

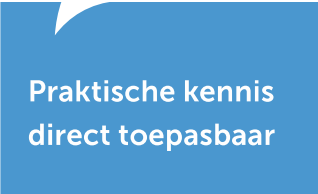
# Handleiding toelatings- procedure en ringonderzoek High Speed Road Profiler



## 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

# **Handleiding toelatingsprocedure en ringonderzoek High Speed Road Profiler**

Rapport D19-02  
mei 2019



# Inhoud

Samenvatting	5
Inleiding	6
<b>1 Principe van HSRP-meting</b>	<b>7</b>
1.1 Werking en werkingsgebied HSRP	7
1.2 Eisen aan apparatuur en gegevensverwerking	7
1.2.1 Eisen aan apparatuur	7
1.2.2 Eisen aan gegevensverwerking	8
1.2.3 Karakterisering nauwkeurigheid	9
1.2.4 Toetsing van waarden aan eisen	10
<b>2 Toelatingsonderzoek nieuwe systemen</b>	<b>11</b>
2.1 Statisch onderzoek	11
2.1.1 Bepaling juistheid laser	11
2.1.2 Bepaling juistheid versnellingsopnemer	11
2.2 Dynamisch onderzoek	12
2.2.1 Mogelijkheden bepaling juistheid HSRP-systeem	12
2.2.2 Vastlegging langprofiel	12
2.2.3 Bepaling juistheid op verkeersdrempel	13
2.2.4 Bepaling herhaalbaarheid op dicht wegdek	13
2.2.5 Bepaling invloed meetsnelheid op meetwaarde	14
2.2.6 Bepaling herhaalbaarheid op open wegdek	14
<b>3 Ringonderzoek goedgekeurde systemen</b>	<b>15</b>
3.1 Reguliere eerste-, tweede- en derdelijnscontrole	15
3.2 Wegvakken en uitvoering meting ringonderzoek	15
3.2.1 Selectie van wegvakken	15
3.2.2 Uitvoering meting	16
3.2.3 Selectie meetdata	16
3.3 Analyse juistheid	16
3.3.1 Bepaling juistheid afwijkingsoppervlak viagraaf	16
3.3.2 Bepaling juistheid IRI	17
3.4 Analyse precisie	17
3.4.1 Bepaling precisie afwijkingsoppervlak viagraaf	17
3.4.2 Bepaling precisie International Roughness Index	18
3.5 Certificaateisen	18
<b>4 Paarsgewijze vergelijking</b>	<b>19</b>

<b>5</b>	<b>Organisatie ringonderzoek</b>	<b>20</b>
5.1	Organisatie	20
5.1.1	Planning	20
5.1.2	Projectbegeleider	20
5.1.3	Contactpersoon	20
5.2	Taken	20
5.2.1	Vorbereiding	20
5.2.2	Uitvoering	20

## Samenvatting

Dit rapport beschrijft de toelatingsprocedure voor High Speed Road Profilers (HSRP) die werkzaamheden op het Nederlandse wegennet willen uitvoeren. De procedure geeft aan hoe de juistheid en precisie van zowel componenten van een HSRP-systeem als het systeem in zijn geheel moeten worden bepaald. Het rapport beschrijft ook de procedure voor de organisatie, uitvoering en gegevensverwerking van een ringonderzoek. Deelnemers die voldoen aan de eisen die aan een ringonderzoek worden gesteld komen in aanmerking voor een CROW-certificaat mits ze hebben voldaan aan de eisen uit de toelatingsprocedure. In het onderzoek worden de langsvlakheidsparameters afwijkingsooppervlak viagraaf Aopp en de International Roughness Index gebruikt.

## Inleiding

Vanouds wordt de langsvlakheid van nieuw aangelegde wegverhardingen of overlagingen bepaald met de viagraaf of rolrei. De huidige proefomschrijving "Meten van de langsvlakheid" wordt beschreven in RAW 2015 Proef 71. De metingen met de viagraaf en de rolrei hebben als nadeel dat de inwinsnelheid laag is, wat in veel voorkomende gevallen de nodige hinder voor het wegverkeer met zich meebrengt.

In de periode 2001-2002 heeft Rijkswaterstaat in samenwerking met de Technische Universiteit Delft en KOAC•NPC onderzoek uitgevoerd om de mogelijkheid te onderzoeken om met behulp van moderne meetmethoden zoals Laser SDP-metingen (hier verder aangeduid met High Speed Road Profiler-metingen of kortweg HSRP-metingen) en intelligente databewerking viagraaf- of rolreiwaarden te herleiden. Het grote voordeel van de nieuwe methode is dat de inwinsnelheid kan worden verhoogd tot 70 km/h of hoger.

De resultaten van dit onderzoek hebben aangetoond dat:

- viagraaf- of rolreiprofielen verkregen uit Laser SDP-meetdata en uit directe metingen met de viagraaf of rolrei tot vergelijkbare viagraaf- en rolreiparameters C5, f5 en A5 leiden;
- de toenmalige Laser SDP-meetsystemen nog niet in staat waren om de benodigde bemonsteringsafstand van ongeveer 1 cm te realiseren.

Uit de laser/SDP-meetdata kunnen ook de comfortwaarden Cv voor de Fietscomfortmeter (FCM) en de International Roughness Index IRI nauwkeurig worden afgeleid.

Voor een nauwkeurige bepaling van viagraaf- of rolreiwaarden uit een Laser SDP-meting geldt dat:

- de meting met de juiste Laser SDP-configuratie is uitgevoerd;
- het juiste sample algoritme inclusief de benodigde filteringen is toegepast.

In de volgende hoofdstukken en paragrafen worden procedures beschreven om de juistheid en precisie van het HSRP-meetsysteem te bepalen. Tevens worden grenswaarden voor de juistheid en precisie gepresenteerd. Voor de toetsing van de HSRP-meetsystemen is een tweedeling gemaakt in een toelatingsonderzoek voor nieuwe systemen en een ringonderzoek voor goedgekeurde systemen.



# 1 Principe van HSRP-meting

## 1.1 Werking en werkingsgebied HSRP

Een HSRP (High Speed Road Profiler) is een meetsysteem, dat gebruik maakt van één of meerdere sensorboxen waarbij in iedere box een (afstand)lasersensor en versnellingsopnemer zijn gemonteerd. Bij de meetbox hoort een data-acquisitiesysteem dat zorg draagt voor het bemonsteren van één of meerdere sensorboxen.

