Docnr1

ProRail

GEMEENTE RAALTE
Kopie aan:
Ingek. 26 SEP. 2025
Docnr:
Zaak nr:
Bericht v. ontv.:

AANGETEKEND

Het College van Burgemeester en Wethouders
van de gemeente Raalte
Postbus 140
8100 AC RAALTE

Datum	25 september 2025	Eigenaar	Team Ruimte
Ons kenmerk	LJV / TR / ZW / #23011	E-mail	ro-prorail@prorail.nl
Onderwerp	Zienswijze ontwerp Programma groei, wonen en werken	Bijlagen	2

Geacht College,

Financiën
Leefomgeving, Juridische zaken en Vastgoed

Bezoekadres
Tulpenburgh
Moreelsepark 2
3511 EP Utrecht
Nederland

Postadres
Postbus 2038
3500 GA Utrecht
Nederland

www.prorail.nl

Met veel interesse heeft ProRail kennisgenomen van het ontwerp Programma groei, wonen en werken, dat uw college ter inzage heeft gelegd. Het programma spreekt van ambitie en maakt keuzes om in de beperkte ruimte binnen uw gemeente, de grote opgaven en kansen op het terrein van bereikbaarheid, klimaat, wonen, werken en energie in samenhang te realiseren. ProRail heeft hier waardering voor.

Met aandacht is uw programma gelezen, door collega's van de regiodirectie en op landelijk niveau, en is deze brief opgesteld. Met deze brief vraagt ProRail aandacht voor haar belangen en betrokkenheid bij de uitwerking van het programma in concrete omgevingsplannen. In uw gemeente ligt een spoornetwerk[1]. Het spoornetwerk heeft ruimte nodig om nu en in de toekomst te functioneren en de effecten op de omgeving te beperken. Hierover is ProRail al regelmatig met u in gesprek.

1 Bescherming van het spoornetwerk en haar omgeving

ProRail ziet bereikbaarheid van steden als een samenspel tussen ruimtelijke keuzes en het mobiliteitssysteem. Ontwikkelingen in de nabijheid van het spoornetwerk kunnen de bereikbaarheid van woningen en werklocaties versterken. Echter, soms kunnen ontwikkelingen en spoor elkaar belemmeren. Om dit te voorkomen denkt ProRail graag vroegtijdig mee bij ontwikkelingen in de nabijheid van het spoornetwerk.

Rondom de hoofdspoorweginfrastructuur (HSWI) ligt een beperkingengebied (Omgevingsbesluit, artikel 3.5), ongeveer tot 11 meter buiten de HSWI. Doel van dit beperkingengebied is om het huidig functioneren en de veiligheid rondom het spoornetwerk zeker te stellen. Daarom is het bouwen in dit gebied vergunningplichtig. Meer informatie over het indienen van aanvragen of het doen van meldingen onder de Omgevingswet vindt u op onze website. Daarnaast vraagt ProRail u om de instructieregel uit artikel 5.163 van het Besluit kwaliteit leefomgeving bij de uitwerking van het programma in omgevingsplannen te respecteren. Deze regel vraagt dat u in een Omgevingsplan dat van toepassing is op de HSWI

[1] Het gehele netwerk van sporen, vrije baan, stations, emplacementen en spoorgebonden bouwwerken naast of nabij de sporen. Spoorgebonden gebouwen zijn alle gebouwen en bouwwerken, niet zijnde stationsgebouwen, die nodig zijn voor het functioneren van de spoorinfrastructuur, zoals onderstations, relaishuizen, verkeersleidingsposten.

in beheer bij ProRail geen regels mogen worden gesteld die het gebruik, de instandhouding, de verbetering of de vernieuwing van die infrastructuur belemmeren.

Voor programma betekent dit dat bij het ontwikkelen van nieuwe woon- en werklocaties naast het spoor, ProRail u vraagt om toekomstige uitbreidingen van het spoornetwerk mogelijk te houden en de omgevingseffecten op de woon- en werklocaties te verminderen. Dit kan door het houden van de juiste afstand tot het spoor en door een zorgvuldig ruimtelijk ontwerp.

ProRail herkent in uw programma ontwikkelingen richting het spoor die een relatie hebben met het bestaande en beoogde onderhoud, gebruik en vernieuwing van het spoor. Hierbij wil ProRail u erop wijzen dat het bouwen boven of op de HSWI vergunningplichtig is, privaatrechtelijke toestemming van ProRail vereist en een exclusief recht van ProRail is. Aan de vergunning en toestemming worden voorschriften verbonden met het oog op het voorkomen van nadelige gevolgen voor de staat en werking van de hoofdspoorwegen en uitbreiding daarvan.

Specifiek vraagt ProRail u om bij de volgende ontwikkelingen voldoende afstand te houden van het spoor en rekening te houden met het beperkingengebied rondom het spoor:

1. Op kaart 1 is een aantal gebiedsontwikkelingen opgenomen, waarvan één rondom het station Raalte. ProRail steunt de ontwikkeling van woon-werkgebieden rondom stations, in het kader van de nabijheid (duurzame bereikbaarheid).
2. De planhorizon van het programma is 2040, maar de ontwikkelingen die het programma beoogt zullen hun ruimtelijke weerslag tot ver na 2040 hebben. Om die reden wil ProRail erop wijzen dat er in de Ontwikkelagenda Toekomstbeeld OV 2040 voor de periode na 2040 de volgende bouwstenen zijn opgenomen: een gedeeltelijke tweesporigheid voor een extra intercity Zwolle-Almelo en een volledige tweesporigheid wanneer ook de Berlijntrein deze route neemt. De genoemde spoorverdubbelingen zullen na 2040 ruimte gaan vergen naast het bestaande spoor.

ProRail hanteert voor de ontwikkeling van functies naast het spoor een afweegkader, zodat functies elkaar niet hinderen en waar mogelijk versterken. Het verzoek is om ProRail vroegtijdig een actieve rol te geven bij de verdere uitwerking van bovenstaande ontwikkelingen.

Verder vraagt ProRail nog uw aandacht voor het volgende:

1. De Verkenning Knooppunt Raalte N35/N348, met een onderdoorgang voor de provinciale weg N348 onder het spoor door. Deze Verkenning is door de provincie opnieuw opgestart. De voorlopige uitkomst is dat er in 2029 een tweetal treinvrije perioden zijn aangevraagd. Het verzoek van ProRail is om bij gemeentelijke werkzaamheden rondom de beoogde locatie voor de onderdoorgang rekening te houden hiermee.
2. Voor de gebiedsontwikkelingen op kaart 1 en de overige kaarten, die niet nabij stations gelegen zijn, vragen wij u om deze te voorzien van in ieder geval loop- en fiets-, en busverbindingen naar het station.

2 Voorkomen belemmeringen voor functioneren en veiligheid spoornetwerk

Het spoornetwerk maakt gebruik van elektriciteit dat via onderstations, relaiskasten, ondergrondse infrastructuur en bovenleidingen naar de trein en stations wordt geleid. Deze voorzieningen zijn noodzakelijk voor de elektriciteitsvoorziening van de hoofdspoorweginfrastructuur en daarmee voor het rijden van treinen. In de uitwerking van uw plannen verzoekt ProRail uw college om deze onderstations en relaiskasten niet in te sluiten door bebouwing, bebouwing te realiseren op te dichte afstand en te allen tijde bereikbaar te houden voor onderhouds- en hulpdiensten. Voor deze voorzieningen dient rekening te worden gehouden met een afstand van 5 meter gemeten vanaf de

gevel met een hekwerk op de 5 meter-grens. Het functioneren van deze voorzieningen mag niet worden beïnvloed door ontwikkelingen in de omgeving. Dit geldt ook voor het overbouwen, onderbouwen of overkragen van deze voorzieningen.

Uit onderzoek blijkt dat zicht op de hoofdingang de beste manier is om het station te vinden. Zichtlijnen naar het station spelen daar een belangrijke rol in en ProRail wil graag dat binnen de planontwikkelingen de zichtlijnen geborgd blijven.

3 Bescherming van de omgeving tegen effecten van het spoor

Bij het ontwikkelen in de nabijheid van het spoornetwerk, is het voor een goede leefomgeving belangrijk dat eventuele nadelige effecten van het gebruik van het spoor op een zorgvuldige wijze worden gemitigeerd. Bij de uitwerking van het programma naar omgevingsplannen, vraagt ProRail aandacht voor de volgende aspecten (in bijlage 1 zijn deze verder toegelicht):

- Externe veiligheid;
- Geluid;
- Trillingen;
- Overwegveiligheid;
- Waterpeil/stabiliteit;
- Windbeleving en windhinderrisico's;
- Schaduwwerking op zonnepanelen;
- Zonneparken / reflectie in relatie tot hoofdspoorweginfrastructuur.

4 Bureau Spoorbouwmeester

Bureau Spoorbouwmeester is in 2001 op initiatief van de directies van NS en ProRail opgericht als een onafhankelijk adviserend orgaan voor ontwerp en vormgevingsopgaven binnen de spoorsector. Sinds het ontstaan van het bureau wordt aan en met het Spoorbeeld gewerkt, te vinden op www.spoorbeeld.nl. Waar mogelijk kunt u hiervan gebruik maken bij de uitwerking van het programma.

5 Contact

ProRail wenst u veel succes met de vaststelling van het programma en de uitwerking daarvan in concrete plannen. Graag denkt ProRail vroegtijdig mee over plannen in de nabijheid van het spoor. U kunt hiervoor contact opnemen met [redacted] regiodirecteur Noordoost.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Directeur Leefomgeving, Juridische zaken en Vastgoed

BIJLAGE 1: UITWERKING OMGEVINGSEFFECTEN

Externe Veiligheid
ProRail verzoekt u voor het aspect Externe Veiligheid in relatie tot Railverkeer gebruik te maken van de meest recente gegevens (Basisnet).

Geluid
Voor het aspect Geluid in relatie tot railverkeer in akoestische onderzoeken, dient u gebruik te maken van de wettelijk verplichte brongegevens uit het geluidregister spoor. Het gebruik van deze brongegevens borgt dat de toekomstige bewoners geen hogere geluidbelasting gaan ondervinden dan op basis van de wettelijke geluidproductieplafonds verwacht mag worden.

Aspect Trillingen
Hoewel er geen wettelijke normen bestaan voor trillinghinder voor de toekomstige bewoners/gebruikers van bebouwing dicht bij het spoor, acht ProRail het gewenst dat er in de planvorming wel aandacht voor is. In het kader van de goede ruimtelijke ordening en de zorgvuldige voorbereiding van besluiten raadt ProRail u aan om het aspect trillinghinder af te wegen, zoals door Informatiepunt Leefomgeving wordt aanbevolen.

Overwegen
Het streven van het Ministerie en ProRail is om de veiligheid op overwegen te verhogen. De ambitie is hierbij om het aantal risico's op overwegen verder naar beneden te brengen. Verder wil ProRail voorkomen dat door nieuwe ontwikkelingen de veiligheid op overwegen afneemt. Overwegveiligheid is een gedeelde verantwoordelijkheid voor spoor- en wegbeheerder.

De Beleidsagenda Spoorveiligheid 2020- 2025 bevat verplichtingen voor initiatiefnemers van wijzigingen van (het gebruik van) een overweg. Hierin wordt onder andere gesteld dat er bij een wijziging van het gebruik van het spoor danwel van de weg een risicoanalyse opgesteld moet worden met daarin aangegeven hoe een eventuele risicotoename wordt beheerst en gecompenseerd. Een wijziging mag niet leiden tot een afname van de overwegveiligheid, daarnaast geldt vanuit het Strategisch Plan Verkeersveiligheid een verbeteropdracht.

Waterpeil/stabiliteit
De stabiliteit van de spoorbaan met bijbehorende voorzieningen mag niet worden beïnvloed. Plannen en/of werkzaamheden mogen geen invloed hebben op de stabiliteit van de spoorbaan met bijbehorende voorzieningen, alsmede op het ongehinderd gebruik van de spoorbaan met bijbehorende voorzieningen. Denk daarbij aan de inrichting en/of exploitatie van een Warmte Koude Opslagsysteem of een WADI, maar ook aanpassingen van watergangen.

In het bijzonder merkt ProRail op dat de initiatiefnemer schriftelijk dient aan te tonen dat in het geval van het infiltreren van hemelwater in de nabijheid van de spoorlijn er geen nadelige effecten optreden op de stabiliteit van de hoofdspoorweginfrastructuur met bijbehorende voorzieningen."

Spoorwegdoeleinden
ProRail verzoekt u zorg te dragen dat gronden welke momenteel voorzien zijn van de activiteit Spoorwegdoeleinden of Railverkeer, deze activiteit ook in de toekomst zullen behouden. Ook verzoekt ProRail uw gemeente om geen dubbelactiviteiten mogelijk te maken. Indien desondanks een dubbelactiviteit archeologie wordt opgenomen over de activiteit Spoorwegdoeleinden of Railverkeer, dan zou ProRail graag zien dat deze dubbelactiviteit aantoonbaar te verwachten archeologische monumenten betreft.

Windbeleving en windhinderrisico's
Hoogbouw rond het station heeft invloed op de windbeleving van de reiziger. Gemiddeld wachten reizigers 7 tot 10 minuten op een trein en dat doen ze bij voorkeur op het perron waar de trein stopt. Wachten met veel wind draagt niet bij aan een positieve stationsbeleving. Reizigers wachten bij voorkeur warm, beschut en comfortabel. Helaas is er echter niet voldoende wachtgelegenheid voor elke reiziger. Daardoor is het van belang dat in de omgeving rekening wordt gehouden met de windbeleving op het perron. Hoogbouw rond het station heeft ook invloed op de windcirculatie/windstromen en kan risico's opleveren voor omliggende bebouwing (zoals schade aan daken/kappen) door veranderende windbelastingen.

Schaduwwerking op zonnepanelen
ProRail stelt zich als doel om in 2030 CO2 neutraal te opereren. Dat betekent dat vele daken en perronoverkappingen voorzien zijn of worden van zonnepanelen om zo voldoende stroom op te wekken voor verlichting, reisinformatie, liften en roltrappen. ProRail verzoekt u bij het maken van plannen rekening te houden met mogelijke schaduwwerking op de ProRail zonnepanelen en indien nodig met ProRail in contact te treden.

