

Richtlijn

Omgevingsomstandigheden bij EV installaties

Beherende instantie: AM Kwaliteitsmanagement

Inhoudverantwoordelijke instantie: AM Railsystemen

Status: Definitief

Datum van kracht: 01-04-2010	Versie: 005	Documentnummer: RLN00003
--	-----------------------	------------------------------------

INHOUD

1	Inleiding	3
1.1	Algemeen	3
1.2	Relatie met Regelgeving en technische documentatie	3
1.3	Scope	3
1.4	Titels van procedures, voorschriften, normen en andere publicaties	3
1.5	Definities en afkortingen	4
2	Locaties	5
2.1	Indeling naar locatie.	5
2.2	Boven de grond	5
2.2.1	Aan de bovenleiding draagconstructie	5
2.2.2	Direct langs het spoor	5
2.2.3	Niet direct langs het spoor	5
2.3	Onder de grond.	5
3	Eisen per locatie	6
4	Revisiegegevens	7
	Referentielijst.....	8
	Bijlage 1. Eisenpakket per locatie.....	9
	Bijlage 2. Trillingen en schokken gefixeerde opstelling.	12
	Bijlage 3. Trillingen en schokken losstaande opstelling.	15
	Bijlage 4. Specifieke PSD parameters 4M1 en 4M4 eis.	17

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Deze richtlijn is een vertaling en eenduidige vastlegging van de interpretatie van de normen met betrekking tot omgevingsomstandigheden bij EV installaties (apparatuur) zoals beschreven in NEN-EN50125-2 aangevuld met de specifieke eisen en voorwaarden zoals die gelden voor ProRail.

1.2 Relatie met Regelgeving en technische documentatie

In de volgende gevallen geldt de verplichting van het toepassen van deze richtlijn:

- indien door de regelgever in een procedure, een voorschrift, een programma van eisen (PVE) of een specificatie (SPC) het toepassen van deze richtlijn (RLN) wordt geëist, of hierna wordt verwezen of:
- indien in een zakelijke overeenkomst het toepassen van deze richtlijn (RLN) is voorgeschreven.

1.3 Scope

Deze richtlijn is van toepassing op alle nieuw te ontwikkelen EV apparatuur en reeds ontwikkelde apparatuur vanaf de eerste uitgave van dit voorschrift. Onder EV apparatuur vallen alle bij Energievoorziening in beheer zijnde producten waaronder:

- 1500 V_{DC} tractie voedingssysteem (1500V TEV)
- 25 kV_{AC} tractie voedingssysteem (25kV TEV)
- voeding voor treinbeheersing- en beveiligingsinstallaties (Voeding TBB)
- voeding voor telecommunicatie

1.4 Titels van procedures, voorschriften, normen en andere publicaties

Deze richtlijn is opgesteld aan de hand van de volgende referenties. Tenzij anders vermeld, betreft het de laatste uitgave.

NEN-EN 50124-1	Spoorwegtoepassingen – Isolatiecoördinatie – Deel 1: Basiseisen – Slagwijdten en kruipwegen voor alle elektrische en elektronische uitrustingen.
NEN-EN 50124-2	Spoorwegtoepassingen – Isolatiecoördinatie – Deel 2: Overspanningen en bijbehorende bescherming.
NEN-EN 50125-2	Railtoepassingen – Omgevingsomstandigheden voor apparatuur – Deel 2: Vaste elektrische installaties
EN 60529	Degrees of protection provided by enclosures (IP code) Applies to the classification of degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment with a rated voltage not exceeding 72,5 kV

EN 60721-3-3	Indeling van omgevingsomstandigheden van elektrotechnische producten – Deel 3: Indeling in groepen van omgevingsparameters en hun gradaties – Sectie 3: Stilstaand gebruik op plaatsen met bescherming tegen directe weersomstandigheden.
EN 60721-3-4	Indeling van omgevingsomstandigheden van elektrotechnische producten – Deel 3: Indeling in groepen van omgevingsparameters en hun gradaties – Sectie 4: Stilstaand gebruik op plaatsen zonder bescherming tegen directe weersomstandigheden.
RLN00007	ProRail Richtlijn Richtlijn EMC ten behoeve van baanvakken met 1500Vdc tractie-energievoorziening en niet-geëlektrificeerde baanvakken.
RLN00009	ProRail Richtlijn. Berekeningsmethode en uitgangspunten voor bovenleiding en draagconstructie
RLN00124	ProRail Richtlijn Begrippen en afkortingen Energievoorziening.

1.5 Definities en afkortingen

Voor definities en afkortingen wordt verwezen naar de richtlijn RLN00124.

2 Locaties

2.1 Indeling naar locatie.

De in de norm EN 50125-2 genoemde omgevingsomstandigheden zijn ingedeeld naar locatie waar apparatuur is opgesteld. Wordt apparatuur op verschillende locaties toegepast dan dienen de zwaarste omstandigheden aangehouden te worden.

Bij ProRail wordt daarvoor de volgende indeling aangehouden zoals beschreven in onderstaande paragrafen.

2.2 Boven de grond

Locaties boven de grond waar apparatuur is/wordt opgesteld is als volgt ingedeeld.

