



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Samen voor duurzame wegen



Instrumenten voor wegbeheerders

3 | FPP

Meting van de langsvlakheid van fietspaden

Sinds 1952 staat het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) als onpartijdig onderzoekscentrum ten dienste van alle partners in de Belgische wegenbranche. Duurzame ontwikkeling door innovatie is de leidraad voor alle activiteiten in het Centrum. Het OCW deelt zijn kennis met professionals uit de wegenbranche onder meer door middel van zijn publicaties (handleidingen, syntheses, researchverslagen, meetmethoden, informatiebladen, OCW Mededelingen en Dossiers, activiteitenverslag). Onze publicaties worden in het binnen- en buitenland op ruime schaal verspreid bij centra voor wetenschappelijk onderzoek, universiteiten, openbare instellingen en internationale instituten. Meer informatie over onze publicaties en activiteiten: www.ocw.be

Bericht aan de lezer

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is opgesteld, zijn onvolkomenheden nooit uit te sluiten. Het OCW en de personen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, kunnen geenszins aansprakelijk worden gesteld voor de verzamelde en verstrekte informatie, die louter als documentatie en zeker niet voor contractueel gebruik is bedoeld. Deze publicatie bevat een reeks steekkaarten die de wegbeheerders uitvoerig informeren over verschillende diagnostische tools en -methoden die tot objectieve en rationele onderhouds- en/of versterkingsmaatregelen kunnen leiden.

Instrumenten voor wegbeheerders (voor een objectieve en rationele totaalaanpak van wegbeheer). Steekkaart 3 FPP – Meting van de langsvlakheid van fietspaden / Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw. Brussel : OCW, 2023, 14 blz. (Synthese ; SN 48-Steekkaart 3 – rev. 2).

Wettelijk depot: D/2019/0690/4

© OCW – Alle rechten voorbehouden.

Verantwoordelijke uitgever: Annick De Swaef, Woluwedal 42, 1200 Brussel.

Instrumenten voor wegbeheerders
(voor een objectieve en rationele totaalaanpak van wegbeheer)
Synthese SN 48 – rev. 2

Steekkaart 3 – **FPP** Meting van de langsvlakheid van fietspaden

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Instelling erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947
Brussel
2023



✓ TOOL

✓ PROJECTNIVEAU

✓ NETWERKNIVEAU

✓ WEGOPPERVLAK

WEGOPBOUW

DOE-HET-ZELF

Contact

Yves Pollet: +32 10 23 65 40
y.pollet@brrc.be



3 | FPP

Meting van de langsvlakheid van fietspaden

Doel

Met een (fietspad)profilometer wordt het lengteprofiel van oppervlakken gemeten. De langsvlakheid is een belangrijke factor voor het comfort en de veiligheid van fietsers.

Werkingsprincipe – Methodiek

Een scooter met aanhangwagen rijdt met een constante snelheid van maximaal 30 km/h over het te onderzoeken fietspad.

Met de ingebouwde laser en accelerometer wordt om de 3 cm de afstand van de aanhangwagen tot het wegooppervlak geregistreerd. Met een gps-antenne en een hodometer worden ook de gps-coördinaten en de afgelegde afstand geregistreerd.

Uit de verwerkte gegevens van de accelerometer kunnen de verticale vervormingen (bulten en holten) van het wegprofiel als gevolg van oneffenheden in het wegooppervlak worden bepaald. De waarden worden uitgedrukt in mm. "Oneigenlijke" verticale bewegingen van de aanhangwagen (als gevolg van bewegingen van het geheel scooter-aanhangwagen, dynamische samendrukking van de banden, enz.) worden door de laser gecorrigeerd, zodat ze de meetresultaten niet verstoren.

Uit de verkregen waarden kan het wegprofiel (eigenlijk het pseudoprofiel) worden bepaald (zie kromme 1 op figuur 4). Door een vastgesteld glijdend gemiddelde (kromme 2) op dat profiel toe te passen en de oppervlakte tussen de twee krommen te bepalen, wordt de waarde van de in België meest gebruikelijke vlakheidsindicator VC (vlakheidscoëfficiënt) verkregen. De berekeningswijze is dezelfde als voor APL-metingen (zie steekkaart 1 APL - Meting van de langsvlakheid van wegen).