Zonneparken / reflectie in relatie tot hoofdspoorweginfrastructuur
Uit een risicoanalyse moet blijken dat zonnepanelen c.a. op bijvoorbeeld parkeerplaatsen en /of geluidschermen en/of langs spoorwegen geen negatief effect hebben op de hoofdspoorweginfrastructuur. Dat moet onder meer uit de vereiste EMC (elektromagnetische compatibiliteit) berekening blijken. En dan met name de weerstandsbeïnvloeding (geen aardingen/aansluitpunten in buurt van het spoor conform bijgevoegde RLN00398) en diverse aspecten met betrekking tot aansluiting op het hoogspanningsnet. Ook voor de weerkaatsing van licht van zonnepanelen dient aangetoond te worden dat aanwezige seinen niet "overstraald" kunnen worden door lichtweerkaatsing door de zonnepanelen.
ProRail adviseert u om deze risico's te laten berekenen en voordat gestart wordt met de realisatie van het zonnepark ProRail te voorzien van de uitkomsten.

ProRail

Assetmanagement

Richtlijn

Beleid elektromagnetische beïnvloeding van hoogspanningsverbindingen op de hoofdspoor-weginfrastructuur.

Beherende instantie:	*AM Techniek*
Inhoud verantwoordelijke:	*AM Treinbeveiliging lokale systemen*
Status:	*Definitief*

Datum van kracht:	Versie:	Documentnummer:
01-06-2025	**004**	**RLN00398**

© 2025 Behoudens de in of krachtens de Auteurswet 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.

© 2025 Apart from the exceptions in or by virtue of the 1912 copyright law no part of this document may be reproduced or published by print, photocopying, microfilm or any other means without written permission from the author.

model versie 2012

INHOUD

1 Revisiegegevens 3
2 Algemeen 4
2.1 Scope 4
2.2 Van kracht verklaarde voorschriften en normen 4
2.3 Geraadpleegde literatuur 5
2.4 Definities en afkortingen 6
3 Inleiding 7
4 Opsomming van ongewenste gebeurtenissen 8
5 Beleid ten aanzien van hoogspanningsverbindingen 9
5.1 Algemeen 9
5.2 Eisen aan hoogspanningslijnen en hoogspanningskabels 9
5.3 HVDC-verbindingen 12
5.4 Eisen aan hoogspanningslijnen en -kabels bij railinfrastructuur met 25 kV AC TEV 13
5.5 Unity study (in ontwikkeling) 13
5.6 EMC-detailstudie 13
5.6.1 Rapportage EMC-detailstudie 14
5.6.2 EMC-maatregelen vastleggen 14
6 Uitgangspunten ten behoeve van modellering 15
6.1 Algemeen 15
6.2 Modellering Hoogspanningsverbinding 15
6.3 Faalwijzen Hoogspanningsverbinding/-kabel 17
6.4 Modellering Railinfrastructuur 17
6.5 Faalwijzen Railinfrastructuur 18
6.6 Modellering van de koppelweg 19
7 Beoordelingscriteria 20
8 Uitgangspunten tbv modellering mitigerende maatregelen 22
Bijlage 1: B1 bovenleidingsysteem geleiderconfiguratie 24
Bijlage 2: 50 Hz immuniteit enkelbenige spoorstroomlopen 25
Bijlage 3: Template tbv basisrapportage EMC 30
Bijlage 4: Checklist tbv RLN00398 EMC-detailstudies 34

1 Revisiegegevens

Datum	Versie	Hoofdstuk/ paragraaf	Wijziging
01-11-2013	001		Initiële versie
01-12-2020	002		Kleine wijzigingen uitgevoerd naar aanleiding van datums/versienummers geactualiseerde normen, vrijgegeven wijzigingen in OVS00111 en aangepaste RIS informatie.
01-11-2021	003		Kleine wijzigingen doorgevoerd in volledige richtlijn op basis van input van verschillende stakeholders (o.a. H5).
01-06-2025	004		Verschillende wijzigingen doorgevoerd. Integraal de richtlijn beter geschikt gemaakt voor gebruikers, o.a flowcharts toegevoegd, eisen geactualiseerd, etc..

2 Algemeen

Deze richtlijn beschrijft het beleid van ProRail met betrekking tot de toegestane elektromagnetische invloed van hoogspanningsverbindingen in beheer bij derden op de hoofdspoorweginfrastructuur (hswi) in Nederland.

2.1 Scope

Deze richtlijn is van toepassing op hoogspanningslijnen en hoogspanningskabels — niet zijnde ProRail lijnen en kabels — met een nominale spanning van > 1 kV en een nominale bedrijfsfrequentie van 50 Hz (AC) en 0 Hz (DC) op, onder, boven of naast de hoofdspoorweginfrastructuur. Tevens is de richtlijn van toepassing op hoogspanningslijnen en hoogspanningskabels — niet zijnde ProRail lijnen en kabels — in de zone buiten het terrein behorende tot de hoofdspoorweginfrastructuur, voor zover het betreft:

1. Het beperkingengebied als beschreven in artikel 3.5 (beperkingengebied hoofdspoorweginfrastructuur) van het Omgevingsbesluit;
2. Het gebied daarbuiten, voor zover genoemde lijnen en kabels elektromagnetische ontoelaatbare invloed hebben op de spoorweginfrastructuur.

Dit document bevat de eisen aan de hoogspanningsverbindingen in beheer bij derden en geeft een onderbouwing van deze eisen. Deze onderbouwing vloeit voort uit de eisen voor de veiligheid voor personen die zich op of nabij de spoorbaan bevinden en uit de RAMSHE eisen aan de systemen en apparatuur van de hoofdspoorweginfrastructuur.

Het feit dat de scope van deze richtlijn hoogspanningskabels > 1 kV betreft, betekent dat ook kabels aangeduid als middenspanningskabels met een nominale bedrijfsfrequentie van 50 Hz binnen de scope van deze richtlijn vallen.

Voor potentiële elektromagnetische beïnvloeding vanuit hoogspannings-gelijkstroomverbindingen (HVDC) wordt verwezen naar paragraaf 5.3.

2.2 Van kracht verklaarde voorschriften en normen

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 Ontwerpvoorschriften 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.

Ref. nr.	Naam document	Nummer
[A]	Vervallen	
[B]	Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning - Deel 1: Bovengrondse hoogspanningslijnen voor wisselspanning hoger dan 1 kV - Deel 1: Algemene eisen - Gemeenschappelijke specificaties Deel 2-15: Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV – Part 2-15: National Normative Aspects (NNAs) for the Netherlands (based on EN 50341-1:2012) Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten	NEN-EN 50341-1:2013 NEN-EN 50341-2-15:2019 inclusief aanvullingen en correcties
[C]	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer - Isolatiecoördinatie - Deel 1: Basiseisen - Slagwijdten en kruipwegen voor alle elektrische en elektronische uitrusting	NEN-EN 50124-1:2017 inclusief aanvullingen en correcties
[D]	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer - Vaste installaties - Elektrische veiligheid, aarding en retourstromen - Deel 1: Eisen in verband met bescherming tegen elektrische schok	NEN-EN 50122-1:2022
[E]	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer - Elektromagnetische compatibiliteit - Deel 4: Emissie en immuniteit van sein- en telecommunicatie-apparatuur	NEN-EN 50121-4:2016
[F]	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer - Elektromagnetische compatibiliteit - Deel 5: Emissie en immuniteit van vast opgestelde voedingsinstallaties en apparatuur	NEN-EN 50121-5:2017
[G]	Ontwerpvoorschrift Tractieenergievoorzieningsysteem; Bovenleiding Bovenleidingsysteem B1	OVS00024-5.1-V005
[H]	Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer - Elektromagnetische compatibiliteit - Deel 3-1: Rollend materieel - Treinen en complete voertuigen	NEN-EN 50121-3-1:2017
[I]	Ontwerpvoorschrift Treindetectie; Laagfrequent spoorstroomlopen 75 Hz secties in ET-gebied	OVS60111-2-V003
[J]	Ontwerpvoorschrift Treindetectie; Laagfrequent spoorstroomlopen 75 Hz enkel- en dubbelbenige secties in ET-gebied	OVS60111-3-V001
[K]	Ontwerpvoorschrift Treinbeveiligingsysteem; Tekenvoorschrift OR-bladen;	OVS60091-3-V008

2.3 Geraadpleegde literatuur

Ref. nr.	Naam document
[1]	Ello Weits, Grenswaarden voor homopolaire stromen Statistische analyse van metingen aan een 110 kV-kabel (Hoogeveen) en twee 220 kV-lijnen (Hessenweg), Movares, Kenmerk CO-EW-120006291 - Versie 2.0, Utrecht, 13 april 2012
[2]	R. Koopal, R.M. Paulussen, UITGANGSPUNTEN EM-BEÏNVLOEDING BETUWEROUTE - BESTAANDE PRORAIL INFRASTRUCTUUR, POBR, 29 september 2005 Versie 2.2
[3]	Ello Weits, Jeroen van Waes, Nick Stalman, Frank Gerritsen, Uitgangspunten EM-beïnvloeding van de HSL-Zuid op de bestaande ProRail infrastructuur voor "Vrijgavetraject wijzigingen ProRail voorschriften; fase 3" t.b.v. parallelloop met de HSL-Zuid, Holland Railconsult, IF114250_320.02, Versie 2.0, 11 maart 2005
[4]	R. Koopal, Onderbouwing werkhypothesen m.b.t. GRS enkelbenige- en dubbelbenige geïsoleerde spoorstroomlopen. Aanvulling voor "Vrijgavetraject wijzigingen ProRail voorschriften; fase 3" t.b.v. parallelloop met de HSL-Zuid, ProRail BB21/25kV Kenmerk BB21-25kV-060281, Versie 1.0, 11 januari 2007
[5]	B. Vedelaar, G.W. Keijzer, M. Voesenek, Onderbouwing werkhypothesen m.b.t. GRS enkelbenige- en dubbelbenige geïsoleerde spoorstroomlopen voor "Vrijgavetraject wijzigingen ProRail voorschriften; fase 3" t.b.v. parallelloop met de HSL-Zuid, Holland Railconsult, IF127500_230_3A0, Versie 1.5, 20 mei 2005
[6]	Harm van Dijk, Toegestane 50Hz CM stroom door het spoor bij dubbelbenige spoorstroomlopen op de parallelloop met 25kV baanvakken, Movares, VS-HDI-20100122-01, versie 2, 19 maart 2010

[7]	ITU-T K26 04/2008 Protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines
[8]	RICHTLIJN 2013/35/EU VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 26 juni 2013 betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (elektromagnetische velden) (twintigste bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG) en tot intrekking van Richtlijn 2004/40/EG. Publicatieblad van de Europese Unie, L 179/1-21, 29 juni 2013
[9]	Vervallen
[10]	ICNIRP GUIDELINES for 'Limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz)', gepubliceerd in: HEALTH PHYSICS 99(6):818-836; 2010
[11]	Mail M. Nusselder / R. Koopal van 28 maart 2013
[12]	Mail V.J.P. Plasmeijer / H. Steenkamp dd. 21 november 2012
[13]	Besluit van 12 december 2016, houdende regels inzake elektromagnetische compatibiliteit van uitrusting ter implementatie van richtlijn 2014/30/EU (Besluit elektromagnetische compatibiliteit 2016)
[14]	Eindrapportage Onderzoeksfase homopolaire stroom [2021_0186], referentie [5] ESP-2023-008 Samenvatting onderzoekspoor 2 homopolaire stroom v1.0, 29-09-2023

2.4 Definities en afkortingen

Term	Verklaring
AC	Alternating Current = wisselstroom (& wisselspanning)
BS	Bovenkant spoorstaaf
CM	Common Mode
DC	Direct Current = gelijkstroom (& gelijkspanning)
DM	Differential Mode
EM	Elektromagnetische
EMC	Elektromagnetische compatibiliteit
GRS	General Railway Signalling
hswi	Hoofdspoorweginfrastructuur
HVDC	High Voltage DC
IB-kabel	Interlokale blokkabel t.b.v. treinbeveiligingsinstallaties
IT-kabel	Interlokale telecomkabel (telecomkabel)
LCL	Longitudinal Conversion Loss
OR-blad	Overzicht Retour tekening van treinbeveiligingsinstallaties
OS	Onderstation van Energievoorziening
RAMSHE	Reliability, Availability, Maintainability, Safety, Health, Environment
RIS	Regeling indienststelling spoorvoertuigen
RH	Relaishuis van Treinbeveiliging
SPW	Spoorwegwet
TPR	Track Repeater Relais
VLD	Voltage Limiting Device

3 Inleiding

In het geval van een hoogspanningsverbinding, dat wil zeggen een hoogspanningslijn of hoogspanningskabel in de nabijheid van de hoofdspoorweginfrastructuur (hswi) moet rekening worden gehouden met de elektromagnetische beïnvloeding van de hoogspanningsverbinding op de hswi. Er is sprake van ontoelaatbare beïnvloeding in die gevallen dat de beïnvloeding kan leiden tot onveilige situaties voor personen en/of de aantasting van de RAMSHE criteria van de hswi.

Deze richtlijn geeft invulling aan het beleid van ProRail in hoedanigheid van beheerder van de hswi met betrekking tot de aanleg, wijziging en instandhouding van hoogspanningsverbindingen. Deze richtlijn zal worden gehanteerd bij de behandeling van aanvragen voor een omgevingsvergunning als bedoeld in de Omgevingswet, artikel 5.1, tweede lid, sub f onder 4[1], maar ook in (geschillen-)procedures in het kader van omgevingsvergunningen, bestemmingsplannen of tracébesluiten.
Tevens dient deze richtlijn te worden gehanteerd bij spoorse functiewijzigingsprojecten, welke uitgevoerd worden in de nabijheid van bestaande hoogspanningsverbindingen. Daarbij geldt dat dit van toepassing is voor functiewijzigingsprojecten waarbij één of meer van de volgende aspecten aan de orde is:

- de positie van het spoor verandert (verplaatsing spoor, aanleg extra sporen);
- aanpassingen aan of leggen van IT/IB kabels;
- aanpassingen aan treindetectiesystemen;
- (ver)plaatsing van technische ruimtes.

Hoofdstuk 4 bevat een opsomming van ongewenste gebeurtenissen ten aanzien van personen en systemen.

Hoofdstuk 5 bevat het ProRail beleid ten aanzien van hoogspanningsverbindingen in beheer bij derden.

Hoofdstuk 6 beschrijft de modellering van de locatiespecifieke EMC-detailstudie.

Hoofdstuk 7 beschrijft de beoordelingscriteria van de EMC-detailstudie.

Hoofdstuk 8 beschrijft hoe mitigerende maatregelen bepaald en gemodelleerd dienen te worden.

[1] Het oogmerk van deze omgevingsvergunning voor activiteiten in het beperkingengebied met betrekking tot de hoofdspoorweginfrastructuur en de algemene regels in hoofdstuk 9 van het Besluit algemene regels leefomgeving is "het behoeden van de staat en werking van hoofdspoorwegen voor nadelige gevolgen van activiteiten op of rond die spoorwegen, waartoe ook het belang van verruiming of wijziging van die spoorwegen behoort."

