bliksemafleiderinstallatie	16
6.3	Potentiaalvereffeningsinstallatie (samenstel van ringleidingen)	16
6.3.1	Algemeen	16
6.3.2	Gebruik materialen	20
6.3.3	Maasvorming van de ringleiding	20
6.3.4	Toepassing van computervloer	21
6.4	Potentiaalvereffening kabels en leidingen	23
6.4.1	Algemeen	23
6.4.2	Specifieke eisen hoogspanningskabels	25
6.4.3	Voorkomen zwerfstroomcorrosie in 1500Vdc tractieomgeving	25
6.5	Potentiaalvereffening objecten	27
6.5.1	Algemeen	27
6.5.2	Uitvoeringen EMC-interface	27
6.5.3	Buitenobjecten	28
6.6	Toepassing kabeldraagsystemen	29
6.6.1	Algemeen	29
6.6.2	Kabeldraagsystemen voor verschillende toepassingen	31
6.7	Eisen aan kabels	34
6.7.1	Algemeen	34
6.7.2	Afgeschermd bekabeling	34
6.7.3	Onafgeschermd bekabeling	36
7	Inrichtingseisen van zone LPZ1 = VERVALLEN	37

8	Inrichtingseisen van zone LPZ1-SR	38
8.1	Algemeen	38
8.2	Overspanningsbeveiliging op de netvoeding op de overgang LPZ0 - LPZ1-SR	38
8.3	Overspanningsbeveiliging op de datakabels op de overgang LPZ0 - LPZ1-SR	39
8.4	Overspanningbeveiliging in de antennekabel op de overgang LPZ0 - LPZ1-SR	39
8.5	Installatie-eisen categorie 1 en 2 apparatuur	39
8.6	Installatie-eisen categorie 3 apparatuur	39
8.7	Installatie-eisen Treinbeveiligingsinstallaties	40
8.8	Toepassing van OSB met vonkbruggen	40
8.9	Relaiskasten met zone LPZ1-SR	41
9	Inrichtingseisen van zone LPZ2	42
9.1	Algemeen	42
9.2	Binnenvoeren van kabels uit de zone LPZ0	42
9.2.1	Algemene eisen aan alle kabels	42
9.2.2	Doorvoer van datakabels via zone LPZ1-SR	42
9.3	Ontkoppeling van voedingen tussen zone LPZ1-SR en LPZ2	43
9.4	Installatie-eisen categorie 1 en 2 apparatuur	43
9.5	Installatie-eisen categorie 3 apparatuur	43
10	Verbindingen tussen ruimtes van gelijke LPZ-zone	45
11	Eisen aan zenders en (zend-)masten	46
11.1	Toepassing van vaste zenders in en nabij technische ruimtes	46
11.2	Toepassing van mobiele zenders in technische ruimtes	47
11.3	Toepassing van (zend-)masten nabij technische ruimtes	47
12	Aantonen dat aan de eisen is voldaan	49
12.1	Het ontwerp van technische ruimtes	49
12.2	Aantonen dat de montage van technische ruimtes voldoet	49
12.3	Op te leveren documenten	49
13	Onderhoud en inspectie	50
13.1	Onderhoudsplan van technische ruimtes	50
13.2	Inspectie van bliksemafleiderinstallaties	50
13.3	Bevindingen en rapportage naar aanleiding van inspectie	50
14	Revisiegegevens	51
Bijlage 1	NORMATIEF: Inrichting RH met B-relais	52
Bijlage 2	NORMATIEF: Inrichting VL met inpendig RH met B-relais	53
Bijlage 3:	VERVALLEN	54
Bijlage 4	INFORMATIEF: Installatie typicals / voorbeeld uitvoeringen EMC-interface	55
B4.1	EMC-interface type 1, Cu-strip rondom object	56
B4.1.1	Voorbeeld EMC aansluitwijze 230/400Vac LS verdeelkast met OSB	56
B4.1.2	Voorbeeld EMC aansluitwijze KVI (koppelveeelinrichting)	57
B4.1.3	Voorbeeld EMC aansluitwijze 230/400Vac LS verdeelkast zonder OSB	59
B4.2	EMC-interface type 2, Aardrail in een kast	60
B4.2.1	Voorbeeld laadgelijkrichter / combikast (trekontlastingrail fungeert als aardrail)	60
B4.2.2	Voorbeeld LCE (type EBP onderpost)	61
B4.3	EMC-interface type 3, Aardrail nabij (eis 58) een kast of object	62
B4.3.1	Voorbeeld EMC aansluitwijze UPS	62
B4.3.2	Voorbeeld EMC aansluitwijze laadgelijkrichter	63
B4.3.3	Voorbeeld EMC aansluitwijze LCE (type EBP onderpost)	63
B4.3.4	Voorbeeld EMC aansluitwijze klemmenkast signalering	64
B4.4	EMC-interface type 4, EMC doorvoer met geleidende rubbers in een bodem-/dakplaat	65
B4.4.1	Voorbeeld EMC aansluitwijze DCP (is aparte beveiligingsmodule GVI TEV2006)	65

B4.4.2 Voorbeeld EMC kabelinvoer nieuwe ATM kast	65
B4.5 EMC-interface type 5, Het kastchassis als EMC-interface	66
B4.5.1 Voorbeeld EMC aansluitwijze POSS	66
B4.5.2 Voorbeeld EMC aansluitwijze installatiekasten (zoals Jade) bij 25kVac tractieomgeving	67
B4.5.3 Voorbeeld EMC aansluitwijze datakasten in LPZ2 omgeving	68
B4.6 EMC-interface type 6, Geïsoleerd van doch nabij (eis 58) gestel opgestelde aardrail	69
B4.6.1 Voorbeeld EMC aansluitwijze GVI TEV2006	69
B4.7 EMC-interface type 7, Het chassis van diverse buitenobjecten	70
B4.7.1 Voorbeeld EMC aansluitwijze relaiskast langs de baan met EMC wartels bij 25kVac tractieomgeving	70
B4.7.2 Voorbeeld EMC aansluitwijze treindetector in een tunnel met EMC wartel in aansluitdoosje	71
B4.7.3 Voorbeeld EMC aansluitwijze aandrijving bovenleidingschakelaar bij 1500Vdc tractieomgeving	72
B4.7.4 Voorbeeld EMC aansluitwijze assenteller installatie bij niet-geëlektrificeerde tractieomgeving	73
B4.7.5 Voorbeeld EMC aansluitwijze wisselverdeelkast bij 1500Vdc tractieomgeving	73
Bijlage 5 INFORMATIEF: Risicobeoordeling bliksembeveiliging conform NEN-EN-IEC 62305-274	
Bijlage 6 INFORMATIEF: Naamplaten voor verschillende kabelgoot toepassingen	79
Bijlage 7: VERVALLEN	80
Bijlage 8 INFORMATIEF: EMC-Checklist	81

Disclaimer:

Deze richtlijn is in beheer bij ProRail Assetmanagement, afdeling Architectuur & Techniek. Aangezien de EMC-bedrijfsvoorschriften binnen ProRail nog in ontwikkeling zijn, wordt aanbevolen contact op te nemen met de beheerder van RLN00138 voor de laatste stand van zaken. ProRail (afdeling Architectuur & Techniek en ICT Services) kan ondersteuning bieden bij de implementatie van deze richtlijn.

1 Inleiding

In het kader van de Europese regelgeving dienen eigenaren van vaste installaties te zorgen voor een verantwoorde systeemintegratie in de zin van EMC. EMC staat voor Elektromagnetische Compatibiliteit. Dit betekent het bereiken van een situatie van compatibiliteit (onderlinge verdraagzaamheid) van de verschillende apparaten en systemen die toegepast worden in een technische ruimte van ProRail voor wat betreft elektromagnetische storingen. Verantwoorde systeemintegratie betekent dat de toegepaste apparaten en systemen elkaar niet mogen verstoren. Daarnaast mogen ze ook geen storing veroorzaken in systemen van derde partijen (voor zover deze aan de van toepassing zijnde regelgeving voldoen) en mogen ze niet te gevoelig zijn voor EM¹-beïnvloeding van buitenaf. Deze richtlijn geeft de concrete invulling van de indeling en installatietechnische maatregelen in technische ruimtes van ProRail om deze systeemintegratie te bereiken.

Blikseminslagen zijn een specifieke vorm van elektromagnetische verstoringen, waarbij de stoorbron gevormd wordt door elektrische ontladingen als gevolg van weersomstandigheden. De railinfrastructuur is gevoelig voor directe of indirecte blikseminslag en dient bestand te zijn tegen de daardoor veroorzaakte overspanningen en stromen. Er wordt speciaal aandacht besteed aan het bestand zijn tegen deze specifieke stoorbron door de implementatie van de internationale norm voor bliksembeveiliging, NEN-EN-IEC 62305 in de systemen van ProRail middels deze richtlijn.

¹ EM-beïnvloeding = ElektroMagnetische beïnvloeding

2 Doel van de Richtlijn

2.1 Algemeen

Het doel van de richtlijn is het vastleggen van eisen aan de installaties van ProRail ten aanzien van:

1. Indeling van de technische ruimte in relatie tot EMC en bliksembeveiliging;
2. Bekabeling en aarding;
3. Bliksem- en overspanningsbeveiliging.

De richtlijn is van toepassing op de gehele levenscyclus van componenten, apparaten en systemen.

De algemene eisen waar technische ruimtes en Rail Gebonden Gebouwen (RGG) aan moeten voldoen, zijn weergegeven in OVS00112. Daarin wordt voor EMC en bliksembeveiliging verwezen naar onderhavige richtlijn.

2.2 Generieke eisen

De richtlijn brengt samenhang tussen de volgende aanverwante aandachtsgebieden:

1. Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) van op de markt te verwerven apparaten en systemen: hiervoor is Richtlijn RLN00007 van toepassing;
2. Zwerfstroombeheersing, retourverbindingen en aarding in een omgeving met 1500VDC Tractie-energievoorziening: zie Voorschrift OVS00085 (EVSA);
3. Vaste en mobiele zendapparatuur zoals GSM, GPRS, GSM-R en portofoons voor plaatsing en gebruik op terreinen van ProRail;
4. Systeemintegratie, bliksembeveiliging en overspanningsbeveiliging: zie norm NEN-EN-IEC 62305.

2.3 Voorschrijven relevante EN/NEN normering

Normeringen zijn veelal tot stand gekomen op basis van vrijwilligheid tussen partijen. Het is voor ProRail dus noodzakelijk om vast te leggen welke normen binnen de organisatie van toepassing zijn. Deze richtlijn geeft aan aan welke normen voldaan dient te worden.

2.4 Basis voor ontwerpvoorschriften

Deze richtlijn vormt tevens een basis voor ontwerpvoorschriften en andere ProRail bedrijfsvoorschriften waarmee EMC binnen de installaties bereikt wordt. De richtlijn geeft aan hoe de risico's van bliksem en overspanningen voldoende kunnen worden beheerst door middel van standaardoplossingen. Verder biedt deze richtlijn informatieve oplossingen ('typicals'; zie Bijlage 4) waarmee aan de eisen van de richtlijn kan worden voldaan in een concreet ontwerp en voor een specifieke locatie (bijvoorbeeld een relaishuis).

Afwijken van RLN00138 is uitsluitend na beoordeling en schriftelijke goedkeuring door ProRail AM Architectuur & Techniek toegestaan. Dit geldt ook voor tijdelijke situaties of aanpassing van bestaande situaties.

Voorbeelden van tijdelijke/bestaande situaties:

- *Een verouderde installatie die wordt aangepast, echter niet volledig conform de RLN00138 eisen, omdat binnen afzienbare tijd integrale vervanging van het systeem is voorzien. In dit geval kan in onderling overleg tussen het project en ProRail*

AM besloten worden om bijvoorbeeld wel afgeschermd bekabeling toe te passen, maar geen EMC-goten aan te leggen.

- *Een bestaande installatie waarvan bij geplande functionele aanpassingen de data-bekabeling wel wordt vervangen, maar de voeding niet. In dit geval zal de databekabeling wel conform RLN00138 eisen worden aangelegd (onder andere afgeschermd bekabeling in EMC-goot toepassen), maar de bestaande voeding niet.*
- *Een tijdelijke installatie wordt niet conform RLN00138 eisen aangelegd, omdat is aangetoond dat betreffende installatie daarmee geen bedreiging vormt voor de overige installaties. En tevens de mindere EMC voor de betreffende installatie geen bezwaar is.*

3 Verwijzingen naar relevante regelgeving

3.1 Referenties

Deze paragraaf geeft een opsomming van de referenties die gebruikt worden in dit voorschrift. Daar waar in dit voorschrift verwezen wordt naar een referentie, maakt deze referentie onderdeel uit van dit voorschrift.

Indien eisen conflicteren dient de volgende prioriteitsvolgorde te worden aangehouden:

1. Wettelijke eisen (de Nederlandse wetgeving is van toepassing);
2. ProRail Ontwerpvorschriften en Richtlijnen;
3. Overige ProRail bedrijfsvoorschriften;
4. NEN-EN-IEC-, NEN-EN- en NEN-normen voor railtoepassingen;
5. Overige NEN-EN-IEC-, NEN-EN- en NEN-normen;
6. Overige (internationale) normering.

Bij aanvang van elk project dient tussen betrokken partijen afgesproken en vastgelegd te worden welke versies gehanteerd worden van de genoemde normen en bedrijfsvoorschriften. Zonder expliciete afspraak hierover, is altijd de laatst gepubliceerde versie van de norm of voorschrift van toepassing.

In dit voorschrift wordt naar de volgende ProRail bedrijfsvoorschriften verwezen:

Kenmerk	Titel
OVS00012	1500V DC Tractie-energievoorziening
OVS00051	Tractievoeding 25 kV
OVS00085	Elektrische Verbindingen aan Spoorstaven en Aardingen (EVSA), 1500 V DC Tractie-energievoorziening
OVS00112	Railgebonden Gebouwen; Bemenst en onbemenst
RLN00007	EMC-eisen aan apparatuur nabij alle geëlektrificeerde en niet-geëlektrificeerde baanvakken in beheer bij ProRail
RLN00124	Begrippen en afkortingen Energievoorziening
SPC61300	Productspecificatie Seinwezenkabels

In dit voorschrift wordt naar de volgende normen en overige documenten verwezen, waarbij de laatste versie geldig is. Voorliggend voorschrift is gebaseerd op de hier genoemde versie.

Kenmerk	Titel
NEN 1010 deel 1 t/m 7	Veiligheidsbepalingen voor Laagspanningsinstallaties
NPR 8110:2014	Risicoklassenindeling voor overspanningsbeveiliging
NEN-EN 50124-1:2001 / A1:2003 / A2:2005 / C1:2010	Spoorwegtoepassingen - Isolatie-coördinatie - Deel 1: Basiseisen - Slagwijdten en kruipwegen voor alle elektrische en elektronische uitrusting
NEN-EN-IEC 61000-6-1	Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) - Deel 6-1: Generieke normen - Immunititeit voor huishoudelijke, handels- en lichtindustriële omgevingen

Kenmerk	Titel
NEN-EN-IEC 61000-6-2	Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) - Deel 6-2: Algemene normen - Immuniteit voor industriële omgevingen
NEN-EN-IEC 61000-6-3	Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) - Deel 6-3: Algemene normen - Emissienormen voor huishoudelijke, handels- en lichtindustriële omgevingen
NEN-EN-IEC 61000-6-4	Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) - Deel 6-4: Algemene normen - Emissienorm voor industriële omgevingen
NEN-EN-IEC 61537	Kabelbaansystemen en kabelladdersystemen voor het onderbrengen van elektrische leidingen
NEN-EN-IEC 62305:2011 deel 1 t/m 5	Bliksembeveiliging

3.2 Afkortingen

Deze afkortingen zijn aanvullend aan de afkortingen gedefinieerd in RLN00124.

OBI	Operationeel Beheercentrum Infra
CAI	Centrale antenne installatie
EM	Elektromagnetisch
EMC	Elektromagnetische Compatibiliteit
F/UTP	Netwerkkabel bestaande uit een overall afscherming van folie (F=Foil) en daar binnen onafgeschermdde aderpairs (UTP=Unshielded Twisted Pairs) (voorheen FTP genoemd)
SF/UTP	Netwerkkabel bestaande uit een overall afscherming van vlechtwerk en folie (SF=Shielded Foil) en daar binnen onafgeschermdde aderpairs (UTP=Unshielded Twisted Pairs) (voorheen SFTP genoemd)
S/FTP	Netwerkkabel bestaande uit een overall afscherming van vlechtwerk (S=Shielded) en daar binnen folie afgeschermdde aderpairs (FTP=Foil Twisted Pairs)
LPZn	Lightning Protection Zone 0 t/m n
LS	Laagspanning (<1000VAC)
GVI	Gelijkstroomverdeelinrichting
NSA	Noodstroomaggregaat
OSB	Overspanningsbeveiliging
PE	Protective Earth (randaarde)
PVR	Profiel van Vrije Ruimte
SMC	Schakel- en meldcentrum
SR	Spoortechnische ruimte
TAO	Treindienst Aantastende Onregelmatigheid
TEV2006	Naam van een ProRail project voor uitbreiden van de Tractie-Energievoorziening
TTI	Tunneltechnische Installatie
UPS	Uninterruptable Power Supply

3.3 Begrippenlijst

Deze begrippenlijst is aanvullend aan de begrippen gedefinieerd in RLN00124.

EMC-doorvoer	Doorvoer in een kast (meestal in dak- of bodemplaat) ten behoeve de bekabeling die tegelijkertijd een functie in EMC-zin vervult. Deze EMC functie betreft het realiseren van een elektrische verbinding tussen de kabelmantels onderling en met het kastchassis bij doorvoer van de bekabeling.
Gestelsluitbeveiliging	Een beveiliging (relaisschakeling) die detecteert wanneer er een kortsluiting naar het geaarde gestel (de omhulling/kast) van een installatie(deel) plaatsvindt.
Gestel	Metalen omhulling/kast van een installatie die voor aanraakveiligheid wordt geaard
Laagimpedante verbinding	Een verbinding die ook voor hogere frequenties een hoge geleidbaarheid voor elektrische stroom heeft. Bij hogere frequenties speelt naast de elektrische weerstand (R) ook de zelfinductie (L) een rol. Bij hogere frequenties is de zelfinductie (L) van de verbinding maatgevend voor de impedantie ($Z=R+j\omega L$; $\omega=2\pi f$, waarbij f de frequentie van de stroom is). Deze zelfinductie wordt in belangrijke mate bepaald door de geometrie van de geleider: korte, brede/platte geleiders (zoals Cu litze), hebben een lagere zelfinductie dan lange, ronde draad. Een laagimpedante verbinding is dus kort en plat/breed.
(Potentiaal-)vereffening	Potentiaalvereffening of vereffening is synoniem voor het onderling elektrisch verbinden van geleiders, waardoor de potentialen van deze geleiders worden vereffend (genivelleerd). Fysisch gezien is het beter om over "het kortsluiten van spanningsverschillen" te spreken, immers "de (elektrostatische) potentiaal" van een geleider bestaat niet bij (snel) wisselende magneetvelden (zoals bij blikseminslag en andere EM-stoorfenomenen). Echter de term Potentiaalvereffening is zo ingeburgerd dat we die hier toch gebruiken.
Potentiaalvereffeningsinstallatie	Installatie, geheel van elektrische geleiders, met als doel het onderling en met moeder aarde vereffenen van elektrisch geleidende delen. Door de verbinding(en) met moeder aarde vormt deze installatie het aardnet van het object.
Ringleiding	Onderdeel van de potentiaalvereffeningsinstallatie die rondom langs de ruimte- of gebouwgrens loopt met als doel om overal een korte (laagimpedante) verbinding voor potentiaalvereffening te kunnen aanbieden.
Vermazing	Dwarsverbinding(en) in ringleidingen waarmee het omsloten oppervlak van de ring wordt verkleind (één ring wordt opgedeeld in twee of meer ringen die tezamen hetzelfde oppervlak omsluiten) waardoor een betere stroomverdeling ontstaat. Tevens levert vermazing aan objecten binnen de ring een mogelijkheid om via een kortere (laagimpedante) verbinding te kunnen worden aangesloten op de potentiaalvereffeningsinstallatie.

4 Toepassingsgebied

4.1 Algemeen

Deze richtlijn is van toepassing op alle technische ruimtes van ProRail nabij alle geëlektrificeerde en niet-geëlektrificeerde baanvakken. Dit geldt voor zowel 1500VDC als 25kVAC tractie-energievoorziening en voor eventuele andere bovenleidingspanningen (zie ook paragraaf 5.4).

Deze richtlijn dient te worden toegepast indien uitval van de apparaten en systemen in deze technische ruimtes er toe leidt dat er direct of indirect TAO's ontstaan of kunnen ontstaan.

Voorbeelden van technische ruimtes die onder deze Richtlijn vallen, zijn:

1. Relaishuizen en straatkasten;
2. Relaiskasten en voedingskasten;
3. Verkeersleidingsposten, met daarin treinbeveiligingsruimtes, computerruimtes, bedieningsruimtes, telecomruimtes;
4. Onder- en schakelstations voor tractie-energievoorziening, schakel- en meldcentra (SMC) en Operationeel Beheercentrum Infra (OBI);
5. Tunnels, tunneltechnische installaties (TTI) en dienstgebouwen.

4.2 Energievoorzieningsinstallaties

Energievoorzieningsinstallaties ten behoeve van de tractie-energievoorziening zullen op een of andere manier verbonden zijn met de bovenleiding. De bescherming van de bovenleiding en het tractieretourcircuit tegen hoge bliksemdeelstromen valt buiten de scope van deze richtlijn. Hiervoor wordt verwezen naar OVS00012 en OVS00051. Voor de bescherming van installaties binnen onder- en schakelstations, specifiek de aansluiting van secundaire bekabeling op primaire componenten en de secundaire installaties, is deze richtlijn wel van toepassing.

4.3 Onderscheid categorie 1, 2 en 3 apparatuur

Bij de nadere uitwerking van eisen in deze richtlijn worden er drie categorieën apparatuur onderscheiden:

1. Categorie 1, apparatuur die onderdeel is van het primaire proces: apparatuur die bij uitval direct TAO's kan veroorzaken en die gevoed moet worden door een UPS.
2. Categorie 2, apparatuur die onderdeel is van het primaire proces: apparatuur die bij uitval indirect TAO's kan veroorzaken en die gevoed wordt door een NSA.
3. Categorie 3, apparatuur die onderdeel is van het secundaire proces: apparatuur die bij uitval geen TAO's kan veroorzaken; bijvoorbeeld wandcontactdozen, verlichting, etc.

Categorie 1 en 2 apparatuur (onderdeel van het primaire proces) wordt volledig EMC aangesloten conform de eisen en het zoneconcept in deze richtlijn; alle eisen zijn van toepassing. Voor categorie 3 apparatuur (onderdeel van het secundaire proces) gelden minder strenge EMC-eisen; niet alle eisen zijn van toepassing. Een en ander zoals verderop in onderhavige richtlijn nader is bepaald.

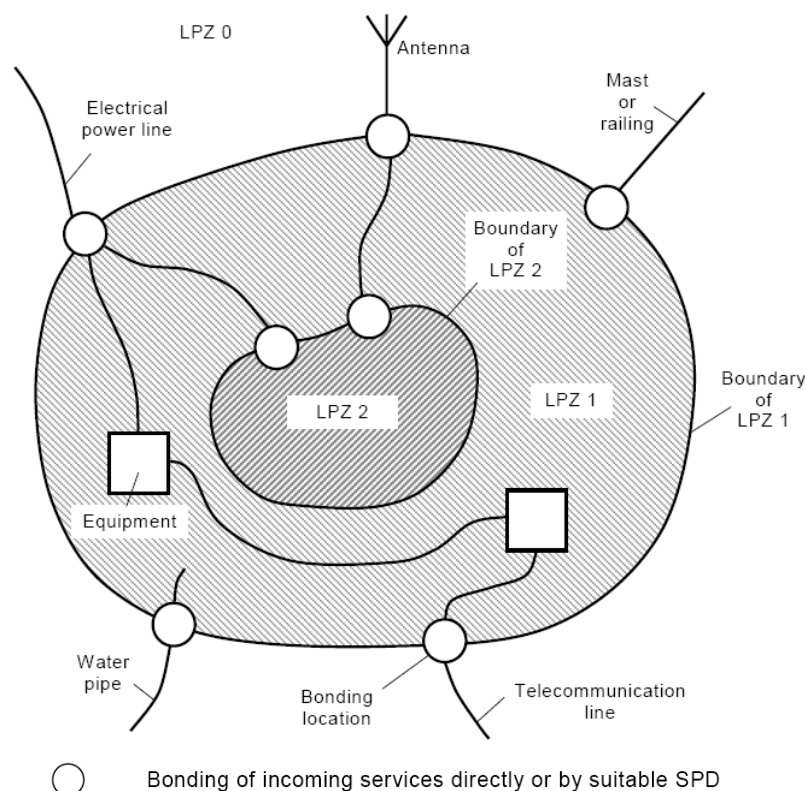
5 Zonering / zone-indeling van technische ruimtes

5.1 Algemeen

Bij de indeling van technische ruimtes wordt met Lightning Protection Zones (LPZ) gewerkt volgens de indeling van NEN-EN-IEC 62305. Een LPZ-zone is een aanduiding voor een gedefinieerde elektromagnetische omgeving in relatie tot bescherming tegen bliksem, overspanningen en andere stoofenomenen. Figuur 1 geeft een schematische weergave van een LPZ indeling conform NEN-EN-IEC 62305-4.

Zonescheiding ontstaat niet vanzelf. Naast fysieke scheiding van apparatuur in verschillende ruimtes dient potentiaalvereffening (PV, 'bonding' in het Engels) van bekabeling op zoneovergangen gerealiseerd te worden. Hiermee wordt voorkomen dat draadgebonden storingen² zich tussen de verschillende zones kunnen verplaatsen. Zodoende wordt de storingsdreiging van buiten naar binnen (van LPZ0 via LPZ1 naar LPZ2) door bijvoorbeeld bliksem, steeds minder. Hierdoor hoeven er binnen minder strenge eisen aan apparatuur te gelden dan buiten.

NB: Waar in deze richtlijn over bekabeling/kabels wordt gesproken zijn, tenzij anders vermeld, steeds Cu kabels (of eventueel ander metaal als elektrische geleiders) verondersteld. Aan metaalvrije glasvezelkabels worden vanuit EMC perspectief beschouwd geen eisen gesteld.



Figuur 1: Zone-indeling bliksembeveiliging conform NEN-EN-IEC 62305-4

² De aangesloten bekabeling van systemen/installaties zal als antenne voor storing optreden. Via de bekabeling kan storing ook worden overgedragen van het ene systeem naar het andere. Bij EMC beproevingen worden bepaalde stoofenomenen ook specifiek via de bekabeling toegediend (immunitetproeven) of gemeten (emissiemetingen). We noemen dit draadgebonden storingen.

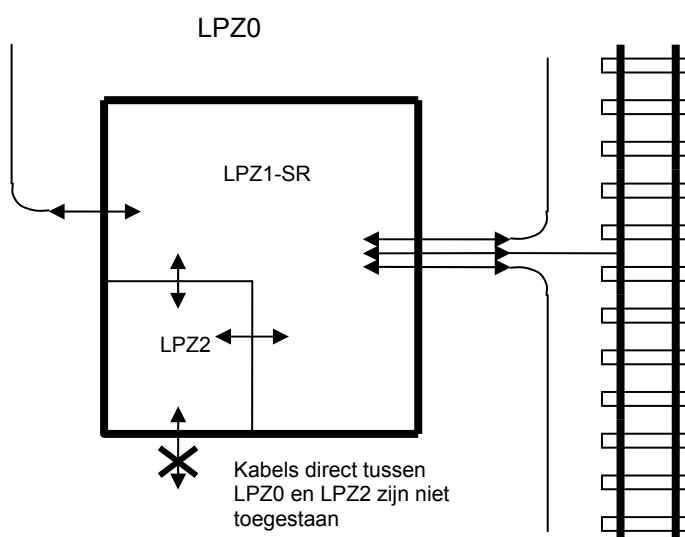
5.2 Zone-indeling ProRail

Bij ProRail worden de volgende zones onderscheiden.

Zone	Omschrijving
LPZ0	Buitenzone: Gevaar voor directe blikseminslag.
LPZ1-SR (schoon)	Binnenzone: Spoortechnische ruimte (zie 5.4), waarbij potentiaalvereffening of andere maatregelen op de overgang naar zone LPZ0 zijn getroffen.
LPZ1-SR (vuil)	Binnenzone: Spoortechnische ruimte (zie 5.4), waarbij geen maatregelen op de overgang naar zone LPZ0 zijn getroffen.
LPZ2	Speciale binnenzone voor gevoelige apparatuur, waarbij aanvullende maatregelen op de grens van de ruimte en/of ter plaatse van de apparatuur zijn getroffen. De binnenzone kan een ruimte of een systeemkast zijn. De overgang van kabels naar zone LPZ0 loopt altijd via een zone LPZ1-SR.

