

## 1. Doel en inleiding

Dit document is gebaseerd op en in lijn met de volgende documenten:

- LOC&PAS TSI (gepubliceerd als bijlage bij EU 1302/2014 van 18 november 2014 en gewijzigd door EU 2018/868 van 13 juni 2018),
- EN 50463:2017 (document van CENELEC, gepubliceerd in december 2017).

Beide documenten zijn van toepassing op energiemeetsystemen (EMS) die aan boord van treinen geïnstalleerd zijn. Deze bijlage E.3 bevat de vereisten voor nieuwe EMS die worden geïnstalleerd in tractie-eenheden die op het Infrabel-net actief zijn.

Alle geleverde producten moeten beschikken over een typekeuring conform EN 50463. Een ontwerpcontrole die aantoont dat de juiste EMS-toesteltypes gekozen werden voor een specifiek type tractie-eenheid is ook verplicht. Een routinetest van elke installatie dient geleverd te worden.

Indien er al eerder in een ander land een controle uitgevoerd werd naar de correctheid en volledigheid van deze keuringen, dan volstaat het om ons de contactgegevens te bezorgen van deze *settlement*-verantwoordelijke.

Dit document beschrijft eveneens de mogelijke oplossingen en vereisten voor overdracht van meetgegevens naar *Erex*, de *settlement*-oplossing van Eress, een internationaal samenwerkingsverband waarvan Infrabel lid is.

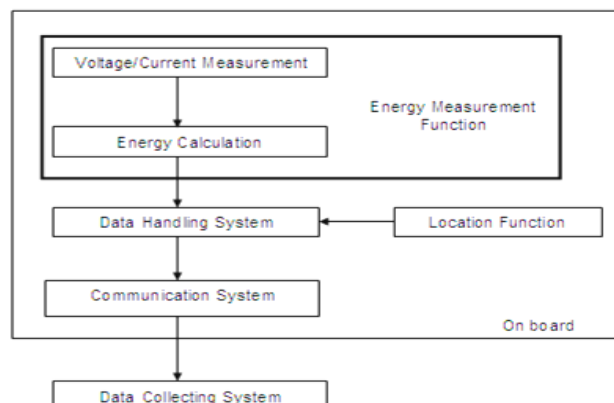
## 2. Energiemeetsysteem (Energy Measuring System – EMS)

Het energiemeetsysteem (EMS) op de trein is een systeem dat de elektrische energie meet die door de tractie-eenheid wordt afgenomen van of teruggevoerd (via de recuperatierem) naar de rijdraad, en die afkomstig is van het externe elektrische tractiesysteem.

Het systeem heeft de volgende functies:

- Energiemeetfunctie (EMF), die de spanning en de stroom meet en energiegegevens berekent;
- Gegevensverwerkingsysteem (*Data Handling System* of DHS) dat gegevens van de EMF samenvoegt met tijdsgegevens en geografische positie, de gecompileerde energiefactuurgegevens (*Compiled Energy Billing Data* of CEBD) produceert en opslaat zodat ze kunnen worden verstuurd via een communicatiesysteem;
- Locatiefunctie, die de geografische positie van de tractie-eenheid bepaalt.

De bovengenoemde functies kunnen worden uitgevoerd door afzonderlijke toestellen of kunnen worden gecombineerd in één of meerdere geïntegreerde installaties.



Alle vereisten (omgeving, mechanische, elektrische, voeding, veiligheid, markering, ...) waaraan de EMS en de onderdelen van de EMS moeten voldoen, zijn opgenomen in EN 50463-1. Bijzondere aandacht is vereist voor gegevensbeveiliging en dit zowel betreffende toegang, maar ook wat betreft de beveiliging van de gegevensstromen inbegrepen de export van de gegevens.

### 3. Energiemeetfunctie (*Energy Measurement Function - EMF*)

#### 3.1 Basisparameters

De EMF meet de energie die wordt geleverd door alle elektrische tractiesystemen waarvoor de tractie-eenheid ontworpen is.

De EMF dient op een zodanige manier te worden aangesloten dat alle aan de trein geleverde energie (tractie, bijdiensten en comfortdiensten) en de geregenereerde energie, wordt geregistreerd; voor een wisselstroom-energiemeetsysteem moet ook de reactieve energie worden geregistreerd.