4 Opsomming van ongewenste gebeurtenissen

In het geval van een hoogspanningsverbinding in de nabijheid van de hswi moet rekening worden gehouden met de risico's van elektromagnetische beïnvloeding van de hoogspanningsverbinding op de hswi.
Wanneer de beïnvloeding te groot wordt kan dit leiden tot onveilige situaties, verstoring van de functionaliteit van de hswi en/of de treindienstregeling of versnelde veroudering van de hswi.
Spoorvoertuigen kunnen ook hinder ondervinden van de beïnvloeding van hoogspanningsverbindingen. Daar waar dit beïnvloedingsmechanisme bekend is, is dit in deze richtlijn aangegeven. Algemeen geldt dat voldaan moet worden aan het Besluit elektromagnetische compatibiliteit 2016 [13] die geldt voor de elektromagnetische beïnvloeding.

De volgende ongewenste gebeurtenissen worden onderscheiden:

1. gevaar voor elektrisering of electrocutie van personen op spoorwegterrein
    a) Personen kunnen blootgesteld worden aan te hoge aanraakspanningen, bijvoorbeeld bij het aanraken van metalen objecten en het werken aan kabels en (boven-)leidingen;
    b) Personen kunnen blootgesteld worden aan capacitieve ontladingen, bijvoorbeeld bij het aanraken van metalen objecten en het werken aan kabels en (boven-)leidingen.
2. beïnvloeding van systemen in de hswi
    a) De goede werking van treindetectiecircuits, van het type GRS spoorstroomlopen, kan verstoord worden door 50 Hz verzadiging;
    b) Spoorvoertuigen kunnen, ten gevolge van de 50 Hz-beïnvloeding tussen bovenleiding en spoorstaaf, te hoge 75 Hz stoorstromen produceren en daarmee de goede werking van treindetectie verstoren. Dit geldt ook voor ATB op basis van GRS spoorstroomlopen;
    c) Relaisschakelingen met diode (bijv. grendel/HRDR) kunnen verstoord worden door 50 Hz beïnvloeding;
    d) Apparatuur kan ten gevolge van te hoge 50 Hz spanningen defect raken bij kortsluitingen in het hoogspanningsnet;
    e) Overspanningsbeveiligingen kunnen defect raken ten gevolge van 50 Hz beïnvloeding.

5 Beleid ten aanzien van hoogspanningsverbindingen

5.1 Algemeen

Het beleid ten aanzien van hoogspanningsverbindingen en de bijbehorende eisen zijn beschreven in hoofdstuk 5, inclusief de bijbehorende eisen. De flowchart in paragraaf 5.2 beschrijft de generieke eisen en is van toepassing op potentiële beïnvloeding van niet-geëlektrificeerde railinfrastructuur en geelektrificeerde railinfrastructuur voorzien van 1500 V DC Tractie-energievoorziening (TEV).

Voor potentiële beïnvloeding vanuit HVDC-verbindingen van de netbeheerder geldt het gestelde in paragraaf 5.3.

Voor potentiële beïnvloeding op railinfrastructuur voorzien van 25 kV AC TEV geldt het gestelde in paragraaf 5.4.

Deze richtlijn dient toegepast te worden bij aanleg, wijziging en instandhouding van hoogspanningsverbindingen. Onder wijziging van hoogspanningsverbindingen wordt hierbij verstaan wijziging van o.a.:

- Maximale ontwerpstroom[2] en homopolaire stroom in normaal bedrijf en/of kortsluitsituaties;
  (bijv. door wijziging van: Geleiderdoorsnede, Geleiderpositie's, Fasevolgorde, Transposities, etc.)
- Wijze van aarding;
  (bijv.: direct geaard, blusspoel geaard, aanpassing aarddraden, etc.);
- Tracé hoogspanningsverbinding;
- Aantal circuits per mast.

Daarnaast werkt deze richtlijn er naartoe doormiddel van een flowchart zo snel mogelijk te filteren, zodat alleen de relevante situaties leiden tot een volledige EMC-detailstudie.

5.2 Eisen aan hoogspanningslijnen en hoogspanningskabels

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de eisen aan hoogspanningslijnen en hoogspanningskabels voor 50 Hz-systemen. De flowchart in Figuur 1 is wel geschikt voor zowel lijn- en kabelverbindingen.

Topeisen:

- Bij elke beschouwing conform deze Richtlijn dient de onderbouwing en uitkomst van onderstaande flowchart te worden geleverd.
- Deze beschouwing dient qua opbouw en inhoud altijd minimaal invulling te geven aan het gevraagde conform de templates[3], welke van toepassing zijn.

Voor hoogspanningslijnen dient in aanvulling op bovenstaande eisen tevens te worden aangetoond dat voldaan wordt aan onderstaande eisen.

De volgende eisen aangaande hoogspanningslijnen zijn aanvullend aan de flowchart:

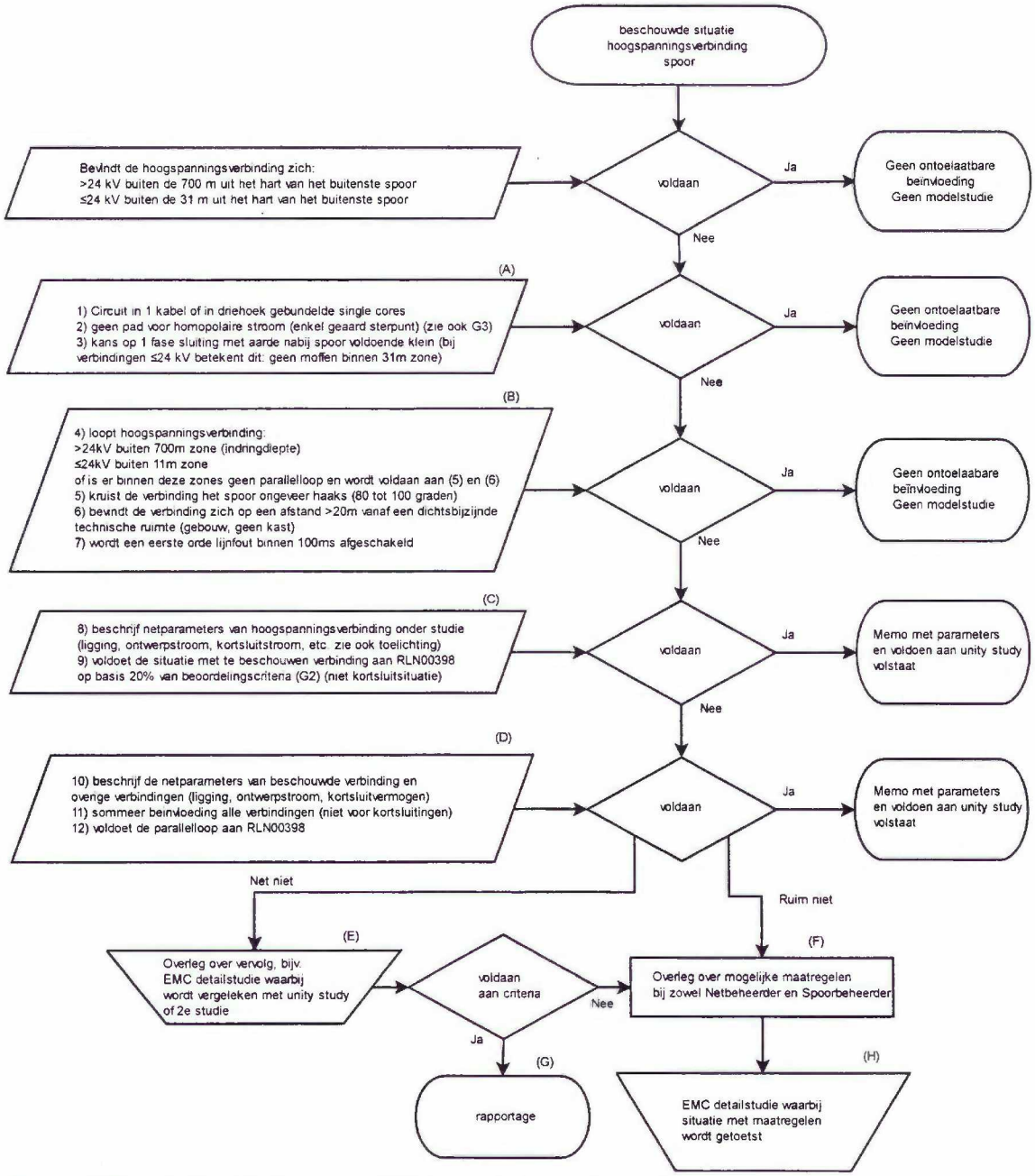
- De minimale afstand (clearance) van de hoogspanningslijn tot de bovenleiding dient te voldoen aan NEN-EN 50341-1 en NEN-EN 50341-2-15 [B].
- De hoogspanningslijn dient in het kruisende veld met de spoorbaan in de masten aan weerszijden voorzien te zijn van een ophanging bestaande uit minimaal 2 isolatoren /

[2] Dit is de maximale bedrijfsstroom die kan lopen ook rekening houdend met zomer/winterwaarden, Dynamic Line Rating, etc.
[3] Voor de eenvoudigere beschouwingen voldoet generiek de 'Template tbv basisrapportage EMC', wanneer een EMC-detailstudie nodig is dient het rapport te voldoen aan het gevraagde in de checklist van bijlage 4.

isolatorkettingen. Dit als impactreducerende maatregelen bij het enkelvoudig falen van de geleiderophanging aan de mast.

Doormiddel van het aantoonbaar voldoen aan de bovenstaande eisen en daarmee ook aan de eisen zoals genoemd in de flowchart wordt aangetoond dat er geen ontoelaatbare beïnvloeding kan zijn van de hoogspanningsinfrastructuur op het spoorse systeem.
Onder de flowchart staat voor de punten waarvoor dat relevant is een toelichting; er dient voldaan te worden aan wat aangegeven en gevraagd wordt in de toelichting.

De flowchart geeft aan wanneer een unity study (zie paragraaf 5.5) en/of een EMC-detailstudie uitgevoerd dient te worden zoals beschreven in paragraaf 5.6.



Figuur 1: Flowchart ten behoeve bepaling benodigde beschouwing

Toelichting bij bovenstaande flowchart.
Algemeen:

- Bij het doorlopen van een stap (A t/m D), dient aan alle eisen in het daarbij behorende blok te worden voldaan;
- Per eis dient een onderbouwing aangeleverd te worden waarom er wel of niet aan wordt voldaan;
- Als een aspect niet van toepassing is mag dat beschouwd worden als voldaan. Dit dient expliciet in de rapportage vermeld te worden, inclusief reden;
- Tot aan (C) is het op basis van bekende parameters bepalen of het voldoet; vanaf (C) zijn er berekeningen nodig

- Voor (A) en (B) dient de template in Bijlage 3: Template tbv basisrapportage EMC' gebruikt te worden om de onderbouwing weer te geven.
- Voor (C) en (D) dient een EMC-detailstudie uitgevoerd te worden.

(A) Is generiek geldig voor alle typen hoogspanningsverbindingen;
Bij punt 3) geldt, dat als aan de van toepassing zijnde onderstaande bullits aantoonbaar voldaan wordt, de kans op eenfase sluiting met aarde nabij het spoor voldoende klein wordt geacht:

- In geval van een kabelverbinding moet aangetoond worden dat er zich geen moffen binnen een afstand van 31 m uit het hart van het buitenste spoor bevinden of dat deze binnen deze 31 m voorzien zijn aanvullende elektrische isolatie ten opzichte van aarde, welke de mof en het kabeldeel 5 m voor tot en met 5 m na de mof beschermen.
- In geval van een lijnverbinding mogen zich geen fundatiepunten van masten bevinden binnen tenminste een afstand van 31 m uit het hart van het buitenste spoor.
- Er dient voor alle verbindingen aangetoond te worden dat er geen aardpunten aanwezig zijn binnen een afstand van 31 m uit het hart van het buitenste spoor.

Als niet aan bovenstaande bullits wordt voldaan, maar wel aan punt 1 en 2 in de flowchart, of als het een verbinding ≤24 kV betreft[4], is er geen volledige locatiespecifieke EMC-detailstudie vereist, maar volstaat een potentiaaltrechterbepaling rond de risicoverhogende assets (moffen en aardpunten).

(B) Bij punt 4) geldt dat als de situatie een parallelloop betreft (geen kruising) dat voldaan moet worden aan de liggingseis buiten 700 m uit het hart van het buitenste spoor en voor ≤24 kV buiten de 11 m uit het hart van het buitenste spoor. Betreft het wel een kruising en is er geen parallelloop binnen dezelfde zones, dan vervalt deze eis en kan 4) als voldaan worden beschouwd, indien aan 5) en 6) wordt voldaan.

(C) Bij punt 8) dienen in ieder geval de gegevens aangeleverd te worden die voldoen aan het gevraagde in de 'Checklist tbv RLN00398 EMC-detailstudies' blokken A t/m E (bijlage 4).
Voor toetsing van 9) dient een unity study te worden gebruikt. Hierbij geldt dat dient te worden voldaan aan alle beoordelingscriteria met inachtname van uitgangspunt G2.

(D) Voor 11) en voor toetsing van 12) dient de unity study te worden gebruikt.

(E) Met 'Net niet' wordt bedoeld dat als de inschatting van de modelleur is dat als er in meer detail gerekend wordt het dan zonder maatregelen alsnog zou kunnen voldoen, dan dient (E) als volgende stap te worden gevolgd.

(F) Met 'Ruim niet' wordt bedoeld dat als op basis van de resultaten de inschatting van de modelleur is dat ook als er in meer detail gerekend wordt het nog steeds boven de limiet zal zitten, (F) als volgende stap wordt genomen en er dus naar maatregelen gekeken wordt.

5.3 HVDC-verbindingen

Wanneer er hoogspannings-gelijkstroom (HVDC) infrastructuur in de nabijheid van de hswi wordt gerealiseerd of gewijzigd, dan dient ook voor deze situatie EMC aangetoond te worden. De eigenschappen en kenmerken van HVDC zijn afwijkend van die van AC hoogspanningsinfrastructuur. Hiermee is deze richtlijn inhoudelijk niet zondermeer toe te passen op HVDC hoogspanningsinfrastructuur. Ontwikkeling van HVDC-verbindingen in de nabijheid van hoofdspoorweginfrastructuur vereist daarmee een maatwerk aanpak, waarvoor zo vroeg als mogelijk door de (beoogde) netbeheerder contact dient te worden opgenomen met ProRail. Gezamenlijk wordt dan locatiespecifiek gekeken naar mogelijke risicofactoren en wat er dient te worden onderbouwd om EMC aan te tonen.

