



Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, van 17 augustus 2020, nr. IENW/BSK-2020/123976, tot wijziging van de Regeling indienststelling spoorvoertuigen 2020 in verband met vervanging van bijlage 5

De Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat,

Gelet op richtlijn (EU) 2016/797 van het Europees Parlement en de Raad van 11 mei 2016 betreffende de interoperabiliteit van het spoorwegsysteem in de Europese Unie (PbEU 2016, L 138) en richtlijn (EU) 2016/798 van het Europees Parlement en de Raad van 11 mei 2016 inzake veiligheid op het spoor (PbEU 2016, L 138) en de artikelen 26d, onderdeel d, 26e, 26o, onderdeel a, en 26t, onderdelen a en b, van de Spoorwegwet;

BESLUIT:

ARTIKEL I

Bijlage 5 van de Regeling indienststelling spoorvoertuigen 2020 wordt vervangen door de bijlage die bij deze regeling is gevoegd.

De spoorstroomlopen in het Nederlandse spoor leggen specifieke eisen op bij de toelating van het spoorvoertuig. De spoorstroomlopen (met name de laagfrequente 75 Hz spoorstroomlopen) zijn in het overgrote deel van Nederland de techniek voor detectie van de trein en zijn gevoelig voor zogenaamde stoorstromen vanuit de trein. Door de uitbreiding van elektronica (ten behoeve van het comfort van reizigers en de motor management tractie) produceert een trein vaker elektromagnetische straling die de spoorstroomlopen verstoort. Om die reden is in bijlage 5 in verscheidene testen voorzien om de compatibiliteit tussen spoorvoertuig en de spoorstroomloop vast te stellen. In bijlage 5 wordt verwezen naar figuur 1: *Grenswaarden 75Hz bandpass gefilterde stoorstroom als functie van de integratietijd op basis van de curven 'Normaal' en 'Zelden'*. Deze figuur 1 ontbrak echter abusievelijk. De omissie wordt hierbij hersteld.

ARTIKEL II

Deze regeling treedt in werking met ingang van de dag na de datum van uitgifte van de Staatscourant waarin zij wordt geplaatst en werkt terug tot en met 1 mei 2020.

Deze regeling zal met de toelichting in de Staatscourant worden geplaatst.

*De Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat,
S. van Veldhoven-van der Meer*



TOELICHTING

I. Algemeen

1. De wijziging

Met deze regeling wordt bijlage 5 bij de Regeling indienststelling spoorvoertuigen 2020 (hierna: RIS 2020) vervangen in verband met een figuur die in die bijlage abusievelijk niet was toegevoegd.

De RIS 2020 is een ministeriële regeling die regels bevat voor de uitvoering van de interoperabiliteitsrichtlijn¹, de spoorwegveiligheidsrichtlijn² en artikelen in de Spoorwegwet over technische eisen en veiligheidseisen aan het spoorwegsysteem. De RIS 2020 heeft betrekking op de nationale voorschriften voor toelating van nieuwe, verbeterde of vernieuwde spoorvoertuigen tot het spoorverkeer binnen de Europese Unie, het procedureel kader voor die toelating, controles en tests van spoorvoertuigen en het onderhoud van spoorvoertuigen.

2. Gevolgen

Met de regeling wordt een omissie hersteld door toevoeging van een figuur. Mede aan de hand van de toegevoegde figuur kan worden getoetst of het spoorvoertuig compatibel is met de treindetectie in de hoofdspoorweginfrastructuur.

Deze regeling bevat geen meldings-, registratie- of andere informatieverplichtingen en leidt niet tot een verhoging van administratieve lasten bij bedrijven. Deze regeling leidt niet tot extra nalevingskosten voor het bedrijfsleven. Er is geen sprake van stijging van de bestuurlijke lasten voor gemeenten en provincies die optreden als bevoegd gezag. De wijzigingen hebben een neutraal of positief effect op het milieu.

Er is afgezien van internetconsultatie omdat deze reparatie geen noemenswaardige gevolgen heeft voor burgers, bedrijven en instellingen (geen verandering in verplichtingen en rechten administratieve lasten of uitvoeringslasten) en omdat consultatie niet in betekenende mate zou kunnen leiden tot aanpassing van het voorstel.

3. Inwerkingtreding

De regeling werkt terug tot en met 1 mei 2020. Een regeling wordt alleen terugwerkende kracht verleend als daarvoor een bijzondere reden is (Aanwijzing voor de regelgeving 5.62, eerste lid). Deze reden is gelegen in het feit dat de terugwerkende kracht de eventuele onvolledigheid van de toets van de compatibiliteit van een spoorvoertuig met de treindetectie in de hoofdspoorweginfrastructuur, veroorzaakt door het ontbreken van de betreffende figuur in de periode vanaf 1 mei 2020 tot en met de datum van inwerkingtreding van deze regeling, herstelt. De terugwerkende kracht voorkomt aldus ongewenste gevolgen voor de praktijk.

Artikel I

Bijlage 5 behoort bij artikel 10, eerste lid, onderdeel a, van de RIS 2020. Dat artikel betreft compatibiliteit van het spoorvoertuig met de treindetectie van de hoofdspoorweginfrastructuur (artikel 26d, onderdeel d, Spoorwegwet).

De spoorstroomlopen in het Nederlandse spoor leggen specifieke eisen op bij de toelating van het spoorvoertuig. De spoorstroomlopen (met name de laagfrequente 75 Hz spoorstroomlopen) zijn in het overgrote deel van Nederland de techniek voor detectie van de trein en zijn gevoelig voor zogenaamde stoorstromen vanuit de trein. Door de uitbreiding van elektronica (ten behoeve van het comfort van reizigers en de motor management tractie) produceert een trein vaker elektromagnetische straling die de spoorstroomlopen verstoort. Om die reden is in bijlage 5 in verscheidene testen voorzien om de compatibiliteit tussen spoorvoertuig en de spoorstroomloop vast te stellen.

In bijlage 5 wordt verwezen naar figuur 1: *Grenswaarden 75Hz bandpass gefilterde stoorstroom als*

¹ Richtlijn 2016/797 van het Europees Parlement en de Raad van 11 mei 2016 betreffende de interoperabiliteit van het spoorwegsysteem in de Europese Unie (PbEU 2016, L 138).

² Richtlijn (EU) 2016/798 van het Europees Parlement en de Raad van 11 mei 2016 inzake veiligheid op het spoor (PbEU 2016, L 138).



functie van de integratietijd op basis van de curven 'Normaal' en 'Zelden'. Deze figuur 1 ontbrak echter abusievelijk. De omissie wordt hierbij hersteld.

Artikel II

Voor een toelichting op de inwerkingtreding en terugwerkende kracht van deze regeling wordt verwezen naar het algemene deel van de toelichting.

*De Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat,
S. van Veldhoven-van der Meer*

BIJLAGE, BEHOREND BIJ ARTIKEL I

Bijlage 5 behorend bij artikel 10, eerste lid, onder a

Deze bijlage bevat de eisen ten aanzien van de maximaal toegelaten samenstelling van spoorvoertuigen bij inzet daarvan op baanvakken van hoofdspoorweginfrastructuur waar de detectie wordt geregeld door middel van laagfrequente spoorstroomlopen 75 Hz.