De laser registreert de afstand van de laser tot aan het wegoppervlak, terwijl de versnellingsopnemer de verticale bewegingen van de laser registreert. Door de gemeten verticale versnellingen tweemaal te integreren als functie van de tijd worden de versnellingen vertaald naar verticale verplaatsingen. De combinatie van deze verticale verplaatsingen (verplaatsing laser en afstand laser - wegdek) levert het uiteindelijke langsprofiel op. Om boven genoemd integratieproces goed te laten verlopen, moet het systeem als het ware inslingeren en moet de HSRP-meting ruim (bij voorkeur 100 m) voor het te meten wegvak gestart worden.

Door combinatie van de metingen door laser en versnellingsopnemer kan het profiel van het wegdek (tot golflengten van ongeveer 100 m bij 72 km/h) worden bepaald. Voor het bepalen van de kwaliteit van een nieuw aangelegde of overlaagde wegverharding wordt in Nederland getoetst op golflengten van 0,3 m tot ongeveer 10 m (viagraaf en rolrei). Voor het bepalen van het rijcomfort wordt normaliter getoetst op golflengten van ca. 1,2 m tot 30 m (ARAN en soortgelijke systemen). De golflengten tussen 2,4 m en 15 m hebben de grootste invloed op de waarde van de International Roughness Index (IRI).

De HSRP levert dus min of meer het geschikte langsprofiel in het relevante golflengtegebied om zowel de kwaliteit van geleverd werk te toetsen als het rijcomfort voor de weggebruiker te beoordelen. Voor het toetsen van de kwaliteit van aanleg of onderhoud werden en worden tot op heden nog de viagraaf- en rolreiparameters per 100 m vak gebruikt; voor de comfortbeoordeling wordt de IRI gebruikt. Door Rijkswaterstaat wordt de IRI standaard per 100 m vak gebruikt terwijl de provincies naast deze waarde ook de IRI per 10 m vak gebruiken om lokale onvlakheden te detecteren en te beoordelen. Deze onvlakheden worden namelijk uitgemiddeld als grotere beoordelingslengten, zoals 100 m, worden gebruikt.

## 1.2 Eisen aan apparatuur en gegevensverwerking

### 1.2.1 Eisen aan apparatuur

Alle genoemde parameters kunnen softwarematig uit het door de HSRP vastgestelde langsprofiel worden afgeleid. Voor een nauwkeurige bepaling van het langsprofiel moeten voorwaarden worden gesteld aan de specificaties van het meetapparaat bijvoorbeeld aan de grootte van de laserspot en de samplefrequentie (zie NEN-ISO 13473-3 "Karakterisering van de oppervlaktetextuur van wegdekken met behulp van textuurprofielen - Deel 3: Specificatie en classificatie van profielmeters").

In NEN-ISO 13473-3 worden verschillende klassen van laserapparatuur genoemd. De norm is in hoofdzaak geschreven voor de textuurlasers. Een laser conform klasse D voldoet aan de eisen die aan HSRP-meetsystemen worden gesteld. Voor een klasse D laser gelden de in Tabel 1 genoemde minimum eisen.

In ASTM E950 "Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference" wordt meer specifiek ingegaan op eisen waaraan road profilers moeten voldoen die voor langsvlakheidsmetingen worden gebruikt. Het HSRP-meetsysteem moet een systeem conform Class 1 zijn.

Tabel 1 Laserspecificaties klasse D conform NEN-ISO 13473-3

Specificatie	Grootte
Textuur golflengte	2,5 – 50 mm
Verticaal meetbereik	$\geq 60$ mm
Horizontaal meetbereik	$\geq 200$ mm
Verticale resolutie	$\leq 0,05$ mm
Verticale niet-lineariteit	$\leq 2\%$ van totaal meetbereik
Bemonsteringsinterval	$\leq 1,0$ mm
Achtergrondruis uitgedrukt in RMS	$\leq 0,05$ mm

Voor HSRP-metingen is het belangrijk dat het verticale meetbereik van de laser wordt afgestemd op de verticale uitslag die de laser kan maken. Een montagepositie aan de voor- of achterkant van een meetvoertuig zal vanwege het dompen van het voertuig tijdens het rijden een grotere verticale uitslag opleveren dan een montagepositie tussen de voor- en achteras. Het minimale meetbereik van 60 mm van een klasse D laser, zoals genoemd in NEN-ISO 13473-3, zal in de praktijk vaak onvoldoende blijken te zijn. Het is belangrijk dat getoetst wordt of het meetbereik van de laser groter is dan te verwachten verticale uitslag van de montagepositie.

Met horizontaal meetbereik wordt de evaluatielengte bedoeld. Deze is voornamelijk van belang voor textuurmetingen. Bij een klasse D laser met een textuurgolflengtebereik van 2,5 tot 50 mm bedraagt de minimale lengte die beschouwd kan worden 200 mm. Voor het bepalen van viagraafparameters uit HSRP-data is het horizontale meetbereik niet relevant en moet hiervoor de lengte van het te meten wegvak gebruikt worden.

De achtergrondruis is van groot belang als de laser ook voor textuurmetingen wordt gebruikt. Eisen voor textuurlasers en langsvlakheidslasers zijn op het gebied van de grootte van de lichtvlek die door de laserbundel wordt beschenen (dit is de spotgrootte) tegenstrijdig. Voor een textuurlaser verdient een kleine spotgrootte de voorkeur, terwijl voor een langsvlakheidsmeting een grote spotgrootte welkom is om te voorkomen dat de laserstraal in de textuur van het wegdek duikt.

Achtergrondruis is ook voor HSRP-metingen van belang. In ASTM E950 staat dat de ruis niet meer dan 10% van de resolutie mag bedragen. Voor een Class 1 laser is dat 10% van 0,1 mm, dus 0,01 mm. Dit blijkt met de gangbare lasers voor HSRP-systemen moeilijk te realiseren. 32 kHz lasers hebben een RMS-ruis van 0,05 mm, terwijl 64 kHz-lasers een RMS-ruis van 0,13 mm. De ruis van 16 kHz-lasers is naar verwachting kleiner dan 0,05 mm.

Bij het bemonsteren van signalen worden alle samples die binnen de samplesafstand vallen doorgaans op tijdbasis gemiddeld. Dit houdt in dat het aantal samples dat wordt gemiddeld afhankelijk is van de rijsnelheid en de samplefrequentie van de laser. De toegestane ruis staat in relatie tot de samplefrequentie en de rijsnelheid. Omdat ruis willekeurig is, zal door middeling van signalen de hoeveelheid ruis worden gereduceerd. Wanneer HSRP-metresultaten worden gebruikt voor een viagraafsimulatie zal minder ruis toegelaten moeten dan voor IRI-bepaling. Op dit moment is nog geen informatie beschikbaar over de grootte van de toelaatbare achtergrondruis.