[4] Nader toegelicht in memo "Inductieve beïnvloeding MS-verbindingen, d.d. 02-10-2023, Sjoerd Nauta"

5.4 Eisen aan hoogspanningslijnen en -kabels bij railinfrastructuur met 25 kV AC TEV

Indien de railinfrastructuur is uitgerust met 25 kV AC Tractie-EnergieVoorziening (TEV), gelden niet alle eisen van paragraaf 5.2. De reden is dat het 25 kV AC TEV-systeem een 'hard geaard' systeem is en met 50 Hz wisselspanning opereert, in tegenstelling tot de 'conventionele' railinfrastructuur die een 1500 V DC TEV-systeem met gelijkspanning heeft.

Er dient bij 25 kV AC TEV systemen voldaan te worden aan de volgende eisen:

1. De minimale afstand (clearance) van de hoogspanningslijn tot de bovenleiding dient te voldoen aan NEN-EN 50341-1 en NEN-EN 50341-2-15 [B];
2. De hoogspanningslijn dient in het kruisende veld met de spoorbaan in de masten aan weerszijden voorzien te zijn van een ophanging bestaande uit minimaal 2 isolatoren / isolatorkettingen. Dit als impactreducerende maatregelen bij het enkelvoudig falen van de geleiderophanging aan de mast.

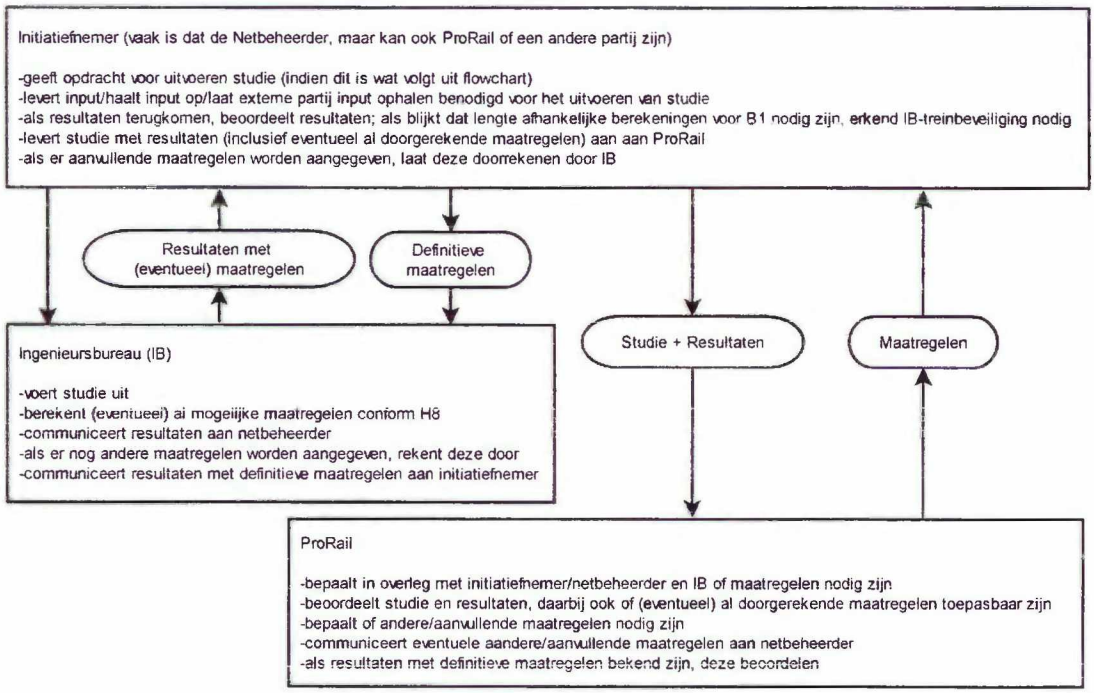
Dit betreffen alleen eisen aan hoogspanningslijnen. Voor kabelverbindingen zijn geen verdere eisen gesteld.

5.5 Unity study (in ontwikkeling)

Er is op dit moment een 'unity study' in ontwikkeling. Met deze unity study wordt het gat tussen de verificatie van een aantal ingangseisen (A & B uit de flowchart) en een locatiespecifieke EMC-detailstudie gevuld. De unity study is gereedschap waarmee op basis van gestandardiseerde doorgerekende situaties de EM-beïnvloeding van een specifieke situatie kan worden ingeschat.
De toepassing van deze unity study is op hoofdlijnen al verwerkt in deze versie van de RLN00398. Dit zodat bij gereedkomen van de unity study deze eenvoudig verwerkt kan worden in de volgende versie van de RLN00398.
Er is besloten verwijzingen naar de unity study op te nemen. Daarmee is voor de gebruikers van de RLN00398 nu al inzichtelijk welke plaats de unity study gaat krijgen in de RLN00398. Echter omdat de unity study nog niet gereed is dient gebruiker op dit moment nog over te gaan op het uitvoeren van een EMC-detailstudie zodra verwezen wordt naar het toepassen van de unity study.

5.6 EMC-detailstudie

Hieronder wordt aangegeven welke vervolgstappen nodig zijn indien vanuit de flowchart in paragraaf 5.2 blijkt dat een locatiespecifieke EMC-detailstudie uitgevoerd dient te worden. Indien een EMC-detailstudie moet worden uitgevoerd dient afstemming plaats te vinden tussen de partij die de EMC-detailstudie uitvoert, de netbeheerder die verantwoordelijk is voor de betreffende hoogspanningsverbinding en ProRail. In de flowchart in figuur 2 is beschreven hoe dat proces er uitziet. Wat de flowchart poogt weer te geven is niet dat er in meerdere stappen/overlegmomenten bepaald moet worden wat er met de resultaten van de EMC-detailstudie dient te gebeuren. Wat de flowchart wel poogt weer te geven is dat ProRail graag betrokken is bij het bekijken en definiëren van maatregelen. Daarbij kan een IB wel al zelf initiatief nemen om bepaalde maatregelen door te rekenen. De flowchart in hoofdstuk 8 geeft daar kaders voor. Wat voorkomen dient te worden is dat er maatregelen doorgerekend worden die technisch of inpassingstechnisch niet mogelijk zijn aan ProRail zijde. Dat is zonde van de modelleringstijd.
Het is niet zo dat alleen op de pijltjesmomenten in de flowchart contact mogelijk is. Het staat de netbeheerders of het IB wat de berekeningen uitvoert vrij om op elk gewenst moment contact te zoeken met ProRail.



Figuur 2: Flowchart ten behoeve van EMC-detailstudie proces

5.6.1 Rapportage EMC-detailstudie

Vanuit ProRail is er geen generieke template voor deze rapportage beschikbaar. Er dient een rapportage te worden geleverd waarin de in 'Bijlage 4: Checklist tbv RLN00398 EMC-detailstudies' genoemde aspecten terugkomen. De hier genoemde checklist is een ingangscontrole checklist die niet als rapportage template gebruikt kan worden maar wel aangeeft welke aspecten relevant zijn. De door TenneT gehanteerde template is in lijn met de checklist uit Bijlage 4.

5.6.2 EMC-maatregelen vastleggen

Indien een EM-beïnvloedingssituatie is beschouwd en leidt tot mitigerende maatregelen dient het gebied waartoe de maatregelen zijn getroffen te worden gemarkeerd als parallelloop op de betreffende OR-bladen. Dit dient te worden aangegeven volgens OVS60091-3 paragraaf 6.12.2, 6.12.3 en 6.12.4 op de OR-bladen. Het beïnvloedingsgebied wordt gemarkeerd, zijnde het gebied tussen het TEV-onderstation voor en na betreffende parallelloop.
Deze markering dient te worden aangebracht, zodat toekomstige projecten in dit gebied een verwijzing aantreffen aangaande EMC. Doel hiervan is dat deze projecten nauwlettend EMC meenemen in hun projectuitwerking.
Uitgangspunt hierbij is dat het realisatie project dat de mitigerende maatregelen realiseert ook zorg draagt voor de aanpassing op de OR-bladen inclusief het aangeven van de mitigerende maatregelen conform OVS60091-3 paragraaf 6.9.16 en/of 6.9.17.

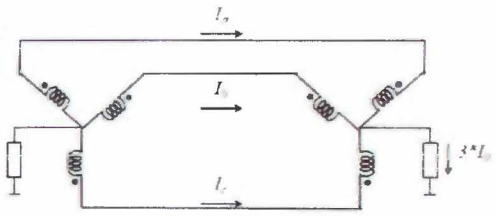
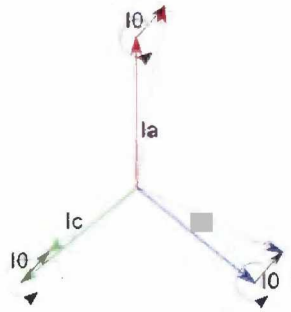
6 Uitgangspunten ten behoeve van modellering

6.1 Algemeen

Nr.	Uitgangspunt	Bron, achtergrond en toelichting
G1	Vervallen	Vervallen
G2	Indien een nieuwe hoogspanningsverbinding een bijdrage levert van maximaal 20% van het beoordelingscriterium voor alle bedrijfstoestanden, uitgezonderd kortsluitingen, behoeven niet alle bestaande verbindingen te worden gemodelleerd. Bij een hogere bijdrage dan 20% moeten ook de bestaande verbindingen binnen een afstand van 700 m worden meegenomen in de berekeningen.	Wanneer op basis van G2 andere verbindingen meegenomen moeten worden, geldt dit alleen voor verbindingen met een nominale spanning > 24 kV en hoeven de andere verbindingen alleen in de normale bedrijfssituatie meegenomen te worden.
G3	Drie-aderige driefase hoogspanningskabels ≤ 24 kV of in driehoek gebundelde driefase een-aderige kabels ≤ 24 kV mogen buiten beschouwing gelaten worden. Drie-aderige driefase hoogspanningskabels > 24 kV of in driehoek gebundelde een-aderige kabels > 24 kV mogen buiten beschouwing gelaten worden, indien er in de normale bedrijfssituatie geen homopolaire aardstroom groter dan 1 A kan gaan lopen.	Voor verbindingen met een nominale spanning > 24 kV aannemelijk maken dat de homopolaire stroom in de normale bedrijfssituatie lager ligt dan 1 A, bijvoorbeeld indien het een drie aderige kabelverbinding betreft, waarbij van ten hoogste één zijde de aangesloten transformator het sterpunt is geaard.
G4	Capacitieve beïnvloeding: Dit wordt niet berekend.	Capacitieve beïnvloeding is geregeld in de overige ProRail regelgeving, zowel ten aanzien van de werkvoorschriften in de omgeving van hoogspanningsverbindingen, als voor de ontwerpvoorschriften voor het plaatsen van geleidende objecten onder en in de omgeving van hoogspanningsverbindingen.
G5	Uitgangspunt bij de aanwezigheid van 50 Hz spoorstroomlopen is dat deze omgebouwd worden van 50 Hz naar 75 Hz spoorstroomlopen.	Op basis van historische casussen is gebleken dat 50 Hz spoorstroomlopen dusdanig gevoelig zijn dat er altijd overschrijdingen van de beoordelingscriteria zijn. De aanpassing is technisch gezien relatief eenvoudig. Deze mitigerende maatregel daarom in geval 50 Hz spoorstroomlopen direct meenemen. Daarbij dient wel getoetst te worden aan het 75 Hz criterium B1.

6.2 Modellering Hoogspanningsverbinding

Nr.	Uitgangspunt	Bron, achtergrond en toelichting
T1	De hoogspanningslijn/-kabel wordt gemodelleerd volgens het werkelijke mastbeeld/werkelijke kabelbed.	
T2	Bij hoogspanningslijnen dient voor het bepalen van de magnetische velden bij een spoorlijn, rekening gehouden te worden met de minimale hoogten van de geleiders volgens het ontwerp. De minimale hoogte van de geleiders is gebaseerd op de hoogste geleidertemperatuur, de hoogte van de masten en de afstand tussen de masten. Voor de mechanische beïnvloeding dient met breuk in één van de velden in een vak, niet zijnde het kruisende veld, rekening te worden gehouden met een grotere zeeg. Toepassing van speciale ophangingen (halfverankeringen) of afspanningen aan beide zijden van de kruising kunnen het extra doorhangen van de geleiders bij breuk in een ander veld verkleinen. De minimale afstand boven spoorstaven bij breuk dient te voldoen aan NEN-EN 50341-1:2001 en NEN-EN 50341-2-15 artikel 5.9.4 NL2 & NL3 en 5.9.5 NL3 [B]. Voor het berekenen van de inductieve beïnvloeding van een hoogspanningslijn wordt de hoogte van de geleiders berekend door de gemiddelde ophanghoogte van een geleider aan beide zijden van het veld te verminderen met 2/3 deel van de maximale zeeg.	Bij geleiderbreuk wordt de hoogspanningslijn direct (normaliter binnen 100 ms) afgeschakeld. In de praktijk wordt hier voor wat betreft de elektrische beïnvloeding dan ook geen rekening mee gehouden. Voor mechanische beïnvloeding (minimale afstand boven de spoorstaven en boven het bovenleidingsysteem) moet er echter wel rekening mee worden gehouden.
T3	Bij de berekening van lijnen en kabels dient minimaal rekening te worden gehouden met:	Onder onderhoud wordt verstaan de situatie dat bij het uitschakelen van een verbinding het totale vermogen wordt overgenomen door de overblijvende verbinding(en).