De EMF moet zo nauwkeurig zijn dat de totale fout kleiner is dan 1,5% voor wisselstroom (AC) voor actieve energie, en 2,0% voor gelijkstroom (DC) en dit bepaald conform paragraaf 3.2.

De elementen die gebruikt worden voor de implementering van de EMF worden onderworpen aan een wettelijke metrologische keuring, die wordt uitgevoerd in overeenstemming met de volgende principes:

- De nauwkeurigheid van alle elementen wordt getest in referentieomstandigheden conform paragraaf 3.2, om na te gaan of ze binnen de vastgelegde maximum foutenmarge vallen.
- Elk element dat voldoet, wordt gemarkeerd om aan te duiden dat het werd gecontroleerd en binnen de vastgestelde foutenmarge valt.
- De configuratie van elk element moet worden gedocumenteerd als onderdeel van de metrologische controle.

#### 3.2 Nauwkeurigheden

##### 3.2.1 Nauwkeurigheid voor actieve energie

De nauwkeurigheid van de EMF wordt bepaald conform de volgende formule:

$$\varepsilon_{EMF} = \sqrt{\varepsilon_{VMF}^2 + \varepsilon_{CMF}^2 + \varepsilon_{ECF}^2}$$

waarbij:

- $\varepsilon_{EMF}$  = totaal foutpercentage van de EMF;
- $\varepsilon_{VMF}$  = max. foutpercentage van Spanningmeetfunctie (*Voltage Measurement Function*, VMF);
- $\varepsilon_{CMF}$  = max. foutpercentage van Stroommeetfunctie (*Current Measurement Function*, CMF);
- $\varepsilon_{ECF}$  = max. foutpercentage van Energieberekeningsfunctie (*Energy Calculation Function*, ECF).

De bovenstaande maximum foutpercentages van de individuele functies gelden voor de volgende referentieomstandigheden:

- elke spanning tussen  $U_{min1}$  en  $U_{max2}$ , waarbij  $U_{min1}$  en  $U_{max2}$  zijn zoals bepaald in EN 50163:2004 paragraaf 4.1, Tabel 1 ( $U_{max2}$  voor 3 kV is 3900 V volgens corrigendum uit 2013);
- elke stroom tussen 10% en 120% van de nominale primaire stroom van de EMF;
- frequentie  $\pm 0,3\%$  ten opzichte van de frequenties van de toegestane voedingsystemen;
- arbeidsfactor tussen 0,85 en 1;
- omgevingstemperatuur van  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

### 3.2.2 Nominale stroom

De nominale primaire stroom ( $I_{n,EMF}$ ) moet tussen 80% en 120% van de nominale stroom voor de tractie-eenheid liggen. Deze nominale stroom voor het tractie-eenheid wordt gedefinieerd als de maximumstroom die de tractie-eenheid mag afnemen van de rijdraad in normale omstandigheden en met een spanning tussen  $U_{min1}$  en  $U_{max2}$ .

Als een EMF bestemd is om in meer dan één tractiesysteem te worden gebruikt, kan de nominale primaire stroom meer dan één waarde hebben. Het is toegestaan om dezelfde EMF te testen voor verschillende nominale primaire stroomwaarden ( $I_{n,EMF}$ ), om het aantal verschillende EMF-types te beperken.

### 3.2.3 Nauwkeurigheidsklasse

De nauwkeurigheidsklassen en ook de toegelaten bijkomende meetfouten bij afwijking van bovenstaande referentieomstandigheden en dit zowel voor Spanningsmeetfunctie (VMF), Stroommeetfunctie (CMF) en Energieberekeningsfunctie (ECF) zijn terug te vinden in EN 50463-2.

### 3.2.4 Herverificatie

De fabrikant geeft de koper aanbevelingen met betrekking tot mogelijke herverificaties (testen en toezicht) die noodzakelijk zijn om ervoor te zorgen dat de metrologische prestaties van de functies in de EMF binnen de vooropgestelde nauwkeurigheden blijven tijdens de volledige beoogde ontwerplevensduur van het toestel waarin deze functies zijn geïntegreerd.

