

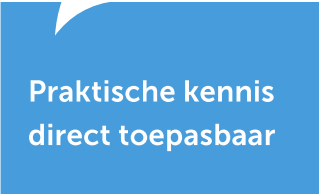
Protocol

Ringonderzoek natte stroefheid conform
proef 72 RAW 2015

Over CROW

CROW bedenkt slimme en praktische oplossingen voor vraagstukken over infrastructuur, openbare ruimte, verkeer en vervoer in Nederland. Dat doen we samen met externe professionals die kennis met elkaar delen en toepasbaar maken voor de praktijk.

CROW is een onafhankelijke kennisorganisatie zonder winstoogmerk die investeert in kennis voor nu en in de toekomst. Wij streven naar de beste oplossingen voor vraagstukken van beleid tot en met beheer in infrastructuur, openbare ruimte, verkeer en vervoer en werk en veiligheid. Bovendien zijn wij experts op het gebied van aanbesteden en contracteren.



Praktische kennis
direct toepasbaar

Protocol

Ringonderzoek natte stroefheid conform proef 72 RAW 2015

Rapport D17-02

oktober 2017

Inhoud

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 8 |
| 2 | Definities | 9 |
| 2.1 | Algemeen | 9 |
| 2.1.1 | (Stroefheids)meetsysteem | 9 |
| 2.2 | Nauwkeurigheid | 9 |
| 2.2.1 | Juistheid | 9 |
| 2.2.2 | Precisie | 9 |
| 2.3 | Testvak | 10 |
| 3 | Toelating meetsystemen aan ringonderzoek | 11 |
| 3.1 | Jaarlijks uit te voeren kalibraties | 11 |
| 3.2 | Eerste ringonderzoek van elk kalenderjaar | 11 |
| 3.3 | Certificaat | 11 |
| 4 | Periodiek ringonderzoek van meetsystemen | 12 |
| 4.1 | Doel | 12 |
| 4.2 | Opzet | 12 |
| 4.3 | Randvoorwaarden | 12 |
| 4.3.1 | Afstemming met de wegbeheerder | 12 |
| 4.4 | Uitvoering | 12 |
| 4.4.1 | Organisatie tijdens de metingen | 12 |
| 4.4.2 | Aantal meetsystemen | 12 |
| 4.4.3 | Testvakken | 13 |
| 4.4.4 | Inslepen van band c.q. schoonsoelen van het wegdek | 13 |
| 4.4.5 | Aantal ritten | 13 |
| 4.4.6 | Rijspoor | 13 |
| 4.4.7 | Meetsnelheid | 14 |
| 4.4.8 | Registratie van invloedsfactoren | 14 |
| 4.5 | Verwerking | 14 |
| 4.6 | Analyse/Toetsing | 15 |
| 4.6.1 | Precisie | 15 |
| 4.6.2 | Juistheid | 15 |
| 4.6.3 | Goedkeuring | 15 |
| 4.6.4 | Geldigheidstermijn goedkeuring | 15 |
| 4.6.5 | Rapportage | 15 |
| 4.7 | Beperkt vergelijkend onderzoek / Paarsgewijze vergelijking | 15 |
| 4.7.1 | Uitvoering paarsgewijze vergelijking | 15 |
| 4.7.2 | Analyse precisie paarsgewijze vergelijking | 16 |
| 4.7.3 | Analyse juistheid paarsgewijze vergelijking | 16 |

| | | |
|-------------------------|--|-----------|
| 5 | Introductie nieuwe meetbanden | 17 |
| 5.1 | Wegvakken | 17 |
| 5.2 | Meetplan | 17 |
| 5.3 | Vorbereiding | 17 |
| 6 | Organisatie van het ringonderzoek | 18 |
| 6.1 | Personele vereisten | 18 |
| 6.1.1 | Supervisor | 18 |
| 6.1.2 | Projectleider | 18 |
| 6.1.3 | Contactpersoon | 18 |
| 6.1.4 | Operator | 18 |
| 6.1.5 | Planning | 18 |
| 6.1.6 | Financiële aspecten | 19 |
| 6.2 | Taken | 19 |
| 6.2.1 | Organiserend platform | 19 |
| 6.2.2 | Supervisor | 19 |
| 6.2.3 | Projectleider | 19 |
| 6.2.4 | Contactpersoon | 20 |
| 6.2.5 | Operator | 20 |
| | | |
| Bijlage M-KV-STR | | |
| 1 | Doel van de kalibratie | 22 |
| 2 | Toestellen en hulpmiddelen | 24 |
| 3 | Uitvoering fase 0 | 25 |
| 4 | Uitvoering fase 1 | 26 |
| 4.1 | Vorbereiding | 26 |
| 4.2 | Controle isolatieweerstand krachtopnemer | 26 |
| 4.3 | Kalibratie krachtopnemer/data-acquisitiesysteem meetauto (stap 1) | 26 |
| 4.3.1 | Uitvoering van de kalibratie | 26 |
| 4.4 | Kalibratie krachtopnemer/ separaat kalibratie data-acquisitiesysteem | 27 |
| 4.4.1 | Uitvoering van de kalibratie met kalibratiesysteem CDAQ | 27 |
| 4.5 | Verwerking van de kalibratie met gekalibreerde gewichten | 27 |
| 5 | Uitvoering fase 2 | 29 |
| 5.1 | Voorkalibratie (indien gewenst) | 29 |
| 5.2 | Controles en afstellingen | 29 |
| 5.2.1 | Algemeen | 29 |
| 5.2.2 | Bandenspanning stroefheidskar | 29 |
| 5.2.3 | Algemene voorbereiding | 29 |
| 5.2.4 | Controle/afstellen luchtveersysteem trekkend voertuig | 29 |
| 5.2.5 | Controle/afstelling stand trekstang | 30 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.2.6 | Controle afstelling trekstanglengte/meetwielsymmetrie | 31 |
| 5.3 | Kalibratie overdrachtsfunctie en hysteresis STR-kar | 31 |
| 5.3.1 | Vorbereiding data-acquisitie | 31 |
| 5.3.2 | Vorbereiding Kalibratie | 31 |
| 5.3.3 | Uitvoering van de kalibratie | 32 |
| 5.3.4 | Verwerking en beoordeling kalibratiedata | 32 |
| 5.3.5 | Bepaling meet onzekerheid plateau kalibratie | 33 |
| 5.4 | Kalibratie van de normaalkracht | 33 |
| 5.4.1 | Vorbereiding | 33 |
| 5.4.2 | Kalibreren | 33 |
| 5.5 | Controle van de stand van de spuitmond | 33 |

1 Inleiding

Sinds tientallen jaren wordt in Nederland de natte stroefheid van wegdekken bepaald met metingen conform RAW Proef 72¹. Deze proef beschrijft de meetmethode voor de bepaling van de wrijvingscoëfficiënt tussen een ongeprofileerde PIARC-meetband en het wegdek, ter bepaling van de 'stroefheid' van het wegdek. De stroefheid wordt in de eerste plaats gemeten als controle van de aanvangstroefheid bij de oplevering van nieuw aangebrachte verhardingen. De metingen worden ook gebruikt voor het volgen van het stroefheidsverloop in de tijd dan wel voor het periodiek controleren van de stroefheid van in gebruik zijnde wegverhardingen ten behoeve van onderhoudsplanning en garantie.

Voor het uitvoeren van deze metingen wordt gebruik gemaakt van het meetsysteem type RWS-stroefheidsmeter of gelijkwaardige apparatuur. Om de nauwkeurigheid van de meetsystemen te toetsen is in de RAW proefomschrijving opgenomen dat de meetsystemen moeten deelnemen aan een periodiek ringonderzoek en daarin een positief resultaat halen.

In de afgelopen jaren was Rijkswaterstaat een van de deelnemers aan het ringonderzoek en lag ook de regierol van het ringonderzoek bij Rijkswaterstaat. In verband met de overgang naar de de Side Way Force methode op rijkswegen in 2017 heeft Rijkswaterstaat aan het CROW Platform Wegmetingen gevraagd om deze regierol over te nemen.

In dit protocol wordt beschreven volgens welke procedure en eisen een ringonderzoek van stroefheidsmeetsystemen moet worden uitgevoerd. Het protocol is opgesteld naar analogie van de gekozen aanpak van reeds bestaande ringonderzoeken, zoals voor HSRP, droge remvertraging, SPB en CPX. Bij het opstellen van het protocol is ook gebruik gemaakt van de ervaringen van het ringonderzoek zoals dat de laatste jaren is uitgevoerd.

Naast het beschrijven van de opzet en uitwerking van het ringonderzoek om de prestatiekenmerken (juistheid en precisie) van de deelnemende systemen te bepalen wordt in het protocol ook aandacht besteed aan de introductie van nieuwe meetbanden.

¹ Standaard RAW Bepalingen RAW 2015 proef 72 "Meten van de stroefheid", RAW 2010 proef 72 "Stroefheid", RAW 2005 proef 150 "Stroefheid" en RAW 2000 proef 150 "Stroefheid"

2 Definities

In dit hoofdstuk zijn definities gegeven van gehanteerde termen in dit protocol.

2.1 Algemeen

2.1.1 (Stroefheids)meetsysteem

Een meetsysteem in de zin van dit protocol is de combinatie van een trekkend voertuig en een aanhanger zoals beschreven in de proefomschrijvingen zoals genoemd in hoofdstuk 1 van dit protocol.

2.2 Nauwkeurigheid

Veel verschillende factoren kunnen de oorzaak zijn van de variabiliteit van meetresultaten. De belangrijkste invloedsfactoren zijn de gebruikte apparatuur, de kalibratie van de apparatuur, de meettechnicus, de meetomstandigheden, de meetpositie in dwarsrichting evenals de positie in de rijrichting. Als gevolg van deze factoren kunnen gemeten waarden van de wrijvingscoëfficiënt afwijken van de werkelijke waarde of een overeengekomen referentiewaarde.

