

## OCW meet de deflectie van wegen

### Draagkracht van een weg: verwachtingen van weggebruiker en beheerder

Van een weg wordt verwacht dat mensen en goederen er decennialang in een groot aantal voertuigen op een veilige en comfortabele wijze over kunnen rijden. De draagkracht van de wegopbouw moet voldoende zijn om de grote lasten van het verkeer te kunnen dragen. Daarom wordt de wegopbouw in de ontwerpfase gedimensioneerd voor het verwachte aantal voertuigen gedurende de gewenste levensduur van de weg. Voor de theoretische levensduur van een weg wordt gewoonlijk gekozen voor 20, 30 of 40 jaar. Het verkeer dat van de weg gebruik zal maken in die periode moet worden voorspeld, gewoonlijk aan de hand van recente verkeersstellingen en een aanname van de jaarlijkse aangroei van het verkeer in de volgende decennia.

Wegen verslijten en de twee belangrijkste factoren daarvoor zijn de weersomstandigheden en de verkeersbelasting. Wanneer het werkelijke verkeer overeenkomt met het in de ontwerpfase voorspelde verkeer, dan zal de wegopbouw sterk genoeg zijn om het verkeer te kunnen dragen. Toch zullen de materialen die in de wegopbouw zijn gebruikt, vermoeien onder de belasting door de voertuigen: bitumineuze verhardingen kunnen scheuren, er kan spoorvorming optreden, cementgebonden funderingen kunnen ook scheuren. De aanwezigheid van water in een wegfundering zal de draagkracht doen afnemen. Een slechte hechting tussen verschillende lagen in de wegopbouw vermindert de transitie van de verkeersbelasting naar de lagere delen van de wegopbouw en veroorzaakt versnelde veroudering van de bovenste lagen. Bij de berekeningen in de ontwerpfase wordt dan ook rekening gehouden met door de verkeersbelasting veroorzaakte vervormingen en spanningen op verschillende, kritiek geachte, dieptes in de wegopbouw, aan de boven- of onderkant van de verschillende lagen.

De belasting van de weg door een aslast veroorzaakt een kleine, tijdelijke doorbuiging van de weg. Bij deflectiemetingen wordt de doorbuiging van het

wegoppervlak gemeten, die wordt veroorzaakt door een gecontroleerde belasting van de weg. De interpretatie van de deflectiekromme geeft interessante informatie over de draagkracht van een bestaande weg.

### Traditionele meettoestellen voor deflectiemetingen

Voor de opmeting van de deflecties van een weg bestaan er een heleboel verschillende toestellen.

- De benkelmanbalk is een oude waarde onder de toestellen: een balk met een beweegbare taster wordt op de weg gelegd, een vrachtwagen rijdt langzaam achteruit naast de balk waardoor het wegoppervlak doorbuigt. De taster meet de deflectie. Dergelijke meting verloopt heel gecontroleerd, maar ook erg traag. De vrachtwagen rijdt zo traag dat de belasting haast statisch is.
- De Franse Lacroix-deflectograaf en de Britse versie ervan gebruiken kort gesteld de meettechniek van de benkelmanbalk die op een vrachtwagen is gemonteerd. Dergelijke toestellen kunnen aan 4 tot 8 km/h om de 5 à 10 m een meting uitvoeren.
- De Curviameter pakt het anders aan met drie geofoons gemonteerd op een ketting: de gecontroleerde beweging van de ketting plaatst een geofoon op een vaste plaats op het wegoppervlak, terwijl de vrachtwagen zorgt voor een voorbijrijdende belasting van de weg. De drie geofoons meten om beurten een punt op. Zo wordt de weg aan 18 km/h om de 5 m bemonsterd. De Curviameter was lange tijd het snelste meetvoertuig voor deflectiemetingen, er zijn er een tiental gebouwd en ze worden nog steeds gebruikt in Spanje, Frankrijk en Zuid-Amerika. Het nadeel van al deze technieken is dat ze de erg kleine doorbuigingen van in beton uitgevoerde wegen niet nauwkeurig genoeg kunnen opmeten.
- De valgewichtdeflectiemeter (FWD) is een meettoestel dat ook al erg lang bestaat. Het wordt tegenwoordig wereldwijd gebruikt op wegen en vliegvelden en als nieuwe referentie aanzien. Verspreid over de planeet zijn er enkele honderden in gebruik. De meting met

een FWD gebeurt bij stilstand: een vallend gewicht brengt een kracht over op de weg die een voorbijrijdend voertuig moet simuleren terwijl zeven of meer geofoons op verschillende afstanden van de plaats van impact tegelijkertijd de doorbuiging van de weg in een kort tijdsinterval opmeten.