Bij deze aanbevelingen moet ondersteunend bewijsmateriaal (bijv. technische verantwoordingen) worden gevoegd dat uitlegt hoe constante metrologische prestaties kunnen worden gewaarborgd tijdens de volledige ontwerplevensduur. Dit bewijsmateriaal moet ook aangeven welke aspecten van de toestellen (die de EMF-vormen) relevant zijn om deze constante metrologische prestaties te waarborgen. De fabrikant moet duidelijk aangeven welke aspecten een geplande interventie (bijv. herverificatietest en -toezicht) vereisen, en welke niet.

## 3.3 Andere vereisten

Alle andere vereisten voor EMF zijn terug te vinden in EN 50463-2.

De ECF moet beschikken over een register voor het opslaan van energiegegevens en kwaliteitsvlaggen. Het moet minstens 60 dagen duren alvorens een index een volgende keer zijn maximale waarde overschrijdt.

Er mogen andere gegevens worden opgeslagen en doorgezonden aan de DHS zolang dit de verwerking van energiegegevens of verplichte vlaggen niet belemmert.

## 4. Gegevensverwerkingsysteem (Data Handling System - DHS)

### 4.1 Basisparameters

De DHS moet de gemeten energiegegevens zonder enige corruptie kunnen compileren met andere gegevens. De DHS mag geïntegreerd zijn in andere apparatuur aan boord van de tractie-eenheid.

De DHS moet een opslagmedium hebben met een geheugencapaciteit die groot genoeg is om gegevens van ten minste 60 dagen ononderbroken werk te bewaren met informatie over de

verbruikte/geregenereerde actieve en reactieve (indien van toepassing) energie, samen met gegevens over de tijdreferentieperiode (TRP) en locatie.

De *Compiled Energy Billing Data* (CEBD) wordt chronologisch opgeslagen en overgemaakt op basis van de eindtijden van elke TRP en bevat:

- een uniek unitnummer dat het Europees voertuignummer bevat;
- de eindtijd van elke afgelopen energiemetperiode;
- de locatiegegevens uitgedrukt in geografische breedte en lengte op het einde van de TRP;
- de verbruikte/geregenereerde actieve en reactieve (indien van toepassing) energie voor elke tijdsperiode;
- kwaliteitsvlaggen voor energiemetingen en voor locatiegegevens.

Gegevens van de DHS kunnen voor andere doeleinden worden gebruikt (bijv. feedback aan de bestuurder), op voorwaarde dat kan worden aangetoond dat de integriteit van de gegevens hieroor niet in gevaar gebracht wordt.

## 4.2 Vereisten

Alle vereisten voor de DHS zijn terug te vinden in EN 50463-3.

Als de klok een eigen batterij heeft, moet deze preventief worden vervangen na maximum 2/3 van de verwachte levensduur ervan.

Zowel de energiegegevens als de locatiegegevens moeten vergezeld zijn van een kwaliteitsvlag.

De granulariteit van de energiegegevens moet 0,1 kWh bedragen.

De in de DHS gebruikte locatiegegevens worden uitgedrukt als geografische lengte en breedte. Het formaat is graden met 5 decimalen.

Als er andere waarden beschikbaar zijn in de EMF, kunnen die ook worden doorgestuurd, geregistreerd en overgebracht naar het grondstelsel. De verwerking of communicatie van deze gegevens of activiteit mag de doorstroming en verwerking van gegevens voor CEBD niet belemmeren.

De DHS produceert op het einde van elke TRP een set *Compiled Energy Billing Data* (CEBD).

De DHS bewaart de gegevens gedurende de onderstaande minimumperiode:

- software- en systeemparemeters: tot ze door een bevoegde gebruiker worden vervangen;
- CEBD: 60 dagen;
- logbestanden van de gegenereerde CEBD: 60 dagen;
- andere gegevens: geen minimumvereiste.

## 4.3 Overdracht van CEBD van de DHS naar de DCS

### 4.3.1 Algemene vereisten

De primaire gegevensstroom van het gegevensverwerkingsstelsel aan boord (DHS) naar de *Data Collecting Service* (DCS) op de grond wordt gevormd door de overdracht van CEBD. CEBD bevat meetwaarden om de 5 minuten. Infrabel laat ook toe om *ReadingBlock* met meetwaarden om de minuut te versturen. Alle vereisten voor CEBD zijn ook van toepassing op deze *Readings* met minuutwaarden.