Tabel 1: Zone-indeling ProRail

Dit is schematisch weergegeven in figuur 2.



Figuur 2 Zone-indeling ProRail

5.3 LPZ1-SR schoon en vuil

Binnen de LPZ1-SR zone wordt nog onderscheid gemaakt tussen “schoon” en “vuil”. De reden hiervoor is dat er bij ProRail bepaalde treinbeveiligingsinstallaties worden toegepast die elektrisch geheel zwevend dienen te zijn of die (indirect: via een trafo of een tussenrelais in een relaaskast) verbonden zijn met de spoorstaven. De montagevoorschriften voor deze installaties laten veelal niet toe dat er vereffeningsmaatregelen worden getroffen ten opzichte van aarde; geen PV (bonding) op de zoneovergang van LPZ0 naar LPZ1-SR. Dergelijke installaties met hun aangesloten bekabeling worden als vuil aangemerkt omdat zij stoorstromen en –spanningen direct van buitenaf de technische ruimte in brengen. Schoon zijn op hun beurt die installaties die wel van vereffeningsmaatregelen zijn voorzien.

5.4 Spoortechnische ruimte en spoorwegomgeving

Technische ruimtes/objecten in de spoorwegomgeving worden als spoortechnische ruimtes gekwalificeerd. Door de aangesloten bekabeling naar buiten en/of de beperkte afstand van objecten tot de spoorse infrastructuur is de apparatuur in deze technische ruimtes/objecten namelijk onder invloed van spoorse stoofenomenen. Voor de apparatuur gelden in dat geval de EMC-eisen conform RLN00007, zie paragraaf 5.5. De installatie-eisen worden in onderhavige richtlijn benoemd.

De spoorwegomgeving is conform RLN00007 gedefinieerd als: in horizontale richting, het gebied binnen 11m vanaf hart buitenste spoor, of 10m vanaf het hek van de voedende onderstations, conform NEN-EN 50121-2; en in verticale richting het gebied (onder en boven) binnen 11m vanaf bovenzijde spoorstaaf. Daarnaast wordt tot de spoorwegomgeving gerekend iedere locatie waar zich apparatuur bevindt, waarvan (een deel van) de aangesloten bekabeling meer dan 30m parallelloop heeft met het spoor binnen het hierboven genoemde gebied.

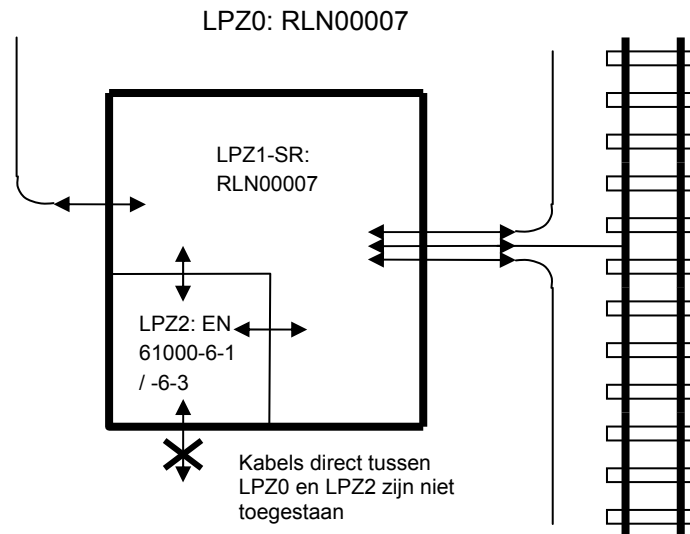
Buiten de spoorwegomgeving worden geen spoorse stoofenomenen verondersteld aanwezig te zijn. In dat geval gelden de standaard EMC- en installatie-eisen: NEN-EN-IEC 61000-6-1 of -6-2 (respectievelijk immuniteit huishoudelijk of industrieel), NEN-EN-IEC 61000-6-3 of -6-4 (respectievelijk emissie huishoudelijk of industrieel) en NEN-EN-IEC 62305 (bliksembeveiliging).

5.5 Zone-indeling versus EMC-eisen

In de afzonderlijke LPZ-zones worden ook afzonderlijke eisen gesteld aan de emissie en immuniteit van de in die zone voorkomende apparaten en systemen. De beheersmaatregelen tegen bliksem en overspanningen zijn per zone afgestemd op de immuniteit van de betreffende apparaten en systemen tegen overspanningen. De samenhang tussen de LPZ-indeling en de EMC-eisen aan de apparatuur en systemen is in de volgende tabel aangegeven. Schematisch is dit weergegeven in figuur 3.

LPZ-indeling	EMC-eisen aan apparaten en systemen
LPZ2	NEN-EN-IEC 61000-6-1 (immuniteit) en NEN-EN-IEC 61000-6-3 (emissie): Generieke EMC-eisen voor huishoudelijke, handels- en lichtindustriële omgevingen.
LPZ1-SR	RLN00007 RLN00007 is gebaseerd op NEN-EN 50121-4 en NEN-EN 50121-5 en beschrijft de voor ProRail van toepassing zijnde aanvullingen op deze normen.
LPZ0	RLN00007 RLN00007 is gebaseerd op NEN-EN 50121-4 en NEN-EN 50121-5 en beschrijft de voor ProRail van toepassing zijnde aanvullingen op deze normen.

Tabel 2: Samenhang tussen LPZ-indeling en EMC-eisen aan apparatuur en systemen



Figuur 3: Zone-indeling versus EMC-eisen

5.6 Zone-indeling in de praktijk

Voorbeelden van technische ruimtes en de LPZ-indeling zijn aangegeven in de volgende tabel.

Soorten ruimtes	LPZ-indeling
Relaishuis, straatkast of relaiskast	LPZ1-SR
Telecomruimte	LPZ1-SR
	LPZ2 indien geen kabels naar LPZ0 en maatregelen op overgang naar LPZ1-SR
Hoogspanningsruimte	LPZ1-SR
ICT-computerruimte	LPZ2 indien geen kabels naar LPZ0 en maatregelen op overgang naar LPZ1-SR
Bedieningsruimte van verkeersleiding, SMC en OBI	LPZ2 indien geen kabels naar LPZ0 en maatregelen op overgang naar LPZ1-SR

Tabel 3: Voorbeelden LPZ-indeling van technische ruimtes

6 Generieke eisen aan inrichting, aarding, afscherming, etc.

6.1 Algemeen

De volgende maatregelen dienen te worden getroffen bij gebouwen (inclusief relaishuis en straatkast) waarin zich technische ruimtes bevinden van ProRail die vallen binnen het toepassingsgebied van de richtlijn.

Het aanbrengen van een:

1. Bliksemafleiderinstallatie (zie paragraaf 6.2)
2. Aardings/Potentiaalvereffeningsinstallatie (zie paragraaf 6.3)

Daarnaast gelden de volgende installatie-eisen:

3. Potentiaalvereffening kabels en leidingen (zie paragraaf 6.4)
4. Potentiaalvereffening objecten (zie paragraaf 6.5)
5. Toepassing kabeldraagsystemen (kabelgoten, etc.; zie paragraaf 6.6)
6. Eisen aan kabels (zie paragraaf 6.7)

Bovengenoemde installatie-eisen zijn niet altijd en overal van toepassing. In welk gevallen bepaalde eisen van toepassing zijn, staat beschreven in hoofdstuk 8 en 9.

6.2 Eisen bliksemafleiderinstallatie

- eis 1 Op gebouwen met daarin technische ruimtes dient een bliksemafleiderinstallatie te worden aangebracht.
- eis 2 Deze bliksemafleiderinstallatie dient te voldoen aan NEN-EN-IEC 62305 klasse LPL II (lightning protection level II).

Dit betekent onder andere bescherming tot 150 kA bliksemstroom en een daknetvermazing van 10m x 10m.

De keuze LPL II is gebaseerd op een conform NEN-EN-IEC 62305-2 door ProRail uitgevoerde risicoanalyse van een aantal standaard gebouwen: VL-post, onderstation en relaishuis; zie bijlage 5.

Straatkasten worden als gebouw beschouwd; zie eis 1 en 2.

De vereffening van andere installatie-onderdelen op het dak, zoals bijvoorbeeld (delen van) airco-installaties, kabels, kabelgoten en kabelladders met de bliksemafleiderinstallatie is beschreven in paragraaf 11.1 eis 165 tot en met 168.

- eis 3 Uitzondering: Relaiskasten worden niet van een bliksemafleiderinstallatie voorzien. Aan relaiskasten worden wel overige eisen gesteld; zie paragraaf 8.9.

6.3 Potentiaalvereffeningsinstallatie (samenstel van ringleidingen)

6.3.1 Algemeen

- eis 4 Ten behoeve van technische ruimtes in gebouwen dienen ringleidingen te worden aangebracht per ruimte.
- eis 5 Deze ringleidingen per ruimte dienen rondom, in elke hoek en daar waar bekabeling kruist, onderling te worden gekoppeld met korte verbindingen (horizontale vermazing), zodat een vermaasd net per verdieping ontstaat; zie ook de voorbeelden in figuur 4 en 4a.
- eis 6 Bij technische ruimtes in gebouwen met meerdere verdiepingen dienen deze ringleidingen op elke etage te worden aangebracht.

- eis 7 Het samenstel van ringleidingen per verdieping dient ook onderling te worden gekoppeld (verticale vermazing), waarbij tussen verdiepingen tenminste vier ruimtelijk verdeelde, zo kort mogelijke rechtstreekse verbindingen worden gerealiseerd.
- eis 8 Bij kabeldoorvoeren zijn onderlinge verbindingen van ringleidingen sowieso vereist.
- eis 9 Bij grotere gebouwen is iedere 10m (typische waarde) een verticale vermazing vereist. De maximaal toegestane afstand tussen de verticale vermazing is 20m.

Het samenstel van ringleidingen met de onderlinge verbindingen vormen tezamen de potentiaalvereffeningsinstallatie. De potentiaalvereffeningsinstallatie is tegelijk hoofdaardrail waar aan alle objecten met zo kort mogelijke verbindingen worden geaard.

- eis 10 Bestaande aparte hoofdaardrails dienen te vervallen.
- eis 11 De potentiaalvereffeningsinstallatie is zoals gezegd tegelijk hoofdaardrail en dient als zodanig door middel van aardelektrodes of anderszins te worden vereffend met moederaarde.

De in het verleden vaak in de EV-ruimte geïnstalleerde hoofdaardrail komt te vervallen. Toepassing van een aparte hoofdaardrail werkt namelijk stervormige aarding in de hand, terwijl een vermaasde aarding met korte verbindingen is voorgeschreven.

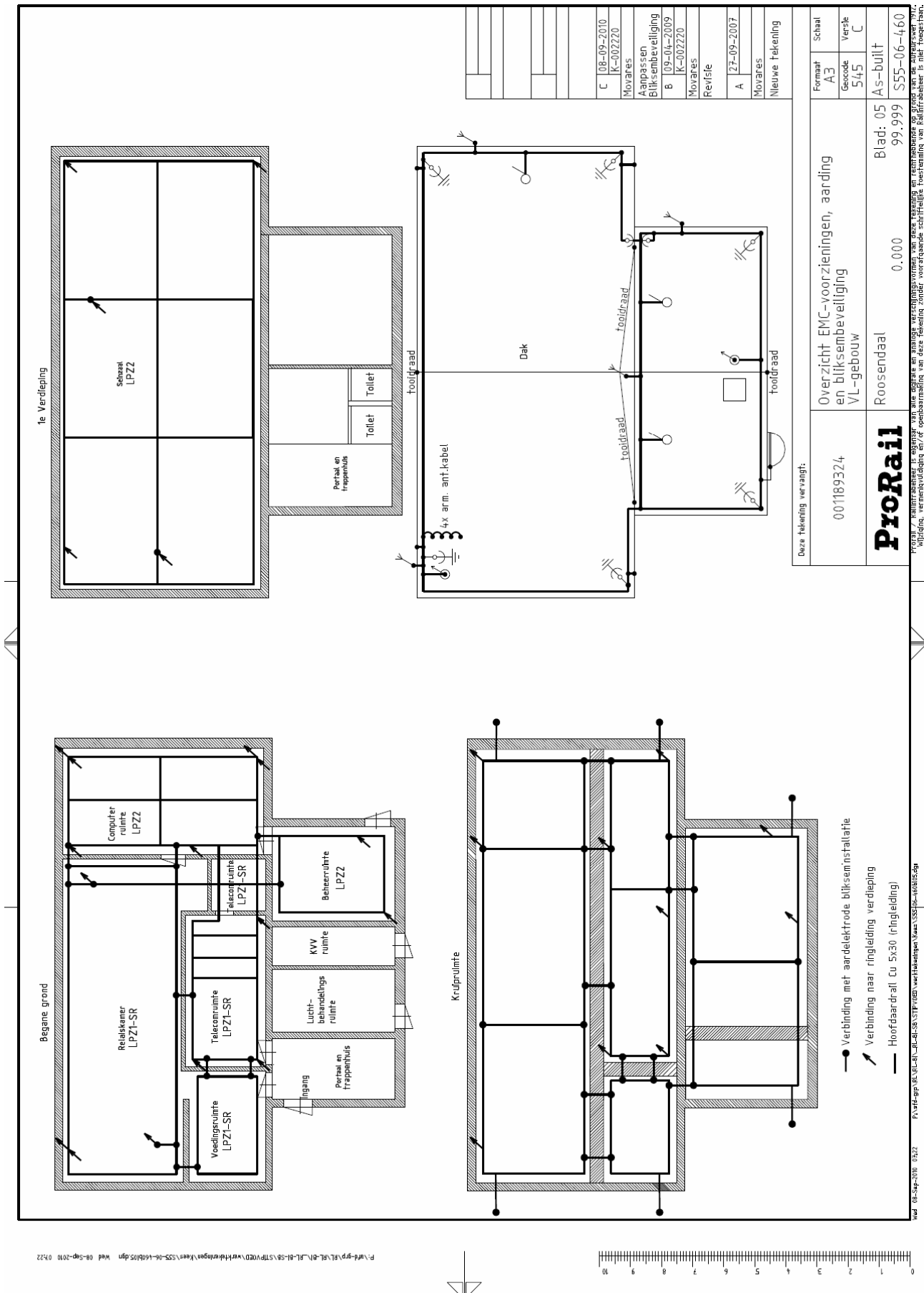
- eis 12 De te realiseren aardverspreidingsweerstand is afhankelijk van de toegepaste installaties en volgt voor laagspanningsinstallaties uit de NEN1010.
- eis 13 De bliksemafleider(-opvang)installatie dient eveneens van aardelektrode aansluitingen te worden voorzien. Een en ander conform NEN-EN-IEC 62305-3.
- eis 14 De potentiaalvereffeningsinstallatie dient langs de gebouwmotrek (zoneovergang LPZ0/LPZ1-SR) op ten minste 2 ruimtelijk verdeelde punten, verbonden te worden met de aarde van de bliksemafleiderinstallatie.
- eis 15 Bij grotere gebouwen zoals VL-posten is een verbinding met de bliksemafleiderinstallatie (via de gebouwwapening) om de 15 à 20m langs de gebouwmotrek vereist. Als voorbeeld is in figuur 4 de potentiaalvereffeningsinstallatie van VL-post Roosendaal en in figuur 4a die van relaishuis Wormerveer afgebeeld.

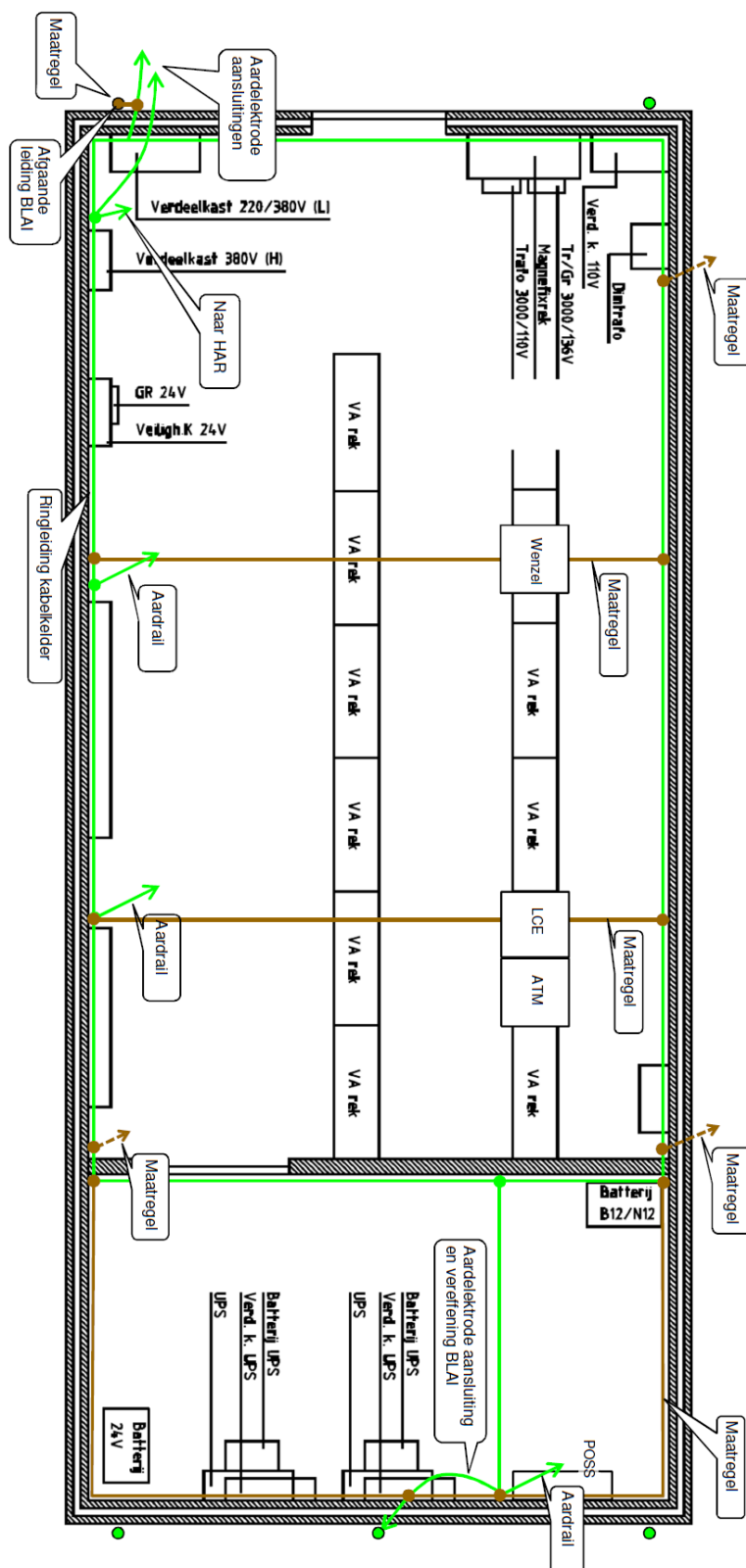
Bij nieuwbouw wordt vaak gebruik gemaakt van doorgelaste wapening in de civiele constructie. Via aardplaten, zoals bijvoorbeeld Cadweld platen, wordt deze wapening dan toegankelijk gemaakt naar buiten de constructie om hieraan aardverbindingen te kunnen bevestigen.

- eis 16 Deze aardplaten dienen waar mogelijk te worden vereffend met de potentiaalvereffeningsinstallatie, zodat de vermazing hiervan verbetert.
- eis 17 Het is echter niet toegestaan om uitsluitend via verbindingen met doorgelaste wapening een vermaasd aardnet in een gebouw op te bouwen.
Bijvoorbeeld aparte ringleidingen per ruimte die uitsluitend via de wapening onderling gekoppeld zijn, zijn niet toegestaan.
- eis 18 De potentiaalvereffeningsinstallatie dient altijd uit visueel inspecteerbare verbindingen te bestaan. Een verbinding in beton wordt beschouwd als niet-inspecteerbaar.

Bij moderne gebouwen met doorgelaste wapening is de gebouwwapening vaak onderdeel van het aardingsnet, waarbij de fundatie dienst doet als aardelektrode.

- eis 19 Eis vervallen.
- eis 20 De onderdelen van de potentiaalvereffeningsinstallatie mogen nooit in kabelgoot met andere bekabeling zijn ondergebracht.





Figuur 4a: Voorbeeld potentiaalvereffeningsinstallatie RH10 Wormerveer (deze is afkomstig uit een EMC-inventarisatie; in groen is de bestaande potentiaalvereffening en in bruin de nog te nemen maatregelen weergegeven).

6.3.2 Gebruik materialen

- eis 21 Qua materialen dienen de onderdelen van de potentiaalvereffeningsinstallatie (dus ook de onderlinge verbindingen tussen ringleidingen) te bestaan uit:
- Cu-strip van tenminste 30x5mm, of
 - 50mm² Cu litze (uitsluitend korte lengtes: <0,5m).
- eis 22 Onderdelen dienen als korte, liefst brede/platte, verbindingen te zijn uitgevoerd.
- eis 23 Voor de bliksemafleiderinstallatie buitenop het gebouw, zijn ook andere materialen dan Cu toegestaan. Een en ander conform NEN-EN-IEC 62305-3.
- eis 24 Ter voorkoming van vandalisme is het aan te bevelen om:
1. de afgaande leidingen uit het zicht te plaatsen (bijvoorbeeld via een staalconstructie uit te voeren).
 2. de opvanginrichting (Air Termination System) in een minder diefstalgevoelig materiaal dan Cu uit te voeren.

De grijze 50mm² BB (bijzonder buigzaam), zoals in het verleden vaak is toegepast, is niet toegestaan.

NB: Voor aftak aardleidingen naar objecten gelden andere specificaties; zie 6.5.

De kwaliteit van de verbindingen in de aardingsinstallatie zijn van groot belang. De verbinding dient ook bij hoge frequenties functioneel te zijn. Korte, liefst brede/platte, verbindingen zijn daarom vereist. Hierdoor blijft de impedantie (weerstand en zelfinductie; deze laatste component is voor de hogere frequenties dominant) beperkt, zodat de stroom het best kan worden geleid.

6.3.3 Maasvorming van de ringleiding

- eis 25 De ringleiding dient de gebouw- of zonegrens te volgen. Zie ook de voorbeelden in figuur 4 en 4a en bijlage 1 en 2.
- eis 26 De te vormen potentiaalvereffeningsinstallatie dient maasvormig te zijn.
- eis 27 Als basis dient een vermaasd net in de kruipruimte, met maaswijdte van maximaal 5m x 5m, conform de aanbevelingen in NEN-EN-IEC 62305 te worden gerealiseerd. Dit aardnet in de kruipruimte voldoet tegelijk als aardingsvoorziening van de begane grond. Voor aansluitgemak in de technische ruimtes kan aanleggen van een extra ringleiding bovenlangs in de ruimte echter handig zijn.
- eis 28 Betreffende ringleiding dient echter wel volledig te worden geïntegreerd (bijvoorbeeld rondom aangesloten op het aardnet in de kruipruimte) met de potentiaalvereffeningsinstallatie van het gebouw; zie paragraaf 6.3.1.
- eis 29 Per ruimte is vereist om een vermazing toe te passen die de opstelling van de te aarden objecten (bijvoorbeeld een rij kasten, of werkplekken van de seinzaal) volgt. Hierdoor kunnen deze objecten steeds met een korte verbinding aan aarde (de potentiaalvereffeningsinstallatie) worden vereffend.
- eis 30 In het algemeen geldt een vermazing van maximaal 20m x 20m. Indien de ruimte of zone groter is dan 20m x 20m dan dienen er extra dwarsverbindingen door de ruimte te worden aangebracht, die aan beide zijden met de ringleiding worden verbonden. Ofwel: elk punt in de zone moet binnen 10m (horizontaal) van de ringleiding liggen.

De maaswijdte van max. 20m x 20m is uit het oogpunt van alleen bescherming tegen bliksem te verantwoorden (maximale frequentie: 1 MHz, minimale golflengte: 300m, maaswijdte < $\lambda/10$ = derhalve < 30m, dus 20m is voldoende. Vanwege de aanwezigheid van andere hoogfrequente bronnen zoals vermogenselektronica, schakelende relais etc. wordt vaak voor besturingsruimtes, control rooms etc. een kleinere maaswijdte voorgeschreven, bv. 5m x

5m. Een 5m x 5m vermazing is uitgangspunt in NEN-EN-IEC 62305 en ook geëist (eis 27) in de kruipruimte als basis.

In de praktijk zal de vermazing kleiner uitpakken wanneer een computervloer gebruikt wordt of wanneer kabelgoten door de ruimte op de ringleiding worden aangesloten. Bovengenoemde 20m x 20m richtlijn geldt als absoluut minimaal aan te leggen voorziening.

6.3.4 Toepassing van computervloer

- eis 31 Indien de ruimte voorzien is van een computervloer, dan dient de computervloer draagconstructie opgenomen te worden in de potentiaalvereffeningsinstallatie als extra vermazing.
- eis 32 Daarvoor is vereist dat die computervloer draagconstructie uit elektrisch geleidende materialen wordt opgebouwd.
- eis 33 Onderdelen van de computervloer draagconstructie dienen conform specificatie van de fabrikant gemonteerd te worden, opdat een elektrisch geleidend geheel ontstaat.
- eis 34 Bij toepassing van stringers die tussen vijzels worden bevestigd (zie foto 3) dienen deze op de pootkoppen te worden vastgeschroefd met geschikte parkers, opdat een elektrisch geleidend geheel ontstaat.
- eis 35 Onder de computervloer dient langs de ruimtegrens een Cu-strip ringleiding te worden aangelegd conform de eisen in paragraaf 6.3.1.
- eis 36 Daarnaast dient er een Cu-strip vermazing van de ringleiding aangebracht te worden die de kastopstelling(en) volgt.
- eis 37 Eis 36 vervalt indien de computervloer draagconstructie volgens fabrikantsspecificatie geschikt is om zelfstandig onderdeel van een aardnet uit te maken.
- eis 38 Hiervoor dient het geleidend vermogen van de computervloer draagconstructie vergelijkbaar te zijn met tenminste 50mm² Cu.
- eis 39 De in de ruimte aanwezige te aarden objecten (installatiekasten, goten, etc.) kunnen in dit geval op de vloerdraagconstructie worden geaard.
- eis 40 De computervloer draagconstructie dient langs de Cu-strips (ringleiding rondom en de eventuele extra vermazing) in alle hoeken en aanvullend om de maximaal 5m hiermee te worden vereffend.

foto 1 en foto 2 tonen een voorbeeld van een installatievloer die conform fabrikantsspecificatie geschikt is om zelfstandig onderdeel uit te maken van een aardnet; zie eis 37 en 38. Deze vloer draagconstructie bestaat uit thermisch verzinkte C-profielen 60x60x2mm die met hamerkopschroeven elektrisch geleidend aan de staanders worden verbonden. Zo'n soort vloer is bijvoorbeeld in de ICT-computerruimte van de VL-post Eindhoven toegepast.

foto 3 en foto 4 toont een voorbeeld van een lichte vloerconstructie die niet aan eis 37 en 38 voldoet en bijvoorbeeld in de ICT-computerruimte van de VL-post Amsterdam is toegepast.



foto 1. Detail Installatie vloer; C-profielen met hamerkopschroeven elektrisch geleidend verbonden, zodat deze constructie zelfstandig onderdeel van een aardnet kan zijn



foto 2. computervloer ICT-computerruimte VL-post Eindhoven



foto 3. Detail lichte vloerconstructie



foto 4. computervloer ICT-computerruimte VL-post Amsterdam

6.4 Potentiaalvereffening kabels en leidingen

6.4.1 Algemeen

- eis 41 Op de zoneovergang van LPZ0 naar LPZ1-SR dienen alle kabels en leidingen die hier passeren (binnen 0,5m van de zone-overgang) te worden vereffend aan de potentiaalvereffeningsinstallatie; zie ook paragraaf 5.2.

Het betreft aansluiting op de potentiaalvereffeningsinstallatie van:

1. alle afschermingen van kabels; armeringen, aardschermen, mantels etc.,
2. alle aardaansluitingen naar aardelektrodes,
3. alle metalen leidingen (bijvoorbeeld waterleiding) of kunststof leidingen van geleidende vloeistoffen; ten behoeve hiervan een metalen leidingdeel hierin opnemen.