- De *Heavy Weight Deflectometer* (HWD) is een variant die grotere krachten kan uitoefenen en op vliegvelden wordt gebruikt. De geofoons op de FWD zijn tien keer gevoeliger dan die van de Curviameter en kunnen dus op betonwegen worden ingezet. Doordat de metingen bij stilstand worden uitgevoerd, is de FWD een ideaal meettoestel om op projectniveau zeer gerichte metingen uit te voeren. Naast de evaluatie van de draagkracht, worden de FWD en de HWD ook gebruikt voor de evaluatie van krachtoverdracht aan voegen tussen twee betonplaten. Het nadeel is alweer dat het bemonsteren van één meetpunt al gauw enkele minuten in beslag neemt.
- De Fast-FWD is een moderne aanpassing van de klassieke FWD, die toelaat om twee tot drie keer sneller te werken.

### Deflectiemetingen aan de snelheid van het verkeer

Al deze meettoestellen hinderen het verkeer. Om deflectiemetingen uit te kunnen voeren met een voertuig dat meerrijdt in het verkeer moeten echter contactloze sensoren worden gebruikt. Sinds de jaren 1990 werden hiervoor lasers met variabel succes getest: zo is in de Verenigde Staten een prototype van de *Rolling Wheel Deflectometer* (RWD) operationeel. In het begin van deze eeuw werd door de Deense firma Greenwood de *Traffic Speed Deflectometer* (TSD) op de markt gebracht. De TSD maakt gebruik van een reeks Doppler lasers die de snelheid meten waarmee de weg doorbuigt onder de belasting van de vrachtwagen.

Op dit ogenblik zijn er wereldwijd 16 TSD's in gebruik genomen, onder andere in Duitsland, Italië, Polen, Denemarken en Engeland, evenals in Australië en Nieuw-Zeeland, Zuid-Afrika, de VS en China. Ze rapporteren om de 10 m

en rijden aan snelheden tot 80 km/h. De recentste versie van Doppler lasers zou moeten toelaten om kleinere deflecties te meten en te rapporteren op kortere afstanden dan om de 10 m, maar dat wordt nog onderzocht en bevindt zich in experimentele fase. Enkele jaren geleden werd door de firma Dynatest de Raptor ontwikkeld, met een ander type laser: de metingen van drie opeenvolgende lijnlasers worden op elkaar gelegd en een ingenieuze berekeningswijze levert deflecties af. De Raptor is nu overgenomen door de firma Ramböll en het is nog even afwachten of die technologie ook vaker zal worden gebruikt.

## Deflectiemetingen door OCW

### Uitrusting

OCW voert al heel lang deflectiemetingen uit: eerst met een benkelmanbalk, later met een Lacroix-deflectograaf van het lange type, die op zijn beurt in 1994 vervangen werd door de Curviameter, die in 2019 buiten dienst werd gesteld. In 2004 werd geïnvesteerd in een valgewichtdeflectiemeter (FWD) met negen gefoons. OCW heeft onlangs een *Fast Falling Weight Deflectometer* (Fast-FWD) aangekocht, ook met negen gefoons, die binnenkort de 16 jaar oude FWD zal vervangen.

De nieuwe Fast-FWD is uitgerust met een geïntegreerde GPS, waardoor de meetresultaten gemakkelijker op een

kaart kunnen worden gezet indien er geen referentiepunten (hectometerpaaltjes, huisnummers, verlichtingspalen, enz.) zijn in de omgeving. Dat doet zich voor op open ruimten zoals parkings en industrieterreinen. Een andere toepassing van de GPS is het achteraf kunnen terugvinden van een positie waar een FWD-meting is gebeurd om er een kernboring te doen.