De DHS moet beschikken over een procedure voor overdracht van CEBD van de DHS naar de DCS. De procedure moet alle CEBD omvatten die niet eerder naar de DCS werden overgebracht. De procedure moet minstens eenmaal per 24 uur automatisch worden uitgevoerd wanneer de EMS volledig

operationeel is. 95% van de CEBD moet om 4:00 van de volgende dag beschikbaar zijn in de DCS. De DHS moet de procedure ook kunnen uitvoeren op vraag van de DCS of elke bron aan boord die daartoe in staat is, wanneer de EMS volledig operationeel is.

De CEBD moeten zodanig worden gecomprimeerd dat ze veilig kunnen worden overgebracht. Alle informatie die de DCS op de grond nodig heeft om de CEBD zonder beschadiging van de gegevens uit te pakken en om een authentieke kopie ervan op te slaan, wordt geleverd door de leverancier van de DHS. De leverancier van de DHS moet ook alle nodige informatie leveren om de DCS in staat te stellen CEBD op te vragen van de DHS aan boord, wanneer de DHS merkt dat er ontbrekende of onzekere CEBD zijn.

#### 4.3.2 ID-afnamepunt

De unieke ID zal gebaseerd zijn op de *European Vehicle Number* (EVN van 12 cijfers). Een 13<sup>de</sup> cijfer kan gebruikt worden voor identificatie van verschillende DHS aan boord van hetzelfde voertuig. De uitgebreide ID wordt aangevuld met de *Vehicle Keeper Marking* en een landcode.

#### 4.3.3 Gegevensverzameling op de grond

Infrabel is een partner van het samenwerkingsverband Eress ([www.eress.eu](http://www.eress.eu)). De gezamenlijke applicatie *Erex* werd al gebruikt voor het uitwisselen, valideren en toewijzen van de meetdata. Vanaf begin 2019 zal *Erex* ook meetwaarden uit EMS kunnen ontvangen conform met het communicatieprotocol opgenomen in de 2018 gewijzigde versie van de *LOC&PAS TSI*.

Dit nieuwe communicatieprotocol op basis van XML is verplicht voor alle nieuwe meters. *Erex* kan zowel *CEBDBlock* (met meetwaarden om de 5 minuten) als *ReadingBlock* (met meetwaarden elke minuut) ontvangen. Voorlopig zal *Erex* enkel meetwaarden kunnen ontvangen via FTP. Verdere uitbreidingen worden voorzien. Het is nog niet duidelijk welke bijkomende DCS-functies er in *Erex* toegevoegd zullen worden.

De spoorwegonderneming mag de gegevens bijkomend ook doorsturen naar een eigen grondserver. Ook bestaande DCS kunnen behouden blijven. Een audit door een derde partij moet aantonen dat de gegevensverwerking correct verloopt.

De vereisten op het vlak van gegevensbeveiliging (zie EN 50463-1), zijn eveneens van toepassing op alle servers van het grondstelsel, zowel voor tussenliggende grondservers als voor de echte DCS op de grond. De CEBD moeten worden verstuurd naar een DCS die in staat is om de gegevens conform de UIC-fiche 930 (validatieregels en UTILTS-gegevensformaat) door te sturen naar een *Data Distributor*. Deze zal deze gegevens dan conform de UIC-fiche 930 (validatieregels en UTILTS-gegevensformaat) splitsen en bezorgen aan een *Settlement System*.

UIC zal in 2019 een nieuwe IRS 90930 publiceren. Deze zal ook in staat zijn om *CEBDBlock* en *ReadingBlock* (volgens formaat van EN 50463:2017) mogelijk maken voor data-uitwisselingen tussen servers op de grond. Op termijn zullen ze de UTILTS-gegevensuitwisselingen vervangen.

Bij gebruik van tussenliggende DCS moeten alle beschikbare gegevens ten laatste om 5:00 de volgende dag worden verstuurd naar *Erex*.