1. Normering

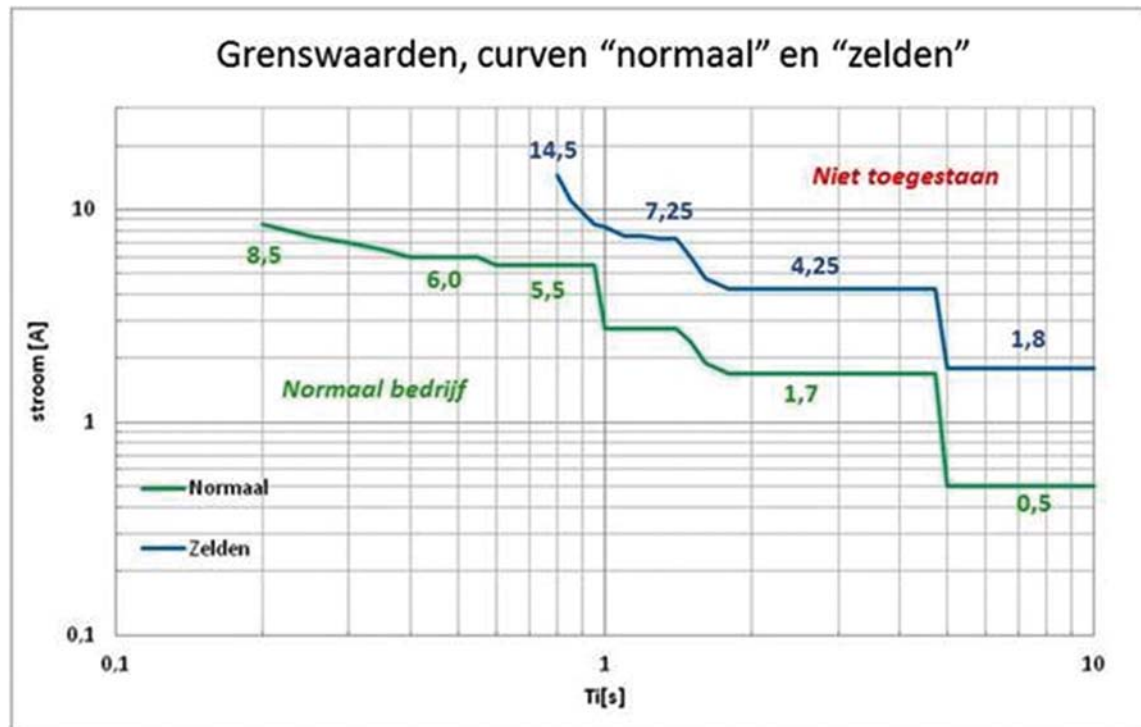
1.1 75Hz emissie door maximale treinsamenstellingen

Voor de normering tegen laagfrequente spoorstroomlopen 75 Hz moet de volgens Tabel 1 gefilterde AC-stroom voor de maximale treinsamenstelling worden beoordeeld tegen twee curven: de curve 'Normaal' en de curve 'Zelden'. Deze zijn beschreven in Figuur 1.

Tabel 1 Filterkarakteristieken: (1) centerfrequentie, (2) en (3) bandbreedte tussen -3 dB / -20dB punten

| f_0 [Hz] (1) | Δf_{3dB} [Hz] (2) | Δf_{20dB} [Hz] (3) |
|----------------|---------------------------|----------------------------|
| 75 | 20 | 40 |

Figuur 1: Grenswaarden 75Hz bandpass gefilterde stoorstroom als functie van de integratietijd op basis van de curven 'Normaal' en 'Zelden'.



In Figuur 1 is T_i (x-as) de integratietijd (waarover de RMS waarde van de stroom wordt bepaald) conform CLC/TS 50238-2:2015, annex B. De curven geven grenswaarden aan.

Let op: Tijdens de test kan een snelheid gerelateerd verschijnsel door gekozen rijpatroon gedurende de testritten als kortdurend (korter dan de toegepaste integratietijd T_i volgens figuur 1) naar voren komen. Dit verschijnsel moet echter worden beoordeeld alsof het zich langer dan 5 seconden onafgebroken voordoet, ervan uitgaande dat het spoorvoertuig in de praktijk langere tijd met die snelheid kan rijden.

De filterkarakteristieken van bovenstaande Tabel 1 zijn van toepassing op DC-lijnen. De karakteristieken zijn conform CLC/TS 50238-2:2015, A.8.

Een spoorvoertuig moet te allen tijde voldoen aan de curve 'Normaal' tenzij kan worden aangetoond dat:



- de kans dat een stoorstroom de curve 'Normaal' overschrijdt per treinstel of locomotief kleiner is dan 10^{-4} (ongeveer één uur per jaar), en
- de frequentie waarmee een verschijnsel dat stoorstromen veroorzaakt die de curve 'Normaal' overschrijdt, per treinstel of locomotief lager is dan 10^{-3} per uur (ongeveer tien incidenten per jaar),

waarbij geldt dat de curve 'Zelden' in geen geval mag worden overschreden.

De omstandigheden die genoemd worden in EN 50238 en paragraaf 5 hieronder moeten in principe worden getoetst aan de curve 'Normaal'. Sommige verschijnselen of omstandigheden komen in Nederland echter dusdanig weinig voor dat uitgegaan mag worden van de curve 'Zelden'. Voorbeelden hiervan zijn opgenomen in onderstaande Tabel 2.

Tabel 2: Voorbeelden van frequent en minder frequent voorkomende verschijnselen die moeten worden getoetst aan de curve 'Normaal' respectievelijk de curve 'Zelden'

| Verschijnsel | Toetskader (curve) | |
|---|--------------------|----------------|
| | Normaal | Zelden |
| Veranderingen pulspatronen | X | |
| Pantograaf / bovenleiding interactie bij berijdbare isolatoren/ open spaninrichtingen/bruggen | X | |
| Inschakeltransiënt | X | |
| Wielslip, wielresonantie | X | |
| Lange lijn tot 7 km onderstationsafstand (enkelzijdig gevoed) | X | |
| Hoge/ lage bovenleidingspanning | X | |
| Ingreep snelschakelaar (b.v. als gevolg van sluiting) onder voorwaarde dat gedurende alle testen die uitgevoerd moeten worden ter verkrijging van de materieeltoelating is vastgesteld dat het risico van een ingreep van de snelschakelaar onder normale operationele condities minder dan eens per 1.000 bedrijfsuren is. | | X |
| Lange lijn bij uitval onderstation 12 km onderstationsafstand (enkelzijdig gevoed). Dus voeding via het equivalent van meer de 7 km enkelzijdig gevoegd. | | X |
| Afschakeling door infra (snelschakelaar OS) ['substation cut out', EN 50238 6.4.3] | | X |
| Veroorzaken mengtermen in onderstation | | X |
| Rijp/ijzel ['poor contact of current collection equipment', EN 50238 6.4.3] ['environmental conditions', EN 50238 6.4.3] | | X ¹ |
| 25Hz-stromen tot 300 A | | X |

¹ Het aantal rijpdagen is strikt genomen te groot om deze het gebied tussen de curven 'normaal' en 'zelden' te laten gebruiken. Gezien het lage risico voor detectie is het gebruik van een detector op basis van filterspanning in combinatie met uitschakelen op 'Zelden' het meest haalbare alternatief.