Voorbeelden:

- Bij invoer van kabels en leidingen juist onder maaiveldniveau wordt de zoneovergang LPZ0 naar LPZ1-SR meestal gevormd door de ringleiding in de kruipruimte die de gebouwgrens volgt; zie eis 25 en 27.
 - Bij invoer van kabels en leidingen vanaf een dak (bijvoorbeeld ten behoeve van koelinstallaties of antennes) is dit het eerste de beste onderdeel van de potentiaalvereffeningsinstallatie na gebouwentree. Ten behoeve hiervan is wellicht vereist om de potentiaalvereffeningsinstallatie gericht uit te breiden richting het punt van kabelinvoer. Hierbij mag ook de staalconstructie van het gebouw als verlengstuk van de potentiaalvereffeningsinstallatie worden ingezet.
 - Bij invoer van kabels en leidingen vanuit een tunnelbuis in een dienstgebouw is dit de EMC-wand die meestal op tunnelbuisniveau is gesitueerd; zie bijvoorbeeld foto 7.
- eis 42 Om installatie en inspectie te vergemakkelijken en corrosieschade aan kabels bij vochtige kruipruimtes te voorkomen (zie foto 5), dient op de begane grond een verlengstuk van de ringleiding in de kruipruimte, bij de beoogde opvoer van bekabeling uit de kruipruimte, te worden gerealiseerd; zie bijvoorbeeld foto 6.
- eis 43 Dit verlengstuk (bijvoorbeeld de aardrail onder een kabelverdeler uit foto 6) fungeert dan als zoneovergang waarop de kabels dienen te worden vereffend (op basis van eis 41).
Eis 42 en 43 impliceren dat de kruipruimte zelf als zone LPZ0 dient te worden beschouwd. De zoneovergang wordt gegeven deze eisen namelijk gelegd bij de opvoer van bekabeling uit de kruipruimte.
- eis 44 De vereffening van de kabelafscherming dient 360° rondom te worden uitgevoerd.
Dit hoeft niet met wartels maar mag bijvoorbeeld ook met kabelklemmen uitgevoerd worden waarmee de kabel 360° rondom wordt afgemonteerd.
- eis 45 De aansluiting van aardelektrodes of aardleidingen van buiten dient zo dicht mogelijk bij de kabelentree in het gebouw, op het dichtst zijzjnde kruisende deel van de potentiaalvereffeningsinstallatie in de kruipruimte te worden gerealiseerd.



foto 5. Corrosieschade bij potentiaalvereffening van bekabeling in de kruipruimte waarin water is binnengetrepen.

Vaak is het onpraktisch om de entree van bekabeling van buiten (LPZ0) in de kruipruimte als zoneovergang te beschouwen. De kruipruimte is in praktijk namelijk nogal eens vochtig, zodat corrosie van verbindingen een risico is (zie foto 5). Daarnaast levert het grote aantal kabels bij de invoer mogelijk een probleem. Door de kruipruimte als onderdeel van de zone LPZ0 te beschouwen, is de zoneovergang naar LPZ1-SR te verplaatsen naar het opvoerpunt van bekabeling in de technische ruimtes op de begane grond.

Vaak kan vereffening van de kabelafscherming via een schermklem aan een aardrail verlopen; zoals bijvoorbeeld foto 6, RH10 Waalhaven aansluiting Noord (25kVac tractieomgeving), zoneovergang LPZ0 naar LPZ1-SR onder de kabelverdeler van treinbeveiliging. In dienstgebouwen van tunnels, waarbij een groot aantal kabels vanuit de tunnelbuis in een relatief kleine ruimte worden ingevoerd, is het ook toegestaan om deze potentiaalvereffening via een korte (<1m) aardleiding uit te voeren. Betreffende aardleiding wordt dan met rolbandveer rondom vereffend aan de kabelafscherming. Zie foto 7.



foto 6. RH10 Waalhaven aansluiting Noord, potentiaalvereffening treinbeveiliging kabels onder kabelverdeler als verlengstuk van de ringleiding in de kruipruimte



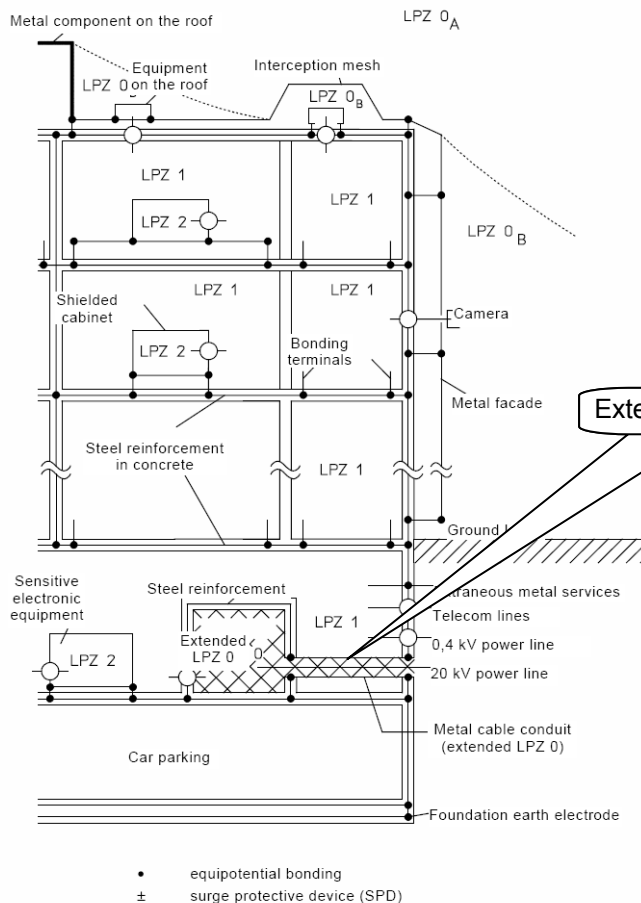
foto 7. Kabelinvoer dienstgebouw Botlek tunnel

6.4.2 Specifieke eisen hoogspanningskabels

Bij hoogspanningskabels (bijvoorbeeld 10kV of 20kV kabels) is het vereffenen van de kabel-afscherming onderweg (in het kabeltracé) meestal bezwaarlijk in verband met de mogelijke aantasting van de isolatiekwaliteit van de kabel. Deze kabels kunnen alleen aan het uiteinde met aarde worden vereffend.

- eis 46 Om zoneconflicten in het gebouw te voorkomen is vereist om ten behoeve van de hoogspanningsbekabeling een afgeschermd extended EM-zone LPZ0 te realiseren. Voor de eisen hieraan; zie paragraaf 6.6.2.

Dit is een apart metalen kabelgoottracé dat vanaf de reguliere zoneovergang LPZ0/LPZ1-SR (bijvoorbeeld het opvoerpunt van bekabeling uit de kruipruimte) loopt tot aan de hoogspanningsinstallatie waarop betreffende bekabeling is vereffend aan aarde; zie onderstaand principieschema en foto 8. Op deze manier wordt de zoneovergang specifiek voor deze bekabeling als het ware verplaatst van het opvoerpunt van bekabeling uit de kruipruimte naar de hoogspanningsinstallatie. Binnenin de goot heerst een EM-zone LPZ0; buiten de goot is het een LPZ1-SR zone.



Principieschema extended LPZ0 kabeltracé conform NEN-EN-IEC 62305-4

foto 8. Praktijk, tracé hoogspanningskabels Botlek tunnel, van tunnelbuisniveau naar begane grond

6.4.3 Voorkomen zwerfstroomcorrosie in 1500Vdc tractieomgeving

- eis 47 Om zwerfstroomcorrosie te voorkomen dient de afscherming van kabels van/naar de spoorwegomgeving (zie paragraaf 5.4), die het gebouw waarin de technische ruimte zich bevindt verlaten/binnenkomen, op een aparte aardrail te worden afgewerkt.

- eis 48 Hierbij worden de kabels per geografische richting (of per stuk) op een aparte aardrail verzameld; zie foto 9.
- eis 49 Vervolgens dient deze aardrail conform de voor de aangesloten systemen geldende bedrijfsvoorschriften (niet/geïsoleerd, galvanisch, via OSB of anderszins) te worden vereffend met de potentiaalvereffeningsinstallatie.
- eis 50 Voor bekabeling die buiten de spoorwgomgeving blijft dient een galvanische verbinding met de potentiaalvereffeningsinstallatie te worden gerealiseerd.

De keuze OSB of galvanisch wordt bepaald door het risico van zwerfstroomcorrosie op die locatie. Dit kan veroorzaakt worden doordat de betreffende kabelmantel een verbinding maakt naar aarde, bijvoorbeeld door een slechte of ontbrekende isolatie. Voor kabels die buiten de "spoorwgomgeving" lopen, zoals netvoeding van de netbeheerder of telecom van een niet-spoorse provider, is optreden van zwerfstroomcorrosie onwaarschijnlijk. Dergelijke bekabeling dient galvanisch met de potentiaalvereffeningsinstallatie te worden vereffend.

Bij 25kVac tractieomgeving is een galvanische verbinding met de potentiaalvereffeningsinstallatie sowieso vereist. Zie OVS00055-3.

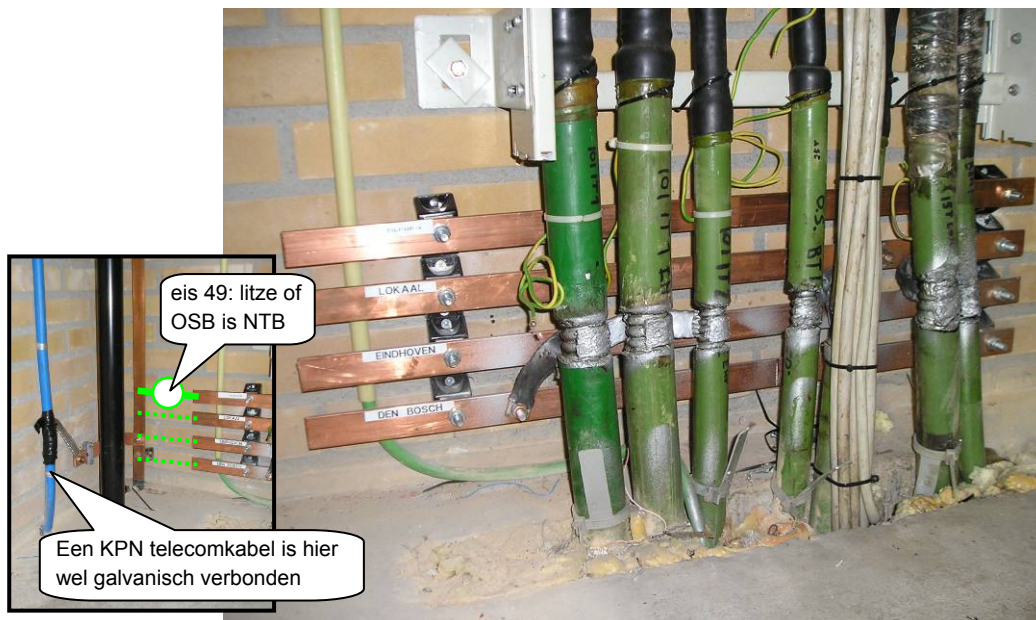


foto 9. RH Boxtel (in 2009): Telecomkabels die per richting op hulprails zijn verzameld (NB de overige kabels op de foto zijn hier niet EMC-correct geïnstalleerd).

6.5 Potentiaalvereffening objecten

6.5.1 Algemeen

- eis 51 Op de potentiaalvereffeningsinstallatie dienen, via korte (<0,5m) aardverbindingen, te worden aangesloten:
- alle installatiekasten of metalen objectbehuizingen (bijvoorbeeld laadgelijkrichter),
 - de aardrail (PE-rail) in (kunststof) verdeelinrichtingen,
 - passieve metalen objecten met een volume groter dan 0,5m x 0,5m x 0,5m,
 - passieve metalen objecten van grote omvang (groter dan 10m, bijvoorbeeld gasblusinstallatie, luchtkanalen, CV-installatie, airco-installatie, etc. inclusief aangesloten leidingen) dienen meerdere aardverbindingen te hebben. De tussenafstand tussen die aardverbindingen (zoals kanalen en leidingen, die vaak grote afstanden afleggen binnen een gebouw) dient tussen de 10m en 20m te liggen, waarbij geldt:
 1. tenminste op elke ruimtegrens, en
 2. bij grote ruimtes aanvullend om de maximaal 20m, en
 3. bij kleine ruimtes kan, gegeven punt 1, een minimum afstand van 10m worden aangehouden; er kan dan volstaan worden met bijvoorbeeld 1 aarding in plaats van 2 (of 3 bij een splitsing) op korte onderlinge afstand.
- eis 52 Bovengenoemde verbinding dienen uitgevoerd te worden met 1x25mm² platte Cu litze of 1x25mm² geel/groen geïsoleerd VD-draad. Indien op basis van NEN1010 een grotere doorsnede is vereist is, dan dient deze aangehouden te worden.
- eis 53 Voor zelfstandig opgestelde apparaten van beperkte omvang (<0,5m x 0,5m x 0,5m) met een 230Vac netvoeding aansluiting met PE (bijvoorbeeld een kleine UPS; zie bijlage B4.3.1), volstaat deze PE aansluiting als aarding van het betreffende object.
- eis 54 Ten behoeve van de aansluiting van bekabeling, kabelgoten (zie verderop) en/of aardleidingen op objecten, dient elk object te worden voorzien van een zogenaamde EMC-interface (zie paragraaf 6.5.2).
- eis 55 Eis 54 geldt niet voor categorie 3 apparatuur (zie paragraaf 4.3).
- eis 56 Treinbeveiligingsinstallaties of onderdelen daarvan die in verband met aardfoutdetectie conform voorschrift elektrisch geïsoleerd staan opgesteld (bijvoorbeeld B-relais rekken in 1500Vdc tractieomgeving), dienen niet geaard te worden en dienen goed geïsoleerd van de geaarde delen te blijven.

6.5.2 Uitvoeringen EMC-interface

De EMC-interface is een voorziening (bijvoorbeeld een aardrail of een bodemplaat) waarop de afscherming van bekabeling gecontroleerd kan worden afgewerkt, de kabelgoot kan worden aangesloten en de aarding van betreffend object kan worden gerealiseerd. Via de EMC-interface kan uitwisseling van (scherm-)stroom plaatsvinden zonder dat het object daar zelf last van heeft.

Mogelijke uitvoeringsvormen van de EMC-interface zijn:

1. Een Cu-strip (gedeeltelijk) ringvormig rondom een (kunststof) verdeelinrichting;
2. Een aardrail in een kast, zoals bijvoorbeeld bij LCE (een type EBP onderpost);
3. Een aardrail nabij een kast of object (zie ook eis 58); bijvoorbeeld bij een UPS of laadgelijkrichter;
4. Een EMC doorvoer met geleidende rubbers in een bodem- of dakplaat; bijvoorbeeld bij de DCP (dit is een aparte beveiligingsmodule in de GVI TEV2006) of in een ATM-kast;
5. Het kastchassis zelf; zoals bijvoorbeeld bij het POSS-monitoringsysteem of installatiekasten (zoals Jade) bij 25kVac tractieomgeving of datakasten in LP22 omgeving;
6. Een aardrail die geïsoleerd wordt opgesteld van het gestel van het object (zie ook eis 59 t/m 61).

- eis 57 Ad.1 de maaswijdte van deze Cu-strip ring dient max. 1,5m te zijn. Dit dient eventueel door extra vermazing bereikt te worden.
- eis 58 Ad.3 de (onafgeschermd) kabellengte tussen EMC-interface en object dient beperkt te blijven tot maximaal 1m.
- eis 59 Ad.6 Objecten in 1500Vdc onder- en schakelstations die van gestelsluitbeveiliging zijn voorzien (GVI en tractiegelijkrichter), mogen niet op de aardringleiding worden aangesloten.
- eis 60 Ad.6 (vervolg) In dit geval dient de EMC-interface (aardrail) geïsoleerd van het object te worden opgesteld.
- eis 61 Ad.6 (vervolg) De EMC-interface zelf wordt wel weer aangesloten op de aardringleiding. In bijlage 4 zijn diverse praktijkvoorbeelden (met foto's) van de verschillende EMC-interfaces gegeven.

In 1500Vdc onderstations zijn objecten, waarin zich DC tractiestroom voerende geleiders bevinden (GVI en tractiegelijkrichter), via een gestelsluitbeveiligingsrelais geaard. Hiermee wordt een kortsluiting tussen plus 1500Vdc en gestel gedetecteerd. Dit gestelsluitbeveiligingsrelais schakelt alle snelschakelaars in de GVI, alle vermogensschakelaars in de HVI en alle voedende bovenleidingschakelaars uit, zodat het niet meer mogelijk is op een kortsluiting in GVI of tractiegelijkrichter in te voeden. Om te voorkomen dat het gestelsluitbeveiligingsrelais wordt overbrugd mogen er geen overige aardverbindingen (ook niet via geaarde kabelmantels) aan betreffende gestellen worden bevestigd.

Voor de aansluitwijze van de kabelafscherming geldt:

- eis 62 De kabelafscherming dient aan beide kabeluiteinden 360° rondom te worden aangesloten op de EMC-interface van het object.

Bij EMC-interfaces die bestaan uit Cu-strip worden hiervoor meestal schermklemmen toegepast; zie bijvoorbeeld foto 12. Bij de EMC-interface bestaande uit geleidende rubbers, verloopt deze aansluiting door rondom contact met betreffende rubbers; zie bijlage B.4.4. Bij een EMC-interface bestaande uit object chassis verloopt deze aansluiting via speciale connectoren of EMC-wartel; zie bijvoorbeeld bijlage B4.5.1 of B4.7.1.

6.5.3 Buitenobjecten

- eis 63 Buitenobjecten die aarding behoeven, bijvoorbeeld tunnel technische installaties in 1500Vdc of 25kVac tractieomgeving of relaiskasten in 25kVac tractieomgeving dienen eveneens van een EMC-interface te worden voorzien.

In dit geval is de EMC-interface bijvoorbeeld:

- 7. Een wartelplaat of kastwand met EMC-wartels; bijvoorbeeld een relaiskast langs de baan of de aansluiting van een treindetector in een tunnel.

- eis 64 De aardaansluiting dient door middel van geel/groen geïsoleerd VD-draad met een diameter van 6mm² tot 70mm² conform OVS00055-4 (in tunnels) of OVS00055-3 (bij 25kVac tractieomgeving) uitgevoerd te worden.

Met eis 64 is invulling gegeven aan de situatie bij tunnels (zowel 1500Vdc, 25kVac als niet-geëlektrificeerd) en bij de complete 25kVac tractieomgeving. Echter in de 1500Vdc tractieomgeving is aansluiting van een aardleiding op objecten vaak niet aan de orde. Toch is dan een degelijke EMC-interface van objecten van belang om afgeschermd kabels netjes onderling en naar het chassis van de behuizing te kunnen vereffenen. Zodoende kunnen de blikseminductiespanningen worden beheerst. Soms worden dergelijke objecten van een aparte aardelektrode-aansluiting voor lokale aarding voorzien. Voorbeelden zijn een wisselverdeelkast, een assentellerinstallatie en de aandrijving van een bovenleidingschakelaar. Een generieke aanpak van de voorschriften op het gebied van EMC-aarding in de 1500Vdc tractieomgeving is nog in ontwikkeling.

- eis 65 In de 1500Vdc tractieomgeving is het overigens wel van belang dat deze EMC-interfaces geïsoleerd blijven van de minus of van gestellen die via een paalspoorstaafverbinding (doorslagveiligheid) met minus zijn verbonden, zoals bovenleidingconstructies. De minus en betreffende gestellen dienen namelijk geïsoleerd van aarde te blijven.
- eis 66 In de 1500Vdc tractieomgeving dienen de betreffende buitenobjecten dan ook buiten de rijdraadbreukzone (zie OVS00085) te worden opgesteld. In bijlage 4 zijn diverse praktijkvoorbeelden (met foto's) van de verschillende EMC-interfaces gegeven.

6.6 Toepassing kabeldraagsystemen

6.6.1 Algemeen

Kabeldraagsystemen kunnen, mits goed geïnstalleerd, een belangrijke bijdrage leveren aan de EMC van installaties. Bepalend hiervoor is:

- De elektrische langsgeleiding van het kabeldraagsysteem parallel aan de kabels die erin liggen; Aandachtspunt hierbij is de koppeling van de verschillende onderdelen van het draagsysteem, ook bij doorvoeringen van wanden en vloeren;
- De aarding van kabeldraagsystemen, en
- De aansluiting van kabeldraagsystemen op objecten.

Kabeldraagsystemen zijn er in verschillende kwaliteiten. In volgorde van afnemende EMC-kwaliteit zijn dit:

- I. metalen kabelgoten, ook wel EMC-goten genaamd;
- II. draadgoten, en
- III. kabelladders.

Meestal is het gebruik van een EMC-goot (variant I) voorgeschreven; zie elders in deze richtlijn. Soms is echter ook een draadgoot of ladderbaan toegestaan (variant II respectievelijk III); bijvoorbeeld in computerruimtes LPZ2 is dat het geval. Onderstaand volgt een opsomming van eisen waaraan een EMC-goot (variant I) dient te voldoen.

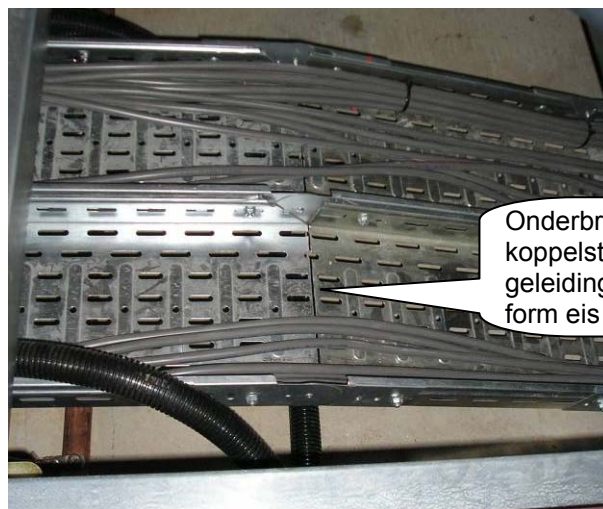
In het algemeen dient een EMC-goot te voldoen aan:

- eis 67 Als materiaal dient een metalen ongelakte (bijvoorbeeld verzinkte) kabelgoot, met vlakke bodem te worden toegepast. Kabelgoten met deksel worden aanbevolen, maar zijn niet vereist. Uitgangspunt is dat een goot zonder deksel al voldoende afscherming biedt. Voor EMC-goten met speciale toepassing (zoals corridors of extended LPZ0 kabelgoot tracé; zie 6.6.2) worden deksels wel voorgeschreven; zie bijvoorbeeld eis 92 en eis 86.
- eis 68 De toegepaste goten mogen nooit te vol zijn. Alle kabels dienen in de goot te liggen, waarbij er geen kabels boven de rand van de goot uit mogen komen. Een plat deksel op de goot dient te allen tijde gemonteerd te kunnen worden, zonder dat de bekabeling hiervoor verplaatst of verwijderd moet worden.

eis 69 Eventuele perforaties in de kabelgoot zijn toegestaan, maar uitsluitend in de lengterichting van de goot (dus met de kabels meelappend; zie foto 10). De perforaties mogen maximaal 20% van het totale gootoppervlak beslaan. Zodoende wordt de stroomgeleiding door de goot zo min mogelijk gehinderd.

Qua langsgeleiding dient een EMC-goot (variant I) te voldoen aan:

- eis 70 De gootdelen dienen onderling goed elektrisch geleidend te worden doorverbonden met daarvoor bedoelde koppelplaten en originele koppel-/verloopstukken conform de norm NEN-EN-IEC 61537. Klikverbindingen tussen onderdelen van de kabelgoot zijn alleen toegestaan indien het goede galvanische contact gewaarborgd is (dus bijvoorbeeld niet indien de kabelgoot getordeerd is als gevolg van een ongelijke ondersteuning).
- eis 71 Indien niet aan eis 70 kan worden voldaan, is vereist om een tweetal 25mm² Cu platte litze verbindingen tussen gootdelen aan te sluiten. Hierbij wordt aan weerszijden van de kabelbundel in de betreffende goot één litze verbinding, aan de opstaande kant van de goot, aangesloten ter overbrugging.
- eis 72 Bij toepassing van scharnierende koppelstukken met popnagels dient de bodemplaat van de goot langs het koppelstuk door te lopen, zodat de langsgeleiding is gegarandeerd. De popnagelverbinding zelf wordt namelijk als onvoldoende (duurzaam) elektrisch geleidend gekwalificeerd.
- eis 73 Indien niet aan eis 72 kan worden voldaan (de bodemplaat is onderbroken; zie bijvoorbeeld foto 10) dan zijn aanvullende maatregelen vereist, te weten:
- Litze overbruggingen conform eis 71 toepassen, of
 - Popnagelverbinding fixeren door ernaast een bout/moerverbinding aan te brengen.



Onderbroken bodemplaat bij scharnierend koppelstuk levert onvoldoende elektrische geleiding. Aanvullende maatregelen conform eis 73 zijn dan vereist.

foto 10. Nieuwbouw seinzaal VL-post Roosendaal november 2010; als verbetermaatregel is hier nadien een bout-/moerverbinding ter fixatie van het middels popnagel scharnierend deel aangebracht.

Qua aarding dient een EMC-goot te voldoen aan:

- eis 74 De kabelgoot dient aan alle uiteinden steeds elektrisch geleidend verbonden te worden met de potentiaalvereffeningsinstallatie.
- eis 75 Tevens is aarding langs het goottracé (verbinding met de potentiaalvereffeningsinstallatie), minimaal om de 5 m, vereist.
- eis 76 Tevens zijn ook verbindingen met de potentiaalvereffeningsinstallatie vereist bij het kruisen van een ringleiding; bijvoorbeeld bij een kabelgoot die naar een naastgelegen ruimte loopt.
- eis 77 Bovengenoemde verbindingen dienen uitgevoerd te worden met 1x25mm² Cu platte litze of 1x25mm² geel/groen geïsoleerd VD-draad.

In het algemeen geldt hoe meer aarding hoe beter.

De aarding van een goot mag ook via een geaard object verlopen waarmee de betreffende goot is verbonden.

Qua aansluiting van objecten dient een EMC-goot te voldoen aan:

- eis 78 De metalen kabelgoten leveren afscherming aan de bekabeling die erin ligt. Die afscherming dient door te lopen tot in de objecten (bijvoorbeeld een installatiekast) waar de bekabeling naartoe wordt geleid. Dit is te realiseren door de betreffende kabelgoten bij de entree van de bekabeling te vereffen aan de EMC-interface van het object; zie paragraaf 6.5.2.
- eis 79 Deze vereffening dient door middel van 2 stuks 25mm² Cu platte litze verbindingen of 2 stuks 25mm² Cu geel/groen geïsoleerd VD-draad te worden uitgevoerd: één aan iedere zijde van de kabelbundel tussen goot en EMC-interface. Aangezien hiervoor genoemde EMC-interface tevens aardingsvoorziening is van bijbehorend object, kan de verbinding tussen goot en EMC-interface eveneens als aarding van de goot worden beschouwd.
- eis 80 Bij de aansluiting van een kabelgoot op naast elkaar opgestelde kasten, die onderling galvanisch zijn gekoppeld, kan per kast volstaan worden met 1 stuks 25mm² Cu platte litze verbinding tussen goot en kast (i.p.v. 2x25mm² per kast conform eis 79).

Bij meer dan 1 goot, die aansluiten op dezelfde kast, wordt aanbevolen betreffende goten onderling te koppelen (met originele koppelstukken) en vervolgens het samenstel van goten (als één geheel) conform eis 79 te vereffenen aan de kast. Dit in plaats van elke goot afzonderlijk conform eis 79 te vereffenen aan de kast.

Bij toepassing van een draadgoot of ladderbaan geldt:

- eis 81 De draadgoot of ladderbaan dient te voldoen aan de eisen 67, 68 en 70 t/m 80. In tegenstelling tot de EMC-goot hoeft dan echter niet voldaan te worden aan eis 69.

6.6.2 Kabeldraagsystemen voor verschillende toepassingen

In technische ruimtes dienen aparte kabeldraagsystemen voor verschillende toepassingen gebruikt te worden. Het doel hiervan is om de bekabeling naar soort te scheiden en zo doende onderlinge beïnvloeding te verminderen; bijvoorbeeld om vuile en schone bekabeling (zie 5.3) apart te houden. De toepassing die het betreft wordt dan met een speciale sticker op de kabelgoot kenbaar gemaakt. In betreffende kabelgoot mag dan alleen bekabeling worden ondergebracht die voldoet aan de omschrijving op de sticker. Zie bijlage 6 voor voorbeelden van stickers.

Hieronder volgt een opsomming van verschillende toepassingen en de eisen die hiervoor gelden. Er worden drie standaardtoepassingen van kabeldraagsystemen onderscheiden:

- a) LPZ1-SR schone kabelgoot

- b) vuile kabelgoot/-ladder
- c) gebouwgebonden kabelgoot

Daarnaast is er een aantal 'specials' die soms voorkomen:

- d) extended LPZ0 kabelgoot tracé
- e) extended LPZ1-SR kabelgoot tracé
- f) extended LPZ2 kabelgoot tracé (ook wel 'LPZ2 corridor' of 'LPZ2 goot' genoemd)
- g) Kunststof goot en/of pijp

Ad.a LPZ1-SR schone goot

Omschrijving:

De LPZ1-SR schone kabelgoot wordt standaard toegepast voor alle bekabeling in de zone LPZ1-SR die conform zoneconcept (zie paragraaf 8.5) is geïnstalleerd.