### 1.2.2 Eisen aan gegevensverwerking

Ook aan de verwerking van de data tot een langspoorprofiel moeten eisen worden gesteld (zie NEN-EN 13036-5:2006 Ontw. "Oppervlakte-eigenschappen van weg- en vliegveldverhardingen - Beproevingsmethoden - Deel 5: Bepaling van de vlakheidsindex in langsricting"). Volgens deze norm moeten ingewonnen data met een (re)sampleafstand van minimaal 5 cm worden bemonsterd, terwijl voor de viagraaf en rolrei een sampleafstand van maximaal 1 cm wordt gehanteerd. Gezien de conclusies uit het in 2001-2002 uitgevoerde onderzoek, wordt vooralsnog voorgesteld om de sampleafstand van 1 cm te blijven hanteren.

### 1.2.3 Karakterisering 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 tot op zekere hoogte 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 worden deze begrippen uitvoerig beschreven.

#### 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 HSRP-metingen is het meestal onmogelijk om de werkelijke waarde te hanteren, omdat deze niet bekend is of gemeten kan worden. Voor de 'werkelijke' waarde wordt dan arbitrair het resultaat van een geaccepteerde methode gehanteerd (bijvoorbeeld data van Viagraafmetingen) of het gemiddelde van waarnemingen van een reeks HSRP-systemen. In het ringonderzoek wordt de laatste genoemde optie gehanteerd.

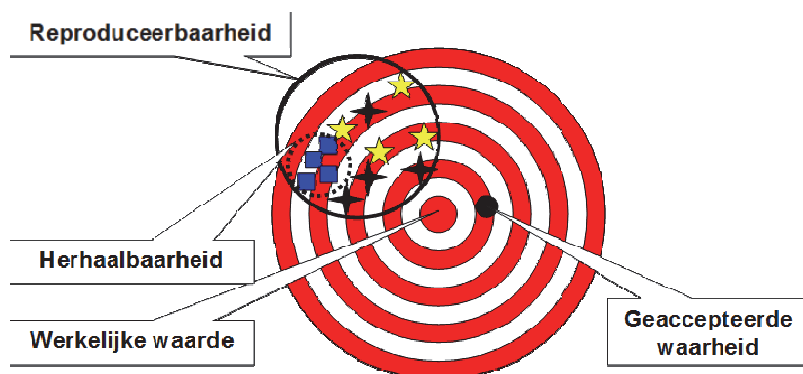
Voor wegmetingen is het gebruikelijk om de juistheid uit te drukken in een absolute waarde voor het maximale verschil tussen werkelijke waarde (of geaccepteerde waarde) en gemiddelde berekende waarde.

#### Precisie

Precisie is de mate waarin metingen of berekeningen dezelfde resultaten zullen tonen. Meestal wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen herhaalbaarheid  $r$  en reproduceerbaarheid  $R$ .

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. Voor wegmetingen is het gebruikelijk de herhaalbaarheid uit te drukken in een 95% betrouwbaarheidsinterval voor het verschil van twee metingen. Dit is gelijk aan 2,82 maal de herhaalbaarheidstandaardafwijking. De herhaalbaarheid wordt aangeduid met het symbool ' $r$ '.

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



Figuur 1 Verklaring van juistheid en de twee componenten van precisie, namelijk de herhaalbaarheid en de reproduceerbaarheid

In Figuur 1 worden 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.

#### **1.2.4 Toetsing van waarden aan eisen**

In deze handleiding worden verschillende eisen gesteld waaraan de (meet)waarden uit het ringonderzoek moeten worden getoetst. Bij het toetsen aan de eisen, moet de (meet)waarde rekenkundig worden afgerond op hetzelfde aantal decimalen als het aantal decimalen waarin de eis is gesteld. De op deze wijze afgeronde (meet)waarde wordt getoetst aan de betreffende eis. Wanneer een eis wordt vermeld met nul decimalen achter de komma, dan moet de (meet)waarde eveneens op nul decimalen worden afgerond voordat deze getoetst wordt aan de betreffende eis. Het aantal vermelde decimalen van de eis, is dus leidend voor de wijze waarop meetwaarden moeten worden getoetst.

## 2 Toelatingsonderzoek nieuwe systemen

Nieuwe HSRP-meetsystemen die voor de analyse van de langsvlakheid van wegverhardingen in Nederland worden ingezet, moeten voorafgaande aan de operationele inzet zijn goedgekeurd door CROW. Voor deze goedkeuring moet de nieuwe toetreder aantonen te voldoen aan de eisen die in dit hoofdstuk worden gespecificeerd.

Dit toetredingsonderzoek bestaat uit:

- tatisch onderzoek naar de juiste werking van de laser en de versnellingsopnemer;
- onderzoek in-situ waarbij het geheel van laser en versnellingsopnemer in een meetvoertuig wordt beproefd;
- onderzoek naar de invloed van de meetsnelheid op de meetresultaten;
- onderzoek naar de invloed van de textuur op de meetresultaten.

### 2.1 Statisch onderzoek

Bij het statische onderzoek worden de juistheid van de laser en de versnellingsopnemer afzonderlijk onderzocht.

#### 2.1.1 Bepaling juistheid laser

Controleer de juistheid van de laser terwijl het meetvoertuig niet beweegt. Hiervoor bestaan twee mogelijkheden: de laser wordt gedemonteerd of de laser blijft gemonteerd aan het meetvoertuig. In dit laatste geval moet de inverting van het meetvoertuig worden geblokkeerd door het voertuig bijvoorbeeld op een krik of iets dergelijks te zetten. Kies hiervoor een geschikte vlakke locatie. Voer daarna de volgende stappen uit:

- plaats achtereenvolgens afgeslepen, gekalibreerde referentieplaatjes met verschillende diktes onder de laser. Vermijd oogcontact met de laser!;
- gebruik ten minste vijf referentieplaatjes met diktes variërend tussen 5 mm en 100 mm;
- registreer de uitlezing van de laser voor de situatie waarbij geen plaatje onder de laser ligt en voor de afzonderlijke plaatjes;
- herhaal de serie metingen in omgekeerde volgorde;
- bepaal met lineaire regressie de coëfficiënten van de regressielijn  $y = ax + b$  waarbij  $x$  de dikte is van het referentieplaatje en  $y$  de uitlezing van de laser;
- bepaal per waarneming het absolute verschil tussen de uitlezing van de laser en de met de regressielijn voorspelde waarde van de uitlezing van de laser;
- bepaal per waarneming de verhouding (als percentage) van het in de vorige stap berekende verschil en het maximum meetbereik van de laser. Deze verhouding wordt lineariteitsfout genoemd.
- de lineariteitsfout moet voor alle waarnemingen kleiner zijn dan 0,5%.