	• De maximale stroombelasting bij normaal bedrijf per circuit (op basis van de ontwerpstroom); • De maximale stroombelasting bij afwijkend bedrijf per circuit (onderhoud, op basis van de ontwerpstroom); • De maximale één-fase kortsluitstromen; • De maximale drie-fase kortsluitstroom, in geval van een blusspoel geaard netwerk. Kortsluitingen in grondkabels ten gevolge van werkzaamheden worden niet gemodelleerd.	Opmerking: Indien de netbeheerder de stroom / het kortsluitvermogen laat toenemen boven de bij T3 bepaalde waardes, dan dient deze situatie opnieuw getoetst te worden op basis van RLN00398.
T4	Bij de berekening dient voor de stroom in de fasegeleiders rekening te worden gehouden met een aanvullende homopolaire stroom I_0 die 5% van de maximale normale component van de fasestroom is. De faserichting van de homopolaire stroom dient zo te worden gekozen dat de optelling bij het beïnvloede systeem maximaal is. Deze maximale normale component is afhankelijk van de bedrijfstoestand. Voor niet-getransponeerde gecombineerde[5] hoogspanningslijnen dient 10% van de maximale normale component van de fasestroom te worden gehanteerd.  $I_0 = \frac{I_a + I_b + I_c}{3}$  De bedrijfstoestanden dienen te bevatten: • Normaal bedrijf; • Onderhoud. Bij onderhoud wordt het circuit dat in onderhoud is 2 zijdig geaard. Voor het circuit dat niet in onderhoud is dient de maximale homopolaire stroom genomen te worden. Voor een dubbelcircuit verbinding dient dan in de modellering gerekend te worden met een homopolaire stroom van 5% van de ontwerpwaarde (10% bij niet-getransponeerde gecombineerde hoogspanningslijnen). Homopolaire stroom dient niet te worden meegenomen als deze door de netwerktopologie onmogelijk kan lopen. Een voorbeeld is een zwevend middenspanningsnet waarbij het aannemelijk is dat de homopolaire impedantie groter dan 10 kΩ is. De netwerkbeheerder dient hiervoor een onderbouwing aan te leveren.	Op basis van onderbouwingsdocumentatie [14] is vast komen te staan dat gerekend moet worden met 5% homopolaire stroom voor alle verbindingen, behoudens niet-getransponeerde gecombineerde hoogspannings lijnen, daarvoor dient 10% te worden gehanteerd. Voorbeeld modellering homopolaire stromen in normaal bedrijf (geen combilijn): - Een dubbelcircuit verbinding is ontworpen op een maximale stroom van 4000 A per circuit (en dus per fase); - In normaal bedrijf loopt er in dit voorbeeld maximaal 50% van deze ontwerpstroom per circuit in verband met N-1, dus 2000 A per circuit; - Per fase dient 5% van deze stroom opgeteld te worden. Dat is in normaal bedrijf dan 100 A per fase (5% van 2000 A). Merk op: - Momenteel wordt aangenomen dat bij meerdere circuits de onderlinge homopolaire stromen in fase zijn. Dit is beschouwd als een conservatieve aanpak. Maar het is niet uit te sluiten dat dit in de praktijk zo uitpakt. Indien project specifiek dan wel generiek een voldoende onderbouwde verscherping wordt aangeleverd. Ook de geaarde retourgeleiders in het bronsysteem, zoals de bliksemdraden en mantels van kabels dienen voor de berekening correct te worden meegenomen. De stromen door alle geaarde geleiders inclusief de fasehoeken dienen in de beïnvloedingsberekening meegenomen te worden. Op basis van deze berekende stroomverdeling dient de beïnvloeding bepaald te worden. - De aarddraden in het TenneT hoogspanningsnet zijn over de hele lengte van de verbindingen doorverbonden. - De inverse component is nul verondersteld. Sommatie homopolaire stroom: Omdat de hoek tussen de normale en homopolaire stroom niet is vast te stellen kan er voor worden gekozen de invloed van homopolaire stroom en normale component apart uit te rekenen en de absolute uitkomsten bij elkaar op te tellen. Hetzelfde geld voor meerdere circuits voor de homopolaire stroom en zelfs de normale stroom indien faserelatie niet bekend is.

[5] Hoogspanningslijnen met meerdere spanningsniveau's gecombineerd op één mast; dit worden ook wel combilijnen genoemd.

T5	Indien een beveiliging wordt toegepast waarbij een deel van het hoogspanningscircuit vertraagd wordt afgeschakeld (niet binnen 100 ms), zoals mogelijk is bij distantiebeveiliging, dient dit te worden gespecificeerd en indien van toepassing apart te worden gemodelleerd.	Hierbij dient rekening te worden gehouden met de "total clearance" tijd van de vermogensschakelaar. De kans op falen van de vermogensschakelaar/relais tijdens een kortsluiting wordt voldoende klein geacht, het falen behoeft dus niet te worden meegenomen.

6.3 Faalwijzen Hoogspanningsverbinding/-kabel

Nr.	Uitgangspunt	Bron, achtergrond en toelichting
FT1	Bij kortsluitingen dient rekening te worden gehouden met: • 1 fase kortsluitingen; • 3 fase kortsluiting indien het een blusspoel geaard net betreft.	De opdrachtgever van de EMC-detailstudie dient te onderbouwen welke vigerende faalwijzen van toepassing zijn. Bij direct geaarde verbindingen hoeft geen rekening te worden gehouden met de driefasen kortsluiting.

6.4 Modellering Railinfrastructuur

Nr.	Uitgangspunt	Bron, achtergrond en toelichting
P1	Bovenleidingsysteem geleiderconfiguratie: zie bijlage 1.	Voor de modellering wordt bovenleidingsysteem B1 toegepast.
P2	Locaties van onder- en schakelstations dienen conform vigerende OR bladen te worden gemodelleerd.	OR bladen kunnen opgevraagd worden via www.spoordata.nl onder https://www.spoor-data.nl/stel-een-vraag of via tel. 088-2315700.
P3	Locaties van dwarsverbindingen tussen sporen dienen conform vigerende OR bladen te worden gemodelleerd.	OR bladen kunnen opgevraagd worden via www.spoordata.nl onder https://www.spoor-data.nl/stel-een-vraag of via tel. 088-2315700.
P4	Afleidweerstand van spoorstaven: beschouwd worden configuraties met een spoorstaaf-aarde weerstand van 100, 10 en 2,5 Ωkm.	Genoemde waarden zijn per spoorstaaf.
P5	Retour van DC baanvakken worden afgesloten met een karakteristieke impedantie van: $Z_{afsluit}=\sqrt{(R_{afleid} \times Z_{langs})}$	Z_{langs} (voor 50 Hz) berekenen uit de som van de parallelle impedantie van de spoorstaven en de impedantie van het retourpad aarde waarbij: • Weerstand spoorstaven: **0,044 Ω/km** per spoorstaaf • retourpad aarde bij 50 Hz: (0,050 + j 0,330) Ω/km Modellering van Z_{langs} mag ook op basis van meetwaarden.
P6	De minimale 50 Hz onderstationsimpedantie (tussen bovenleiding en spoorstaven) op het 1500 V DC-baanvak is: (0,007 + j0,082) Ω.	Zie [2]
P7	Bij het recuperen van een trein (energie terugleveren) kan de gelijkrichter in een onderstation sperren.	Voor 50 Hz stromen gedraagt het onderstation zich als een open verbinding; de 50 Hz spanning tussen bovenleiding en spoor is dan maximaal. Er kan vanuit gegaan worden dat de gelijkrichters in het onderstation uit diodegelijkrichters bestaan.
P8	Voor de afstand van het kabelbed tot het hart van het buitenste spoor dient 4,5 m te worden gehanteerd.	

P9	Het kabelbed bij parallelloop bevat: 3 kV 75 Hz kabel (2x16 mm²) met een aardscherm van 16 mm². De 3 kV kabel is tweezijdig geaard bij de onderstations. De totale DC weerstand van de kabelmantel en twee aardverspreidingsweerstanden is 7,5 Ω. IB-kabel (62 x 0,8 mm² aderig), zwevend uitgevoerd. IT kabel: Gearmeerde PIWY-IT-kabel met een kabelscherm van 30 mm², zwevend uitgevoerd.	Conform [2], [3]. Voor de modellering wordt de 3 kV kabel geacht te lopen van OS naar OS. Voor de modellering worden de IB en IT kabel geacht te lopen van RH naar RH. De totale DC weerstand van de kabelmantel en twee aardverspreidingsweerstanden kan variëren van 5 tot 10 Ω. De berekeningen hoeven slechts te worden uitgevoerd met 7,5 Ω. Omdat de mantel van de 3 kV kabel verbonden is met de metalen HS kast is deze spanning voor generiek publiek toegankelijk.
P10	Voor de diepte van de kabelgeul dient 1,2 m onder BS (0,6 m onder maaiveld) te worden gehanteerd. Hierin liggen de IB en IT kabel. De 3 kV kabel dient hier 0,3 m onder te worden verondersteld (0,9 m onder maaiveld).	De feitelijke diepte van de kabelgeul is: tussen de 0,9 m en de 1,5 m onder BS. Voor de modellering wordt het gemiddelde toegepast. Uitgegaan wordt van een maximale breedte van de geul van 0,6 m.
P11	DM spanning kabels De magnetische beïnvloeding bij circuitaders in één kabel mag verwaarloosbaar worden verondersteld.	Circuitaders in gescheiden kabels worden buiten beschouwing gelaten.
P12	CM spanning kabels Om de worst case spanning te verkrijgen, dienen in de modellering de IB-/IT-kabelcircuits aan één zijde te worden geaard.	Indien het scherm of de ader van een kabelcircuit aan één zijde aan aarde ligt, zal de hoogste spanning tussen een ader van de IB- of IT-kabel en aarde komen te staan.
P13	Het model dient rekening te houden met een 50 Hz impedantie (tussen bovenleiding en spoorstaven) tussen de 0,2 Ω en 3,8 Ω voor het rijdend materieel.	De minimale impedantie is gebasseerd op de toelatingseisen aan rijdend materieel (Regeling Indienststelling Spoorvoertuigen). De maximale impedantie is op basis van huidig toegelaten rijdend materieel. Het meenemen hiervan geeft extra ruimte ten opzichte van een open klemspanning (situatie zonder deze impedantie). Maximaal 1 stuks rijdend materieel modelleren als 'lopende' impedantie (voor zowel 0,2 Ω als 3,8 Ω).
P14	Het te modelleren gebied dient dusdanig te zijn dat op de grenzen van het model de continue EM-beïnvloeding voldoet (normaal en onderhoud rekening houdend met homopolaire stroom) aan de generieke beoordelingscriteria conform H7 en zich geen niet-gemodelleerde parallellopen binnen 5 km van de grens van het gemodelleerde gebied bevinden	Het gebied dat gemodelleerd dient te worden wordt initieel vastgesteld op basis van de ervaring en inzicht van de modelleur. Of dit ruim genoeg gekozen is, kan pas na het modelleren worden getoetst. 5 km volgt uit lange lijn vergelijking waarbij erg soepel is omgegaan met de afleidweerstand. 9 km is karakteristieke lengte bij 100 Ωkm

6.5 Faalwijzen Railinfrastructuur

Opmerking: Daar waar mogelijk dient gebruik gemaakt te worden van een Worst Case benadering.

Nr.	Uitgangspunt	Bron, achtergrond en toelichting
FP1	Er bevindt zich een defecte VLD in de railinfrastructuur. Bij een defect ontstaat hier een verbinding spoorstaaf aarde met een afleidweerstand van 0,25 Ω.	Bij kruisingen met hoogspanningsverbindingen kan de 50 Hz stroom via aarde lokaal binnentreden. Een aardfout is hierbij maatgevend. Een VLD wordt toegepast bij geëlektrificeerd spoor bij stalen bruggen, gaasramen aan betonnen kunstwerken[6] en perronkappen en kan bij falen in deze situaties leiden tot een zeer lage afleidweerstand naar aarde. Daarom bij aanwezigheid van een VLD doorrekenen met 0,25 Ω.

[6] Als het een betonnen kunstwerk met gaasramen betreft en door een aardfout kan niet voldaan worden aan de beoordelingscriteria in H7, dan dient in de rapportage expliciet vermeld te worden dat het op de betreffende locatie gaat om een betonnen kunstwerk.

FP2	Er bevindt zich een defecte VLD in een paalspoorstaafverbinding. Bij een defect ontstaat hier een verbinding spoorstaaf aarde met een afleidweerstand van 10 Ω. Gerekend dient te worden met 4 defecte VLD's in paalspoorstaaf-verbindingen behorende bij 4 opeenvolgende bovenleidingpalen, rekenen met een vervangingsweerstand van 2,5 Ω.	Bij afwezigheid van een VLD, of een defecte VLD, zullen paalspoorstaafverbindingen maatgevend zijn. Paalspoorstaafverbindingen worden bij elk metalen portaal van een bovenleidingveld toegepast. Deze raken echter af en toe defect en als deze defect gaan betreft het vaak meerdere velden achter elkaar. Daarom wordt uitgegaan van 4 defecte VLD's in paalspoorstaafverbindingen. als FP1 gemodelleerd is als een door het model lopende fout en hieruit volgt dat voldaan wordt, dan is het FP1 criterium altijd strenger dan FP2 en hoeft FP2 niet te worden berekend. Echter als FP1 niet is berekend omdat er zich geen dergelijke objecten in het modelgebied bevinden, dan dient FP2 doorgerekend te worden.
FP3	Er bevindt zich een tweede defecte VLD (zie FP1) op afstand met een afleidweerstand van 0,25 Ω. Deze aardfout dient als lopende aardfout gemodelleerd te worden met in dit model de eerste aardfout op de worst-case locatie.	Bij parallelloop kan een verder gelegen aardfout een hefboom vormen waarmee de spanning omhoog gaat. Ook hier is de VLD maatgevend. Een aardfout op afstand kan in de praktijk altijd voorkomen. Deze 0,25 Ω aardfout is aanwezig in de parallel lopende spoorbaan.
FP4	Er bevindt zich een defecte VLD in een onderstation	In onderstations wordt een VLD toegepast om te zorgen dat in eventuele foutsituaties de spanning op de minus kortgesloten wordt naar aarde. Dat is een aarde met een aardverspreidingsweerstand van maximaal 0,25 Ω.
FP5	Er bevindt zich een aardfout in niet-geëlektrificeerd spoor. Ongeacht of dit niet-geëlektrificeerd spoor is met of zonder treindetectie dient gerekend te worden met een lopende aardfout van 2,5 Ω	Een aardfout in niet-geëlektrificeerd spoor kan leiden tot verandering van beïnvloeding. Om het niet onnodig complex te maken qua modellering dient voor alle situaties gerekend te worden met een aardfout van 2,5 Ω. Omdat de aardfout op een willekeurige locatie kan optreden dient met een lopende aardfout gerekend te worden.

6.6 Modellering van de koppelweg

Nr.	Uitgangspunt	Bron, achtergrond en toelichting
K1	De soortelijke weerstand van de grond bedraagt vanaf 30 m en dieper: 70 Ωm. Indien meetwaarden bekend zijn van de grond tot op indringdiepte, dan kunnen deze meetwaarden worden gehanteerd.	Er wordt met een homogeen bodemmodel gerekend, identiek aan het HSL uitgangspunten document [3]. Naast projectspecifieke meetwaarden worden ook meetwaarden uit het DINOloket geaccepteerd, als deze in de nabijheid van het te onderzoeken gebied liggen.
K2	De soortelijke weerstand ρE van de toplaag kan variëren tussen de 10 Ωm en 1000 Ωm.	Onder toplaag wordt verstaan de laag vanaf maaiveld tot 30 m diepte.

7 Beoordelingscriteria

In onderstaande tabel zijn de verschillende beoordelingscriteria opgenomen. Op basis van deze criteria dient de mate van de EM-beïnvloeding inzichtelijk te worden gemaakt en te worden gerapporteerd. ProRail toetst de kwaliteit en volledigheid van geleverde rapporten voor EMC-detailstudies op basis van een ingangscontrole, die in Bijlage 4: Checklist tbv RLN00398 EMC-detailstudies' is weergegeven.