- eis 82 De kabelgoot dient van het type EMC-goot (variant I) te zijn en te voldoen aan de eisen 67 t/m 80.
- eis 83 De kabelgoot dient als LPZ1-SR schone kabelgoot herkenbaar te zijn; zie ook bijlage 6.

Ad.b Vuile kabelgoot/-ladder

Omschrijving:

De vuile kabelgoot/-ladder wordt toegepast voor bekabeling van bijvoorbeeld treinbeveiligingsinstallaties in de zone LPZ1-SR, die NIET zijn voorzien van vereffeningsmaatregelen op de zoneovergang van/naar LPZ0. Het betreft vaak een bewust niet-geaarde gelakte kabel-ladder. Aan dit type kabelgoot/-ladder worden verder geen eisen gesteld wat betreft EMC. Zie ook onderstaande foto 11 waarin zowel goot type b als a zijn weergegeven.

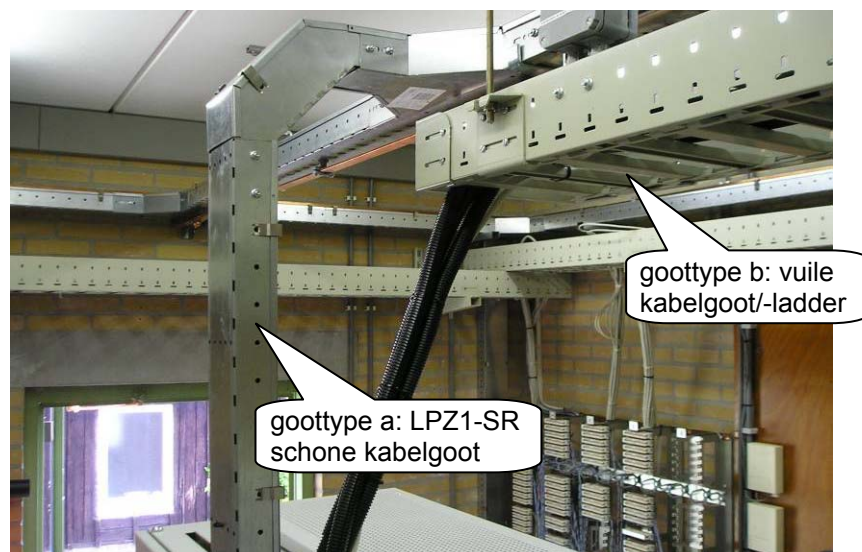


foto 11. Telecomruimte RH Bortel, waarin de telecombekabeling is ondergebracht in vuile kabelgoot/-ladder en er een LPZ1-SR schone kabelgoot is aangelegd voor de EMC-installatie van categorie 1 en 2 apparatuur (zie 4.3).

Ad.c Gebouwgebonden kabelgoot

Omschrijving:

De gebouwgebonden kabelgoot wordt toegepast voor alle overige bekabeling in alle ruimtes die NIET conform zoneconcept is geïnstalleerd; categorie 3 apparatuur (zie 4.3). Het betreft vaak gebouwgebonden installaties zoals verlichting, klimaatregeling, etc.

- eis 84 De kabelgoot dient van het type EMC-goot of ladderbaan te zijn en dient te voldoen aan de eisen 67, 68 en 70 t/m 80. Bij eis 75 mag de voorgeschreven 5m tussen aardingen worden vergroot naar 10m.

Ad.d Extended LPZ0 kabelgoot tracé

Omschrijving:

Het extended LPZ0 kabelgoot tracé wordt toegepast indien bekabeling niet op de reguliere zoneovergang LPZ0/LPZ1-SR is te vereffenen. Dit is bijvoorbeeld bij hoogspanningskabels het geval; zie paragraaf 6.4.2. In dat geval wordt de zoneovergang verplaatst naar een punt waar de betreffende bekabeling wel is te vereffenen. Hierbij wordt het complete kabeltracé opgesloten in een dichte EMC-goot. Binnenin de goot heerst LPZ0, erbuiten LPZ1-SR.

- eis 85 De kabelgoot dient van het type EMC-goot (variant I) te zijn en te voldoen aan de eisen 67 t/m 80.
- eis 86 De kabelgoot dient volledig gesloten te zijn: de goot dient van een deksel voorzien te zijn en mag niet worden gedeeld met andere bekabeling.
- eis 87 De kabelgoot dient als extended LPZ0 kabelgoot herkenbaar te zijn; zie ook bijlage 6.

Ad.e Extended LPZ1-SR kabelgoot tracé

Omschrijving:

Het extended LPZ1-SR kabelgoot tracé wordt toegepast indien bekabeling niet op de reguliere zoneovergang LPZ1-SR/LPZ2 is te vereffenen. Dit is bijvoorbeeld bij databekabeling het geval, die op een patch paneel in LPZ2 beter te vereffenen is dan op de ruimtegrens waar de zoneovergang is voorzien. In dat geval wordt de zoneovergang verplaatst van de ruimtegrens naar het patch paneel, waar de bekabeling wordt vereffend. Hierbij wordt het kabeltracé opgesloten in een dichte EMC-goot. Binnenin de goot heerst LPZ1-SR, erbuiten LPZ2.

- eis 88 De kabelgoot dient van het type EMC-goot (variant I) te zijn en te voldoen aan de eisen 67 t/m 80.
- eis 89 De kabelgoot dient volledig gesloten te zijn: de goot dient van een deksel voorzien te zijn en mag niet worden gedeeld met andere bekabeling.
- eis 90 De kabelgoot dient als extended LPZ1-SR kabelgoot herkenbaar te zijn; zie ook bijlage 6.

Ad.f Extended LPZ2 kabelgoot tracé

Omschrijving:

Het extended LPZ2 kabelgoot tracé wordt toegepast om LPZ2 ruimtes onderling te verbinden door een LPZ1-SR (of LPZ0) omgeving. Het extended LPZ2 kabelgoot tracé wordt ook wel 'LPZ2 corridor' of 'LPZ2 goot' genoemd. Het extended LPZ2 kabelgoot tracé bestaat uit een gesloten EMC-goot. Binnenin de goot heerst LPZ2, erbuiten LPZ1-SR.

- eis 91 De kabelgoot dient van het type EMC-goot (variant I) te zijn en te voldoen aan de eisen 67 t/m 80.
- eis 92 De kabelgoot dient volledig gesloten te zijn: de goot dient van een deksel voorzien te zijn en mag niet worden gedeeld met andere bekabeling.
- eis 93 De kabelgoot dient als extended LPZ2 kabelgoot tracé herkenbaar te zijn; zie ook bijlage 6.

Ad.g Kunststof goot en/of pijp

Omschrijving:

In het verleden werden vaak kunststof goten in plaats van metalen goten toegepast. Aangezien dergelijke goten geen bijdrage leveren aan de verbetering van de EMC, is het toepassen daarvan niet meer toegestaan.

- eis 94 Het gebruik van kunststof kabelgoten is (voor nieuwbouw) niet toegestaan. In bestaande situaties mogen de kabelgoten blijven zitten. Indien er sprake is van een grote revisie van een technische ruimte, dienen de kunststof kabelgoten vervangen te worden door metalen varianten zoals omschreven in deze paragraaf 6.6.2.
- Wel is voor de installatie van één of enkele losse kabels (bijvoorbeeld naar een wandcontactdoos of de batterijkabels naar accu's) het gebruik van kunststof pijp toegestaan.

6.7 Eisen aan kabels

6.7.1 Algemeen

De kabels van een installatie spelen een bepalende rol om EMC te bereiken. De kabels zullen zich namelijk als potentiële antennes voor storing manifesteren. Door een juiste kabelkeuze en bijbehorende installatietechniek kunnen deze storingen buiten de deur gehouden worden. Met andere woorden zorg ervoor dat deze bekabeling een minder goede antenne wordt.

Het zoneconcept zoals neergezet in hoofdstuk 5 vereist in het algemeen de toepassing van afgeschermd bekabeling voor de categorie 1 en 2 apparatuur (zie 4.3). Door potentiaalvereffening ('bonding') van de kabelafscherming op zoneovergangen zijn zones elektromagnetisch van elkaar te scheiden. In deze paragraaf worden de eisen vanuit EMC aan de toe te passen kabels en bijbehorende installatietechniek opgesomd.

6.7.2 Afgeschermd bekabeling

De afschermd werking van een kabel wordt bepaald door de zogenaamde transferimpedantie (Z_t ; zie RLN00124). Hoe lager de transferimpedantie des te beter de afschermd werking is. Uitgangspunt is echter dat een kabel met standaard afscherming, bijvoorbeeld YMVkas voor voeding (zie onderstaande foto 12), al voldoende afscherming biedt voor zonering. De opbouw van de afscherming is maatgevend:

- eis 95 Er dient in het algemeen bekabeling te worden toegepast met een gevlochten afscherming. *De bekabeling die wordt toegepast voor treinbeveiligingsinstallaties, dient te voldoen aan SPC61300.*
- eis 96 De optische dichtheid van het geleidende vlechtwerk dient tenminste 70% te bedragen.
- eis 97 Een open staaldraad armering, zonder tegenspiraal (waardoor de afzonderlijke staaldraden onvoldoende elektrisch geleidend verbonden zijn; zie foto 14), is niet toegestaan.
- eis 98 Een meer dichte afscherming bestaande uit geleidende staaltape (zoals bijvoorbeeld bij Telecom in gebruik als afgeschermd stamkabel; zie foto 15) of koper golf mantel (zie foto 9) is toegestaan.
- eis 99 Het gebruik van kabels met folie-afscherming (bijv. F/UTP (vroeger FTP genoemd) netwerk-bekabeling of andere signaalbekabeling; zie foto 13) is niet toegestaan.
- eis 100 De combinatie van vlechtwerk en folie (bijv. SF/UTP (vroeger SFTP genoemd) of S/FTP netwerkbekabeling) is toegestaan.

De toepassing van folie-kabelafscherming is ongewenst aangezien potentiaalvereffening onderweg (en het gebruik van EMC-wartels of EMC-doorvoeren met geleidende rubbers; zie bijlage B.4.7.1 respectievelijk B.4.4.1) hiermee onmogelijk is. De folies zijn aan de buitenzijde namelijk vaak isolerend zodat hiermee geen elektrisch contact is te realiseren. Dat lukt al-

leen aan de kabeluiteinden. Bij gevlochten afscherming (eventueel in combinatie met folie aan binnenzijde er tegenaan liggend zodat de afscherming verbeterd) treedt dit nadeel niet op.

Bij toepassing van kabelmoffen waarmee kabels onderling worden verbonden (rechte las) of uitgelast (splits- of aftak-las), is eveneens van belang dat de kabelafscherming in de mof van alle kabelstukken onderling wordt doorgezet. Hierbij geldt:

- eis 101 De afscherming van kabels dient in de kabelmoffen 360° rondom te worden doorgezet / doorverbonden tussen de door de mof te lassen kabels.
- eis 102 Deze doorverbinding van kabelafschermingen dient een elektrisch geleidend vermogen te hebben dat minstens zo groot is als dat van de afschermingen die het verbindt.

De vereffeningstroom die in de kabelafscherming loopt mag geen hinder ondervinden in de kabelmof. Een kopergolfmantel-kabel met 30mm² Cu equivalent doorsnede van de kabelafscherming dient in een kabelmof dus ook met minimaal 30mm² Cu equivalent 360° rondom te worden doorgezet. Het is dus niet toegestaan om hiervoor een enkele 2,5mm² Cu aarddraad hiervoor te gebruiken.



foto 12. Telecomruimte VL-post Rotterdam: Standaard YMvKas kabel voldoet als afscherming voor EM-zonering

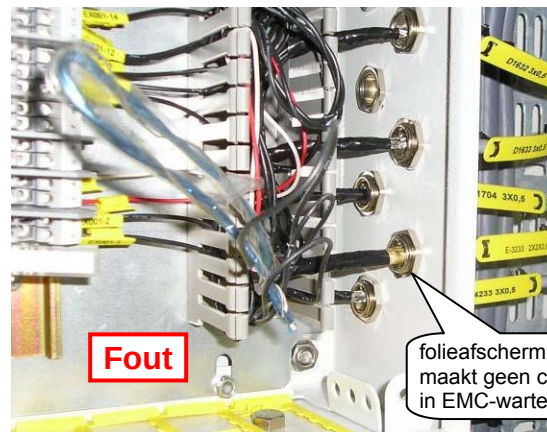


foto 13. Remote I/O kast Pannerdenskanaal tunnel: Folieafscherming is ongeschikt voor montage met EMC-wartels.

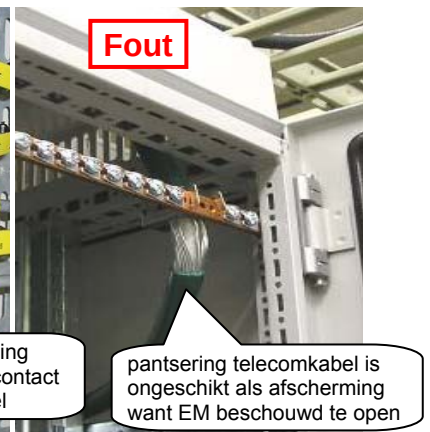


foto 14. Telecomruimte VL-post Rotterdam: Pantsering van deze kabel is ongeschikt als afscherming voor EM-zonering



foto 15. Afgeschermd telecom stamkabel (10x4x0,5) die wordt toegepast bij ATM (zie ook bijlage B4.4.2) en wel geschikt is om als EMC afscherming te dienen.

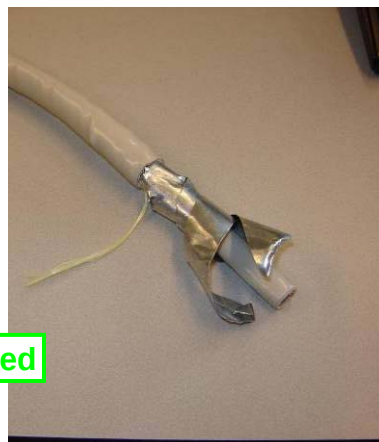


foto 16. SFTP kabels afgewerkt in een datakast.

6.7.3 Onafgeschermd bekabeling

Het gebruik van onafgeschermd bekabeling is soms ook toegestaan; bijvoorbeeld bij LPZ2 bekabeling die binnen dezelfde zone blijft, of voor categorie 3 apparatuur (zie 4.3), zoals verlichting en wandcontactdozen. In paragraaf 8.6, 9.4 en 9.5 is aangegeven wanneer het gebruik van onafgeschermd bekabeling is toegestaan. Van belang voor EMC blijft echter wel dat betreffende bekabeling uit samengestelde kabels bestaat. Dat wil zeggen dat de heen- en teruggaande aders van het zelfde elektrische circuit dan steeds in elkaars onmiddellijke nabijheid blijven (bijvoorbeeld door het twisten van aderparen), waardoor compacte stroomcircuits ontstaan en daarmee de 'differential mode' lussen worden geminimaliseerd.

- eis 103 Bij gebruik van onafgeschermd kabels is toepassing van samengestelde bekabeling vereist waarin compacte stroomcircuits worden gerealiseerd (bijvoorbeeld door het twisten van aderparen). Daarmee worden 'differential mode' lussen geminimaliseerd.
De bekabeling die wordt toegepast voor treinbeveiligingsinstallaties, dient te voldoen aan SPC61300.
- eis 104 Voor voedingkabels geldt eveneens dat kabels met PE-aders dienen te worden toegepast.
- eis 105 De PE-aders, genoemd in eis 104, dienen aan twee kanten te worden aangesloten, zodat bij kortsluiting naar aarde de kortsluitstroom in een compact circuit kan lopen.

7 Inrichtingseisen van zone LPZ1 = VERVALLEN

8 Inrichtingseisen van zone LPZ1-SR

8.1 Algemeen

In bijlage 1 is de inrichting van een relaishuis met B-relais schematisch weergegeven. In bijlage 2 is de inrichting van een VL-post met een in pandig relaishuis schematisch weergegeven.

8.2 Overspanningsbeveiliging op de netvoeding op de overgang LPZ0 - LPZ1-SR

- eis 106 De hoofdverdeelinrichtingen van de diverse netvoedingen (zowel UPS-, net-/noodvoedingen t.b.v. categorie 1 en 2 apparatuur, als die t.b.v. de huisinstallatie, categorie 3 apparatuur; zie 4.3) dienen ter plaatse van de overgang naar zone LPZ0 te worden voorzien van overspanningsbeveiliging (=OSB).
- eis 107 De toe te passen OSB componenten (eis 106) dienen van het type klasse I / II (T1+T2) conform NEN-EN-IEC 62305-4 te zijn. Dit is een combinatietype afleider klasse I + II.
- eis 108 De klasse I (T1) afleider dient ten minste een stroom te kunnen afleiden van 100kA (10/350 μ s) gedeeld door het aantal geleiders (kabels en of leidingen) dat de zoneovergang naar LPZ0 kruist en ter plaatse is vereffend.
- eis 109 De klasse II (T2) afleider dient ten minste een stroom te kunnen afleiden van 20kA (8/20 μ s) per geleider.
- eis 110 Verder is overspanningsbeveiliging, klasse II (T2 afleider, nominale afleidstroom 20kA 8/20 μ s per geleider) op onderverdeelinrichtingen vereist, indien van daaruit bekabeling naar LPZ0 wordt gevoed; bijvoorbeeld voor terreinverlichting of voor installaties op het dak van het gebouw.
- eis 111 Overspanningsbeveiliging, klasse II (T2 afleider, nominale afleidstroom 20kA 8/20 μ s per geleider), op onderverdeelinrichtingen is eveneens vereist indien betreffende verdeelinrichting zowel EMC (categorie 1 en 2 apparatuur; zie 4.3) als niet-EMC aangesloten gebruikers voedt.

Een voorbeeld hiervan is: een onderverdeelinrichting in de Telecomruimte voedt een EMC verantwoord geïnstalleerde ATM-installatie, maar tevens ook nog bestaande apparatuur met onbekende EMC kwalificatie.

Locale wandcontactdozen en verlichting worden weliswaar anders (zie 8.6) geïnstalleerd dan categorie 1 en 2 (zie 4.3) apparatuur, maar dat levert geen conflict op met de EMC aangesloten gebruikers. De bekabeling van deze wandcontactdozen en verlichting blijft namelijk beperkt tot in de ruimte. Deze bekabeling vormt daarmee geen bedreiging voor de EMC aangesloten gebruikers.

- eis 112 De OSB voorziening die volgens eis 111 is vereist, mag eventueel achterwege blijven indien betreffende verdeelinrichting binnen hetzelfde gebouw met maximaal 20m kabellengte is aangesloten op een hoofdverdeelinrichting die al (eis 106) van OSB is voorzien.
- eis 113 Hiervoor genoemde OSB componenten op de netvoeding (eis 106 t/m eis 111) dienen te worden geïnstalleerd zoals gespecificeerd in bijlage B4.1.1. Aandachtspunten zijn:
- a) De aardleiding van de OSB component dient altijd via de aardrail in de verdeelinrichting te lopen.
 - b) Fase-, nul- en aardleidingen naar de OSB component dienen altijd zo dicht mogelijk (<5cm) bij elkaar gehouden te worden.

Aandachtspunt bij de selectie van de toe te passen overspanningsafleiders voor de netvoeding, is de selectiviteit ten opzichte van de netvoedingzekering.

8.3 Overspanningsbeveiliging op de datakabels op de overgang LPZ0 - LPZ1-SR

- eis 114 Binnenkomende en naar buiten gaande datakabels dienen op de grens van het gebouw of ten minste op de grens van de zone LPZ0 - LPZ1-SR te worden voorzien van een overspanningsbeveiliging die tenminste een stroom van 5kA (8/20 μ s) per aderpaar kan afleiden.
- eis 115 Indien de betreffende datakabels naar buiten tweezijdig zijn geaard (zie eis 49 en eis 50) en de aardingsmaatregelen aan beide kabeluiteinden ook daadwerkelijk zijn geïmplementeerd, dan vervalt eis 114.

De toegepaste systemen en apparaten dienen namelijk conform NEN-EN 50121 te zijn en kunnen daarmee als voldoende robuust worden beschouwd.

De toe te passen types OSB dienen te worden afgestemd op de aan te sluiten gebruiker. Criteria daarbij zijn bijvoorbeeld: het gewenste beveiligingsniveau (restspanning), bandbreedte functioneel signaal, impedantie, etc. Hierbij dient voldaan te worden aan de voorschriften van het betreffende systeem.

8.4 Overspanningbeveiliging in de antennekabel op de overgang LPZ0 - LPZ1-SR

- eis 116 Coaxkabels van antennes, op het dak of naast het gebouw, dienen bij invoer in het gebouw (overgang LPZ0 - LPZ1-SR) te worden voorzien van OSB die tenminste een stroom van 10kA (8/20 μ s) kan afleiden.
- eis 117 Eis 116 vervalt indien op deze verbinding bij/in de installatiekast(en) van de zend-/ontvangstapparatuur reeds een dergelijke OSB component aanwezig is.

De buitenmantel van de betreffende coaxkabels is gegeven de eisen in paragraaf 6.4.1 op de gebouwgrens (de zoneovergang LPZ0 - LPZ1-SR) reeds vereffend met de potentiaalvereffeningsinstallatie. De geïnduceerde common mode bliksemstroom zal bij blikseminslag hierdoor buitenlangs het gebouw naar aarde worden afgeleid. Door de coaxiale geometrie van de antennekabel zal de differential mode blikseminductiestroom bij aanspreken van de afleider binnenin de kabel blijven lopen en de omgeving hiermee verder niet belasten. Vandaar dat de OSB ook bij/in de installatiekasten mag zitten, zoals aangegeven in eis 117.

- eis 118 Kabels van centrale antennesystemen (CAI) dienen te worden behandeld als datakabels; zie 8.3.

8.5 Installatie-eisen categorie 1 en 2 apparatuur

- eis 119 Alle bekabeling van de categorie 1 en 2 apparatuur (zie paragraaf 4.3) in de zone LPZ1-SR dient als afgeschermd bekabeling te worden uitgevoerd.
- eis 120 Betreffende bekabeling dient te voldoen aan eis 95 t/m 102; zie paragraaf 6.7.2.
- eis 121 De bekabeling dient te worden ondergebracht in een LPZ1-SR schone kabelgoot die voldoet aan de eisen conform paragraaf 6.6.2.

Uitgangspunt is dat voeding en data kunnen worden gecombineerd in dezelfde goot. Eventuele onderlinge beïnvloeding wordt voorkomen doordat beide typen kabels afgeschermd zijn uitgevoerd.

8.6 Installatie-eisen categorie 3 apparatuur

- eis 122 Voor het aansluiten van wandcontactdozen, verlichting en categorie 3 apparatuur (zie paragraaf 4.3) in het algemeen, is het toegestaan om onafgeschermd bekabeling toe te passen.
- eis 123 De betreffende bekabeling dient te voldoen aan de eisen 103 t/m 105; zie paragraaf 6.7.3.
- eis 124 De bekabeling dient te worden ondergebracht in de gebouwgebonden goot die voldoet aan de eisen van paragraaf 6.6.2.
- eis 125 Voor een enkele kabel is ook het gebruik van kunststof pijp toegestaan; zie paragraaf 6.6.2.

- eis 126 De bekabeling van categorie 3 apparatuur mag niet worden gecombineerd met de bekabeling van categorie 1 en 2 apparatuur; zie paragraaf 8.5. Dit geldt zowel in de zone LPZ1-SR als in zone LPZ2.
- eis 127 Tussen bekabeling van categorie 1/2 en categorie 3 apparatuur dient een minimale afstand van 30cm te worden aangehouden.
- eis 128 De hiervoor genoemde minimum afstand (eis 127) is niet vereist als de kabelscheiding door bijvoorbeeld aparte kabelgoten is gegarandeerd. Een LPZ1-SR schone goot mag bijvoorbeeld gerust tegen een gebouwgebonden goot aangelegd worden; zie foto 10.

8.7 Installatie-eisen Treinbeveiligingsinstallaties

- eis 129 Kabelverbindingen van treinbeveiligingsinstallaties die zwevend zijn of die verbonden zijn met de spoorstaven dienen te worden ondergebracht in de zogenaamde vuile kabelgoot/-ladder; zie paragraaf 6.6.2.
- eis 130 Deze vuile kabelgoot/-ladder dient conform de Treinbeveiliging regelgeving (onder andere OVS61401) in 1500Vdc tractieomgeving geïsoleerd opgesteld te staan ten opzichte van aarde; zie ook eis 56.
- eis 131 Bekabeling van treinbeveiligingsinstallaties bestaande uit compacte circuits die op de gebouwgrens eveneens voorzien is van overspanningsbeveiliging (bijvoorbeeld VPI), dient eveneens te worden ondergebracht in LPZ1-SR schone goot die voldoet aan de eisen conform paragraaf 6.6.2. Dit kan dezelfde goot zijn als waarin de bekabeling van categorie 1 en 2 apparatuur ligt; zie 8.5.

De vuile kabelgoot/-ladder wordt niet geaard, omdat dit volgens de vakdiscipline Treinbeveiliging niet is toegestaan in verband met aardfoutdetectie. (Vanuit EMC-oogpunt heeft een geaarde goot normaliter wel de voorkeur.)

Onder compacte circuits wordt verstaan: heen- en terugvoedende aders van hetzelfde stroomcircuit liggen in elkaars onmiddellijke nabijheid; dat wil zeggen in dezelfde kabel of dezelfde kabelboom.

- eis 132 Treinbeveiligingsinstallaties die zwevend zijn of die verbonden zijn met de spoorstaven dienen ten opzichte van geaarde delen geïsoleerd te blijven conform de van toepassing zijnde Treinbeveiliging voorschriften.
- eis 133 De isolatiewaarde dient hierbij te voldoen aan klasse OV1 volgens NEN-EN 50124-1 tabel A.1 bij $U_{Nm} = \text{'Up to 1000 V'}$ en een testspanning volgens NEN-EN 50124-1 tabel A.8 met $U_i = 4,06 \text{ kV}$, $U_{ac} = 2,21 \text{ kV}$ en $U_{dc} = 3,13 \text{ kV}$ (behorend bij een 'Distance' van 3mm).
- eis 134 Treinbeveiligingsinstallaties die zwevend zijn of die verbonden zijn met de spoorstaven dienen galvanisch gescheiden te zijn van elektronische interface-apparatuur (bijvoorbeeld een EBP onderpost).

8.8 Toepassing van OSB met vonkbruggen

- eis 135 Bij toepassing van vonkbruggen in zwevende installaties dient rekening te worden gehouden met mogelijk grote spanningverschillen tussen het zwevende systeem en de lokale aarde. Te denken valt hierbij aan hoge inductiespanningen ten gevolge van tractieharmonischen of transiënten in tractie-installaties. Voorkomen dient te worden, dat de vonkbruggen daardoor onterecht aanspreken.
- eis 136 De doorslagspanning van de vonkbrug dient zo hoog te worden gekozen dat doorslag onder normale bedrijfsomstandigheden niet plaatsvindt. Een goede praktijkwaarde is ca. 1 kV.

Een aandachtspunt bij de dimensionering van overspanningafleiders is het zelfherstellend vermogen (het blussen) nadat de afleider is aangesproken en de spanningspiek is begrensd. Vooral bij de toepassing van DC-voedingen, waarbij de voedingsspanning hoger is dan de boogspanning van de vonkbrug, dienen maatregelen te worden genomen om de continuïteit in de wer-

king van het betreffende systeem te garanderen (bijvoorbeeld door middel van het toepassen van een component met een voldoende hoge aanspreekspanning).

8.9 Relaiskasten met zone LPZ1-SR

- eis 137 Aan de onderzijde van een relaiskast dient een EMC-interface (aardplaat of eventueel een aardrail) te worden gemonteerd; zie ook paragraaf 6.5.3. Deze EMC-interface vormt de zone-overgang van LPZ0 naar LPZ1-SR.
- eis 138 Op deze EMC-interface dient te worden aangesloten:
1. de kast zelf (indien deze van metaal is),
 2. alle daarvoor in aanmerking komende afschermingen van kabels (armeringen, aard-schermen, mantels, etc.) die de kast worden ingevoerd,
 3. aardaansluitingen van overspanningsbeveiligingscomponenten in de kast, en
 4. alle aansluitingen van aardelektrodes die de kast worden ingevoerd.
- eis 139 Ten aanzien van eis 138 sub 2 dient bij 1500Vdc tractieomgeving de betreffende verbinding met de EMC-interface uitgevoerd te worden zoals aangegeven in eis 49.
- eis 140 In elke relaiskast dient een aardelektrode-aansluiting te worden gerealiseerd met een aard-verspreidingsweerstand van maximaal 10Ω .
- eis 141 Indien er uitsluitend zwevende treinbeveiligingsinstallaties in de relaiskast zijn geïnstalleerd, waarbij er geen sprake is van vereffeningsmaatregelen of OSB, dan zijn eis 137 tot en met 140 niet van toepassing.
- eis 142 Indien er in een relaiskast zowel bekabeling van vuile als van schone installaties conform paragraaf 5.3 wordt toegepast, dan dient de betreffende bekabeling in de relaiskast te worden gescheiden, door:
- a. een afstand van tenminste 30cm aan te houden tussen beide types bekabeling,
 - b. de schone bekabeling in een LPZ1-SR schone goot, die voldoet aan de eisen conform paragraaf 6.6.2, onder te brengen, of
 - c. de bekabeling anderszins af te schermen (bijv. afgeschermd uitvoeren en tweezijdig aarden).