#### 2.1.2 Bepaling juistheid versnellingsopnemer

Demonteer de versnellingsopnemer voor de statische bepaling van de juistheid van de versnellingsopnemer en voer daarna de volgende stappen uit:

- stel het kalibratieplateau waterpas met een gekalibreerd waterpasinstrument of inclinometer;
- plaats de versnellingsopnemer op het plateau in de horizontale stand (stand  $0^\circ$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) en registreer de uitlezing;
- plaats de versnellingsopnemer met de onderkant van de opnemer tegen de rechtopstaande zijde (stand  $90^\circ$ ,  $g = 0,00 \text{ m/s}^2$ ) en registreer de uitlezing;
- plaats de opnemer op zijn kop op het plateau (stand  $180^\circ$ ,  $g = -9,81 \text{ m/s}^2$ ) en registreer de uitlezing;
- plaats hierna de opnemer weer in stand  $90^\circ$  en stand  $0^\circ$  en registreer de uitlezing;
- herhaal de bovengenoemde kalibratiestappen, dus stand  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $90^\circ$  en  $0^\circ$  en registreer de uitlezing;
- bepaal met lineaire regressie de coëfficiënten van de regressielijn  $y = ax + b$  waarbij  $x$  de zwaartekrachtversnelling is en  $y$  de uitlezing van de versnellingsopnemer;

- bepaal per waarneming het absolute verschil tussen de uitlezing van de versnellingsopnemer en de met de regressielijn voorspelde waarde van de uitlezing van de versnellingsopnemer;
- bepaal per waarneming de verhouding (als percentage) van het met de vorige stap berekende verschil en het maximum meetbereik (van maximaal positief naar maximaal negatief) van de versnellingsopnemer. Deze verhouding wordt lineariteitsfout genoemd.
- de lineariteitsfout moet voor alle waarnemingen kleiner zijn dan 0,2%.

## 2.2 Dynamisch onderzoek

Als de laser en de versnellingsopnemer allebei voldoen aan de eisen uit het statische onderzoek, biedt dit nog geen garantie dat de combinatie van meetinstrumenten ook in een rijdend voertuig juiste en herhaalbare meetwaarden produceert. Daarom moet worden aangetoond dat het HSRP-meetsysteem ook in een rijdend voertuig goed functioneert.

### 2.2.1 Mogelijkheden bepaling juistheid HSRP-systeem

In theorie kan van een wegvak de nagenoeg echte waarde van het langsprofiel worden bepaald. Het langsprofiel van een wegvak kan worden ingemeten via een nauwkeurigheidswaterpassing aangevuld met een registrerende rij of een nauwkeurigheidslaser meting met bijvoorbeeld de Primal van VTI. Ervaringen met een dergelijk onderzoek op de DAF-proefbaan te Sint Oedenrode in het verleden hebben overigens laten zien, dat er altijd problemen waren met de nauwkeurigheid van de ingemeten profielen. Er moeten dan ook hoge eisen worden gesteld aan de nauwkeurigheid van de inmeting.

In plaats van een heel wegvak te meten, kan ook een referentieprofiel als basis fungeren. In dat geval worden op de weg elementen van bekende afmetingen, zoals Andreasstrips aangebracht. Bij deze aanpak, waarbij een kunstmatig wegdek wordt gemaakt, moet er goed voor worden gezorgd dat de verwerking van het dynamisch gedrag van de meetauto/meetsysteem ook wordt meegenomen. De meetauto moet dus over de elementen rijden en dus zelf ook de verticale hoogteveranderingen ondergaan.

Uit praktijkproeven van KOAC•NPC in 2012 is gebleken dat Andreasstrips vaak te steil zijn, waardoor bij een rijsnelheid van 50 km/h de versnellingen in het HSRP-meetsysteem te groot worden. Hierdoor kan geen juist langsprofiel uit de ruwe meetwaarden worden afgeleid.

Voor de bepaling van de juistheid van de meetverwachting van een HSRP-meetsysteem kan het beste een verkeersdrempel worden gebruikt. Voorwaarde is dat de verkeersdrempel een afdwingsnelheid van 60 km/h heeft waarmee wordt voorkomen dat de verticale versnellingen te groot worden. Het verdient aanbeveling om bij de zoektocht naar een geschikte verkeersdrempel na een testrun over de verkeersdrempel te controleren of de ruwe meetwaarden van de laser- en versnellingsensor binnen het meetbereik blijven. Mocht dit niet het geval zijn dan moet een flauwere en gemakkelijker passeerbare verkeersdrempel worden gezocht en/of moet de meetsnelheid van het meetvoertuig worden aangepast. De meetsnelheid moet ten minste 25 km/h bedragen.

Of de meetwaarden van de laser- en versnellingsopnemer wel of niet binnen het meetbereik blijven, wordt naast de eigenschappen van de meetinstrumenten en de verkeersdrempel mede bepaald door de veer- en dempingskarakteristieken van het meetvoertuig en de montagepositie van de laser/versnellingsopnemer aan het voertuig. Uit praktijkproeven blijkt dat verkeersdrempels meestal geen overshoot van de versnellingsopnemer veroorzaken wanneer deze een meetbereik heeft dat groter is dan  $\pm 2g$ .

### 2.2.2 Vastlegging langsprofiel

De vorm van de verkeersdrempel wordt over de door het HSRP-meetsysteem te volgen meetlijn(en) vastgelegd met een nauwkeurigheidswaterpassing.

- de naar de verkeersdrempel toeleidende weg moet ten minste over een lengte van 150 m in rechtstand liggen en geen tussenliggende langsonvlakheden van enige omvang bevatten;
- voer een waterpassing uit die zich uitstrekt van ongeveer 10 m voor de top van de verkeersdrempel tot ongeveer 10 m na de top; deze meetlengte maakt het mogelijk om naderhand met de

dataverwerking 16 m analyselengte over te houden met de top van de verkeersdrempel in het midden.