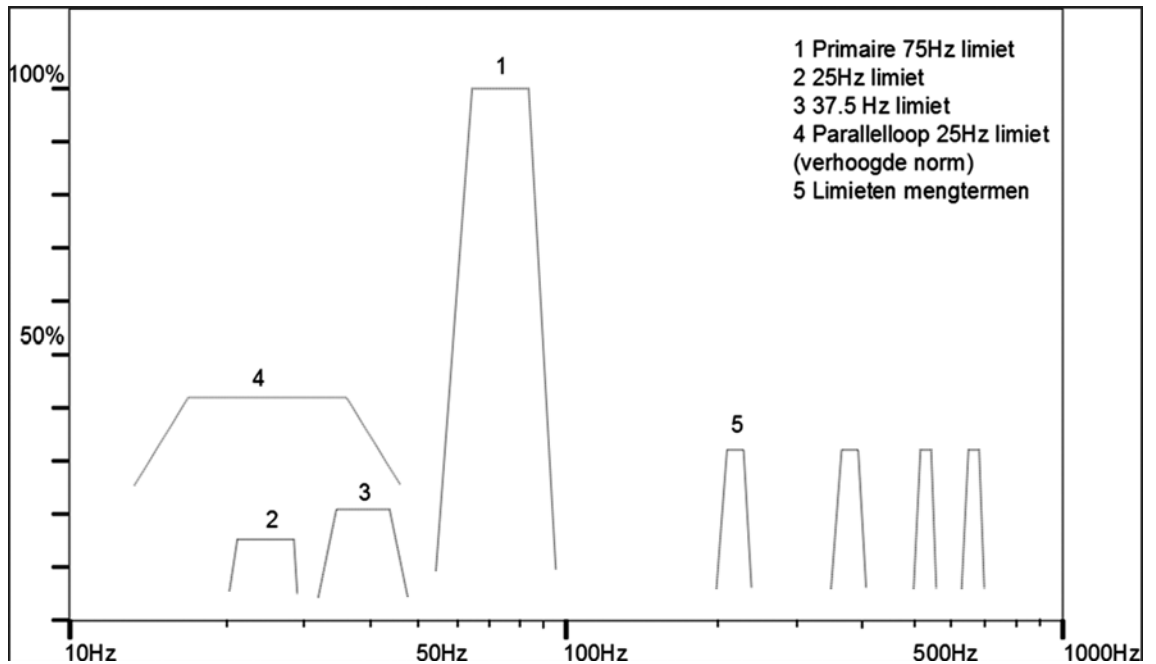
1.2 75 Hz in onderstation, overige frequentiebanden

Een spoorvoertuig kan ook een frequentie produceren die leidt tot een 75Hz-stoorstroom vanuit het onderstation. Voor modulatie in het onderstation is het nodig dat het onderstation zich in een bedrijfstoestand 'leemte bedrijf' bevindt (dat wil zeggen: steeds in en uit geleiding komt) in combinatie met de aanwezigheid van een grote AC-stroom. In het technisch dossier om toelating te verkrijgen tot het spoor, moet worden onderbouwd dat 75 Hz stoorstromen en overige stromen die indirect 75 Hz kunnen veroorzaken in het onderstation, niet resulteren in een overschrijding van de curve 'Zelden'.

De combinatie leemtebedrijf en productie van een stroom die elders 75 Hz kunnen veroorzaken is redelijk zeldzaam en daarom is het toegestaan deze verschijnselen tegen de curve 'Zelden' te beoordelen mits deze stromen niet langdurig (meer dan 1% tijd gedurende een rit) aanwezig zijn. De schaalfactoren en bijbehorende filterkarakteristieken zijn samengevat in de onderstaande Tabel 3 en Figuur 2.

Voor de afleiding van de schaalfactor moet rekening worden gehouden met het maximale modulatie rendement. Voor 25 Hz en 37 Hz geldt dat ook met de gereduceerde bandbreedte. De reden hiervan is dat de stroom vanuit het spoorvoertuig niet volledig wordt omgezet naar een gemoduleerde 75 Hz-stroom in het onderstation.

Figuur 2: Frequenties die tot 75 Hz kunnen leiden



Tabel 3: Frequenties die tot 75 Hz kunnen leiden

| Naam | f_0 | Schaalfactor | Δf 3dB [Hz] | Δf 20dB [Hz] | Opmerkingen |
|----------------------------------|--|--------------|---------------------|----------------------|---|
| 75Hz-limiet GRS / ATB | 75 Hz | 100% | 20 | 40 | (Zie ook Tabel 1) Vgl. fig. 3, curve 1 |
| Mengterm 25 Hz | 25 Hz | 16% | 7 | 13 | Vgl. fig. 3, curve 2 |
| Mengterm 37.5 Hz | 37,5 Hz | 21% | 10 | 20 | Vgl. fig. 3, curve 3 |
| Mengterm 25 Hz parallel- loop | 25 Hz | 42% | 20 | 40 | Vgl. fig. 3, curve 4 |
| Mengterm 125 Hz parallelloop | 125 Hz | 32% | 20 | 40 | |
| Mengterm 175 Hz parallelloop | 175 Hz | 32% | 20 | 40 | |
| Mengtermen onderstation | 300 Hz +/- 75 Hz, | 32% | 20 | 40 | Vgl. fig. 3, curve 5 |
| | 600 Hz +/- 75 Hz, | 32% | 20 | 40 | |
| | 900 Hz +/- 75 Hz, 1.200 Hz +/- 75 Hz en hoger | 32% | 20 | 40 | |

Bijdragen in de verschillende banden moeten worden opgeteld conform de regels als gedefinieerd in CLC/TS 50238-2, als ware het componenten uit verschillende bronnen die, afhankelijk van het verschijnsel, al dan niet onderling afhankelijk en/of gesynchroniseerd kunnen zijn.

Bij een extern geïnjecteerde 50 Hz-component mag deze 50 Hz worden genegeerd.

2. Elektrische spoorvoertuigen

Elektrische spoorvoertuigen zijn:

- conform CLC/TS 50238-2 Annex B.9 voorzien van één of meerdere stoorstroomdetectoren die alle elektrische installaties bewaken, dan wel



b. ontworpen en gebouwd conform de regels van EN 50126, EN 50128 en EN 50129. In beide gevallen moet worden aangetoond dat de frequentie van optreden van stoorstromen waarbij de relevante, toegestane curve wordt overschreden, ook in geval van een defect kleiner is dan 10^{-7} per uur per treinstel of locomotief (zie ook paragraaf 1.1 c.q. paragraaf 4 hieronder).

Spoorvoertuigen voldoen ten aanzien van elektromagnetische compatibiliteit aan EN 50121-3-1.