Om de opgemeten deflecties naar behoren te kunnen interpreteren, moet de opbouw van de weg gekend zijn: de laagdiktes en de gebruikte materialen. Vaak ontbreekt dergelijke informatie voor de oudere wegen en dan is het nuttig om laagdiktes te kunnen opmeten. Door continue metingen met een grondradar (*Ground Penetrating Radar*, GPR) te combineren met enkele goed gerichte kernboringen, kan een behoorlijk beeld van de wegoopbouw worden gevormd. We zien dat gebruikers van toestellen om deflecties te meten ook gebruikmaken van de GPR. Dat geldt ook voor OCW, dat sinds 2010 heeft geïnvesteerd in een eigen GPR en zich heeft uitgerust met antennes van verschillende frequenties, geschikt voor diverse situaties en toepassingen.

### Kwaliteit van de metingen

Om kwalitatief hoogstaande meetresultaten af te kunnen leveren, is het van belang om het meettoestel volledig te beheersen, de kwaliteit van de eigen metingen regelmatig te bewaken, ervaringen uit te



wisselen met andere gebruikers van een dergelijk meettoestel en deel te nemen aan vergelijkende metingen.

Omdat de meettoestellen eerder zeldzaam zijn, zoeken gebruikers contact met elkaar over de grenzen heen. Voor kwaliteitsborging van FWD's worden campagnes met vergelijkende metingen georganiseerd in Nederland (door CROW, om de 2 jaar), in Duitsland (bij BAST, jaarlijks) en in Engeland (door TRL, om de 2 jaar). In Frankrijk organiseert STAC regelmatig vergelijkende metingen voor HWD's en FWD's die op vliegvelden meten. OCW en AWW nemen vaak deel aan de vergelijkende metingen in Nederland. OCW heeft ook al tweemaal deelgenomen aan die in Duitsland en eenmaal aan die in Frankrijk.



## Uitwisseling van ervaringen

In de Verenigde Staten wordt jaarlijks een bijeenkomst voor de gebruikers van FWD's georganiseerd. In Europa zijn er de voorbije twintig jaar ook al negen dergelijke bijeenkomsten gehouden door Europese gebruikers. Een ervan werd in 2010 door OCW georganiseerd in Sterrebeek. De webstek van de *European Users' Group* wordt gehost door OCW.

COST-actie 336, een door de EU gesteund project dat FWD-gebruikers samenbracht, publiceerde een belangrijk document dat gedetailleerde aanbevelingen geeft voor het gebruik van de FWD. Het rapport is haast prenormatief en de belangrijkste Europese referentie voor FWD-gebruikers. Ook OCW heeft mee geschreven aan dit document.

De DaRTS-groep (*Deflections at near Road Traffic Speed*) werd opgezet op initiatief van TRL en *Highways England* in 2012 en heeft tot doel om de recentste ontwikkelingen rond deflectiemetingen op de voet te kunnen volgen. De groep kwam sinds de oprichting al dertien keer bij elkaar. Het is een besloten gezelschap van onderzoekers, dienstverleners en wegbeheerders uit de hele wereld, waarvan de meesten de TSD gebruiken. De groep werd aangevuld met gebruikers van de Curviometer en met de producent van de Raptor. OCW werd al uitgenodigd vanaf de allereerste bijeenkomst van de DaRTS-groep, omwille van onze lange ervaring met de Curviometer. De DaRTS-groep komt vaak samen in de rand van conferenties of workshops, waaraan de leden vaak ook bijdragen met presentaties en papers. De interesse van de TSD-gebruikers van de DaRTS-groep in de ervaringen met de Curviometer heeft OCW ertoe aangezet om in 2015 een workshop rond de Curviometer te organiseren. Hierover werd al gerapporteerd in OCW Mededelingen 102. Onze aanwezigheid in de DaRTS-groep stelt ons in staat de recentste ontwikkelingen op het gebied van meettoestellen voor deflectiemetingen te volgen. Door onze actieve deelname aan de DaRTS-groep en de Europese *FWD Users' Group* zijn we wereldwijd gekend en een geprivilegieerde gesprekspartner.