- leg per 0,2 m de hoogte vast; deze hoogte kan worden vastgelegd ten opzichte van een willekeurig referentiepunt, maar mag ook ten opzichte van NAP worden uitgedrukt;
- bepaal de gemiddelde hoogte van de punten 8,20, 8,00 en 7,80 m voor de top van de verkeersdrempel en koppel deze berekende hoogte aan de positie 8,00 m voor de verkeersdrempel; duid dit punt aan met paspunt 1;
- bepaal de gemiddelde hoogte van de punten 7,80, 8,00 en 8,20 m na de top van de verkeersdrempel en koppel deze berekende hoogte aan de positie 8,00 m na de verkeersdrempel; duid dit punt aan met paspunt 2;
- bepaal per meetpunt het verschil in hoogte tussen de met de waterpassing bepaalde hoogte gemeten op het meetpunt en de verbindinglijn van de hoogtes van de paspunten; het profiel van de op deze wijze verkregen hoogtes als functie van de afstand wordt het referentieprofiel genoemd; de maximale hoogte van het referentieprofiel is de referentiehoogte;
- bepaal de afstand van de referentiehoogte ten opzichte van paspunt 1.

Vervolgens worden met de HSRP op deze verkeersdrempel in dezelfde meetraai tien herhalingsmetingen uitgevoerd. Bij de meting gelden de volgende voorwaarden:

- voer de HSRP-meting uit met een meetsnelheid van 40 km/h of hoger;
- zorg dat de meetapparatuur ten minste 100 m voor de verkeersdrempel al meetwaarden registreert.

### 2.2.3 Bepaling juistheid op verkeersdrempel

Voor de analyse van de HSRP-profielen is enig pas- en schuifwerk van de gemeten langsprofielen nodig. Dit komt omdat de absolute waarden van de hoogte en afstand van de HSRP nooit gelijk zullen zijn aan die van de waterpassing. De bepaling van de juistheid geschiedt op intervalniveau; dat wil zeggen op meetwaarden ten opzichte van gekozen referentiewaarden voor de hoogte en horizontale afstand. Voer voor elk van de meetruns de volgende stappen uit:

- bepaal op basis van de vorm van het gemeten langsprofiel het ongeveer 20 m lange gedeelte dat overeenkomt met het wegvak uit de waterpassing;
- leg per 0,2 m de hoogte tussen de paspunten 1 en 2 vast;
- bepaal per meetpunt het verschil in hoogte tussen de hoogte gemeten op het meetpunt en de verbindinglijn van de hoogtes van de paspunten; het profiel van de op deze wijze verkregen hoogtes als functie van de afstand wordt het HSRP-profiel genoemd.
- bepaal op de locatie van de referentiehoogte de hoogte van het HSRP-profiel; deze hoogte wordt aangeduid met HSRP-hoogte;
- bepaal de verhouding van de HSRP-hoogte en de referentiehoogte;
- over een reeks van tien meetruns mag de gemiddelde HSRP-hoogte niet meer dan 6% van de referentiehoogte afwijken;
- over een reeks van tien meetruns mag de variatiecoëfficiënt van de verhoudingen van meethoogte en referentiehoogte niet groter zijn dan 3%.

### 2.2.4 Bepaling herhaalbaarheid op dicht wegdek

De herhaalbaarheid van het HSRP-profiel wordt bepaald door op drie achterelkaar liggende wegvakken van 100 m met een dicht wegdek elk tien herhalingsmetingen met de HSRP uit te voeren. De wegvakken moeten van elkaar verschillen in termen van langsvlakheid.

- bepaal per meetvak het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp;
- bepaal over de reeks van tien meetruns, per meetvak het gemiddelde, de standaardafwijking en de variatiecoëfficiënt van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp;
- de variatiecoëfficiënt van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp mag ten hoogste 3% bedragen;
- als niet voldaan wordt aan de eis gesteld aan de variatiecoëfficiënt, moet de standaardafwijking van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp kleiner zijn dan 2500 mm<sup>2</sup>.

Als aan de herhaalbaarheid van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp wordt voldaan, is nog geen zekerheid verkregen over de mate waarin aan de herhaalbaarheid van de IRI wordt voldaan. Bij de vaststelling van de IRI spelen namelijk grotere golf lengten een rol. In het toelatingsonderzoek nieuwe systemen worden geen eisen gesteld aan de herhaalbaarheid IRI.

### 2.2.5 Bepaling invloed meetsnelheid op meetwaarde

De meetsnelheid van een HSRP-meetsysteem kan enige invloed hebben op de resultaten van de meting en de daaruit afgeleide vlakheidparameters. Daarom moet elke toetreders op drie achterelkaar liggende wegvakken van 100 m elk voor drie rijsnelheden drie herhalingsmetingen met de HSRP uitvoeren. De meetsnelheden zijn 40, 60 en 80 km/h. Gebruik van hogere meetsnelheden maakt de keuze van geschikte meetvakken problematisch. Op wegen waarop een hoge maximum rijsnelheid van toepassing is, is het gevaarlijk om met lage snelheden te rijden. Wanneer een meetsysteem op een vrachtwagen is gemonteerd, is de maximum rijsnelheid gebonden aan de maximum rijsnelheid voor de betreffende vrachtwagen. De minimum rijsnelheid kan moeilijk worden verlaagd, omdat HSRP-meetsystemen niet goed werken bij lage rijsnelheden.

- bepaal per meetvak het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp;
- bepaal over de reeks van driemaal drie meetruns, per meetvak het gemiddelde, de standaardafwijking en de variatiecoëfficiënt van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp;
- de variatiecoëfficiënt van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp mag ten hoogste 3% bedragen;
- als niet voldaan wordt aan de eis gesteld aan de variatiecoëfficiënt, moet de standaardafwijking van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp kleiner zijn dan  $2500 \text{ mm}^2$ .

Als aan de eis wordt voldaan, wordt aangenomen dat de invloed van de meetsnelheid op de meetwaarde verwaarloosbaar is.

### 2.2.6 Bepaling herhaalbaarheid op open wegdek

Op wegen met een open textuur bestaat de kans dat de spot van de laser de ene keer op het wegdek reflecteert en de andere keer in de open textuur duikt. Dit houdt in dat op wegdekken met een open textuur de kans bestaat dat sommige lasersystemen onvoldoende herhaalbare waarden produceren.