2.2.1 Aan de bovenleiding draagconstructie.

- Locatie A. Aan de bovenleiding draagconstructie

2.2.2 Direct langs het spoor.

Tussen de kop van de dwarsligger en 5 meter van het hart spoor:

- Locatie B. Direct langs het spoor, onbeschermd (in open lucht)
- Locatie C. Direct langs het spoor, in een buitenbehuizing

2.2.3 Niet direct langs het spoor

Meer dan 5 meter van het hart spoor

- Locatie D. Niet direct langs het spoor, onbeschermd (in open lucht)
- Locatie E. Niet direct langs het spoor, in een buitenbehuizing
- Locatie F. Niet direct langs het spoor, afgesloten (vorstvrije) ruimte ¹
- Locatie G. Niet direct langs het spoor, verwarmde ruimte ²
- Locatie H. Niet direct langs het spoor, geklimatiseerde ruimte ³

2.3 Onder de grond.

De apparatuur bevindt zich in principe altijd binnen 5 meter van het hart spoor.

- Locatie I. Onder de grond in een tunnel, onbeschermd (in open lucht)
- Locatie J. Onder de grond in een tunnel, in een buitenbehuizing
- Locatie K. Onder de grond in een tunnelbak, onbeschermd (in open lucht)
- Locatie L. Onder de grond in een tunnelbak, in een buitenbehuizing
- Locatie M. Onder de grond in (op) een station, onbeschermd
- Locatie N. Onder de grond in (op) een station, in een technische ruimte ⁴

¹ Dit betreft o.a. onder-/schakelstations en relaishuizen.

² Dit betreft o.a. technische ruimten bij stations en VL-posten.

³ Dit betreft o.a. computerruimten.

⁴ Er wordt vanuit gegaan dat ondergrondse technische ruimtes in een station vorstvrij zijn.

3 Eisen per locatie

Per locatie wordt het te stellen eisen pakket beschreven. In de norm NEN-EN50125-2 worden een aantal aspecten onderscheiden waarvan de eisen per locatie verschillend zijn. De betreffende eisen zijn in bijlage 1 opgenomen.

De volgende aspecten worden in de norm NEN-EN50125-2 onderscheiden:

1. Hoogte
2. Temperatuur en luchtvochtigheid ⁵
3. Luchtverplaatsing
4. Regen
5. Hagel
6. Sneeuw en ijs
7. Zonnestraling
8. Trillingen en schokken
9. Vervuiling
10. Bliksem
11. EMC

Middels testen en beproevingen dient aangetoond te worden dat aan de eisen wordt voldaan. Over deze beproevingen en bijbehorende afkeurcriteria wordt in de norm EN 50125 niets voorgeschreven. Hiervoor dienen voorafgaande aan de beproevingen specifieke afspraken tussen leverancier en Productbeheer moeten worden gemaakt. In bijlage 2 zijn ter invulling hiervan een aantal testeisen en afkeurcriteria ⁶ opgenomen.

Opmerking:

Bepaalde apparatuur zal in een behuizing geplaatst worden en zodoende ten opzichte van de omgeving een zekere beschermingsgraad hebben. Per apparaat of systeem dient een IP (International Protection) codering aangegeven te worden om de gewenste beschermingsgraad vast te leggen. Deze codering is gestandaardiseerd in de norm EN 60529. Deze IP codering is aangegeven in het betreffende programma van eisen (PVE) of de specificatie (SPC).

⁵ Bij het aspect *Temperatuur en luchtvochtigheid* is ten aanzien van de lucht omgevings-temperatuur op een aantal locaties *afgeweken* van de norm.

De reden hiervan is dat de in de norm genoemde klassen niet volledig aansluiten bij de specifieke situatie in Nederland. Daarom is gekozen voor een ander temperatuur bereik. Deze afwijkende waarden zijn opgenomen in de voetnoten behorend bij de tabel. Deze afwijkende waarden gelden.

⁶ Op dit moment zijn slechts testeisen en afkeurcriteria met betrekking tot trillingen en schokken opgenomen.

4 Revisiegegevens

Datum	versie	Hoofdstuk/ Paragraaf	Wijziging
01-04-2010	005	Bijlage 2, 3 en 4.	- Bijlage 3 voor losstaande componenten/apparaten toegevoegd. - Bijlage 4 PSD voor 4M1 aangepast. - Bijlage 4 PSD voor 4M4 toegevoegd.
23-08-2004	004	Referentielijst Bijlage 2 Bijlage 3	- Aangevuld n.a.v. laatste en meest actuele rapport van Sebert (S2T). - Aangevuld n.a.v. inzichten verkregen tijdens de tril- en schokbeproeving in week 24-2004 bij Sebert (S2T). - Toevoeging random test en PSD-parameters 4M1.
03-05-2004	003	Allen	- Nieuw template van ProRail gebruikt - Herschreven naar de Europese norm NEN-EN-50125-2. - Alle waarden in 1 tabel ingevoegd. - Eisen bij "Niet defect gaan" verwijderd. - Trillingseisen aangepast n.a.v. ervaringen bij projecten en in het veld. - Enkele tuneleisen aangepast op verzoek van EV-TTI.
18-11-2002	002	Allen	- Nieuw template van Railinfrabeheer gebruikt. - RIB richtlijn RLN00009 is in 2001 van kracht geworden en vervangt NEN 6700 betreffende "technische grondslagen voor bouwconstructie". Hierna wordt verwezen i.p.v. naar NEN 6700. - RIB richtlijn RLN00007 is in 2001 van kracht geworden en geeft een richtlijn hoe dient te worden omgegaan met EMC. Hierna wordt verwezen i.p.v. naar de verouderde norm ENV 50121-5. EMC behoort daarmee niet meer tot de "strekking" van deze RIB Richtlijn.