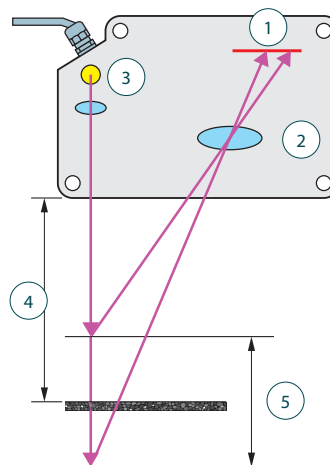
Met de bijbehorende software kan het gemeten lengteprofiel in een beeld worden omgezet (figuur 5).



1. Lasermeeteenheid met accelerometer
2. Pc met meetsoftware
3. Gps-antenne
4. Netwerkrouter
5. Batterijlader
6. Hodometer (om de afgelegde afstand te registreren)

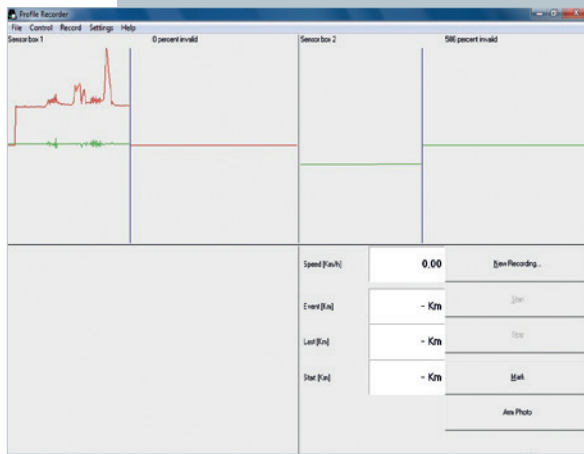


Figuur 1 – Ingebouwde FPP-apparatuur

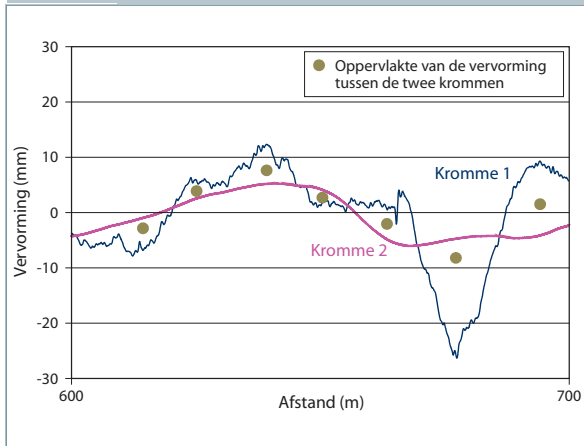


1. Positiegevoelige fotodetector (PSD – *Position-sensitive photo detector*)
2. Optische ontvanger
3. Halfgeleider laser en optische uitrusting
4. Afstand van de aanhangwagen tot het oppervlak
5. Meetbereik
6. Minimale meetwaarde
7. Maximale meetwaarde

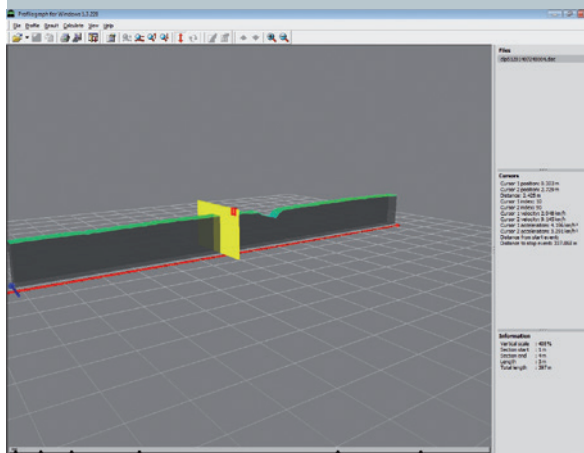
Figuur 2 – Meetprincipe van de laser (Selcom SLS5000)



