



**RAAD VAN  
DE EUROPESE UNIE**

**Brussel, 15 juli 2010 (16.07)  
(OR. en)**

**12263/10  
ADD 1**

**TRANS 195**

**INGEKOMEN DOCUMENT**

---

|            |                                                                                                                                                                                                         |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| van:       | de Europese Commissie                                                                                                                                                                                   |
| ingekomen: | 14 juli 2010                                                                                                                                                                                            |
| aan:       | het secretariaat-generaal van de Raad                                                                                                                                                                   |
| Betreft:   | Ontwerp-besluit van de Commissie van [...] betreffende de technische specificatie inzake interoperabiliteit van het subsysteem "energie" van het conventionele trans-Europees spoorwegsysteem - Bijlage |

---

Hierbij gaat voor de delegaties Commissiedocument D007189/02 Bijlage.

Bijlage: D007189/02 Bijlage

## BIJLAGE

**RICHTLIJN 2008/57/EG betreffende de interoperabiliteit van het spoorwegsysteem in de  
Gemeenschap**

**TECHNISCHE SPECIFICATIE INZAKE INTEROPERABILITEIT**

**Subsysteem "Energie" voor conventionele spoorwegen**

|         |                                                                                    |    |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.      | Inleiding .....                                                                    | 4  |
| 1.1.    | Technisch toepassingsgebied .....                                                  | 4  |
| 1.2.    | Geografisch toepassingsgebied .....                                                | 4  |
| 1.3.    | Inhoud .....                                                                       | 4  |
| 2.      | Definitie en toepassingsgebied van het subsysteem .....                            | 5  |
| 2.1.    | Definitie van het subsysteem "Energie" .....                                       | 5  |
| 2.1.1.  | Energievoorziening .....                                                           | 6  |
| 2.1.2.  | Bovenleiding en stroomafnemer .....                                                | 7  |
| 2.2.    | Raakvlakken met andere subsystemen en raakvlakken binnen het subsysteem zelf ..... | 7  |
| 2.2.1.  | Inleiding .....                                                                    | 7  |
| 2.2.2.  | Raakvlakken van de energievoorziening .....                                        | 7  |
| 2.2.3.  | Raakvlakken tussen bovenleiding/stroomafnemers en hun wisselwerking .....          | 8  |
| 2.2.4.  | Fase- en systeemscheidingen als raakvlakken .....                                  | 8  |
| 3.      | Essentiële eisen .....                                                             | 9  |
| 4.      | Kenmerken van het subsysteem .....                                                 | 12 |
| 4.1.    | Inleiding .....                                                                    | 12 |
| 4.2.    | Functionele en technische specificaties van het subsysteem .....                   | 12 |
| 4.2.1.  | Algemene bepalingen .....                                                          | 12 |
| 4.2.2.  | Specifieke fundamentele parameters van het subsysteem "Energie" .....              | 12 |
| 4.2.3.  | Spanning en frequentie .....                                                       | 13 |
| 4.2.4.  | Parameters inzake de prestaties van het energievoorzieningssysteem .....           | 13 |
| 4.2.5.  | Continuïteit van de energievoorziening tijdens storingen in tunnels .....          | 14 |
| 4.2.6.  | Stroomvoerend vermogen, gelijkstroomsystemen, stilstaande treinen .....            | 14 |
| 4.2.7.  | Recuperatieremming .....                                                           | 14 |
| 4.2.8.  | Coördinatie van elektrische beveiliging .....                                      | 15 |
| 4.2.9.  | Harmonische en dynamische effecten voor wisselstroomsystemen .....                 | 15 |
| 4.2.10. | Harmonische emissies naar het elektriciteitsnet .....                              | 15 |
| 4.2.11. | Elektromagnetische compatibiliteit met de omgeving .....                           | 15 |
| 4.2.12. | Milieubescherming .....                                                            | 15 |
| 4.2.13. | Geometrie van de bovenleiding .....                                                | 15 |
| 4.2.14. | Omgrenzingsprofiel van stroomafnemers .....                                        | 17 |
| 4.2.15. | Gemiddelde opdrukkracht .....                                                      | 17 |
| 4.2.16. | Dynamisch gedrag van de stroomafnemers en kwaliteit van de stroomafname .....      | 17 |
| 4.2.17. | Stroomafnemerafstand .....                                                         | 19 |
| 4.2.18. | Rijdraadmateriaal .....                                                            | 19 |
| 4.2.19. | Fasescheidingsecties .....                                                         | 19 |
| 4.2.20. | Systeemscheidingsecties .....                                                      | 20 |
| 4.2.21. | Meetapparatuur elektriciteitsverbruik .....                                        | 21 |

|        |                                                                                                  |    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.   | Functionele en technische specificaties van de raakvlakken.....                                  | 22 |
| 4.3.1. | Algemene voorschriften.....                                                                      | 22 |
| 4.3.2. | Locomotieven en reizigerstreinen.....                                                            | 22 |
| 4.3.3. | Infrastructuur.....                                                                              | 23 |
| 4.3.4. | Besturing en seingeving.....                                                                     | 23 |
| 4.3.5. | Exploitatie en verkeersleiding van rollend materieel.....                                        | 23 |
| 4.3.6. | Veiligheid in spoorwegtunnels .....                                                              | 23 |
| 4.4.   | Bedrijfsvoorschriften.....                                                                       | 23 |
| 4.4.1. | Inleiding.....                                                                                   | 23 |
| 4.4.2. | Beheer van de energievoorziening.....                                                            | 24 |
| 4.4.3. | Uitvoeren van werken .....                                                                       | 24 |
| 4.5.   | Onderhoudsvoorschriften .....                                                                    | 24 |
| 4.6.   | Kwalificaties.....                                                                               | 25 |
| 4.7.   | Gezondheid en veiligheid.....                                                                    | 25 |
| 4.7.1. | Inleiding.....                                                                                   | 25 |
| 4.7.2. | Beschermende maatregelen voor onderstations en schakelstations.....                              | 25 |
| 4.7.3. | Beschermende maatregelen voor het bovenleidingsysteem.....                                       | 25 |
| 4.7.4. | Beschermende maatregelen voor retourstroomcircuits.....                                          | 26 |
| 4.7.5. | Overige algemene vereisten.....                                                                  | 26 |
| 4.7.6. | Reflecterende kleding .....                                                                      | 26 |
| 4.8.   | Infrastructuurregister en Europees register van goedgekeurde voertuigtypen .....                 | 26 |
| 4.8.1. | Inleiding.....                                                                                   | 26 |
| 4.8.2. | Infrastructuurregister.....                                                                      | 26 |
| 4.8.3. | Europees register van goedgekeurde voertuigtypen.....                                            | 26 |
| 5.     | Interoperabiliteitsonderdelen .....                                                              | 27 |
| 5.1.   | Lijst van onderdelen .....                                                                       | 27 |
| 5.2.   | Prestaties en specificaties van interoperabiliteitsonderdelen .....                              | 28 |
| 5.2.1. | Bovenleiding.....                                                                                | 28 |
| 6.     | Conformiteitskeuring van de interoperabiliteitsonderdelen en EG-keuring van de subsystemen ..... | 29 |
| 6.1.   | Interoperabiliteitsonderdelen.....                                                               | 29 |
| 6.1.1. | Conformiteitskeuringsprocedure.....                                                              | 29 |
| 6.1.2. | Aanwending van modules.....                                                                      | 29 |
| 6.1.3. | Innovatieve oplossingen voor interoperabiliteitsonderdelen .....                                 | 30 |
| 6.1.4. | Bijzondere keuringsprocedure voor interoperabiliteitsonderdeel "bovenleiding" .....              | 30 |
| 6.1.5. | EG-verklaring van conformiteit van interoperabiliteitsonderdelen .....                           | 31 |
| 6.2.   | Subsysteem "Energie" .....                                                                       | 31 |
| 6.2.1. | Algemene bepalingen.....                                                                         | 31 |
| 6.2.2. | Aanwending van modules.....                                                                      | 32 |
| 6.2.3. | Innovatieve oplossingen.....                                                                     | 32 |
| 6.2.4. | Bijzondere keuringsprocedures voor het subsysteem .....                                          | 32 |
| 6.3.   | Subsysteem met interoperabiliteitsonderdelen zonder EG-keuringsverklaring .....                  | 33 |
| 6.3.1. | Voorwaarden.....                                                                                 | 33 |
| 6.3.2. | Documentatie .....                                                                               | 34 |
| 6.3.3. | Onderhoud van de subsystemen die overeenkomstig 6.3.1 zijn gekeurd .....                         | 34 |
| 7.     | Uitvoering .....                                                                                 | 35 |
| 7.1.   | Algemeen.....                                                                                    | 35 |
| 7.2.   | Progressieve strategie voor interoperabiliteit.....                                              | 35 |
| 7.2.1. | Inleiding.....                                                                                   | 35 |
| 7.2.2. | Migratiestrategie voor spanning en frequentie.....                                               | 35 |

|                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.2.3. Migratiestrategie voor stroomafnemers en de geometrie van bovenleidingen .....                                              | 35 |
| 7.3. Toepassing van deze TSI op nieuwe lijnen .....                                                                                | 35 |
| 7.4. Toepassing van deze TSI op bestaande lijnen .....                                                                             | 36 |
| 7.4.1. Inleiding .....                                                                                                             | 36 |
| 7.4.2. Aanpassing/vernieuwing van de bovenleiding en/of stroomvoorziening .....                                                    | 36 |
| 7.4.3. Onderhoudsparameters .....                                                                                                  | 36 |
| 7.4.4. Bestaande subsystemen waarvoor geen vernieuwings- of aanpassingsproject<br>bestaat .....                                    | 37 |
| 7.5. Specifieke gevallen .....                                                                                                     | 37 |
| 7.5.1. Inleiding .....                                                                                                             | 37 |
| 7.5.2. Lijst van specifieke gevallen .....                                                                                         | 37 |
| 8. Lijst van bijlagen .....                                                                                                        | 42 |
| Bijlage A – Conformiteitskeuring interoperabiliteitsonderdelen .....                                                               | 43 |
| Bijlage B - EG-keuring van het subsysteem "Energie" .....                                                                          | 45 |
| Bijlage C – Informatie over het subsysteem "Energie" in het infrastructuurregister .....                                           | 48 |
| Bijlage D – Europees register van goedgekeurde voertuigtypen, informatie die voor het<br>substelsysteem "Energie" is vereist ..... | 49 |
| Bijlage E – Bepaling van het mechanische, kinematische omgrenzingsprofiel van<br>stroomafnemers .....                              | 50 |
| Bijlage F – Fase- en systeemscheidingsecties als oplossingen .....                                                                 | 60 |
| Bijlage G – Arbeidsfactor .....                                                                                                    | 62 |
| Bijlage H – Elektrische beveiliging: uitschakeling van hoogspanningsschakelaars .....                                              | 64 |
| Bijlage I – Lijst met normen waarnaar in deze TSI wordt verwezen .....                                                             | 65 |
| Bijlage Z – Glossarium .....                                                                                                       | 67 |

## **INLEIDING**

### **Technisch toepassingsgebied**

Deze TSI betreft het subsysteem "Energie" van het trans-Europese conventionele spoorwegsysteem. Het subsysteem "energie" is een van de subsystemen in bijlage II bij Richtlijn 2008/57/EG.

### **Geografisch toepassingsgebied**

Het geografische toepassingsgebied van deze TSI is het trans-Europese conventionele spoorwegsysteem als bepaald in bijlage I, hoofdstuk 1.1 van Richtlijn 2008/57/EG.

### **Inhoud**

Als bepaald in artikel 5, lid 3, van Richtlijn 2008/57/EG bepaalt deze TSI:

- a. het toepassingsgebied (hoofdstuk 2);
- b. essentiële eisen voor het subsysteem "Energie" (hoofdstuk 3);
- c. de functionele en technische specificaties waaraan het subsysteem en zijn raakvlakken met andere subsystemen moeten voldoen (hoofdstuk 4);
- d. de interoperabiliteitsonderdelen en raakvlakken waarvoor Europese specificaties moeten worden vastgesteld, waaronder de Europese normen die noodzakelijk zijn om de interoperabiliteit van het spoorwegsysteem tot stand te brengen (hoofdstuk 5);
- e. per beoogd geval de procedures die gehanteerd moeten worden voor de beoordeling van hetzij de conformiteit of de geschiktheid voor gebruik van interoperabiliteitsonderdelen, hetzij de EG-keuring van de subsystemen (hoofdstuk 6);
- f. de uitvoeringsstrategie voor de TSI. Het is vooral noodzakelijk om de stappen te verduidelijken om van de huidige situatie geleidelijk over te gaan tot de uiteindelijke situatie waarin wordt voldaan aan de TSI (hoofdstuk 7);
- g. voor het betrokken personeel de kwalificaties en gezondheids- en veiligheidsvoorschriften op het werk voor de exploitatie en het onderhoud van het subsysteem in kwestie en voor de toepassing van de TSI (hoofdstuk 4).

Daarnaast kan overeenkomstig artikel 5, lid 5, rekening worden gehouden met specifieke gevallen; deze zijn vermeld in hoofdstuk 7.

Deze TSI bepaalt ten slotte in hoofdstuk 4 de regels voor exploitatie en onderhoud die specifiek gelden voor het in de delen 1.1 en 1.2 hierboven vermelde toepassingsgebied.

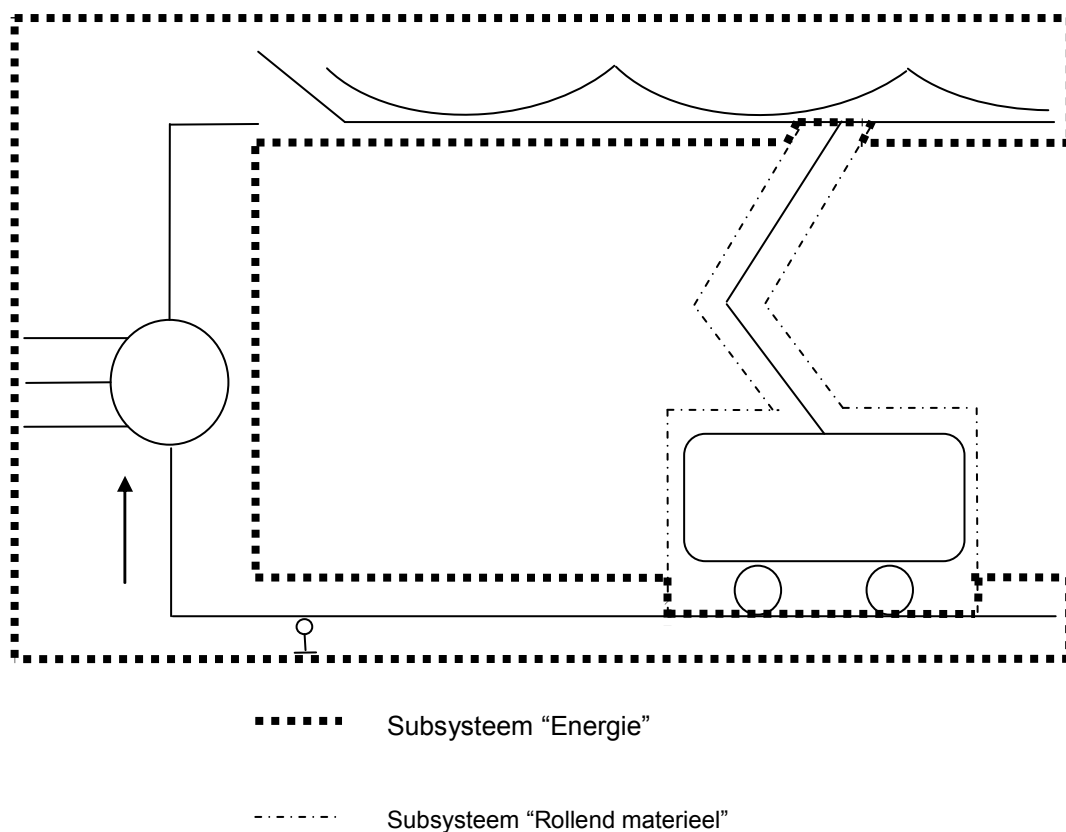
## DEFINITIE EN TOEPASSINGSGEBIED VAN HET SUBSYSTEEM

### Definitie van het subsysteem "Energie"

De TSI "Energie" specificeert de eisen ten aanzien van de interoperabiliteit van het spoorwegsysteem. Deze TSI omvat alle vaste gelijkstroom- of wisselstroominstallaties die benodigd zijn om, met inachtneming van de essentiële eisen, de treinen te voorzien van tractie-energie.

Het subsysteem "Energie" omvat tevens de definitie en de kwaliteitscriteria voor de wisselwerking tussen een stroomafnemer en de bovenleiding. Aangezien de geleidingsrail (derde rail) op de grond en het sleepschoensysteem geen doelsysteem is, beschrijft deze TSI geen eigenschappen of functionaliteiten van dergelijk systeem.

***Figuur 1: subsysteem "Energie"***



Het subsysteem "Energie" bestaat uit de volgende onderdelen:

- onderstations: onderstations zijn met de primaire zijde aangesloten op het hoogspanningsnet en verlagen deze spanning met transformatoren of convertoren tot een voor de treinen bruikbare spanning. De onderstations zijn met de secundaire zijde aangesloten op het rijdraadsysteem;

- b. schakelstations: tussen de onderstations worden schakelstations aangebracht waaruit de leiding gevoed en parallelgeschakeld wordt. Tevens hebben de schakelstations beveiligende, isolerende en compenserende functies en voeden zij de hulpapparatuur;
- c. systeemscheidingsecties: uitrusting die nodig is voor de overgang tussen elektrisch verschillende systemen of tussen verschillende delen van hetzelfde elektrische systeem;
- d. rijdraadsysteem: het rijdraadsysteem voert de tractiespanning die met op de treinen gemonteerde stroomafnemers daaruit wordt betrokken. Het rijdraadsysteem is tevens uitgevoerd met schakelaars die handbediend of automatisch zijn en waarmee naar behoefte secties of groepen rijdraden afgeschakeld kunnen worden. Voedingskabels maken ook deel uit van het rijdraadsysteem;
- e. retourcircuit: alle geleiders die bij storing bijkomend worden gebruikt om de retourstroom van de tractie naar de onderstations te geleiden. Hieruit volgt dat de stroomretourweg deel uitmaakt van het subsysteem "Energie" en een raakvlak heeft met het subsysteem "Infrastructuur".

Overeenkomstig Richtlijn 2008/57/EG omvat het subsysteem "Energie" ook:

- f. apparatuur voor het meten van het stroomverbruik dat zich aan boord bevindt. Deze apparatuur meet de energie die door het voertuig van de rijdraad wordt betrokken of daarheen wordt teruggevoerd (bij recuperatieremming) en die afkomstig is van het externe elektrische tractiesysteem. De apparatuur is een integrerend bestanddeel van een tractie-eenheid, wordt tegelijk met de tractie-eenheid in dienst gesteld en valt daarom onder het toepassingsgebied van de TSI inzake conventionele locomotieven en passagiersrijtuigen (CR LOC&PAS).

Overeenkomstig Richtlijn 2008/57/EG behoren ook stroomafnemers, die elektrische energie van de bovenleiding naar het voertuig overbrengen, tot het subsysteem "Rollend materieel". Zij worden geïnstalleerd en geïntegreerd in rollend materieel, worden daarmee in dienst gesteld en behoren daarom tot het toepassingsgebied van de TSI CR LOC&PAS.

De kwaliteitsparameters van stroomafname worden echter in de TSI CR ENE besproken.

### *Energievoorziening*

Het energievoorzieningssysteem moet zodanig worden ontworpen dat elke trein daaruit het benodigde vermogen kan betrekken. Hieruit volgt dat de voedingsspanning, de stroomstoot en de inzetfrequentie van elke trein van grote invloed op de prestaties zijn.

Zoals elke elektrische machine wordt een elektrisch tractievoertuig ontworpen voor een bepaalde nominale spanning en een nominale frequentie aan de aansluitklemmen die in dit geval gevormd worden door de stroomafnemer(s) en de wielen. Om de verwachte prestaties te kunnen leveren moeten de variaties en grenswaarden van deze parameters worden vastgesteld.