Referentielijst

[1]. Rapport Analyse Metingen en Formulering Tril- en Schokeisen voor infra-objecten.

Auteur: A. Jansen (S2T, Sebert Trillingstechniek B.V.)

Kenmerk: M04.001-2004.5001 rev.1

Datum: 7 Juni 2004.

[2]. Rapport Trillingsmetingen aan een viertal infra-objecten.

Auteur: M. J. H. Magendans (S2T, Sebert Trillingstechniek B.V.)

Kenmerk: M04.002-2004.7049

Datum: 8 Juni 2004.

[3]. Rapport sinus- vs randomtesten+ Het trillen en schokken van losstaande apparaten

Auteur: S2T, Sebert Trillingstechniek B.V.

Kenmerk: B05.001-2004.5001

Datum: 8 september 2005.

Bijlage 1. Eisenpakket per locatie

Per genoemde locatie wordt in deze bijlage het “te stellen” eisenpakket beschreven.

Ter verduidelijking van de leesbaarheid van de tabel zijn hieronder een aantal voorbeelden opgenomen.

Voorbeeld 1:

Vraag:

Langs de spoorbaan moet een UPS in een metalenkast worden geplaatst. Welke eisen zijn geldig?

Antwoord:

De metalen kast langs de spoorbaan is een buitenbehuizing en dient daardoor te voldoen aan de eisen zoals genoemd bij locatie B, direct langs het spoor, onbeschermd (in open lucht).

De apparatuur in de buitenbehuizing dient te voldoen aan de eisen zoals genoemd bij locatie C, direct langs het spoor, in een buitenbehuizing.

Voorbeeld 2:

Vraag:

Welke eisen gelden voor het aspect “temperatuur en luchtvochtigheid” voor een apparaat welke op diverse locaties wordt toegepast?

Antwoord:

Bepaal op basis van de tabel de strengste eis qua temperatuurbereik.

Omgevingsomstandigheden bij EV installaties

Aspect		Norm	Locatie													
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
			Aan bovenleiding draagconstructie	Direct langs het spoor, onbeschermd in open lucht	Direct langs het spoor, in buitenbehuizing	Niet direct langs het spoor, onbeschermd in open lucht	Niet direct langs het spoor, in buitenbehuizing	Niet direct langs het spoor, in vorstrijke ruimte	Niet direct langs het spoor, in verwarmde ruimte	Niet direct langs het spoor, in geklimatiseerde ruimte	Ondergrondse tunnel, onbeschermd in open lucht	Ondergrondse tunnel, in buitenbehuizing	Ondergrondse tunnelbak, onbeschermd in open lucht	Ondergrondse tunnelbak, in buitenbehuizing	Onder de grond in (op) een station, onbeschermd	Onder de grond in (op) een station (technische ruimte)
1	Hoogte ⁷	EN 50125-2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2
2	Temperatuur en luchtvochtigheid	EN 60721-3-3 ⁸			3K6		3K6	3K4	3K3	3K1		3K6		3K6		3K4
		EN 60721-3-4 ⁹	4K1	4K1		4K1					4K1		4K1		4K1	
3	Luchtverplaatsing ¹⁰	EN 50125-2	¹¹	W3		W3					X		X		X	
4	Regen ¹²	EN 50125-2	X	X		X					X		X		X	
5	Hagel ¹³	EN 50125-2	X	X		X							X			
6	Sneeuw en ijs	EN 50125-2	¹⁴	I2		I2							I2			
7	Zonnestraling	EN 50125-2	R2	R2		R2							R2			

⁷ Ten aanzien van de hoogteklaas dient rekening te worden gehouden met hoogteklaas A2 (tot 1000 meter hoogte).

⁸ Voor de locaties C, E en L geldt een afwijkend temperatuur bereik ten opzichte van de klasse namelijk **-20°C t/m +70°C**.

Voor de locatie J geldt een afwijkende temperatuur van **-20°C t/m +40°C**.

Voor de locaties F en N geldt een afwijkende temperatuur van **-5°C t/m +40°C**.

Voor de locatie G geldt een afwijkende temperatuur van **0°C t/m +40°C**.

⁹ Voor de locaties A, B, D, I, K en M geldt een afwijkend temperatuur bereik ten opzichte van de klasse namelijk **-20°C t/m +40°C**.

¹⁰ Onder de grond (tunnels, tunnelbakken en stations) zijn door passerende treinen luchtverplaatsingen tot 40 m/s mogelijk.