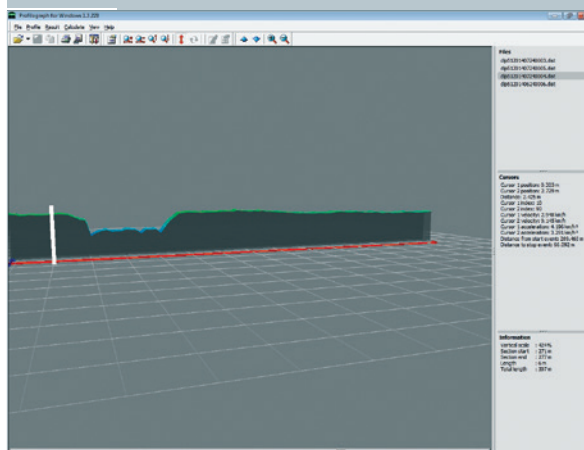
Figuur 3 – Signaal van accelerometer en laser



Figuur 4 – Detail van een blok van 100 m met een glijdend gemiddelde met een golfengte van 40 m



Figuur 5a



Figuur 5b – Voorbeelden van gemeten lengteprofiel, met software in beeld omgezet

Resultaten

Vlakheidscoëfficiënt $VC_{0,5}$ en $VC_{2,5}$

Uit het gemeten lengteprofiel kunnen de vlakheidscoëfficiënt (VC) of andere vlakheidsindicatoren worden berekend. VC is de in België gebruikelijke indicator voor de vlakheid:

- $VC_{0,5}$ en $VC_{2,5}$ voor fietspaden;
- VC_{10} en VC_{40} voor wegen voor voertuigverkeer.

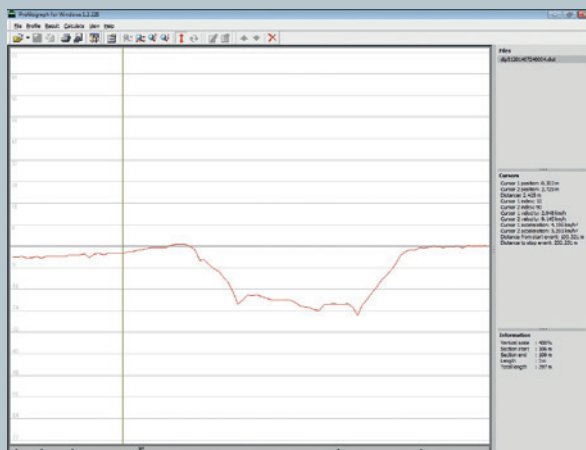
De resultaten worden in de vorm van een standaardrapport (figuur 6) weergegeven. Ook kunnen ze in Excelopmaak verder worden bewerkt.

Profile	Distance [m]	Velocity [m/s]	Acceleration	Displacement	Displacement	Rotation 1	Rotation 2	Laser 1 [mm]	Laser 1 valid	Latitude	Longitude	Height	GeoHeight	DOP	Satellites
Profile data	0.000	3.038	0.770	2.187	3.662	0.000	0.000	2.811	100.000	51.15912296	4.591676230	0.048	47.300	0.740	14
Header information	0.030	3.046	0.771	1.785	3.709	0.000	0.000	2.966	100.000	51.15912316	4.591676018	0.049	47.300	0.740	14
Event list	0.061	3.053	0.772	1.321	3.746	0.000	0.000	3.880	100.000	51.15912335	4.591675806	0.050	47.300	0.740	14
Roughness Coefficient	0.091	3.061	0.773	0.762	3.784	0.000	0.000	4.311	100.000	51.15912355	4.591675599	0.051	47.300	0.740	14
	0.121	3.064	0.770	0.185	3.819	0.000	0.000	4.940	100.000	51.15912375	4.591675381	0.052	47.300	0.740	14
	0.152	3.071	0.772	-0.353	3.853	0.000	0.000	5.138	100.000	51.15912394	4.591675170	0.053	47.300	0.740	14
	0.182	3.079	0.775	-0.783	3.886	0.000	0.000	5.419	100.000	51.15912414	4.591674957	0.054	47.300	0.740	14
	0.212	3.086	0.777	-1.055	3.914	0.000	0.000	5.613	100.000	51.15912433	4.591674746	0.055	47.300	0.740	14
	0.243	3.094	0.779	-1.249	3.942	0.000	0.000	6.259	100.000	51.15912452	4.591674535	0.056	47.300	0.740	14
	0.273	3.102	0.781	-1.332	3.964	0.000	0.000	5.737	100.000	51.15912472	4.591674324	0.057	47.300	0.740	14
	0.303	3.105	0.778	-1.312	3.983	0.000	0.000	6.077	100.000	51.15912492	4.591674112	0.058	47.300	0.740	14
	0.333	3.113	0.781	-1.223	3.998	0.000	0.000	6.033	100.000	51.15912511	4.591673902	0.059	47.300	0.740	14
	0.364	3.121	0.784	-1.030	4.018	0.000	0.000	5.394	100.000	51.15912531	4.591673690	0.060	47.300	0.740	14
	0.394	3.128	0.787	-0.764	4.040	0.000	0.000	5.357	100.000	51.15912550	4.591673477	0.061	47.300	0.740	14
	0.424	3.136	0.790	-0.493	4.064	0.000	0.000	4.495	100.000	51.15912570	4.591673265	0.062	47.300	0.740	14
	0.455	3.144	0.793	-0.230	4.085	0.000	0.000	4.782	100.000	51.15912588	4.591673054	0.063	47.300	0.740	14