De herhaalbaarheid van het HRSP-profiel op een wegdek met open textuur wordt bepaald door op drie achterelkaar liggende wegvakken van 100 m met een open wegdek elk tien herhalingsmetingen met de HSRP uit te voeren. De MPD (Mean Profile Depth) van het open wegdek moet ten minste 0,5 mm groter zijn dan die van het dichte wegdek. De wegvakken moeten van elkaar verschillen in termen van langsvlakheid. De meting moet worden uitgevoerd met een meetsnelheid van ongeveer 80 km/h.

- bepaal per meetvak het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp;
- bepaal over de reeks van tien meetruns, per meetvak het gemiddelde, de standaardafwijking en de variatiecoëfficiënt van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp;
- de variatiecoëfficiënt van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp mag ten hoogste 3% bedragen;
- als niet voldaan wordt aan de eis gesteld aan de variatiecoëfficiënt, moet de standaardafwijking van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp kleiner zijn dan  $2500 \text{ mm}^2$ .



## 3 Ringonderzoek goedgekeurde systemen

Met het periodiek ringonderzoek wordt beoogd een beeld te krijgen van de consistentie van HSRP-metresultaten en de juistheid van de deelnemende systemen. In het ringonderzoek zal de combinatie van HSRP-systeem en meetvoertuig worden getoetst, waarbij ook de positie van het HSRP-systeem op de meetauto in zowel langsricting (voor / midden / achter) als in dwarsricting (links / midden / rechts) wordt vastgelegd. Het eventueel te verstrekken certificaat heeft dan ook alleen betrekking op de in het ringonderzoek getoetste combinatie, waarbij naast het kenteken van de meetauto, ook de positie van het HSRP-systeem op de meetauto op het certificaat zal worden vermeld.

Het vergelijkend onderzoek wordt eenmaal per jaar uitgevoerd op een in onderling verband te bepalen datum. Deelname aan het ringonderzoek staat alleen open voor deelnemers die hebben aangetoond te voldoen aan de eisen van het toelatingsonderzoek nieuwe systemen (zie hoofdstuk 2). Wanneer van een meetvoertuig geen toelatingsonderzoek beschikbaar is, dan kan het meetvoertuig deelnemen aan het ringonderzoek. De meetwaarden van het betreffende meetvoertuig worden niet meegenomen in de bepaling van de referentie. Het meetvoertuig ontvangt geen certificaat, ook niet als aan alle eisen wordt voldaan. Voorafgaande aan het ringonderzoek moeten de deelnemers een eerste- en tweedelijnscontrole hebben uitgevoerd, zoals beschreven in paragraaf 3.1.

### 3.1 Reguliere eerste-, tweede- en derdelijnscontrole

In reguliere kwaliteitssystemen voor wegmetingen wordt onderscheid gemaakt tussen de eerste-, tweede-, en derdelijnscontrole.

- De eerstelijnscontrole bestaat uit de vrijwel dagelijkse controle op de goede werking van het meetsysteem. Voor deze controle moet de HSRP een referentievak in rechtstand van minimaal 200 m bemeten. Het verdient aanbeveling dit referentievak dicht bij de stalling van de meetapparatuur te kiezen. Per 100 m vak wordt ter plekke de IRI-waarde bepaald. Deze meetwaarden worden getoetst aan de tolerantieband die op basis van de eerste tien metingen is bepaald. De meetwaarde van de eerstelijnscontrole mag per meetvak niet meer dan 8% afwijken van het gemiddelde van de eerste tien metingen. De gekozen 8%-waarde is nagenoeg gelijk aan de herhaalbaarheid van de IRI-meting.
- De tweedelijnscontrole betreft enerzijds een periodieke kalibratie van het meetsysteem naar nationale of internationale standaarden en anderzijds de bepaling van de consistentie en stabiliteit van het meetsysteem in de tijd. Hierbij worden regulier eenmaal per jaar zowel de laser als de versnellingsopnemer van ieder meetsysteem stationair gecontroleerd. Hiervoor kunnen de procedures gespecificeerd in paragraaf 2.1 worden gehanteerd. Dit onderzoek wordt indien nodig ook uitgevoerd als uit de eerstelijnscontrole blijkt dat het meetsysteem niet aan de richtwaarden voldoet.
- De derdelijnscontrole omvat het controleren van de prestatiekenmerken juistheid van de meetverwachting en herhaalbaarheid. Hierbij wordt een aantal malen met vaste snelheid over een nauwkeurig ingemeten sinusvormige verkeersdrempel gereden. Vervolgens wordt het absolute hoogteverschil tussen top en dal uit de meetdata bepaald en vergeleken met de resultaten van een referentiewaterpassing. Deze controle moet eenmaal per jaar plaatsvinden. Hiervoor kunnen de procedures gespecificeerd in paragraaf 2.2.3 worden gehanteerd. Dit onderzoek wordt indien nodig ook uitgevoerd als uit de eerstelijnscontrole blijkt dat het meetsysteem niet aan de richtwaarden voldoet.

### 3.2 Wegvakken en uitvoering meting ringonderzoek

#### 3.2.1 Selectie van wegvakken

De wegvakken moeten aan de volgende eisen voldoen:

- Alle meetvakken moeten in rechtstand liggen en een lengte hebben van 100 m;
- De reeks meetvakken moet enige variatie in langsvlakheid vertonen;
- De dwarspositie moet liefst weinig invloed op de langsvlakheid hebben;

- Er moeten ten minste 10 aaneengesloten meetvakken op een dicht en 10 aaneengesloten meetvakken op een open deklaag worden geselecteerd, waarbij het gemiddelde verschil in MPD tussen beide wegvakken bij voorkeur minimaal 0,5 mm bedraagt.
- Op de meetvakken moet een rijsnelheid van 70 km/h toegestaan en zonder problemen mogelijk zijn;
- Tussen de meetvakken moet een handige ringvormige route kunnen worden gemaakt zodat de metingen efficiënt kunnen worden uitgevoerd;
- Om tijdens het ringonderzoek de metingen zo goed mogelijk in de juiste dwarspositie uit te voeren, kan voorafgaand aan de metingen stilstaand worden bekeken in welke dwarspositie men het voertuig tijdens de meting moet zien te houden om de metingen in het juiste meetspoor uit te voeren. Het gekozen meetspoor wordt vastgelegd door opgave van de gemiddelde afstand van het meetspoor tot de rechter wegmarkering.
- Voor metingen met voertuigen waarbij het HSRP-systeem in dwarsrichting gezien in het midden of links van het midden is gemonteerd, moet een apart meetspoor worden gekozen. In vrijwel alle gevallen zal dit resulteren in een ander meetspoor dan voor de "rechter" systemen.
- Bij het maken van een zijdelingse beweging in een proefvak, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van een vluchtheuvel of bij objecten dicht langs de weg, blijken de meetdata van de meetsystemen veel minder goed vergelijkbaar / onbruikbaar te zijn. Bij de keuze van proefvakken voor een ringonderzoek, moet deze situatie worden vermeden.
- Er wordt aanbevolen geen proefvakken voor het ringonderzoek te selecteren met spoorvorming en/of scheurvullingen.

