



TN572179 Landelijk – Detectie en beoordeling Spoorstaafdefecten

**Vraagspecificatie Annex 2.4 Specificatie
parameters – Spoorstaafdefecten
Aspotversnelling**

Versie 1.~~20~~21

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Algemeen	3
1.2	Opbouw van annex.....	3
2	Referenties & Definities	3
3	Algemene eisen	4
3.1	Referentie-eisen	4
3.2	Lokalisering van de meetdata	4
3.3	Eisen aan de metingen	4
4	Spoorstaafdefecten Aspotversnelling	7
4.1	Introductie	7
4.2	Scope van de meting	7
4.3	Eisen aan de metingen	7
4.4	Te leveren verwerkingen	7

Specificatie parameters – Spoorstaafdefecten aspotversnelling

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In deze annex worden de technische eisen aan de Aspotvernellingsmetingen en de vereiste verwerking beschreven.

1.2 Opbouw van annex

De opbouw van deze Annex is als volgt:

Hoofdstuk 2 vermeldt de referenties en definities waarnaar verwezen wordt in deze annex.

Hoofdstuk 3 vermeldt de algemene eisen.

Hoofdstuk 4 vermeldt de specifieke eisen en specificaties per te leveren parameter of te genereren beeld.

Het formaat van aanleveren van deze parameters en beelden per dataset wordt in de bijbehorende Annex 4.4 gedefinieerd.

De eisen die gesteld worden aan het aantonen dat voldaan wordt aan alle gestelde eisen in deze Annex, zijn in Annex 5.0 opgenomen.

2 Referenties & Definities

De in dit document gebruikte definities zijn opgesomd in Annex 0.0 - Leeswijzer. Definities die zijn opgenomen in de leeswijzer staan met een hoofdletter in dit document.

3 Algemene eisen

3.1 Referentie-eisen

3.1.1 Alle eisen zoals beschreven in Annex 2.0 zijn van toepassing, tenzij anders vermeld.

3.2 Lokalisering van de meetdata

3.2.1 De Aspotversnellingsmetingen worden primair in het tijdsdomein gerealiseerd, opgeslagen en verwerkt. Om een relatie te kunnen leggen naar de andere meetsystemen, meetgegevens en analyses worden aan de Aspotversnellingsmetingen de localisatie-Encoder pulsen toegevoegd op basis van tijdstempel. De aanleverfrequentie van de localisatie-Encoder pulsen hoeft niet te worden aangepast aan de uitleverfrequentie van de aspotversnellingsmetingen.

Met de localisatie-Encoder worden niet de Encoders bedoeld als gevraagd in tabel 3 van eis 3.3.4 maar een Encoder (of soortgelijk systeem) waarmee de andere meetsystemen hun meetdata in het wegdomein plaatsen. Op grond van deze Encoder-pulsen moet een relatie kunnen worden gelegd met de samples in de continue te leveren EC-data en met de blokken in de te leveren suspects.

3.2.2 De Aspotversnellingsmetingen worden primair in het tijdsdomein gerealiseerd, opgeslagen en verwerkt. Om een relatie te kunnen leggen naar de andere meetsystemen, meetgegevens en analyses worden aan de Aspotversnellingsmetingen de GPS-data toegevoegd op basis van tijdstempel. De aanleverfrequentie van GPS-data hoeft niet te worden aangepast aan de uitleverfrequentie van de Aspotversnellingsmetingen.

3.3 Eisen aan de metingen

3.3.1 Er worden zowel laag- als hoogfrequente versnellingssensoren toegepast. Ook worden gyroscopen en Encoders toegepast.

3.3.2 De laagfrequente versnellingssensoren hebben minimaal de specificaties zoals opgenomen in Tabel 1.

#	Eis	Waarde
SL1	Lineair frequentiebereik (+- 5%) maximaal minimum	0.1 Hz
SL2	Lineair frequentiebereik (+-5%) minimaal maximum	1.58 kHz
SL3	Meetbereik minimum	Van -200g naar +200g
SL4	Meetassen en -richting	X, Y, Z volgens definitie in NEN-EN 13848-1 met daarbij de X volgens eis 3.3.6.
SL5	Maximale non-lineairiteit amplitude	<1% van het meetbereik
SL6	Transversale gevoeligheid	<5%
SL7	Maximale elektrische ruis	< 1mg
SL8	Type sensortechniek	MEMS