Figuur 6 – Voorbeeld van standaardrapport

Gedetailleerder onderzoek

Voor gedetailleerder conditieonderzoek, bijvoorbeeld op projectniveau, kan de afstand tussen meetpunten tot enkele mm worden verkleind. Zo kunnen bijvoorbeeld ingezakte riooldeksels worden gedetecteerd (figuur 7).



Figuur 7 – De inzinking wijst op een verzakt riooldeksel

Acceptatiegrenzen

De vlakheidseisen zijn vastgelegd in de gewestelijke standaardbestekken. Voor standaardvlakheidsmetingen van fietspaden zijn $VC_{0,5}$ en $VC_{2,5}$ van toepassing.

Vlaams standaardbestek SB 250

In het Vlaamse standaardbestek is voor nieuw aangelegde fietspaden een specifieke eis vastgelegd die met de FPP kan worden gecontroleerd.

Individuele eisen voor de vlakheidscoëfficiënten bij machinale verwerking					
Kenmerk	Fietspaden	Snelheidsregime			
		> 80 km/h	> 60 km/h	> 40 km/h	≤ 40 km/h
$VC_{0,5}_{i,max}$	15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
$VC_{2,5}_{i,max}$	45	25	40	45	45
$VC_{10}_{i,max}$	n.v.t.	50	80	90	n.v.t.
$VC_{40}_{i,max}$	n.v.t.	100	160	n.v.t.	n.v.t.

Individuele eisen voor de vlakheidscoëfficiënten bij manuele verwerking					
Kenmerk	Fietspaden	Snelheidsregime			
		> 80 km/h	> 60 km/h	> 40 km/h	≤ 40 km/h
$VC_{0,5}_{i,max}$	30	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
$VC_{2,5}_{i,max}$	90	50	80	90	90
$VC_{10}_{i,max}$	n.v.t.	100	160	180	n.v.t.
$VC_{40}_{i,max}$	n.v.t.	200	320	n.v.t.	n.v.t.

VC = vlakheidscoëfficiënt

n.v.t. = niet van toepassing

Standaardbestek CCT Qualiroutes en Standaardbestek van het Brusselse Hoofdstedelijk Gewest

In deze standaardbestekken is geen specifieke eis voor gescheiden fietspaden vastgesteld.

Prestaties

Beperkingen

Meetnauwkeurigheid

Standaard worden om de 3 cm metingen opgeslagen (laser, accelerometer, gps-positie).

Voor gedetailleerder conditie-onderzoek, bijvoorbeeld op project-niveau, kan de afstand tussen meetpunten tot enkele mm worden verkleind.

Snelheid tijdens metingen

Dit meettoestel is ontwikkeld om de vlakheid van fietspaden te meten. De maximale rijsnelheid van de aanhangwagen bedraagt 30 km/h.

Omdat de maximale rijsnelheid van de aanhangwagen 30 km/h bedraagt, is het toestel niet geschikt voor vlakheidsonderzoek op auto(snel)wegen, waar hogere rijsnelheden gebruikelijk zijn.

Omdat de lasermetingen op een droog oppervlak moeten worden uitgevoerd, kunnen tijdens of vlak na regenbuien geen FPP-metingen worden verricht.