3. Compatibiliteitsstudie

De compatibiliteitsstudie dient te worden uitgevoerd volgens EN 50238, CLC/TS 50238-2 waarbij vereist is dat:

- de effectieve waarde van de AC-component in de DC-lijnstroom zonder externe 50Hz-injectie niet meer bedraagt dan 50 A RMS gewogen over 1 seconde voor frequenties vanaf 10 Hz;
- de psfometrische component in de DC-lijnstroom zoals gedefinieerd in NEN-EN 50121-3-1 met en zonder externe 50Hz-injectie maximaal $10 A_{ps0}$ RMS gewogen over 1 seconde bedraagt;
- de impedantie tussen stroomafnemer en wielen van de maximaal toegelaten treinsamenstelling, bij een frequentie van 75 ± 3 Hz, tenminste $0,40 \Omega$ bedraagt en niet capacitief is;
- de impedantie tussen stroomafnemer en wielen van de maximaal toegelaten treinsamenstelling bij een frequentie van $50 \text{ Hz} \pm 2 \text{ Hz}$, ten minste $0,20 \Omega$ bedraagt en niet capacitief is, en
- de effectieve waarde van de AC-component in DC-lijnstroom met externe 50Hz-injectie voor een spoorvoertuig niet meer bedraagt dan 50 A RMS 1 s voor frequenties vanaf 10 Hz, waarbij de 50 Hz-component van de AC-stroom mag worden genegeerd.

4. Technisch dossier om toelating te verkrijgen op het spoor

In geval toestemming voor gebruik wordt gevraagd voor een maximaal toegelaten samenstelling van spoorvoertuigen waarbij (de) stoorstroomdetector(en) ingrijpt respectievelijk ingrijpen conform de curve 'Zelden' zoals gedefinieerd in Figuur 1, moet worden voldaan aan de volgende voorwaarden:

- In het technisch dossier dient eenmalig te worden aangetoond dat de kans van overschrijden van de stoorstroomnorm, ten gevolge van niet bij de toelating opgemerkte verschijnselen, kleiner is dan 10^{-4} (dimensieloze fractie; ongeveer één uur per jaar) per treinstel of locomotief en de frequentie van voorkomen kleiner is dan 10^{-3} per uur (ongeveer tien incidenten per jaar). Dit dient te zijn aangetoond met behulp van een rapportage over de resultaten van de monitoring van betreffend treinstel of betreffende locomotief over ten minste 10 000 bedrijfsuren met daarin ten minste één winterperiode waarin ten minste één rijp- of ijzelrit moet zijn voorgekomen. Indien dit is aangetoond wordt in de vergunning respectievelijk ontheffing vermeld dat de uitschakelfunctie van de stoorstroomdetector volgens de curve 'Zelden' kan worden ingesteld.
- In het technisch dossier dienen veiligheidsrelevante toepassingsvoorwaarden³ te zijn opgenomen die voorschrijven hoe gedurende de gehele levensduur van het spoorvoertuig een monitorings- en opvolgproces wordt uitgevoerd zodat het stoorstroomniveau stabiel blijft. Een nadere beschrijving en voorbeelden zijn te vinden in de 'Application Guide'⁴. In het technisch dossier moet worden beschreven hoe overschrijdingen van de curve 'Normaal' per stoorstroomdetector worden behandeld en hoe een vergelijking met andere stoorstroomdetectoren in hetzelfde spoorvoertuig- of treinsteltype wordt gemaakt. Voorwaarden hierbij zijn dat:
 - per spoorvoertuig- of treinsteltype aan de toezichthouder en beheerder wordt gerapporteerd;
 - de detector dient tenminste eenmaal per drie maanden (bijvoorbeeld in de onderhoudslocatie) te worden uitgelezen en de resultaten worden vergeleken met de overige voertuigen van het betreffende spoorvoertuig- of treinsteltype;
 - de betreffende installatie wordt onderzocht op mogelijke defecten en – indien noodzakelijk – gerepareerd indien het aantal overschrijdingen van de curve 'Normaal' van een bewaakte installatie afwijkt van de rest van het betreffende spoorvoertuig- of treinsteltype;
 - het spoorvoertuig met een monitorinstallatie wordt uitgerust indien er geen defect wordt gevonden maar er wel een duidelijk verhoogd aantal meldingen van overschrijdingen van de curve 'Normaal' is of dat er twijfel is of een defect daadwerkelijk is verholpen;
 - de toezichthouder wordt ingelicht indien de curve 'Zelden' wordt overschreden.

³ Het gaat om zogenaamde 'Safety Related Application Conditions' (SRAC's). Voor veiligheidsrelevante systemen moet volgens Europese regelgeving een safety case worden opgesteld die voornamelijk de interne (technische) eigenschappen van de bewuste systemen toetst. Daarnaast worden risico's in kaart gebracht die niet worden gemitigeerd door de interne eigenschappen van het systeem maar door richtlijnen voor gebruik. Deze richtlijnen of SRAC's moeten worden gedocumenteerd in de safety case en overgedragen aan de houder, onderhouder of gebruiker. De houder, onderhouder of gebruiker draagt de verantwoordelijkheid voor het ordentelijk toepassen van de gebruiksvoorwaarden gedurende de periode dat het systeem wordt gebruikt.

⁴ De Application Guide is op te vragen bij de beheerder.



5. Omstandigheden

Het technisch dossier om toelating te verkrijgen op het spoor dient voor compatibiliteit met spoorstroomlopen te voldoen aan de EN 50238-1 en CLC/TS 50238-2 rekening houdend met EN 50388 serie, EN 50126, EN 50128 en EN 50129. Voor de referentie verwijzingen met paragraafnummer is uitgegaan van de EN 50238 en CLC/TS 50238-2.

Een trein kan onder testomstandigheden zonder invloeden van buitenaf voldoen aan stoorstroom eisen maar een trein moet in zijn normale operationele omgeving ook voldoen. In de EN 50238 is dit onderkend, daarom is een lijst van testomstandigheden opgenomen in EN 50238 § 6.4.3 en TS 50238-2 B.6. In de praktijk van toelating is gebleken dat een aantal punten niet eenduidig is vastgelegd en deze worden daarom hier aangevuld.

In het technisch dossier zullen alle in EN 50238, CLC/TS 50238-2 beschreven omstandigheden – aangevuld met de hieronder benoemde – moeten worden getoetst. Expliciet moet per omstandigheid worden vermeld met welke test of analyse is aangetoond dat wordt voldaan aan de eisen.

NB: In de EN 50238, CLC/TS 50238-2 en deze bijlage is een aantal testomstandigheden beschreven waarbij in het verleden is gebleken dat deze maatgevend kunnen zijn. Het kan zijn dat door nieuwe technieken in een trein aanvullende risico's op kunnen treden. De lijst is dus slechts een minimum op basis van het reeds toegepaste dan wel bekende technische configuraties. Testscenario's moeten door aanvrager door middel van een risicoanalyse worden aangevuld in geval van in gebied met 75 Hz laagfrequente spoorstroomlopen niet eerder toegepaste technische configuraties. Het doel hiervan is om vast te stellen of uit het ontwerp nog nieuwe risico's naar voren komen waarvoor aanvullende omstandigheden moeten worden beschouwd.