Tabel 1. Specificaties van laagfrequente versnellingssensoren

3.3.3 De hoogfrequente sensoren hebben minimaal de specificaties zoals opgenomen in Tabel 2.

#	Eis	Waarde
SH1	Lineair frequentiebereik (+- 5%) maximaal minimum	2 Hz
SH2	Lineair frequentiebereik (+-5%) minimaal maximum	10 kHz
SH3	Meetbereik minimum	+250g
SH4	Meetassen en -richting	X, Y, Z volgens definitie in NEN-EN 13848-1
SH5	Maximale non-lineairiteit amplitude	<1% van het meetbereik
SH6	Transversale gevoeligheid	<5%
SH7	Maximale elektrische ruis	< 1mg
SH8	Type sensortechniek	IEPE

Tabel 2. Specificaties van hoogfrequente versnellingssensoren

3.3.4 De gyroscopen hebben minimaal de specificaties zoals opgenomen in Tabel 3.

#	Eis	Waarde
G1	Minimaal lineair frequentiebereik (± 3 dB)	minimaal tot 150 Hz
G2	Minimaal meetbereik	$\pm 250^\circ/\text{s}$
G3	Meetassen en -richting	X, Y, Z volgens definitie in NEN-EN 13848-1
G4	Maximale niet-lineariteit amplitude	0.5% van full scale output (FSO)
G5	Maximale bias stabiliteit	15°/uur
G6	Angular Random Walk	0.5 °/ $\sqrt{\text{uur}}$
G7	Ruisdichtheid (rate noise density)	0.05 °/s/ $\sqrt{\text{Hz}}$
G8	Acceleratiegevoeligheid	0.1 °/s/g ²
G9	Type sensortechniek	MEMS vibrating ring

Tabel 3. Specificaties van gyroscopen

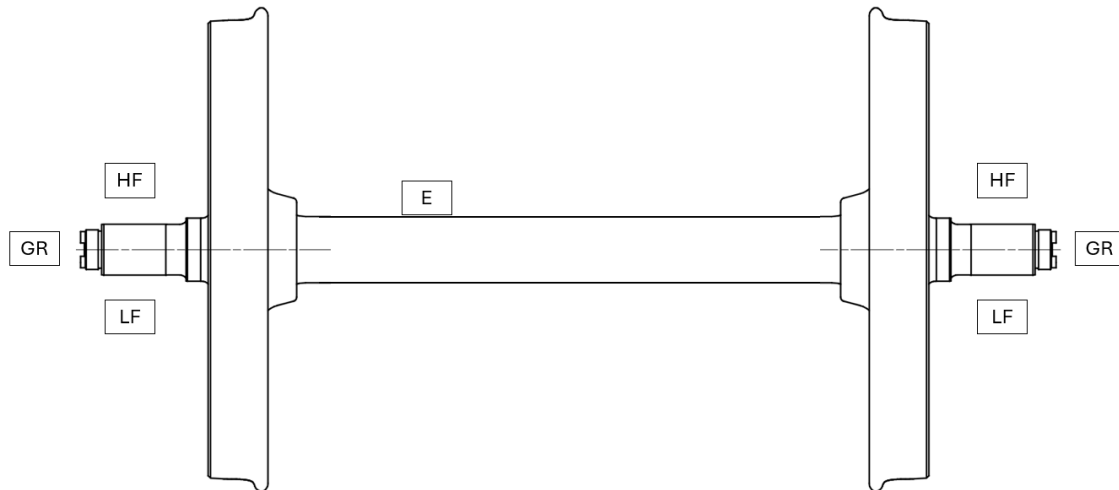
3.3.5 De Encoders hebben minimaal de specificaties zoals opgenomen in Tabel 4. Deze Encoders dienen primair de interpretatie van de Aspotversnellingsmetingen.

#	Eis	Waarde
E1	Aantal Encoders	Minimaal één per wielstel
E2	Minimaal aantal pulsen per omwenteling	500 pulsen/omwenteling
E3	Rotatierichting	Encoder moet in staat zijn rotatierichting aan te geven
E4	Capaciteit teller voor reset	Minimaal voor 100 km

Tabel 4. Specificaties van Encoders

3.3.6 De running direction uit NEN-EN13848-1 zijnde de positieve X-as wordt gelijk gesteld aan de voorkant trein en wijzigt niet met wisseling van de rijrichting.