### 3.2.2 Uitvoering meting

Voor de uitvoering van de metingen gelden de volgende eisen:

- De dag vóór het ringonderzoek moet de weersvoorspelling voor de meetlocatie en meetdag aangeven dat er maximaal windkracht 4 wordt verwacht;
- De te meten wegvakken moeten ten tijde van het ringonderzoek droog zijn;
- Meetvoertuigen met het HSRP-meetsysteem aan de rechterkant van het voertuig moeten alle meetvakken 10 maal meten.
- Meetvoertuigen met meerdere HSRP-meetsystemen moeten met elk HSRP-meetsysteem de meetvakken 10 maal meten voor elke combinatie van meetvak en meetspoor.
- Per HSRP-meetsysteem moeten als reserve altijd twee extra meetruns worden uitgevoerd;

### 3.2.3 Selectie meetdata

Bij de verwerking van de meetdata krijgen de volgende zaken aandacht:

- De deelnemer mag uit de meetdata van het verplichte aantal meetruns en de twee extra meetruns achteraf kiezen welke twee meetruns hij bij de analyse buiten beschouwing wil laten.
- De projectbegeleider (analist van de meetdata) controleert de door de deelnemer aangeleverde meetdata op uitbijters. De projectbegeleider stelt aan het CROW Platform Wegmetingen voor hoe deze gegevens te behandelen. De uitbijters en het CROW-besluit worden gerapporteerd.

## 3.3 Analyse juistheid

De toetsing op juistheid wordt uitgevoerd op dichte en open wegvakken afzonderlijk.

### 3.3.1 Bepaling juistheid afwijkingsoppervlak viagraaf

Voor elk wegvak wordt eerst de referentiewaarde per wegvak bepaald, dit gebeurt als volgt:

- bepaal per deelnemer en meetvak het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp en de IRI;
- bepaal over de reeks van tien te analyseren meetruns, per meetvak het gemiddelde, de standaardafwijking en de variatiecoëfficiënt van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp en de IRI;
- duid de groep van deelnemers aan als referentiegroep (in eerste instantie zijn dit alle deelnemers);
- bepaal per meetvak het overall gemiddelde van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp en de IRI voor de referentiegroep over alle meetruns; deze overall gemiddeldes worden aangeduid als referentiewaarden;

- bepaal per deelnemer, per meetvak en per meetrun het verschil tussen de waarneming van de deelnemer en de referentiewaarde;
- bepaal per deelnemer, per meetvak en per meetrun de verhouding tussen het in de vorige stap berekende verschil en de referentiewaarde;
- bepaal per deelnemer en meetvak het gemiddelde van de in de vorige stap berekende verhoudingen van alle meetruns;
- de waarde van de in de vorige stap berekende gemiddelde verhouding mag per meetvak en deelnemer niet groter zijn dan 0,10 en niet kleiner zijn dan -0,10;
- toets, behalve als de referentiegroep uit drie deelnemers bestaat, of de deelnemers uit de referentiegroep aan de eis van de vorige stap voldoen; als dit niet het geval is, wordt de deelnemer met de grootste absolute afwijking uit de referentiegroep verwijderd tenzij; herhaal daarna de stappen vanaf stap 4.

Vervolgens wordt per wegvak (open en dicht) bepaald of de deelnemer aan de juistheidseisen voldoet:

- bepaal per deelnemer, per meetvak en per meetrun de verhouding van het verschil tussen de waarneming van de deelnemer en de referentiewaarde en de referentiewaarde zelf;
- bepaal per deelnemer en meetvak het gemiddelde en de standaardafwijking van de in de vorige stap berekende verhoudingen van alle meetruns;
- verwijder per deelnemer het 100 m meetvak met de grootste absolute waarde van de berekende verhoudingen;
- bepaal per deelnemer het gemiddelde van de verhoudingen van de overgebleven meetvakken; Dit resultaat wordt aangeduid als resultaat A;
- bepaal per deelnemer de standaardafwijking van de verhoudingen van de overgebleven meetvakken; Dit resultaat wordt aangeduid als resultaat B;
- resultaat A moet ten minste -0,10 zijn en ten hoogste 0,10;
- resultaat B mag ten hoogste 0,09 zijn bij gebruik van 10 meetruns;
- een deelnemer voldoet aan de juistheidseisen als resultaat A en B beide aan de eisen voldoen.

### 3.3.2 Bepaling juistheid IRI

De bepaling van de juistheid op basis van de IRI is gelijk aan die van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp. De eisen waaraan resultaat A en B van de IRI moeten voldoen zijn gelijk aan de eisen voor het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp.

## 3.4 Analyse precisie

De toetsing op precisie wordt uitgevoerd op dichte en open wegvakken afzonderlijk.

### 3.4.1 Bepaling precisie afwijkingsoppervlak viagraaf

De precisie wordt bepaald door van elk afzonderlijk HSRP-meetsysteem per meetvak het gemiddelde en de standaardafwijking van de waarnemingen uit de 10 meetruns te bepalen. Deze analyse wordt uitgevoerd op het uit de HSRP-meetresultaten afgeleide afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp. De herhaalbaarheid moet per deelnemer en meetvak aan de volgende eisen voldoen:

- bepaal per deelnemer en per meetvak de standaardafwijking en de verhouding van de standaardafwijking en gemiddelde (is variatiecoëfficiënt) van het afwijkingsoppervlak viagraaf Aopp;
- verwijder per deelnemer het 100 m meetvak met de grootste variatiecoëfficiënt;
- bepaal per deelnemer het gemiddelde van de variatiecoëfficiënten van de overgebleven meetvakken; Dit resultaat wordt aangeduid als resultaat C;
- bepaal per deelnemer het gemiddelde van de standaardafwijkingen van de overgebleven meetvakken; Dit resultaat wordt aangeduid als resultaat D;
- resultaat C mag ten hoogste 3% bedragen;
- als resultaat C niet aan de eis voldoet, toets dan of resultaat D kleiner is  $2500 \text{ mm}^2$ .
- een deelnemer voldoet aan de precisie-eisen als resultaat C of D aan de eisen voldoet.