Bij moderne, elektrisch aangedreven treinen wordt vaak recuperatieremming toegepast waarbij de vrijkomende energie naar het net wordt teruggevoerd om het totaal opgenomen vermogen te beperken. Het energievoorzieningssysteem kan hierop berekend zijn.

In elke energievoorziening komen kortsluitingen en andere storingen voor. De energievoorziening moet zodanig worden ontworpen dat de beveiligingsvoorzieningen dit soort storingen terstond detecteren en de benodigde maatregelen treffen om deze kortsluitstromen op te heffen en het defecte deel buiten het circuit te schakelen. Vervolgens moet het energievoorzieningssysteem in staat zijn de energievoorziening van alle onderstations zo snel mogelijk te herstellen.

### *Bovenleiding en stroomafnemer*

Een geometrie van de bovenleiding die compatibel is met de stroomafnemer, is een belangrijk aspect van interoperabiliteit. Wat de wisselwerking met de stroomafnemer betreft, moeten de hoogte van de rijdraad gerekend vanaf de bovenzijde van de spoorstaaf, de verschillen in rijdraadhoogte, de zijdelingse verplaatsing onder windbelasting alsmede de opdrukkracht van de stroomafnemers in specificaties worden vastgelegd. Bij de stroomafnemer is tevens het ontwerp van de stroomafnemerkep, met name bij zijdelingse uitslag van het rollend materieel, van fundamenteel belang voor een juiste wisselwerking met de bovenleiding.

Om de interoperabiliteit van Europese netwerken te ondersteunen, moeten de stroomafnemers die in de TSI CR LOC&PAS zijn vastgelegd, als doel worden genomen.

De wisselwerking tussen een bovenleiding en een stroomafnemer is essentieel voor een bedrijfszekere stroomoverdracht zonder onnodige storingen aan vaste installaties en verstoring van het milieu. Deze wisselwerking wordt voornamelijk bepaald door:

- a. de statische en aerodynamische krachten die afhankelijk zijn van de aard van het stroomafnemersleestuk en het ontwerp van de stroomafnemer, de vorm van het voertuig waarop de stroomafnemers gemonteerd zijn en de positie van de stroomafnemers daarop,
- b. de compatibiliteit van het leestukmateriaal met de rijdraad,
- c. de dynamische eigenschappen van de bovenleiding en de stroomafnemer(s) voor treinen met een of meerdere tractie-eenheden,
- d. het aantal gebruikte stroomafnemers en de afstand daartussen die beide van fundamentele invloed op de kwaliteit van de stroomoverdracht zijn omdat elke stroomafnemer de andere aan de rijdraad kan storen.

### **Raakvlakken met andere subsystemen en raakvlakken binnen het subsysteem zelf**

#### *Inleiding*

Het subsysteem "Energie" heeft, binnen het kader van de beoogde interoperabiliteit, vele raakvlakken met de overige subsystemen van het spoorwegsysteem. De raakvlakken worden hieronder opgesomd:

#### *Raakvlakken van de energievoorziening*

- a. Spanning en frequentie alsmede de daarvoor toegestane toleranties vormen een raakvlak met het subsysteem "Rollend Materieel".

- b. Het op deze lijnen geïnstalleerde vermogen en de voorgeschreven arbeidsfactor bepalen de prestaties van het interoperabele spoorwegsysteem en zijn een raakvlak met het subsysteem "Rollend materieel".
- c. Recuperatieremming vermindert het opgenomen vermogen en is derhalve een raakvlak met het subsysteem "Rollend materieel".
- d. Vaste elektrische installaties en het tractiematerieel van de krachtvoertuigen moeten beveiligd worden tegen kortsluiting. Uitschakeling van hoogspanningsschakelaars in onderstations en op de treinen moet gecoördineerd worden. Deze beveiligingen vormen eveneens een raakvlak met het subsysteem "Rollend materieel".
- e. Elektrische storingen en harmonische emissies vormen een raakvlak met de subsystemen "Rollend materieel" en "Besturing en seingeving".
- f. De retourstroomkringen hebben bepaalde raakvlakken met de subsystemen "Besturing en seingeving" en "Infrastructuur".

#### *Raakvlakken tussen bovenleiding/stroomafnemers en hun wisselwerking*

- a. Er moet bijzondere aandacht worden besteed aan de rijdraadhelling en de verandering van de hellingsgraad om contactverlies en slijtage van de rijdraden te voorkomen. Rijdraadhoogte en hellingsgraad vormen een raakvlak met de subsystemen "Infrastructuur" en "Rollend materieel".
- b. De zijwaartse uitslag van het rollend materieel en de stroomafnemers vormt een raakvlak met het subsysteem "Infrastructuur".
- c. De kwaliteit van de stroomafname is afhankelijk van het aantal en de afstand tussen de stroomafnemers alsmede andere details die specifiek de tractie-eenheid betreffen. De plaatsing van de stroomafnemers vormt een raakvlak met het subsysteem "Rollend materieel".

#### *Fase- en systeemscheidingen als raakvlakken*

- a. Bij het overgaan van het ene energievoorzieningssysteem op het andere mogen deze systemen niet doorverbonden worden en moet derhalve het aantal en de plaatsing van de stroomafnemers op de treinen worden voorgeschreven. Dit vormt eveneens een raakvlak met het subsysteem "Rollend materieel".
- b. Bij het overgaan van het ene energievoorzieningssysteem op het andere mogen deze systemen niet doorverbonden worden en moet derhalve de tractiestroom beheerst kunnen worden. Dit vormt een raakvlak met het subsysteem "Besturing en seingeving".
- c. Bij het passeren van scheidingen tussen energievoorzieningssystemen moeten de stroomafnemers in sommige gevallen neergelaten worden. Dit vormt een raakvlak met het subsysteem "Besturing en seingeving".

## ESSENTIËLE EISEN

Overeenkomstig artikel 4, lid 1, van Richtlijn 2008/57/EG moeten het spoorwegsysteem, de subsystemen en de interoperabiliteitsonderdelen voldoen aan de essentiële eisen die globaal in bijlage III bij de richtlijn zijn beschreven. In de volgende tabel staan de fundamentele parameters van deze TSI en hun overeenstemming met de essentiële eisen zoals uitgelegd in bijlage III bij de richtlijn.

| <b>TSI<br/>Paragraaf</b> | <b>Titel van het<br/>TSI-<br/>paragraaf</b>                         | <b>Veiligheid</b> | <b>Bedrijfszekerheid en beschikbaarheid</b> | <b>Gezondheid</b> | <b>Bescherming van het milieu</b> | <b>Techn. compatibiliteit</b> |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 4.2.3                    | Spanning en frequentie                                              | -                 | -                                           | -                 | -                                 | 1.5<br>2.2.3                  |
| 4.2.4                    | Parameters inzake prestaties energienet                             | -                 | -                                           | -                 | -                                 | 1.5<br>2.2.3                  |
| 4.2.5                    | Continuïteit van de energievoorziening tijdens storingen in tunnels | 1.1.1<br>2.2.1    | 1.2                                         | -                 | -                                 | -                             |
| 4.2.6                    | Stroomvoerdend vermogen, gelijkstroomsystemen, stilstaande treinen  | -                 | -                                           | -                 | -                                 | 1.5<br>2.2.3                  |
| 4.2.7                    | Recuperatieremming                                                  | -                 | -                                           | -                 | 1.4.1<br>1.4.3                    | 1.5<br>2.2.3                  |
| 4.2.8                    | Coördinatie van elektrische beveiliging                             | 2.2.1             | -                                           | -                 | -                                 | 1.5                           |
| 4.2.9                    | Harmonische en dynamische effecten voor wisselstroom systemen       | -                 | -                                           | -                 | 1.4.1<br>1.4.3                    | 1.5                           |
| 4.2.11                   | Elektromagnetische compatibiliteit met de omgeving                  |                   | -                                           | -                 | 1.4.1<br>1.4.3<br>2.2.2           | 1.5                           |

| <b>TSI<br/>Paragraaf</b> | <b>Titel van het<br/>TSI-<br/>paragraaf</b>               | <b>Veiligheid</b>       | <b>Bedrijfszekerheid en beschikbaarheid</b> | <b>Gezondheid</b> | <b>Bescherming van het milieu</b> | <b>Techn. compatibiliteit</b> |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 4.2.12                   | Milieubescherming                                         | -                       | -                                           | -                 | 1.4.1<br>1.4.3<br>2.2.2           | -                             |
| 4.2.13                   | Geometrie van de bovenleiding                             | -                       | -                                           | -                 | -                                 | 1.5<br>2.2.3                  |
| 4.2.14                   | Omgrenzingsprofiel stroomafnemers                         | -                       | -                                           | -                 | -                                 | 1.5<br>2.2.3                  |
| 4.2.15                   | Gemiddelde opdrukkraft                                    | -                       | -                                           | -                 | -                                 | 1.5<br>2.2.3                  |
| 4.2.16                   | Dynamisch gedrag stroomafnemers en kwaliteit stroomafname | -                       | -                                           | -                 | 1.4.1<br>2.2.2                    | 1.5<br>2.2.3                  |
| 4.2.17                   | Stroomafnemer afstand                                     | -                       | -                                           | -                 | -                                 | 1.5<br>2.2.3                  |
| 4.2.18                   | Rijdraadmateriaal                                         | -                       | -                                           | 1.3.1<br>1.3.2    | 1.4.1                             | 1.5<br>2.2.3                  |
| 4.2.19                   | Fasescheidingssecties                                     | 2.2.1                   | -                                           | -                 | 1.4.1<br>1.4.3                    | 1.5<br>2.2.3                  |
| 4.2.20                   | Systeemscheidingssecties                                  | 2.2.1                   | -                                           | -                 | 1.4.1<br>1.4.3                    | 1.5<br>2.2.3                  |
| 4.2.21                   | Meetapparatuur elektriciteitsverbruik                     | -                       | -                                           | -                 | -                                 | 1.5                           |
| 4.4.2                    | Beheer van de energievoorziening                          | 1.1.1<br>1.1.3<br>2.2.1 | 1.2                                         | -                 | -                                 | -                             |
| 4.4.3                    | Uitvoeren van werken                                      | 1.1.1<br>2.2.1          | 1.2                                         | -                 | -                                 | 1.5                           |
| 4.5                      | Onderhoudsvorschriften                                    | 1.1.1<br>2.2.1          | 1.2                                         | -                 | -                                 | 1.5<br>2.2.3                  |

| <b>TSI<br/>Paragraaf</b> | <b>Titel van het<br/>TSI-<br/>paragraaf</b>                    | <b>Veiligheid</b>       | <b>Bedrijfszekerheid en beschikbaarheid</b> | <b>Gezondheid</b> | <b>Bescherming van het milieu</b> | <b>Techn. compatibiliteit</b> |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 4.7.2                    | Beschermende maatregelen voor onderstations en schakelstations | 1.1.1<br>1.1.3<br>2.2.1 | -                                           | -                 | 1.4.1<br>1.4.3<br>2.2.2           | 1.5                           |
| 4.7.3                    | Beschermende maatregelen voor het bovenleiding systeem         | 1.1.1<br>1.1.3<br>2.2.1 | -                                           | -                 | 1.4.1<br>1.4.3<br>2.2.2           | 1.5                           |
| 4.7.4                    | Beschermende maatregelen voor retourstroom circuits            | 1.1.1<br>1.1.3<br>2.2.1 | -                                           | -                 | 1.4.1<br>1.4.3<br>2.2.2           | 1.5                           |
| 4.7.5                    | Overige algemene eisen                                         | 1.1.1<br>1.1.3<br>2.2.1 | -                                           | -                 | 1.4.1<br>1.4.3<br>2.2.2           | -                             |
| 4.7.6                    | Reflecterende kleding                                          | 2.2.1                   | -                                           | -                 | -                                 | -                             |

## KENMERKEN VAN HET SUBSYSTEEM

### Inleiding

Het spoorwegsysteem, waarop Richtlijn 2008/57/EG van toepassing is en waarvan het subsysteem een onderdeel is, vormt een geïntegreerd systeem waarvan de samenhang gecontroleerd moet worden. Met name dient deze samenhang te worden gecontroleerd voor de specificaties van het subsysteem, zijn raakvlakken met het systeem waarin het is geïntegreerd, alsmede de exploitatie- en onderhoudsvoorschriften.

De in de delen 4.2 en 4.3 omschreven functionele en technische specificaties van het subsysteem en zijn raakvlakken vereisen geen gebruik van specifieke technologieën of technische oplossingen behoudens waar dit strikt noodzakelijk is voor de interoperabiliteit van het spoorwegennetwerk. Innovatieve oplossingen voor interoperabiliteit kunnen echter nieuwe specificaties en/of nieuwe keuringsmethoden noodzakelijk maken. Om technische innovatie mogelijk te maken, dienen deze specificaties en keuringsmethoden te worden ontwikkeld in het kader van het proces dat is beschreven in de paragrafen 6.1.3 en 6.2.3.

Gezien alle toepasselijke essentiële eisen wordt het subsysteem "Energie" gekarakteriseerd door de specificaties in delen 4.2 tot en met 4.7. Een lijst met parameters die relevant zijn voor het subsysteem "Energie" en die in het infrastructuurregister moeten worden opgenomen, is te vinden in bijlage C bij deze TSI.

Procedures voor de EG-keuring van het subsysteem "Energie" zijn gegeven in paragraaf 6.2.4 en in tabel B.1 van bijlage B bij deze TSI.

Zie deel 7.5 voor specifieke gevallen.

Waar verwezen wordt naar Euronormen (EN), zijn de afwijkingen genoemd "nationale afwijkingen" of "bijzondere nationale omstandigheden" in de EN niet van toepassing.

### Functionele en technische specificaties van het subsysteem

#### *Algemene bepalingen*

De prestaties van het subsysteem "Energie" moeten voldoen aan de specificaties die gelden voor het spoorwegsysteem met betrekking tot:

- o de maximale baanvaksnelheid, het type trein en
- o het opgenomen vermogen aan de stroomafnemers.

#### *Specifieke fundamentele parameters van het subsysteem "Energie"*

De specifieke fundamentele parameters van het subsysteem "Energie" zijn:

- **Energievoorziening:**

- o spanning en frequentie (4.2.3),
- o parameters inzake prestaties energievoorzieningssysteem (4.2.4),
- o continuïteit van de energievoorziening tijdens storingen in tunnels (4.2.5),
- o stroomvoerend vermogen, gelijkstroomsystemen, stilstaande treinen (4.2.6),
- o recuperatieremming (4.2.7),

- o coördinatie van elektrische beveiliging (4.2.8),
- o harmonische en dynamische effecten voor wisselstroomsystemen (4.2.9), en
- o meetapparatuur elektriciteitsverbruik (4.2.21).

• **Geometrie van de bovenleiding en kwaliteit stroomafname:**

- o geometrie van de bovenleiding (4.2.13),
- o omgrenzingsprofiel stroomafnemers (4.2.14),
- o gemiddelde opdrukkraft (4.2.15),
- o dynamisch gedrag stroomafnemers en kwaliteit stroomafname (4.2.16),
- o tussenafstand stroomafnemers (4.2.17),
- o rijdraadmateriaal (4.2.18),
- o fasescheidingssecties (4.2.19), en
- o systeemscheidingssecties (4.2.20).

*Spanning en frequentie*

Locomotieven en tractie-eenheden vereisen dat spanning en frequentie gestandaardiseerd zijn. De (grens-)waarden van de spanning en frequentie aan de onderstations en de stroomafnemers moeten voldoen aan het gestelde in bijlage EN 50163:2004, voorschrift 4.

Het 25 kV 50 Hz-wisselspanningssysteem moet als doel worden genomen omwille van de compatibiliteit met elektrische opwekking- en verdeelsystemen en standaardisering van onderstationuitrusting.

Aangezien de kosten hoog zijn om van een ander spanningssysteem over te schakelen op een 25 kV-systeem en omwille van de mogelijkheid om tractie-eenheden te gebruiken die geschikt zijn voor meerdere systemen, mogen ook de volgende systemen worden gebruikt voor nieuwe, gemoderniseerde of vernieuwde subsystemen:

- o 15 kV 16,7 Hz wisselspanning
- o 3 kV gelijkspanning, en
- o 1,5 kV gelijkspanning

Nominale spanning en frequentie moeten in het infrastructuurregister worden vermeld (zie bijlage C).

*Parameters inzake de prestaties van het energievoorzieningssysteem*

Het ontwerp van het subsysteem "Energie" is afhankelijk van de baanvaksnelheid voor de geplande diensten en de topografie.

Daarom moet met de volgende parameters worden rekening gehouden:

- o maximale tractiestroom,
- o treinarbeidsfactoren, en
- o gemiddelde nuttige spanning.

**Maximale tractiestroom**

De infrastructuurbeheerder moet in het infrastructuurregister de maximale tractiestroom opgeven (zie bijlage C).

Het ontwerp van het subsysteem "Energie" moet waarborgen dat de energievoorziening de gespecificeerde prestaties kan leveren en moet ervoor zorgen dat treinen met een vermogen van minder dan 2 MW zonder stroombegrenzing, zoals bepaald in voorschrift 7.3 van EN 50388:2005, kunnen rijden.

#### Treinarbeidsfactoren

De treinarbeidsfactoren moeten in overeenstemming zijn met de eisen in bijlage G en voorschrift 6.3 van EN 50388:2005.

#### Gemiddelde nuttige spanning

Het berekende nuttige spanningsgemiddelde aan de stroomafnemer moet voldoen aan het gestelde in voorschriften 8.3 en 8.4 van EN 50388:2005, waarbij gebruik moet worden gemaakt van de ontwerpgegevens in bijlage G.

#### *Continuïteit van de energievoorziening tijdens storingen in tunnels*

De energievoorziening en de bovenleiding moeten zodanig ontworpen worden dat de treinen tijdens storingen in tunnels in bedrijf kunnen blijven. Dit moet verwezenlijkt worden door de bovenleidingen in secties onder te verdelen overeenkomstig punt 4.2.3.1 van de TSI SRT.

#### *Stroomvoerend vermogen, gelijkstroomsystemen, stilstaande treinen*

De bovenleiding van gelijkstroomsystemen moet worden ontworpen voor stroomafnemers voor 300 A (voor een energievoorzieningssysteem van 1,5 kV) en 200 A (voor een energievoorzieningssysteem van 3 kV) wanneer de trein stilstaat.

Dit moet verwezenlijkt worden met een statische opdrukkracht zoals bepaald in voorschrift 7.1 van EN 50367:2006.

Indien de bovenleiding werd ontworpen voor hogere maximumwaarden voor stroomafname bij stilstand, moet de infrastructuurbeheerder dit in het infrastructuurregister vermelden (zie bijlage C).

Bij het ontwerp van de bovenleiding moet rekening worden gehouden met de maximum- en minimumtemperaturen in overeenstemming met paragraaf 5.1.2 van EN 50119:2009.

#### *Recuperatieremming*

Wisselstroomsystemen moeten worden ontworpen om het gebruik van recuperatieremming, die naadloos energie kan uitwisselen met andere treinen of met de belangrijkste netwerkenergieleverancier, als bedrijfsrem mogelijk te maken.

Gelijkstroomsystemen moeten worden ontworpen om het gebruik van recuperatieremming als bedrijfsrem mogelijk te maken door minstens energie-uitwisseling met andere treinen.

Het infrastructuurregister moet informatie verschaffen omtrent het mogelijke gebruik van recuperatieremming (zie bijlage C).

### *Coördinatie van elektrische beveiliging*

De coördinatie van de elektrische beveiliging van het subsysteem "Energie" moet voldoen aan de eisen in voorschrift 11 van EN 50388:2005, uitgezonderd tabel 8 die wordt vervangen door bijlage H van deze TSI.

### *Harmonische en dynamische effecten voor wisselstroomsystemen*

De CR'en van de subsystemen "Energie" en "Rollend materieel" moeten samenwerking toelaten zonder storingen zoals overspanningen en andere verschijnselen die in voorschrift 10 van EN 50388:2005 worden beschreven.