Nr.	Beoordelingscriteria	Uitgangspunten, bron, achtergrond en toelichting
B1	CM beoordeling railinfrastructuur (75 Hz spoorstroomlopen: type Enkelbenig zijn bepalend). Beoordelingscriterium voor continue verschijnselen: • Max 20 V_{CM} • Max 58 A_{CM} Let op: Voor 50 Hz spoorstroomlopen (OVS60111-6,7) geldt een criterium van 1 V_{CM} / 0,5 A_{CM}. (zie ook uitgangspunt G5)	Continue verschijnselen: • 20 V OVS60111-2 hoofdstuk 5.5 700 m op basis van 2 A criterium met 10 Ω aardfout; • 58 A OVS60111-3 hoofdstuk 3.3 700 m op basis van 2 A. Zie [4]. Kortere spoorstroomlopen mogen worden beoordeeld[7] op de immuniteit behorende bij de lengte van de spoorstroomloop conform Bijlage 2 "50 Hz immuniteit enkelbenige spoorstroomlopen", mits met ProRail overeen gekomen is dat dit ook in de toekomst is geborgd en op de OR bladen een parallelloop met een hoogspanningslijn is gemarkeerd.
	CM beoordeling railinfrastructuur (75 Hz spoorstroomlopen: type Enkelbenig zijn bepalend). Beoordelingscriterium voor kortsluitverschijnselen: • Max 65 V_{CM} voor verschijnselen > 100 ms en ≤ 500 ms; • Max 58 A_{CM} voor verschijnselen > 100 ms en ≤ 500 ms. Indien de beveiliging van de hoogspanningsverbinding is ingesteld op een clearance time ≤100 ms dan hoeven kortsluitingen ten behoeve van EB spoorstroomlopen niet te worden beoordeeld.	Kortsluitverschijnselen: • OVS60111-2 hoofdstuk 5.5 op maximale lengte 600 m heeft deze een immuniteit van 65 V. Zie [5]; • 58 A OVS60111-3 hoofdstuk 3.3 700 m op basis van 2 A criterium, zie [5].
B2	CM beoordeling railinfrastructuur (voor baanvakken met alleen dubbelbenige 75 Hz spoorstroomlopen): • Max 65 V_{CM} voor verschijnselen > 100 ms; • Max 250 A_{CM} voor verschijnselen > 100 ms.	Zie [6] Indien de beveiliging van de hoogspanningsverbinding is ingesteld op een clearance time ≤ 100 ms dan hoeven kortsluitingen ten behoeve van dubbelbenige spoorstroomlopen niet te worden beoordeeld.
B3	CM spanning aders railinfrastructuur apparatuur: • 150 V > 100 ms; • 650 V ≤ 100 ms.	NEN-EN 50124-1 [C].

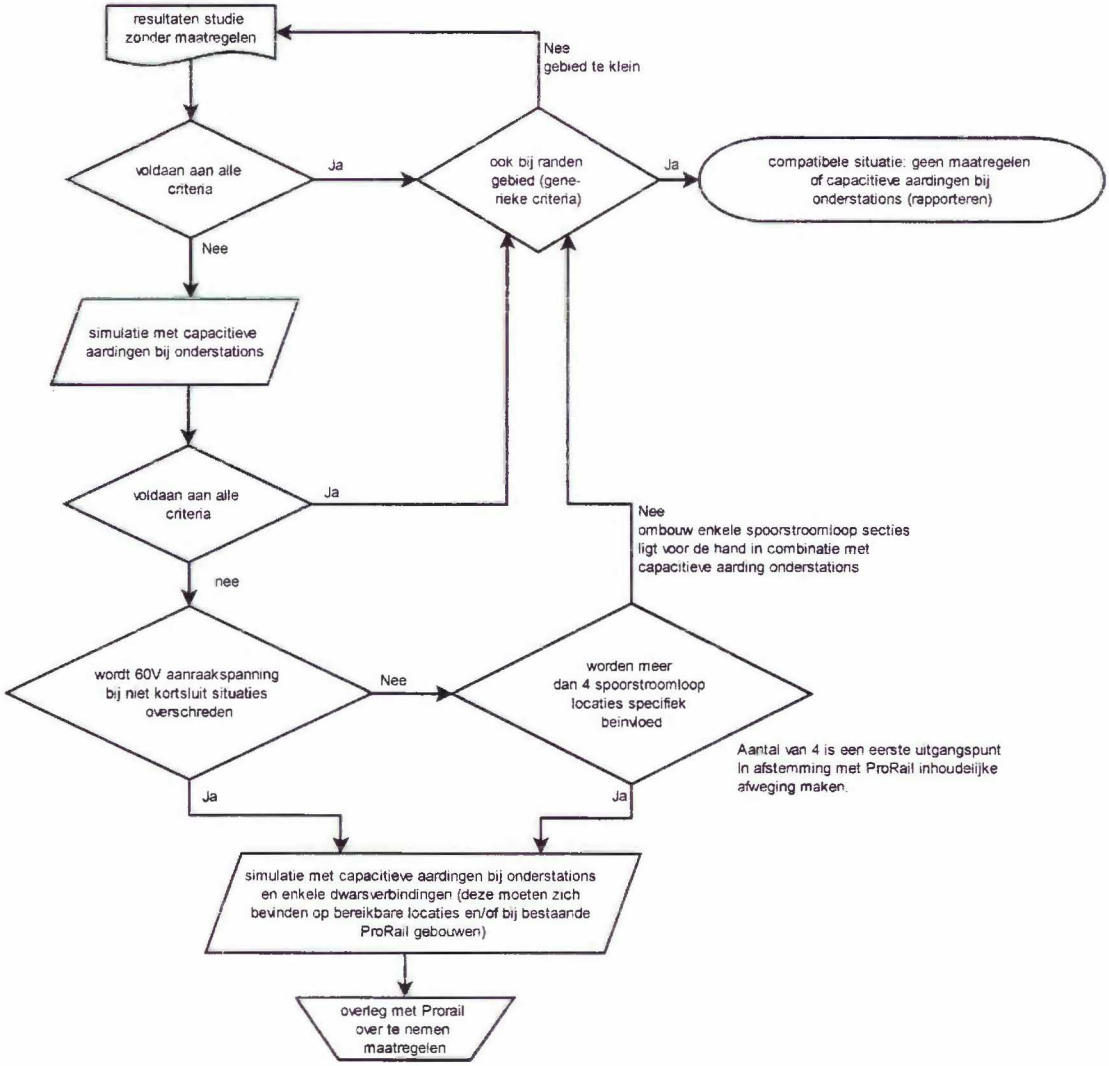
[7] Deze beoordeling dient uitgevoerd te worden door een erkend IB op het gebied treinbeveiliging (zie: https://www.prorail.nl/samenwerken/leveranciers/regelingen/erkenningsregeling: lijst erkende ondernemers).

B4	Psofometrische stoorspanning op modemverbindingen: • Maximaal -45 dBmp voor dataverbindingen; • Maximaal 10 Ap in bovenleiding. Definities conform NEN-EN 50121-3-1, Annex A [H].	Analoge telecomverbindingen kunnen worden beïnvloed door geïnduceerde spanningen. CM spanning die op aderparen worden geïnduceerd vertalen zich in DM spanning via kleine asymmetrieën in de apparatuur [7]. In eerste benadering kan worden aangenomen dat de LCL van de apparatuur -46 dB is. Ook is bij toelating van treinen altijd geëist dat de psometrische stroom onder de 10 Ap ligt. Analoge telecomverbindingen verdwijnen (invoering glasvezelverbindingen) maar deze waarden geven ook een bescherming tegen netresonantie en beïnvloeding van detectielussen. Voor normale verbindingen is deze eis niet maatgevend; echter wanneer deze verbinding aansluit op een HVDC verbinding of een grootverbruiker met veel vermogenselektronica, (bijvoorbeeld een aluminium fabriek, hoogovens, e.d.) is deze toetsing van belang.
B5	50 Hz spanningscomponent in de 1500 V DC tractiespanning: • Maximaal 16 V/40 V (RMS, tijdsduur 1 s) (beschikbaarheid/veiligheid). *beschikbaarheid: continu optredende fenomenen* *veiligheid: beperkt optredende fenomenen (bijvoorbeeld t.g.v. sperren onderstation)*	Rijdend materieel kan bij een 50 Hz spanningscomponent in de 1500 V DC tractiespanning, problemen in de railinfrastructuur veroorzaken. In de RIS is opgenomen dat rijdend materieel bij een 50 V_{50Hz} spanning onder de vereiste 5.3 A_{75Hz} blijft. Voor bestaand materieel is dit vastgelegd in [3]. Voor enkelbenige spoorstroomlopen wordt een grenswaarde van 1.7 A/4.25 A (T > 1.8 s) (beschikbaarheid/veiligheid) gehanteerd. Wanneer deze lineair worden geschaald (aanname), dan komt men uit op een spanning van 16 V/40 V. 1 s tijd is gebaseerd op aanwezigheid TPR relais in de schakeling.
B6	Aanraakspanning kabelmantel-aarde en spoorstaven-aarde conform NEN-EN 50122-1 [D]. Foutsituaties met een maximale tijdsduur ≤ 100 ms behoeven niet te worden beschouwd. Foutsituaties met een maximale tijdsduur ≤ 700 ms behoeven niet te worden beschouwd indien aannemelijk is dat voor de betreffende hoogspanningsverbinding de kans kleiner is dan 1,5 kortsluiting per 100 km verbinding per jaar.	NEN-EN 50122-3 wordt in het kader van deze berekeningen niet gehanteerd. Volstaan wordt met de waarden genoemd in NEN-EN 50122-1 [12].
B7	Bij aanwezigheid van spoorse installaties binnen 20 m van de hoogspanningsverbinding, geldt: Magneetvelden conform: • NEN-EN 50121-4 [E] • NEN-EN 50121-5 [F] Het Power Frequency Magnetic Field ($PFMF_{50Hz}$) dient maximaal 10 A/m te zijn. Alleen als alle apparatuur en objecten in het desbetreffende studiegebied aantoonbaar voldoen aan de NEN-EN 50121-4 / NEN-EN 50121-5 en/of RLN00007 dan mag getoetst worden aan een maximaal $PFMF_{50Hz}$ van 50 A/m.	Een risico is dat oudere apparatuur niet getest is. Er zijn geen concrete aanwijzingen dat dit een probleem hoeft te zijn, wanneer getoetst wordt aan 10 A/m. (De maximale waarde van 10 A/m ligt een factor 10 lager dan de 50 Hz-immuniteitswaarde uit de norm.)
B8	Vervallen	
B9	Vervallen	

8 Uitgangspunten tbv modellering mitigerende maatregelen

Met onderstaande flowchart wordt duidelijk waar en met welke mitigerende maatregelen minimaal gemodelleerd dient te worden. Dit is alleen van toepassing nadat duidelijk is geworden dat er mitigerende maatregelen nodig blijken uit de uitgevoerde EMC-detailstudie (zonder maatregelen).

Het doel van deze flowchart is dat de maatregelen die gemodelleerd dienen te worden ook aansluiten bij de eisen die ProRail stelt aan deze maatregelen. Met de resultaten van de EMC-detailstudie met maatregelen is ProRail vervolgens in staat een afgewogen besluit te nemen over de definitieve set aan mitigerende maatregelen.



Figuur 3: Flowchart ter bepaling welke mitigerende maatregelen te modelleren

Gezien de omvang van het conventionele geëlektrificeerde (1500 V DC) spoor in Nederland is deze flowchart van toepassing op met 1500 V DC geëlektrificeerde sporen. Niet-geëlektrificeerde sporen vereisen generiek eenvoudiger toepasbare maatregelen.

Nr.	Uitgangspunt	Bron, achtergrond en toelichting
M1	Capacitieve aardingen dienen altijd bij bestaande dwarsverbindingen in de retour tussen twee (of meer) sporen te worden gemodelleerd, met daarbij de volgende prioritering: • Onderstations • Bestaande ProRail gebouwen/gronden; • Bereikbare plaatsen.	Pas als er aantoonbaar geen realistische/werkbare variant te vinden is op basis van bestaande dwarsverbindingen in de retour dient in overleg met ProRail te worden bepaald waar de capacitatieve aardingen moeten komen.
M2	Capacitieve aarding modelleren conform specificaties uit OVS00085.	OVS00085-V010 paragraaf 3.15 en hoofdstuk 13 (bijlage VI) "Specificatie condensatorbank voor aarding DC-spoor"
M3	Aardverspreidingsweerstand van de capacitieve aarding naar aarde dient met 0,25 Ω te worden gemodelleerd.	Daar waar de haalbaarheid van 0,25 Ω aardverspreidingsweerstand op voorhand al uit te sluiten is dient een realistische waarde te worden voorgesteld. Let op: De redundante aardingen van de C-banken staan in elkaars potentiaaltrechter, daarom dient 0,25 Ω als vaste waarde gehanteerd te worden

Bijlage 1: B1 bovenleidingsysteem geleiderconfiguratie

Zie ook OVS00024-5.1 [G].

1500 V DC-sporen	Weerstand [Ω/km]	Diameter [cm]	x coördinaat [m]	y coördinaat [m]
spoorstaaf 1 spoor 1	0.044	9.60	-2,72	0.05
spoorstaaf 2 spoor 1	0.044	9.60	-1,28	0.05
draagkabel spoor 1	0.121	1.36	-2	8.50
rijdraad 1 spoor 1	0.183	1.20	-2,02	5.50
rijdraad 2 spoor 1	0.183	1.20	-1,98	5.50
versterkingsgeleider spoor 1	0.121	1.36	-5,22	8.50
spoorstaaf 1 spoor 2	0.044	9.60	2,72	0.05
spoorstaaf 2 spoor 2	0.044	9.60	1,28	0.05
draagkabel spoor 2	0.121	1.36	2	8.50
rijdraad 1 spoor 2	0.183	1.20	2,02	5.50
rijdraad 2 spoor 2	0.183	1.20	1,98	5.50
versterkingsgeleider spoor 2	0.121	1.36	5,22	8.50

Bijlage 2: 50 Hz immuniteit enkelbenige spoorstroomlopen

Spoorstroomlopen in ATB gebied mogen worden beoordeeld op de maximale lengte met ATB volgens OVS60111-2 en OVS60111-3 mits:

- De daadwerkelijke lengte korter is dan de maximaal toegestane lengte.

Tabel 1: maximale toegestane spoorstroomloop lengtes (m) bij nieuwbouw.