5.1 Rijp en ijzel

In EN 50238 § 6.4.3 staat gedefinieerd dat 'environmental conditions' moeten worden beproefd met twee specifieke situaties (bijvoorbeeld wielslip bij het afremmen en versnellen ten gevolge van slechte adhesie). Rijp en ijzel staan hier echter niet bij terwijl deze in Nederland ook tot de 'environmental conditions' behoren. Ze zijn relevant want komen gemiddeld 14 dagen per jaar voor en bemoeilijken in de praktijk het rijden omdat de stoorstroomdetector zodanig vaak kan afschakelen dat het spoorvoertuig een baanvak gedurende enkele uren kan blokkeren dan wel de detector onvoldoende kan ingrijpen omdat deze vanwege overbrugging niet beschikbaar is. *In de volgende gevallen moet aangetoond worden dat de beschikbaarheid van de stoorstroomdetector zodanig gehandhaafd blijft dat de rit onder normale operationele omstandigheden kan worden uitgevoerd:*

- Wanneer alleen de detector bij rijp en ijzel kan worden beïnvloed.*
- In geval de 75 Hz materieel impedantie of stoorstroomonderdrukking met passief lijnfilter wordt gehaald en er geen actieve regelingen worden toegepast om de impedantie te verhogen c.q. stoorstroom te onderdrukken.*

Indien de installatie een actieve impedantie⁵ dan wel stoorstroomregeling heeft, kan de regeling actief een langzaam verlopende 75 Hz stroom gaan produceren als reactie op een 'momentane' stoorstroom. Ook kan stoorstroom ontstaan doordat lijnfilters, die op een zekere onderstation-afstand samen met de lijn afgestemd staan op een sub-harmonische van 75 Hz, worden aangestoten ten gevolge van rijp/ijzel. In combinatie met een niet-lineair filter zoals een diode of verzadigbare spoel, kan zo een 75 Hz-stroom ontstaan. Niet-lineaire filters vormen daarom een risico. *Installaties voorzien van actieve filters Een tractie-installatie waarbij de reductie van de stoorstroom niet uitsluitend wordt gerealiseerd door een passief filter maar (ook) met behulp van regeltechniek, bijvoorbeeld door het meten van 75 Hz spanningen op de bovenleiding en het vervolgens actief compenseren van optredende stoorstromen door het genereren van een tegengestelde spanning. moeten op het ontstaan van dergelijke resonanties worden onderzocht met behulp van simulaties, laboratoriumtesten en toelatingsritten. Daarnaast moet het gedrag in de eerste winterperiode worden gemonitord.*

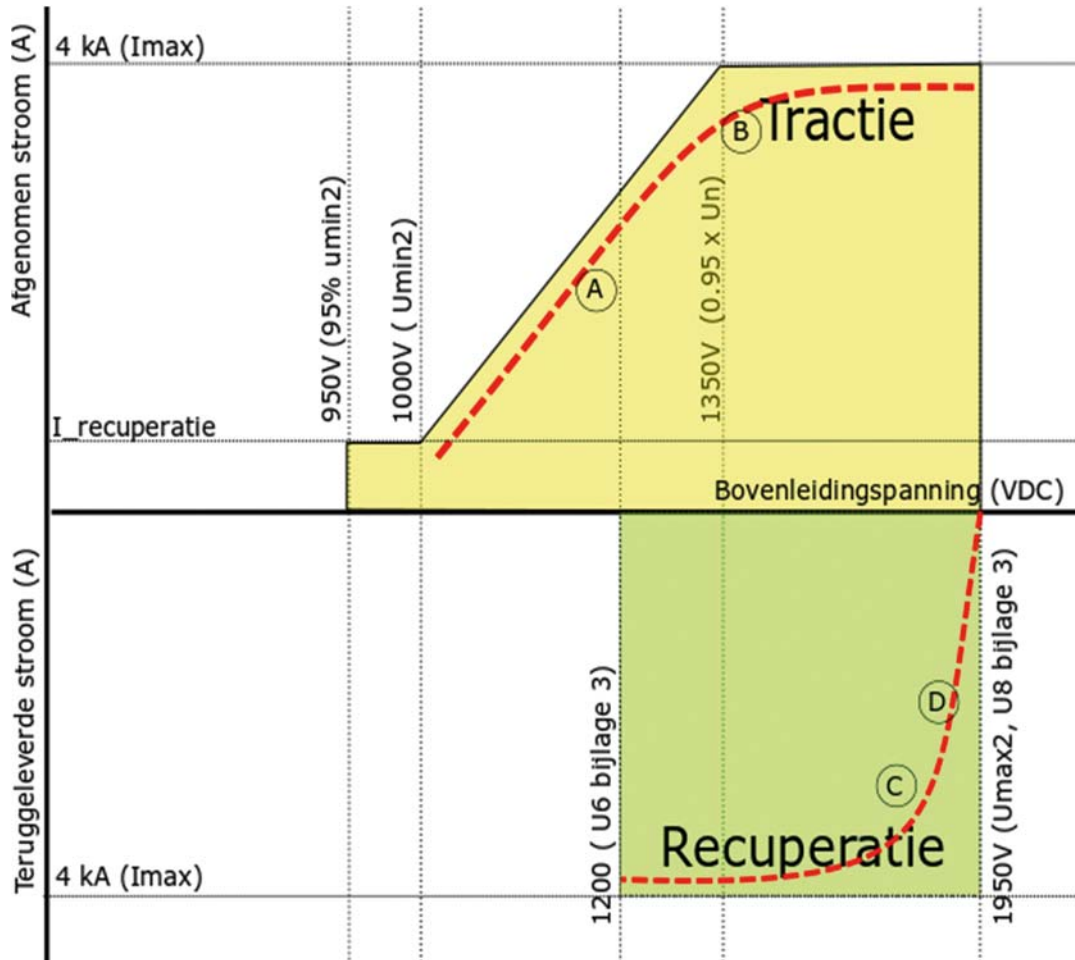
5.2 Spanningsbereik

In artikel 11 en punt 1.11 van bijlage 10 staan spanningen/stromen gedefinieerd waarbinnen een trein vermogen mag vragen of leveren om het net stabiel te houden, gebaseerd op de EN 50163:2005 §4.1 en EN 50388:2012 §7.2. De aanvrager moet erop toezien dat binnen deze grenzen een stabiele regeling wordt ingepast (rode streeplijn van Figuur 3). De ervaring leert dat regelingen in spoorvoertuigen juist op de knikpunten van deze regeling een niet-lineair karakter hebben en dat oscillaties juist op de

⁵ De impedantie wordt verhoogd d.m.v. een actieve regeling

knikpunten (B,C) en flanken (A,D) voorkomen. In het technisch dossier moeten de werkpunten A tot en met D dan ook worden getoetst.

Figuur 3: Bovenleiding spanningen; de maximale stroom als functie van de spanning.



5.3 Stabiliteit

Een installatie die met behulp van een constant vermogen regeling energie opneemt, heeft binnen het frequentiegebied waarin de vermogensregeling actief is, een negatieve impedantie en kan gaan oscilleren. Instabiel gedrag uit zich bijvoorbeeld in sterk wisselende koppelvariaties en wordt niet altijd opgemerkt, terwijl grote AC-componenten in de lijnstroom kunnen ontstaan.

Regelingen kunnen instabiel worden buiten hun normale werkgebied, bijvoorbeeld bij:

- A. Een specifieke, vaak hoge, lijnimpedantie;
- B. Regelingen in een ander spoorvoertuig.

De stromen met veelal lage frequenties die hierdoor ontstaan, kunnen in combinatie met het gelijkrichten in het onderstation of door niet lineaire elementen in het lijnfilter zoals een diode of verzadigbare spoel, 75 Hz-componenten vormen.

Bovenstaande twee onderwerpen worden hieronder nader toegelicht.

A Hoge lijnimpedantie:

De stabiliteit van een eigen installatie moet worden aangetoond tot een maximale netimpedantie behorend bij 7 km⁶ enkel spoor, eenzijdig gevoed.