3.3.7 Per wielstel wordt per aspot zowel een laag- als hoogfrequente versnellingssensor als een gyroscoop toegepast (1 per type per aspot, dus 6 stuks per wielstel), alsmede 1 Encoder, zie Figuur 1 (LF = Laagfrequent, HF = Hoogfrequent, GR = Gyroscoop, E = Encoder).



Figuur 1. Uitrusting van sensoren en Encoder per wielstel

- 3.3.8 Minimaal vier wielstellen worden voorzien van sensoren en Encoders. Wanneer looppdraaistellen beschikbaar zijn dan worden die gebruikt in plaats van motordraaistellen. De posities van de wielstellen worden toegevoegd aan het MGR.
- 3.3.9 Montage van sensoren dient dusdanig vorm te zijn gegeven dat er geen resonanties zullen optreden < 3 kHz in X en Z richting, ofwel: eerste eigenfrequentie in elk van deze richtingen dient hoger te zijn dan 3 kHz.
- 3.3.10 De op te leveren data moet minimaal de specificatie te hebben, zoals opgenomen in Tabel 4.

#	Eis	Waarde
DAQ2	Anti-aliasing	Het signaal dient vrij te zijn van aliasing over de bandbreedtes in deze tabel. Dit mag bereikt worden door gebruik te maken van oversampling, analoge filters en/of digitale filters en/of een combinatie hiervan.
DAQ3	Minimale bemonstering	25.6 kHz
DAQ4	Uitleverfrequentie HF (output data rate)	6.4 kHz
DAQ5	Uitleverfrequentie LF (output data rate)	3.2 kHz
DAQ6	Uitleverfrequentie GYRO (output data rate)	1.6 kHz
DAQ7	Minimale bandbreedte HF	2.4 kHz
DAQ8	Minimale bandbreedte LF	1.2 kHz
DAQ9	Minimale bandbreedte GYRO	600 Hz

Tabel 4. Specificaties van data acquisitie

- 3.3.11 De diverse sensoren dienen simultaan te worden bemonsterd en synchroon te worden uitgeleverd (dus een en hetzelfde timestamp). Sensoren met een lagere uitleverfrequentie dan HF interpoleren niet en laten tussenliggende waarden leeg.
- 3.3.12 De Opdrachtnemer heeft voor aanvang van het meetcontract een beschrijving van de meetmethodiek en verwerking aan ProRail voorgesteld en in gezamenlijk overleg voor de start van het meetcontract vastgesteld.

- 3.3.13 De Opdrachtnemer heeft voor aanvang van het meetcontract een procedure voor het inregelen van de inspectiemiddelen/meetinstrumenten afgestemd met ProRail.
- 3.3.14 Als er wordt geijkt, dient het rapport beschikbaar te zijn voor ProRail.
- 3.3.15 Indien een meetwaarde niet beschikbaar of ongeldig is, dan wordt 'NaN' geleverd, welke duidt op het ontbreken van het meetwaarde.
- 3.3.16 Indien een bepaalde meetwaarde niet van toepassing is, dan wordt 'nvt' geleverd. Daarmee wordt onderscheid gemaakt met 'NaN' voor het ontbreken van een meetwaarde.

4 Spoorstaafdefecten Aspotversnelling

4.1 Introductie

Dit hoofdstuk beschrijft de scope van de Aspotversnelingsmetingen en de gevraagde verwerking daarvan.

4.2 Scope van de meting

- 4.2.1 Met de Aspotversnelingsmetingen wordt beoogd om kleinere oppervlaktedefecten te detecteren zoals de Squats A en B en Studs StA en StB, zoals genoemd in RLN00399-deel 2 en Golfslijtage vanaf een lengte van 1 meter, zoals genoemd in tabel 1 van NEN-EN 13231-5.
- 4.2.2 Daar het contactvlak tussen wiel en rail beperkt is wordt er ter vergroting van de kans van detecteren op tenminste vier wielstellen gemeten.