OVS		60111-2	60111-2	60111-2	60111-3	60111-3	60111-3	60111-2	60111-2	60111-2
OVS paragraaf:		5.1	5.2	5.3	3.10	3.3	3.7	5.9	5.5	5.7
Schakeling		75GE0-0	75GE0-1	75GE0-2	75GE3-0	75GE1-0	75GE2-0	75GE3-1	75GE1-1	75GE2-1
		Zonder ATB			Met ATB					
					Normaal			Met condensator		
					Code			Code		
		norm. sectie	ovw. sectie	met con-densator	V+R zijde	V zijde	R zijde	V+R zijde	V zijde	R zijde
Max. sectie lengte (m)	normaal	≤ 620	≤ 55	≤ 700	≤ 300	≤ 400	≤ 340	≤ 300	≤ 600	≤ 550
	nabij O.S.	≤ 350	≤ 55	≤ 700	≤ 150	≤ 200	≤ 170	≤ 300	≤ 600	≤ 550

Kortere spoorstroomlopen mogen worden beoordeeld op de immuniteit behorende bij de daadwerkelijke lengte van de spoorstroomloop mits:

- Dit met de beheerder overeen gekomen is zodat dit ook in de toekomst is geborgd en
- Op de OR bladen een parallelloop met een hoogspanningslijn is gemarkeerd, zie hiervoor ook 5.6.2.

De lengte-afhankelijke immuniteit is voor de common mode stroom gegeven in tabel 2 en voor de spoorstaaf-aarde spanning in tabel 3.

Voor kortsluitingen die langer duren dan 100 ms maar korter dan 500 ms mag worden gerekend met de immuniteiten volgens tabel 4 voor de stromen door de spoorstaven en volgens tabel 5 voor de spoorstaaf-aarde spanning.

Tabel 2: Berekende 50 Hz stoorstroom immuniteit EB spoorstroomlopen (max. stoorstroom door relais 2 A)

OVS	60111-2	60111-2	60111-2	60111-3	60111-3	60111-3	60111-2	60111-2	60111-2
OVS paragr.	5.1	5.2	5.3	3.10	3.3	3.7	5.9	5.5	5.7
schakeling	75GE0-0	75GE0-1	75GE0-2	75GE3-0	75GE1-0	75GE2-0	75GE3-1	75GE1-1	75GE2-1
Lengte (m)	I_max, 50 Hz, door tractiebeen (A)								
0-25	2113	1006	1839	1405	2113	1405	1346	1886	1346
25-50	1057	504	920	661	1057	703	673	943	673
50-75	705	336	613	469	705	469	449	629	449
75-100	529	253	460	352	529	352	337	472	337
100-125	423		368	302	423	282	270	378	270
125-150	353		307	251	353	235	225	315	225
150-175	303		263	216	303	202	193	270	193
175-200	265		230	189	265	176	169	236	169
200-225	235		205	191	235	157	150	210	150
225-250	212		184	172	212	141	135	189	135
250-275	193		168	156	193	129	123	172	123
275-300	177		154	143	177	118	113	158	113
300-325	163		142	141	163	117		146	104
325-350	152		132	131	152	108		135	97
350-375	142		123	122	142	101		126	90
375-400	133		116	114	133	95		118	85
400-425	101		109	114		89		111	80
425-450	95		103	108		84		105	76
450-475	90		97	102		80		100	72
475-500	86		93	97		76		95	68
500-525	82		88	92		72		90	65
525-550	78		84	88		69		86	62
550-575	75		81	84		66		82	
575-600	72		77	81		63		79	
600-625	69		74	78		65			
625-650	66		71	75		63			
650-675	64		69	72		60			
675-700	62		66	70		58			

Tabel 3: Berekende 50 Hz immuniteit EB spoorstroomlopen voor spoorstaaf aarde spanning [V] bij 10 Ω aardfout en 2,5 Ωkm afleidweerstand (bij 2 A stoorstroom door TR relais)

OVS	60111-2	60111-2	60111-2	60111-3	60111-3	60111-3	60111-2	60111-2	60111-2
OVS paragr.	5.1	5.2	5.3	3.10	3.3	3.7	5.9	5.5	5.7
schakeling	75GE0-0	75GE0-1	75GE0-2	75GE3-0	75GE1-0	75GE2-0	75GE3-1	75GE1-1	75GE2-1
Lengte (m)	V_max, 50 Hz, door tractiebeen (V)								
0-25	62,1	58,6	53,5	51,4	33,4	44,1	38,3	48,5	50.0
25-50	58,7	54,5	51,7	48,1	31,4	41,5	36,5	45,7	47.2
50-75	55,7	51,0	50,2	45,4	29,6	39,3	35,1	43,4	44.8
75-100	53,2	48,0	48,9	42,8	28,1	37,3	32,6	37,7	42.8
100-125	51,0		47,8	40,9	26,8	35,7	31,5	36,1	41.1
125-150	49,1		46,8	39,1	25,7	34,2	30,6	34,6	39.5
150-175	47,5		45,9	37,6	24,7	33,0	29,8	33,4	38.2
175-200	46,0		45,1	36,2	23,8	31,8	27,9	28,9	36.9
200-225	44,6		44,4	35,1	23,0	30,8	27,3	28,0	35.9
225-250	43,4		43,8	34,1	22,3	29,9	26,7	27,1	34.9
250-275	42,3		43,2	33,2	21,7	29,1	26,1	26,4	34.0
275-300	41,3		42,7	33,6	21,7	28,9	25,7	24,1	33.2
300-325	40,4		42,3	32,9	21,2	28,2	25,2	23,5	32.5
325-350	39,6		41,8	32,2	20,6	27,6	24,8	23,0	31.8
350-375	38,8		41,4	31,6	20,2	27,1	24,4	22,5	31.2
375-400	33,4		41,1	31,9	19,7	26,5	24,1	22,0	30.6
400-425	32,8		40,7	31,4		26,0	23,8	21,5	29.6
425-450	32,2		40,4	30,9		25,6	23,5	21,1	29.6
450-475	31,7		40,1	30,4		25,2	23,2	20,8	29.1
475-500	31,2		39,9	30,6		24,8	23,0	20,4	28.7
500-525	30,7		39,6	30,2		24,4	22,7	20,1	
525-550	30,3		39,4	29,8		24,1	22,5	19,8	
550-575	29,9		39,2	29,4		23,8	22,3	19,5	
575-600	29,5		38,9	30,0		25,2	22,1	19,2	
600-625	29,1		38,7	29,6		24,9	21,9	18,9	
625-650	28,8		38,6	29,3		24,6	21,7	18,7	
650-675	28,4		38,4	28,9		24,4	21,6	18,5	
675-700	28,1		38,2	28,6		24,1	21,4	18,2	

Tabel 4: Berekende 50 Hz stoorstroom immuniteit EB spoorstroomlopen in faalbedrijf (max. stoorstroom door relais 2 A)

OVS	60111-2	60111-2	60111-2	60111-3	60111-3	60111-3	60111-2	60111-2	60111-2
OVS paragr.	5.1	5.2	5.3	3.10	3.3	3.7	5.9	5.5	5.7
schakeling	75GE0-0	75GE0-1	75GE0-2	75GE3-0	75GE1-0	75GE2-0	75GE3-1	75GE1-1	75GE2-1
Lengte (m)	I_max, 50 Hz, door tractiebeen (A)								
0-25	2113	1006	1839	1405	2113	1405	1346	1886	1346
25-50	1057	504	920	661	1057	703	673	943	673
50-75	705	336	613	469	705	469	449	629	449
75-100	529	253	460	352	529	352	337	472	337
100-125	423		368	302	423	282	270	378	270
125-150	353		307	251	353	235	225	315	225
150-175	303		263	216	303	202	193	270	193
175-200	265		230	189	265	176	169	236	169
200-225	235		205	191	235	157	150	210	150
225-250	212		184	172	212	141	135	189	135
250-275	193		168	156	193	129	123	172	123
275-300	177		154	143	177	118	113	158	113
300-325	163		142	141	163	117		146	104
325-350	152		132	131	152	108		135	97
350-375	142		123	122	142	101		126	90
375-400	133		116	114	133	95		118	85
400-425	101		109	114		89		111	80
425-450	95		103	108		84		105	76
450-475	90		97	102		80		100	72
475-500	86		93	97		76		95	68
500-525	82		88	92		72		90	65
525-550	78		84	88		69		86	62
550-575	75		81	84		66		82	
575-600	72		77	81		63		79	
600-625	69		74	78		65			
625-650	66		71	75		63			
650-675	64		69	72		60			
675-700	62		66	70		58			

Tabel 5: Berekende 50 Hz immuniteit EB spoorstroomlopen voor spoorstaaf aarde spanning [V] bij 2,5 Ωkm afleidweerstand voor kortsluiting.

OVS	60111-2	60111-2	60111-2	60111-3	60111-3	60111-3	60111-2	60111-2	60111-2
OVS paragr.	5.1	5.2	5.3	3.10	3.3	3.7	5.9	5.5	5.7
schakeling	75GE0-0	75GE0-1	75GE0-2	75GE3-0	75GE1-0	75GE2-0	75GE3-1	75GE1-1	75GE2-1
Lengte (m)	V_max, 50 Hz, door tractiebeen (V)								
0-25	490,1	555,4	430,9	447,8	285,5	369,2	334,2	391,3	396,8
25-50	255,3	282,4	231,2	230,1	147,1	190,7	175,8	203,2	206,5
50-75	177,0	191,4	164,7	157,6	101,0	131,2	123,0	140,5	143,1
75-100	137,9	145,9	131,4	118,3	77,9	101,5	93,7	101,1	111,5
100-125	114,4		111,5	97,3	64,1	83,7	78,2	83,5	92,4
125-150	98,8		98,2	83,3	54,9	71,8	67,9	71,7	79,8
150-175	87,6		88,7	73,3	48,3	63,3	60,6	63,4	70,7
175-200	79,2		81,6	63,3	43,3	56,9	53,1	52,0	63,9
200-225	72,7		76,0	58,0	39,5	52,0	48,9	47,5	58,6
225-250	67,5		71,6	53,7	36,4	48,0	45,6	43,8	54,4
250-275	63,2		68,0	50,2	33,9	44,8	42,9	40,9	50,9
275-300	59,6		65,0	48,8	33,0	42,5	40,6	36,4	48,1
300-325	56,6		62,5	46,3	31,1	40,2	38,6	34,3	45,6
325-350	54,0		60,3	44,2	29,5	38,3	37,0	32,6	43,5
350-375	51,8		58,4	42,3	28,1	36,7	35,6	31,1	41,7
375-400	44,6		56,7	41,6	26,9	35,2	34,3	29,8	40,1
400-425	42,9		55,3	40,2		33,9	33,2	28,6	38,7
425-450	41,5		54,0	38,9		32,8	32,2	27,6	37,5
450-475	40,2		52,8	37,8		31,7	31,3	26,7	36,4
475-500	39,0		51,8	37,7		30,8	30,5	25,8	35,4
500-525	37,9		50,9	36,7		30,0	29,8	25,1	
525-550	36,9		50,0	35,8		29,2	29,2	24,4	
550-575	36,1		49,2	35,0		28,6	28,6	23,8	
575-600	35,2		48,5	35,6		30,1	28,0	23,2	
600-625	34,5		47,8	34,9		29,5	27,5	22,7	
625-650	33,8		47,2	34,2		28,9	27,1	22,2	
650-675	33,2		46,7	33,6		28,3	26,7	21,8	
675-700	32,6		46,1	33,0		27,8	26,3	21,3	

Bijlage 3: Template tbv basisrapportage EMC

Indeling voor basisrapportage EMC studie conform RLN00398

EMC studie conform RLN00398

Dit basistemplate is geschikt voor situaties waarvoor men in de flowchart in H5.2 van de RLN00398 voldoet voordat punt 8) bereikt wordt (dus voldoen aan de eisen in (A) en (B)). Dit template is opgesteld om in deze gevallen ten behoeve van ProRail te komen tot een eenduidige rapportage van een RLN00398 EMC studie. Met dit template hebben deze EMC rapporten voor ProRail een herkenbare inhoud, en worden de meest voorkomende valkuilen en tekortkomingen voorkomen.

De hoofdstukken bevatten een vastgestelde indeling. en bevatten voorgestelde tekstfragmenten. Bij voorkeur worden de figuren overeenkomstig de voorbeeldfiguren uitgevoerd.

Suggesties, aandachtspunten en toelichting zijn tussen rechte haken [ ] geplaatst.

De template is gebaseerd op RLN00398 versie 004.

Het is aan de auteur om de documentgegevens aan te passen (titel, versie nr., etc.)

Inhoudsopgave

1. Inleiding
2. Situatieomschrijving
3. RLN00398 quick-scan op basis van de flowchart in hoofdstuk 5.2
Bijlage A: Onderbouwing van punten uit tabel

1. Inleiding

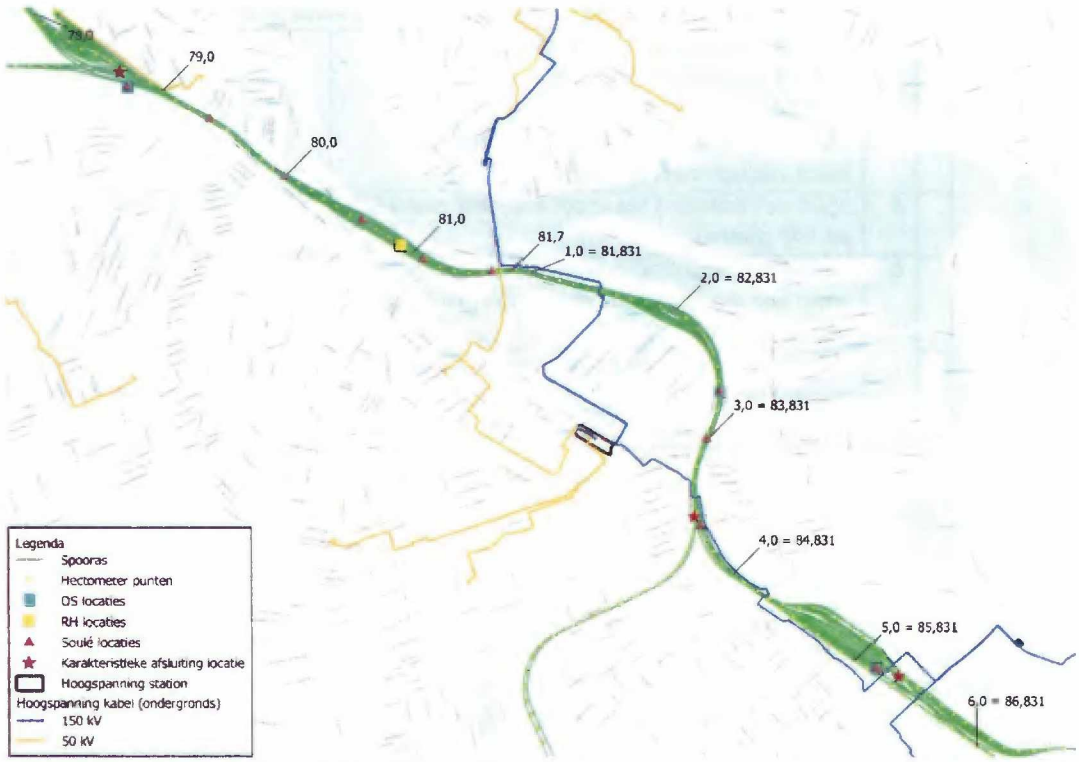
De RLN00398 beoogt ontoelaatbare beïnvloeding vanuit hoogspanningslijnen en hoogspanningskabels op de railinfrastructuur tijdig in beeld te brengen zodat daar indien nodig mitigatie kan plaatsvinden, bijvoorbeeld door middel van maatregelen.
De flowchart in RLN00398-V004 voorziet in een stapsgewijze aanpak om vast te stellen of er sprake kan zijn van ontoelaatbare beïnvloeding.
Deze 'Template tbv basisrapportage EMC' geeft weer welke informatie aangeleverd en gerapporteerd dient te worden voor de stappen (A) en (B), en ook het daarvoor te gebruiken format.