⁶ EN50238-2:2015 § B.6.2.4.3



B Regelingen andere spoorvoertuigen

Er zijn voorbeelden bekend van interacties tussen spoorvoertuigen. De regelkarakteristieken van de verschillende typen spoorvoertuigen zijn niet bij de houder en de beheerder bekend. In de Wildenrath-testen voor parallelloop zijn regelfrequenties in bestaande spoorvoertuigen tot 7 Hz waargenomen.

Indien aan beide onderstaande voorwaarden wordt voldaan, is aannemelijk gemaakt dat deze interactie niet plaatsvindt:

- de kantelfrequentie van het filter gevormd door het 'lijn' filter van de maximale treinsamenstelling gecombineerd met de inductie behorende bij de in de CLC/TS 50238-2 genoemde grootst mogelijke onderstationsafstand (7 km) is groter dan 7 Hz.
- de kantelfrequentie van de passieve lijnfilter componenten van het spoorvoertuig is kleiner dan 22 Hz.

Indien het lijnfilter niet voldoet aan bovenstaande voorwaarde moet de stabiliteit van de regelingen in interactie met andere voertuigen op een andere wijze worden aangetoond. Mogelijkheden zijn bijvoorbeeld het langdurige monitoren op instabiel gedrag in de praktijk of detecteren en ingrijpen.

5.4 50 Hz in Parallelloop

Een deel van de 25 kV-50 Hz hoofdspoorweginfrastructuur is ingepast in de nabijheid (minder dan 700m) van bestaande 1.500 V DC hoofdspoorweginfrastructuur. Deze 'Parallelloop' baanvakken zijn opgenomen in het infrastructuurregister, bedoeld in artikel 26bb van de wet (zie Memo Parallelloop voor SG AKMI v1.1. d.d. 18 december 2014).

Bij inzet van spoorvoertuigen op de 'Parallelloop' baanvakken moet worden aangetoond dat het spoorvoertuig blijft voldoen aan de eisen zoals in deze bijlage geformuleerd in geval van een 50 Hz-rimpel in de 1.500 V DC-tractiespanning van maximaal 50 V bij een inductieve bronimpedantie met een schijnbare impedantie van $0,5 \Omega$.

5.5 Interlacing / testen meerdere installaties

Indien interlacing, zoals beschreven in CLC/TS 50238-2, tussen de tractie-installaties nodig is om aan de stoorstroomeisen van deze regeling te voldoen of indien om een andere reden de metingen niet zijn uitgevoerd aan de kleinste deelbare elektrische installatie zijn sommatie regels niet zonder meer toepasbaar. In dat geval moet door middel van een statistische analyse met 96% betrouwbaarheid worden aangetoond dat het samengestelde geheel van elektrische installaties van het spoorvoertuig de relevante curve niet overschrijdt⁸.

5.6 Stoorstroomproductie bestaande spoorvoertuigen

In eerdere versies van de RKS / RIS zijn er eisen gesteld aan de 75 Hz-band met een curve vergelijkbaar met de in Tabel 1 gedefinieerde 75 Hz curve en een 50 A wisselstroomeis die is toegepast vanaf 10 Hz. Bij de toetsing moet als uitgangspunt worden meegenomen dat er met betrekking tot de interactie tussen spoorvoertuigen, treinen op de hoofdspoorweginfrastructuur rijden die bij iedere willekeurige frequentie boven 10 Hz en buiten de stoorstroomband (75 Hz), 50 A produceren.

Eveneens zijn er defecten in twee type treinen bekend die zeer hoge 25 Hz-stromen van 300 A kunnen produceren. Stromen in het spoorvoertuig boven de curve 'Zelden' als vermeld in Figuur 2 dienen hierbij te worden voorkomen. Indien dit niet door een stoorstroomdetector bewaakt wordt, kunnen aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

6 Stoorstroomdetector

6.1 Functionele eisen

Elektrische spoorvoertuigen zijn voorzien van één of meerdere stoorstroomdetectoren die alle installaties bewaken en die ervoor zorgen dat de kans van overschrijden van de curve 'Normaal' – ook bij een defect – kleiner is dan 10^{-7} per uur per treinstel of locomotief. *Bij ontbreken van stoorstroomde-*

⁷ Indien nodig is hier een ruimere limiet van 5,2 A toepasbaar. In de parallelloop zijn uitsluitend dubbelbenige spoorstroomlopen toegepast met als consequentie dat daar een locatie-afhankelijke immuniteit van 5,2 A te gebruiken is waarvan de tijdsafhankelijkheid echter niet is onderzocht. EN

⁸ Het exacte aantal testen hangt af van het ontwerp en hoe ver men van de grenswaarde af zit. Hierbij kunnen statistische technieken worden gebruikt om een maximum waarde te bepalen met een betrouwbaarheidsinterval van 96%.



tectoren moet het treinstel of locomotief worden ontworpen en gebouwd conform de regels van EN 50126, EN 50128 en EN 50129 waarbij eveneens moet worden aangetoond dat de kans op overschrijding – ook bij een defect – kleiner is dan 10^{-7} per uur per treinstel of locomotief.

Omdat het proces van vaststellen of aan deze eis wordt voldaan complex en zeer moeilijk te doorlopen is voor een installatie die niet ontworpen is voor een veiligheidsfunctie, ligt het voor de hand dat voor een stoorstroomdetector wordt gekozen.

Een uitzondering hierop is weerstandverwarming, omdat in EN 50129 (Annex C.7) geen faalwijzen worden gedefinieerd die tot nieuwe langdurig aanwezige harmonische componenten leiden.

Ook voor de combinatie van een defect waarbij de stoorstroomlimiet wordt overschreden en het niet ingrijpen van de detector, geldt de eis dat de faalfrequentie kleiner dient te zijn dan 10^{-7} per uur per trein.

Omdat het een product is van een faalfrequentie en een faalkans, is dit in principe een eenvoudig te realiseren eis die niet getsmatig, dat wil zeggen met behulp van bijvoorbeeld een foutenboom, behoeft te worden onderbouwd. De stoorstroomdetector zal namelijk worden gebruikt om een grens te bewaken, maar kan door een specifieke implementatie gevoeliger zijn dan gewenst.

De veiligheid wordt mede bepaald door:

1. Het niet ingrijpen van de detector;
2. Het niet beschikbaar zijn van de detector (overbrugging);
3. Het zo vaak aanspreken van de detector dat het ingrijpen niet meer wordt onderzocht (gewenning).

Het niet beschikbaar zijn van de detector en het niet opvolgen van meldingen zal in de praktijk dominant zijn. De veiligheid, de beschikbaarheid alsmede het ongewenst niet aanspreken van de detector dient te worden aangetoond.

De hierboven genoemde punten 1 en 2 hangen samen met de kwaliteit van de detector.

De noodzaak tot overbrugging kan voortkomen uit een storing in de infrastructuur of een defect in het spoorvoertuig.

In paragraaf e: 'Overbrugging' hieronder wordt nader ingegaan op de (inrichting van) processen voor het overbruggen van de detector.