9 Inrichtingseisen van zone LPZ2

9.1 Algemeen

In bijlage 1 is de inrichting van een relaishuis met B-relais schematisch weergegeven. In bijlage 2 is de inrichting van een VL-post met een in pandig relaishuis schematisch weergegeven.

9.2 Binnenvoeren van kabels uit de zone LPZ0

9.2.1 Algemene eisen aan alle kabels

- eis 143 Kabels die het gebouw binnenkomen (van buiten, dus uit de zone LPZ0) mogen niet direct worden ingevoerd in de zone LPZ2.
- eis 144 Deze kabels mogen slechts binnengebracht worden in de zone LPZ1-SR (zie paragraaf 5.2).
- eis 145 In de zone LPZ1-SR gelden dan de inrichtingseisen van hoofdstuk 8.
- eis 146 Op de zoneovergang van LPZ1-SR en LPZ2 dient de kabelafscherming van alle bekabeling van categorie 1 en 2 apparatuur, 360° rondom naar aarde te worden vereffend.

Vaak kan vereffening van de kabelafscherming via een schermklem aan een aardrail verlopen; zoals bijvoorbeeld foto 17 en foto 18, VL-post Utrecht zoneovergang voedingsruimte (LPZ1-SR) naar seinzaal (LPZ2).



foto 17. VL-post Utrecht, potentiaalvereffening voedingkabels van voedingsruimte (LPZ1-SR) naar seinzaal (LPZ 2), aanzicht voedingsruimte



foto 18. VL-post Utrecht, potentiaalvereffening voedingkabels (cat.1 en 2) van voedingsruimte (LPZ1-SR) naar seinzaal (LPZ 2), aanzicht seinzaal

9.2.2 Doorvoer van datakabels via zone LPZ1-SR

- eis 147 Datakabels uit de zone LPZ0 dienen via een interface-apparaat in de zone LPZ1-SR te worden doorgevoerd naar de zone LPZ2.
- eis 148 Deze interface dient te voldoen aan de EMC-eisen van RLN00007.

Voorbeelden van dergelijke interfaces zijn:

Een modem dat de interface vormt met de buitenwereld (LPZ0) en dat met een netwerkverbinding is aangesloten op een datakast in de ICT-computerruimte (LPZ2). Dit kan ook een EBP onderpost zijn. Het modem kan

echter ook een afgebakend stukje LPZ1-SR zone zijn binnen een LPZ2-ruimte.

Een ATM-kast met Cu- en/of glasvezelverbinding naar buiten (LPZ0) en interfacing met diverse LPZ2 apparatuur.

Het kan wenselijk zijn dat de aangesloten apparatuur aanvullend wordt beveiligd met overspanningsbeveiliging. Dit zal afhankelijk zijn van de gevoeligheid van de toegepaste apparatuur en het belang van de functie van de apparatuur. Het is in het kader van deze richtlijn niet mogelijk om voor alle apparatuur in de zone LPZ2 generieke eisen te formuleren. Daarom dient dit per situatie nader uitgewerkt te worden.

9.3 Ontkoppeling van voedingen tussen zone LPZ1-SR en LPZ2

In de zone LPZ1-SR en LPZ2 gelden verschillende EMC-eisen voor de hierin toegepaste apparatuur; zie paragraaf 5.5. Aangezien de LS-voedingsinstallatie normaliter beide zones bedient, gelden er specifieke emissie-eisen voor draadgebonden storingen op de voeding. Dit is geregeld met RLN00007 aanvulling 1 en 14.

Indien de apparatuur in zone LPZ2 vanuit een aparte LS-onderverdeelinrichting / -groepenkast wordt gevoed (dus conform eis 149), kan RLN00007 aanvulling 1 en 14 voor de apparatuur in LPZ1-SR vervallen. De aangesloten bekabeling tussen de apparatuur in LPZ1-SR respectievelijk in LPZ2 en het gemeenschappelijke voedingspunt zal dan namelijk voldoende demping leveren om het verschil in de toelaatbare emissie voor draadgebonden storingen op de voeding conform paragraaf 5.5 (RLN00007 respectievelijk EN61000-6-3) op te vangen.

- eis 149 De LS-voeding van LPZ2 apparatuur dient op een aparte verdeelinrichting / groepenkast te worden aangesloten die uitsluitend LPZ2 gebruikers voedt.

9.4 Installatie-eisen categorie 1 en 2 apparatuur

- eis 150 Voor alle bekabeling van de categorie 1 en 2 apparatuur (zie paragraaf 4.3) die binnen de zone LPZ2 blijft, is het toegestaan om onafgeschermd bekabeling te gebruiken.
- eis 151 De betreffende bekabeling dient te voldoen aan de eisen 103 t/m 105; zie paragraaf 6.7.3.
- eis 152 De bekabeling dient te worden ondergebracht in metalen kabelgoot, kabelladder of draadgoot die voldoet aan de eisen in paragraaf 6.6.1.
- eis 153 Aangezien er binnen de LPZ2-zone (gegeven eis 150) mogelijk onafgeschermd bekabeling wordt toegepast, is het vereist om aparte kabelgoottracés voor voeding en data toe te passen om zodoende eventuele onderlinge beïnvloeding tussen deze typen verbindingen te voorkomen.

9.5 Installatie-eisen categorie 3 apparatuur

- eis 154 Voor het aansluiten van wandcontactdozen, verlichting en categorie 3 apparatuur in het algemeen (zie paragraaf 4.3), is het toegestaan onafgeschermd bekabeling te gebruiken.
- eis 155 De betreffende onafgeschermd bekabeling dient te voldoen aan eis 103 t/m 105; zie paragraaf 6.7.3.
- eis 156 De bekabeling dient te worden ondergebracht in de gebouwgebonden goot die voldoet aan de eisen in paragraaf 6.6.2.
- eis 157 Voor een enkele kabel is ook gebruik van kunststof pijp toegestaan; zie paragraaf 6.6.2.
- eis 158 De bekabeling van categorie 3 apparatuur mag niet worden gecombineerd met categorie 1 en 2 apparatuur; zie paragraaf 9.4.
- eis 159 Tussen bekabeling van categorie 1 en 2 enerzijds, en bekabeling van categorie 3 anderzijds, dient een minimale afstand van 30cm te worden aangehouden.

- eis 160 De hiervoor genoemde minimum afstand (in eis 159) is niet vereist als de kabelscheiding door aparte kabelgoten is gegarandeerd. Het is derhalve toegestaan om een LPZ1-SR schone goot tegen een gebouwgebonden goot aan te leggen; zie foto 10.

10 Verbindingen tussen ruimtes van gelijke LPZ-zone

Voor verbindingen tussen ruimtes van gelijke LPZ-zone gelden de eisen aangegeven in paragraaf 6.6.2:

Ad e) extended LPZ1-SR kabelgoot trace;

Ad f) extended LPZ2 kabelgoot trace.

11 Eisen aan zenders en (zend-)masten

11.1 Toepassing van vaste zenders in en nabij technische ruimtes

eis 161 In technische ruimtes zijn geen antennes van vaste zenders toegestaan.

eis 162 Eis 161 is niet van toepassing in LPZ1-SR technische ruimtes indien aan één van de volgende voorwaarden is voldaan:

- er is aangetoond dat de veldsterkte veroorzaakt door de betreffende antenne altijd kleiner is dan 3V/m op een afstand van 0,30m tot de betreffende antenne;
- er is aangetoond dat de veldsterkte veroorzaakt door de betreffende antenne altijd kleiner is dan 3V/m bij alle (gevoelige) apparatuur in de ruimte.
- de apparatuur die dichterbij staat dan 0,30m en/of waarbij de veldsterkte hoger is dan 3V/m is ongevoelig voor eventuele verstoring door EM-velden.

Een voorbeeld van invulling van eis 162 is het gebruik van een standaard GSM module met maximaal 2W zendvermogen. Deze GSM module maakt gebruik van een antenne met een Unity Gain (versterkingsfactor 0dBi). Bij maximaal zendvermogen zal de veldsterkte gemeten op 1,8m of meer van de antenne maximaal 3V/m zijn. De antenne wordt vervolgens zodanig geplaatst in de technische ruimte, dat de afstand tot alle andere apparatuur in deze ruimte 1,8m of meer bedraagt.

Merk op dat de afstand van de antenne tot de andere apparatuur kan worden verkleind, indien bijvoorbeeld het maximale zendvermogen van de GSM module wordt beperkt. Bijvoorbeeld bij 0,5W (factor 4 lager vermogen) geldt een afstand van 0,9m (factor 2 (= $\sqrt{4}$) kleinere afstand).

Apparatuur die niet gevoelig is voor eventuele verstoring door EM-velden is bijvoorbeeld de stationstransformator in een onderstation. Deze mag zich daardoor wel binnen de hiervoor berekende afstand tot de antenne bevinden.

eis 163 Antennes van vaste zenders waarbij bovengenoemde 3V/m-eis niet is gegarandeerd, dienen aan de buitenzijde van het gebouw te worden gemonteerd.

Zie ook paragraaf 11.3 voor de eisen aan zendmasten nabij technische ruimtes.

eis 164 De veldsterkte van zenders ter plaatse van de gebouwgrens van het gebouw waarin de technische ruimte zich bevindt, dient maximaal 3V/m te bedragen.

eis 165 De antennes dienen voldoende beschermd te zijn tegen blikseminslag door de bliksemafleiderinstallatie van het gebouw (zie eis 1).

NB De eisen 165 tot en met 168 gelden ook voor andere installatie-onderdelen op het dak, zoals bijvoorbeeld (delen van) airco-installaties. zie ook paragraaf 6.2.

eis 166 Indien nodig dient de bliksemafleiderinstallatie hiertoe gericht uitgebreid te worden; bijvoorbeeld door het plaatsen van een extra opvangspits (air termination rod) conform NEN-EN-IEC 62305-3.

eis 167 De antenne, antennesteun en bekabeling dienen conform NEN-EN-IEC 62305-3 voldoende afstand te hebben tot (onderdelen van) de bliksemafleiderinstallatie om zodoende afslag te voorkomen. Als vuistregel dient voor gebouwen tot 5m hoogte tenminste 0,5m afstand aangehouden te worden. Bij hogere gebouwen geldt een grotere afstand.

eis 168 Indien niet aan eis 167 kan worden voldaan, dienen alle volgende aanvullende maatregelen genomen te worden:

1. De mantel van antennekabels en de antennesteun ter plaatse van de antenne vereffenen aan de bliksemafleiderinstallatie (BLAI);
2. Het kabeltracé vanaf antenne tot aan de gebouwentree onderbrengen in een kabelgoot of kabelladder die voldoet aan de eisen in par. 6.6.1;
3. De betreffende kabelgoot of kabelladder bij de antenne vereffenen aan de BLAI met 1x50mm² Cu;
4. De betreffende kabelgoot of kabelladder bij de gebouwentree vereffenen aan de potentiaalvereffeningsinstallatie ter plaatse (met 1x50mm² of 2x25mm² Cu) en aan het kabelgoottracé binnen met 2x25mm² Cu;
5. De betreffende kabelgoot of kabelladder op het dak waar nodig aanvullend vereffenen aan de BLAI conform eis 2.

11.2 Toepassing van mobiele zenders in technische ruimtes

eis 169 Het gebruik van mobiele zenders (GSM, GSM-R, UMTS, etc) in LPZ1-SR technische ruimtes is toegestaan bij gesloten installatiekasten van de apparatuur in de ruimte.

eis 170 Bij geopende installatiekasten van apparatuur in de ruimte is het gebruik van mobiele zenders in betreffende ruimtes NIET toegestaan.

Hierbij is verondersteld dat de installatiekasten met apparatuur mogelijk bescherming bieden aan die apparatuur voor verstoring door EM-velden. Met de installatiekasten gesloten is die bescherming intact en zal de apparatuur voldoende immuniteit bezitten conform de eisen in paragraaf 5.5: RLN00007. Bij geopende kasten wordt deze bescherming aangetast, waardoor de immuniteit van apparatuur afneemt en daardoor mogelijk niet meer aan de gewenste eisen (RLN00007) voldoet.

eis 171 Het gebruik van mobiele zenders (GSM, GSM-R, UMTS, etc) in LPZ2 technische ruimtes is NIET toegestaan, tenzij de gebruiker gegarandeerd 3m of meer afstand houdt tot de gevoelige apparatuur.

Hierbij is uitgangspunt dat het uitgestraalde zendvermogen van betreffende mobiele zenders maximaal 2W bedraagt. Bij dit maximale zendvermogen zal de veldsterkte gemeten op 1,8m of meer van de antenne maximaal 3V/m zijn. Rekening houdende met de invloed van reflecties (± 6 dB) wordt een afstand van circa 3m aangehouden, opdat bovengenoemde 3V/m grens niet wordt overschreden.

Aan apparatuur in LPZ2 technische ruimtes worden lagere eisen gesteld aan de immuniteit voor EM-velden dan in LPZ1-SR technische ruimtes; zie paragraaf 5.5. Hierdoor dienen in de LPZ2 technische ruimtes ook strengere eisen te worden gesteld aan het gebruik van mobiele zenders.

11.3 Toepassing van (zend-)masten nabij technische ruimtes

eis 171a Het is niet toegestaan om zendmasten of andersoortige masten (bijvoorbeeld lichtmasten) met een hoogte van 20m of hoger te plaatsen binnen een afstand van 50m tot de technische ruimte.

- eis Het is niet toegestaan om (nieuwe) technische ruimtes te plaatsen binnen een afstand van
171b 50m van zendmasten of andersoortige masten (bijvoorbeeld lichtmasten) met een hoogte
 van 20m of hoger.

*Afwijken van deze eisen 171a en 171b (voorbeeld GSM-R/C2000-mast bij een spoortunnel)
kan alleen na toestemming van de beheerder van deze richtlijn, waarbij een onderbouwing is
aangeleverd ten aanzien van de bliksembeveiligingsrisico's die hiermee samenhangen.*

12 Aantonen dat aan de eisen is voldaan

12.1 Het ontwerp van technische ruimtes

- eis 172 Technische ruimtes dienen te worden ontworpen en ingericht conform de bedrijfsvoorschriften (onder andere ontwerpvoorschriften) van ProRail.
Voor de specifieke producten en systemen geven de betreffende bedrijfsvoorschriften invulling aan de maatregelen in technische ruimtes, zoals aangegeven in de hoofdstukken 6 tot en met 11.
- eis 173 Waar bestaande ontwerpvoorschriften of andere bedrijfsvoorschriften van ProRail inconsistent zijn met de eisen uit onderhavige richtlijn of niet compleet zijn, zijn de eisen in de richtlijn leidend voor het ontwerp.

12.2 Aantonen dat de montage van technische ruimtes voldoet

- eis 174 Montage van aardingssystemen, bliksemafleider- en overspanningsbeveiligingsinstallaties dient te geschieden door een door ProRail erkende installateur.
- eis 175 Bij oplevering dient aan de beheerder van de betreffende technische ruimte een checklist te worden overhandigd, waarin de eisen uit onderhavige richtlijn puntsgewijs zijn opgesomd en gecontroleerd op een juiste uitvoering ervan. Een Sjabloon voor een dergelijke EMC-checklist is, samen met een ingevuld voorbeeld, opgenomen in bijlage 8. Bij nieuwbouw dient de conditiescore minimaal "1, uitstekend" (>90%) te zijn. Voor (aanpassingen aan) bestaande situaties dient de conditiescore minimaal "2, goed" (70%-90%) te zijn voor de betreffende aanpassing. Indien een alternatieve methode gebruikt wordt voor het aantonen dat aan de eisen voldaan wordt, dient de zwaarte van de eisen meegenomen te worden in de beoordeling, op een gelijkwaardige wijze zoals bij de EMC-checklist in bijlage 8.

12.3 Op te leveren documenten

- eis 176 Bij oplevering dient aan de beheerder van de betreffende technische ruimte de volgende documentatie te worden geleverd:
1. Een ingevulde EMC-checklist zoals voorgeschreven in eis 175.
 2. Aangepaste installatietekeningen waarop de relevante EMC-maatregelen zijn aangegeven; Bijvoorbeeld de voedingsinstallatie met OSB, afgeschermd bekabeling, EMC-interface, etc.
 3. Een tekening waarop de complete potentiaalvereffeningsinstallatie per verdieping is afgebeeld (zie bijvoorbeeld paragraaf 6.3, figuur 4 en 4a), inclusief:
 - de onderlinge verbindingen tussen verdiepingen,
 - de bliksemafleiderinstallatie (BLAI) op het dak met afgaande leidingen,
 - de aardelektrodes,
 - de verbindingen tussen BLAI en potentiaalvereffeningsinstallatie,
 - de eventueel aanwezige doorgelaste wapening of aardingsstaven in het beton en de verbindingen met de potentiaalvereffeningsinstallatie,
 - de delen van de staalconstructie die onderdeel uitmaken van de potentiaalvereffeningsinstallatie en de verbindingen hiermee.
 4. Een zone-indeling van het gebouw;
 5. Een gotenplan; waar bevinden zich welke goten (paragraaf 6.6.2 type a) t/m f)).

13 Onderhoud en inspectie

13.1 Onderhoudsplan van technische ruimtes

- eis 177 De projectleider, die verantwoordelijk is voor inrichting of wijziging van de installatie in de technische ruimte, dient een onderhoudsplan ten aanzien van de maatregelen voor EMC, bliksem- en overspanningsbeveiliging op te stellen (of het bestaande plan aan te passen). De beheerder van de technische ruimte dient ervoor zorg te dragen dat dit onderhoudsplan wordt uitgevoerd en actueel wordt gehouden.
- eis 178 Dit onderhoudsplan dient ten aanzien van maatregelen voor bliksem- en overspanningsbeveiliging gebaseerd te zijn op NEN-EN-IEC 62305-3 respectievelijk NEN-EN-IEC 62305-4.

13.2 Inspectie van bliksemafleiderinstallaties

- eis 179 De bliksemafleiderinstallaties en de bijbehorende maatregelen ter bescherming tegen bliksem en overspanningen (OSB en aansluitingen op de potentiaalvereffeningsinstallatie, etc.) dienen conform onderhoudsplan te worden geïnspecteerd. Aandachtspunten zijn:
1. Bouwkundige wijzigingen aan het object;
 2. Onderhoudswerkzaamheden;
 3. Trillingen;
 4. Veranderingen in grondwaterpeil;
 5. Vandalisme;
 6. Aanbrengen van nieuwe apparatuur;
 7. Wijziging in de bekabeling;
 8. Omvang en gebruik.

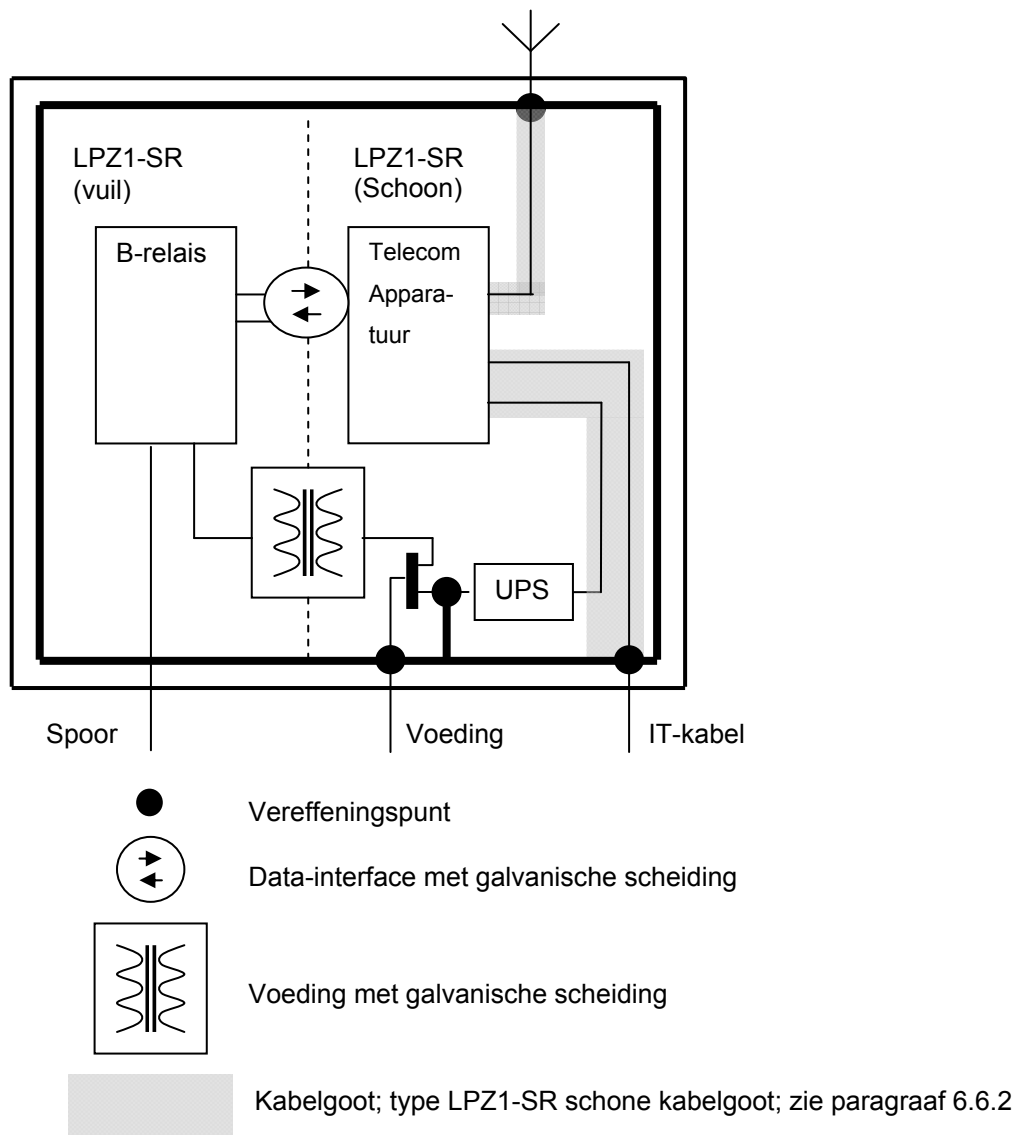
De levensduur van een bliksemafleiderinstallatie is in principe relatief lang. Blikseminslagen tasten de kwaliteit van de installatie niet aan. Om de duurzaamheid van bliksem- en overspanningsbeveiligingsinstallaties te kunnen garanderen is het noodzakelijk om te controleren of invloeden zoals hierboven genoemd geen afbreuk hebben gedaan aan de kwaliteit van de installatie.

13.3 Bevindingen en rapportage naar aanleiding van inspectie

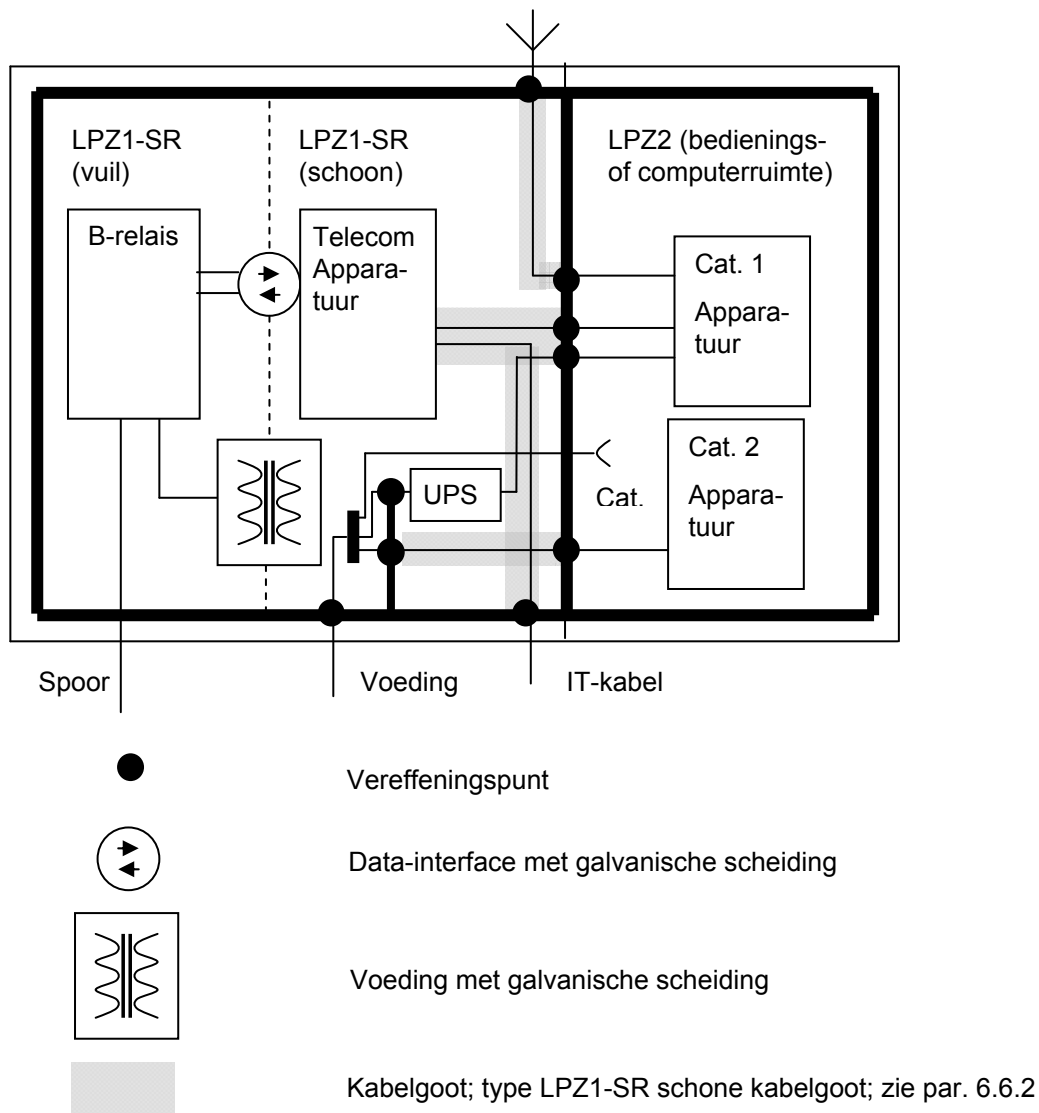
- eis 180 Er dient een schriftelijke rapportage van de inspectieresultaten te worden verstrekt met vermelding van:
- de identificatie van het geïnspecteerde object;
 - datum van de inspectie;
 - de bevindingen van de visuele inspectie;
 - de bevindingen van de meetinspectie;
 - de eventuele op- en aanmerkingen;
 - advies voor eventueel te nemen maatregelen.
- eis 181 De rapportage dient verder te voldoen aan de eisen van NEN-EN-IEC 62305-3 en NEN-EN-IEC 62305-4.

14 Revisiegegevens

Datum	Versie	Opmerkingen	Dossier-nr.	Inhoudverantwoordelijke
15-6-2004	001	Nieuw document	12876	ing. H. Steenkamp
19-9-2007	002	Disclaimer toegevoegd	n.v.t.	ir. R.G.C. Dirven
1-10-2011	003	Integrale update met toevoeging installatie typicals	EDMS dossier #2915332	ir. R.G.C. Dirven
01-04-2015	004	Sjabloon EMC-Checklist toegevoegd in bijlage 8, redactionele verbeteringen, wijzigingslijst verwerkt	EDMS dossier #3711792	ir. R.G.C. Dirven

Bijlage 1 **NORMATIEF**: Inrichting RH met B-relais

Figuur 1 Relaishuis met B-relais en Telecomapparatuur LPZ1-SR

Bijlage 2 **NORMATIEF**: Inrichting VL met in pandig RH met B-relais

Figuur 2. Bedieningsruimte met verbindingen van LPZ1-SR naar LPZ2

Opmerkingen:

1. Data via de IT-kabel wordt via een interface in zone LPZ1-SR doorgegeven naar de apparatuur in de zone LPZ2.
2. De 230 V voeding ten behoeve van apparatuur cat. 1 en 2 in de zone LPZ2 is via een aparte verdeelkast in de zone LPZ2 aangesloten.
3. Categorieën: zie paragraaf 4.3.