Deze afwijkingen, in statistische termen de nauwkeurigheid genoemd, zijn samengesteld uit een combinatie van een gemeenschappelijke systematische fout (juistheidcomponent) en een toevallige fout (precisiecomponent). In ISO 3534-1 zijn deze begrippen nader beschreven.

2.2.1 Juistheid

Juistheid is de mate van overeenstemming tussen de (gemiddelde) waarde die verkregen wordt uit een reeks waarnemingen en de werkelijke waarde. In het geval van stroefheidsmetingen is het meestal niet mogelijk om de werkelijke waarde te hanteren, omdat deze niet bekend is of gemeten kan worden. Voor de 'werkelijke' waarde wordt arbitrair het resultaat van het gemiddelde van waarnemingen van een reeks natte stroefheidsmetingen gehanteerd.

Voor wegmetingen is het gebruikelijk om de juistheid uit te drukken in een absolute waarde voor het maximale verschil tussen werkelijke waarde (of geaccepteerde waarde) en de gemiddeld berekende waarde.

2.2.2 Precisie

Precisie is de mate waarin metingen of berekeningen dezelfde resultaten tonen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen herhaalbaarheid 'r' en reproduceerbaarheid 'R'.

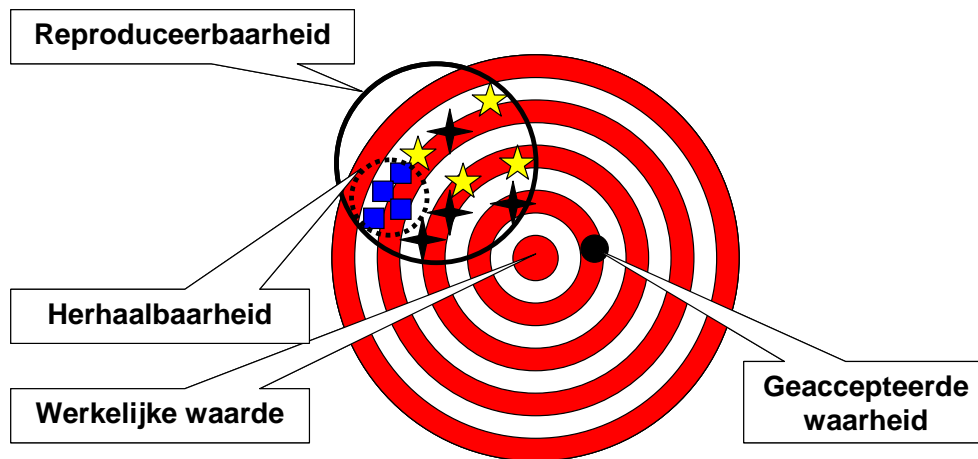
Herhaalbaarheid

Herhaalbaarheid is de mate van variatie in meetresultaten of uitwerkingen daarvan in een reeks kort op elkaar volgende metingen met hetzelfde apparaat, dezelfde meettechnicus en dezelfde meetomstandigheden. Hoe beter de herhaalbaarheid, hoe kleiner de toevallige fout. De herhaalbaarheid wordt vaak uitgedrukt in de standaardafwijking of variatiecoëfficiënt van een reeks waarnemingen.

Voor wegmetingen wordt de herhaalbaarheid uitgedrukt in een 95% betrouwbaarheidsinterval voor het verschil van twee metingen. Dit is gelijk aan 2,82 maal de herhaalbaarheid standaardafwijking en hiervoor wordt het symbool 'r' gebruikt.

Reproduceerbaarheid

Reproduceerbaarheid kan worden omschreven als de variatie bereikt bij herhaalde metingen met verschillende meetsystemen van hetzelfde sensortype onder dezelfde meetcondities. Voor wegmetingen wordt de reproduceerbaarheid uitgedrukt in een 95% betrouwbaarheidsinterval voor het verschil van twee metingen. Dit is gelijk aan 2,82 maal de reproduceerbaarheid standaardafwijking. De reproduceerbaarheid wordt aangeduid met het symbool 'R'.



Figuur 1 Verklaring juistheid en de twee componenten van precisie

In Figuur 1 zijn de begrippen juistheid, herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid geïllustreerd. De blokjes en sterren geven de waarnemingen van de deelnemers weer. Uit de figuur blijkt dat alle deelnemers systematisch afwijken van de geaccepteerde waarheid. Met andere woorden, de waarnemingen hebben een bepaalde mate van onjuistheid.

De gestippelde cirkel om de waarnemingen per deelnemer is een maat voor de herhaalbaarheid. Uit de waarnemingen blijkt dat de deelnemer aangeduid met de blokjes de beste herhaalbaarheid heeft.

De cirkel met de ononderbroken omtrek geeft de mate van reproduceerbaarheid weer. De reproduceerbaarheid is altijd slechter dan de herhaalbaarheid.

2.3 Testvak

Testvakken zijn wegvakken die worden gebruikt om de meetsystemen onderling te vergelijken. Voor de eisen die aan de testvakken worden gesteld, wordt verwezen naar paragraaf 4.4.3 van dit protocol.

3 Toelating meetsystemen aan ringonderzoek

Om deel te mogen nemen aan de reguliere ringonderzoeken moet een meetsysteem in het bezit te zijn van een door het CROW-Platform Wegmetingen afgegeven certificaat. Dit certificaat kan worden behaald als een stroefheidsmeetsysteem beide in dit hoofdstuk beschreven onderdelen met goed gevolg heeft doorlopen.

3.1 Jaarlijks uit te voeren kalibraties

Alle in Nederland in gebruik zijnde meetsystemen worden jaarlijks op hetzelfde kalibratieplateau en volgens dezelfde procedure (zie bijlage M-KV-STR) gekalibreerd. Naast de in deze procedure beschreven kalibraties worden door de verschillende meetinstanties tussentijds nog kalibraties en controles uitgevoerd aan de meetsystemen. Dit betreft voornamelijk kalibraties aan hulpsystemen als afstandsmeetsystemen, flowmeters, temperatuursensoren, et cetera.

Na elke uitvoering van de kalibraties zoals beschreven in M-KV-STR wordt door de uitvoerende van de kalibratie een rapport opgesteld waarin wordt aangegeven of het betreffende meetsysteem aan de eisen genoemd in M-KV-STR voldoet. Dit rapport moet elk jaar door de eigenaar van het betreffende meetsysteem worden aangeleverd bij het CROW-Platform Wegmetingen.

3.2 Eerste ringonderzoek van elk kalenderjaar

Indien de kalibraties zoals beschreven in 3.1 met goed gevolg zijn doorlopen mag een meetsysteem deelnemen aan het eerste ringonderzoek van het betreffende kalenderjaar. De uitvoering van dit ringonderzoek geschiedt op dezelfde wijze als de andere ringonderzoeken binnen dat kalenderjaar. De hiervoor geldende procedure is beschreven in hoofdstuk 4 van dit protocol.

De resultaten van dit eerste ringonderzoek worden aangeleverd bij het CROW-Platform Wegmetingen.

3.3 Certificaat

Indien het meetsysteem met goed gevolg heeft deelgenomen aan de onderdelen zoals beschreven in 3.1 en 3.2 van dit protocol wordt door CROW een certificaat uitgereikt voor het betreffende meetsysteem (combinatie van trekkend voertuig, data-acquisitiesysteem en meetaanhanger) met een geldigheidsduur van 1 jaar.

4 Periodiek ringonderzoek van meetsystemen

4.1 Doel

Met het periodiek ringonderzoek wordt beoogd een beeld te krijgen van de consistentie van stroefheidsmeetsystemen en de juistheid van de deelnemende systemen. In het ringonderzoek worden de wrijvingscoëfficiënten per combinatie van meetaanhanger, meetband en trekkend voertuig getoetst.

4.2 Opzet

In situaties waarin dit protocol niet voorziet, beslist de projectleider in overleg met de deelnemende partijen. Het besluit van dit overleg moet zo goed mogelijk aansluiten bij de intentie van dit protocol.

4.3 Randvoorwaarden

4.3.1 Afstemming met de wegbeheerder

De projectleider maakt duidelijke afspraken met de wegbeheerder met betrekking tot planning en uitvoering van de metingen. Wanneer dit tot problemen leidt, dient de projectleider de bezwaren van de wegbeheerder terug te koppelen naar de leden van het CROW Platform Wegmetingen. Indien noodzakelijk zullen de leden van het platform zich inspannen om de problemen/bezwaren bij de betreffende wegbeheerder weg te nemen.

4.4 Uitvoering

4.4.1 Organisatie tijdens de metingen

De als aanspreekpunt voor de vergelijkende metingen aangewezen contactpersonen van de deelnemende partijen, zijn bevoegd om de goede gang van zaken van de meetprocedure te controleren.

De projectleider draagt zorg voor een standaard rijschema passend bij het aantal deelnemende systemen en de gebruikte testvakken.

In het geval dat, vanwege een fout of een probleem, een stroefheidsmeting moet worden herhaald, zal deze rit aan het eind van het reguliere meetprogramma worden herhaald. Deze extra rit is standaard in het rijschema opgenomen. Om te beoordelen of deze extra rit verreden moet worden, zal de projectleider na de laatste rit volgens schema kort overleg organiseren en voeren tussen de contactpersonen van de deelnemende partijen.

Bij weersomslag zullen metingen zoveel mogelijk doorgang vinden. Nadien zal er door de projectleider worden besloten of de resultaten van metingen kunnen worden gebruikt in de analyse van de data.

4.4.2 Aantal meetsystemen

De vergelijkende metingen zullen alleen worden uitgevoerd wanneer minimaal twee meetsystemen gelijktijdig beschikbaar zijn. Zijn er minder dan twee meetsystemen beschikbaar dan moet op zo kort mogelijke termijn een nieuwe afspraak worden gemaakt.

Wanneer een systeem niet beschikbaar is, moet dit aan de projectleider worden gemeld. Deze draagt zorg voor melding van het al dan niet uitvoeren van de metingen aan de overige deelnemende partijen en de wegbeheerder.