Hierboven genoemd punt 3 hangt samen met het niet meer onderzoeken van het aanspreken van de detector. Wanneer bijvoorbeeld een detector vaak aanspreekt op wielslip, zal er bij het opnieuw aanspreken van de detector niet meer worden onderzocht of het dit keer ook wielslip was. Deze menselijke neiging de meest waarschijnlijke oorzaak maar aan te nemen wordt sterk beïnvloed door het aantal keren dat de detector aanspreekt.

Hoe minder een detector aanspreekt hoe groter de kans is dat het aanspreken ook echt wordt onderzocht. Daarom zal in het technisch dossier moeten worden aangetoond dat de detector niet aanspreekt onder alle normaal voorkomende verschijnselen (zie paragraaf normering). Dit kan door middel van een monitorperiode van tenminste 10 000 bedrijfsuren worden aangetoond.

De detector dient ongevoelig te zijn voor rijp en ijzel tenzij de bestuurder van het spoorvoertuig en het onderhoudsbedrijf kunnen vaststellen of de detector heeft aangesproken ten gevolge van rijp of ijzel op de bovenleiding, bijvoorbeeld door:

- een automatische melding door de betreffende elektrische installatie van het spoorvoertuig zelf, dan wel;
- een werkinstructie die de bestuurder in staat stelt zulks vast te stellen.

6.2 Implementatie-eisen

De stoorstroomdetector detecteert de overschrijdingen van de stoorstroomnorm ten gevolge van defecten in een installatie en schakelt de stoorstroombron uit gedurende ten minste vijf seconden met maximaal drie automatische wederinschakelingen per dag.

Bij treinsamenstellingen moet de beschikbare stoorstroomruimte worden verdeeld, en dat mag onder de aanname dat alle installaties, behalve de defecte, nominaal functioneren.



a. Uitschakelcommando

Het uitschakelcommando dient te worden gegeven indien:

1. De curve 'Normaal' vanaf 1 seconde wordt overschreden of,
2. De curve 'Zelden' wordt overschreden. De voorwaarden voor het gebruik van deze curve staan beschreven in punt 4 van deze bijlage.

Indien gebruik wordt gemaakt van de curve 'Zelden' dient ten behoeve van storingsonderzoek ook het overschrijden van de curve 'Normaal' te worden gelogd. Hierbij dient ten minste het tijdstip te worden gelogd.

Het verdient aanbeveling om ook de grootte van de overschrijding en gegevens over de tractie-installatie en hulpverbruik te registreren om het storingsonderzoek te vereenvoudigen.

b. Alternatieve implementatie curven/eisen

De curven uit Figuur 1 zijn slechts een vereenvoudigde uitkomst van het track relay (TR) of track repeater relay (TPR) model van de spoorstroomloop. Om de implementatie van de curven voor het uitschakelen en het monitoren uit Figuur 1 te vereenvoudigen kan als alternatief voor paragraaf 6.2a ook aan de navolgende eisen worden voldaan:

- Kies een curve onder de curven in de grafiek of
- Kies een uitschakelcommando opgebouwd uit:
 - i. 1,7 A (curve 'Normaal') of 4,25 A (curve 'Zelden'), afschakeling volgens het 30%-algoritme in combinatie met:
 - ii. 0,5 A (curve 'Normaal') of 1,8 A (curve 'Zelden') RMS gewogen over 5 seconden.

Dit is bedoeld om de stoorstroomdetector minder gevoelig te maken voor transiënten die door de voldoende tijd tussen die transiënten als eenmalig mogen worden beschouwd hetgeen wordt gerealiseerd door middel van emulatie van het vertraagd afvallen van het TPR relais.

c. Reactietijd

De stoorstroomdetector heeft een reactietijd van ten hoogste 500 ms. Daarbij wordt de reactietijd omschreven als de tijd tussen het genereren van het uitschakelcommando en het uitschakelen van de stoorstroombron. Maximale tijd voor overschrijding tot uitschakelcommando $T_i + 500$ ms (T_i , integratietijd, volgens Figuur 1).

d. Controle werking

De stoorstroomdetector dient te voldoen aan de eisen zoals genoemd in CLC/TS 50238-2 Annex B.9. De werking van de stoorstroomdetector en voorliggende meetketen dienen automatisch te worden gecontroleerd met behulp van een automatische zelftest van het systeem, in ieder geval bij het opstarten (opbouwen) van het spoorvoertuig.

Indien de automatische zelftest na aanspreken tijdens gebruik geen uitsluitel geeft of het aanspreken van de detector te wijten is aan een defect in een elektrische installatie van het spoorvoertuig, van de detector zelf of van een defect aan de hoofdspoorweginfrastructuur, is er een procedure beschikbaar die de bestuurder in staat stelt om de oorzaak van aanspreken vast te stellen.

Indien de automatische zelftest resulteert in een foutmelding, wordt de oorzaak vastgesteld door uitlezen van het systeem dan wel toepassen van de voornoemde procedure. Bedoelde procedure wordt als veiligheidsrelevante toepassingsvoorwaarde opgelegd aan de houder, onderhouder of gebruiker.

Is er sprake van aanspreken ten gevolge van een defect van de detector zelf of wanneer er sprake is van een defect van de railinfrastructuur, kan deze worden overbrugd (zie paragraaf e: 'Overbrugging' hieronder). Wanneer de detector zelf correct functioneert maar wel wordt aangesproken, dient houder de oorzaak via een testprocedure vast te stellen en storingsen te herstellen.

e. Overbrugging

De stoorstroomdetector heeft een mogelijkheid het uitschakelcommando te overbruggen. Deze overbrugging mag alleen zonder aanvullende onderzoek worden toegepast als door middel van een zelftest blijkt dat de detector defect is.

Als uit de zelftest blijkt dat de stoorstroomdetector niet defect is, mag de mogelijkheid van overbrug-



ging alleen worden gebruikt nadat is vastgesteld of:

- storingsonderzoek in de infra of het spoorvoertuig moet plaatsvinden;
- maatregelen noodzakelijk zijn om de trein zijn rit veilig te laten vervolgen (deze maatregelen zijn bijvoorbeeld aanrijden overwegen en geen automatische rijweginstelling afgeven).

De overbrugging van de stoorstroomdetector dient zo kort mogelijk te zijn.

Het overbruggen van de detector moet procedureel worden geregeld om te voorkomen dat een detector wordt overbrugd, juist als er een defect in de installatie aanwezig is. Bedoelde procedure wordt als veiligheidsrelevante toepassingsvoorwaarde opgelegd aan de houder, onderhouder of gebruiker.

Hiermee wordt voorkomen dat de stoorstroomdetector wordt overbrugd, onder aanname dat de detector defect is, terwijl er een stoorstroomdefect in de trein aanwezig is.

De instantie die de onderhoudsvoorschriften toetst, dient expliciet te controleren dat de veiligheidsrelevante toepassingsvoorwaarden voor overbruggen zijn opgenomen in de procedures van de spoorwegonderneming (waaronder de werkinstructies voor de machinist of tweedelijns ondersteuning).

Bij rijp en ijzel mag er van uit worden gegaan dat de oorzaak geen defect in de trein of in de infrastructuur is.