¹¹ Voor bovenleiding draagconstructies geldt RLN00009, hoofdstuk 4, winddruk voor het aspect "Luchtverplaatsing".

¹² Normale regenval 6 mm/min. In tunnels en tunnelbakken dient rekening te worden gehouden met opspattend water.

¹³ Maximale diameter hagelstenen 15 mm.

¹⁴ Voor bovenleiding draagconstructies geldt RLN00009 voor het aspect "Sneeuw en ijs".

Omgevingsomstandigheden bij EV installaties

Aspect			Norm	Locatie													
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
				Aan bovenleiding draag-constructie	Direct langs het spoor, on-beschermd in open lucht	Direct langs het spoor, in buitenbehuizing	Niet direct langs het spoor, onbeschermd in open lucht	Niet direct langs het spoor, in buitenbehuizing	Niet direct langs het spoor, in vorstvrije ruimte	Niet direct langs het spoor, in verwarmde ruimte	Niet direct langs het spoor, in geklimatiseerde ruimte	Ondergrondse tunnel, on-beschermd in open lucht	Ondergrondse tunnel, in buitenbehuizing	Ondergrondse tunnelbak, onbeschermd in open lucht	Ondergrondse tunnelbak, in buitenbehuizing	Onder de grond in (op) een station, onbeschermd	Onder de grond in (op) een station (technische ruimte)
8	Trillingen en schokken	Apparatuur	EN 60721-3-3			3M4		3M4	3M1	3M1	3M1		3M4		3M4		3M1
		Behuizing	EN 60721-3-3						3M1	3M1	3M1						3M1
		Apparatuur	EN 60721-3-4	4M6	4M4		4M4					4M4		4M4		4M4	
		Behuizing	EN 60721-3-4		4M1		4M1					4M1		4M1		4M1	
9	Vervuiling	Chemisch	EN 60721-3-3			3C3		3C3	3C3	3C3	3C2		3C3		3C3		3C2
			EN 50125-2	4C3	4C3		4C3					4C3		4C3		4C3	
		Biologisch	EN 60721-3-3			3B2		3B2	3B1	3B1	3B1		3B2		3B2		3B1
			EN 50125-2	4B1	4B1		4B1					4B1		4B1		4B1	
		Mechanisch	EN 60721-3-3			3S2		3S2	3S2	3S2	3S1		3S2		3S2		3S2
			EN 50125-2	4S3	4S3		4S3					4S3		4S3		4S3	
10	Bliksem		EN 50124-1 EN 50124-2	OV4	OV4	OV4	OV4	OV4	OV4	OV4	OV4	OV4	OV4	OV4	OV4	OV4	OV4
11	EMC ¹⁵		RLN00007	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

¹⁵ Ten aanzien van EMC geldt ProRail richtlijn RLN00007.

Bijlage 2. Trillingen en schokken gefixeerde opstelling.

In deze bijlage wordt testeisen en afkeurcriteria gegeven ten behoeve van het trillen en schokken van:

- Behuizingen
- Apparatuur welke in deze behuizing of kast is geplaatst.

Tevens worden aanwijzingen gegeven hoe een beproeving het best kan worden uitgevoerd en waaraan gedacht dient te worden bij de uitvoering van de beproeving.

Trileis

Conform de tabel van bijlage 1 is een trileis van klasse 3M1 of 4M1 volgens EN 60721-3-3 respectievelijk 3-4 op grond van analyse en metingen (zie referentiedocumenten [1] en [2]) een onderbouwde eis voor alle behuizingen voor EV - apparatuur.

Voor separaat te testen componenten, in de EV - behuizingen te monteren, zal de 3M4 = 4M4 eis worden gebruikt. Daarmee wordt rekening gehouden met mogelijke opslingeringen (factor 10) in de kast ten gevolge van trillingen en schokken aan de voet van de kast.

Uitvoering triltest

De uitvoering van een triltest kan zowel worden uitgevoerd als “een sinus sweep” trilproef als een zogenaamde “random” trilproef.

Bij vermoeiing wordt meestal uitgegaan van 10^6 tot 10^7 wisselingen als maximum, omdat boven deze grens de delta-piek-piekspanning voor vermoeiing niet meer verandert. Wanneer men dit betreft op de sinus trileisen voor het spoorwegennet en men vergelijkt dit met deze waarden, dan wordt dit aantal wisselingen nooit gehaald.

Voorbeeld:

Bij een sinus sweeptest met een snelheid van 1 octaaf per minuut trilt men bijv. bij 16Hz (als eigenfrequentie van een component in het apparaat) ongeveer 6-7 seconden. Dit komt overeen met $7 \times 16 \approx 110$ wisselingen per sweep. Bij 10 sweeps up en down (ongeveer 1 uur trillen) heeft het apparaat in het totaal dus slechts $2 \times 10 \times 110 = 2200$ wisselingen gehad bij die frequentie. Dit is maar een fractie van de verwachte levensduur of van de 10^6 aantal wisselingen bij vermoeiingsproeven.