### *Harmonische emissies naar het elektriciteitsnet*

Voor wat betreft de harmonische emissies naar het elektriciteitsnet is het de verantwoordelijkheid van de infrastructuurbeheerder te voldoen aan Europese of nationale normen en de eisen van de energieleverancier.

In het kader van deze TSI wordt geen conformiteitskeuring verlangd.

### *Elektromagnetische compatibiliteit met de omgeving*

Elektromagnetische compatibiliteit met de omgeving is niet specifiek van toepassing op het spoorwegnetwerk. Energievoorzieningssystemen moeten voldoen aan de essentiële eisen van Richtlijn 2004/108/EG inzake elektromagnetische compatibiliteit.

In het kader van deze TSI wordt geen conformiteitskeuring verlangd.

### *Milieubescherming*

De eisen inzake milieubescherming zijn bepaald in andere Europese wet- en regelgevingen inzake milieueffectrapportages betreffende bepaalde projecten.

In het kader van deze TSI wordt geen conformiteitskeuring verlangd.

### *Geometrie van de bovenleiding*

De bovenleiding moet worden ontworpen voor gebruik door stroomafnemers met kopmaten volgens punt 4.2.8.2.9.2. van de TSI CR LOC&PAS.

Rijdraadhoogte gerekend vanaf de bovenzijde van het spoor, rijdraadhelling ten opzichte van het spoor en de zijwaartse uitslag van de rijdraad bij haaks op het spoor staande wind zijn alle van belang voor de interoperabiliteit van het spoorwegnet.

#### **Rijdraadhoogte**

De nominale rijdraadhoogte moet tussen 5,00 - 5,75 m bedragen. Raadpleeg figuur 1 van EN 50119:2009 voor het verband tussen de rijdraadhoogte en het hoogtebereik van de stroomafnemers.

De rijdraadhoogte kan, afhankelijk van het omgrenzingsprofiel (zoals op bruggen, in tunnels), lager zijn. De minimale rijdraadhoogte moet worden berekend op basis van voorschrift 5.10.4 van EN 50119:2009.

De rijdraad kan hoger zijn in bepaalde gevallen, zoals op overwegovergangen, in laadruimtes, enz. In deze gevallen mag de maximale rijdraadhoogte niet groter zijn dan 6,20 m.

Rekening houdend met de toleranties en de opdrukhoogte die zijn afgebeeld op figuur 1 van EN 50119:2009, mag de maximale rijdraadhoogte niet groter zijn dan 6,50 m.

De nominale rijdraadhoogte moet in het infrastructuurregister worden vermeld (zie bijlage C).

#### Variatie in rijdraadhoogte

De variatie in rijdraadhoogte moet aan de eisen in voorschrift 5.10.3 van EN 50119:2009 voldoen.

De rijdraadhelling in voorschrift 5.10.3 van EN 50119:2009 mag uitzonderlijk worden overschreden indien deze niet kan worden nageleefd door een aantal beperkingen op de rijdraadhoogte, bv. op overwegovergangen en bruggen en in tunnels. In deze gevallen moet enkel de eis in verband met de maximale opdrukkraft, die vastgelegd is in paragraaf 4.2.16, worden nageleefd.

#### Zijwaartse uitslag

De normale maximale zijwaartse uitslag van de rijdraad bij haaks op het spoor staande wind wordt weergegeven in tabel 4.2.13.3.

Tabel 4.2.13.3 – Maximale zijwaartse uitslag

| Lengte stroomafnemers | Maximale zijwaartse uitslag |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1 600 mm              | 0,40 m                      |
| 1 950 mm              | 0,55 m                      |

De waarden moeten worden aangepast aan de beweging van de stroomafnemer en de spoortoleranties zoals bepaald in bijlage E.

In het geval van een spoor met meerdere spoorstaven, moet elk stel spoorstaven, dat ontworpen is om als afzonderlijk spoor te dienen en dat op basis van deze TSI moet worden gekeurd, aan de eis voldoen.

De stroomafnemerprofielen die zijn toegestaan op de baan, moeten in het infrastructuurregister worden vermeld (zie bijlage C).

### *Omgrenzingsprofiel van stroomafnemers*

Geen enkel onderdeel van het subsysteem "Energie" bevindt zich binnen het mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel van stroomafnemers (zie figuur E.2 van bijlage E), met uitzondering van de rijdraad en de richtstang.

Het mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel van stroomafnemers voor interoperabele lijnen wordt bepaald op basis van de methode in voorschrift E.2 van bijlage E en de stroomafnemerprofielen die zijn vastgelegd in punt 4.2.8.2.9.2. van de TSI CR LOC&PAS.

Dit omgrenzingsprofiel wordt berekend aan de hand van een kinematische methode met de volgende waarden:

- voor de zijwaartse uitslag van stroomafnemers -  $e_{pu}$  - van 0,110 m op de laagste verificatiehoogte -  $h'_u \leq 5,0$  m, en
- voor de zijwaartse uitslag van stroomafnemers -  $e_{po}$  - van 0,170 m op de hoogste verificatiehoogte -  $h'_o = 6,5$  m, en

in overeenstemming met paragraaf E.2.1.4 van bijlage E en andere waarden in overeenstemming met E.3 van bijlage E.

### *Gemiddelde opdrukkracht*

De gemiddelde opdrukkracht  $F_m$  is het statisch gemiddelde van de opdrukkracht.  $F_m$  wordt bepaald door de statische, dynamische en de aerodynamische opdrukkrachten van de stroomafnemer.

De statische opdrukkracht wordt bepaald in voorschrift 7.1 van EN 50367:2006. De  $F_m$ -waarden voor alle energievoorzieningssystemen worden in tabel 4.2.15 weergegeven.

Tabel 4.2.15 – Waarden van de gemiddelde opdrukkracht

| Energievoorzieningssysteem | $F_m$ tot 200 km/u                                       |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|
| Wisselstroom               | $60 \text{ N} < F_m < 0,00047 \cdot v^2 + 90 \text{ N}$  |
| Gelijkstroom 3 kV          | $90 \text{ N} < F_m < 0,00097 \cdot v^2 + 110 \text{ N}$ |
| Gelijkstroom 1,5 kV        | $70 \text{ N} < F_m < 0,00097 \cdot v^2 + 140 \text{ N}$ |

waarbij  $[F_m]$  = gemiddelde opdrukkracht in N en  $[v]$  = snelheid in km/u.

In overeenstemming met paragraaf 4.2.16 moeten bovenleidingen worden ontworpen om deze bovengrenscurve in tabel 4.2.15 voor de opdrukkracht te kunnen ondersteunen.

### *Dynamisch gedrag van de stroomafnemers en kwaliteit van de stroomafname*

De bovenleiding moet overeenkomstig de eisen ten aanzien van dynamisch gedrag worden ontworpen. De beschikbare opdrukhoogte bij de ontwerpsnelheid moet voldoen aan de voorschriften in tabel 4.2.16.

De kwaliteit van de stroomafname is van wezenlijk belang voor de levensduur van de rijdraad en moet derhalve voldoen aan aanvaarde, meetbare parameters.

De naleving van de eisen ten aanzien van dynamisch gedrag moet worden gekeurd door de beoordeling van:

- o de beschikbare opdrukhoogte van de rijdraad,
- en ofwel
- o de gemiddelde opdrukkracht  $F_m$  en standaardafwijking  $\sigma_{\max}$ ,
- of
- o het vonkpercentage.

De aanbestedende instantie moet bepalen welke keuringsmethode gebruikt moet worden. De met de gekozen methode te behalen waarden zijn gegeven in tabel 4.2.16.

Tabel 4.2.16 – Eisen ten aanzien van dynamisch gedrag en stroomafnamekwaliteit

| Eis                                                                                  | Voor $v > 160$ km/u                                                                | Voor $v \leq 160$ km/u |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Ruimte voor heffen richtstang                                                        | $2S_0$                                                                             |                        |
| Gemiddelde opdrukkracht $F_m$                                                        | Zie paragraaf 4.2.15                                                               |                        |
| Standaardafwijking bij maximumbaanvaksnelsheid $\sigma_{\max}$ (N)                   | $0,3 F_m$                                                                          |                        |
| Vonkvormingspercentage bij maximumbaanvaksnelsheid, NQ (%)<br>(minimumboogtijd 5 ms) | $\leq 0,1$ voor<br>wisselstroomsystemen<br>$\leq 0,2$ voor<br>gelijkstroomsystemen | $\leq 0,1$             |

Zie EN 50317:2002 en EN 50318:2002 voor definities, waarden en testmethoden.

$S_0$  is de berekende, gesimuleerde of gemeten opwaartse verplaatsing van de rijdraad aan de richtstang onder normale bedrijfsomstandigheden bij het gebruik van een of meer stroomafnemers met een gemiddelde opdrukkracht  $F_m$  bij maximumbaanvaksnelsheid. Wanneer de opwaartse verplaatsing van de richtstang beperkt wordt door het ontwerp van de rijdraad, mag de benodigde ruimte worden teruggebracht tot  $1,5 S_0$  (zie EN 50119:2009, voorschrift 5.10.2).

De maximumopdrukkracht ( $F_{\max}$ ) op vrije baan ligt gewoonlijk rond  $F_m$  plus drie standaardafwijkingen  $\sigma_{\max}$ . Op bepaalde andere plaatsen kunnen hogere waarden voorkomen die zijn weergegeven in tabel 4 van EN 50119:2009, voorschrift 5.2.5.2.

Voor onbuigzame onderdelen zoals sectie-isolatoren in bovenleidingen kan de opdrukkracht oplopen tot maximaal 350 N.

### *Stroomafnemerafstand*

De bovenleiding moet worden ontworpen voor minstens twee opgestoken stroomafnemers met een onderlinge minimumafstand tussen het midden van de stroomafnemerkoppen zoals gegeven in tabel 4.2.17:

Tabel 4.2.17 – Stroomafnemerafstand

| Bedrijfs-snelheid (km/u) | Minimumafstand (m) bij wisselstroom |          |          | Minimumafstand (m) bij 3 kV gelijkstroom |          |          | Minimumafstand (m) bij 15 kV gelijkstroom |          |          |
|--------------------------|-------------------------------------|----------|----------|------------------------------------------|----------|----------|-------------------------------------------|----------|----------|
|                          | <i>A</i>                            | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>A</i>                                 | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>A</i>                                  | <i>B</i> | <i>C</i> |
| $160 < v \leq 200$       | 200                                 | 85       | 35       | 200                                      | 115      | 35       | 200                                       | 85       | 35       |
| $120 < v \leq 160$       | 85                                  | 85       | 35       | 20                                       | 20       | 20       | 85                                        | 35       | 20       |
| $80 < v \leq 120$        | 20                                  | 15       | 15       | 20                                       | 15       | 15       | 35                                        | 20       | 15       |
| $v \leq 80$              | 8                                   | 8        | 8        | 8                                        | 8        | 8        | 20                                        | 8        | 8        |

Indien nodig, moeten de volgende parameters in het infrastructuurregister worden vermeld (zie bijlage C):

- o het type afstand (A, B of C) voor de bovenleiding overeenkomstig tabel 4.2.17,
- o de minimumafstand tussen naast elkaar liggende stroomafnemers als die onder de afstanden in tabel 4.2.17 ligt,
- o het aantal stroomafnemers waarvoor de lijn werd ontworpen indien hoger dan twee.

### *Rijdraadmateriaal*

De combinatie van rijdraadmateriaal en sleepstukmateriaal heeft een grote invloed op de duurzaamheid aan beide zijden.

Voor rijdraden moet koper of een koperlegering worden gebruikt (uitgezonderd legeringen van koper en cadmium). De rijdraad moet voldoen aan de eisen van EN 50149:2001, voorschriften 4.1, 4.2 en 4.5 tot en met 4.7 (met uitzondering van tabel 1).

Voor lijnen met wisselstroom moet het ontwerp van de rijdraden het gebruik van ongelegeerde sleepstukken mogelijk maken (TSI CR LOC&PAS, punt 4.2.8.2.9.4.2). Indien de infrastructuurbeheerder andere sleepstukmaterialen aanvaardt, moet dit in het infrastructuurregister worden vermeld (zie bijlage C).

Voor lijnen met gelijkstroom moet het ontwerp van de rijdraden het gebruik van sleepstukmaterialen die in overeenstemming zijn met de TSI CR LOC&PAS, punt 4.2.8.2.9.4.2, mogelijk maken.

### *Fasescheidingssecties*

Fasescheidingssecties moeten zodanig worden ontworpen dat treinen van de ene sectie op de andere kunnen overgaan zonder dat deze secties doorverbonden worden. Het

opgenomen vermogen moet naar nul worden herleid overeenkomstig voorschrift 5.1 van EN 50388:2005.

Treinen die op de fasescheiding spanningsloos komen te staan, moeten met geschikte apparatuur (uitgezonderd de korte scheidingssectie zoals weergegeven op figuur F.1 in bijlage F) opnieuw gestart kunnen worden. De neutrale sectie moet met op afstand bediende bovenleidingschakelaars met de aangrenzende secties kunnen worden doorverbonden.

Voor het ontwerp van de scheidingssecties moet normaal rekening worden gehouden met de oplossingen die in bijlage A.1 van EN 50367:2006 of in bijlage F van deze TSI worden beschreven. Waar een andere oplossing wordt voorgesteld, moet worden aangetoond dat deze ten minste even bedrijfszeker is.

Het infrastructuurregister moet informatie verschaffen omtrent het ontwerp van de fasescheidingssecties en de toegelaten configuratie van de opgezette stroomafnemers (zie bijlage C).

### *Systeemscheidingssecties*

#### Algemeen

Systeemscheidingssecties moeten zodanig worden ontworpen dat voertuigen van de ene spanningsoort op de andere kunnen overgaan zonder dat deze doorverbonden worden. Bij een systeemscheiding tussen wisselstroom- en gelijkstroomsystemen zijn bijkomende maatregelen nodig voor de stroomretourweg zoals bepaald in voorschrift 6.1.1 van EN 50122-2:1998.

Er bestaan twee methodes om systeemscheidingssecties te passeren:

- a. met opgezette stroomafnemer (contact met de rijdraad),
- b. met neergelaten stroomafnemer (geen contact met de rijdraad).

De betreffende infrastructuurbeheerders moeten in onderling overleg bepalen op welke wijze een systeemscheidingssectie moet worden gepasseerd (a of b). De gekozen methode moet in het infrastructuurregister worden vermeld (zie bijlage C).

#### Opgezette stroomafnemers

Waar de systeemscheidingssectie met opgezette stroomafnemers wordt gepasseerd, luiden de functionele ontwerpspecificaties als volgt:

- o de bovenleiding moet zodanig zijn uitgevoerd dat de stroomafnemers de twee energievoorzieningssystemen niet kunnen kortsluiten of doorverbinden,
- o het subsysteem "Energie" moet zodanig worden uitgevoerd dat doorverbinden van de twee systemen ook met defecte hoogspanningsschakelaar(s) niet mogelijk is,
- o de variatie in rijdraadhoogte in de hele scheidingssectie moet aan de eisen in voorschrift 5.10.3 van EN 50119:2009 voldoen.

De plaatsing van de stroomafnemers om de systeemscheiding te passeren met opgezette stroomafnemers, moet in het infrastructuurregister worden vermeld (zie bijlage C).

## Neergelaten stroomafnemers

De sectie moet met neergelaten stroomafnemers worden gepasseerd wanneer aan de voorwaarden voor het passeren met opgezette stroomafnemers niet kan worden voldaan.

Wanneer een systeemscheidingsectie met neergelaten stroomafnemers wordt gepasseerd, moet deze sectie zodanig zijn ontworpen dat een onbedoeld opgezette stroomafnemer de systemen niet kan doorverbinden. Rollend materieel moet zodanig zijn uitgevoerd dat beide voedingssystemen bij opgezette stroomafnemer kunnen worden afgeschakeld door bijvoorbeeld een kortsluitdetectie.

### *Meetapparatuur elektriciteitsverbruik*

Zoals bepaald in deel 2.1 van deze TSI, staan de vereisten voor de apparatuur voor het meten van het stroomverbruik die zich aan boord bevindt, in de TSI CR LOC&PAS.

Geïnstalleerde apparatuur voor het meten van het stroomverbruik moet compatibel zijn met punt 4.2.8.2.8 van TSI CR LOC&PAS. Die apparatuur mag worden gebruikt voor factureringsdoeleinden en de facturatiegegevens daarvan worden in alle lidstaten aanvaard.

## Functionele en technische specificaties van de raakvlakken

### *Algemene voorschriften*

Vanuit het oogpunt van technische compatibiliteit zijn de raakvlakken vermeld in de orde van de subsystemen, namelijk: rollend materieel, infrastructuur, besturing en seingeving, exploitatie en verkeersleiding. Zij bevatten ook verwijzingen naar de TSI "Veiligheid in spoorwegtunnels" (SRT TSI).

### *Locomotieven en reizigerstreinen*

| TSI CR ENE                                                        |            | TSI CR LOC&PAS                                            |               |
|-------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------|---------------|
| Parameter                                                         | Referentie | Parameter                                                 | Referentie    |
| Spanning en frequentie                                            | 4.2.3      | Exploitatie binnen de spanningen en frequenties           | 4.2.8.2.2     |
| Max. tractiestroom                                                | 4.2.4.1    | Max. vermogen en stroom van de bovenleiding               | 4.2.8.2.4     |
| Treinarbeidsfactoren                                              | 4.2.4.2    | Arbeidsfactoren                                           | 4.2.8.2.6     |
| Stroomvoerend vermogen, gelijkstroomsystemen, stilstaande treinen | 4.2.6      | Max. stroomafname bij stilstand voor gelijkstroomsystemen | 4.2.8.2.5     |
| Recuperatieremming                                                | 4.2.7      | Recuperatieremming met energie naar bovenleiding          | 4.2.8.2.3     |
| Coördinatie van elektrische beveiliging                           | 4.2.8      | Elektrische bescherming van de trein                      | 4.2.8.2.10    |
| Harmonische en dynamische effecten voor wisselstroomsystemen      | 4.2.9      | Systeemenergiestoringen voor wisselstroom-systemen        | 4.2.8.2.7     |
| Geometrie van de bovenleiding                                     | 4.2.13     | Hoogtebereik van stroomafnemer                            | 4.2.8.2.9.1   |
|                                                                   |            | Afmetingen stroomafnemer kop                              | 4.2.8.2.9.2   |
| Omgrenzingsprofiel stroomafnemers                                 | 4.2.14     | Afmetingen stroomafnemer kop                              | 4.2.8.2.9.2   |
|                                                                   |            | Omgrenzingsprofiel                                        | 4.2.3.1       |
| Gemiddelde opdrukkracht                                           | 4.2.15     | Statische opdrukkracht stroomafnemer                      | 4.2.8.2.9.5   |
|                                                                   |            | Opdrukkracht stroomafnemer en dynamisch gedrag            | 4.2.8.2.9.6   |
| Dynamisch gedrag stroomafnemers en kwaliteit stroomafname         | 4.2.16     | Opdrukkracht stroomafnemer en dynamisch gedrag            | 4.2.8.2.9.6   |
| Stroomafnemerafstand                                              | 4.2.17     | Aantal en verdeling van stroomafnemers                    | 4.2.8.2.9.7   |
| Rijdraadmateriaal                                                 | 4.2.18     | Sleepstukmateriaal                                        | 4.2.8.2.9.4.2 |
| Systeemscheidingsecties: fase systeem                             | 4.2.19     | Passeren van fase- of systeemscheidingen                  | 4.2.8.2.9.8   |
|                                                                   | 4.2.20     |                                                           |               |

|                                       |        |                             |           |
|---------------------------------------|--------|-----------------------------|-----------|
| Meetapparatuur elektriciteitsverbruik | 4.2.21 | Meetfunctie energieverbruik | 4.2.8.2.8 |
|---------------------------------------|--------|-----------------------------|-----------|

### *Infrastructuur*

| TSI CR ENE                                                                     |                | TSI CR INF                             |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------|------------|
| Parameter                                                                      | Referentie     | Parameter                              | Referentie |
| Omgrenzingsprofiel stroomafnemers                                              | 4.2.14         | Structuur omgrenzingsprofiel           | 4.2.4.1    |
| Beschermende maatregelen voor:<br>-bovenleidingsysteem<br>-retourstroomcircuit | 4.7.3<br>4.7.4 | Beveiliging tegen elektrische schokken | 4.2.11.3   |

### *Besturing en seingeving*

Het raakvlak voor vermogensregeling bij fase- en systemscheidingsecties is een raakvlak tussen de subsystemen "Energie" en "Rollend materieel". De vermogensregeling valt evenwel onder het subsysteem "Besturing en seingeving"; de raakvlakspecificaties zijn derhalve opgenomen in de TSI CR CCS en de TSI CR LOC & PAS.