Een meetsysteem dat niet aan de eisen voldoet zoals beschreven in paragraaf 2.1.1, kan alleen met instemming van het CROW Platform Wegmetingen aan de vergelijkende metingen meedoen. Een dergelijk systeem telt niet als meetsysteem in de zin van dit voorschrift en doet niet mee in de bepaling van de gemiddelde wrijvingscoëfficiënt.

4.4.3 Testvakken

Testvakken zijn wegvakken die worden gebruikt om de meetsystemen onderling te vergelijken. Er worden open en dichte vakken geselecteerd die beide aan de volgende eisen moeten voldoen:

- minimale rechte lengte van 500 m;
- verkeersveiligheid en –doorstroming niet in het geding tijdens de metingen;
- gering stroefheidsverloop in dwarsrichting;
- minimale omrijtijd in verband met herhaling van de metingen;
- verzamel- c.q. wacht- en wisselplaats in de nabijheid.

De projectleider draagt zorg voor een lijst van actuele testvakken.

Bij het zoeken van de testvakken moet gestreefd worden naar een locatie met een zo gering mogelijke reistijd tussen de testlocatie en de vestigingen van de deelnemers. Gezocht moet worden naar een tweetal meetvakken, waarvan op één meetvak een open deklaag aanwezig is en op het andere meetvak een dichte deklaag. Bij de keuze van de meetvakken moet er verder rekening mee worden gehouden dat er voldoende verschil zit tussen de vakken (voor wat betreft materiaal, maar ook bijvoorbeeld voor wat betreft stroefheidsniveau) en dat de vakken representatief zijn voor het te meten areaal.

De gekozen vakken zullen ter accordering aan het CROW Platform Wegmetingen worden voorgelegd.

4.4.4 Inslepen van band c.q. schoonspoelen van het wegdek

Elke deelnemende meetband moet alvorens deel te nemen aan het ringonderzoek bij voorkeur in de dagen voorafgaand of anders op de dag van het ringonderzoek minimaal 10 km gemeten hebben.

Alle meetsystemen voeren eerst een nulmeting voor het schoonspoelen van het wegdek en het inslepen van de banden. De nulmeting wordt 100 m voor het begin van de testvakken gestart. Bij alle volgende ritten moet op het eerste testvak de meting 300 m tevoren worden gestart, op het tweede testvak 100 m tevoren.

Bij de vervolgsessies kan het inslepen voor de meetlocatie plaatsvinden, eenmaal één kilometer of tweemaal 500 m.

Dit zogenaamde inslepen van de meetbanden is bedoeld om de meetbanden voor aanvang van de daadwerkelijke metingen in het testvak op voldoende bedrijfstemperatuur te brengen.

4.4.5 Aantal ritten

Elk meetsysteem moet per meetdag in de eerste sessie vijf ritten (inclusief nulmeting) en in de twee daarop volgende sessies vier ritten doen volgens het rijschema dat van toepassing is.

Tijdens elke sessie wordt een andere meetband ingezet.

Bij het opstellen van het rijschema dient er rekening mee gehouden te worden dat tussen de opeenvolgende ritten tenminste 5 minuten afstand wordt ingebouwd. Onderzoek in het verleden heeft namelijk uitgewezen dat kortere tussentijden de metingen kunnen beïnvloeden door temperatuurverandering van het rijspoor.

Na afloop van de vergelijkende metingen moet een extra rit worden gemaakt met de band uit de eerste sessie. Deze rit dient om vast te stellen of de omstandigheden in de middagsessie zodanig verschillen van de ochtendsessie, dat de gemiddelde wrijvingscoëfficiënt voor de ochtend en de middag apart moet worden berekend.

Om te voorkomen dat de meetwaarden van de verschillende meetbedrijven in de periode tussen de vergelijkende metingen te ver van elkaar gaan afwijken wordt per deelnemende combinatie één van de drie tijdens de vergelijkende metingen ingezette meetbanden opgeslagen om als referentieband te worden gebruikt tijdens het beperkt vergelijkend onderzoek (zie paragraaf 4.7 van dit protocol). Deze referentieband mag in de periode tussen de vergelijkende metingen niet voor regulier meetwerk worden ingezet.

4.4.6 Rijspoor

De metingen moeten worden uitgevoerd met het meetwiel op een vaste afstand van de rechter kantstreep van het testvak. Deze afstand wordt per testvak bepaald en vastgelegd in de lijst van actuele testvakken.

4.4.7 Meetsnelheid

De te hanteren meetsnelheid is afhankelijk van het testvak en zal voor ieder testvak afzonderlijk worden vastgesteld op ofwel 50 km/u ofwel 70 km/u.

Wanneer de werkelijke snelheid op enig moment meer dan 5% afwijkt van de doelsnelheid voor het betreffende vak, moet de meting na afloop van de meetserie worden herhaald.

4.4.8 Registratie van invloedsfactoren

Onderstaande factoren hebben invloed op de meetwaarden van de vergelijkende metingen en moeten daarom door de deelnemende partijen worden vastgesteld c.q. gemeten.

Weersomstandigheden

De volgende weersomstandigheden moeten worden geregistreerd:

- zon (zonnig, half bewolkt, bewolkt);
- wind (richting, geen, licht, hard);
- toestand van het wegdek (droog, opdrogend, nat, lichte regen, matige regen, zware regen).

Wegdektemperatuur

De wegdektemperatuur moet door de deelnemende systemen tijdens het uitvoeren van de metingen worden gemeten en geregistreerd.

Slijtage van de banden

De aanwezige profieldiepte moet voor het begin van de metingen worden vastgesteld. Hiertoe moet iedere nieuwe meetband voorzien zijn van een inkeping van 8 mm diep en moet de inkeping bij de gebruikte meetband ten minste 2 mm bedragen.

4.5 Verwerking

De deelnemende partijen sturen na afloop van de meting hun resultaten per e-mail naar de projectleider voor de analyse van de vergelijkende metingen. Hierbij worden de resultaten per testvak aangeleverd als gemiddelde waarde per 100 meter.

Op basis van de aangeleverde gegevens worden de onderstaande gegevens berekend en/of gepresenteerd:

- de gemiddelde wrijvingscoëfficiënt per verhardingssoort;
Wanneer de gemiddelde temperatuurverschillen en/of weersomstandigheden tussen de ochtend en middag groot zijn, wordt het gemiddelde per dagdeel berekend.
- de gemiddelde wrijvingscoëfficiënt per meetsysteem, band en verhardingssoort:
 - de gemiddelde stroefheidscoëfficiënt per rit en over de 4 ritten;
 - grafische weergave van wrijvingscoëfficiënt over de 4 ritten;
 - herhaalbaarheid;
de herhaalbaarheid (r) wordt als volgt berekend:
 - bereken per 100 m vak de variantie over de vier ritten (= var_i)
 - bereken de gemiddelde variantie over de vijf 100 m vakken (= $\text{var}_{\text{gem}} = \sum \text{var}_i / 5$)
 - de herhaalbaarheid is : $r = 1,96\sqrt{2 * \text{var}_{\text{gem}}}$
 - afwijking van de gemiddelde stroefheidscoëfficiënt;
de afwijking van de gemiddelde wrijvingscoëfficiënt wordt als volgt berekend:
 - bereken per testvak de gemiddelde stroefheid over de vier ritten (= f_{sys});
 - bereken het algeheel gemiddelde van alle systemen (= $f_{\text{gem}} = \sum f_{\text{sys}}/a$, waarbij a het aantal deelnemende meetbanden);
 - de afwijking van de gemiddelde wrijvingscoëfficiënt is: $\text{afw} = f_{\text{sys}} - f_{\text{gem}}$
- het verschil in gemiddelde wrijvingscoëfficiënt per meetsysteem tussen het gemiddelde per band en per verhardingssoort.

4.6 Analyse/Toetsing

4.6.1 Precisie

Na uitwerking van de meetgegevens volgens paragraaf 4.5 van dit protocol wordt de herhaalbaarheid getoetst aan de eis:

$$\text{herhaalbaarheid } r \leq 0,040$$

Als niet wordt voldaan aan de eis, wordt het systeem afgekeurd voor de betreffende verharding en band. Het gemiddelde zoals beschreven onder paragraaf 4.5 moet in voorkomende gevallen opnieuw worden berekend zonder de op herhaalbaarheid afgekeurde systemen.

4.6.2 Juistheid

Nadat volgens paragraaf 4.6.1 is getoetst op herhaalbaarheid wordt vervolgens getoetst aan de eis:

$$\text{afwijking van het gemiddelde } d \leq 0,020$$

Als niet wordt voldaan aan deze eis, wordt het systeem afgekeurd voor de betreffende verharding en band.

Indien meer dan één systeem niet voldoet, wordt in eerste instantie alleen het systeem met de grootste afwijking van het gemiddelde verworpen. Vervolgens wordt het gemiddelde van de overblijvende systemen berekend, waarna opnieuw toetsing plaats vindt. Deze procedure wordt herhaald tot er geen verwerpingen meer plaatsvinden.

4.6.3 Goedkeuring

Op basis van de toetsing zijn per meetband drie uitslagen mogelijk, te weten:

- goedgekeurd (meetband voldoet op beide verhardingstypen);
- beperkt goedgekeurd (meetband voldoet op één verhardingstype);
- afgekeurd.

Indien de helft of meer van het aantal meetsysteem-/band-combinaties niet aan de eis voldoet op een bepaalde verhardingssoort, is een nieuwe vergelijking van alle meetsystemen op de betreffende verhardingssoort noodzakelijk.

4.6.4 Geldigheidstermijn goedkeuring

Wanneer een systeem wordt goedgekeurd, geldt deze goedkeuring tot één week na de volgende geplande vergelijkende metingen.

Wanneer een systeem om redenen van overmacht niet kan deelnemen aan de vergelijkende metingen, kan na afloop van de geldigheidstermijn van de laatste vergelijkende metingen altijd een beperkt vergelijkend onderzoek worden uitgevoerd met een goedgekeurd meetsysteem.