Door FeHRL werd de werkgroep *Bearing Capacity at Traffic Speed* (BeCaTS) opgestart die zal werken rond standaarddocumenten over het gebruik van toestellen zoals de TSD en de Raptor en de

interpretatie van hun meetresultaten. Een dergelijk initiatief werd ook gestart in de VS met het NCHRP-project 10-105 *Verification of Traffic Speed Deflection Devices' (TSDs) Measurements*, voornamelijk bedoeld voor TSD en RWD. Tijdens de recentste vergadering van de DaRTS-groep vond een kruisbestuiving plaats. Er bestaat ook een gebruikersgroep van de TSD, die ervaringen uitwisselt die rechtstreeks verband houden met dat specifieke meettoestel.

## Diensten aan de sector

Jaarlijks wordt door wegbeheerders een beroep gedaan op OCW voor het beoordelen van de draagkracht van wegen. De toepassingen zijn divers van aard: wegsecties in industrieterreinen, beheerd door gemeenten, intercommunales of *Brussels Airport Company*, wegen rond de gebouwen van een distributiebedrijf, metingen aan de nieuwe WIM-installaties van SPW, op de kaaien van een containerterminal. In het verleden deed SPW ook beroep op OCW voor metingen ter voorbereiding van het opstellen van een bestek voor specifieke projecten.

Ook voor een PPS-project werd OCW gevraagd om deflectiemetingen en de interpretatie ervan uit te voeren, om de *as built* toestand te kunnen rapporteren aan AWW. Net na de aanleg van een nieuwe wegomgeving is het interessant om een eerste meting uit te voeren die data oplevert over de initiële staat van de weg. Latere metingen, wanneer de wegomgeving vermoeid is geraakt, kunnen dan met de oorspronkelijke staat worden vergeleken.

Op projectniveau kunnen deflectiemetingen een aanwijzing geven voor lokale zwakten in de wegomgeving van een bestaande weg. Zo kan de wegbeheerder gericht overgaan tot versterking van de fundering waar nodig. Of dergelijke interpretaties mogelijk zijn, hangt sterk af van de aard van de wegomgeving en vereist expertise.

In het verleden hebben we toekomstige gebruikers van de FWD opgeleid en studenten bijgestaan met informatie en documentatie. De FWD werd ook ingezet bij enkele gesubsidieerde onderzoeksprojecten. De Fast-FWD zal ook in de toekomst voor onderzoeksdoeleinden worden ingezet.

Net als zijn voorganger zal de Fast-FWD worden ingezet op projectniveau, om wegbeheerders in staat te stellen de resterende draagkracht van de bestaande wegomgeving te beoordelen. Op kleine, door veel zwaar vervoer bereiden wegnetten, zoals industrieterreinen, kan de Fast-FWD in combinatie met de grondradar worden ingezet om snel het hele wegennet te beoordelen en prioriteiten vast te stellen voor de verbetering van de draagkracht. In het verleden hebben we de FWD ook ingezet voor de beoordeling van lastoverdracht aan voegen van wegen in betonplaten. Die eigenschap van betonplaten is niet te verwarren met het opwippen van betonplaten, dat opgemeten kan worden met de Faultimeter. Onderzoek door OCW toonde eerder al een conformiteit tussen beide metingen aan, maar geen een-op-eenrelatie: lastoverdracht en opwippen zijn twee verschillende fenomenen.

OCW is steeds beschikbaar om met de Fast-FWD metingen uit te voeren in opdracht van aannemers, wegbeheerders of andere partijen in het kader van een PPS-contract.

### Contactpersoon voor het bestellen van metingen

Tim Massart  
010 23 65 43  
[t.massart@brrc.be](mailto:t.massart@brrc.be)



### Meer informatie over de Fast-FWD en andere meettoestellen voor deflectiemetingen

Carl Van Geem  
010 23 65 22  
[c.vangeem@brrc.be](mailto:c.vangeem@brrc.be)