Aangezien de door rollend materieel opgewekte harmonische stromen via het subsysteem "Energie" een storende invloed op het subsysteem "Besturing en seingeving" uitoefenen, wordt dit onderwerp behandeld in het subsysteem "Besturing en seingeving".

### *Exploitatie en verkeersleiding van rollend materieel*

De infrastructuurbeheerder moet over systemen beschikken voor communicatie met de spoorwegondernemingen.

| TSI CR ENE                       |            | TSI CR OPE                                                          |             |
|----------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| Parameter                        | Referentie | Parameter                                                           | Referentie  |
| Beheer van de energievoorziening | 4.4.2      | Beschrijving van de te berijden lijn en de relevante baanapparatuur | 4.2.1.2.2   |
|                                  |            | In realtime informeren van machinisten                              | 4.2.1.2.3   |
| Uitvoeren van werken             | 4.4.3      | Wijzigingen                                                         | 4.2.1.2.2.2 |

### *Veiligheid in spoorwegtunnels*

| TSI CR ENE                                                          |            | TSI SRT                                                |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------|------------|
| Parameter                                                           | Referentie | Parameter                                              | Referentie |
| Continuïteit van de energievoorziening tijdens storingen in tunnels | 4.2.5      | Segmentering van bovengrondse leidingen en derde rails | 4.2.3.1    |

## **Bedrijfsvoorschriften**

### *Inleiding*

In het licht van de essentiële eisen in hoofdstuk 3 luiden de bedrijfsvoorschriften voor het subsysteem waarop de onderhavige TSI betrekking heeft, als volgt:

#### *Beheer van de energievoorziening*

##### Beheer van de energievoorziening onder normale omstandigheden

Overeenkomstig punt 4.2.4.1 mag de maximale toegelaten tractiestroom onder normale omstandigheden de waarde in het infrastructuurregister (zie bijlage C) niet overschrijden.

##### Beheer van de energievoorziening onder abnormale omstandigheden

Onder abnormale omstandigheden kan de maximale toegelaten tractiestroom (zie bijlage C) lager zijn. De infrastructuurbeheerder moet de spoorwegondernemingen op de hoogte brengen van variaties.

##### Beheer van energievoorziening bij gevaar

De infrastructuurbeheerder moet over procedures beschikken voor een doeltreffend beheer van de energievoorziening bij gevaar. Spoorwegmaatschappijen die van de betreffende lijn gebruikmaken alsmede ondernemingen die aan de betreffende lijn werkzaamheden uitvoeren, moeten van deze tijdelijke uitzonderingen, de plaats waar deze voorkomen, hun aard en bijzondere bebakening in kennis worden gesteld. De verantwoordelijkheid voor aarding moet in het door de infrastructuurbeheerder op te stellen noodplan worden toegewezen. Tijdens de conformiteitskeuring worden de communicatiekanalen, de instructies, de procedures en de apparatuur die in noodgevallen gebruikt moeten worden, gecontroleerd.

#### *Uitvoeren van werken*

In bepaalde situaties waar sprake is van vooruitgeplande werken kan het nodig zijn de specificaties van het subsysteem "Energie" en de interoperabiliteitsonderdelen daarvan, als gedefinieerd in hoofdstuk 4 en 5 van de TSI, tijdelijk op te schorten. In dat geval moet de infrastructuurbeheerder de geëigende uitzonderlijke bedrijfscondities bepalen die nodig zijn om de veiligheid te waarborgen.

De volgende algemene bepalingen zijn van toepassing:

- o uitzonderlijke bedrijfscondities die afwijken van de voorschriften van de TSI's moeten tijdelijk en gepland zijn,
- o spoorwegmaatschappijen die van de betreffende lijn gebruikmaken alsmede ondernemingen die aan de betreffende lijn werkzaamheden uitvoeren, moeten van deze tijdelijke uitzonderingen, de plaats waar deze voorkomen, hun aard en bijzondere bebakening op de hoogte worden gesteld.

#### **Onderhoudsvoorschriften**

De voorgeschreven karakteristieken van het energievoorzieningssysteem (met inbegrip van de onderstations en de schakelstations) alsmede van de bovenleiding moeten tijdens hun levensduur in stand worden gehouden.

Een onderhoudsplan moet worden opgesteld waarmee gewaarborgd is dat de karakteristieken van het subsysteem "Energie" die voor interoperabiliteit noodzakelijk zijn, binnen de voorgeschreven grenzen blijven. Dit onderhoudsplan moet met name een beschrijving van de daartoe noodzakelijke vakbekwaamheid en de te gebruiken persoonlijke veiligheidsapparatuur bevatten.

Onderhoudsprocedures mogen niet leiden tot verslechtering van beveiligingsmaatregelen van de continuïteit van de retourstroomkringen, de beperking van overspanningen en de detectie van kortgesloten stroomkringen.

## **Kwalificaties**

De infrastructuurbeheerder is verantwoordelijk voor de (beroeps-)kwalificaties van het personeel dat het subsysteem "Energie" bedient en controleert. Hij dient ervoor te zorgen dat de beoordelingsprocedures voor deze kwalificaties duidelijk zijn gedocumenteerd. De deskundigheidseisen voor het onderhoud van het subsysteem "Energie" dienen nader te worden uitgewerkt in het onderhoudsplan (zie deel 4.5).

## **Gezondheid en veiligheid**

### *Inleiding*

De gezondheids- en veiligheidsvoorwaarden van het personeel voor het bedienen en het onderhouden van het subsysteem "Energie" en voor de tenuitvoerlegging van de TSI worden in de volgende paragrafen beschreven.

### *Beschermende maatregelen voor onderstations en schakelstations*

De elektrische veiligheid van de tractiestroomvoorzieningen moet verwezenlijkt worden door ze te ontwerpen en te testen volgens voorschriften 8 en 9.1 van EN 50122-1:1997 (met uitsluiting van verwijzingen naar EN 50179). Onderstations en schakelstations moeten beveiligd worden tegen toegang door onbevoegden.

De onderstations en schakelstations moeten worden aangesloten op het algemene aardingsnet langs de spoorbanen.

Een ontwerptoetsing van elke installatie moet uitwijzen dat de retourstroomcircuits en aardaansluitingen afdoende zijn. Aangetoond moet worden dat de beschermende voorzieningen tegen elektrische schokken en spoorstaafpotentiaal geïnstalleerd zijn volgens ontwerp.

### *Beschermende maatregelen voor het bovenleidingsysteem*

De elektrische veiligheid van het bovenleidingsysteem en de bescherming tegen elektrische schokken moet verwezenlijkt worden volgens voorschrift 4.3 van EN 50119:2009 en de voorschriften 4.1, 4.2, 5.1, 5.2 en 7 van EN 50122-1:1997, met uitzondering van de eisen voor verbindingen voor spoorstroomkringen.

De bovenleiding moet worden aangesloten op het algemene aardingsnet langs de spoorbanen.

Ontwerptoetsing van elke installatie moet uitwijzen dat de aardgeleiders afdoende zijn. Aangetoond moet worden dat de beschermende voorzieningen tegen elektrische schokken en spoorstaafpotentiaal geïnstalleerd zijn volgens ontwerp.

#### *Beschermende maatregelen voor retourstroomcircuits*

De elektrische veiligheid en functionaliteit van het retourstroomcircuit moet worden gewaarborgd door deze installaties te ontwerpen volgens de voorschriften 7 en 9.2 tot en met 9.6 van EN 50122-1:1997 (met uitsluiting van verwijzingen naar EN 50179).

Ontwerptoetsing van elke installatie moet uitwijzen dat de retourstroomcircuits afdoende zijn. Bovendien moet aangetoond worden dat de beschermende voorzieningen tegen elektrische schok en spoorstaafpotentiaal geïnstalleerd zijn volgens ontwerp.

#### *Overige algemene vereisten*

In aanvulling op de eisen van de paragrafen 4.7.2 tot en met 4.7.4 en de eisen van het onderhoudsplan (zie deel 4.5) en in overeenstemming met de Europese en nationale voorschriften die verenigbaar zijn met de Europese wetgeving, moeten maatregelen worden getroffen om de gezondheid en veiligheid van onderhouds- en bedieningspersoneel te waarborgen.

#### *Reflecterende kleding*

Personeel betrokken bij het onderhoud van het subsysteem "Energie" moet, bij werkzaamheden aan of naast het spoor, reflecterende kleding met het EG-merkteken dragen (dat dientengevolge voldoet aan de voorschriften van Richtlijn 89/686/EEG van de Raad van 21 december 1989 inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen der lidstaten inzake persoonlijke beschermingsmiddelen).

### **Infrastructuurregister en Europees register van goedgekeurde voertuigtypen**

#### *Inleiding*

In overeenstemming met artikelen 33 en 35 van Richtlijn 2008/57/EG moet elke TSI nauwkeurig de gegevens beschrijven die moeten worden opgenomen in het Europees register van goedgekeurde voertuigtypen en in het infrastructuurregister.

#### *Infrastructuurregister*

In bijlage C van deze TSI wordt opgegeven welke gegevens betreffende het subsysteem "Energie" in het infrastructuurregister moeten worden opgenomen. Wanneer een subsysteem "Energie" geheel of gedeeltelijk aan deze TSI is aangepast, moet zulks in het infrastructuurregister worden vermeld als bepaald in bijlage C en de betreffende bepalingen van hoofdstuk 4 en deel 7.5 (specifieke gevallen).

#### *Europees register van goedgekeurde voertuigtypen*

In bijlage D van deze TSI wordt opgegeven welke gegevens betreffende het subsysteem "Energie" in het Europees register van goedgekeurde voertuigtypen moeten worden opgenomen.

## INTEROPERABILITEITSONDERDELEN

### Lijst van onderdelen

Op de interoperabiliteitsonderdelen zijn de relevante bepalingen van Richtlijn 2008/57/EG van toepassing; deze zijn hieronder opgesomd voor zover zij betrekking hebben op het subsysteem "Energie".

**Bovenleiding:** Het interoperabiliteitsonderdeel "bovenleiding" bestaat uit de hieronder vermelde componenten die deel uitmaken van een subsysteem "Energie" uit alsmede de bijbehorende voorschriften met betrekking tot ontwerp en configuratie.

De bovenleiding bestaat uit een samenstel van kabels en draden die in langsrichting boven het spoor zijn gemonteerd en waaruit de treinen de tractiestroom betrekken. Bijbehorende onderdelen zijn bevestigingsmateriaal, rijdraadisolatoren, voedingslijnen en doorverbindingskabels. De bovenleiding is boven het voertuigomgrenzingsprofiel aangebracht en levert via stroomafnemers de energie voor de tractieketen.

Ondersteunende componenten als cantilevers, masten en funderingen, retourstroomgeleiders, auto-transformatorfeederkabels, schakelaars en andere isolatoren maken geen deel uit van het interoperabiliteitsonderdeel "Bovenleiding". Deze componenten vallen, voor zover het interoperabiliteit betreft, onder de subsysteemeisen.

De conformiteitskeuring heeft betrekking op de fasen en karakteristieken die in paragraaf 6.1.3 zijn vermeld en in tabel A.1 van bijlage A van deze TSI zijn aangekruist.

## **Prestaties en specificaties van interoperabiliteitsonderdelen**

### *Bovenleiding*

#### Geometrie van de bovenleiding

Het ontwerp van de bovenleiding moet voldoen aan het gestelde in paragraaf 4.2.13.

#### Gemiddelde opdrukkracht

De bovenleiding moet worden ontworpen voor een gemiddelde opdrukkracht  $F_m$  volgens paragraaf 4.2.15.

#### Dynamisch gedrag

Eisen inzake het dynamisch gedrag van de bovenleiding worden beschreven in paragraaf 4.2.16.

#### Beschikbare opdrukhoogte

De beschikbare opdrukhoogte moet voldoen aan de eisen vervat in paragraaf 4.2.16.

#### Ontwerp van de stroomafnemerafstand

De bovenleiding moet worden ontworpen voor een stroomafnemerafstand volgens de eisen van paragraaf 4.2.17.

#### Stroomafname bij stilstand

De bovenleiding voor gelijkstroomsystemen moet worden uitgevoerd volgens het gestelde in paragraaf 4.2.6.

#### Rijdraadmateriaal

Het rijdraadmateriaal moet voldoen aan de eisen in paragraaf 4.2.18.

## CONFORMITEITSKEURING VAN DE INTEROPERABILITEITSONDERDELEN EN EG-KEURING VAN DE SUBSYSTEMEN

### Interoperabiliteitsonderdelen

#### *Conformiteitskeuringsprocedure*

De procedure voor de conformiteitsbeoordeling van interoperabiliteitsonderdelen als bepaald in hoofdstuk 5 van de onderhavige TSI dient te worden uitgevoerd aan de hand van de relevante modules.

Keuringsprocedures voor bijzondere eisen voor interoperabiliteitsonderdelen zijn te vinden in paragraaf 6.1.4.

#### *Aanwending van modules*

Voor de conformiteitskeuring van interoperabiliteitsonderdelen worden de volgende modules gebruikt:

- o CA Interne productiecontrole
- o CB EG-typeonderzoek
- o CC Conformiteit met het type op basis van interne productiecontrole
- o CH Conformiteit op basis van volledig kwaliteitsborgingssysteem
- o CH1 Conformiteit op basis van volledig kwaliteitsborgingssysteem plus ontwerp onderzoek

Tabel 6.1.2 – Modules voor de conformiteitsbeoordeling van interoperabiliteitsonderdelen

| Procedures                                                            | Modules      |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------|
| In de EU op de markt gebracht voordat onderhavige TSI van kracht werd | CA of CH     |
| In de EU op de markt gebracht nadat onderhavige TSI van kracht werd   | CB+CC of CH1 |

De modules voor conformiteitsbeoordeling van interoperabiliteitsonderdelen moeten uit tabel 6.1.2 worden gekozen.

Voor producten die voor de publicatie van deze TSI in de handel werden gebracht, wordt het type als goedgekeurd beschouwd. Een EG-typeonderzoek (module CB) is niet nodig op voorwaarde dat de fabrikant kan aantonen dat proeven en controles van interoperabiliteitsonderdelen succesvol waren voor vorige toepassingen onder gelijkaardige omstandigheden en in overeenstemming zijn met de eisen van deze TSI. In dit geval dienen deze keuringen geldig te blijven voor de nieuwe toepassing. Indien niet kan worden aangetoond dat de oplossing in het verleden met gunstig gevolg is beproefd, is

de procedure voor interoperabiliteitsonderdelen die in de Europese handel zijn gebracht na de publicatie van deze TSI, van toepassing.

### *Innovatieve oplossingen voor interoperabiliteitsonderdelen*

Indien voor een interoperabiliteitsonderdeel een innovatieve oplossing wordt voorgesteld in de zin van deel 5.2, dient de fabrikant of zijn gemachtigde vertegenwoordiger die in de Unie is gevestigd, aan te geven op welk punten is afgeweken van de desbetreffende bepaling van onderhavige TSI en dient hij deze afwijking ter analyse bij de Commissie in te dienen.

Indien na analyse een gunstig advies wordt gegeven, zullen de relevante functionele en raakvlakspecificaties voor het onderdeel en de keuringsmethode worden ontwikkeld onder de goedkeuring van de Commissie.

De bekomen relevante functionele en raakvlakspecificaties alsmede de keuringsmethoden dienen tijdens het herzieningsproces in de TSI te worden verwerkt.

Na de bekendmaking van een besluit van de Commissie, die wordt genomen in overeenstemming met artikel 29 van deze richtlijn, mag de innovatieve oplossing reeds worden gebruikt in afwachting van de herziening van de TSI.

### *Bijzondere keuringsprocedure voor interoperabiliteitsonderdeel "bovenleiding"*

#### Beoordeling van het dynamisch gedrag stroomafnemers en van de kwaliteit van de stroomafname

De beoordeling van dynamisch gedrag van stroomafnemers en de kwaliteit van de stroomafname heeft betrekking op de bovenleiding (subsysteem "Energie") en de stroomafnemer (subsysteem "Rollend materieel").

Een nieuw bovenleidingontwerp moet gecontroleerd worden door simulatie volgens EN 50318:2002 en door het opmeten van een testsectie van het nieuwe ontwerp volgens EN 50317:2002.

Voor de simulatie en de analyse van de resultaten, moet rekening worden gehouden met representatieve kenmerken (bijvoorbeeld tunnels, spoorwegkruisingen, neutrale secties e.d.).

Voor de simulaties moeten ten minste twee stroomafnemers worden gebruikt die aan de eisen van ten minste twee verschillende TSI's<sup>1</sup> voor de betreffende snelheid<sup>2</sup> en het betreffende energievoorzieningssysteem voldoen, inclusief de ontwerpsnelheid van het voorgestelde interoperabiliteitsonderdeel "bovenleiding".

De simulatie mag worden uitgevoerd met soorten stroomafnemers die nog als interoperabiliteitsonderdeel goedgekeurd moeten worden, op voorwaarde dat zij voldoen aan de andere eisen van de TSI CR LOC&PAS.

De simulatie moet worden uitgevoerd voor zowel een enkele als meerdere stroomafnemers met een onderlinge afstand volgens de eisen in paragraaf 4.2.17.

De gesimuleerde stroomafnamekwaliteit moet, om aanvaardbaar te zijn, in

---

<sup>1</sup> met name stroomafnemers die gecertificeerd zijn als interoperabiliteitsonderdeel op basis van TSI CR of HS.

<sup>2</sup> de snelheid van de twee soorten stroomafnemers dient minstens gelijk te zijn aan de ontwerpsnelheid van de gesimuleerde bovenleiding.

overeenstemming zijn met paragraaf 4.2.16 voor de beschikbare opdrukhoogte, de gemiddelde opdrukkraft en de standaardafwijking voor elk van de stroomafnemers. Wanneer de resultaten van de simulatie acceptabel zijn, moet een dynamische test ter plaatse worden uitgevoerd met een representatief nieuw stuk bovenleiding.

Voor de hierboven vermelde test moet een van de twee soorten stroomafnemers die voor de simulatie werden gekozen, worden geïnstalleerd op rollend materieel dat toelaat de juiste snelheid voor de representatieve lengte te halen.

De tests moeten worden uitgevoerd voor minstens de slechtst mogelijke plaatsingen van de stroomafnemers volgens de simulaties en moeten voldoen aan de eisen in paragraaf 4.2.17.

Elke stroomafnemer moet voor de test de in paragraaf 4.2.15 voorgeschreven gemiddelde opdrukkraft produceren bij de voorziene ontwerpsnelheid van de bovenleiding.

De gemeten stroomafnamekwaliteit moet, om aanvaardbaar te zijn, in overeenstemming zijn met paragraaf 4.2.16 voor de beschikbare opdrukhoogte, de gemiddelde opdrukkraft en de standaardafwijking of het vonkvormingspercentage.

Wanneer de bovengenoemde keuringen met succes worden bekroond moet het beproefde bovenleidingontwerp als conform worden beschouwd en mag het worden gebruikt op lijnen waar de ontwerpkenmerken compatibel zijn.

De beoordeling van het dynamische gedrag van stroomafnemers en de kwaliteit van de stroomafname voor het interoperabiliteitsonderdeel "stroomafnemer" worden besproken in punt 6.1.2.2.6 van de TSI CR LOC&PAS.

#### Beoordeling van de stroomafname bij stilstand

De conformiteitskeuring moet worden uitgevoerd aan de hand van bijlage A.4.1 van EN 50367:2006.