Het middel van het beperkt vergelijkend onderzoek kan eveneens worden ingezet wanneer als gevolg van bandenslijtage nieuwe meetbanden moeten worden ingezet in de periode tussen de vergelijkende metingen.

4.6.5 Rapportage

De resultaten van de verwerking en de toetsing worden door de projectleider verspreid onder de deelnemende partijen.

4.7 Beperkt vergelijkend onderzoek / Paarsgewijze vergelijking

4.7.1 Uitvoering paarsgewijze vergelijking

Wanneer een meetsysteem met een bepaalde band op een verhardingssoort niet aan de eisen voldoet, kan het meetsysteem worden verbeterd. Door middel van een beperkt vergelijkend onderzoek kan het systeem vervolgens worden goedgekeurd.

Het beperkt vergelijkend onderzoek wordt tevens ingezet indien, als gevolg van bandenslijtage, nieuwe meetbanden moeten worden ingezet in de periode tussen de reguliere vergelijkende metingen.

Het beperkt vergelijkend onderzoek dient vergelijkbaar te zijn met de normale vergelijking (vijf vakken, vier herhalingen) en moet op de verhardingssoort worden uitgevoerd waarop het meetsysteem is afgekeurd. In geval van goedkeuring van een nieuwe meetband moeten beide verhardingssoorten worden betrokken in het beperkt vergelijkend onderzoek. Om te voorkomen dat meetwaarden van meetcombinaties te ver van elkaar gaan afwijken moet een beperkt vergelijkend onderzoek bij voorkeur plaatsvinden met twee verschillende meetcombinaties (dus combinatie 1 met goedgekeurde referentieband "x" en combinatie 2 met nieuwe band "y" ter keuring).

In het geval van een beperkt vergelijkend onderzoek moet in alle gevallen worden aangetoond dat het systeem zowel aan de herhaalbaarheidseisen als aan de eisen ten aanzien van afwijking van het gemiddelde voldoet.

De resultaten van het beperkt vergelijkend onderzoek moeten door de betreffende partij worden gearhiveerd.

4.7.2 Analyse precisie paarsgewijze vergelijking

De herhaalbaarheidseis en uitwerking hiervan zijn overeenkomstig de normale uitvoering van de vergelijkende metingen zoals beschreven in de paragrafen 4.6.1 en 4.6.2.

4.7.3 Analyse juistheid paarsgewijze vergelijking

De verbetering van het meetsysteem dan wel goedkeuring van een nieuwe meetband moet in een beperkt vergelijkend onderzoek met een tijdens de laatste vergelijkende metingen goedgekeurd meetsysteem en goedgekeurde referentieband worden aangetoond.

Het in de laatste vergelijkende metingen goedgekeurde meetsysteem met referentieband fungeert als referentiesysteem. De aanname is dat deze combinatie tijdens de beperkte vergelijking nog steeds presteert als tijdens de laatste vergelijkende metingen.

5 Introductie nieuwe meetbanden

De PIARC-banden die voor het meten van natte stroefheid worden gebruikt, worden op speciaal verzoek in beperkte series (veelal minimaal 100 stuks per serie) geproduceerd en uitgeleverd. Er moet voor gezorgd worden dat de metingen die door de verschillende meetbedrijven worden uitgevoerd zoveel mogelijk met banden uit dezelfde productieserie worden uitgevoerd. De overgang naar een nieuwe productieserie dient dan ook gezamenlijk te worden afgestemd en wordt gecoördineerd door het CROW Platform Wegmetingen.

Voordat de op dat moment in gebruik zijnde bandenserie een leeftijd van 36 maanden heeft bereikt dient een evaluatie plaats te vinden waarin beschouwd wordt of de betreffende bandenserie nog in gebruik kan blijven of dat de relevante bandeigenschappen in de loop van de tijd zodanig zijn veranderd dat ingebruikname van een nieuwe bandenserie noodzakelijk wordt geacht.

Wanneer sprake is van een nieuwe productieserie meetbanden dient deze, om er zeker van te zijn dat de stroefheidsresultaten niet gaan wijzigen als gevolg van het gebruik van een andere bandenserie, vergeleken te worden met de voorgaande productieserie. Bij dit vergelijk wordt gekeken of de gebruikte bandcorrectiefactoren (één voor open deklagen en één voor dichte deklagen) gehandhaafd kunnen blijven of dat deze gewijzigd moeten worden. Dit vergelijkend onderzoek wordt uitgevoerd op beperkt aantal banden uit de nieuwe productieserie en een beperkt aantal banden uit de voorgaande productieserie. In principe wordt dit onderzoek uitgevoerd met twee verschillende meetsystemen, bij voorkeur van twee verschillende meetbedrijven.

5.1 Wegvakken

De wegvakken van dit onderzoek moeten zodanig gekozen worden dat er sprake is van tenminste één wegvak met een deklaag van open asfaltbeton en tenminste één wegvak met een deklaag van dicht asfaltbeton. De verdere vereisten aan de wegvakken zijn gelijk aan die voor het reguliere ringonderzoek, zoals beschreven in paragraaf 4.4.3 van dit protocol.

5.2 Meetplan

Het meetprotocol voor de bandenvergelijking moet zodanig worden opgesteld dat meetsysteem 1 met een band uit de nieuwe productieserie aan het meten is wanneer meetsysteem 2 met een meetband uit de voorgaande productieserie aan het meten is.

Voor de verdere uitvoering van de metingen wordt, voor zover van toepassing verwezen naar de voorschriften ten aanzien van de reguliere vergelijkende metingen zoals beschreven in hoofdstuk 4 van dit protocol.

In afwijking op hoofdstuk 4 gelden bij de uitvoering van het bandenvergelijk de volgende overige bepalingen:

- Eventueel aanwezige bandkoeling dient uitgeschakeld te zijn;
- De dwarspositie wordt afhankelijk van de configuratie van de verschillende wegvakken vooraf per wegvak door de projectleider vastgesteld en teruggekoppeld aan de deelnemers.

5.3 Voorbereiding

Voorafgaand aan de uitvoering van het bandenvergelijk wordt door elk van de deelnemers een aantal voorbereidingen gedaan. Per meetdag gelden hierbij de volgende aanvullende vereisten ten aanzien van hetgeen beschreven is in hoofdstuk 4 van dit protocol:

- Van elk meetbedrijf 1 gekalibreerd meetsysteem, gereed om de meting mee aan te vangen* ;
- 2 x geprepareerde 2016 PIARC meetbanden** op velg, waarvan 1 gemonteerd voor de eerste meting per meetbedrijf;
- 2 x geprepareerde 2013 PIARC meetbanden** op velg per meetbedrijf.

* Voor elk meetbedrijf geldt dat het meetsysteem dat op de eerste dag ingezet wordt, tevens ingezet wordt voor een eventuele reserve meetdag.

** Een geprepareerde band is een afgedraaide PIARC meetband, die is ingesleept over 60 kilometer dicht asfalt.

6 Organisatie van het ringonderzoek

Daar waar in dit hoofdstuk wordt gesproken over ringonderzoek, wordt ook de introductie van nieuwe meetbanden daar onder verstaan.

6.1 Personele vereisten

Voor taken van het personeel wordt ook verwezen naar paragraaf 6.2 van dit protocol.

6.1.1 Supervisor

Een lid van het organiserend platform, de supervisor (bij voorkeur een medewerker van het CROW), is namens het Platform verantwoordelijk voor de begeleiding van het ringonderzoek en is voor de projectleider het eerste aanspreekpunt.

6.1.2 Projectleider

De daadwerkelijke organisatie van het ringonderzoek zal ondergebracht worden bij één enkel meetbedrijf of een organisatie die bekend is met de meetmethode en de toepassing hiervan. Een medewerker van dit meetbedrijf zal de volledige verantwoordelijkheid voor het verloop en de afhandeling van het ringonderzoek op zich nemen. Deze persoon wordt de projectleider genoemd.

Minstens één van de medewerkers van het organiserend meetbedrijf moet ervaring hebben in de analyse van de onderzoeksdata.

6.1.3 Contactpersoon

Van elk meetbedrijf dat deelneemt aan het ringonderzoek wordt één medewerker, contactpersoon genaamd, geïnstrueerd door de projectleider met betrekking tot de planning van de ringonderzoeken en de procedures die gevolgd moeten worden. De betreffende contactpersoon is daarnaast verantwoordelijk voor de rapportage en indiening van de ingewonnen meetdata.

6.1.4 Operator

Een operator is een medewerker of een team van medewerkers van elk deelnemend meetbedrijf die het daadwerkelijke ringonderzoek uitvoert. De operator zal met betrekking tot de planning en exacte uitvoering van het ringonderzoek worden geïnstrueerd door de contactpersoon van het betreffende meetbedrijf.

6.1.5 Planning

De daadwerkelijke planning van het ringonderzoek is de taak van het organiserend platform. Per kalenderjaar moeten vijf vergelijkende metingen worden gepland. De planning moet zoveel als mogelijk rekening houden met eventuele onwerkbare periodes (bijvoorbeeld winterperiode met lage temperaturen). De projectleider maakt voor het einde van het jaar, in overleg met de deelnemende partijen, een planning voor het komend jaar zodat deze planning in de laatste vergadering van het CROW Platform Wegmetingen per jaar kan worden goedgekeurd. De vastgestelde frequentie van vijf vergelijkende metingen per kalenderjaar kan, na vaststelling door het organiserend platform, worden teruggebracht indien in de loop van de tijd het bandenverbruik substantieel afnemen.

Bij een onvoorziene uitval van een vooraf geplande vergelijkende meting wordt door de projectleider tijdig contact opgenomen met de deelnemende partijen.

De projectleider organiseert bij uitval van geplande vergelijkende metingen vervangende vergelijkende metingen. De deelnemende partijen zullen zich inspannen om deze op zo kort mogelijke termijn uit te voeren.