Alle ontvangen CEBD worden gevalideerd en gecorrigeerd door Infrabel alvorens ze worden toegewezen en aangerekend.

## 5. Conformiteitsbeoordeling

Meer informatie is beschikbaar in de *Conformity Assessment Guidelines* van Eress:

[http://eress.eu/media/37588/conformity-assessment-guidelines-2017\\_web.pdf](http://eress.eu/media/37588/conformity-assessment-guidelines-2017_web.pdf)

Indien er al eerder in een ander land een verificatie van de conformiteitsbeoordeling uitgevoerd werd, dan volstaat het om ons de coördinaten te bezorgen van de *settlement*-verantwoordelijke van dat land.

## 5.1 Ontwerpcontrole en typetest op toestelniveau

Een conformiteitsbeoordeling is nodig voor alle toestellen die functies van het EMS uit oefenen. Deze conformiteitsbeoordeling bestaat uit een ontwerpcontrole en typetest op een eerste toestel uit dezelfde reeks. De testen op toestelniveau zijn opgenomen in EN 50463-2 (EMF) en EN 50463-3 (DHS).

## 5.2 Ontwerpcontrole en typetest EMS-integratie

De integratie-ontwerpcontrole gaat na of alle toestellen van een specifiek type die gebruikt worden in een EMS correct samengebracht kunnen worden, en of ze na deze integratie de vereiste functies kunnen uitoefenen.

De integratietypetest gaat na of alle toestellen van een specifiek type die gebruikt worden in het EMS na integratie werken zoals het hoort.

Deze testen worden uitgevoerd door de integrator. Indien de EMS als één geheel besteld wordt, is dit de taak van de leverancier, maar dit kan ook de spoorwegonderneming zijn bij aanbrenging op bestaande voertuigen, of de treinbouwer bij nieuw rollend materieel.

## 5.3 Ontwerpcontrole en typetest EMS-installatie

De installatiecontrole gaat na of het geïntegreerde EMS van een specifiek toesteltype compatibel is met het betrokken tractie-eenheidtype en of het ook na installatie aan boord nog correct functioneert. Belangrijk hierbij is controle of de referentiewaarden van de gebruikte toestellen wel overeenstemmen met het tractie-eenheidtype waarop ze geïnstalleerd worden. Kan de EMS nauwkeurig meten voor alle tractietypes op de locomotief of op het motorstel?

De installatietypetest gaat na of het geïntegreerde EMS van een specifiek toesteltype, na installatie in een representatief voertuig van een bepaald tractie-eenheidtype, werkt zoals het hoort.

De installateur moet de onderhoudsdocumentatie meeleveren. Deze documentatie moet alle onderhoudsprocedures beschrijven en moet ook aangeven welke wijzigingen er aan de apparatuur mogen worden aangebracht zonder dat de bovengenoemde vereisten negatief worden beïnvloed.

Deze testen worden uitgevoerd door de *installator*. Dit kan de spoorwegonderneming zijn bij aanbrenging op bestaande voertuigen, of de treinbouwer bij nieuw rollend materieel.

## 5.4 Conformiteitsmap

De rapporten van alle bovenstaande conformiteitsbeoordelingen worden verzameld in een conformiteitsmap. De inhoud van deze map toont aan dat een EMS van een specifiek EMS-toesteltype geïnstalleerd mag worden in een tractie-eenheid van een bepaald tractie-eenheidtype. De beoordelaar levert eveneens een testdocument af dat moet worden gebruikt bij routinetesten van de EMS-installatie.

## 5.5 Routinetest op toestelniveau

Elk individueel toestel moet slagen voor een routinetest. De testen op toestelniveau zijn opgenomen in EN 50463-2 (EMF) en EN 50463-3 (DHS).