Het kan voor storingsonderzoek nuttig zijn om te vervolgen met een korte rit. Doel van deze korte rit is uitsluitend om vast te stellen of het probleem zich met het spoorvoertuig verplaatst (dan is er sprake van een defect spoorvoertuig) of dat het mogelijk een infraprobleem is (dan heeft waarschijnlijk een volgende trein hetzelfde probleem)

f. Detectoren op de filterspanning (spanning over condensator lijnfilter)

Aanvullend op de functionele en implementatie-eisen voor de stoorstroomdetector, gelden voor detectoren die werken op filterspanning, de volgende eisen:

- Treinmaterieel is conform CLC/TS 50238-2 Annex B.9 voorzien van één of meerdere stoorstroomdetectoren die het samenstellend geheel van alle elektrische installaties bewaken en de niet gedetecteerde productie van stoorstromen boven de relevante toegestane norm uitsluiten.
- *Er worden geen niet-lineaire componenten in het lijnfilter toegepast.*
- *Niet alleen 75 Hz verschijnselen worden bewaakt maar ook op componenten die stoorstromen produceren die tot 75 Hz kunnen leiden.*
- *De kans op een 'common cause'-fout, die zowel de stoorstroomdetector minder gevoelig maakt als de stoorstroom laat toenemen, is aantoonbaar kleiner dan 10^{-7} per uur.*
- *De kans dat een trein rondrijdt met een lijnfilterspoel waarvan de impedantie meer dan 10% is afgenomen, is aantoonbaar kleiner dan 10^{-7} per uur per treinstel/ locomotief.*

g. Toepassing curve 'Zelden' in plaats van 'Normaal'

De stoorstroomdetector dient te worden ingesteld op de curve 'Normaal'. Indien een trein bij bijvoorbeeld ijzel een beschikbaarheidsprobleem ondervindt, kan de stoorstroomdetector ingesteld worden op de curve 'Zelden', indien aan alle onderstaande voorwaarden wordt voldaan:

- Eenmalig wordt aangetoond dat de kans van stoorstromen ten gevolge van niet bij de toelating opgemerkte verschijnselen kleiner is dan 10^{-4} (één uur per jaar per treinstel/ locomotief) en een frequentie van voorkomen van 10^{-3} per uur (tien incidenten per jaar), gebaseerd op een monitoringsdossier van 10 000 bedrijfsuren met daarin tenminste één winterperiode;
- Gedurende de gehele levensduur wordt een monitorings- en opvolgproces toegepast waarin overschrijdingen van de curve 'Normaal' worden onderzocht. De gehanteerde werkwijze staat het monitoren tot het niveau van de individuele detector toe en het vergelijken van de gegevens van een afwijkende detector met de gemiddelden van het betreffende treintype. Indien het aantal en de aard van de registraties afwijkt van de rest van de vloot dient de installatie te worden onderzocht op mogelijke defecten en in gegeven geval moet reparatie volgen voordat het betrokken spoorvoertuig weer mag worden ingezet. *Elk kwartaal wordt een rapportage per materieeltype opgeleverd waarbij de gerealiseerde performance in termen van aantal en duur in dat kwartaal kan worden vergeleken met de prestaties over de gehele levensduur van de trein.*

h. 30%-algoritme

Bij de berekening van het uitschakelcommando of logging van de stoorstroomdetector of bij de opbouw van het infracompatibiliteitsdossier mag rekening worden gehouden met de TPR-emulatie

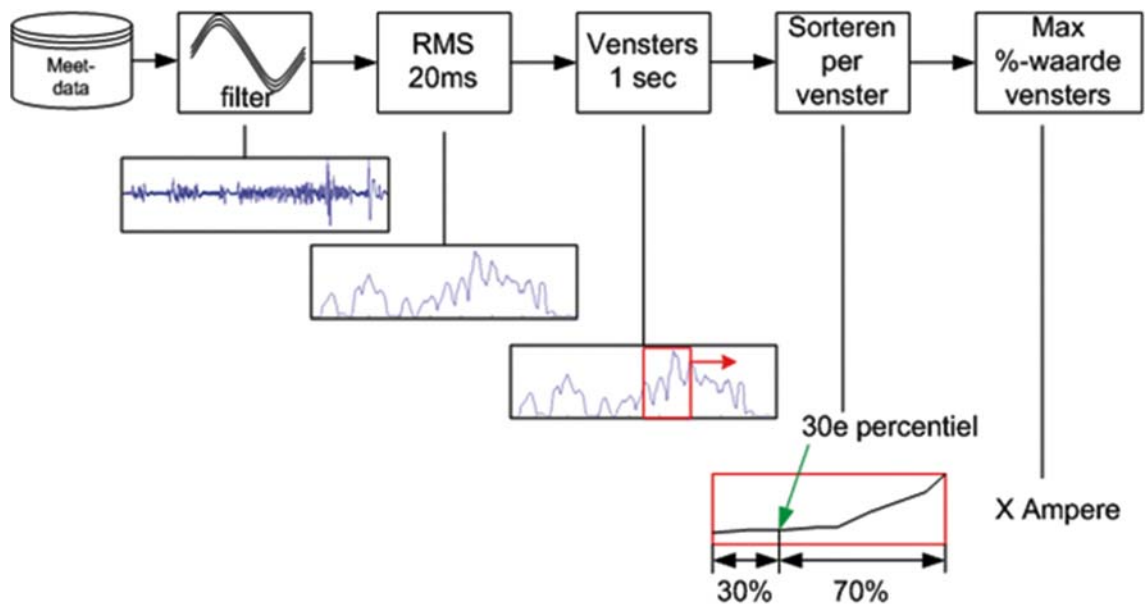
conform het 30%-algoritme. Het 30% algoritme heeft in zichzelf al een tijdsaspect. Daarom moet het ingrijpen volgen zodra de waarde overschreden is en zijn de tijdvensters uit de curven niet van toepassing.

Het 30%-algoritme wordt gebruikt om onderscheid te maken tussen transiënten die behoren bij een inschakelverschijnsel en stoorstromen die langere tijd aanwezig zijn. Het 30%-algoritme is een emulatie van het gedrag van de TR en het meestal daarachter geplaatste vertraagd aantrekkende TPR relais. Een TPR kan alleen opblijven indien het TR relais 70% van de tijd gedurende 1 seconde op blijft. Het volgende algoritme kan worden gebruikt:

1. De (ruwe) gemeten AC component van de lijnstroom in een treinstel wordt gefilterd met een bandfilter. De karakteristieken van dit filter zijn beschreven in Tabel 2;
2. De effectieve waarde (RMS) van de uitkomst wordt elke 20 ms bepaald;
3. Vervolgens wordt een schuivend venster met een lengte van 1 seconde toegepast ofwel 50 samples van de RMS waarden;
4. De waarden binnen dit venster worden gesorteerd in oplopende grootte. De waarde die gevonden wordt bij 30% van het venster (oftewel de $30/100 \cdot 50 = 15^e$ waarde in de gesorteerde data is dan het '30^e percentiel');
5. De maximale waarde van alle vensters wordt bepaald en dat is dan de waarde die gerapporteerd wordt als 30^e percentiel.

Onderstaande figuur 4 geeft dit schematisch weer:

Figuur 4 Figuratieve beschrijving van het 30% algoritme



Indien een stoorstroomdetector alleen controleert of wordt voldaan aan een vooraf gedefinieerde grenswaarde, kunnen stappen 4 en 5 worden beperkt tot het vaststellen of meer dan 35 van de 50 samples van het 30%-criterium de alternatieve beoordelingscurven uit lid 6.2.b overschrijden.