Indien de termijn tussen de vervangende vergelijkende metingen en de eerstvolgende reguliere vergelijkende metingen naar het oordeel van de projectleider te kort wordt, zal deze in overleg met de deelnemende partijen, de eerstvolgende geplande vergelijkende metingen afgelasten.

Tijdsbepaling

De gegevens van elk ringonderzoek moeten volgens onderstaand tijdschema worden beoordeeld en gerapporteerd. De nummering van de dagen heeft betrekking op opeenvolgende werkdagen:

- dag 1: uitvoering van het ringonderzoek;
- dag 2: verwerken van de meetresultaten door de deelnemende partijen en het verzenden van de resultaten naar de projectleider;
- dag 3: verwerken en beoordelen van de ontvangen meetgegevens door de projectleider;
- dag 4: rapporteren en versturen van de resultaten per e-mail naar de deelnemende partijen;
- dag 5: indien nodig bilateraal (telefonisch) overleg tussen de projectleider en de betrokken contactpersonen van de deelnemende partijen over eventueel te nemen acties.

6.1.6 Financiële aspecten

De kosten voor organisatie van en deelname aan het ringonderzoek worden in principe door de deelnemende meetbedrijven zelf gedragen.

6.2 Taken

6.2.1 Organiserend platform

De taken van het organiserend platform zijn:

- beslissen over de volgende vragen:
 - wanneer en waar zal het ringonderzoek plaatsvinden?
 - wie worden aangewezen als supervisors?
 - wie wordt aangewezen als projectleider?
 - welke instructies zullen worden gegeven aan de deelnemende meetbedrijven over de uit te voeren metingen?
 - welke aanvullende informatie wordt gevraagd naast de numerieke meetresultaten?
- bespreken en vaststellen van het rapport van de jaarlijkse kalibratie per meetsysteem;
- bespreken en vaststellen van het rapport dat door de projectleider is opgesteld van het eerste ringonderzoek van het betreffende kalenderjaar, met daarin vermelding van precisie en juistheid per meetsysteem;
- vaststellen welke meetsystemen aan de vereisten voldoen en daarmee een certificaat behalen;
- besluiten of verdere acties noodzakelijk zijn om de kalibratieprocedure of de procedure van het ringonderzoek zelf te verbeteren;
- indien zich omstandigheden voordoen, waarbij het opstellen van dit protocol niet is voorzien, beslist het organiserend platform hoe hiermee moet worden omgegaan;
- voeren van het beheer over de bandenmal (eigendom van het CROW) welke gebruikt wordt voor het produceren van de PIARC-meetbanden.

6.2.2 Supervisor

De taak van de supervisor is het organiseren van het ringonderzoek, zoals gepland door het organiserend platform, in het bijzonder:

- met zijn specialistische kennis bijdragen bij het vaststellen van het onderzoek;
- mobiliseren van de deelnemende meetbedrijven en er zorg voor dragen dat bij elk meetbedrijf contactpersonen worden aangewezen;
- het beoordelen van de gerapporteerde data en accepteren van de eindresultaten van het ringonderzoek wanneer deze overeenkomen met de in deze procedure beschreven vereisten.

6.2.3 Projectleider

De taken van de projectleider met eventueel ondersteuning van deskundige(n) zijn:

- vaststellen meetplan;
- doen van voorstellen voor te hanteren bestandsformaten voor aanlevering van de meetdata;
- toezicht op de uitvoering van de ringonderzoeken;

- beslissingen nemen om het onderzoeksprogramma aan te passen als zich moeilijkheden voordoen;
- toesturen van instructies voor de onderzoeksprocedure naar de contactpersonen;
- verzamelen meetdata en hierop verdere statistische analyse uitvoeren;
- rapporteren van afwijkingen en problemen aan deelnemers en de supervisor, met daarbij aanbevelingen hoe de knelpunten aan te pakken;
- opstellen van een rapport van de eerste vergelijkende metingen van het betreffende kalenderjaar, wat voorgelegd wordt aan het organiserend platform conform de hiervoor opgestelde procedure;
- opstellen van een beknopte rapportage van de overige vergelijkende metingen binnen het kalenderjaar ter verspreiding hiervan onder de deelnemers.

6.2.4 Contactpersoon

De taken van de contactpersoon zijn:

- het instrueren van de operators over de datums van de ringonderzoeken en de meetprotocollen die hiervoor gebruikt moeten worden;
- het aanleveren van het programma van de ringonderzoeken bij de operators;
- het rapporteren en in het juiste formaat aanleveren van de gevraagde meetdata bij de projectleider.

6.2.5 Operator

De taken van de operator zijn:

- zich er zeker van stellen dat het deelnemende meetsysteem voldoet aan de specificaties zoals ze in het meetprogramma zijn gesteld;
- het uitvoeren van metingen in overeenstemming met het geldende meetprogramma;
- het rapporteren van eventuele afwijkingen of moeilijkheden voorafgaand of tijdens de meetdag aan de projectleider;
- het overdragen van de ruwe meetdata aan de contactpersoon.

Bijlage

M-KV-STR

1 Doel van de kalibratie

Dit voorschrift beschrijft de werkwijze voor het herleidbaar uitvoeren van kalibraties van stroefheidsmeetsystemen, RWS-type, volgens RAW proef 72. De kalibratie van een stroefheidssysteem bestaat uit een aantal stappen die met elkaar verband houden.

Stap 1:

Stap 1 bestaat uit het kalibreren van de separate krachtopnemer van de stroefheidskar in combinatie met het data-acquisitiesysteem van het trekkend voertuig. De volgende parameters worden bepaald:

1. Gevoeligheid in Newton van de te kalibreren Load Cell met het data-acquisitiesysteem in 15 stappen van 0 tot ongeveer 1500 N.
2. De gegevens worden geanalyseerd d.m.v. een lineaire regressieanalyse met (afhankelijk van het meetsysteem) als uitkomst een gain of AD-waarden. Afhankelijk van het gebruikte meetsysteem wordt de uitkomst als parameter of als een correctie (reciproke waarde van de gain) ingevoerd. De offset van de Load Cel wordt in horizontale stand bepaald en wordt, indien van toepassing, als tarreerwaarde verrekend in de parameters.

N.B. De mechanica van de stroefheidskar heeft geen invloed op het resultaat van deze kalibratie.

De krachtopnemer wordt voor de kalibratie gedemonteerd en verticaal, naar beneden gericht, bevestigd aan een speciale U-balk die op zijn beurt op de zijkanten van de inspectieput rust. De U-balk moet waterpas worden afgesteld.

De uitkomst van de kalibratie is een gevoeligheidsparameter (gain) en offset. De gevoeligheid van de krachtopnemer en het data-acquisitiesysteem wordt bepaald door de krachtopnemer te belasten met 6 gekalibreerde doodgewichten (de houder voor de gewichten maakt ook deel uit van de gekalibreerde belasting). De gewichten worden één voor één op de houder gestapeld en vervolgens één voor één weer verwijderd. Na ieder aangebracht, resp. verwijderd gewicht wordt de meetwaarde van het data-acquisitiesysteem geregistreerd.

De offset van de combinatie krachtopnemer/data-acquisitiesysteem wordt onbelast bepaald met de krachtopnemer in de originele stand (horizontaal) gemonteerd aan de stroefheidskar met de trekstang los. Afhankelijk van het door het meetbedrijf gebruikte data-acquisitiesysteem wordt de offset getarreerd (nul gemaakt) of verrekend met de parameters.

Stap 2:

Stap 2 is nodig om met het speciale kalibratie data-acquisitiesysteem het mechanisch gedrag (zie Stap 3) van de stroefheidskar te bepalen.

In Stap 1 is de gevoeligheid en offset van alleen de krachtopnemer in combinatie met het data-acquisitiesysteem van het trekkend voertuig bepaald. In Stap 2 wordt Stap 1 herhaald met de zelfde krachtopnemer, maar dan aangesloten op het kalibratie data-acquisitiesysteem.

Op het kalibratie data-acquisitiesysteem wordt ook een referentiekachtopnemer aangesloten, deze laatste wordt periodiek gekalibreerd met dezelfde gewichten en methode als beschreven in Stap 1.

De volgende parameters worden bepaald:

- Gevoeligheid en offset in Newton van de te kalibreren Load Cell met het kalibratie CDAQ-systeem in 15 stappen in het bereik van 0 tot ongeveer 1500 N.
- De gegevens worden geanalyseerd d.m.v. een lineaire regressieanalyse, waarbij de werkelijke kracht wordt uitgezet tegen de gemeten kracht. De uitkomst hiervan is gain en offset. De reciproke waarde van de gain wordt als correctiewaarde ingevoerd in de kalibratiesoftware KAL-STR.

Stap 3:

In Stap 3 wordt het mechanisch gedrag van de stroefheidskar op het kalibratieplateau bepaald, hierbij wordt gebruik gemaakt van het kalibratie data-acquisitiesysteem met de krachtopnemers, gekalibreerd volgens Stap 2.

De uitkomst van deze kalibratie is:

1. Correctiefactor op de gain.
2. Hysterese als percentage van het kalibratiebereik van 1400 Newton.
3. De mechanische offset van de stroefheidsaanhanger in Newton.

Alle bovengenoemde uitkomsten worden getoetst aan vastgestelde grenswaarden. De correctiefactor op de gain van deze stap wordt, afhankelijk van het data-acquisitiesysteem van het meetbedrijf, binnen de gestelde grenswaarden gebruikt op het meetresultaat of op de parameters bepaald volgens Stap 1.

2 Toestellen en hulpmiddelen

1. 6 stuks gekalibreerde gewichten;
2. Kalibratie data-acquisitiesysteem;
3. U-balk voor bevestiging krachtopnemer;
4. Speciale (voor gewicht gekalibreerd) houder voor kalibratiegewichten;
5. Kalibratieplateau;
6. Nauwkeurige inclinometer;
7. Kalibratietouwte voor uitlijnen meetwiel;
8. Isolatietester;
9. (Half afgesleten) meetband;
10. Gekalibreerde weegschaal in het bereik van +200 kg;
11. Checklist.