#### *EG-verklaring van conformiteit van interoperabiliteitsonderdelen*

In overeenstemming met artikel 3 van bijlage IV van Richtlijn 2008/57/EG, moet de EG-verklaring van conformiteit de gebruiksomstandigheden vermelden:

- o nominale spanning en frequentie;
- o maximumontwerpsnelheid.

#### **Subsysteem "Energie"**

##### *Algemene bepalingen*

De aangemelde instantie voert op verzoek van de aanvrager EG-keuringen uit overeenkomstig bijlage VI van Richtlijn 2008/57/EG alsmede overeenkomstig de bepalingen van de relevante modules.

Als de aanvrager aantoont dat proeven of controles van een subsysteem "Energie" met gunstig gevolg hebben plaatsgevonden voor vorige toepassingen van een ontwerp onder gelijkaardige omstandigheden, moet de aangemelde instantie bij de EG-keuring met deze proeven en controles rekening houden.

Keuringsprocedures voor bijzondere eisen voor het subsysteem zijn te vinden in paragraaf 6.2.4.

De aanvrager moet de EG-keuringsverklaring voor het subsysteem "Energie" opstellen overeenkomstig artikel 18, lid 1, en bijlage V van Richtlijn 2008/57/EG.

### *Aanwending van modules*

Voor de EG-keuring van het subsysteem "Energie" kan de aanvrager of zijn in de Unie gevestigde gemachtigde kiezen uit:

- o Module SG: EG-keuring op basis van eenheidskeuring, of
- o Module SH1: EG-keuring op basis van volledig kwaliteitsborgingssysteem plus ontwerponderzoek.

#### Aanvraag van module SG

De aangemelde instantie kan in het geval van module SG rekening houden met eerder uitgevoerde controles of proeven die onder gelijkaardige omstandigheden met goed gevolg zijn verricht door andere instanties<sup>1</sup> of door (dan wel namens) de aanvrager.

#### Aanvraag van module SH1

Module SH1 mag alleen gekozen worden wanneer de activiteiten die bijdragen tot het te keuren voorgestelde subsysteem (ontwerp, constructie, montage, installatie) onderworpen zijn aan een kwaliteitsborgingssysteem dat ontwerp, productie, inspectie en beproeving van het eindproduct omvat en dat gekeurd is en bewaakt wordt door een aangemelde instantie.

### *Innovatieve oplossingen*

Indien voor een subsysteem "Energie" wordt gebruikgemaakt van een innovatieve oplossing als omschreven in deel 4.1, dient de aanvrager te vermelden op welk(e) punt(en) is afgeweken van de relevante bepalingen van de TSI en dient hij deze in te dienen bij de Commissie.

Indien een gunstig advies wordt gegeven, zullen de desbetreffende functionele en raakvlakspecificaties en de keuringsmethode voor deze oplossing worden ontwikkeld.

De bekomen relevante functionele en raakvlakspecificaties alsmede de keuringsmethoden dienen vervolgens tijdens het herzieningsproces in de TSI te worden verwerkt. Na de bekendmaking van een besluit van de Commissie, die wordt genomen in overeenstemming met artikel 29 van deze richtlijn, mag de innovatieve oplossing reeds worden gebruikt in afwachting van de herziening van de TSI.

### *Bijzondere keuringsprocedures voor het subsysteem*

#### Keuring van het nuttige spanningsgemiddelde

De keuring moet worden uitgevoerd overeenkomstig de voorschriften 14.4.1, 14.4.2 (uitsluitend simulatie) en 14.4.3 van EN 50388:2005.

---

<sup>1</sup> De voorwaarden waaronder eerdere controles en proeven plaatsvinden moeten vergelijkbaar zijn met de voorwaarden waaraan een aangemelde instantie voldoet bij het uitbesteden van activiteiten (zie §6, lid 5, van de Blauwe Gids voor de Nieuwe Aanpak).

### Keuring van recuperatieremming

De keuring van de vaste wisselstroominstallaties moet worden uitgevoerd als voorgeschreven in EN 50388:2005, voorschrift 14.7.2.

De keuring van de vaste gelijkstroominstallaties bestaat uit een ontwerptoetsing.

### Keuring van de coördinatie van elektrische beveiliging

De keuring van het ontwerp en de exploitatie van onderstations moet plaatsvinden in overeenstemming met voorschrift 14.6 van EN 50388:2005.

### Keuring van harmonische en dynamische effecten voor wisselstroomsystemen

De keuring op basis van een compatibiliteitsonderzoek moet worden uitgevoerd overeenkomstig voorschrift 10.3 van EN 50388:2005 en rekening houdend met overspanningen waarvan sprake is in voorschrift 10.4 van EN 50388:2005.

### Keuring van dynamisch gedrag stroomafnemers en kwaliteit stroomafname (integratie in een subsysteem)

Wanneer een als interoperabiliteitsonderdeel gecertificeerde bovenleiding op een nieuwe lijn geïnstalleerd is, worden wisselwerkingsparameteringen overeenkomstig EN 50317:2002 uitgevoerd om de correcte installatie te controleren.

De metingen moeten worden uitgevoerd met een als interoperabiliteitsonderdeel gecertificeerde stroomafnemer waarvan de karakteristieken op het gebied van gemiddelde opdrukkracht bij de voorgeschreven ontwerpsnelheid van de bovenleiding overeenstemmen met paragraaf 4.2.15 van deze TSI.

Het gaat hier om een controle op eventuele constructiefouten. Het ontwerp wordt in principe niet getoetst.

De geïnstalleerde bovenleiding kan aanvaardbaar zijn indien de meetresultaten in overeenstemming zijn met paragraaf 4.2.16 voor de beschikbare opdrukhoogte, de gemiddelde opdrukkracht en de standaardafwijking of het vonkvormingspercentage.

De beoordeling van het dynamisch gedrag van stroomafnemers en de kwaliteit van de stroomafname voor integratie van de stroomafnemer in het subsysteem "Rollend materieel", worden besproken in punt 6.2.2.2.14 van de TSI CR LOC&PAS.

### Keuring van onderhoudsplan

De keuring wordt uitgevoerd door te controleren of er sprake is van onderhoud.

De aangemelde instantie is niet verantwoordelijk voor de keuring van de geschiktheid van de specifieke eisen die in het plan zijn vastgelegd.

## **Subsysteem met interoperabiliteitsonderdelen zonder EG-keuringsverklaring**

### *Voorwaarden*

De aangemelde instantie mag gedurende de in artikel 4 van dit besluit bepaalde overgangsperiode een subsysteem conform verklaren dat enkele interoperabiliteitsonderdelen zonder de relevante EG-verklaring van conformiteit en/of

geschiktheid voor het gebruik bevat als bedoeld in deze TSI wanneer aan de volgende criteria wordt voldaan:

- o de conformiteit van het subsysteem is gecontroleerd door een aangemelde instantie op basis van de eisen van hoofdstuk 4 en met betrekking tot deel 6.2 tot en met hoofdstuk 7 (uitgezonderd "Specifieke gevallen") van deze TSI.  
Bovendien hoeven de interoperabiliteitsonderdelen niet conform te zijn met hoofdstuk 5 en deel 6.1, en
- o de interoperabiliteitsonderdelen zonder EG-verklaring van conformiteit en/of geschiktheid voor gebruik waren reeds goedgekeurd en in gebruik in een subsysteem van ten minste één lidstaat voor de onderhavige TSI van kracht werd.

Voor op deze wijze gekeurde interoperabiliteitsonderdelen mag geen EG-verklaring van conformiteit en/of geschiktheid voor gebruik worden afgegeven.

### *Documentatie*

Het EG-certificaat van conformiteit van het subsysteem moet duidelijk vermelden welke interoperabiliteitsonderdelen als onderdeel van de verificatie van het subsysteem door de aangemelde instantie zijn gekeurd.

De EG-keuringsverklaring van het subsysteem moet duidelijk vermelden:

- o welke interoperabiliteitsonderdelen gekeurd zijn als deel van het subsysteem;
- o dat het subsysteem interoperabiliteitsonderdelen bevat die identiek zijn aan die welke als deel van het subsysteem zijn gecontroleerd;
- o voor deze interoperabiliteitsonderdelen de reden(en) waarom de fabrikant geen EG-verklaring van conformiteit en/of geschiktheid voor het gebruik heeft overgelegd alvorens deze onderdelen in het subsysteem werden verwerkt of opgenomen, met inbegrip van de toepassing van de op grond van artikel 17 van Richtlijn 2008/57/EG aangemelde nationale voorschriften.

### *Onderhoud van de subsystemen die overeenkomstig 6.3.1 zijn gekeurd*

Tijdens de overgangsperiode, erna en tot het subsysteem is aangepast of vernieuwd (rekening houdend met de beslissing van de lidstaat om TSI's toe te passen), mogen interoperabiliteitsonderdelen zonder EG-verklaring van conformiteit en/of geschiktheid voor het gebruik, of die van dezelfde soort zijn, worden gebruikt voor onderhoudsdoeleinden (reserveonderdelen) voor het subsysteem onder de verantwoordelijkheid van de instantie die voor het onderhoud verantwoordelijk is. De instantie die verantwoordelijk is voor het onderhoud moet er in elk geval voor zorgen dat de onderhoudsonderdelen geschikt zijn voor hun toepassing, worden gebruikt binnen hun toepassingsgebied, interoperabiliteit mogelijk maken binnen het spoorwegsysteem, en toch voldoen aan de essentiële eisen. Dergelijke onderdelen moeten traceerbaar zijn en gekeurd in overeenstemming met nationale of internationale voorschriften of bepaalde gebruiken die algemeen gekend zijn binnen de spoorwegsector.

## UITVOERING

### **Algemeen**

De lidstaat moet voor trans-Europese lijnen de onderdelen van het subsysteem "Energie" vermelden die noodzakelijk zijn voor interoperabele diensten (bv. bovenleiding boven sporen, dienstsporen, stations, rangeerterreinen) en die derhalve aan deze TSI dienen te voldoen. Bij het vermelden van deze elementen moet de lidstaat rekening houden met de coherentie van het systeem in zijn totaliteit.

### **Progressieve strategie voor interoperabiliteit**

#### *Inleiding*

De strategie die in deze TSI wordt beschreven, is van toepassing op nieuwe, aangepaste en vernieuwde lijnen.

Veranderingen aan bestaande lijnen om ze in overeenstemming met de TSI's te brengen, vergen vaak grote investeringen en kunnen bijgevolg slechts geleidelijk worden uitgevoerd.

In overeenstemming met de voorwaarden in artikel 20, lid 1, van Richtlijn 2008/57/EG, beschrijft de migratiestrategie de manier waarop bestaande installaties moeten worden aangepast wanneer dat economisch gezien gerechtvaardigd is.

#### *Migratiestrategie voor spanning en frequentie*

Lidstaten kiezen zelf hun energievoorzieningssysteem. De beslissing moet worden genomen op basis van economische motieven en rekening houdend met minstens de volgende factoren:

- o het bestaande energievoorzieningssysteem in die lidstaat,
- o verbindingen met spoorlijnen in aangrenzende staten met een bestaande elektrische energievoorziening.

#### *Migratiestrategie voor stroomafnemers en de geometrie van bovenleidingen*

De bovenleiding moet worden ontworpen voor gebruik door minstens een van de stroomafnemers met de kopmaten (1600 mm of 1950 mm) volgens punt 4.2.8.2.9.2. van de TSI CR LOC&PAS.

### **Toepassing van deze TSI op nieuwe lijnen**

Hoofdstukken 4 en 6 en specifieke bepalingen in deel 7.5 zijn volledig van toepassing op de subsystemen binnen het geografische bereik van deze TSI (cf. deel 1.2) die in dienst zullen worden gesteld nadat deze TSI van kracht is geworden.

## **Toepassing van deze TSI op bestaande lijnen**

### *Inleiding*

Hoewel de TSI rechtstreeks kan worden toegepast voor nieuwe installaties, vergt de tenuitvoerlegging op bestaande lijnen wellicht wijzigingen van bestaande installaties. De nodige aanpassingen zijn afhankelijk van de mate van conformiteit van de bestaande installaties. Onverminderd het gestelde in deel 7.5 (Specifieke gevallen) gelden in het geval van de TSI CRS de volgende principes:

Indien artikel 20, lid.2, van Richtlijn 2008/57/EG van toepassing is en een toestemming is vereist voor ingebruikneming, beslist de lidstaat welke eisen van de TSI moeten worden toegepast in het kader van de migratiestrategie.

Indien artikel 20, lid 2, van Richtlijn 2008/57/EG niet van toepassing is omdat een nieuwe toestemming voor ingebruikneming niet is vereist, is conformiteit met deze TSI aanbevolen. Indien conformiteit niet mogelijk is, informeert de aanbestedende dienst de lidstaat over de reden hiervan.

Wanneer een lidstaat over wenst te gaan tot het in dienst stellen van nieuwe installaties moet de aanbestedende dienst de praktische maatregelen en faseringen van het project bepalen die nodig zijn om de vereiste prestatieniveaus te bereiken. Deze projectfasen kunnen overgangperiodes bevatten van ingebruikneming van installaties met beperkte prestaties.

Een bestaand subsysteem dat aan de bepalingen van Richtlijn 2008/57/EG voldoet, kan geschikt zijn voor de exploitatie van TSI-conforme voertuigen. In dat geval moet de infrastructuurbeheerder het in artikel 35 van Richtlijn 2008/57/EG bedoelde infrastructuurregister kunnen aanvullen. De procedure die moet worden gebruikt om aan te tonen in welke mate voldaan is aan de fundamentele parameters van de TSI wordt vastgesteld in de door de Commissie overeenkomstig dat artikel vast te stellen specificatie van het infrastructuurregister.

### *Aanpassing/vernieuwing van de bovenleiding en/of stroomvoorziening*

Het is mogelijk de onderdelen van de bovenleiding en/of het energievoorzieningssysteem geleidelijk (element per element) te veranderen over een vrij lange periode om conformiteit met deze TSI te bereiken.

Pas wanneer alle onderdelen voldoen aan de eisen van deze TSI kan het hele subsysteem conform worden verklaard.

Bij aanpassingen en vernieuwingen mag niets worden gewijzigd aan de compatibiliteit met het bestaande subsysteem "Energie" en andere subsystemen. Indien een project elementen bevat die niet conform zijn met de TSI, moeten de procedures voor de keuring van conformiteit en EG-keuring met de lidstaat worden overeengekomen.

### *Onderhoudsparameters*

Voor het onderhoud van het subsysteem "Energie" zijn geen formele keuringen en toestemmingen voor ingebruikneming vereist. In de mate van het mogelijke moeten

onderhouds vervangingen wel worden uitgevoerd in overeenstemming met de eisen van deze TSI ter bevordering van de interoperabiliteit.

*Bestaande subsystemen waarvoor geen vernieuwings- of aanpassingsproject bestaat*

Wanneer een bestaand subsysteem aan de essentiële eisen voldoet kan het geschikt zijn voor de exploitatie van TSI-conforme conventionele of hogesnelheidstreinen. De infrastructuurbeheerder kan in dit geval, op vrijwillige basis, het infrastructuurregister invullen overeenkomstig bijlage C van deze TSI om aan te tonen in hoeverre er overeenkomst is met de fundamentele parameters van deze TSI.

## **Specifieke gevallen**

### *Inleiding*

Onderstaande specifieke maatregelen zijn toegestaan in de onderstaande bijzondere gevallen:

- (a) P-gevallen: permanente gevallen;
- (b) T-gevallen: tijdelijke gevallen, waarbij wordt aanbevolen het prestatieniveau tegen het jaar 2020 te realiseren, een doel dat wordt gesteld in Beschikking nr. 1692/96/EG van het Europese Parlement en de Raad van 23 juli 1996 betreffende communautaire richtsnoeren voor de ontwikkeling van een trans-Europees vervoersnet, als gewijzigd bij Beschikking nr. 884/2004/EG.

### *Lijst van specifieke gevallen*

#### Bijzonderheden van het Estlandse spoorwegnet

##### P-geval

Alle fundamentele parameters van de paragrafen 4.2.3 tot en met 4.2.20 zijn niet van toepassing voor lijnen met een spoor van 1520 mm en staan nog ter discussie.

#### Bijzonderheden van het Franse spoorwegnet

##### Spanning en frequentie (4.2.3)

##### T-geval

De (grens-)waarden van de spanning en frequentie aan de onderstations en de stroomafnemers van de 1,5 kV-gelijkstroomlijnen:

- Nîmes tot Portbou,
- Toulouse tot Narbonne,

mogen hoger zijn dan de waarden in EN 50163:2004, voorschrift 4 ( $U_{\max 2}$  tot ongeveer 2000 V).

#### Gemiddelde opdrukkraft (4.2.15)

##### P-geval

Voor een 1,5 kV-gelijkstroomlijn gelden de volgende waarden voor de gemiddelde opdrukkraft:

Tabel 7.5.2.2.2 – Waarden van de gemiddelde opdrukkraft

|                        |                                                                                                       |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1,5 kV<br>gelijkstroom | $70 \text{ N} < F_m < 0,00178 \cdot v^2 + 110 \text{ N}$<br>met een waarde van 140 N bij<br>stilstand |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Bijzonderheden van het Finse spoorwegnet

##### Geometrie van de bovenleiding – rijdraadhoogte (4.2.13.1)

##### P-geval

De nominale rijdraadhoogte is 6,15 m, minimaal 5,60 m en maximaal 6,60 m.

#### Bijzonderheden van het Letse spoorwegnet

##### P-geval

Alle fundamentele parameters van de paragrafen 4.2.3 tot en met 4.2.20 zijn niet van toepassing voor lijnen met een spoor van 1520 mm en staan nog ter discussie.

#### Bijzonderheden van het Litouwse spoorwegnet

##### P-geval

Alle fundamentele parameters van de paragrafen 4.2.3 tot en met 4.2.20 zijn niet van toepassing voor lijnen met een spoor van 1520 mm en staan nog ter discussie.

#### Bijzonderheden van het Sloveense spoorwegnet

##### Omgrenzingsprofiel stroomafnemers (4.2.14)

##### P-geval

In het geval van Slovenië is, voor vernieuwing en aanpassing van bestaande lijnen met betrekking tot bestaande omgrenzingsprofielen van de structuren (tunnels, viaducten, bruggen), het mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel van stroomafnemers in overeenstemming met het stroomafnemerprofiel van 1450 mm als bepaald in norm EN 50367, 2006, figuur B.2.

#### Bijzonderheden van het spoorwegnet van het Verenigd Koninkrijk voor Groot-Brittannië

#### Rijdraadhoogte (4.2.13.1)

##### P-geval

In Groot-Brittannië mag de nominale rijdraadhoogte niet minder zijn dan 4700 mm bij de aanpassing of vernieuwing van het bestaande subsysteem "Energie" of de bouw van nieuwe subsystemen "Energie" op de bestaande infrastructuur.