## 5.6 Routinetest EMS-installatie

De installatieroutinetest gaat na of de functionaliteit van het geteste type EMS gewaarborgd is voor elke installatie op tractie-eenheden van hetzelfde type. Deze routinetesten bestaan uit:

- Visuele inspectie: controleer of het EMS-toesteltype en de tractie-eenheid overeenstemmen met het betrokken conformiteitscertificaat; controleer of het EMS-toesteltype werd geïnstalleerd conform de ontwerp- en installatieprocedures; controleer of de verslagen van de routinetests op toestelniveau beschikbaar zijn;
- ID-afnamepunt: controleer of de ID van het afnamepunt consistent is met het Europees voertuignummer van het voertuig waarin het EMS geïnstalleerd is;
- Inschakelen: schakel de stroomtoevoer naar het EMS in en controleer of het EMS de bedrijfsstatus bereikt;
- Uitschakelen: schakel de stroomtoevoer naar het EMS opzettelijk uit en controleer of het EMS correct wordt uitgeschakeld;
- Wijziging tractiesysteem: indien van toepassing, controleer of de wijziging in het tractiesysteem correct wordt gedetecteerd;
- Isolatie: controleer of de isolatiebeperingen en -vereisten die werden geïdentificeerd bij de installatie-ontwerpcontrole, gerespecteerd worden;
- Beveiliging tegen ongeoorloofde toegang: controleer of de maatregelen voor beveiliging tegen ongeoorloofde toegang die werden geïdentificeerd bij de installatie-ontwerpcontrole, geïmplementeerd werden en correct functioneren;
- Indicator: controleer of de vereiste indicatoren correct werken;
- Veiligheidsvereisten: controleer of alle maatregelen met betrekking tot de algemene veiligheid die werden geïdentificeerd bij de installatie-ontwerpcontrole, correct geïmplementeerd werden;
- EMS-gegevensstroomtest: stuur signalen naar elk van de EMS-inputs en controleer of alle toestellen werken en er CEBD wordt opgeslagen in de DHS; controleer of deze CEDB beschikbaar is via de lokale servicepoort; voer een gegevensexport van de DHS naar een DCS uit en controleer of de overdracht geslaagd is; controleer of de DHS bereikbaar is vanaf de DCS.

Tijdens deze evaluatie moet het testdocument van de routinetest voor de EMS-installatie worden ingevuld.

## 5.7 Indienstelling

Om gegevens te kunnen ontvangen van een EMS aan boord van een voertuig, moet de volgende informatie worden bezorgd aan [yourpower@infrabel.be](mailto:yourpower@infrabel.be).

Voor elk nieuw type tractie-eenheden:

- Naam: bijv. locomotieftype 18 of motorstel 80;
- Maximumvermogen (in kW);
- Maximumsnelheid (in km/h);
- Mogelijke combinaties: geef de namen van andere tractie-eenheidtypes die deel kunnen uitmaken van dezelfde trein, bijv. locomotieftypes 13 en 27 voor locomotieftype 18.

Er moet ook een kopie van de conformiteitsmap worden overgemaakt aan Infrabel.

Voor elke nieuwe tractie-eenheid:

- Europees voertuignummer voor elk voertuig;
- Verkorte naam die voordien gebruikt werd (zoals aangebracht op de trein zelf);



- Naam van het tractie-eenheidtype.

Voor elk nieuw EMS:

- Naam van de spoorwegonderneming die verantwoordelijk is voor onderhoud van de energiemeter;
- Europees voertuignummer van het voertuig waarin de EMS geïnstalleerd is;
- ID\_afnamepunt van de EMS (13 eenheden);
- Een referentie naar de overeenkomstige conformiteitsmap;
- Het ingevulde document voor de routinetest van de EMS-installatie.

## 5.8 Herverificatie

Om te garanderen dat een geïnstalleerd EMS in dienst kan blijven, moet het op geregelde tijdstippen een herverificatie ondergaan conform de volgende procedure. Deze periodieke herverificatieprocedure maakt deel uit van het Onderhoudsplan van het voertuig en omvat:

- controles op onderdelen van de EMF die periodiek getest moeten worden (controle van de metrologische eigenschappen, conform met de vereisten die werden overeengekomen met de betrokken autoriteit, rekening houdend met de informatie van 3.2.4);
- controles om na te gaan of het EMS-toesteltype dat werd geïnstalleerd op de tractie-eenheid overeenstemt met het bedoelde toesteltype zoals beschreven in de documentatie;
- als er met een fysieke beveiliging (bijv. verzegeling) wordt gewerkt, een controle om na te gaan of deze beveiliging nog correct geïnstalleerd is.