Alle controles en afstellingen dienen op de checklist (zie bijlage 1) te worden vastgelegd. Vervanging van essentiële onderdelen dient op de checklist bij opmerkingen genoteerd te worden.

3 Uitvoering fase 0

Eenmaal per jaar, voorafgaand aan een kalibratie, dient (groot)onderhoud aan de meet-aanhanger verricht te worden. Bij tussentijdse kalibraties dient, afhankelijk van de voorliggende problemen, beoordeeld te worden of en zo ja welke van de onderstaande items gecontroleerd c.q. vervangen dienen te worden.

Speciale aandacht vergen onderstaande items.

Controle scharnieren en lagers

1. Controleer de speling van de kruiskoppelingen van zowel de parallellogram-assen als de aandrijfas van het meetwiel;
Bij voelbare of zichtbare speling of bij te zwaar lopen, moeten deze vervangen of gereviseerd worden. De staat van de kruiskoppelingen kan het best beoordeeld worden door de assen te demonteren. Demonteer telkens één asflens aan de kant van het meetwielhuis, beoordeel de beide kruiskoppelingen van de as en monteer (na eventueel kruiskoppelingen te hebben vervangen) deze weer. Let op dat de kruiskoppelingen in een rechte stand gemonteerd worden.
2. Controleer de speling van de stangkoppen van de demper van het bovengewicht en van de trekstang en vervang deze bij voelbare speling of wanneer deze zwaar lopen;
Smeer de stangkoppen regelmatig. Het is belangrijk dat deze koppelingen soepel lopen, zonder speling.
3. Controleer of de schokdemper tussen de 2 kogelscharnieren recht is;
4. Controleer of de trekstang recht is;
5. Controleer de lagers, afdichtingen en speling van het meetwielhuis.

4 Uitvoering fase 1

4.1 Voorbereiding

Om de gevoeligheid van de keten krachtopnemer - data-acquisitiesysteem van de trekkende meetauto vast te stellen, dient deze combinatie met herleidbaar gekalibreerde gewichten te worden gekalibreerd (stap 1). De complete gewichthouder, inclusief bevestigingsmiddelen, maakt ook deel uit van de gewichten en dient ook herleidbaar te worden gekalibreerd.

Gebruik het Excel-spreadsheet behorende bij de te kalibreren meetvoertuig en meetaanhanger.

4.2 Controle isolatieweerstand krachtopnemer

Voordat met de kalibratie van de krachtopnemer wordt begonnen, moet de isolatieweerstand van de krachtopnemer (inclusief bekabeling en connector) worden gemeten. De isolatieweerstand wordt met een isolatietester gemeten tussen de afscherming en één van de aders van de kabel van de krachtopnemer. De volgende handelingen dienen hiervoor uitgevoerd te worden (zie Figuur 2).

1. Sluit de kabel van te testen krachtopnemer aan op het testkastje;
2. Sluit de + en de - van de isolatietester aan op de bananen-stekker van de afscherming en één van de signaaladers van de kabel, in dit geval signal +;
3. Zet de testspanning van de isolatietester op 100 V;
Let op: om beschadiging (spanningsdoorslag) van de krachtopnemer te voorkomen mag de testspanning niet meer dan 100 V bedragen.
4. Schakel de power van de isolatietester in;
5. Druk op de testknop van de isolatietester.



Figuur 2

De isolatieweerstand is in orde wanneer de tester een weerstand $> 200 \text{ M}\Omega$ aangeeft.

4.3 Kalibratie krachtopnemer/data-acquisitiesysteem meetauto (stap 1)

4.3.1 Uitvoering van de kalibratie

1. Plaats het meetvoertuig met stroefheidskar boven de inspectieput;
2. Sluit de opnemer aan en start het data-acquisitiesysteem op;
3. Wacht totdat de signalconditioning-unit van het data-acquisitiesysteem inclusief krachtopnemer voldoende is opgewarmd (minimaal 15 minuten);
4. Registreer of tarreer met de trekstang los, afhankelijk van het gebruikte data-acquisitiesysteem van het meetbedrijf, de offset van de krachtopnemer;
5. Demonteer de krachtopnemer van de stroefheidskar en monteer deze aan de speciale U-balk met het kogelscharnier naar beneden;
6. Leg de U-balk dwars op de inspectieput in de rand en stel deze waterpas;
7. Registreer de offset (nulwaarde) ten gevolge van het naar beneden hangen van de krachtopnemer en verreken (afhankelijk van het gebruikte meetsysteem) de offset met de geregistreerde meetwaarden;



Figuur 3

8. Bevestig de speciale gewichthouder aan de krachtopnemer (zie Figuur 3);
9. Registreer de meetwaarde;
10. Plaats gewicht nr. 1 van de set van zes gewichten op de houder, wacht tot het geheel stil hangt en registreer de meetwaarde;
11. Plaats gewicht 2 op gewicht 1, wacht tot het geheel stil hangt en registreer de meetwaarde;
12. Herhaal bovengenoemde stappen voor gewichten 3 t/m 6 (zie Figuur 4);
N.B. Het totale gewicht bedraagt bij 6 gewichten ongeveer 152 kg.
13. Verwijder de gewichten één voor één en registreer telkens de meetwaarde;
14. Als laatst wordt de gewichthouder verwijderd en wordt de offset (nulwaarde) weer vastgelegd.



Figuur 4

4.4 Kalibratie krachtopnemer/ separaat kalibratie data-acquisitiesysteem

Om de overdrachtsfunctie en het gedrag van de stroefheidskar te kunnen beoordelen wordt de krachtopnemer van de te kalibreren stroefheidskar met het kalibratie data-acquisitiesysteem gekalibreerd. Hiervoor wordt dezelfde werkwijze gehanteerd als in paragraaf 4.3. Deze kalibratie wordt uitgevoerd met het CDAQ-systeem in combinatie met een laptop en het programma KAL-STR.

4.4.1 Uitvoering van de kalibratie met kalibratiesysteem CDAQ

1. Sluit de te kalibreren krachtopnemer aan op betreffende connector (krachtdoos STR-kar op kanaal 1, referentiekraachtopnemer op kanaal 2);
N.B. De referentiekraachtopnemer dient 1x per jaar met de kalibratiegewichten te worden gekalibreerd.
2. Start het programma KAL-STR op;
3. Controleer of de gain van de referentiekraachtopnemer op de waarde staat van de laatst uitgevoerde kalibratie met de referentiekraachtopnemer;
4. Controleer of de gain voor de te kalibreren krachtopnemer (kanaal 1) op 1 staat;
N.B. Wanneer de referentie kraachtopnemer (1x per jaar) wordt gekalibreerd dient de gain van kanaal 2 ook op 1 te worden gezet.
5. Run het programma door op de "Run" knop te klikken;
N.B. De volledige brugvoedingsspanning wordt pas op de opnemer gezet wanneer het programma loopt.
6. Wacht tot het systeem voldoende is opgewarmd (minimaal 15 minuten);
7. Noteer de offset;
8. Breng de gewichten aan zoals omschreven in hoofdstuk 4.3.1 en noteer telkens de meetwaarde.

4.5 Verwerking van de kalibratie met gekalibreerde gewichten

Zowel de kalibratie van de krachtopnemer met het meetsysteem in het trekkend voertuig als het separate kalibratie data-acquisitiesysteem worden uitgewerkt in de betreffende Excel spreadsheets.

Als voorbeeld wordt een kalibratie van een STR-systeem met een data-acquisitiesysteem dat AD-waarden produceert getoond (Tabel 1).

Kalibratiegewichten

De kalibratiegewichten worden herleidbaar gekalibreerd. De uitkomst is te vinden in de spreadsheet met ref. KAL-Ref.gewichten-STR.

| Kalibratie wrijvingskrachtopnemer | | | | | | |
|--|----------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-----------|
| Gewichten | Cum gewicht | Werkelijke | Aflezings DAQ | $y=ax+c$ | Absolute | Relatieve |
| [kg] | [kg] | kracht [N] | | | fout | fout |
| | | | [AD waarde] | [AD waarde] | [AD waarde] | % |
| 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 1 | 0.01% |
| 7.224 | 7.224 | 71 | 943 | 943 | 0 | 0.00% |
| 23.935 | 31.159 | 306 | 4071 | 4068 | 3 | 0.01% |
| 23.907 | 55.066 | 540 | 7190 | 7189 | 1 | 0.00% |
| 23.962 | 79.028 | 775 | 10319 | 10318 | 1 | 0.01% |
| 23.968 | 102.996 | 1010 | 13447 | 13447 | 0 | 0.00% |
| 23.907 | 126.903 | 1245 | 16567 | 16568 | 1 | 0.01% |
| 23.977 | 150.88 | 1480 | 19698 | 19699 | 1 | 0.00% |
| -23.977 | 126.903 | 1245 | 16570 | 16568 | 2 | 0.01% |
| -23.907 | 102.996 | 1010 | 13452 | 13447 | 5 | 0.02% |
| -23.968 | 79.028 | 775 | 10323 | 10318 | 5 | 0.03% |
| -23.962 | 55.066 | 540 | 7193 | 7189 | 4 | 0.02% |
| -23.907 | 31.159 | 306 | 4070 | 4068 | 2 | 0.01% |
| -23.935 | 7.224 | 71 | 944 | 943 | 1 | 0.00% |
| -7.224 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0.01% |
| | | | | max. fout | 5 | 0.03% |

Tabel 1

De werkelijke krachtwaarden en de AD-aflezings van de keten krachtopnemer - data-acquisitiesysteem worden tegen elkaar uitgezet. Met behulp van een lineaire regressie-berekening wordt de richtingscoëfficiënt (a) en de constante (c) bepaald ($y=ax+c$).

N.B. De richtingscoëfficiënt vertegenwoordigt de helling (gain) van de regressielijn tussen de werkelijke kracht (referentiegewichten) en de gemeten kracht van het data-acquisitiesysteem, de constante vertegenwoordigt de offset (waar bovengenoemde lijn de y-as snijdt).