#### Zijdelingse afwijking (4.2.13.3)

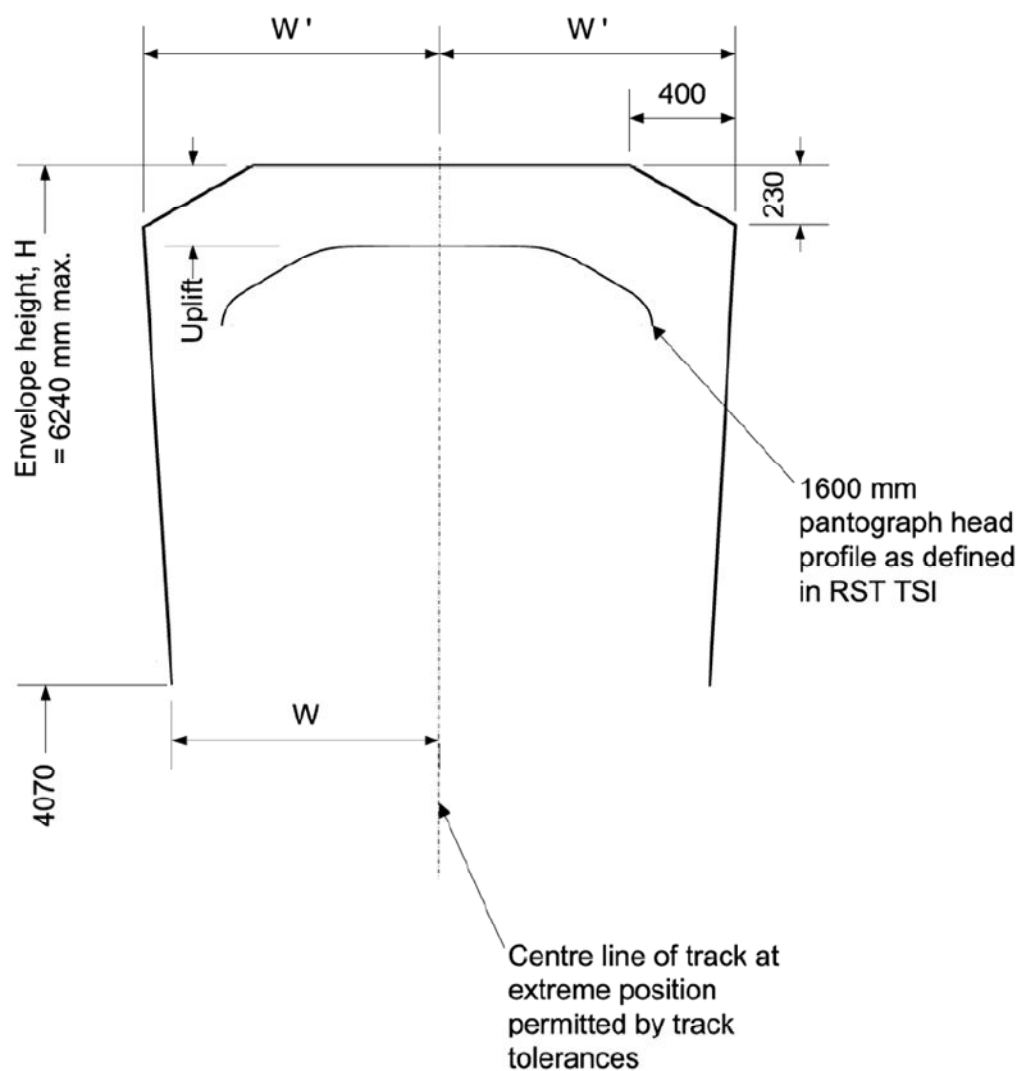
##### P-gevallen

In Groot-Brittannië moet voor nieuwe, aangepaste of vernieuwde subsystemen "Energie" de toegelaten zijwaartse uitslag van de rijdraad bij haaks op het spoor staande wind 475 mm bedragen (tenzij een lagere waarde in het infrastructuurregister werd vastgelegd) bij een rijdraadhoogte van maximaal 4700 mm en moet worden rekening gehouden met bouwvergunningen, de impact van temperatuur en de afbuiging van de mast. Bij rijdraadhoogten groter dan 4700 mm vermindert deze waarde met  $0,040 \times (\text{rijdraadhoogte (mm)} - 4700)$  mm.

#### Omgrenzingsprofiel stroomafnemers (4.2.14 en bijlage E)

##### P-gevallen

In Groot-Brittannië wordt, voor de aanpassing of vernieuwing van het bestaande subsysteem "Energie" of de bouw van nieuwe subsystemen "Energie" op de bestaande infrastructuur, het mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel van stroomafnemers in het hieronder afgebeelde diagram bepaald (figuur 7.5.2.7).



Figuur 7.5.2.7 — Omgrenzingsprofiel stroomafnemers

De figuur toont het omgrenzingsprofiel voor de stroomafnemerbewegingen (hartlijn spoor bij de grootste door spoortoleranties toegelaten uitslag van de stroomafnemer). Toleranties niet aangeduid. Het omgrenzingsprofiel is een absoluut profiel en geen referentieprofiel dat kan worden aangepast.

Bij alle snelheden t/m de baanvaksnelheid, maximumverkanting, maximumwindsnelheid zonder bedrijfsbeperkingen alsmede uiterste windsnelheid als bepaald in het infrastructuurregister:

$W = 800 + J$  mm,      wanneer  $H \leq 4300$  mm; en

$W' = 800 + J + (0,040 \times (H - 4300))$  mm, wanneer  $H > 4300$  mm.

Waarbij:

$H$  = Hoogte profielbovenzijde bs (mm). Deze maat is de som van rijdraadhoogte en beschikbare opdrukhoogte.

$J = 200$  mm op rechte baan.

J = 230 mm op spoor in boog.

J = 190 mm (minimum) bij afstand tot civiele infrastructuur die niet zonder hoge kosten vergroot kan worden.

Er moet een extra marge worden gehanteerd voor rijdraadslijtage, mechanische speling, statische en dynamische elektrische speling.

600/750 V- gelijkstroomspoor met geleidingrails op grondniveau

P-geval

Lijnen met het elektrificatiesysteem van 600/750 V gelijkstroom en met geleidingrails op grondniveau in een spoorsamenstelling met drie en/of vier sporen, moeten, indien economisch gerechtvaardigd, permanent worden aangepast, vernieuwd en uitgebreid. In dat geval zijn de nationale voorschriften van toepassing.

Beschermende maatregelen voor het bovenleidingsysteem (4.7.3)

P-geval

Met betrekking tot voorschrift 5.1 van EN 50122-1:1997 is de speciale nationale voorwaarde voor dit punt (5.1.2.1) van toepassing.

## **LIJST VAN BIJLAGEN**

*A Conformiteitskeuring van interoperabiliteitsonderdelen*

*B EG-keuring van het subsysteem "Energie"*

*C Infrastructuurregister, informatie over het subsysteem "Energie"*

*D Europees register van goedgekeurde voertuigtypen, informatie die voor het subsysteem "Energie" is vereist*

*E Bepaling van het mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel van stroomafnemers*

*F Fase- en systeemscheidingen als oplossingen*

*G Arbeidsfactor*

*H Elektrische beveiliging: uitschakeling van hoogspanningsschakelaars*

*I Lijst met normen waarnaar in deze TSI wordt verwezen*

*Z Glossarium*

## Bijlage A – Conformiteitskeuring interoperabiliteitsonderdelen

### **A.1 TOEPASSINGSGEBIED**

Deze bijlage betreft de conformiteitskeuring van het interoperabiliteitsonderdeel "bovenleiding" van het subsysteem "Energie".

Voor bestaande interoperabiliteitsonderdelen moet de procedure van paragraaf 6.1.2 worden toegepast.

### **A.2 KARAKTERISTIEKEN**

De elementen van het interoperabiliteitsonderdeel die gekeurd moeten worden op basis van module CB of CH1, zijn in tabel A.1 aangekruist. De productiefase moet binnen het subsysteem worden gekeurd.

Tabel A.1 - Keuring van het interoperabiliteitsonderdeel: bovenleiding

|                                                 | Keuring in de volgende fase   |                          |              |                                    | Bijzondere keuringsprocedures                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 | Ontwerp- en ontwikkelingsfase |                          |              | Productiefase                      |                                                                                                                                                                         |
| Kenmerken - referentie                          | Ontwerptoetsing               | Productieproces-toetsing | Type-keuring | Productkwaliteit (serie-productie) |                                                                                                                                                                         |
| Geometrie - 5.2.1.1                             | X                             | Nvt                      | Nvt          | Nvt                                |                                                                                                                                                                         |
| Gemiddelde opdrukkraft - 5.2.1.2                | X                             | Nvt                      | Nvt          | Nvt                                |                                                                                                                                                                         |
| Dynamisch gedrag - 5.2.1.3                      | X                             | Nvt                      | X            | Nvt                                | Conformiteitskeuring volgens punt 6.1.4.1 en gevalideerde simulatie volgens EN 50318:2002 voor ontwerpcontrole en metingen voor typekeuring volgens EN 50317:2002       |
| Beschikbare opdrukhoogte - 5.2.1.4              | X                             | Nvt                      | X            | Nvt                                | Gevalideerde simulatie volgens EN 50318:2002 voor ontwerpkeuring en metingen volgens EN 50317:2002 voor typekeuring met gemiddelde opdrukkraft volgens paragraaf 4.2.15 |
| Ontwerp afstand tussen stroomafnemers - 5.2.1.5 | X                             | Nvt                      | Nvt          | Nvt                                |                                                                                                                                                                         |
| Stroomafname bij stilstand - 5.2.1.6            | X                             | Nvt                      | X            | Nvt                                | Overeenk. punt 6.1.4.2                                                                                                                                                  |
| Rijdraadmateriaal - 5.2.1.7                     | X                             | Nvt                      | X            | Nvt                                |                                                                                                                                                                         |

Nvt: Niet van toepassing

## BIJLAGE B - EG-KEURING VAN HET SUBSISTEEM "ENERGIE"

### B.1 TOEPASSINGSGEBIED

Deze bijlage beschrijft de EG-keuring van het subsysteem "Energie".

### B.2 Karakteristieken en modules

De elementen van het te keuren subsysteem in de ontwerp-, montage-, installatie- en bedrijfsfasen zijn in tabel B.1 aangekruist.

Tabel B.1 - B EG-keuring van het subsysteem "Energie"

|                                                                            | Keuringsfase                          |                                        |                                               |                                                         |                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|                                                                            | Ontwerp-<br>en ontwik-<br>kelingsfase | Productiefase                          |                                               |                                                         |                                                                    |
|                                                                            | Ontwerp-<br>toetsing                  | Constructie,<br>assemblage,<br>montage | Geassem-<br>bleerd voor<br>inbedrijf-<br>name | Validering<br>onder<br>bedrijfs-<br>omstandig-<br>heden | Bijzondere<br>keurings-<br>procedures                              |
| <b>Fundamentele parameters</b>                                             |                                       |                                        |                                               |                                                         |                                                                    |
| Spanning en frequentie - 4.2.3                                             | X                                     | Nvt                                    | Nvt                                           | Nvt                                                     |                                                                    |
| Parameters inzake prestaties systeem - 4.2.4                               | X                                     | Nvt                                    | Nvt                                           | Nvt                                                     | Keuring van het nuttige spanningsgemiddelde overeenk. punt 6.2.4.1 |
| Continuïteit van de stroomvoorziening tijdens storingen in tunnels - 4.2.5 | X                                     | Nvt                                    | X                                             | Nvt                                                     |                                                                    |
| Stroomvoerend vermogen, gelijkstroomsystemen, stilstaande treinen - 4.2.6  | X(*)                                  | Nvt                                    | Nvt                                           | Nvt                                                     |                                                                    |
| Recuperatieremming - 4.2.7                                                 | X                                     | Nvt                                    | Nvt                                           | Nvt                                                     | Overeenk. punt 6.2.4.2                                             |
| Coördinatie van elektrische beveiliging - 4.2.8                            | X                                     | Nvt                                    | X                                             | Nvt                                                     | Overeenk. punt 6.2.4.3                                             |
| Harmonische en dynamische effecten voor wisselstroom-systemen - 4.2.9      | X                                     | Nvt                                    | Nvt                                           | Nvt                                                     | Overeenk. punt 6.2.4.4                                             |

| <b>Fundamentele parameters</b>                                       | <b>Keuringsfase</b>                            |                                                 |                                                         |                                                                    |                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | <b>Ontwerp-<br/>en ontwik-<br/>kelingsfase</b> | <b>Productiefase</b>                            |                                                         |                                                                    | <b>Bijzondere<br/>keurings-<br/>procedures</b>                                                                                                                                    |
|                                                                      |                                                | <b>Constructie,<br/>assemblage,<br/>montage</b> | <b>Geassem-<br/>bleerd voor<br/>inbedrijf-<br/>name</b> | <b>Validering<br/>onder<br/>bedrijfs-<br/>omstandig-<br/>heden</b> |                                                                                                                                                                                   |
| Geometrie van de bovenleiding: rijdraadhoogte - 4.2.13.1             | X(*)                                           | Nvt                                             | Nvt                                                     | Nvt                                                                |                                                                                                                                                                                   |
| Geometrie van de bovenleiding: variatie in rijdraadhoogte - 4.2.13.2 | X(*)                                           | Nvt                                             | Nvt                                                     | Nvt                                                                |                                                                                                                                                                                   |
| Geometrie van de bovenleiding: zijdelingse afwijking - 4.2.13.3      | X(*)                                           | Nvt                                             | Nvt                                                     | Nvt                                                                |                                                                                                                                                                                   |
| Omgrenzingsprofiel stroomafnemers - 4.2.14                           | X                                              | Nvt                                             | Nvt                                                     | Nvt                                                                |                                                                                                                                                                                   |
| Gemiddelde opdrukkracht - 4.2.15                                     | X(*)                                           | Nvt                                             | Nvt                                                     | Nvt                                                                |                                                                                                                                                                                   |
| Dynamisch gedrag stroomafnemers en kwaliteit stroomafname - 4.2.16   | X(*)                                           | Nvt                                             | X                                                       | Nvt                                                                | Gevalideerde simulatie volgens punt 6.1.4.1 en ontwerpcontrole volgens EN 50318:2002. Keuring van geassembleerde rijdraad volgens punt 6.2.4.5 en metingen volgens EN 50317:2002. |
| Stroomafnemerafstand - 4.2.17                                        | X(*)                                           | Nvt                                             | Nvt                                                     | Nvt                                                                |                                                                                                                                                                                   |
| Rijdraadmateriaal - 4.2.18                                           | X(*)                                           | Nvt                                             | Nvt                                                     | Nvt                                                                |                                                                                                                                                                                   |
| Fasescheidingssecties - 4.2.19                                       | X                                              | Nvt                                             | Nvt                                                     | Nvt                                                                |                                                                                                                                                                                   |
| Fasescheidingssecties - 4.2.20                                       | X                                              | Nvt                                             | Nvt                                                     | Nvt                                                                |                                                                                                                                                                                   |
| Beheer van energie-voorziening bij gevaar - 4.4.2.3                  | X                                              | Nvt                                             | X                                                       | Nvt                                                                |                                                                                                                                                                                   |

| <b>Fundamentele parameters</b>                                         | <b>Keuringsfase</b>                            |                                                 |                                                         |                                                                    |                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        | <b>Ontwerp-<br/>en ontwik-<br/>kelingsfase</b> | <b>Productiefase</b>                            |                                                         |                                                                    | <b>Bijzondere<br/>keurings-<br/>procedures</b>                                                                                                                                            |
|                                                                        |                                                | <b>Constructie,<br/>assemblage,<br/>montage</b> | <b>Geassem-<br/>bleerd voor<br/>inbedrijf-<br/>name</b> | <b>Validering<br/>onder<br/>bedrijfs-<br/>omstandig-<br/>heden</b> |                                                                                                                                                                                           |
| Onderhouds-<br>voorschriften – 4.5                                     | Nvt                                            | Nvt                                             | X                                                       | Nvt                                                                | Overeenk. punt<br>6.2.4.6                                                                                                                                                                 |
| Beveiliging tegen<br>elektrische schokken<br>4.7.2,<br>4.7.3,<br>4.7.4 | X                                              | X                                               | X                                                       | Nvt <sup>1)</sup>                                                  | 1) Validering<br>onder<br>bedrijfsomstandig<br>heden mag enkel<br>worden uitgevoerd<br>indien validering<br>in de fase<br>“Geassembleerd<br>voor inbedrijf-<br>name” niet<br>mogelijk is. |

Nvt: Niet van toepassing

\* alleen te keuren wanneer de rijdraad niet als een interoperabiliteitsonderdeel gekeurd is

## BIJLAGE C – INFORMATIE OVER HET SUBSYSTEEM "ENERGIE" IN HET INFRASTRUCTUURREGISTER

### C.1 Toepassingsgebied

In deze bijlage wordt voorgeschreven welke gegevens betreffende het subsysteem "Energie" op grond van paragraaf 4.8.2 voor elke homogene sectie van interoperabele lijnen in het infrastructuurregister moeten worden opgenomen.

### C.2 Te beschrijven karakteristieken

Tabel C.1 bevat de interoperabiliteitskarakteristieken van het subsysteem "Energie" die voor elke lijnsectie moeten worden vermeld.

Tabel C.1 – Informatie die in het infrastructuurregister moet worden opgenomen

| Parameter, interoperabiliteitsonderdeel                                                                                                                                     | Referentie |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Spanning en frequentie                                                                                                                                                      | 4.2.3      |
| Maximale tractiestroom                                                                                                                                                      | 4.2.4.1    |
| Maximale stroomafname bij stilstand, enkel gelijkstroomsystemen                                                                                                             | 4.2.6      |
| Voorwaarden om herwonnen energie op te slaan                                                                                                                                | 4.2.7      |
| Nominale rijdraadhoogte                                                                                                                                                     | 4.2.13.1   |
| Goedgekeurde stroomafnemerprofielen                                                                                                                                         | 4.2.13.3   |
| Maximumbaanvaknelheid met één opgestoken stroomafnemer (indien van toepassing)                                                                                              | 4.2.17     |
| Ontwerptype afstand van bovenleiding                                                                                                                                        | 4.2.17     |
| Minimumafstand tussen naast elkaar liggende stroomafnemers (indien van toepassing)                                                                                          | 4.2.17     |
| Het aantal stroomafnemers hoger dan twee waarvoor de lijn werd ontworpen (indien van toepassing).                                                                           | 4.2.17     |
| Toegelaten sleepstukmateriaal                                                                                                                                               | 4.2.18     |
| Fasescheidingsecties: type gebruikte scheidingsecties<br>Gegevens betreffende de exploitatie en configuratie van opgezette stroomafnemers                                   | 4.2.19     |
| Systeemscheidingsecties: type gebruikte scheidingsecties<br>Gegevens betreffende de exploitatie: uitschakelen van de hoogspanningsschakelaar, strijken van de stroomafnemer | 4.2.20     |
| Specifieke gevallen                                                                                                                                                         | 7.5        |
| Andere afwijkingen t.o.v. de eisen van de TSI                                                                                                                               |            |

**BIJLAGE D – EUROPEES REGISTER VAN GOEDGEKEURDE VOERTUIGENTYPEN,  
INFORMATIE DIE VOOR HET SUBSYSTEEM "ENERGIE" IS VEREIST**

## **D.1 Toepassingsgebied**

In deze bijlage wordt vermeld welke gegevens betreffende het subsysteem "Energie" in het Europees register van goedgekeurde voertuigtypen moeten worden opgenomen.

## **D.2 Te beschrijven karakteristieken**

Tabel D.1 bevat de interoperabiliteitskarakteristieken van het subsysteem "Energie" die in het Europees register van goedgekeurde voertuigtypen moeten worden opgenomen.

Tabel D.1 – Informatie die in het Europees register van goedgekeurde voertuigtypen moet worden opgenomen.

| <b>Parameter,<br/>interoperabiliteitsonderdeel</b> | <b>Informatie</b>                                                                                               | <b>Referentie<br/>TSI CR LOC&amp;PAS</b> |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Elektrische bescherming van de trein               | Afschakelcapaciteit van ingebouwde hoofdstroom-schakelaar (kA) op treinen rijdende op lijnen met 15 kV, 16,7 Hz | 4.2.8.2.10                               |
| Aantal en verdeling van stroomafnemers             | Tussenruimte                                                                                                    | 4.2.8.2.9.7                              |
| Stroombeperkingsinstallatie aanwezig               | Type/Vermogen                                                                                                   | 4.2.8.2.4                                |
| Automatische vermogensregeling aanwezig            | Type/Vermogen                                                                                                   | 4.2.8.2.4                                |
| Rem met energierugwinning aanwezig                 | Ja/Neen                                                                                                         | 4.2.8.2.3                                |
| Aanwezigheid van ingebouwd energiemeetinstrument   | Ja/Neen                                                                                                         | 4.2.8.2.8                                |
| Specifieke gevallen m.b.t. energievoorziening      |                                                                                                                 | 7.3                                      |
| Andere afwijkingen t.o.v. de eisen van de TSI      |                                                                                                                 |                                          |

## **BIJLAGE E – BEPALING VAN HET MECHANISCHE, KINEMATISCHE OMGRENZINGSPROFIEL VAN STROOMAFNEMERS**

### **E.1 Algemeen**

#### *E.1.1 Ruimte die moet worden vrijgemaakt voor geëlektrificeerde lijnen*

Indien de lijnen met een bovenleiding worden geëlektrificeerd, moet een bijkomende ruimte worden vrijgemaakt:

- om de bovenleidinguitrusting voldoende plaats te geven;
- opdat de stroomafnemer vrij kan passeren.