Dit rapport geeft invulling aan *[korte beschrijving van het project].*

2. Situatieomschrijving

[Geef hier een korte omschrijving van het project en van de situatie ter plaatse. Beschrijf de aard van de werkzaamheden (nieuwe aanleg / inlussing / verzwaring etc.). Geef hierbij aan of er ook nieuwe moffen en/of aardpunten gemaakt gaan worden en/of komen te vervallen]

[Voorbeeld] Figuur 4 geeft een overzicht van het projectgebied. Een meer gedetailleerde kaart is te vinden in Bijlage 1.



[Voorbeeld] Figuur 4: Overzicht projectgebied.
De geplande werkzaamheden vinden plaats nabij Spoorweg <....>, Geocode <....>, Spoor km <....>

[Voeg ook een verwijzing toe naar de bijlage(n) met de relevante project- en/of boortekening(en). Geef op de tekening aan: (1) afstand hart buitenste spoor tot het tracé en (2) afstand hart buitenste spoor tot nieuwe aardpunten of moffen.]

3. RLN00398 quick-scan op basis van de flowchart in hoofdstuk 5.2

In dit hoofdstuk is het resultaat van de flowchart in hoofdstuk 5.2 van de RLN00398-V004 vastgelegd.

Voor een hoogspanningsverbinding dienen de bijbehorende vragen van de flowchart in paragraaf 5.2 van de RLN00398-V004 te worden beantwoord. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande Tabel 1.

Tabel 1: Onderbouwing flowchart aspecten [indien uitgebreidere toelichting nodig is, dat in bijlage A doen met een verwijzing vanuit de tabel]

		Eis ProRail	Voldaan (J/N/n.v.t.)	Korte toelichting en/of verwijzing naar bijlage
A	1	(Lijn-)circuit in driehoek bij kabel: driehoek gebundeld of multicore, bij lijn: in driehoek configuratie opgehangen.		*[specificatie/tekening]*
	2	Geen pad voor homopolaire stroom (enkel geaard sterpunt).		*[aantonen G3, in ieder geval met single-line van de verbinding, waarop de netaarding inzichtelijk is]*
	3	Kans op 1 fase sluiting met aarde nabij spoor voldoende klein.		*[tekening met moffen, aardpunten en/of mastfundaties in de maatvoering t.o.v. het buitenste spoor]*
Indien aan alle drie bovenstaande aspecten wordt voldaan kan ontoelaatbare beïnvloeding van de ProRail infrastructuur worden uitgesloten en behoeven de stappen hieronder niet te worden doorlopen.				
B	4	loopt midden/hoogspanning verbinding: > 24 kV buiten 700 m zone ≤ 24 kV buiten 11 m zone of is er binnen deze zones geen parallelloop en wordt voldaan aan (5) en (6).		*[tracétekening met parallelloop in de maatvoering t.o.v. het spoor]*
	5	kruist de verbinding het spoor ongeveer haaks (80 tot 100 graden).		*[tracétekening in de maatvoering (kruisingshoek) t.o.v. het spoor]*
	6	bevindt de verbinding zich op een afstand >20 m vanaf een dichtstbijzijnde technische ruimte (gebouw, geen kast).		*[tracétekening in de maatvoering t.o.v. spoorse gebouwen]*
	7	Wordt een eerste orde lijnfout binnen 100 ms afgeschakeld.		*[onderbouwing beveiligingsconcept en/of risicobeschouwing en onderbouwing van faalfrequentie]*
Indien op basis van bovenstaande aspecten nog niet de conclusie is bereikt dat de situatie voldoet, dan is deze template niet meer voldoende en dient de template voor een EMC-detailstudie gebruikt te worden.				

[De gebruiker dient de juiste tekst te kiezen uit onderstaande twee opties:]

[of]

Uit punt 1 t/m 7 van de flowchart in hoofdstuk 5.2 in de RLN00398-V004 (hierboven als tabel weergegeven) volgt dat er geen sprake is van ontoelaatbare beïnvloeding, en is de onderbouwing daarvoor aanwezig. Hierdoor kan een ontoelaatbare beïnvloeding op de ProRail railinfrastructuur worden uitgesloten. Verdere beschouwing volgens de flowchart in hoofdstuk 5.2 is niet noodzakelijk.

[of]

it punt 1 t/m 7 van de flowchart in hoofdstuk 5.2 van de RLN00398-V004 (hierboven als tabel weergegeven) volgt dat er sprake kan zijn van ontoelaatbare beïnvloeding. Hierdoor kan een ontoelaatbare beïnvloeding op de ProRail railinfrastructuur niet worden uitgesloten. De flowchart in hoofdstuk 5.2 dient verder gevolgd te worden om in meer detail te bepalen of er wel of geen ontoelaatbare beïnvloeding van de ProRail infrastructuur kan zijn. Daarvoor dient een unity study te worden uitgevoerd en, indien nodig, een EMC-detailstudie te worden uitgevoerd.

Bijlage A Onderbouwing van punten uit tabel

(A) 1

-
-
-

(A) 2

-
-
-

(A) 3

-
-
-

(B) 4

-
-
-

(B) 5

-
-
-

(B) 6

-
-
-

(B) 7

-
-
-

Bijlage 4: Checklist tbv RLN00398 EMC-detailstudies

Inleiding

In EMC-detailstudies die de elektromagnetische beïnvloeding van hoogspanningsverbindingen op ProRail-spoorwegen beschouwen, wordt de ProRail-richtlijn RLN00398 ter toetsing gehanteerd.

Een groot deel van deze EMC-detailstudies wordt in opdracht van Netbeheerders of ProRail door ingenieurs- en adviesbureaus (IB's) uitgevoerd. Met deze EMC-detailstudies dient aangetoond te worden dat:

1) ofwel de hoogspanningsverbinding of -installatie de correcte en veilige werking van de spoorweginfrastructuur niet verstoort; dit wordt getoetst aan de criteria in de RLN00398;
2) ofwel, indien het initiële ontwerp niet aan deze criteria voldoet, een technische oplossing haalbaar is die de verbinding of installatie alsnog aan deze criteria laat voldoen.

Dit kan nieuwbouw betreffen, maar ook wijzigingen in een bestaande situatie, zoals aangegeven in paragraaf 5.1.

ProRail beoordeelt deze EMC-detailstudies. Indien ProRail van oordeel is dat een studie aantoont dat geen sprake is van potentiële normoverschrijdende elektromagnetische beïnvloeding, wordt voor die situatie een "verklaring van geen bezwaar" (op het onderdeel EMC) afgegeven. Indien van toepassing onder bepaalde voorwaarden, zoals het realiseren van mitigerende maatregelen.

Deze bijlage geeft als "ingangscontrole/checklist" een overzicht van de elementen die een rapport van een EMC-detailstudie dient te bevatten. Op basis daarvan kan ProRail een review en evaluatie uitvoeren. Hierbij richt deze checklist zich specifiek op *parallelloopstudies,* die de elektromagnetische beïnvloeding bij de parallelloop van een hoogspanningssysteem (of -systemen) met de spoorse infra beschouwen.

Indien TenneT de opdrachtgever van de studie is, dan kan de template "Rapport indeling voor EMC-detailstudie conform RLN00398" worden gebruikt als template voor de rapportage. Deze wordt beschikbaar gesteld door TenneT.

Voor de overige rapportages, die geen EMC-detailstudie behoeven, dient Bijlage 3: 'Template tbv basisrapportage EMC' toegepast te worden.

Checklist rapportage EMC-studie RLN00398

Om tot een afgewogen oordeel te kunnen komen, is het noodzakelijk dat een rapportage van een EMC studie:

a) Volledig is in de te toetsen RLN00398-criteria
b) Voldoende inzicht biedt in de uitgangspunten en modelleerwijze
c) Inzicht geeft in positie-afhankelijke variatie van de te toetsen parameters.

A) Uitgangspunten: model, algemeen

Nr.	Betreft	Check	Paragraaf §	Opmerkingen
1	Afbeelding overzicht parallelloopsituatie, Inclusief indicatie over dwarsafstanden			
2A	Overzicht van gemodelleerde hoogspanningsverbindingen			
2B	Steekproefsgewijs: nagaan of alle verbindingen ook zijn meegenomen, is het overzicht 2A compleet?			*Check adhv GIS-systemen van TenneT/RNB's*
3	Indicatie model/ProRail-kilometrering			
4	Toegepast model bodemresistiviteit [Ω m]			

B) Uitgangspunten: Beschrijving gemodelleerd hoogspanningssysteem: Stations

Nr.	Betreft	Check	Paragraaf §	Opmerkingen
1	Beschrijving rol van stations in model (aardingslocatie? Bronlocatie?)			
2	Toegepaste aardverspreidingsweerstanden			*In de context van dit memo, betreffende modellering van inductieve beïnvloeding, wordt weerstandsbeinvloeding door onderstations (potentiaaltrechters) niet beschouwd, maar de weerstanden spelen wel een rol in de stroomverdeling door de geleiders.*

C) Uitgangspunten: Beschrijving gemodelleerd hoogspanningssysteem: Lijnen

Nr.	Betreft	Check	Paragraaf §	Opmerkingen
1	Mastbeelden			
2	Beschrijving verbindingen / circuits			
3	Aantallen bliksem-/retourgeleiders			
4	Aardverspreidingsweerstanden masten			*In de context van dit memo, betreffende modellering van inductieve beïnvloeding, wordt weerstandsbeinvloeding door masten (potentiaaltrechters) niet beschouwd, maar de weerstanden spelen een rol in de stroomverdeling door de geleiders.*

D) Uitgangspunten: Beschrijving gemodelleerd hoogspanningssysteem: Kabels

Nr.	Betreft	Check	Paragraaf §	Opmerkingen
1	Kabeltype, doorsnede			
2	Ligging van de fases (driehoek of plat vlak; bij plat vlak: afstand tussen fases) en, indien van toepassing, aardgeleiders.			
3	Diepte			
4	Aardingssituatie: eenzijdig geaard? Tweezijdig geaard? Aparte aardgeleider? Geaarde moffen?			

E) Uitgangspunten: Beschrijving belastingsituaties hoogspanningssysteem

Nr.	Betreft	Check	Paragraaf §	Opmerkingen
1	Beschrijving van belasting langdurig: • Normaal bedrijf, rekenstromen, toegepast %-homopolaire onbalans (0/5/10%) • Indien van toepassing: onderhoudsscenario's			
2	Beschrijving van kortsluitstromen: • Stroom enkelfasige kortsluiting • Stroom driefasige kortsluiting • Afschakeltijd			

F) Uitgangspunten: Beschrijving gemodelleerd spoorinfra

Nr.	Betreft	Check	Paragraaf §	Opmerkingen
1	Spoor algemeen: hoogte, indien significant (bijvoorbeeld fly-overs)			
2	Beschrijving geëlektrificeerd / niet-geëlektrificeerd			
3	Bovenleiding: overzicht (incl. locaties) onder- en schakelstations			
4	Bovenleiding: geen specificatie nodig			*N.B.: Niet onderscheidend, altijd B1 hanteren cfm RLN00398.*
5	Retour: beschrijving retoursituatie, enkel-/dubbelbenig, waar relevant dwarskoppelingen			

6	Retour: beschrijving condensator-banken voor capacitieve aarding[8], indien aanwezig			
7	Spoor: beschrijving aardpennen (indien aanwezig; bijvoorbeeld bij niet-geëlektrificeerd spoor)			
8	Retour: toegepaste spoorstaaf-aarde-(afleid-)weerstanden. De waardes 2,5 Ω km, 10 Ω km en 100 Ω km dienen hiervoor toegepast te worden.			
9	Retour: beschrijving / berekening afsluitimpedanties.			
10	Treinbeveiliging: beschrijving treindetectiesystemen: enkel- / dubbelbenig, assentellers, PSSSL, Jade, etc.			
11	Retour / Treinbeveiliging: waar relevant: beschrijving ES-lassen			
12	Beschrijving modellering kabels ProRail			

G) Uitgangspunten: Beschrijving situaties spoorsysteem

Nr.	Betreft	Check	Paragraaf §	Opmerkingen
1	Trein (kleinsignaalimpedantie)			
2	Toepassing sperren onderstations			
3	Toepassing aardfouten			
4	Toepassing overige faalwijzen (bijvoorbeeld van aanwezige condensatorbanken)			
5	Overbrugging ES-lassen (indien relevant; bijvoorbeeld: bij overgang geëlektrificeerd / niet-geëlektrificeerd spoor, of wanneer hiermee detectielussen in het spoor verlengd kunnen worden)			

H) Rapportage

Nr.	Betreft	Check	Paragraaf §	Opmerkingen
1	Uitgangspunten			

[8] Conform OVS00085-V009 paragraaf 3.15 en hoofdstuk 13 (bijlage VI) "Specificatie condensatorbank voor aarding DC-spoor"

2	Tabellen met simulatieresultaten voor de getoetste parameters			
3	Grafieken van baanprofielen van getoetste parameters			
4	Worst-case waarden van alle parameters, inclusief locaties.			
5	Toetsing: tegen beoordelingscriteria RLN00398-V004 Hoofdstuk 7			
6	Toetsing: specifiek waar van toepassing: extra aandacht voor immuniteitscriteria enkelbenige spoorstroomlopen			*betreft de lengte en type afhankelijkheid*
7	Conclusie en aanbevelingen			
8	Voorstel mitigerende maatregelen			*Wanneer van toepassing*
9	Doelmatigheid mitigerende maatregelen			*Wanneer van toepassing*
10	Bronvermeiding			