Bij hogere frequenties neemt de tijdsduur per frequentie (logaritmisch) af, waardoor het aantal wisselingen slechts beperkt toeneemt. Door een lagere sweepsnelheid bijv. 0,5 oct/min kan het aantal wisselingen wel verdubbelen, maar dan nog wijkt dit sterk af van een echte vermoeiingsproef.

Bij een sinus sweep triltest speelt de factor tijd dus een heel beperkte rol op het punt van veroudering. Een sinus sweep triltest wordt daarom vaak gebruikt voor het vaststellen van belangrijke eigenfrequenties van of in het apparaat gevolgd door een duurproef bij de gevonden frequenties in het gebied van interesse. Een duurproef van een uur bij een frequentie van 16 Hz resulteert dan in $3600 \times 16 = 57.600$ wisselingen, wat beduidend meer is dan bij de sinus sweep test.

Aangezien de random trilproef meer overeenkomt met de praktijk situatie is deze daardoor in principe betrouwbaarder. Hiervoor dient er een zogenaamd PSD-spectrum (Power Spectral Density -spectrum) te worden vastgesteld.

Voor de 4M1 en 4M4 eisen zijn de PSD-spectra gegeven in bijlage 4. Door eventuele aanpassingen van het PSD-spectrum kunnen specifieke railaanstotingen worden meegenomen. Ook de IEC normen wijzen in deze richting, als zijnde meer betrouwbaar voor dit soort proeven. Daarom gaat de voorkeur uit om de triltesten uit te voeren als een zogenaamde random trilproef.

Ter compensatie van een mogelijke, zeer incidentele overschrijding van de trileis, zal de triltijd gesteld worden op 2 uur per richting. Deze tijdsduur, gebaseerd op de theorie van o.a. MilStd 810F komt overeen met een 3/4M2 test van ongeveer 1,2 uur ten opzichte van een 3/4M1 test van 1 uur. De EN 60721-3-3 en 3-4 normen specificeren geen tijdsduur voor de trilproeven.

Uitvoer schoktest

De uitvoering van een schoktest met de eis van klasse 3/4M1 worden de kasten geschokt op 40 m/s^2 . Hetgeen ver uitgaat boven de hoogste piekversnelling gemeten. Voor separaat te testen componenten op 3/4M4 niveau is de schokeis 100 m/s^2 in alle richtingen. Dit zal voor beide type testen een blokpuls zijn met een tijdsduur van 22 ms zijn. Hiermee wordt het gehele spectrum van 22 ms, 11 ms en 6 ms aangestoten. De kans op schade door afwijkingen van praktijksituaties is daardoor volledig uitgesloten. De testen worden conform de eis per richting (3 negatief / 3 positief) 3 keer uitgevoerd (totaal 18 schokken).

Afname criterium

Als afname criterium voor behuizingen geldt dat een object tijdens de trilproeven blijft functioneren. Indien dit functioneren tijdens het trillen niet mogelijk is, dan zal na de trilproef het object nog functioneel moeten zijn. Een visuele inspectie op haarscheurtjes zal na een trilproef (als typekeuring) plaatsvinden. Indien zich haarscheurtjes bevinden in de hoofdconstructie van het object, dan moet de uitvoering op dat (die) punt(en) verbeterd worden.

Als afname criterium voor behuizingen geldt dat een object tijdens de schokproeven blijft functioneren. Indien dit functioneren tijdens het schokken niet mogelijk is, dan zal na de schokproef de kast nog functioneel moeten zijn. Een visuele inspectie op plastische vervormingen zal na een schokproef (als typekeuring) plaatsvinden.

Aangezien geringe plastische vervormingen bij schokproeven met kasten vrijwel altijd voorkomen, worden deze geaccepteerd. Alleen serieuze plastische vervormingen, die de goede werking kunnen beïnvloeden, zullen verbeterd worden. Bedacht moet worden dat een schokproef van 40 m/s^2 een factor 30-40 hoger ligt dan de gemeten piekversnellingen.

Aanbevelingen bij de uitvoering van trilproeven.

Triltafel.

Voor de uitvoering van trilproeven is in principe elke triltafel geschikt die:

- Voldoende kracht levert in overeenstemming met de massa van de kast x het versnellingsniveau.
- Het frequentiebereik en de gestelde trillingsniveaus haalt.
- De optredende momenten door verplaatsingen van het “zwaartepunt” kan opnemen. Door opslingeren en daarna “filteren” van aangestoten trilvormen met bijbehorende frequenties, komt het statisch zwaartepunt niet overeen met datgene wat de triltafel als zwaartepunt “voelt”. Dit is het “dynamisch” zwaartepunt, dat zich voortdurend verplaatst bij verandering van de aanstootfrequentie.

- De optredende momenten bij aanstoting in de horizontale richting kan opnemen. De belasting op een horizontale slijptafel, kan door het moment (hoogte zwaartepunt x massa) en de optredende opslingering onacceptabel hoog worden, waardoor de slijptafel defect raakt.

Montage op triltafel.

Een trilproef is een verkorte duurproef voor de optredende vermoeiing tengevolge van trillingen. De spanningsrimpel is in elk trilrichting een variatie op de altijd aanwezig statische spanning. Daarbij mag de totale Δ spanning (negatief - positief) niet uitgaan boven de toelaatbare. Zolang de spanningen t.g.v. de trilproef in dit elastisch gebied blijven, maakt het in principe niet uit in welke stand het infra-object op de triltafel wordt gemonteerd.