4.3 Eisen aan de metingen

- 4.3.1 Hoewel de metingen ook zelfstandig als ruwe data zullen worden geleverd, behoeven ze enkel te worden gemeten als ook de andere meetsystemen actief zijn.

4.4 Te leveren verwerkingen

- 4.4.1 In bestanden, omvattende 5 minuten aan meettijd, worden de metingen van de sensoren en Encoders evenals de toegevoegde pulsen van de localisatie-Encoder en de toegevoegde GPS-data opgeslagen en aangeleverd aan het platform van ProRail waarop ook data van de Reizigerstrein als Meettrein wordt ontvangen.
- 4.4.2 Uitgaande van de pulsen van de localisatie-Encoder worden voor de uit te leveren samples¹ van de EC-data uit de aspotversnellingsdata per wielstel per aspot samenvattende waardes bepaald. Deze samenvattende waardes hebben enkel betrekking op de hoogfrequente sensoren in de Z-as (verticaal). Uitlevering van de samenvattende waardes vindt plaats als toevoeging op de EC-data of separaat mits een directe koppeling per sample van de EC-data mogelijk is. De definitie van links en rechts volgt de definitie gehanteerd in de EC-data.
 - 4.4.2.1 Piekversnelling: de grootse gemeten absolute versnelling in het betreffende sample.
 - 4.4.2.2 RMS waarde versnellingen: de RMS waarde van alle versnellingen in het betreffende sample.

¹ Met samples worden hier de eenheden van de te leveren EC parameters bedoeld op basis van de bemonsteringsafstand als genoemd in eis 6.5.4 van Annex 2.1.

- 4.4.2.3 RMS verloop: de RMS waarde van alle versnellingen in het betreffende sample en van alle versnellingen in de voorgaande 400 en navolgende 400 samples.
- 4.4.3 Uitgaande van de gekozen begrenzings van blokken worden voor de uit te leveren suspects uit de Integrale Analyse per wielstel voor de betreffende aspot bijlages bepaald. Deze bijlages hebben enkel betrekking op de hoogfrequente sensoren in de Z-as (verticaal). De definitie van links en rechts volgt de definitie gehanteerd in de suspects.
- 4.4.3.1 Gemeten versnellingen: de metingen van de sensoren en Encoders evenals de toegevoegde pulsen van de localisatie-Encoder en de toegevoegde GPS-data worden in dezelfde structuur als eis 4.4.1 opgeslagen in een csv-bestand.
- 4.4.3.2 Grafische weergave versnellingen: de versnellingen van de vier wielstellen worden onderling uitgelijnd weergegeven in een grafiek. De grafiek wordt uitgeleverd in een gangbaar beeldformaat. In geval van JPEG mogen er geen compressie artefacten zichtbaar zijn.
Uit de (legenda bij) de grafiek dient duidelijk te zien welk wielstel en wielstel wordt getoond en of de voor het suspect gehanteerde links en rechts al dan niet overeenkomst met de ruwe data.
- 4.4.3.3 De versnellingen gemeten door de hoogfrequente versnellingsensoren in zowel de X- als de Z-richting dienen afzonderlijk te worden getransformeerd met behulp van een continue wavelet-transformatie op basis van de complexe Morlet-wavelet in het tijdsdomein. Voor deze transformatie dienen minimaal 400 wavelet-schalen te worden toegepast, gelijkmatig verdeeld over een frequentieband van 0 tot en met 2500 Hz. Uit de resulterende complexe wavelet-coëfficiënten dient het power spectrum te worden berekend conform gangbare definitie (kwadraat van de modulus). Het verkregen power spectrum dient te worden uitgeleverd als een gekleurde contourgrafiek, waarbij: de x-as de tijd weergeeft; de y-as de frequentie weergeeft; een kleurschaal is toegevoegd die de magnitude van het power spectrum weergeeft. De contourgrafiek dient te worden geleverd in een gangbaar beeldformaat. Indien het bestandsformaat losse compressie toepast, mogen geen zichtbare compressie-artefacten aanwezig zijn.
Uit de (legenda bij) de grafiek dient duidelijk te zien welk wielstel en wielstel wordt getoond en of de voor het suspect gehanteerde links en rechts al dan niet overeenkomst met de ruwe data.