Bijlage 3: VERVALLEN

Bijlage 4 **INFORMATIEF**: Installatie typicals / voorbeeld uitvoeringen EMC-interface

In deze bijlage zijn de zogenaamde installatie typicals weergegeven. Dit zijn voorbeelden van uitvoering van de EMC-interface zoals voorgeschreven in paragraaf 6.5.2 en 6.5.3. Alhoewel deze bijlage informatief is, zijn deze installatiewijzen wel leidend bij de beoordeling en acceptatie van een installatie door ProRail.

Type 1 EMCinterface Cu-strip ring rondom een (kunststof) verdeelinrichting, voorbeelden:

- B4.1.1 EMC aansluitwijze 230/400Vac LS verdeelkast met OSB
- B4.1.2 EMC aansluitwijze KVI (koppelverdeelinrichting)
- B4.1.3 EMC aansluitwijze 230/400Vac LS verdeelkast zonder OSB

Type 2 EMC interface Aardrail in een kast, voorbeelden:
ce

- B4.2.1 EMC aansluitwijze laadgelijkrichter / combikast
- B4.2.2 EMC aansluitwijze LCE (type EBP onderpost)

Type 3 EMC interface Aardrail nabij (eis 58) een kast of object, voorbeelden:
ce

- B4.3.1 EMC aansluitwijze UPS
- B4.3.2 EMC aansluitwijze laadgelijkrichter
- B4.3.3 EMC aansluitwijze LCE (type EBP onderpost)
- B4.3.4 EMC aansluitwijze klemmenkast signalering

Type 4 EMC interface EMC doorvoer met geleidende rubbers in een bodem-/dakplaat, voorbeelden:
ce

- B4.4.1 EMC aansluitwijze DCP (beveiligingsmodule GVI TEV2006)
- B4.4.2 EMC kabelinvoer nieuwe ATM kast.

Type 5 EMC interface Het kastchassis zelf, voorbeelden:
ce

- B4.5.1 EMC aansluitwijze POSS
- B4.5.2 EMC aansluitwijze installatiekasten (zoals Jade) bij 25kVac TEV
- B4.5.3 EMC aansluitwijze datakasten in LPZ2 omgeving

Type 6 EMC interface Geïsoleerd van doch nabij (eis 58) gestel opgestelde aardrail, voorbeeld
ce

- B4.6.1 EMC aansluitwijze GVI TEV2006

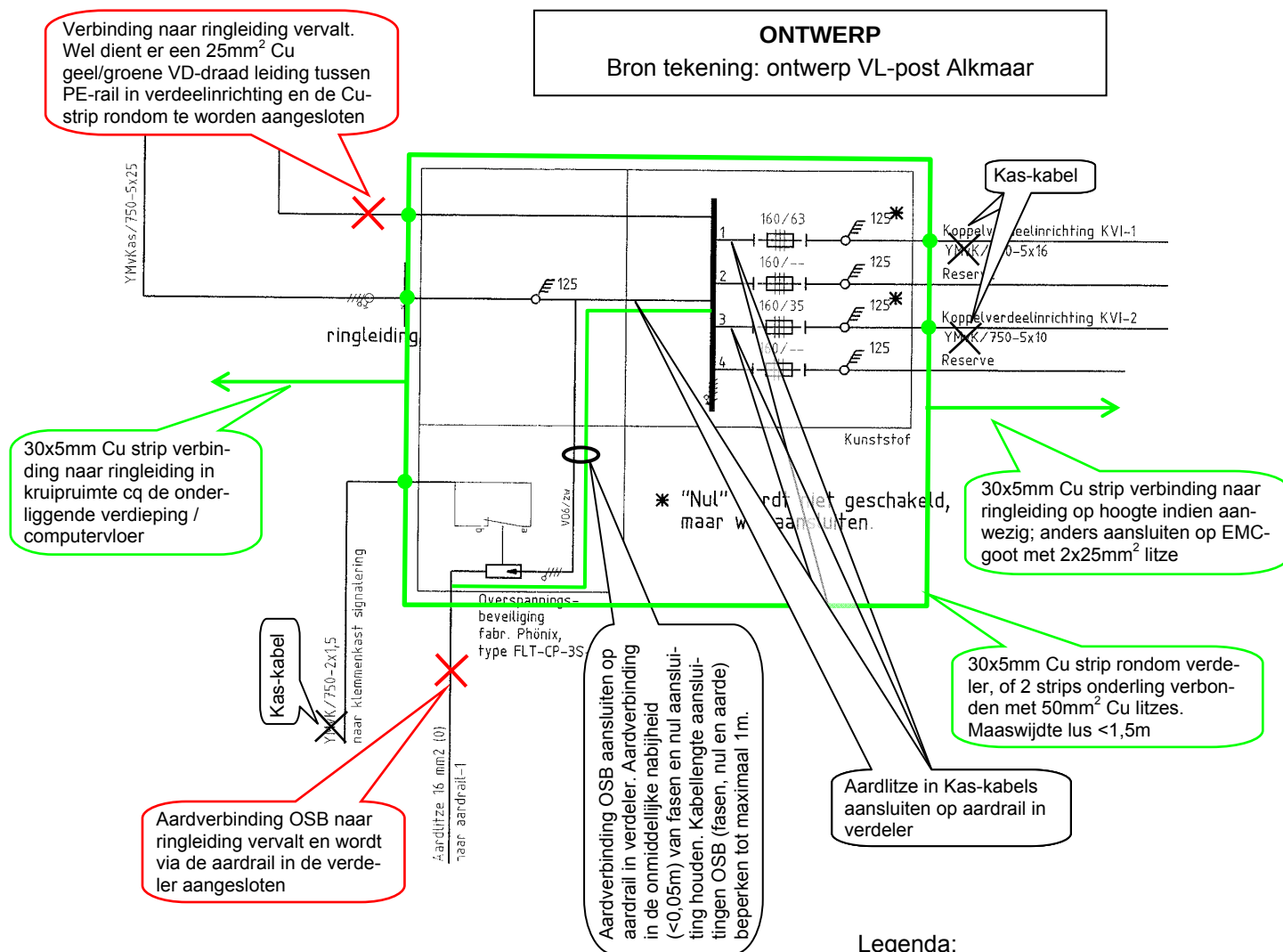
Type 7 EMC interface Het chassis van diverse buitenobjecten, voorbeelden:
ce

- B4.7.1 EMC aansluitwijze relaiskast langs de baan met EMC wartels bij 25kVac tractieomgeving
- B4.7.2 EMC aansluitwijze treindetector in een tunnel met EMC wartel in aansluitdoosje
- B4.7.3 EMC aansluitwijze aandrijving bovenleidingschakelaar bij 1500Vdc tractieomgeving
- B4.7.4 EMC aansluitwijze assenteller installatie bij niet-geëlektrificeerde tractieomgeving
- B4.7.5 EMC aansluitwijze wisselverdeelkast bij 1500Vdc tractieomgeving

B4.1 EMC-interface type 1, Cu-strip rondom object

B4.1.1 Voorbeeld EMC aansluitwijze 230/400Vac LS verdeelkast met OSB

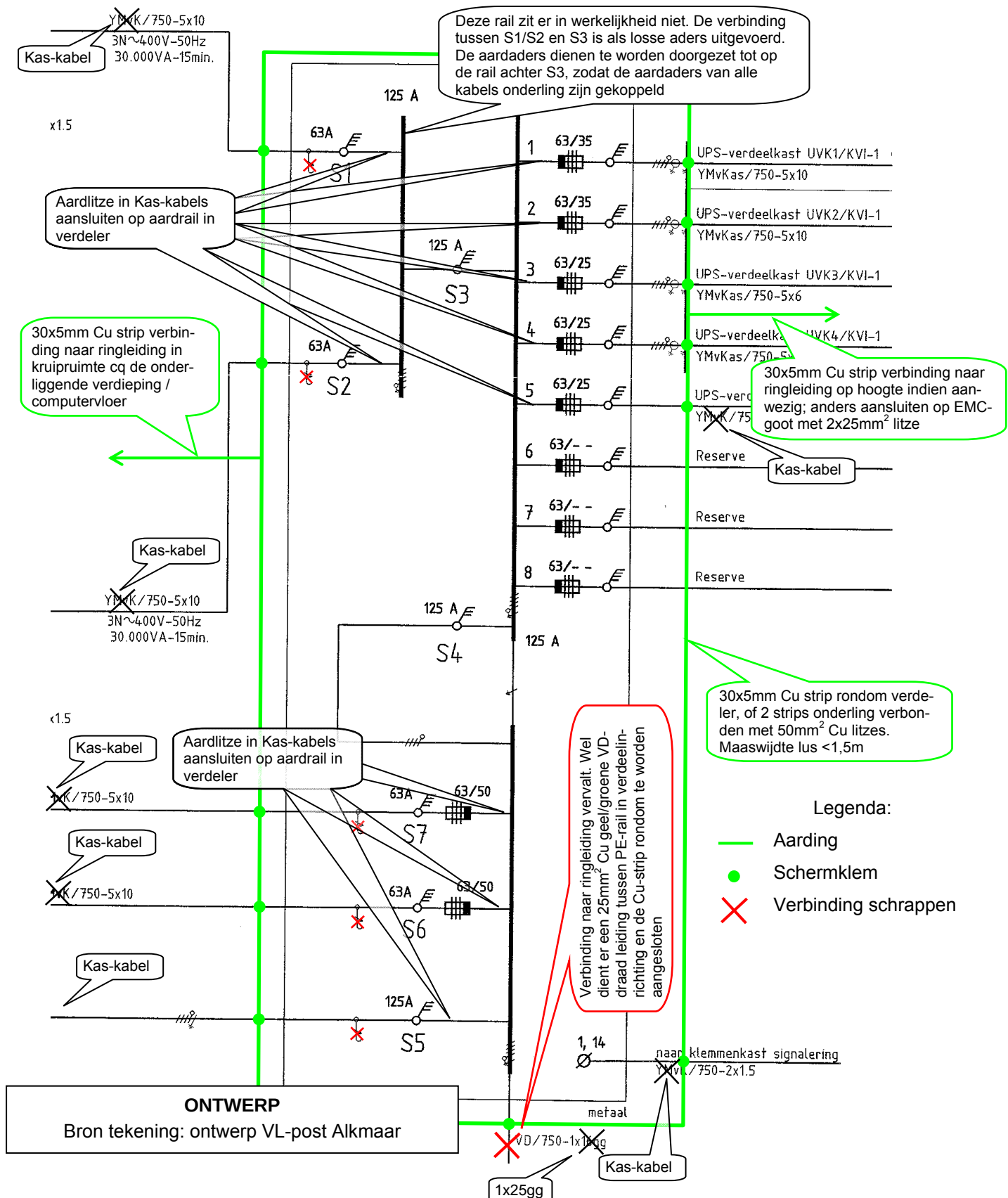
Uitgangspunt is dat alle kas-kabels zijn voorzien van blanke litze aardader die in de kabel contact maakt met het aardscherm en tevens als PE wordt gebruikt



PRAKTIJK
Relaishuis Bostel april 2009

B4.1.2 Voorbeeld EMC aansluitwijze KVI (koppelverdeelinrichting)

Uitgangspunt is dat alle kas-kabels zijn voorzien van blanke litze aardader die in de kabel contact maakt met het aardscherm en tevens als PE wordt gebruikt



**PRAKTIJK**

VL-post Maastricht december 2008

B4.1.3 Voorbeeld EMC aansluitwijze 230/400Vac LS verdeelkast zonder OSB

uitgangspunt is dat alle kas-kabels zijn voorzien van blanke litze aardader die in de kabel contact maakt met het aardscherm en tevens als PE wordt gebruikt

ONTWERP

Bron tekening: ontwerp VL-post Alkmaar

In LPZ2 ruimtes hoeft niet perse rondom de verdeler een Cu strip te worden aangelegd maar kan worden volstaan met alleen daar waar de afgeschermd kabels worden ingevoerd; bijvoorbeeld alleen aan bovenzijde; zie foto 638.

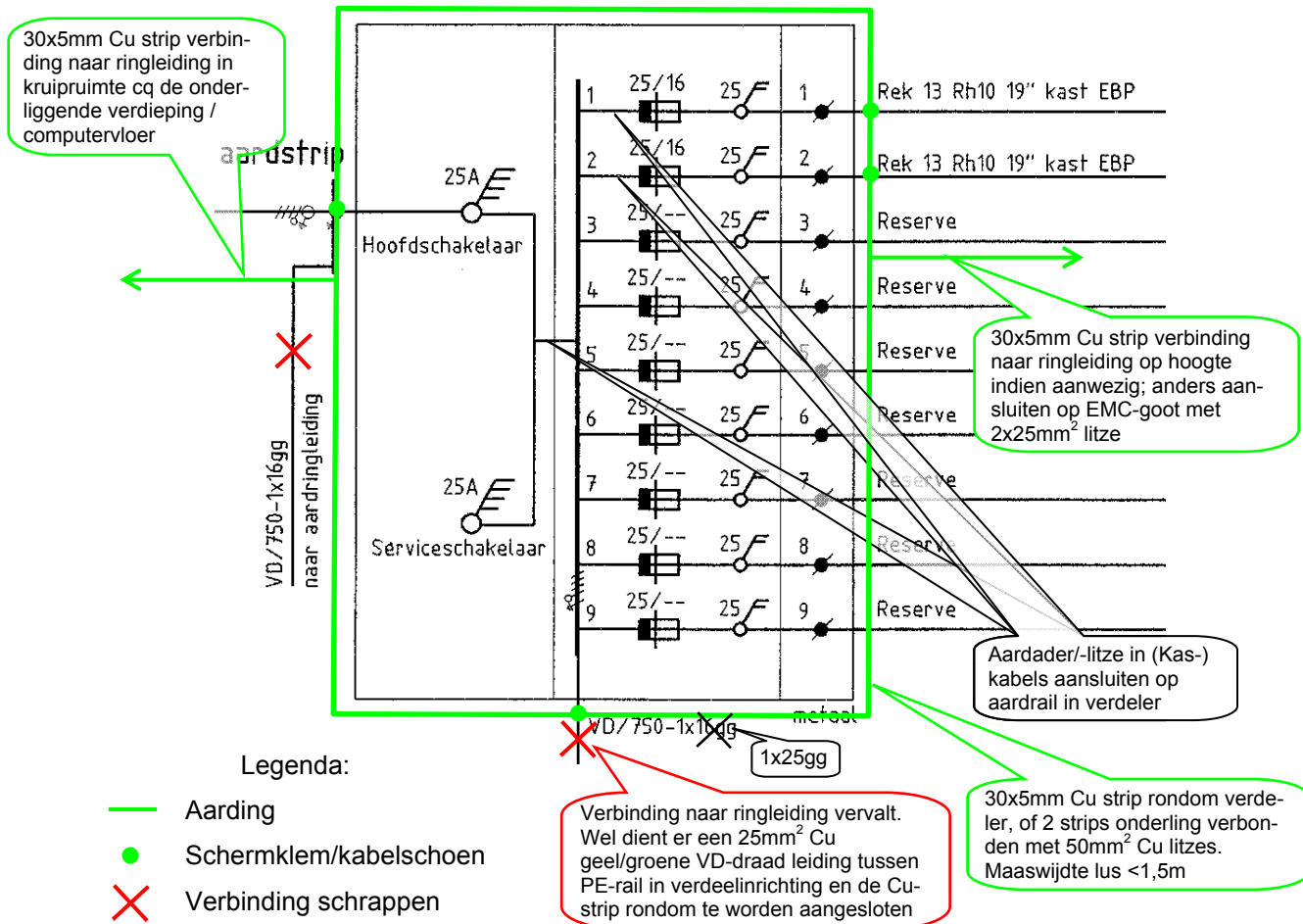


Foto 211, LS verdeelkast in relaisruimte (LPZ1-SR) VL-post Maastricht december 2008

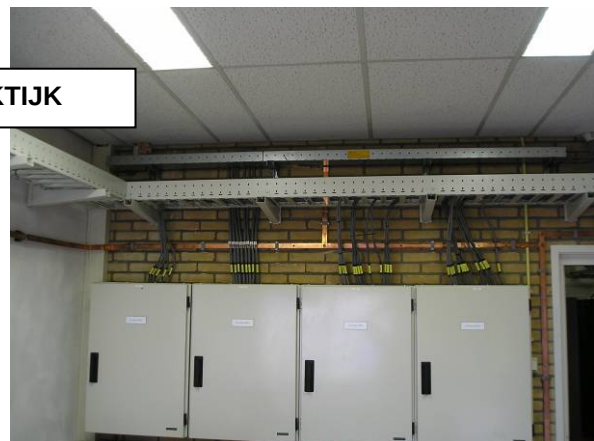


Foto 638, verdeelkasten in beheerruimte (LPZ2) VL-post Roosendaal maart 2009

B4.2 EMC-interface type 2, Aardrail in een kast

B4.2.1 Voorbeeld laadgelijkrichter / combikast (trekontlastingrail fungeert als aardrail)

Bij de EMC aansluitwijze van gelijkrichters (combikasten) ten behoeve van de diverse DC-voedingen kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van de trekontlasting als EMC-interface voor afwerking van kabelschermen. In foto 4056 en 4053 is de EMC verantwoorde aansluitwijze ingetekend.

Aandachtspunten hierbij zijn:

1. Verifieer of de trekontlasting een goed galvanisch contact maakt met het kastchassis
2. Legbord en rooster in achterwand uit de kast verwijderen
3. EMC goot via gat achterwand met $2 \times 25 \text{ mm}^2$ Cu litze (lengte $< 0,2 \text{ m}$) aan weerszijden van de kabelbundel (de geconditioneerde bekabeling die via EMC-goot op de combikast wordt aangesloten) verbinden met de trekontlasting rail
4. Kabelschrmen Kas-kabels met passende schermklemmen afwerken op de trekontlasting rail; zorg voor een goede galvanische verbinding: dus geleidende i.p.v. plastic hulpstukken toe-passen; zie bijvoorbeeld foto 421.
5. Aardlitze in voedingskabel afwerken op aardklem klemmenstrook
6. De combikast dient met 25 mm^2 Cu litze op de ringleiding te worden vereffend. Dit mag via de EMC-goot mits die uit één stuk bestaat:
 - a. Bij voorkeur wordt vereffend via de ringleiding op de onderliggende verdieping (of op vloerhoogte in de gelijkrichterruimte); zodoende wordt via de EMC goot een verticale maas gesloten.
 - b. Bij afwezigheid van een onderliggende ringleiding zoals in Utrecht wordt vereffend naar de ringleiding op hoogte in de betreffende ruimte.
7. Schone verbruikers (van 24V en 48V voeding) geconditioneerd aansluiten via de schone EMC-goot. Vuile verbruikers (12V en 136V voeding) niet via de schone EMC-goot aansluiten.
8. Voor de batterijkabels van betreffende voedingen geldt: in kunststof buis op de muur (of plafond) bevestigen, gescheiden door afstand ($> 0,3 \text{ m}$; wel + en – van elke voeding te allen tijde bij elkaar houden) van overige bekabeling houden, om vervuiling door bijv. vuile voedingen/batterijkabels (zoals 12V en 136V) of andere bekabeling te vermijden.

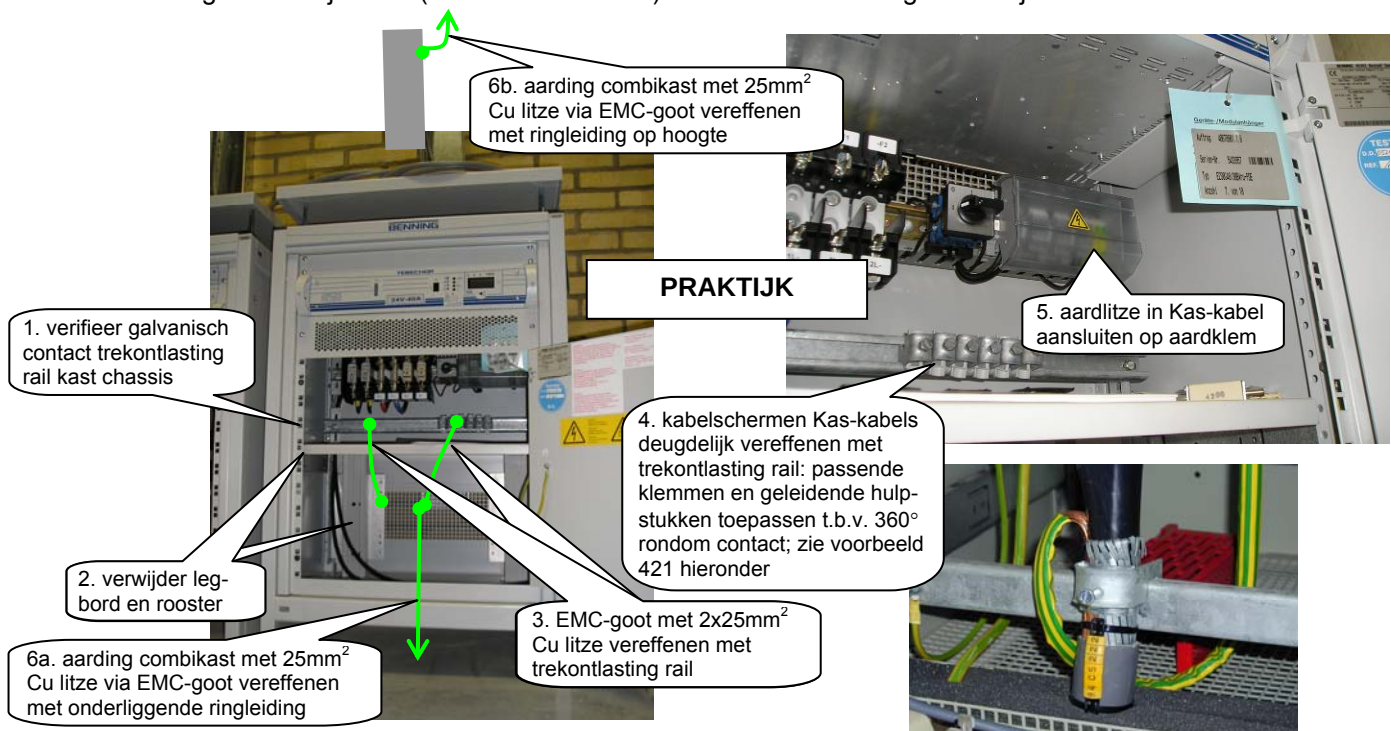


Foto 4056

Foto 4053 (boven) en 421 (onder, voorbeeld gebruik trekontlasting)

B4.2.2 Voorbeeld LCE (type EBP onderpost)

In dit voorbeeld is in een LCE (type EBP onderpost) een railtje bovenin de kast gemonteerd dat als interface tussen kast chassis en EMC-goot fungeert; zie foto 014 (LCE RH Lelystad) of foto 039 (LCE RH Boxtel).

Aandachtspunten hierbij zijn:

1. EMC goot met $2 \times 25 \text{ mm}^2$ Cu litze (lengte $< 0,2 \text{ m}$) aan weerszijden van de kabelbundel (de geconditioneerde bekabeling die via EMC-goot op de LCE wordt aangesloten) verbinden met de aardrail bovenin de kast.
2. Kabelschem Kas-kabels met schermklemmen afwerken op de aardrail.
3. Aardlitze in voedingskabel afwerken op aardklem klemmenstrook / randaarde spanningsslof.
4. Kastchassis vereffenen met Cu rail d.m.v. $2 \times 25 \text{ mm}^2$ Cu litze aan weerszijden van de kabelbundel (foto 014 LCE RH Lelystad) of mechanisch/elektrisch verbonden (zie foto 039 LCE RH Boxtel).
5. De datakast dient met 25 mm^2 Cu litze op de ringleiding te worden vereffend. Dit mag via de EMC-goot mits die uit één stuk bestaat of via het kastchassis mits de kastwanden rondom (minimaal alle hoeken) goed galvanisch contact maken met het kasframe:
 - a. Bij voorkeur wordt vereffend via de ringleiding op de onderliggende verdieping; zo doende wordt via de EMC goot een verticale maas gesloten.
 - b. Bij afwezigheid van een onderliggende ringleiding zoals in Utrecht wordt vereffend naar de ringleiding op hoogte in de betreffende ruimte.

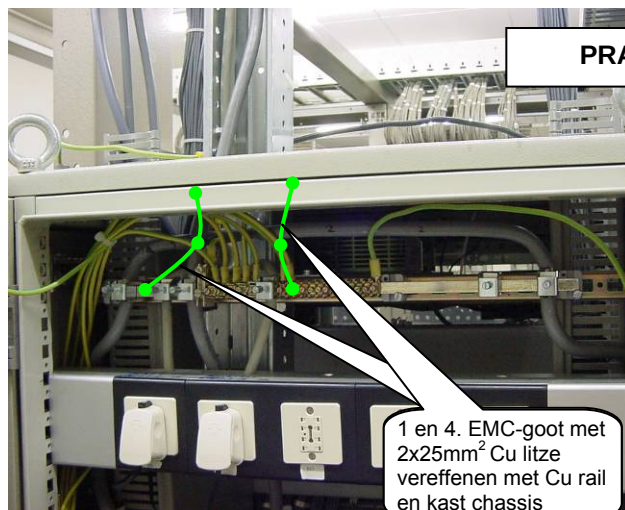


Foto 014 LCE RH Lelystad 2002



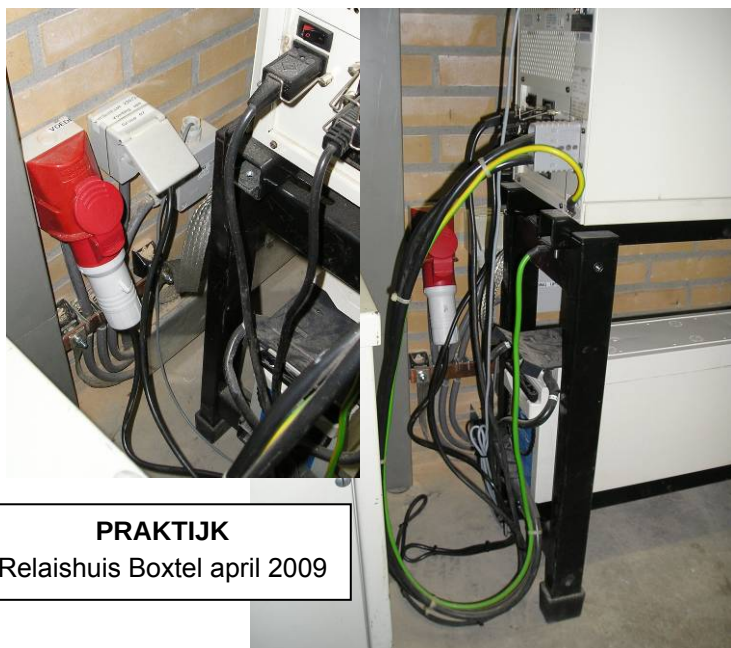
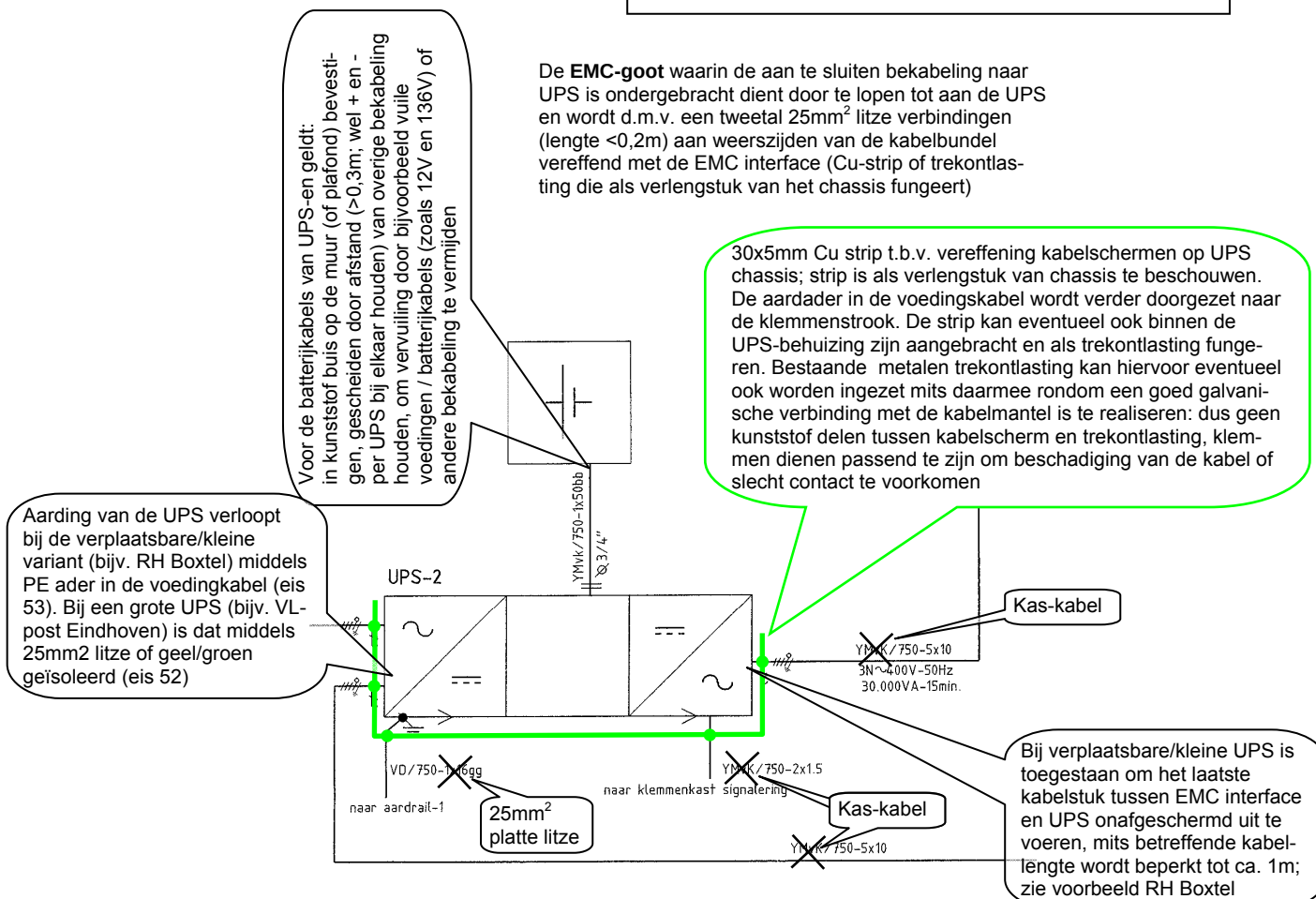
Foto 039 LCE RH Boxtel 2009