In de kolom $y=ax+c$ worden de y waarden berekend volgens de formule $y=ax+c$, waarbij a de uit de data berekende richtingscoëfficiënt, c de constante en x de werkelijke kracht is.

Op deze wijze wordt een herleidbare gevoeligheid van de keten krachtopnemer - data-acquisitiesysteem alsmede de lineairiteitsfout bepaald.

De kalibratie met het separate kalibratie-data-acquisitiesysteem (CDAQ) wordt op dezelfde wijze verwerkt als boven omschreven. De uitkomst van deze kalibratie wordt gebruikt om de lineairiteit en hysteresis van de stroefheidskar vast te leggen, alsmede de overdrachtsfunctie zoals beschreven in paragraaf 5.3. De gevonden correctiefactor (voor kanaal 1) dient in de KAL-STR software te worden ingevoerd.

De lineariteitsfout van de keten krachtopnemer - data-acquisitiesysteem mag maximaal 0,1 % van de eindwaarde (± 1500 N) bedragen.

5 Uitvoering fase 2

5.1 Voorkalibratie (indien gewenst)

Om eventuele ontregeling van het meetsysteem en de invloed daarvan op het meetresultaat vast te stellen, kan de overdrachtsfunctie van de kar voor (eventueel) justeren vastgelegd worden. Volg hiervoor de stappen zoals vermeld in paragraaf 5.3.

5.2 Controles en afstellingen

5.2.1 Algemeen

Voor het vaststellen van de juiste overdrachtsfunctie van de kar, moet de betreffende stroefheidskar op essentiële onderdelen worden gecontroleerd en moeten deze onderdelen waar nodig worden afgesteld. Bovendien vinden voornamelijk plaats op een zo goed als wrijvingsloos kalibratieplateau (Zie **Figuur 5**).

De watertank van de meetauto dient half gevuld te zijn en de bandenspanning dient overeen te komen met de voorgeschreven bandenspanning van de betreffende meetauto.

N.B. De bandenspanning van de meetauto dient zodanig gekozen te worden dat de uitvering van de banden t.g.v. het verliezen van lading (water) zo klein mogelijk is.



Figuur 5

5.2.2 Bandenspanning stroefheidskar

1. bandenspanning meetband $2.0 \pm 0,1$ bar;

Alle controles, afstellingen en kalibraties moeten uitgevoerd worden met een half afgesloten meetband, dit komt neer op een gemiddelde inkepingdiepte van 2,5 mm.

2. bandenspanning transportwielen $3.0 \pm 0,1$ bar.

5.2.3 Algemene voorbereiding

1. Plaats de stroefheidskar met het meetwiel boven het kalibratieplateau en koppel de kar aan de meetauto.

De kar moet hierbij parallel staan aan het plateau en het meetwiel moet zich ongeveer in het midden van de beweegslag van het plateau bevinden. De luchtcilinder en referentie-krachtopnemer dienen nog niet aan het kalibratieplateau gekoppeld te worden.

Alle controles en afstellingen moeten plaatsvinden met het meetwiel in de meetstand.

5.2.4 Controle/afstellen luchtveersysteem trekkend voertuig

1. Zet het meetauto op de handrem en breng het luchtveersysteem m.b.v. handbediening omlaag, de trekhaakkogel dient hierbij ± 5 cm lager te staan t.o.v. het waterpasniveau van de kar;

Het meten van waterpasniveau van de stroefheidskar dient plaats te vinden op een van te voren gedefinieerd vlak (referentievlak) van de kar met het meetwiel in de meetpositie. Dit referentievlak dient als uitgangspunt

voor alle relevante afstellingen en kalibraties van de kar op het plateau. Veelal wordt de dissel of een vlak op het frame van de kar als referentievlak gekozen.

2. Haal de meetauto van de handrem en wacht tot het luchtveersysteem lucht pompt en stabiel staat (de compressor of het ventiel van het luchtveersysteem slaat af);
3. Meet de hoogte (zie Figuur 6) van de trekhaakkoppeling van de kar t.o.v. de vloer op, gebruik de onderkant van de trekhaakkoppeling als referentie; Noteer deze uitkomsten op het kalibratieformulier.
4. Zet de meetauto op de handrem en breng het luchtveersysteem m.b.v. handbediening omhoog, de trekhaak-kogel dient hierbij ± 5 cm hoger te zijn t.o.v. het waterpasniveau van de kar;
5. Zet de meetauto van de handrem en wacht tot het luchtveersysteem lucht aflaat en stabiel staat (er ontsnapt geen lucht meer uit het systeem);
6. Meet de hoogte (zie Figuur 6) van de trekhaakkoppeling van de kar t.o.v. de vloer op, gebruik de onderkant van de trekhaakkoppeling als referentie; Noteer deze uitkomsten op het kalibratieformulier.

Het verschil tussen de 2 waarnemingen is de zgn. regelhysterese van het systeem.



Figuur 6

De regelhysterese mag niet meer bedragen dan 10 mm.

7. Stel met een garagekrik de hoogte van de trekhaakkoppeling af. Dit dient overeen te komen met de gevonden hoogte van stap 0 (trekhaakhoogte van boven naar beneden) + de helft van de gevonden regelhysterese;
N.B. Gemiddeld zal de trekhaak van het meetvoertuig zich tijdens het stroefheidsmeten in het midden van de regelhysterese bevinden.
8. Controleer of in deze stand (referentiestand) het referentievlak van de stroefheidskar waterpas ($\pm 0,1^\circ$) staat, of in de stand staat die in eerder stadium is bepaald ($\pm 0,1^\circ$);
N.B. Bovengenoemde referentiestand is de stand waarbij alle relevante afstellingen zijn en/of worden uitgevoerd, zoals de statische kracht en stand trekstang.

Indien de stand van het referentievlak niet voldoet aan de gestelde criteria, dient dit teruggekoppeld te worden ter bepaling van de mogelijke invloed op het meetresultaat. Vervolgens dient de oorzaak van de onregelgeving te worden vastgelegd, te worden verbeterd en dient de luchtregeling opnieuw te worden gejusteerd.

5.2.5 Controle/afstelling stand trekstang

1. Controleer of de kar in de referentiestand staat, in combinatie met de vastgelegde trekhaakhoogte van het trekkend voertuig, en stabiliseer deze door onder de trekhaak van de meetauto een krik te plaatsen (zie Figuur 7);
2. Controleer met de inclinometer of de trekstang waterpas staat ($\pm 0,1^\circ$), stel deze indien nodig af door de krachtopnemer in hoogte te verstellen (zie Figuur 8).
N.B. Voer deze controle c.q. afstelling altijd met een half afgesleten meetband uit.



Figuur 7

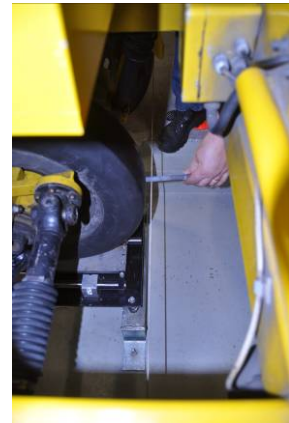


Figuur 8

5.2.6 Controle afstelling trekstanglengte/meetwielsymmetrie

De lengte van de trekstang dient zodanig afgesteld te zijn, dat het hart van het meetwiel zich in de hartlijn van de transportwielen bevindt. De controle en afstelling vindt als het volgt plaats:

1. Breng een touwtje aan om de buitenwielen van de stroefheidskar (zie Figuur 9);
2. Controleer of de speling tussen meetband en touwtje aan beide zijden evenveel bedraagt en stel indien nodig de trekstanglengte af.



Figuur 9

5.3 Kalibratie overdrachtsfunctie en hysteresis STR-kar

5.3.1 Voorbereiding data-acquisitie

1. Sluit de krachtopnemer van de stroefheidskar en de referentiekraachtopnemer aan op de betreffende kanalen van het kalibratie data-acquisitiesysteem (CDAQ);

Let op: De referentiekraachtopnemer dient nog niet aan het plateau bevestigd te worden.

2. Wacht tot de signalconditioning-unit van het kalibratie data-acquisitiesysteem, inclusief krachtopnemers, voldoende is opgewarmd (meestal ± 15 minuten), hiervoor dient het programma KAL-STR te runnen (klik hiervoor op de Run button).

5.3.2 Voorbereiding Kalibratie

1. Zet de meetauto op de handrem en borg de auto aan de vloer van de werkplaats om te voorkomen dat het voertuig naar achteren wordt getrokken (zie Figuur 10);
N.B. Dit geldt voornamelijk voor de wat lichtere voertuigen.
2. Fixeer de schokdemper (STR-kar met parallellogram-constructie) nabij de vertragingskast om te voorkomen dat tijdens het kalibreren (belasten) een negatieve kracht op de trekkracht-opnemer wordt uitgeoefend;
N.B. Het oude type kar (zonder parallellogramconstructie) wordt gefixeerd door aan de voorkant het subframe met een lijmkleem aan het hoofdframe te borgen. Bij dit type kar zou anders een positieve kracht worden uitgeoefend.
3. Maak de trekstang los van de krachtdoos;
4. Lees de offset af, vermenigvuldig deze waarde met -1 en voer de uitkomst in het veld offset correctie in;
5. Stop en start het programma en controleer of de offset 0 is;
6. Maak de trekstang weer vast;
7. Laat het meetwiel op het plateau zakken;
8. Monteer de referentiekraachtopnemer (ondersteun de krachtopnemer met een houtje zodat deze waterpas staat) aan de stelplaat (korte plateau) en maak de luchtcilinder nog niet vast;
9. Voer bovengenoemde stappen 4 en 5 ook uit voor de referentiekraachtopnemer;
10. Koppel de luchtcilinder aan de referentiekraachtopnemer.