Toepassing

Wegsoort	Projectniveau	Netwerkniveau
Autosnelwegen en hoofdwegen		
Gemeente- en stedelijke wegen	✓	✓
Voetpaden	✓	✓
Fietspaden	✓	✓
Parkeervoorzieningen	✓	✓
Private wegen	✓	✓
Haventerreinen		
Vliegveldbanen		
Andere: zones met langzaam rijdende voertuigen (vorkheftrucks, enz.)	✓	✓

Complementari- teit van de meetresultaten

Net zoals voor de meeste apparatuur voor wegconditieonderzoek kan het voor de interpretatie van resultaten uit FPP-metingen of het plannen van geschikte maatregelen nuttig zijn deze aan de resultaten van andere technieken of methoden te toetsen:

- kernboringen (in kritieke weggedeelten);
- visuele inspectie.

Verwante technieken en methoden

- APL (*Analyseur de Profil en Long* – lengteprofielanalysator).
- Textuurmeting (*Mean Profile Depth* – MPD).
- Dwarsprofielmeting met meerdere lasers.
- Dwarsprofielmeting met roterende laser.

Veiligheid – Signalering

De FPP wordt voornamelijk op fietspaden ingezet. De aanhangwagen is uitgerust met de reglementaire signalering (zebrastrepen, enz.) voor mobiele bouwplaatsen van het gewest of land waar de metingen worden uitgevoerd (figuur 8).

Bij metingen op een weg met voertuigverkeer kan extra of andere aangepaste signalering vereist zijn.



Literatuur

**Vlaamse Overheid – Agentschap
Wegen en Verkeer (2019)**

Standaardbestek 250 voor de
wegenbouw [versie 4.1].

Hoofdstuk 6.

Brussel : AWV.

**Brussels Hoofdstedelijk Gewest
(2015)**

*TB 2015 : typebestek betreffende
wegeniswerken in het Brussels*

Hoofdstedelijk Gewest.

Brussel : Brussels Hoofdstedelijk
Gewest.

**Service Public de Wallonie –
Direction Générale
Opérationnelle des Routes et des
Bâtiments (2012, version 2016
consolidée)**

*CCT Qualiroutes : cahier des charges-
type. Catalogue des méthodes
d'essai. CME 53.10.*

Namur : SPW-DG01.

**Massart, T., Van Buylaere, A. &
Van Geem, C. (2014)**

*OCW schaft fietspadprofilometer
aan.*

In : OCW Mededelingen,
(2014)100. p. 7-8. Brussel : OCW.

Greenwood Engineering

LaserProf BikeLaneTrailer.

Brøndby (Denmark) :

Greenwood Engineering.

<https://www.greenwood.dk/>

[laserprofbikelanetrailer.php](https://www.greenwood.dk/laserprofbikelanetrailer.php) Laatste
geraadpleegd op 29/03/2019.

Lijst van de steekkaarten

1. **APL** – Meting van de langsvlakheid van wegen
2. **Cartografie** – Voor een heldere diagnose
3. **FPP** – Meting van de langsvlakheid van fietspaden
4. **FWD** – Meting van structurele kenmerken van wegen
5. **GPR** – Radiografie van wegconstructies
6. **SKM** – Meting van de stroefheid van wegen
7. **Qualidimsoftware** – Berekening van de restlevensduur van wegen
8. **Visuele inspectie voor het beheer van stedelijke en gemeentelijke wegennetten**
9. **Structurele prestatie-indicatoren voor wegbeheer**
10. **ViaBEL** – Software voor wegbeheer
11. **CPX** – Geluidsmetingen volgens de *Close ProXimity* (CPX)-methode
12. **Meting van de macro- en megatextuur van wegdekken met de laserprofielmeter**
13. **Waarneming van verkeer en conflicten met camera's**
14. **Verkeersanalyse met pneumatische telslangen**
15. **Geometrische controle van verhoogde inrichtingen op de openbare weg: verkeersdrempels en verkeersplateaus**
16. **Verkeersanalyse met dopplerradar**
17. **Meting van de stroefheid met de *Skid Resistance Tester* (SRT-slinger)**
18. **Meetstoel** – Instrument voor de beoordeling van het comfort van voetgangersverhardingen
19. **Fast-FWD** – Meting van structurele kenmerken van wegen