Deze bijlage betreft de vrije doorgang van de stroomafnemer (omgrenzingsprofiel van de stroomafnemer). De infrastructuurbeheerder moet rekening houden met de elektrische speling.

#### *E.1.2 Bijzonderheden*

Het omgrenzingsprofiel van stroomafnemers verschilt op bepaalde punten van dat van obstakels:

- De stroomafnemers staan (gedeeltelijk) onder stroom. Daarom moet er een elektrische speling zijn, rekening houdend met de aard van het obstakel (geïsoleerd of niet).
- Indien nodig moet ook rekening worden gehouden met de aanwezigheid van isolatoren. Daarom moet een dubbele referentieomtrek worden bepaald ter voorkoming van zowel mechanische als elektrische storingen.
- Bij stroomafname is de stroomafnemer onafgebroken in contact met de rijdraad en daardoor kan de hoogte variëren. Dat is de hoogte van het omgrenzingsprofiel van de stroomafnemer.

### E.1.3 Symbolen en afkortingen

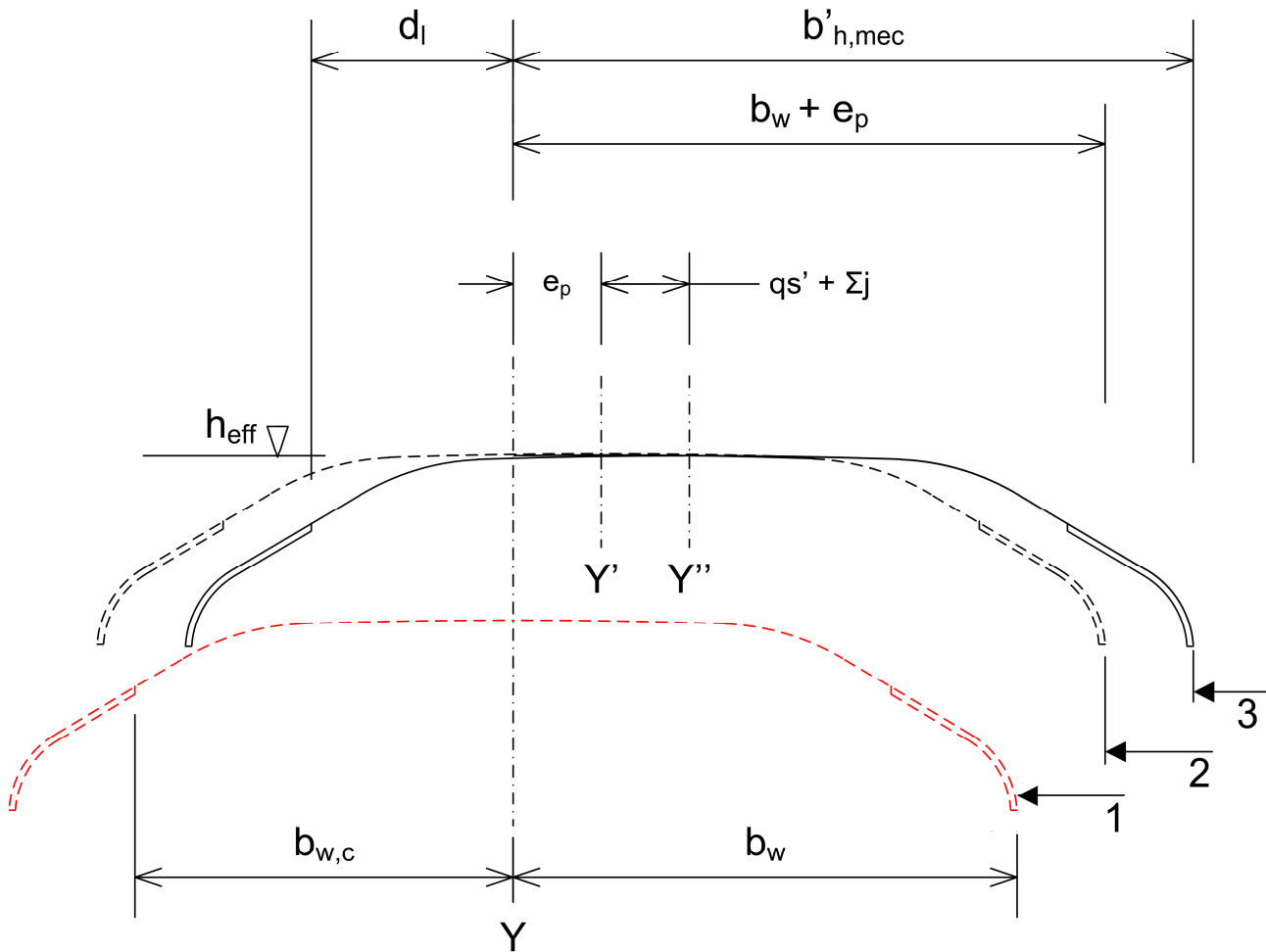
| Symbol       | Omschrijving                                                                                                                | Eenheid |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| $b_w$        | Halve lengte van het stroomafnemersleepstuk                                                                                 | m       |
| $b_{w,c}$    | Halve lengte van de geleidende lengte (met isolatoren) of werklengte (met geleidende hoorns) van het stroomafnemersleepstuk | m       |
| $b'_{o,mec}$ | Breedte van het mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel op de hoogste verificatiehoogte                                   | m       |
| $b'_{u,mec}$ | Breedte van het mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel op de laagste verificatiehoogte                                   | m       |
| $b'_{h,mec}$ | Breedte van het mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel op de gemiddelde verificatiehoogte                                | m       |
| $d_l$        | Zijdelingse afwijking van de rijdraad                                                                                       | m       |
| $D_0$        | Referentieverkanting waarmee het voertuig rekening houdt voor het omgrenzingsprofiel                                        | m       |
| $e_p$        | Uitslag van de stroomafnemer door de karakteristieken van het voertuig                                                      | m       |
| $e_{po}$     | Uitslag van de stroomafnemer op de hoogste verificatiehoogte                                                                | m       |
| $e_{pu}$     | Uitslag van de stroomafnemer op de laagste verificatiehoogte                                                                | m       |
| $f_s$        | Marge voor mogelijke verhoging van de rijdraad                                                                              | m       |
| $f_{wa}$     | Marge voor mogelijke slijtage van het stroomafnemersleepstuk                                                                | m       |
| $f_{ws}$     | Marge voor mogelijk raken van de contactdraad door het sleepstuk als gevolg van de uitslag van de stroomafnemer             | m       |
| $h$          | Hoogte ten opzichte van het loopvlak                                                                                        | m       |
| $h_{c0}$     | Referentiehoogte van het draaipunt voor de stroomafnemer                                                                    | m       |
| $h =$        | Referentiehoogte bij de berekening van het omgrenzingsprofiel van stroomafnemers                                            | m       |
| $h'_o$       | Maximale verificatiehoogte van het omgrenzingsprofiel van stroomafnemers bij stroomafname                                   | m       |
| $h'_u$       | Minimale verificatiehoogte van het omgrenzingsprofiel van stroomafnemers bij stroomafname                                   | m       |
| $h_{eff}$    | Effectieve hoogte van de opgezette stroomafnemer                                                                            | m       |
| $h_{cc}$     | Statische hoogte van de rijdraad                                                                                            | m       |
| $I'_0$       | Referentieverkantingstekort waarmee het voertuig rekening houdt voor het omgrenzingsprofiel van stroomafnemers              | m       |
| $L$          | Afstand tussen de hartlijnen van de spoorstaven van een spoor                                                               | m       |
| $l$          | Spoorbreedte, afstand tussen de buitenkanten van de spoorstaven                                                             | m       |
| $q$          | Dwarse speling tussen de as en het draaistel of, voor voertuigen zonder draaistel, tussen de as en de wagenbak              | m       |
| $qs'$        | Quasistatische beweging                                                                                                     | m       |

|            |                                                                                                                                                      |         |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| $s'_0$     | Flexibiliteitscoëfficiënt waarmee zowel door het voertuig als door de infrastructuur rekening wordt gehouden voor het omgrenzingsprofiel             |         |
| $s'_{i/a}$ | Toegelaten bijkomende uitslag voor stroomafnemers in een binnen-/buitenbocht                                                                         | m       |
| $w$        | Dwarse speling tussen draaistel en wagenbak                                                                                                          | m       |
| $\theta$   | Montagetoleranties van de stroomafnemer op het dak                                                                                                   | radiaal |
| $\tau$     | Dwarse flexibiliteit van het montagesysteem op het dak                                                                                               | m       |
| $\Sigma_j$ | Som van de (horizontale) veiligheidsmarges voor bepaalde willekeurige fenomenen ( $j = 1, 2$ of $3$ ) voor het omgrenzingsprofiel van stroomafnemers |         |

Subscript a: verwijst naar de buitenbocht

Subscript i: verwijst naar de binnenbocht

#### E.1.4 Basisbeginselen



Legende:

Y: Hartlijn van het spoor  
 $Y'$ : Hartlijn van de stroomafnemer – om het referentieprofiel voor vrije doorgang te bepalen  
 $Y''$ : Hartlijn van de stroomafnemer – om het mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel te bepalen

- 1: Stroomafnemerprofiel
- 2: Referentieprofiel vrije doorgang
- 3: Mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel

Figuur E.1 — omgrenzingsprofiel stroomafnemers

Het omgrenzingsprofiel van stroomafnemers voldoet enkel aan de eisen indien de mechanische en elektrische omgrenzingsprofielen tegelijk voldoen aan de volgende eisen:

- Het referentieprofiel van de vrije doorgang omvat de lengte van de stroomafnemer van de stroomafnemer en de uitslag van de stroomafnemer  $e_p$ , die van toepassing is op de referentievertaling of het referentievertalingstekort.
- Obstakels die onder stroom staan en die zijn geïsoleerd, behoren niet tot het mechanisch profiel.
- Niet-geïsoleerde obstakels (geaard of met een potentiaal verschil ten opzichte van de bovenleiding) behoren niet tot de mechanische en elektrische profielen.

Op figuur E.1 staan de mechanische omgrenzingsprofielen van stroomafnemers.

## E.2 Bepaling van het mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel van stroomafnemers

### E.2.1 Bepaling van de breedte van het mechanisch omgrenzingsprofiel

#### E.2.1.1 Toepassingsgebied

De breedte van het omgrenzingsprofiel van stroomafnemers wordt voornamelijk bepaald door de lengte en de verplaatsingen van de stroomafnemer in kwestie. Tot de zijwaartse bewegingen behoren niet alleen specifieke verschijnselen, maar ook verschijnselen zoals die van het omgrenzingsprofiel van het obstakel.

Het omgrenzingsprofiel van stroomafnemers moet worden bepaald op de volgende hoogtes:

- De bovenste verificatiehoogte  $h'_o$ .
- De laagste verificatiehoogte  $h'_u$ .

De breedte van het omgrenzingsprofiel kan tussen deze twee hoogtes lineair variëren.

Figuur E.2 toont de verschillende parameters.

#### E.2.1.2 Berekeningsmethode

De breedte van het omgrenzingsprofiel van stroomafnemers wordt bepaald door de som van de hieronder omschreven parameters. Indien op een lijn verschillende stroomafnemers lopen, moet de maximumbreedte worden berekend.

Voor het laagste verificatiepunt waarbij  $h = h'_u$ :

$$b'_{u(i/a),mec} = \left( b_w + e_{pu} + S'_{i/a} + qs'_{i/a} + \Sigma_j \right)_{\max}$$

Voor het hoogste verificatiepunt waarbij  $h = h'_o$ :

$$b'_{o(i/a),mec} = \left( b_w + e_{po} + S'_{i/a} + qs'_{i/a} + \Sigma_j \right)_{\max}$$

OPMERKING  $i/a$  = binnen-/buitenbocht.

Voor elke gemiddelde hoogte  $h$ , wordt de breedte berekend op basis van een interpolatie:

$$b'_{h,mec} = b'_{u,mec} + \frac{h - h'_u}{h'_o - h'_u} \cdot \left( b'_{o,mec} - b'_{u,mec} \right)$$

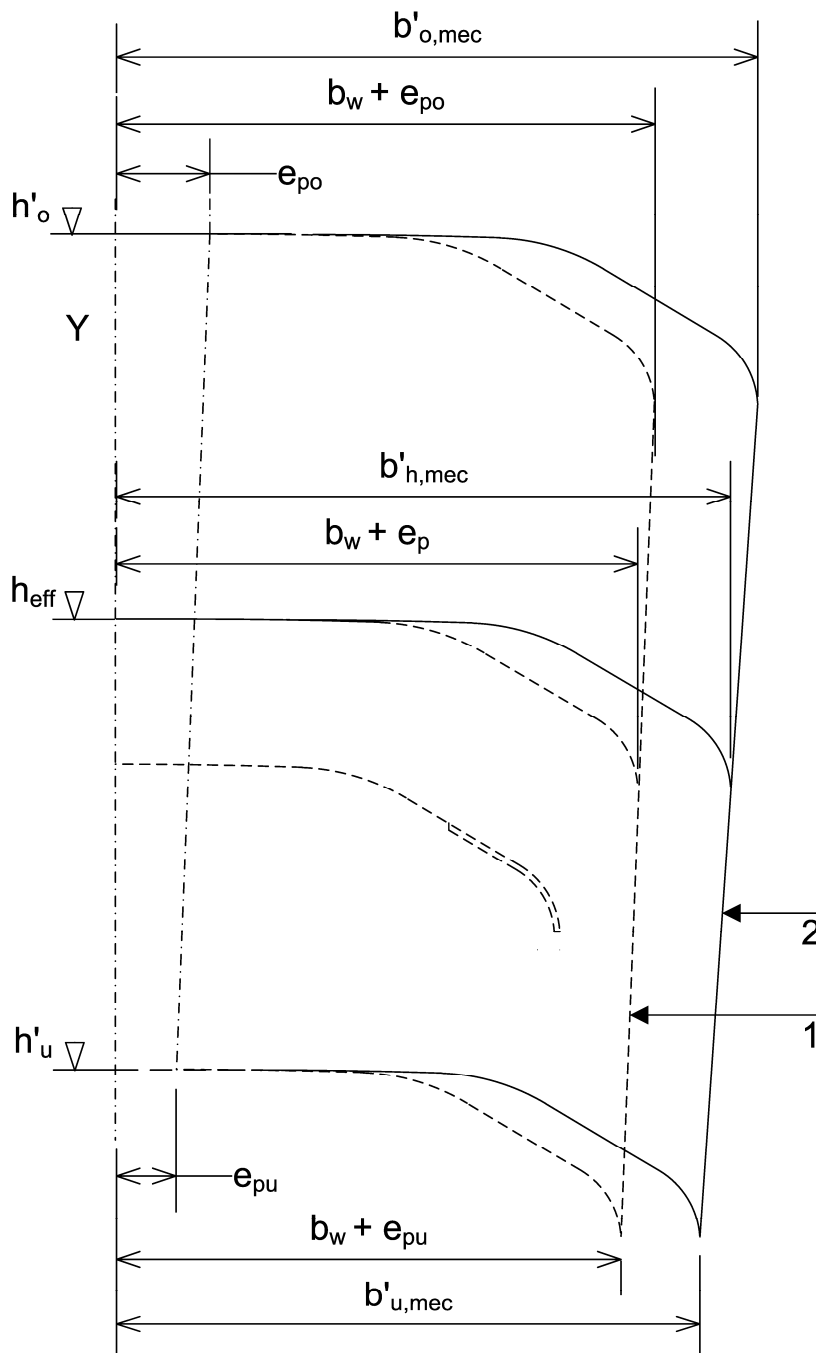
#### E.2.1.3 Halve lengte $b_w$ van het stroomafnemersleepstuk

De halve lengte  $b_w$  van het stroomafnemersleepstuk hangt af van het stroomafnemertype. De stroomafnemerprofielen waarmee rekening moet worden gehouden, worden omschreven in punt 4.2.8.2.9.2 van TSI CR LOC&PAS.

#### E.2.1.4 Uitslag van stroomafnemer $e_p$

De uitslag wordt voornamelijk bepaald door de volgende verschijnselen:

- speling  $q + w$  in de aslagers tussen draaistel en carrosserie;
- de hellingsgraad van de carrosserie voor het voertuig in kwestie (afhankelijk van de specifieke flexibiliteit  $s_\theta$ , de referentieverkanting  $D'_\theta$  en het referentieverkantingstekort  $I'_\theta$ );
- de montagetolerantie  $\theta$  van de stroomafnemer op het dak;
- de dwarse flexibiliteit  $\tau$  van het montagesysteem op het dak;
- de desbetreffende hoogte  $h'$ .



Legende:

Y: Hartlijn van het spoor

1: Referentieprofiel vrije doorgang

2: Mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel van de stroomafnemer

Figuur E.2 – Bepaling van de breedte van het mechanisch kinematisch omgrenzingsprofiel van de stroomafnemer op verschillende hoogtes

#### E.2.1.6 Bijkomende uitslag

Het omgrenzingsprofiel van stroomafnemers heeft specifieke bijkomende uitslagmogelijkheden. Op een standaardspoorbreedte zijn de volgende formules van toepassing:

$$S'_{i/a} = \frac{2,5}{R} + \frac{\lambda - 1,435}{2}$$

Voor andere spoorbreedten zijn de nationale voorschriften van toepassing.

#### E.2.1.7 Quasistatische beweging

De quasistatische beweging is een belangrijke factor in de berekening van het omgrenzingsprofiel van stroomafnemers omdat de stroomafnemer op het dak is geïnstalleerd. Die beweging wordt berekend op basis van de specifieke flexibiliteit  $s_0'$ , de referentieverkanting  $D'_0$  en het referentieverkantingstekort  $I'_0$ :

$$qs'_i = \frac{s_0'}{L} \left[ D - D'_0 \right]_{>0} (h - h'_{c0})$$

$$qs'_a = \frac{s_0'}{L} \left[ I - I'_0 \right]_{>0} (h - h'_{c0})$$

**OPMERKING** Stroomafnemers worden normaal gemonteerd op het dak van een tractievoertuig met een referentieflexibiliteit  $s_0'$  die in het algemeen kleiner is dan die van het omgrenzingsprofiel van het obstakel  $s_0$ .

#### E.2.1.8 Toelatingen

Op basis van de definitie van een omgrenzingsprofiel moet met de volgende verschijnselen rekening worden gehouden:

- beladingsasymmetrie,
- de zijwaartse beweging van het spoor tussen twee opeenvolgende onderhoudsbeurten,
- het verschil in verkanting tussen twee opeenvolgende onderhoudsbeurten,
- schommelingen door oneffenheden in het spoor.

$\Sigma_j$  is de som van de hierboven vermelde variabelen.

### *E.2.2 Bepaling van de hoogte van het mechanisch omgrenzingsprofiel*

De hoogte van het omgrenzingsprofiel moet worden bepaald op basis van de statische hoogte  $h_{cc}$  van de rijdraad op een specifiek punt. Er moet rekening worden gehouden met de volgende parameters:

- de verhoging  $f_s$  van de rijdraad door de opdrukkracht van de stroomafnemer. De  $f_s$ -waarde is afhankelijk van het type bovenleiding en wordt dus bepaald door de infrastructuurbeheerder overeenkomstig paragraaf 4.2.16,
- de verhoging van de stroomafnemerkep door de schuinstand van de stroomafnemerkep die wordt veroorzaakt door een los contactpunt en slijtage van de sleepstukken  $f_{ws} + f_{wa}$ . De toegelaten waarde van  $f_{ws}$  staat vermeld in de TSI CR LOC&PAS en  $f_{wa}$  is afhankelijk van de onderhoudseisen.