Figuur 10

5.3.3 Uitvoering van de kalibratie

8-segments kalibratie

1. Start KAL-STR door op de "Run" knop te klikken;
2. Zet de gemarkeerde kant van de kruiskoppeling (vertragingkast kant) van de aandrijf-as naar boven door het aandrijf-wiel op te krikken (zie Figuur 11);
3. Voorbelasting: Voer de kracht aan het meetwiel langzaam op door beide hendels van beide luchtventielen naar voren te bewegen, de druk in de luchtcilinder dient hierbij in ongeveer 5 sec. naar een waarde (ongeveer 5 bar) te gaan, overeenkomend met 1550 N (± 25 N) aan trekkracht aan het meetwiel;
N.B. De kracht heeft het maximum bereikt wanneer de eerste rij cellen (richting en offset) zijn gevuld.
4. Reduceer vervolgens de lucht in de luchtcilinder door de kleine hendel naar achteren te bewegen. De druk in de luchtcilinder dient hierbij in ongeveer 5 sec. naar een waarde (ongeveer 0,8 bar) te gaan, overeenkomend met 300 N (± 25 N) aan trekkracht aan het meetwiel;
N.B. De kracht heeft het minimum bereikt wanneer de tweede rij cellen (richting en offset) zijn gevuld.
5. Beweeg de klein handel weer naar voren en wacht tot de trekkracht het maximum bereikt heeft (de derde rij cellen zijn gevuld);
6. Beweeg de kleine handel terug en wacht tot de kracht de minimale waarde bereikt (de vierde rij cellen zijn gevuld);
7. Voer nu stap 6 en 7 in totaal 3 keer uit;
8. Stop KAL-STR door op de stop button rechtsonder in het scherm te klikken;
9. Beoordeel of de gemiddelde offset $< \pm 10$ N is.
10. Is dit niet het geval, stel de schokdemper van de normaalkracht af;
N.B. Negatieve offset: bevestiging demper naar voren, positieve offset: bevestiging demper naar achter.
11. Voer de stappen 4 t/m 11 opnieuw uit tot de offset $< \pm 10$ N is;
12. Til het (aandrijf)transportwiel en het meetwiel op en draai de kruiskoppeling van de aandrijf-as 45 graden door het meetwiel in de meetrichting (de richting zoals het wiel draait tijdens het meten) te draaien en voer de stappen 4 t/m 11 opnieuw uit, na eerst de kar te hebben geschut;
N.B. Herhaal stappen 4 t/m 11 totdat alle 8 standen (segmenten) van de kruiskoppeling aan de beurt zijn geweest;
13. Stop KAL-STR.



Figuur 11

5.3.4 Verwerking en beoordeling kalibratiedata

1. Kopieer de desbetreffende kalibratiebestanden uit de map C:\Temp op USB-stick;
2. Maak op het netwerk een map aan onder het betreffende stroefheidsstelsel met als naam de kalibratiedatum (jjjjmmdd);
3. Kopieer de kalibratiebestanden naar deze map;
4. Kopieer het Excel template bestand: "template STR 8-standen kalibratie met CDAQ-01 met meetonzekerheid.xlsx" naar bovengenoemde map;
5. Vul in het Excel bestand alle relevante gegevens in zoals: kalibratiedatum, identificatie, kalibratieparameter uit gewichten en eventuele bijzonderheden;
6. Open van alle 8 standen van de kruiskoppeling het "STR-kalibratie-jjjjmmdd-uummss-resultaten.csv" bestand en kopieer in het Excel bestand de 2 rijen naar de corresponderende geel gemarkeerde cellen, overeenkomende met de stand van de kruiskoppeling;
7. Beoordeel in het analyse-tabblad de volgende zaken:
 - Gemiddelde afwijking, in procenten, van de plateaugevoeligheid van de kar t.o.v. de gevoeligheid van de krachtdoos bepaald met gewichten;
Maximaal $\pm 2,0$ %
 - Gemiddelde afwijking van de offset t.o.v. nul;
Maximaal ± 10 N
 - Max – min waarde van de (sinus)vorm van de 8 standen;
Maximaal 4,0 %
 - Hysteresefout;
Maximaal 1,0 %

De gevonden correctie, bepaald uit de plateaukalibratie, dient bij voorkeur in de software van het meetstelsel geïmplementeerd te worden. Indien dit niet mogelijk is dient de correctie achteraf te worden toegepast.

In de meetsoftware van KOAC-NPC worden de parameters uit gewichtenkalibratie verrekend met de uit de plateaukalibratie gevonden correctie (gecorrigeerde parameters), geïmplementeerd in het ijkbestand van het meetstelsel.

N.B. Indien het oude type stroefheidskar wordt gekalibreerd dient rekening gehouden te worden met de overbrengverhouding van de hefboom. De nieuwe stroefheidskarren hebben i.p.v. van een hefboomconstructie een parallellogramconstructie, dus in theorie een overbrengverhouding van 1.

5.3.5 Bepaling meet onzekerheid plateau kalibratie

De meetonzekerheid van de plateau kalibratie wordt op de volgende wijze bepaald:

1. Bepaal van iedere stand van de kruiskoppeling de gemiddelde gain en offset van iedere (op- en neergaande) cyclus (3 x 8 gemiddelden voor de gain en 3 x 8 gemiddelden voor de offset);
2. Bepaalde van zowel de gain als de offset de standaardafwijking van deze 24 gemiddelden;
3. Vermenigvuldig de uitkomst met 2 (k=2)
4. Toets de uitkomsten:

Meetonzekerheid gain: maximaal: 1,02

Meetonzekerheid offset: maximaal: 10N

5.4 Kalibratie van de normaalkracht

5.4.1 Voorbereiding

1. Schakel de weegapparatuur in (wanneer deze nog niet is ingeschakeld) en laat deze minimaal een half uur opwarmen;
2. Manoeuvreer de stroefheidsaanhanger, gekoppeld aan de meetauto, boven de weegschaal.

Gebruik voor het kalibreren van de normaalkracht een half afgesleten meetband.

5.4.2 Kalibreren

1. Laat het meetwiel volledig op de weegschaal zakken;
2. Schud de kar;
3. Noteer de aflezing op het kalibratieformulier.

Let op dat de optrekstang (kabel) van het meetwiel volledig vrij is, m.a.w. de hydraulische cilinder dient volledig ingetrokken te zijn.

5.5 Controle van de stand van de spuitmond

1. Plaats het meetwiel en de spuitmond in de meetstand en controleer of de spuitmond in de juiste positie staat t.o.v. de meetband;
N.B. Gebruik hiervoor bij voorkeur een mal of controleer de stand aan de hand van de tekening.
2. Indien de positie niet klopt, stel de spuitmond in de juiste positie af.

Checklist kalibratie stroefheidsystemen

| | | | | | |
|---|-----------------------------------|-----------------------|---|----------------------------|--------------------|
| Datum: | ID Stroefheidskar: | ID Trekkend voertuig: | | | |
| Onderwerp | Vrijgave: Datum: | Paraaf: | Resultaat (Indien van toepassing) | Uitgevoerd (Paraaf) | Opmerkingen |
| Bepaling isolatieweerstand krachtopnemer (Let op: Testspanning maximaal 100 V) | | | > 200 MΩ | | |
| Bepaling gevoeligheid krachtopnemer incl. signalconditioning-unit meetauto met kalibratiegewichten | | | Zie Exceluitdraai | | |
| Bepaling gevoeligheid krachtopnemer incl. kalibratie data-acquisitiesysteem met kalibratiegewichten | | | Zie Exceluitdraai | | |
| Bandenspanning meetauto (zie stickers op wielkasten) | Voor justeren | | Na justeren | | |
| | Voor bar | Achter bar | Voor bar | Achter bar | |
| Bandenspanning transportwielen STR-kar (3,0 ± 0,1 bar) | Voor justeren | | Na justeren | | |
| | Links bar | Rechts bar | Links bar | Rechts bar | |
| Bandspanning meetwiel (2,0 ± 0,1 bar) | Voor justeren | | Na justeren | | |
| | bar | | bar | | |
| Controle hoogteregeling luchtvering meetauto (Hysterese: ≤ 10 mm) Max= luchtregeling ± 5 cm naar boven, vervolgens systeem laten regelen. Min= luchtregeling ± 5 cm zakken, vervolgens systeem laten regelen. | Voor justeren | | Na justeren | | |
| | Max mm | Min mm | Max mm | Min mm | |
| | | | | | |
| Fixeerhoogte trekhaak voor alle relevante afstellingen | | | mm | | |
| Controle stand stroefheidskar op referentievlak met inclinometer (moet binnen 0,1 ° overeenkomen met nul-afstelling) | Voor justeren | | Na justeren | | |
| | • | | • | | |
| Controle stand trekstang (waterpas ± 0,1°) | Voor justeren | | Na justeren | | |
| | • | | • | | |
| Controle uitlijning meetwiel tussen transportwielen (symmetrisch ± 2 mm) Ruimte tussen meetwiel en touwtje | Voor justeren | | Na justeren | | |
| | Voor mm | Achter mm | Voor mm | Achter mm | |
| | | | | | |
| Controle statische kracht De statische kracht wordt afgeleid uit een eerste kalibratiecyclus zoals beschreven in hoofdstuk 5.3.3. | Voor justeren | | Na justeren | | |
| | N | | N | | |
| Normaalkracht op weegschaal (200 kgf ± 1 kgf) | Voor justeren | | Na justeren | | |
| | kg | | kg | | |
| Controle stand spuitmond volgens tekening en/of mal. (L= 410, h=55, hoek 19 °) | Voor justeren | | Na justeren | | |
| | | | | | |

Voor opmerkingen: zie achterzijde

Opmerkingen

| | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Colofon

Protocol – Ringonderzoek natte stroefheid conform proef 72 RAW 2015

uitgave

Kennisplatform CROW, Ede

artikelnummer

CROW publicatie D17-02

tekst

Kiwa KOAC

eindredactie

CROW

contact

Kennisplatform CROW
klantenservice@crow.nl