Bij verend opgestelde apparaten, wanneer horizontaal op de triltafel geplaatst, moet de schuifkracht op de veren gecompenseerd worden door het apparaat in het zwaartepunt op te hangen in trekveren. Bij apparaten (zonder veren) waarvan de bodem ook altijd als “veer” werkt verdient het aanbeveling de massa van de kast op gelijke wijze te compenseren. Ook om de wisselende momenten op de triltafel te reduceren.

Aansturing triltafel.

De trillingsniveaus zijn gedefinieerd aan de basis van het apparaat. Omdat veelal gebruik gemaakt moeten worden van een tussenframe voor montage op triltafel, is het bevestigingsvlak van frame met kast het vlak waarop de trillingsniveaus overeen moeten komen met de specificatie.

Een tussenframe is vrijwel nooit zo stijf te construeren dat de eigenfrequentie van de eerste trilvorm in elke richting boven de hoogste aanstootfrequentie ligt. Daarom is het wenselijk twee of drie opnemers op dit vlak te plaatsen en daarover te middelen. Dit gemiddelde niveau moet overeenkomen met het gespecificeerde. Uiteraard moeten de posities van deze opnemers verstandig gekozen worden.

Bijlage 3. Trillingen en schokken losstaande opstelling.

Losstaande componenten of apparaten op een horizontaal trillende ondergrond of bij horizontale schokken zullen anders belast worden dan wanneer vastgezet op de ondergrond. Het is mogelijk, door de apparatuur goed en deskundig in te spannen op de schokbank of triltafel, de schok en trilbelasting op een goede wijze in te leiden. Echter dit kan (relatief) dure fixtures vereisen en in sommige gevallen tot het te zwaar testen van het apparaat, waar het mogelijk niet geschikt voor is of wat in de praktijk niet voor kan komen.

Daarom worden 2 opties gehanteerd voor het uitvoeren van schok- en triltesten met losstaande apparaten of componenten. Beide opties worden hieronder beschreven. Aangenomen wordt dat dit apparaat betreft die altijd binnen staat en daarom ook los zal blijven staan. Kan de componenten/apparatuur (eventueel) ook vast opgesteld worden, dan gelden onderstaande opties niet.

Optie 1:

Testen conform bijlage 3 van RLN00003. Het apparaat is zodanig op de schokbank of triltafel bevestigd, dat er geen (extra) externe krachten of momenten werken op het apparaat tengevolge van die bevestiging. Het is daarbij denkbaar dat de zijkanten en de voor- en achterkant van het apparaat volledig ondersteund worden of in elk geval op de (stijve) randen. De schok- en trilniveaus worden niet aangepast en het apparaat moet voldoen aan de 3M1 of 3M4 eis.

Trillen:

In de verticale richting kan het apparaat eventueel los op de triltafel geplaatst worden, omdat de trilnorm geldt voor de ondergrond waarop het apparaat staat. In beide horizontale richtingen wordt het apparaat op een sliptafel geplaatst en daarop ingespannen, zoals boven aangegeven.

Schokken:

Het apparaat wanneer op de juiste wijze ingespannen, kan op identieke wijze geschokt worden als een vast opgesteld apparaat.

Optie 2:

Optie 2 geldt alleen wanneer het apparaat niet volgens optie 1 op de schokbank en/of triltafel vastgezet kan worden. Voor apparaten die alleen los geschokt en/of getrild kunnen worden is de wrijvingscoëfficiënt of de ruwheid van de ondergrond van belang. De wrijvingscoëfficiënt van de ondergrond tijdens de trilproef moet bijvoorkeur 1, maar minimaal 0,5 zijn ook aan het einde van de trilproef. Deze moet direct (d.w.z. binnen uiterlijk 30 minuten) voor en na de proef worden bepaald. De wrijvingscoëfficiënt van de voeten of onderzijde van het apparaat is een gegeven

Trillen:

Bij het trillen staat het apparaat los op de triltafel voor de verticale richting en op de sliptafel voor beide horizontale richtingen. In de horizontale richting kan het apparaat op de sliptafel opgesloten worden, onder de voorwaarde dat hierdoor lokaal geen hoge externe krachten mogen optreden, doordat bijv. de hele rand gesteund is. Een verrijdbaar apparaat zal t.p.v. de wielen begrensd moeten worden. Door het verrijden kunnen normaliter ook stootbelastingen optreden die het apparaat moet kunnen weerstaan zonder schade. De trilniveaus worden niet aangepast.

Schokken:

Een losstaand apparaat kan in de verticale richting, bij een schok van onderen, theoretisch loskomen van de schokbank. De opwaartse snelheid die het apparaat bereikt bij bijv. een schokpuls van 40 m/s^2 en een pulsduur van 22 ms is 0,56 m/s. De maximale verplaatsing van de ondergrond is daarbij + of - 6 mm. Door de snelheid kan het apparaat ca 16 mm loskomen van de schokbank en daar weer op terugvallen. Echter dit zal in de praktijk niet voorkomen. In de verticale richting wordt daarom een valproef uitgevoerd met een valhoogte gelijk aan de maximale verplaatsing van de ondergrond. Deze maximale verplaatsing wordt berekend uit de pulsduur van 22 ms en de schokeis van 40 m/s^2 is respectievelijk: 6mm. De ondergrond is van beton of dergelijke, eventueel voorzien van een houten topplaat, die een massa heeft van tenminste 10x de massa van het te testen apparaat.