### 3.4.2 Bepaling precisie International Roughness Index

De bepaling van de precisie op basis van de IRI is gelijk aan die van het afwijkingsooppervlak viagraaf Aopp. De eis waaraan resultaat C moet voldoen is ten hoogste 3%. De eis waaraan resultaat D moet voldoen, als niet wordt voldaan aan de eis voor resultaat C, is kleiner dan 0,10 m/km.

### 3.5 Certificaateisen

Een deelnemer voldoet aan de eisen als:

- de juistheid op het dichte en het open wegdek voldoet aan de eisen gespecificeerd in paragraaf 3.3;
- de precisie op het open en het dichte wegdek voldoet aan de eisen gespecificeerd in paragraaf 3.4.

Bij de toetsing wordt per HSRP-systeem onderscheid gemaakt naar de meetparameters afwijkingsooppervlak viagraaf Aopp en International Roughness Index. Een deelnemer die aan de eisen gespecificeerd aan de juistheid en precisie van de betreffende meetparameter(s) voldoet, komt in aanmerking voor een CROW-certificaat voor HSRP-meetsystemen voor de betreffende meetparameter(s) en onderzochte HSRP-systeem.

## 4 Paarsgewijze vergelijking

Als een deelnemer niet aan alle eisen van het ringonderzoek voldoet, kan de deelnemer een verzoek indienen bij CROW om een paarsgewijze vergelijkend onderzoek uit te voeren. Dit verzoek kan ook worden ingediend bij verplaatsing van een HSRP-meetsysteem op een meetvoertuig of overplaatsing van een HSRP-meetsysteem naar een ander voertuig. Bij de paarsgewijze vergelijking wordt onderscheid gemaakt naar de meetparameters afwijkingsooppervlak viagraaf en International Roughness Index. Het onderzoek bestaat uit twee deelnemers, namelijk de deelnemer waarvan de juistheid en precisie van de betreffende meetparameter(s) moeten worden bepaald en een deelnemer die in het bezit is van een geldig CROW-certificaat voor de betreffende meetparameter(s). Deze deelnemer wordt aangeduid als referentie.

Voor de uitvoering, analyse, rapportage, certificatieisen, etc. gelden dezelfde procedures en analysestappen als voor het ringonderzoek. Alleen de bepaling van de referentiewaarde is vereenvoudigd. De gemiddelde meetwaarden van het referentiesysteem gelden als referentiewaarde. Voor de toekenning van het CROW-certificaat voor HSRP-meetsystemen gelden de eisen gesteld in paragraaf 3.5.

## 5 Organisatie ringonderzoek

Voor de planning, organisatie en taken in een ringonderzoek HSRP-meetsystemen kunnen globaal de volgende rollen en taken worden beschreven.

### 5.1 Organisatie

#### 5.1.1 Planning

De planning van het vergelijkend onderzoek is de taak van het organiserend platform, d.w.z. een platform van deskundigen, die goed bekend zijn met de meetmethode. In dit kader fungeert het Platform Wegmetingen als organiserend platform.

#### 5.1.2 Projectbegeleider

Een lid van het organiserend platform, de projectbegeleider (bij voorkeur een medewerker van CROW), is verantwoordelijk voor de initiatie en opdrachtverlening van het vergelijkend onderzoek. Hij beoordeelt (of laat beoordelen) de gerapporteerde meetdata en accepteert de uiteindelijke resultaten van het onderzoek als vaststaat, dat alles is verlopen conform de vastgelegde procedure. Hij wordt hierin ondersteund door een erkend inhoudelijk deskundige met ruime ervaring in vergelijkend onderzoek met veldmetingen.

#### 5.1.3 Contactpersoon

Per deelnemend bedrijf wordt de contactpersoon door de projectbegeleider geïnstrueerd over de periode van uitvoering van het onderzoek, de hiervoor te volgen procedure en de testlocatie. De contactpersoon is verantwoordelijk voor het rapporteren van de eigen data en voorleggen van de gevraagde onderzoeksdata.

### 5.2 Taken

#### 5.2.1 Voorbereiding

De voorbereidende taken van het organiserend platform zijn:

- vaststellen instructies die aan de deelnemers worden verstrekt over de uitvoering van het onderzoek;
- vaststellen welke informatie van de deelnemers wordt gevraagd naast de meetresultaten (bijvoorbeeld data aanleveren in het gewenste formaat);
- benoemen projectbegeleider en ondersteunende inhoudelijk deskundige;
- vaststellen wanneer en waar het onderzoek wordt gehouden.

#### 5.2.2 Uitvoering

De taken van het organiserend platform tijdens de uitvoering van het ringonderzoek procedure zijn:

- vaststellen rapport van de projectbegeleider met vermelding van de juistheid en herhaalbaarheid per deelnemer en de reproduceerbaarheid van de meetmethode;
- vaststellen of de deelnemers aan de eisen voldoen;
- aangeven van mogelijke verbeteringen in de procedure;
- beslissen of verbetering van de procedure noodzakelijk is.

De taken van de projectbegeleider(s) met ondersteuning van deskundige vertegenwoordiger van een deelnemer zijn:

- vaststellen meetplan en voorstel voor statistische analyse;
- doen van voorstellen voor te hanteren bestandsformaten voor aanlevering van de meetdata;
- voor en na uitvoering van de metingen van de deelnemers aan het ringonderzoek controleert de projectbegeleider of in de periode dat de metingen zijn uitgevoerd er veranderingen in het wegdek zijn aangebracht die mogelijk van invloed zijn geweest op de meetresultaten;
- toezicht op de uitvoering van het onderzoek;
- beslissingen nemen om het onderzoekprogramma aan te passen als zich moeilijkheden voordoen;

- toesturen van instructies voor de onderzoekprocedure naar de contactpersonen;
- verzamelen meetdata en voorbereiden data voor verdere statistische analyse;
- analyseren van de data rapporteren van afwijkingen en problemen aan de projectbegeleider(s) met aanbevelingen hoe de knelpunten aan te pakken;
- opstellen van een rapport, dat voorgelegd wordt aan het organiserend platform conform de hiervoor opgestelde procedure; in de rapportage worden de deelnemers geanonimiseerd.





## Colofon

### Handleiding toelatingsprocedure en ringonderzoek High Speed Road Profiler

#### uitgave

Kennisplatform CROW, Ede

#### artikelnummer

D19-02

#### eindredactie

CROW

#### contact

CROW Klantenservice: klantenservice@crow.nl  
of (0318) 69 53 15