B4.3 EMC-interface type 3, Aardrail nabij (eis 58) een kast of object

B4.3.1 Voorbeeld EMC aansluitwijze UPS

ONTWERP

Bron tekening: ontwerp VL-post Alkmaar

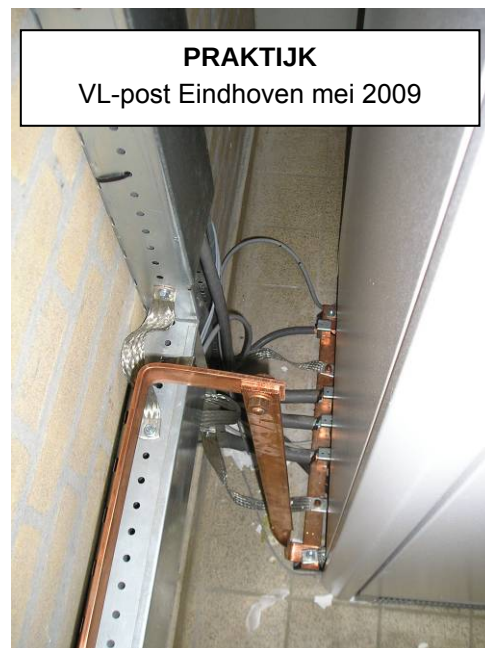


PRAKTIJK

Relaishuis Bortel april 2009

PRAKTIJK

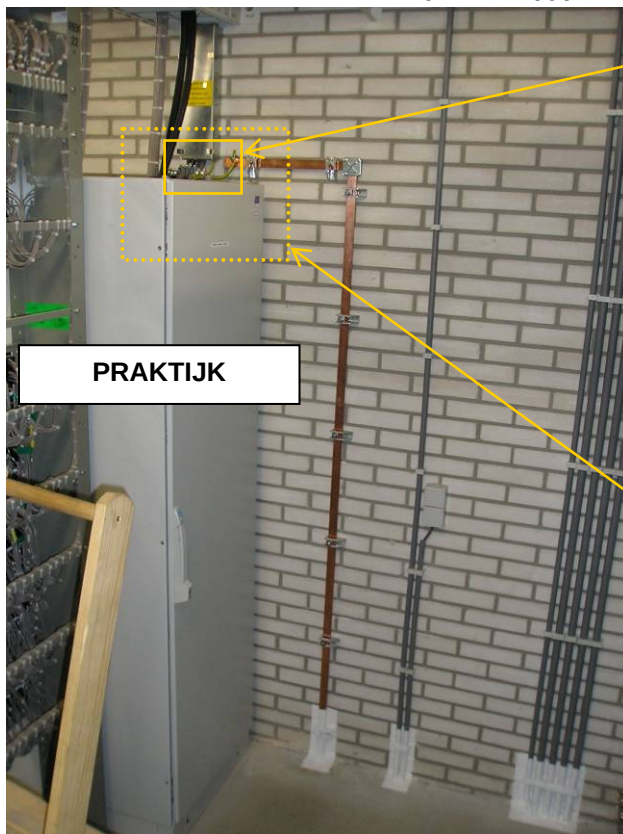
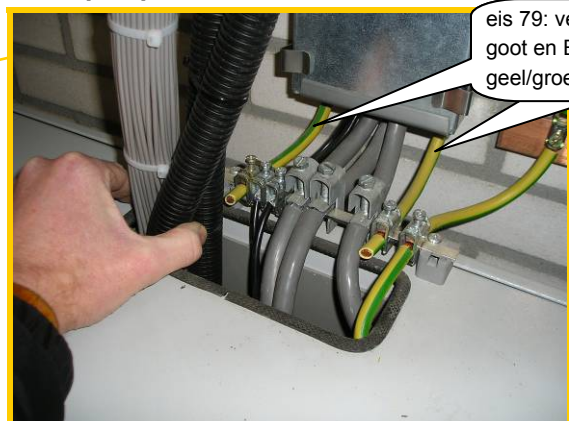
VL-post Eindhoven mei 2009



B4.3.2 Voorbeeld EMC aansluitwijze laadgelijkrichter**PRAKTIJK**

Foto 007, aardraaitje buiten de kast als EMC-interface gelijkrichter; RH10 Bostel voorjaar 2009

Foto 008, als foto 007 maar dan ander aanzicht

B4.3.3 Voorbeeld EMC aansluitwijze LCE (type EBP onderpost)**PRAKTIJK**

eis 79: verbinding tussen goot en EMC-interface met geel/groen VD-draad



Foto 038 LCE RH 500 Houten: kastchassis indirect geaard (via aardrail in de kast) en vormt als zodanig geen onderdeel van de EMC-interface. Deze installatiewijze is zoals de UPS in RH Bostel

Foto 037 en 039 detail LCE RH 500 Houten

B4.3.4 Voorbeeld EMC aansluitwijze klemmenkast signalering

Aangezien de klemmenkast signalering normaliter in een kunststof kastje wordt ondergebracht ligt een uitvoering met Cu-Rail buiten de kast voor de hand. In onderstaand voorbeeld is een en ander nader toegelicht.

Aandachtspunten hierbij zijn:

1. EMC goot met 2x25mm² Cu litze (lengte <0,2m) aan weerszijden van de kabelbundel (de geconditioneerde bekabeling die via EMC-goot op de klemmenkast signalering wordt aangesloten) verbinden met aardrail onder de kast (zie foto 2499)
2. Kabels scherm Kas-kabel met schermklemmen afwerken op de aardrail.
3. Aardlitze in signaleringskabel is niet functioneel (gegeven de spanningsniveaus is waarschijnlijk geen veiligheidsaarde vereist) en afwerken op aardstrook derhalve niet nodig. In onderstand voorbeeld (foto 2499) dient de aardstrook verwijderd te worden en dienen de aardlitzen in de kabels afgeknipt te worden nadat de afscherming stopt.
4. Beperk lengte onbeschermden circuits na afwerking van de kabelmantels door de Cu-rail zo dicht mogelijk (<0,15m) tegen de kunststof kast te plaatsen. Daarnaast de onbeschermden signalering aderpennen zoveel mogelijk bij elkaar houden door bijvoorbeeld per aderpennaar te twisten.
5. De Cu-rail dient met (25mm² Cu litze op) de ringleiding te worden vereffend. Dit mag ook via de EMC-goot mits die uit één stuk bestaat

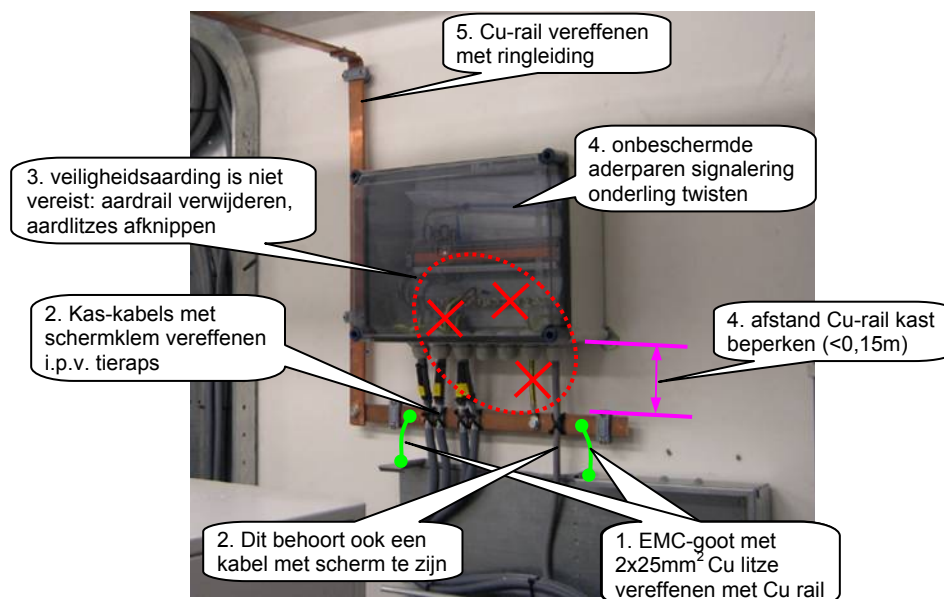
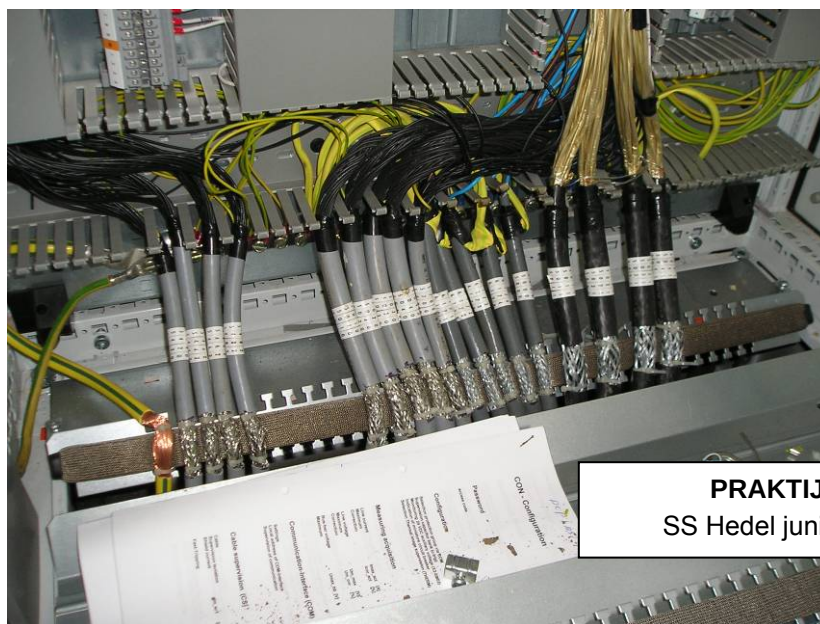


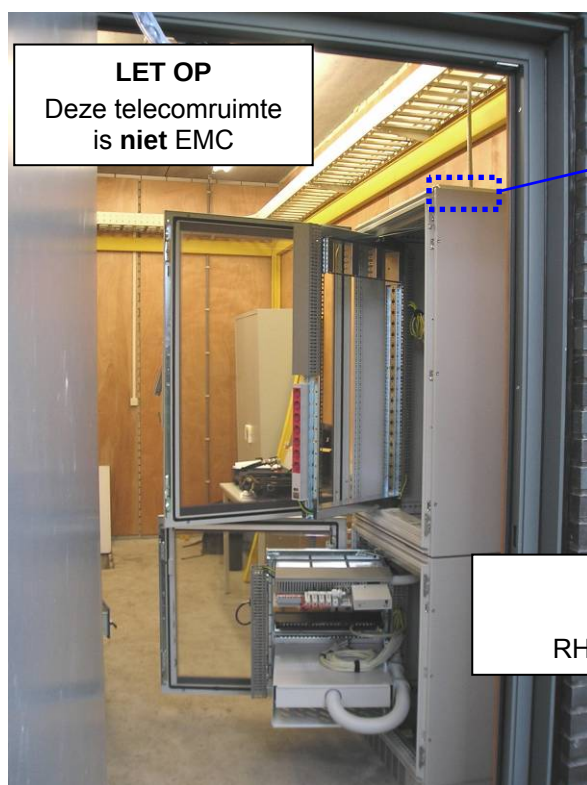
Foto 2499

B4.4 EMC-interface type 4, EMC doorvoer met geleidende rubbers in een bodem-/dakplaat**B4.4.1 Voorbeeld EMC aansluitwijze DCP (is aparte beveiligingsmodule GVI TEV2006)**

PRAKTIJK
SS Hedel juni 2009

B4.4.2 Voorbeeld EMC kabelinvoer nieuwe ATM kast

De focus bij onderstaande foto's is de EMC kabelinvoer. Voor het overige is de getoonde installatie-techniek ter plaatse in het geheel niet EMC: geen juist kabelgoten, geen goede aarding, etc.



LET OP
Deze telecomruimte
is **niet** EMC



PRAKTIJK
EMC kabelinvoer ATM
RH500 Houten september 2010

B4.5 EMC-interface type 5, Het kastchassis als EMC-interface

B4.5.1 Voorbeeld EMC aansluitwijze POSS

De bestaande POSS-kast is bij uitstek geschikt voor een optimale EMC aansluitwijze door het gebruik van EMC-wartels en volledig gesloten EMC-behuizing. Toch schiet de huidige installatiepraktijk meestal nog tekort, bijvoorbeeld bij de aansluiting van de EMC-goot op de kast. In onderstaand voorbeeld is een en ander nader toegelicht aan de hand van de geoptimaliseerde installatiewijze in RH Boxtel:

1. EMC goot met 2x25mm² Cu litze (lengte <0,2m) aan weerszijden van de kabelbundel (de geconditioneerde bekabeling die via EMC-goot op de POSS-kast wordt aangesloten) verbinden met het kastchassis (zie foto 027 en 101); de kast is zodoende verlengstuk van de EMC-goot.
2. ...vervallen...
3. De afscherming van de aangesloten kabels wordt met EMC-wartels / of metalen connectoren automatisch rondom vereffend met het kastchassis (foto 027, 101 en 730).
4. Aardlitze in voedingskabel afwerken in de kast op geëigend aansluitpunt.
5. De POSS-kast dient met 25mm² Cu litze op de ringleiding te worden vereffend:
 - a. Bij voorkeur wordt vereffend via de ringleiding op de onderliggende verdieping; zodoende wordt via de EMC goot een verticale maas gesloten (foto 101).
 - b. Bij afwezigheid van een onderliggende ringleiding kan via de EMC-goot (mits die uit één stuk bestaat) worden vereffend naar de ringleiding op hoogte in de betreffende ruimte.

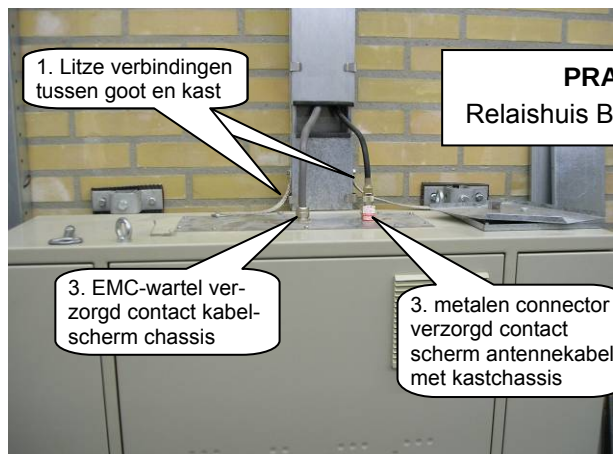


Foto 027

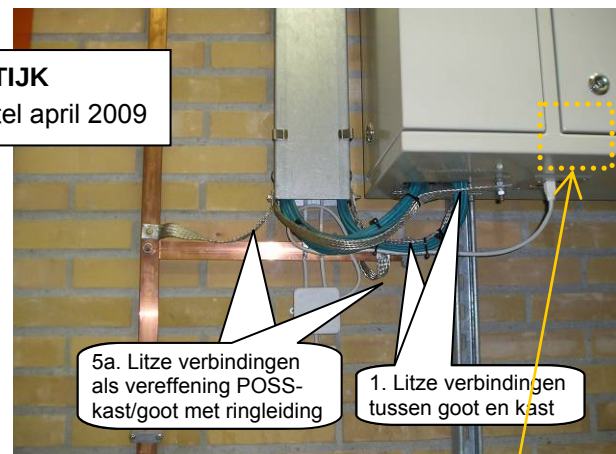


Foto 101

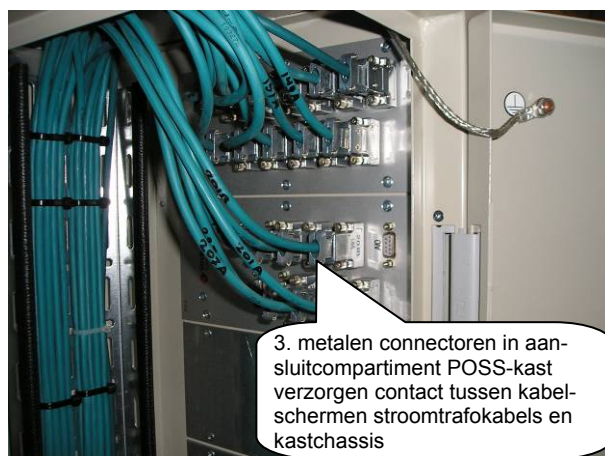
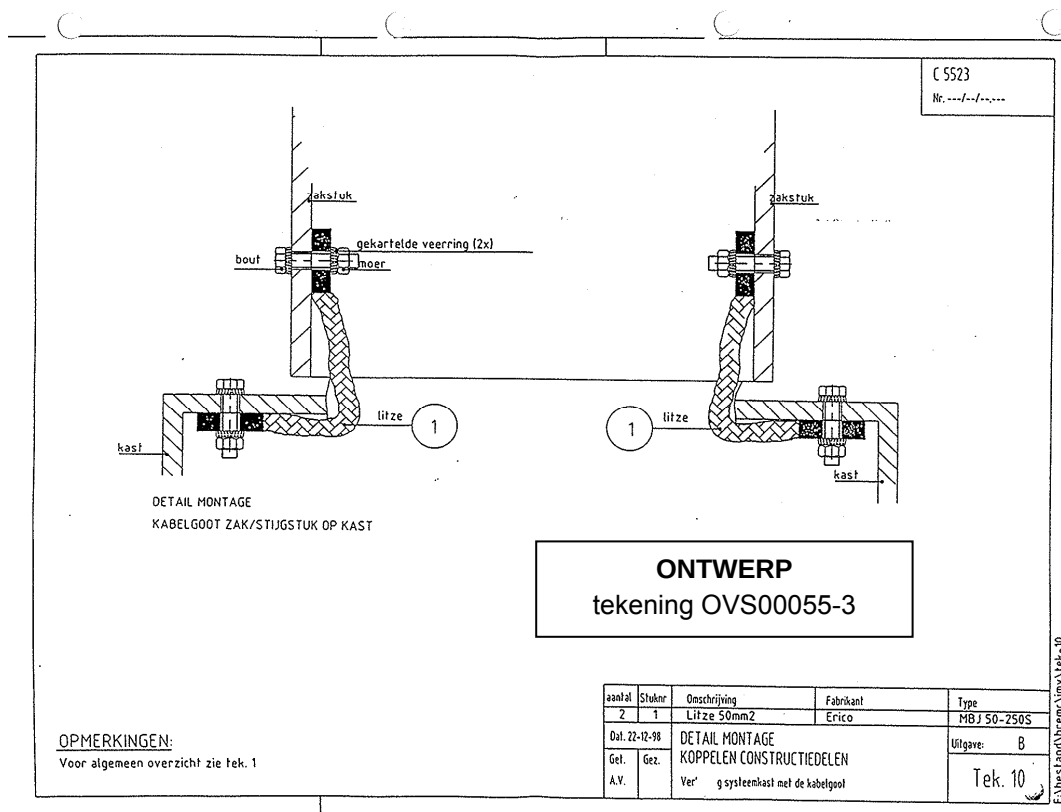


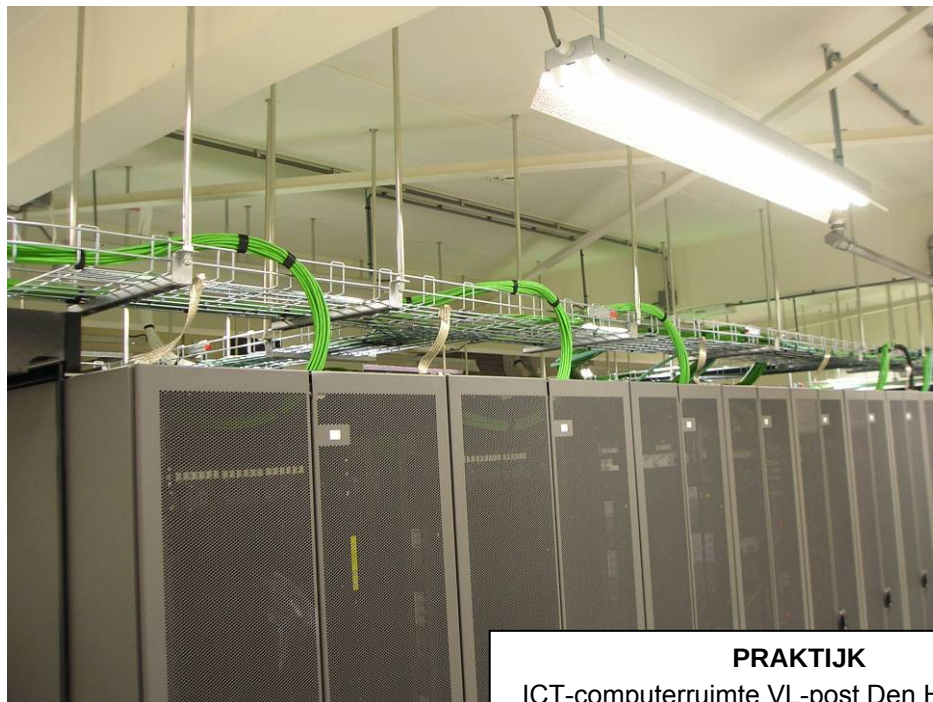
Foto 0730



Foto 0733

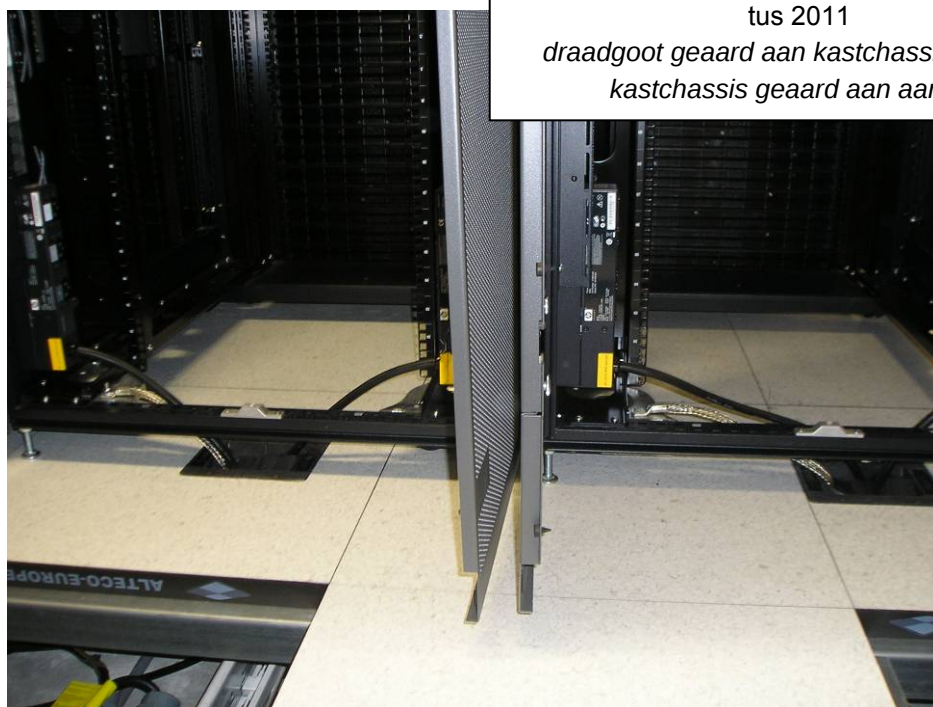
B4.5.2 Voorbeeld EMC aansluitwijze installatiekasten (zoals Jade) bij 25kVac tractieomgeving



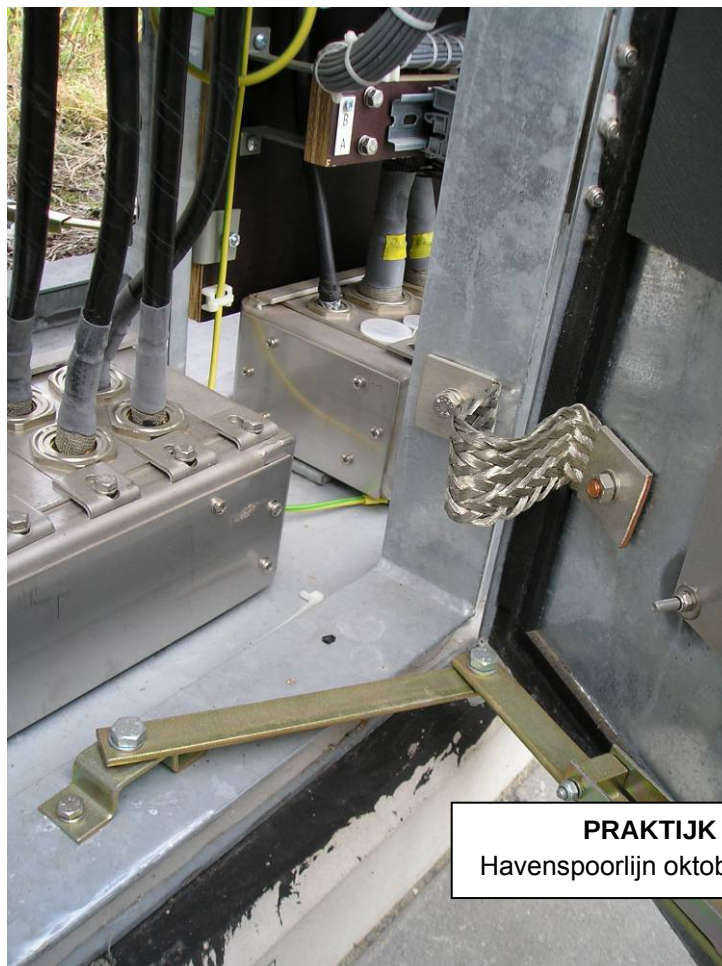
B4.5.3 Voorbeeld EMC aansluitwijze datakasten in LPZ2 omgeving**PRAKTIJK**

ICT-computerruimte VL-post Den Haag augustus 2011

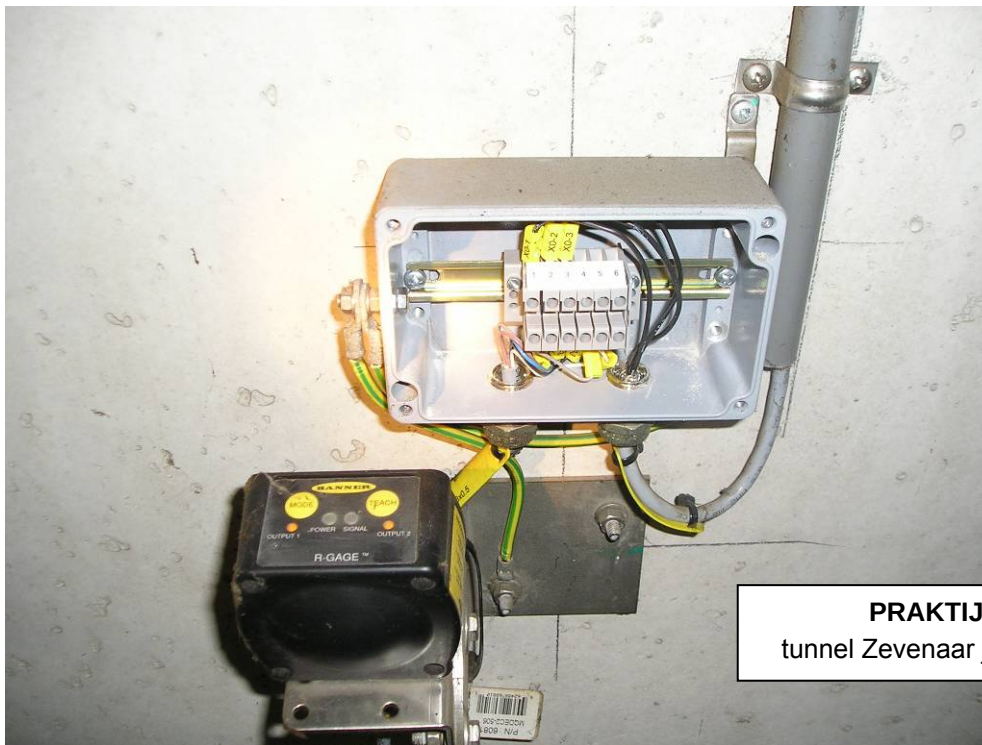
*draadgoot geaard aan kastchassis (eis 80);
kastchassis geaard aan aardnet*