Voor horizontale schoktesten, waarbij het apparaat losstaat, is het schokniveau altijd lager. De wrijving tussen apparaat en ondergrond speelt een belangrijke rol. Bij een losstaand apparaat en een wrijvingscoëfficiënt van 1, is de versnelling op het apparaat maximaal $9,81 \text{ m/s}^2$ (1 g). De minimale wrijvingscoëfficiënt van de ondergrond moet 0,8 bedragen.

Met behulp van de ICPT (InClined Plane Tester) of een gelijksoortig testapparaat kan de snelheid (= beweging t.g.v. de voorgeschreven schokpuls) van de ondergrond nauwkeurig gesimuleerd worden. De wrijvingscoëfficiënt van de ondergrond en de voet van het apparaat bepaalt de optredende schok op het apparaat. Het apparaat wordt op de ICPT in alle horizontale richtingen getest door het telkens 90° te draaien. Het apparaat staat los op de ICPT. De testen worden conform de eis per richting (3 negatief / 3 positief) 3 keer uitgevoerd (totaal 18 schokken).

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de uit te voeren (equivalente) schokproeven

Schok	Schokpuls RLN00003	Equivalente schokproef	Schokpuls	Richting	Aantal schokken	Min. m/s^2 op app.
Vert.	40 m/s^2 - 22 ms	Valproef	6 mm vallen	-	3	-
Hor. 1	40 m/s^2 - 22 ms	ICPT	0,56 m/s ICPT	+ / -	2x 3	5 m/s^2
Hor. 2	40 m/s^2 - 22 ms	ICPT	0,56 m/s ICPT	+ / -	2x 3	5 m/s^2

Bijlage 4. Specifieke PSD parameters 4M1 en 4M4 eis.

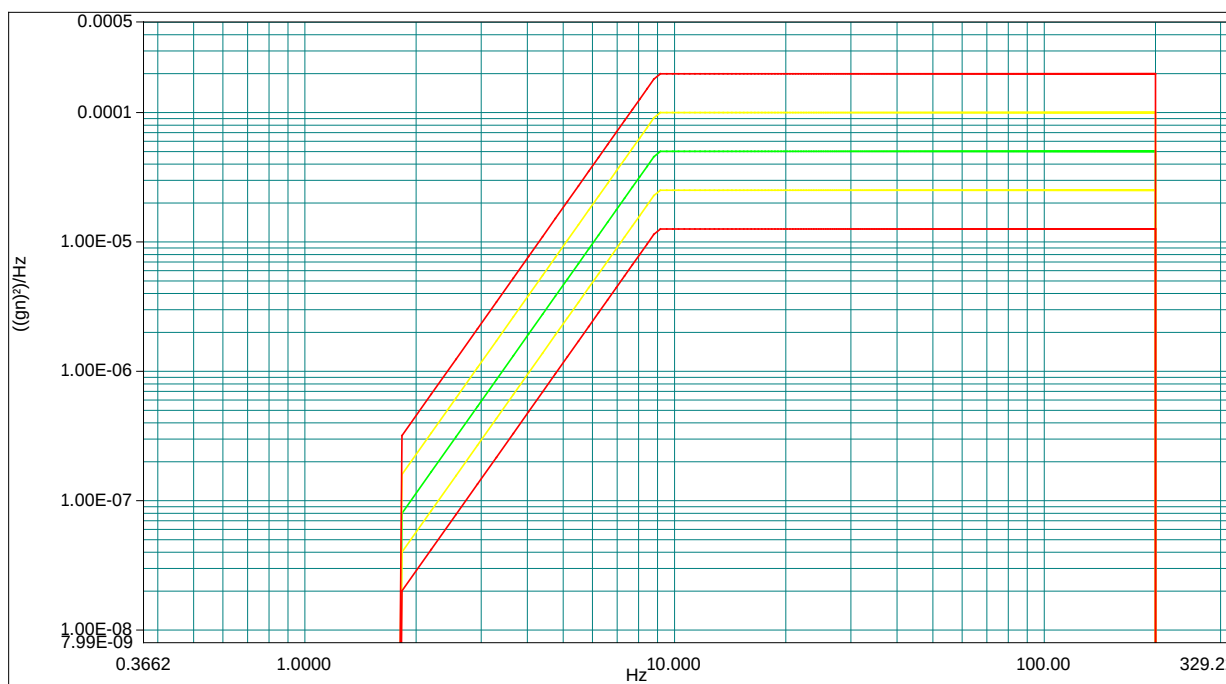
In onderstaande tabellen zijn de specifieke PSD parametersgegevens welke bij een random trilbeproeving dienen te worden gebruikt. De parameters hebben betrekking op de 4M1 en 4M4 eis.¹⁶