De hoogte van het mechanische omgrenzingsprofiel wordt met de volgende formule berekend:

$$h_{eff} = h_{cc} + f_s + f_{ws} + f_{wa}$$

### **E.3 Referentieparameters**

De parameters voor het kinematisch mechanisch omgrenzingsprofiel van stroomafnemers en voor de bepaling van de maximale zijwaartse uitslag van de rijdraad zijn de volgende:

- 1 – overeenkomstig de spoorbreedte
- $s_0 = 0,225$
- $h_{c0} = 0,5$  m
- $I_0 = 0,066$  m en  $D_0 = 0,066$  m
- $h'_o = 6,500$  m en  $h'_u = 5,000$  m

### **E.4 Berekening van de maximale zijwaartse uitslag van de rijdraad**

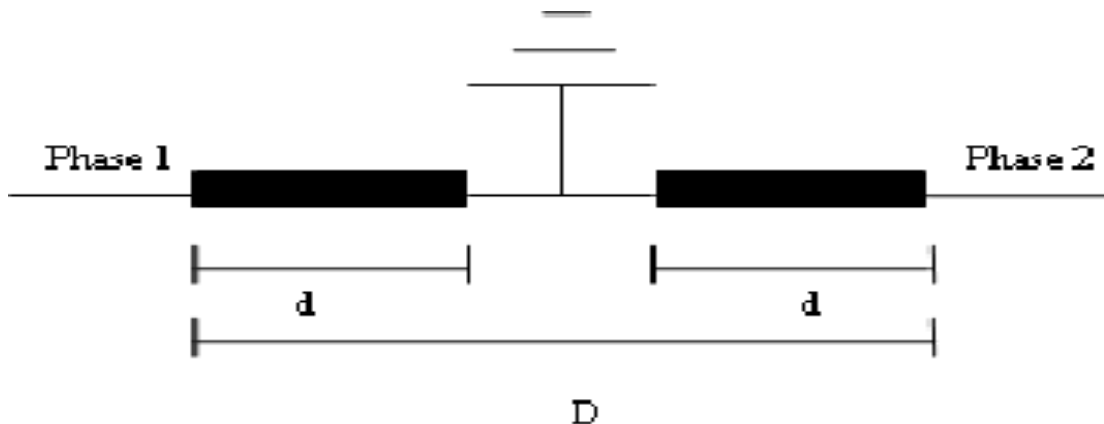
De maximale zijwaartse uitslag van de rijdraad wordt, op basis van de totale beweging van de stroomafnemer ten opzichte van de nominale spoorligging en de mate van stroomafname (of het werkbereik voor stroomafnemers zonder hoorns van geleidend materiaal), als volgt berekend:

$$d_l = b_{w,c} + b_w - b'_{h,mec}$$

$b_{w,c}$  – beschreven in de punten 4.2.8.2.9.1 en 4.2.8.2.9.2 van CR LOC&PAS TSI

## BIJLAGE F – FASE- EN SYSTEEMSCHEIDINGSSECTIES ALS OPLOSSINGEN

Mogelijke ontwerpen van fasescheidingssecties worden beschreven in bijlagen A.1.3 (lange neutrale sectie) en A.1.5 (gesplitste neutrale secties – de overlappende delen kunnen worden vervangen door dubbele sectie-isolatoren) bij EN 50367:2006, of worden geïllustreerd op figuur F.1 of F.2.



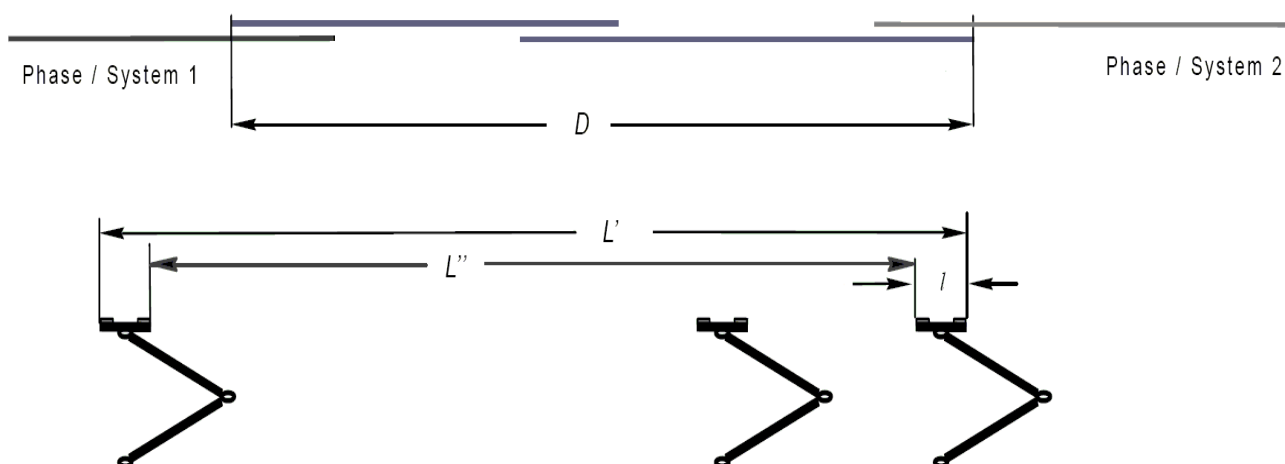
Figuur F.1: Scheidingssectie met neutrale sectie-isolatoren

In het geval van figuur F.1 kunnen de neutrale secties (d) worden gevormd door neutrale sectie-isolatoren. Dit zijn dan de afmetingen:

$$D \leq 8 \text{ m}$$

Door de korte lengte kan een trein die op de fasescheiding spanningsloos komt te staan, herstarten zonder de geschikte apparatuur.

De lengte van d moet worden gekozen rekening houdend met de systeemspanning, de maximumbaanvaknelheid en de maximale stroomafnemerbreedte.



Figuur F.2– Gesplitste neutrale sectie

Voorwaarden:  $L' > D + 2l$      $D < 79 \text{ m}$   
 $L'' > 80 \text{ m}$

Het meetbereik van drie opeenvolgende stroomafnemers moet groter dan 80 m zijn ( $L''$ ). Binnen dit meetbereik mag de middelste stroomafnemer willekeurig worden geplaatst. De infrastructuurbeheerder moet, op basis van de onderlinge minimumafstand tussen twee opgestoken stroomafnemers, de maximale treinsnelheid bepalen. Er mag tussen de stroomafnemers in gebruik geen elektrische verbinding zijn.

## BIJLAGE G – ARBEIDSFACITOR

Deze bijlage behandelt enkel de inductieve arbeidsfactor en het opgenomen vermogen over het spanningsgebied tussen  $U_{\min}$  en  $U_{\max}$  zoals gedefinieerd in EN 50163.

Tabel G.1 geeft de totale inductieve arbeidsfactor  $\lambda$  van een trein weer. Voor de berekening van  $\lambda$  wordt enkel rekening gehouden met de fundamentele spanning aan de stroomafnemer.

**Tabel G.1 — Totale inductieve arbeidsfactor  $\lambda$  van een trein**

| Opgenomen momentvermogen P aan de stroomafnemer<br><br>MW                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Lijnen van categorie I en II van TSI HS (b) | TSI-lijnen categorie III; IV; V;VI; VII en klassieke lijnen |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| $P > 2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $\geq 0,95$                                 | $\geq 0,95$                                                 |
| $0 \leq P \leq 2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | a                                           | a                                                           |
| <p>Voor rangeeremplacementen of depots moet de arbeidsfactor van de grondgolf onder de volgende voorwaarden <math>\geq 0,8</math> bedragen (OPMERKING 1): trein heeft uitgeschakelde tractie maar alle hulpapparatuur ingeschakeld op opstel- of dienstspoor en het opgenomen actieve vermogen is groter dan 200 kW.</p> <p>OPMERKING 1: Arbeidsfactoren groter dan 0,8 zijn vanuit financieel oogpunt voordeliger omdat minder vaste installaties benodigd zijn.</p> <p>De totale gemiddelde <math>\lambda</math> voor de reis, inclusief alle stops, wordt berekend uit de actieve energie <math>W_p</math> (MWh) en de reactieve energie <math>W_Q</math> (MVarh) door middel van een computersimulatie van een treinrit of gemeten tijdens een treinrit:</p> $\lambda = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_Q}{W_p}\right)^2}}$ <p>a Teneinde de totale arbeidsfactor van de boordnetbelasting van een met kruissnelheid rijdende trein te beheersen moet de totale gemiddelde <math>\lambda</math> (tractie en boordnetten) zoals gedefinieerd door simulatie en/of metingen hoger zijn dan 0,85 gedurende een volledige treinrit (typische rit tussen twee stations met inbegrip van commerciële stops).</p> <p>b van toepassing op treinen die voldoen aan de TSI HS "Rollend materieel".</p> |                                             |                                                             |

Bij energierecuperatie kan de inductieve arbeidsfactor vrij worden verlaagd om de spanning binnen de grenzen te houden.

OPMERKING 2: op lijnen van categorie III tot VII en voor rollend materieel dat dateert van voor

de publicatie van deze TSI, kan de infrastructuurbeheerder aan de toelating van interoperabele treinen met lagere dan de in tabel G.1 vermelde arbeidsfactoren voorwaarden koppelen, zoals economische en operationele voorwaarden en/of een beperking van het vermogen .

**BIJLAGE H – ELEKTRISCHE BEVEILIGING: UITSCHAKELING VAN HOOGSPANNINGSSCHAKELAARS**

**Tabel H.1 — Werking van stroomonderbrekers bij interne storing in de tractieketen**

| <b>Energie<br/>voorzieningssysteem:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Volgorde van uitschakeling bij interne storing in de tractieketen</b> |                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Stroomonderbreker voeding onderstation</b>                            | <b>Stroomonderbreker tractievoertuig</b>                                                                                                                   |
| Wisselstroom 25 000 kV -50 Hz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Onmiddellijke uitschakeling <sup>a</sup>                                 | Onmiddellijke uitschakeling                                                                                                                                |
| 15 000 kV -16,7 Hz wisselstroom                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Onmiddellijke uitschakeling <sup>a</sup>                                 | <u>Primaire zijde transformator:</u><br>Gefaseerde uitschakeling <sup>b</sup><br><br><u>Secundaire zijde transformator:</u><br>Onmiddellijke uitschakeling |
| Gelijkstroom 750 V, 1 500 V en 3 000 V                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Onmiddellijke uitschakeling <sup>a</sup>                                 | Onmiddellijke uitschakeling                                                                                                                                |
| <p><sup>a</sup> De stroomonderbreker moet bij hoge kortsluitstroom zeer snel worden uitgeschakeld. Indien mogelijk moet de stroomonderbreker van het tractievoertuig worden uitgeschakeld om te vermijden dat de stroomonderbreker van het onderstation wordt uitgeschakeld.</p> <p><sup>b</sup> Indien het uitschakelvermogen van de stroomonderbreker het toelaat, wordt de stroom onmiddellijk uitgeschakeld. Indien mogelijk moet de stroomonderbreker van het tractievoertuig worden uitgeschakeld om te vermijden dat de stroomonderbreker van het onderstation wordt uitgeschakeld.</p> |                                                                          |                                                                                                                                                            |

OPMERKING 1: Nieuwe en vernieuwde tractievoertuigen moeten worden uitgerust met heel snelle stroomonderbrekers die in een zo kort mogelijke tijd zo veel mogelijk kortsluitstroom uitschakelen.

OPMERKING 2: Onmiddellijke uitschakeling betekent dat bij een hoge kortsluitstroom de onderbreker van het onderstation of de trein zonder enig uitstel in werking treedt. Indien het eerste relais niet in werking treedt, dan treedt het tweede relais (reserve- of beschermingsrelais) ongeveer 300 ms later in werking. Ter informatie wordt hierna, voor het eerste relais en volgens de laatste technologieën, de duur van de hoogste kortsluitstroom gegeven voor de onderstationonderbreker:

|                                             |                 |
|---------------------------------------------|-----------------|
| Voor wisselstroom 15 000 V-16,7 Hz          | ->100 ms        |
| Voor wisselstroom 25 000 V-50 Hz            | ->80 ms         |
| Voor gelijkstroom 750 V, 1 500 V en 3 000 V | -> 20 tot 60 ms |

## BIJLAGE I – LIJST MET NORMEN WAARNAAR IN DEZE TSI WORDT VERWEZEN

**Tabel I – Lijst met normen waarnaar in deze TSI wordt verwezen**

| Index nr.: | Referentie | Naam document                                                                                                                                                                                          | Versie | Toepasselijke voorschriften                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | EN 50119   | Railtoepassingen – Vaste opstellingen – Bovenleidingen voor elektrische tractie                                                                                                                        | 2009   | Stroomvoerend vermogen, gelijkstroomsystemen, stilstaande treinen (4.2.6), Rijdraadhoogte (4.2.13.1), Variatie in rijdraadhoogte (4.2.13.2), Dynamisch gedrag stroomafnemers en kwaliteit stroomafname (4.2.16), Systeemscheidingssecties (4.2.20), Beschermende maatregelen voor het bovenleidingsysteem (4.7.3) |
| 2          | EN 50122-1 | Railtoepassingen - Vaste opstellingen - Elektrische veiligheid, aarding en binding – Deel 1: Beschermende maatregelen in verband met elektrische veiligheid en aarding                                 | 1997   | Beschermende maatregelen voor onderstations en schakelstations (4.7.2), Beschermende maatregelen voor het bovenleidingsysteem (4.7.3), Beschermende maatregelen voor retourstroomcircuits (4.7.4)                                                                                                                 |
| 3          | EN 50122-2 | Railtoepassingen - Vaste opstellingen - Elektrische veiligheid, aarding en binding – Deel 2: Beschermende maatregelen tegen de effecten van zwerfstromen veroorzaakt door gelijkstroomtractie-systemen | 1998   | Systeemscheidingssecties (4.2.20)                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|   |          |                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                                                                                                                                                        |
|---|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | EN 50149 | Railtoepassingen – Vaste opstellingen – Elektrische tractie – Gegroefde rijdraden van koper of van gelegeerd koper                                                                                 | 2001 | Rijdraadmateriaal (4.2.18)                                                                                                                                                                             |
| 5 | EN 50317 | Railtoepassingen – Stroomafnamesystemen – Eisen voor en validatie van metingen van de dynamische interactie tussen pantografen en de bovenleiding                                                  | 2002 | Dynamisch gedrag stroomafnemers en kwaliteit stroomafname (4.2.16)                                                                                                                                     |
| 6 | EN 50318 | Railtoepassingen – Stroomafnamesystemen – Validatie van simulatie van de dynamische interactie tussen pantografen en de bovenleiding                                                               | 2002 | Dynamisch gedrag stroomafnemers en kwaliteit stroomafname (4.2.16)                                                                                                                                     |
| 7 | EN 50367 | Spoorwegen en soortgelijk geleid vervoer – Stroomafnamesystemen – Technische criteria voor de interactie tussen pantograaf en bovenleiding (voor een vrije toegang tot het spoorwegnet)            | 2006 | Stroomvoerend vermogen, gelijkstroomsystemen, stilstaande treinen (4.2.6), Gemiddelde opdrukkracht (4.2.15), Fasescheidingssecties (4.2.19)                                                            |
| 8 | EN 50388 | Railtoepassingen – Energievoorziening en rollend materieel – Technische criteria voor de coördinatie tussen energievoorziening (substation) en rollend materieel om interoperabiliteit te bereiken | 2005 | Parameters inzake prestaties voedend net (4.2.4) Coördinatie van elektrische beveiliging (4.2.8), Harmonische en dynamische effecten voor wisselstroomsystemen (4.2.9), Fasescheidingssecties (4.2.19) |
| 9 | EN 50163 | Railtoepassingen – Voedingsspanningen van tractiesystemen                                                                                                                                          | 2004 | Spanning en frequentie (4.2.3)                                                                                                                                                                         |

## BIJLAGE Z – GLOSSARIUM

| <b>Te definiëren term</b>                 | <b>Afk.</b> | <b>Definitie</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Bron/referentie</b>             |
|-------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Rijdraadsysteem                           |             | Systeem dat de tractiespanning voert die met op de treinen gemonteerde stroomafnemers daaruit wordt betrokken.                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| Opdrukkracht                              |             | Verticale kracht die door de stroomafnemer wordt uitgeoefend op de bovenleiding.                                                                                                                                                                                                                                                                       | EN 50367:2006                      |
| Beschikbare opdrukhoogte van de rijdraad  |             | Verticale opwaartse verplaatsing van de rijdraad door de kracht van de stroomafnemer.                                                                                                                                                                                                                                                                  | EN 50119:2009                      |
| Stroomafnemer                             |             | Uitrusting die op het voertuig is geïnstalleerd en dient om stroom te betrekken van een rijdraad of een geleidingsrail.                                                                                                                                                                                                                                | IEC 60050-811, definitie 811-32-01 |
| Omgrenzingsprofiel                        |             | Aantal voorschriften zoals een referentieomtrek en de bijhorende berekeningsregels waarmee de buitenafmetingen van het voertuig en de ruimte die door de infrastructuur moet worden vrijgelaten, kunnen worden bepaald. OPMERKING: Afhankelijk van de gebruikte berekeningsmethode zal het omgrenzingsprofiel statisch, kinematisch of dynamisch zijn. |                                    |
| Zijwaartse uitslag                        |             | Zijdelingse wankeling van de rijdraad bij een maximale zijwind.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
| Overwegovergang                           |             | Een kruising op dezelfde hoogte tussen een weg en een of meerdere spoorstaven.                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| Baanvaksneldheid                          |             | Maximumsnelheid, uitgedrukt in kilometer per uur; waarvoor een baan werd ontworpen.                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |
| Onderhoudsplan                            |             | Een aantal documenten met de onderhoudsprocedures voor de infrastructuur die door een infrastructuurbeheerder zijn goedgekeurd.                                                                                                                                                                                                                        |                                    |
| Gemiddelde opdrukkracht                   |             | Statistisch gemiddelde van de opdrukkracht.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | EN 50367:2006                      |
| Gemiddelde nuttige spanning van een trein |             | Spanning van de maatgevende trein op basis waarvan de prestaties van de trein kunnen worden gekwantificeerd.                                                                                                                                                                                                                                           | EN 50388:2005                      |
| Gemiddelde nuttige spanning in een zone   |             | Spanning die de kwaliteit van een energievoorziening in een bepaalde geografische zone aangeeft tijdens de drukste momenten in de dienstregeling.                                                                                                                                                                                                      | EN 50388:2005                      |
| Minimale rijdraadhoogte                   |             | De minimumhoogte van een rijdraad in het                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |

| <b>Te definiëren term</b> | <b>Afk.</b> | <b>Definitie</b>                                                                                                                                                                                                                       | <b>Bron/referentie</b> |
|---------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|                           |             | meetbereik om vonkvorming te vermijden tussen een of meerdere rijdraden en voertuigen, ongeacht de omstandigheden.                                                                                                                     |                        |
| Nominale rijdraadhoogte   |             | De nominale hoogte van een rijdraad op een steunpunt in normale omstandigheden.                                                                                                                                                        | EN 50367:2006          |
| Nominale spanning         |             | Spanning waarvoor een installatie of een deel van een installatie is ontworpen.                                                                                                                                                        | EN 50163:2004          |
| Normale dienst            |             | Geplande dienstregeling.                                                                                                                                                                                                               |                        |
| Bovenleiding              |             | Rijdraad boven (of naast) het hoogste punt van het voertuigomgrenzingsprofiel die elektriciteit levert aan krachtvoertuigen via op het dak gemonteerde stroomafnemers.                                                                 | IEC 60050-811-33-02    |
| Referentieomtrek          |             | Een omtrek eigen aan alle omgrenzingsprofielen die de vorm van een doorsnede toont en wordt gebruikt als basis voor regels om enerzijds de afmetingen van de infrastructuur, en anderzijds van het voertuig te bepalen.                |                        |
| Retourcircuit             |             | Alle geleiders die bij storing de retourstroom van de tractie naar de onderstations geleiden.                                                                                                                                          | EN 50122-1:1997        |
| Statische opdrukkraft     |             | Gemiddelde door een stroomafnemer op de bovenleiding uitgeoefende verticale opwaartse kracht die wordt veroorzaakt door de uitrusting om de stroomafnemer op te zetten, terwijl de stroomafnemer is opgezet en het voertuig stilstaat. | EN 50367:2006          |