B4.6 EMC-interface type 6, Geïsoleerd van doch nabij (eis 58) gestel opgestelde aardrail**B4.6.1 Voorbeeld EMC aansluitwijze GVI TEV2006**

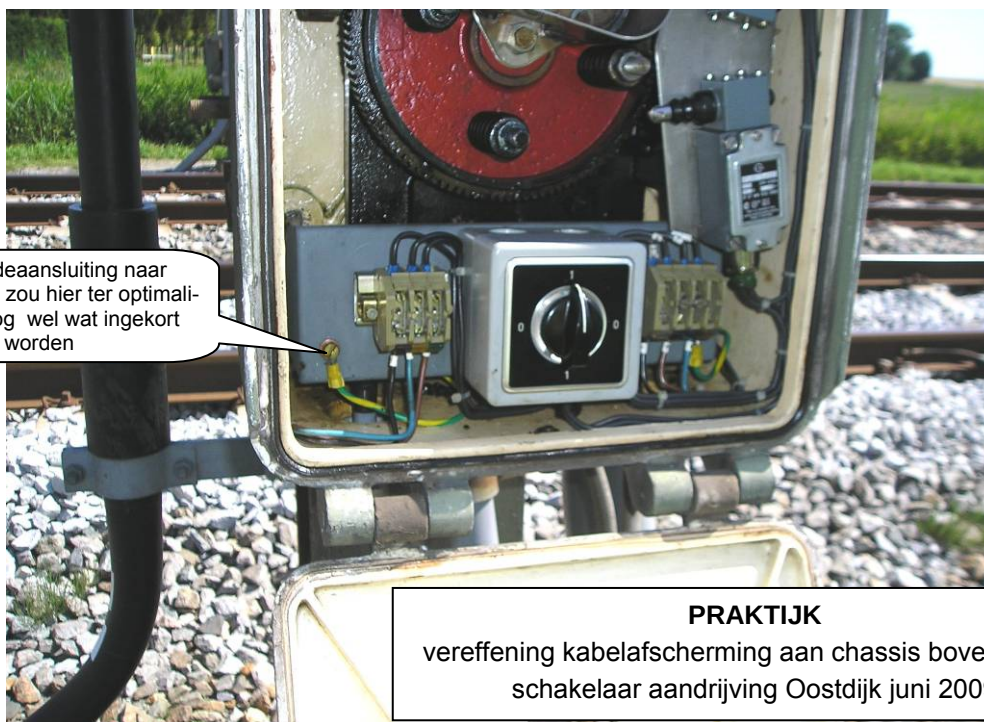
B4.7 EMC-interface type 7, Het chassis van diverse buitenobjecten**B4.7.1 Voorbeeld EMC aansluitwijze relaiskast langs de baan met EMC wartels bij 25kVac tractieomgeving**

PRAKTIJK
Havenspoorlijn oktober 2009

B4.7.2 Voorbeeld EMC aansluitwijze treindetector in een tunnel met EMC wartel in aansluitdoosje

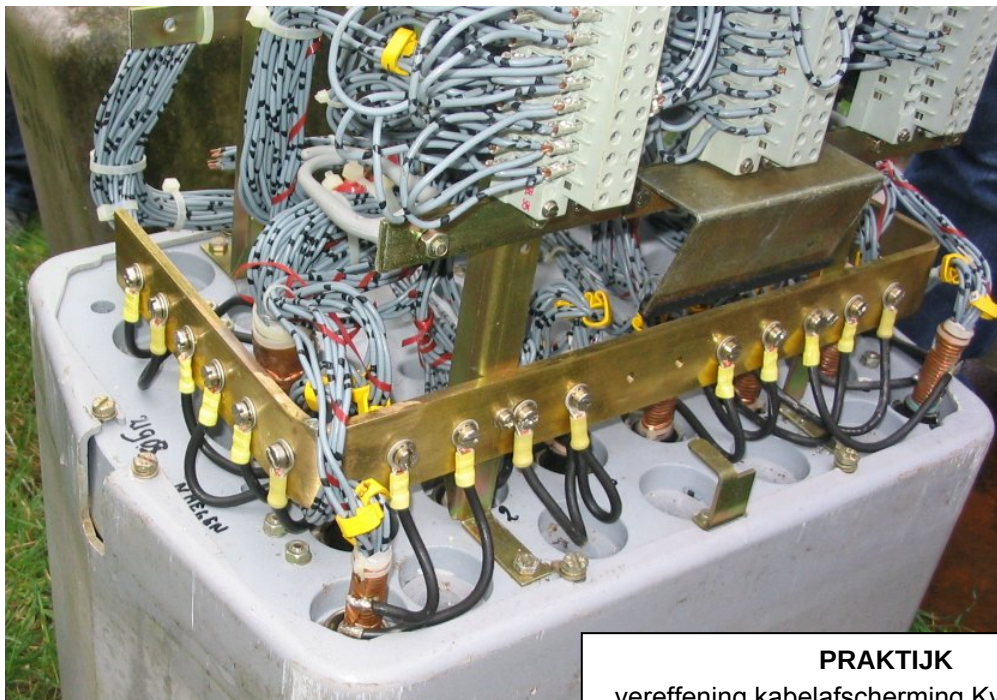
B4.7.3 Voorbeeld EMC aansluitwijze aandrijving bovenleidingschakelaar bij 1500Vdc tractie-omgeving

PRAKTIJK
geïsoleerd opgestelde bovenleidingschakelaar aandrijving Oostdijk juni 2009



De aardeaansluiting naar chassis zou hier ter optimalisatie nog wel wat ingekort kunnen worden

PRAKTIJK
vereffening kabelafscherming aan chassis bovenleidingschakelaar aandrijving Oostdijk juni 2009

B4.7.4 Voorbeeld EMC aansluitwijze assenteller installatie bij niet-geëlektrificeerde tractieomgeving

PRAKTIJK
vereffening kabelafscherming KvK assenteller
Vierlingsbeek april 2006

B4.7.5 Voorbeeld EMC aansluitwijze wisselverdeelkast bij 1500Vdc tractieomgeving

Nog geen foto beschikbaar

Bijlage 5 INFORMATIEF: Risicobeoordeling bliksembeveiliging conform NEN-EN-IEC 62305-2

Deze informatieve bijlage geeft een toelichting op de risicobeoordeling conform NEN-EN-IEC 62305-2: 2012 en relevante installatieaspecten in het kader van RLN00138

1. Uitgangspunten bliksembeveiligingsniveaus

Bepalend voor de uitvoeringsvorm van de bliksembeveiliging zijn de bliksembeveiligingsniveaus (LPL ofwel Lightning Protection Levels) I t/m IV conform NEN-EN-IEC 62305-1: 2012. Ieder van deze niveaus staat voor uitgangspunten ten aanzien van bliksemstroomgrootte, maaswijdte van de bliksem-afleiderinstallatie, beschermhoek, etc. en voor de uiteindelijke mate van bescherming c.q. kans op fysieke schade. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de belangrijkste parameters / uitgangspunten per bliksembeveiligingsklasse.

LPL	Bliksemstroom (first short stroke) kA	Bliksemstroom (subsequent short stroke) kA	Bliksembolstraal [m]	Maaswijdte [m]*	Beschermingshoek α [°]	Typ. afstand afgaande leiding/ringleiding	Scheidingsafstand vonkvorming $s = k_i \cdot k_c / k_m$ [m]	Minimumlengte aardelektroden [m]	P_b (kans op fysieke schade)
I	200	50	20	5x5	Figuur IEC 62305-3	10	$0,16 \cdot l/n$	5-80**	0,02
II	150	37,5	30	10x10		10	$0,12 \cdot l/n$	5-50**	0,05
III	100	25	45	15x15		15	$0,08 \cdot l/n$	5	0,1
IV	100	25	60	20x20		20	$0,08 \cdot l/n$	5	0,2

l = max. lengte waarover scheiding tot eerste potentiaalvereffeningspunt nodig is
 n = aantal afgaande leidingen
 k_m = isolatiefactor = 0,5 voor baksteen
 $*$ = maaswijdte van de opvanginrichting op het object
 $**$ = afhankelijk van soortelijke bodemgeleiding

Tabel 1 Verschillen in bliksembeveiligingsklassen (LPL)

2. Risicobeoordeling conform NEN-EN-IEC 62305-2: 2012

NEN-EN-IEC 62305-2: 2012 beschrijft een zeer gedetailleerde methodiek om risico's van schade door blikseminslag (direct of indirect) te wegen en om minimum eisen voor de uitvoeringsvorm van de bliksembeveiligingsmaatregelen, zowel extern als intern te bepalen. Risicocomponenten in deze beoordeling zijn (zie tabel 2):

Risico	Omschrijving	Relevantie voor spooromgeving
R ₁	Persoonlijk letsel	De te beoordelen gebouwen zelf, met name relaishuizen en straatkasten, zijn relatief klein. Met uitzondering van VL posten zijn de objecten onbemand, waardoor de kans op direct persoonlijk letsel (R ₁) algemeen gering is.
R ₂	Verlies essentiële voorzieningen, verstoring publieke diensten	Objecten als relaishuizen en VL posten hebben grote aantallen kabels, welke zijn aangesloten op elektronische treinbeveiligings- en telecommunicatiesystemen. De kabels liggen in een groot gebied, waar blikseminslag zeer waarschijnlijk is (via de bovenleiding langs de baan en op emplacementen). Inductiespanningen kunnen verstoringen in de treinbeveiliging, energievoorziening en telecommunicatie infrastructuur veroorzaken en daarmee een grote invloed hebben op de dienstregeling.
R ₃	Verlies van cultureel erfgoed	Veelal niet van toepassing op VL-posten, relaishuizen en onderstations. Een enkel historisch gebouw daargelaten, maar dat wordt nu verder niet meegewogen.
R ₄	Economische verlies	Genoemde inductiespanningen (R ₂) kunnen systemen beschadigen. Daarnaast is er een zeer klein risico van persoonlijk letsel als gevolg van schade en verstoring van elektrische en elektronische systemen. Opmerking: Ten aanzien van de kans op persoonlijk letsel door het falen van elektrische en elektronische systemen wordt opgemerkt dat, in tegenstelling tot b.v. apparatuur in een zie-

Risico	Omschrijving	Relevantie voor spooromgeving
		kenhuis, het falen van treinbeveiligingssystemen algemeen geen directe gevaarlijke situaties op het spoor zouden mogen veroorzaken, uitgangspunt is het in hoge mate fail safe functioneren van deze systemen. Hier speelt dus vooral de verminderde beschikbaarheid van de spoorinfra een rol die tot economisch verlies leidt.

Tabel 2 Risicocomponenten conform NEN-EN-IEC 62305-2

Op basis van de toelichting in tabel 2 wordt geconcludeerd dat het zwaartepunt van de risicobeoordeling van de objecten die onder RLN00138 vallen op risicocomponent (R_1 en) R_2 ligt, de verstoring van systemen voor energievoorziening, treinbeveiliging en telecommunicatie. Risicocomponent R_4 is een uitbreiding van R_2 waarbij het verlies nader wordt gekwantificeerd. Voor ProRail is dit vooralsnog echter niet verder uitgezocht. Onbekend is namelijk hoe voor ProRail de waarde van het geleden verlies precies is te kwantificeren. De standaard uitgangspunten in NEN-EN-IEC 62305-2 bieden hiervoor te weinig aanknopingspunten. Deze bijlage focust daarom uitsluitend op de risicocomponenten R_1 en R_2 .

Uit de rekenmodule behorende bij de 2006-versie van NEN-EN-IEC 52305-2 volgt:

Object	Afmetingen[m]				Berekend risico						Aanvullende maatregelen conform RLN00138
					Geen aanvullende maatregelen conform NEN-EN-IEC62305-4 of RLN00138						
	L	B	H	A[m²]	R	Geen LPL	LPL I	LPL II	LPL III	LPL IV	
VL post	50	20	15	13.662	R ₁	8,09E-05	1,01E-06	2,07E-06	3,30E-06	4,15E-06	
					R ₂	4,16E-03	4,14E-03	4,14E-03	4,14E-03	4,14E-03	<1E-03
Onderstation	20	8	7	2.721	R ₁	5,78E-05	6,18E-07	1,25E-06	1,91E-06	2,08E-06	
					R ₂	6,14E-03	6,13E-03	6,13E-03	6,13E-03	6,13E-03	<1E-03
Relaishuis	15	5	4	1.007	R ₁	7,55E-05	8,47E-07	1,70E-06	2,56E-06	2,62E-06	
					R ₂	7,60E-03	7,59E-03	7,59E-03	7,59E-03	7,59E-03	<1E-03
Algemene uitgangspunten: • R₃=0 (geen cultuurogoed) • Aantal omweersdagen/jaar: 25 jaarlijkse inslagdichtheid: 2,5 flashes/km² • Risico brand of beschadiging: normaal • Afschermingwerking van het object: gemiddeld • Type interne leidingen: onafgeschermd • Binnenkomende voedingskabel: grondkabel, afgeschermd • Geen laagspanningstransformator • Relatie met objecten in de omgeving: vrijstaand						• Dichtheid van buitenbekabeling: VL post: voorstad; onderstation en relais: landelijk • Brandbeveiligingsmaatregelen: handmatige systemen • Overspanningsbeveiliging: alleen op de gebouwgrens • Geen bovengrondse kabels • Type binnenkomende kabel: onafgeschermd • VL-post en relaishuis: 5 soorten binnenkomende kabels/leidingen: voeding, treinbeveiliging, telecom, waterleiding, gas • onderstation: 4 soorten binnenkomende kabels/leidingen: voeding, telecom, waterleiding, gas					
= binnen de normeisen = buiten de normeisen						T.a.v. economisch verlies: • geen speciaal gevaar • bedrijfsgebouw, industrie, ziekenhuis • aanvaardbaar risico 1 op 1000					

Tabel 3 Risicobeoordeling conform rekenmodule NEN-EN-IEC 62305-2:2006

3. Conclusies deel 1

Op basis van de uitgevoerde risicobeoordelingen worden de volgende conclusies getrokken:

- A. Een bliksemafleiderinstallatie op het object is noodzakelijk om voor risicocomponent R_1 (persoonlijk letsel) een acceptabel niveau ($R_1 < 1,0 \cdot 10^{-5}$) te krijgen.
- B. De exacte uitvoering volgens LPL I t/m IV en de bijbehorende grootte van de vermazing op het dak is minder relevant; voor typical (relaishuis, VL post en onderstation) voldoen alle vier de klassen. Echter op basis van de uitgangspunten ten aanzien van grootte van de bliksemstroom (I) en kans op schade (P_B ; zie tabel 1 van deze bijlage) wordt een bliksembeveiligingsniveau van minimaal LPL II ($I \geq 150 \text{ kA}$ en $P_B \leq 0,05$) aangemerkt als een verantwoorde keuze. Dit is vastgelegd in RLN00138 eis 2.
- C. Ook voor een onderstations is conclusie A dus geldig. De bovenleiding biedt in deze zin geen afscherming aan het object.

D. Risicocomponent R_2 (evenals R_4) is niet acceptabel zonder aanvullende maatregelen conform NEN-EN-IEC 62305 of RLN00138 te nemen.

In de hierna volgende paragraaf wordt verder ingezoomd op risicocomponent R_2 .

4. Risicobeoordeling conform NEN-EN-IEC 62305-2: 2012; inzoomen op R_2

Conform NEN-EN-IEC 62305-2 wordt risico-component R_2 bepaald door het risico van fysieke schade aan systemen plus het risico van verstoring van elektrische/ elektronische systemen (D2 en D3 conform tabel 4):

Schade	Oorzaak (koppelpad)			
	Inslag op object (S1)	Inslag in omgeving, inductie op object (S2)	Inslag op kabels naar object (S3)*	Inductie in kabels naar object (S4)
D1 Aanraakspanning	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$		$R_U = N_L \times P_U \times L_U$	
D2 Fysieke schade	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$		$R_V = N_L \times P_V \times L_V$	
D3 Verstoring van elektrische/ elektronische systemen	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	$R_W = N_L \times P_W \times L_W$	$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$
* Effect van inslag in een naburig object (N_{DJ}) wordt verwaarloosd.  = R_2  = dominante risicocomponenten vanwege de grootte van het gebied (resultierend in een groot aantal gebeurtenissen N_I en N_M)				

Tabel 4 Risicocomponenten naar schadesoort en koppelpad

Risico R_2 is opgebouwd uit de componenten: $R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2}$

Ieder van de risicocomponenten bestaat uit het product van:

- een aantal N (number): het aantal verwachte gebeurtenissen, bepaald door het aantal bliksem-inslagen per jaar en de grootte van het gebied waar de effecten optreden. Dominant zijn de inductie effecten in lange kabels langs het spoor (koppelpad S4) evenals inductie in bekabeling in het gebouw (koppelpad S2).
- een kans P (probability): de kans dat een gebeurtenis tot schade door overspanning op apparatuur leidt. Dit wordt in belangrijke mate bepaald door installatietechnische aspecten. In tabel 5 hieronder wordt hierop verder ingegaan.
- een verlies L (loss): verliescomponent, waarin de gevolgen van de schade of verstoring worden verrekend (aantal getroffen diensten, personen, tijdsduur etc.). Deze component levert stof tot discussie en hierop zal derhalve niet verder worden ingegaan.

Kans	Formule	Relevante parameter(s)	Bereik
P_B	-	LPL (tabel B.2 van de norm; zie ook hieronder)	0,02 (LPL I) - 1 (geen LPL)
P_C	$P_C = P_{SPD} \times C_{LD}$	P_{SPD} = factor t.a.v. toegepaste overspanningsbeveiliging, afhankelijk van LPL (tabel B.3 van de norm)	0,01 (LPL I) - 1 (geen LPL)
		C_{LD} = factor voor de mate van afscherming, aarding en isolatie van de binnenkomende kabel (tabel B.4 van de norm; zie ook hieronder).	$C_{LD} = 0$ ($P_C=0$) voor volledig afgeschermd buitenkabels en/of dichte kabelgoot
P_M	$P_M = P_{SPD} \times P_{MS}$	$P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2$	
		K_{S1} = maat voor LPS vermazing (w =maaswijdte)	0,12 x w [m]
		K_{S2} = maat voor interne vermazing in gebouw	0,12 x w [m]

Kans	Formule	Relevante parameter(s)	Bereik
		K_{S3} = maat voor afschermkwaliteit interne bekabeling (tabel B.5 van de norm)	$K_{S3} = 1$ voor niet-afgeschermdde binnenkabels, $K_{S3} = 0,0001$ voor afgeschermdde binnenkabels
		K_{S4} = maat voor de immuniteit van apparatuur	1,5/ U_W [kV]
P_V	$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	P_{EB} = factor potentiaalvereffening als functie van LPL	0,01 (LPL I) - 1 (geen LPL)
		P_{LD} = factor bepaald door schermweerstand van de kabel en de immuniteit van de apparatuur (tabel B.8 van de norm).	0,6-1,0 voor typical kabels en apparatuur
P_W	$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Zie boven	$C_{LD} = 0$ ($P_W=0$) voor volledig afgeschermdde buitenkabels en/of dichte kabelgoot
P_Z	$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI}$	P_{LI} = factor voor de mate van immuniteit van apparatuur (tabel B.9 van de norm)	0,5 – 1,0 voor typical kabels en apparatuur
		C_{LI} = factor voor de mate van afscherming, aarding en isolatie van de binnenkomende kabel (tabel B.4 van de norm).	$C_{LI} = 0$ ($P_Z=0$) voor afgeschermdde buitenkabels*
* Onder voorwaarde dat de afscherming op de zoneovergang op de potentiaalvereffeningsinstallatie wordt aangesloten. = factor t.a.v. al dan niet afgeschermdde bekabeling, welke een grote invloed heeft op de kans van verlies/schade			

Tabel 5 Kansen als functie van installatie aspecten en apparatuureigenschappen

Op basis van tabel 4 en 5 worden de volgende conclusies getrokken:

- De bliksembeveiligingsklasse van de externe bliksemafleiderinstallatie is slechts in geringe mate bepalend voor het totale risico op verstoring van apparatuur (R_2). De klasse van de bliksemafleiderinstallatie (LPL) bepaalt via de factor P_B de mate van bescherming tegen fysieke schade, e.e.a. volgens tabel B.2 van de norm.

LPL/bescherming tegen bliksem (tabel B.2 NEN-EN-IEC 62305-2)	P_B
geen	1
LPL IV	0,2
LPL III	0,1
LPL II	0,05
LPL I	0,02
Daknet met betonwapening/metalen delen als afgaande leiding	0,01
Afgeschermdde structuur van metaal en/of betonwapening	0,001

- Inductie effecten op bekabeling zijn dominant vanwege het grote effectieve oppervlak en dientengevolge de hoge waarde van het aantal gebeurtenissen N .

Voor koppelpaden S2 (inductie op binnenbekabeling object) en S4 (inductie op buitenbekabeling) zijn de risico's drastisch te verkleinen door respectievelijk:

- afgeschermdde binnenbekabeling en/of binnenbekabeling in afgeschermdde goot te installeren; De kans P_M en hiermee het risico R_M wordt hiermee een factor 10^8 gereduceerd ($K_{S3} = 0,0001$ in plaats van $K_{S3} = 1$, zie tabel).

Type binnenkabel (tabel B.5 NEN-EN-IEC 62305-2)	K_{S3}
Niet-afgeschermd, bedrading met grote CM lussen, typ. 50m ²	1
Niet-afgeschermd, bedrading met kleine CM lussen, typ. 10m ²	0,2
Niet-afgeschermd, bedrading in zelfde kabels, CM lussen typ. 0,5m ²	0,01
Afgeschermdde kabels en kabels in metalen kabelgoten/buizen	0,0001

Opgemerkt wordt dat deze zeer grote reductiefactor van de kans P_M bij gebruik van standaard afgeschermdde kabel en/of kabelgoot enige nuancering behoeft. In de praktijk blijkt dat dergelijke

afschermmaatregelen, mits goed uitgevoerd, eerder een factor $10^2 - 10^3$ (40 - 60dB) aan maximale verbetering te leveren dan een factor 10^8 (160dB); zie bijvoorbeeld [1]³.

- b. afgeschermd buitenbekabeling te installeren en op de zone-overgang te vereffenen; De kans P_Z en hiermee de dominante risicocomponent R_Z wordt hiermee nihil ($C_{LI} = 0$ in plaats van $C_{LI} = 1$, zie tabel).

Type buitenkabel (tabel B.4 NEN-EN-IEC 62305-2)	C_{LI}
Bovengronds, niet-afgeschermd	1
Grondkabel, niet-afgeschermd	1
Grondkabel, afgeschermd (voeding/telecom)*	0
Bovengronds, afgeschermd*	0

* Scherm bij invoer gebouw aangesloten op potentiaal-vereffeningsinstallatie

Ook hier geldt dat enige nuancering van de factor C_{LI} nodig is. Immers, in de praktijk blijken aspecten als afschermkwaliteit van de kabel en vooral de wijze van aansluiten van het scherm (lengte pigtail e.d.) een grote rol te spelen. De factor C_{LI} kan gereduceerd worden, maar zal voor de gangbare installatietechnieken feitelijk niet nul worden.

De algemene voorwaarde voor de reductiefactoren is dat de schermen aan beide zijden c.q. op de zoneovergangen worden aangesloten op de plaatselijke aar-dings/potentiaalvereffeningsinstallatie.

3. Bovenvermelde kabelafschermmaatregelen zijn volgens de berekeningen conform de norm NEN-EN-IEC 62305-2 effectiever dan het toepassen van overspanningsafleiders. Zo is de maximale reductiefactor van het risico van schade door het gebruik van overspanningsafleiders maximaal $P_{SPD} = 10^2$ (40dB) terwijl de reductiefactoren voor afgeschermd binnen- en buitenbekabeling, met inachtneming van bovenvermelde nuancering, minstens zo groot (40 - 60dB; theoretisch 160dB) zijn.

5. Conclusies deel 2

Bij conclusies deel 1 werd al duidelijk dat risicocomponent R_2 (evenals R_4) niet acceptabel is zonder aanvullende maatregelen conform NEN-EN-IEC 62305 of RLN00138 te nemen. Een nadere analyse, zie paragraaf hiervoor, levert dat:

- E. R_2 en R_4 worden doorslaggevend gereduceerd (d.w.z. R_2 en $R_4 < 1,0 \cdot 10^{-3}$) door afgeschermd buitenkabels en afgeschermd binnenkabels in combinatie met stalen kabelgoten toe te passen, e.e.a. conform de eisen van RLN00138.
- F. Voor niet-afgeschermd buitenbekabeling dient overspanningsbeveiliging te worden toegepast om het risico op apparatuurschade te beperken. Deze maatregel is echter op grond van de norm minder effectief dan de toepassing van afgeschermd bekabeling.

³ [1] Reliable protection of electronics against lightning, P.C.T. van der Laan and A.P.J. van Deursen, TU/e, 23rd ICLP, Florence, 1996)

Bijlage 6 INFORMATIEF: Naamplaten voor verschillende kabelgoot toepassingen

Om de toepassing van een kabelgoot aan te duiden kunnen de volgende naamplaten (stickers) worden gebruikt:

LPZ-1 SR schone kabelgoot:

Naamplaat in Scotchcall met geel veld en zwarte letters.

Naamplaat	Formaat	1	Indeling	4
Regel	Tekst			Letterhoogte
1	LPZ1-SR SCHONE KABELGOOT			10 mm
2	Alleen voor afgeschermd kabels,			6,5 mm
3	waarvan de mantel meervoudig is geaard.			6,5 mm
4	Niet voor kabels die niet tegen bliksem of niet met EMC maatregelen zijn beveiligd.			6,5 mm
Aanbrengen op:		Bestaande en uit te breiden LPZ-1 SR schone goten om de 5 meter		

Extended LPZ0 kabelgoot:

Naamplaat in Scotchcall met blauw veld en witte letters.

Naamplaat	Formaat	1	Indeling	4
Regel	Tekst			Letterhoogte
1	EXTENDED LPZ0 KABELGOOT			10 mm
2	Uitsluitend bestemd voor LPZ0 bekabeling			6,5 mm
3	Toevoegen van kabels is alleen mogelijk na toestemming beheerder en verificatie zonering			6,5 mm
4	toestemming beheerder en verificatie zonering			6,5 mm
Aanbrengen op:		Extended LPZ0 goten om de 5 meter		

Extended LPZ1-SR kabelgoot:

Naamplaat in Scotchcall met geel veld en rode letters.

Naamplaat	Formaat	1	Indeling	4
Regel	Tekst			Letterhoogte
1	EXTENDED LPZ1-SR KABELGOOT			10 mm
2	Uitsluitend bestemd voor LPZ1-SR bekabeling			6,5 mm
3	Toevoegen van kabels is alleen mogelijk na toestemming beheerder en verificatie zonering			6,5 mm
4	toestemming beheerder en verificatie zonering			6,5 mm
Aanbrengen op:		Extended LPZ1-SR goten om de 5 meter		

Extended LPZ2 kabelgoot:

Naamplaat in Scotchcall met wit veld en rode letters en aanbrengen.

Naamplaat	Formaat	1	Indeling	4
Regel	Tekst			Letterhoogte
1	EXTENDED LPZ2 KABELGOOT			10 mm
2	Uitsluitend bestemd voor LPZ2 bekabeling			6,5 mm
3	tussen twee LPZ2 ruimtes.			6,5 mm
4	Toevoegen van kabels is alleen mogelijk na toestemming beheerder en verificatie zonering			6,5 mm
Aanbrengen op:		Extended LPZ2 goten om de 5 meter		

Bijlage 7: VERVALLEN

Bijlage 8 INFORMATIEF: EMC-Checklist

De EMC-Checklist is opgenomen als bijlage bij RLN00138 in de RailInfra Catalogus van ProRail. Deze bijlage bestaat uit:

- De EMC-Checklist (leeg sjabloon);
- Een voorbeeld van een ingevulde EMC-Checklist.