Profile parameters 4M1

Profile name:	Default
Profile Acceleration RMS:	0.098128 gn
Profile Velocity RMS:	0.004145 m/s
Profile Displacement RMS:	0.067634 mm
Profile Expected Acceleration (Peak):	0.294385 gn
Profile Expected Velocity (Peak):	0.012434 m/s
Profile Expected Displacement (Peak):	0.405806 mm

Profile Table 4M1

Frequency	Left Slope	gn	Right Slope	High Abort ¹⁷	High Alarm ¹⁸	Low Alarm	Low Abort
Hz	dB/Oct	(gn) ² /Hz	dB/Oct	dB	dB	dB	dB
2.0		1.14353e-007	12.1737	6.00	3.00	-3.00	-6.00
9.0	12.1737	5e-005	0	6.00	3.00	-3.00	-6.00
200.0	0	5e-005		6.00	3.00	-3.00	-6.00



¹⁶ Bron: S2T. Bovenstaande parameters zijn gebruikt bij de triltesten zoals eerder bij S2T uitgevoerd in opdracht van ProRail.

¹⁷ Wordt in de grafiek weergegeven middels de bovenste rode lijn.

¹⁸ Wordt in de grafiek weergegeven middels de bovenste gele lijn.

Profile parameters 4M4

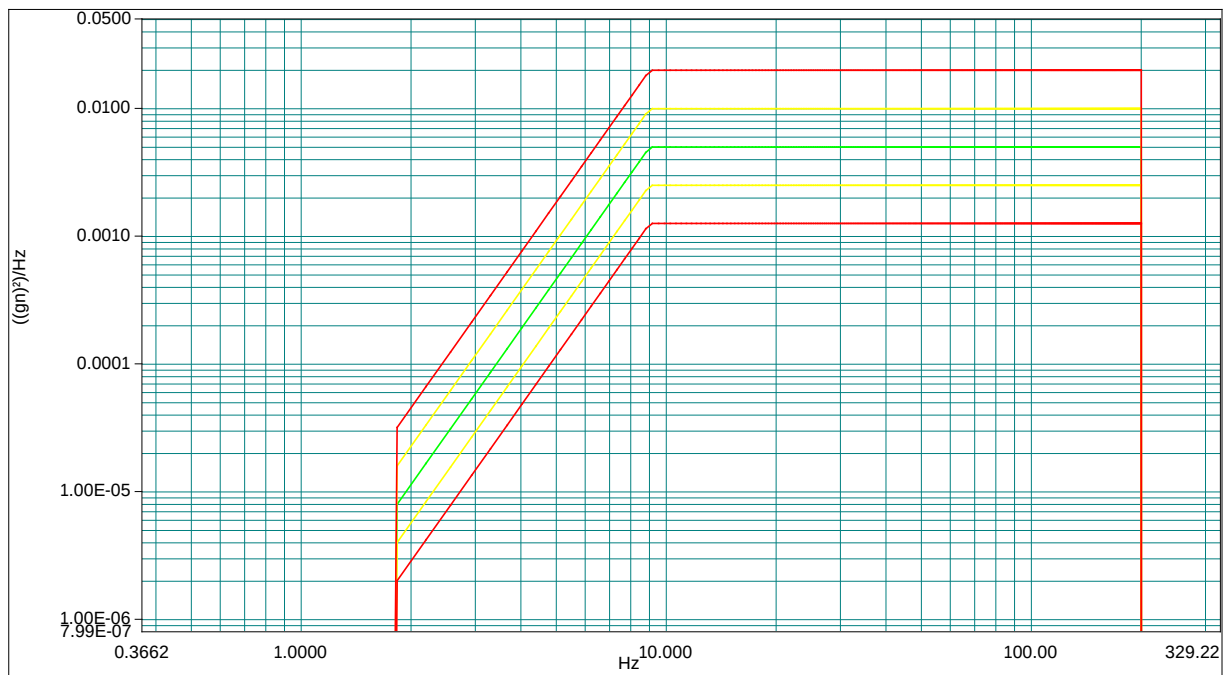
Profile name: Default

Profile Acceleration RMS: 0.981296 gn
 Profile Velocity RMS: 0.041446 m/s
 Profile Displacement RMS: 0.676341 mm

Profile Expected Acceleration (Peak): 2.943889 gn
 Profile Expected Velocity (Peak): 0.124338 m/s
 Profile Expected Displacement (Peak): 4.058048 mm

Profile Table 4M4

Frequency	Left Slope	gn	Right Slope	High Abort ¹⁹	High Alarm ²⁰	Low Alarm	Low Abort
Hz	dB/Oct	(gn) ² /Hz	dB/Oct	dB	dB	dB	dB
2.0		1.1435e-005	12.1737	6.00	3.00	-3.00	-6.00
9.0	12.1737	0.005	0	6.00	3.00	-3.00	-6.00
200.0	0	0.005		6.00	3.00	-3.00	-6.00



¹⁹ Wordt in de grafiek weergegeven middels de bovenste rode lijn.

²⁰ Wordt in de grafiek weergegeven middels de bovenste gele lijn.