

Incardata inzetten voor wegdekmonitoring

Cecile Giezen (GPO), Jan Kramer (PPO), Rutger Krans (GPO), Koen Steenbakkens (ZN)

Rijkswaterstaat

Inleiding

Het Nederlandse wegennet dient veilig te zijn voor weggebruikers. Wegdekschaden zoals langsonvlakheid, dwarsonvlakheid, onvoldoende stroefheid, scheuren en rafeling ontwikkelen zich over het algemeen gestaag in de tijd. Om te voorkomen dat er onveilige situaties ontstaan ten gevolge van wegdekschaden en om kosten van herstel te beperken met levensduurverlengend onderhoud inspecteren wegbeheerders de conditie van het wegdek. De inspecties zijn invoer voor de programmering van wegonderhoud. Ze worden met meetvoertuigen of visueel uitgevoerd, al dan niet met camerabeelden, in het algemeen jaarlijks of tweejaarlijks en voor een belangrijk deel van het wegennet. Er zijn ook delen van het wegennet die hier niet systematisch in meegenomen worden.

Daarnaast zijn er schades die plotseling of veel sneller dan het inspectie-interval ontstaan. Controle hierop worden momenteel vooral uitgevoerd na meldingen van weggebruikers of weginspecteurs/onderhoudsaannemers. Schaden als gaten, bijvoorbeeld door vorst-dooicycli, verzakkingen in de weg en falende voegovergangen op kunstwerken vormen verkeersveiligheidsrisico's. Om de veiligheid van de wegen te bevorderen moet er meteen actie worden ondernomen om deze gevaarlijke situaties te voorkomen. Falen van voegovergangen is een proces dat men enige weken van tevoren kan zien aankomen, als men er op let. Bij een inspectiefrequentie van één jaar zijn deze aankomende schaden vaak moeilijk vooraf te herkennen en te voorspellen.

Ook kan de stroefheid van wegoppervlakken in de maanden na aanleg of na reparatie te gering worden. De stroefheid wordt wel na aanleg gemeten, maar daarna pas in de jaarlijkse meetcyclus. Gevolg is dat zulke stroefheidsproblemen soms door ongelukken aan het licht komen, en dat is te laat.

Gegevens uit voertuigen kunnen helpen om deze veranderingen in wegdekcondities eerder te detecteren. Uit voertuiggegevens is een voortdurende stroom van informatie te genereren, waarmee bekende zwakke punten bewaakt kunnen worden én onbekende zwakke punten in beeld kunnen komen. Daarbij kunnen ook punten gemonitord worden die niet in het reguliere monitoringsprogramma zitten, zoals weefvakken, toe- en afritten, verkeerspleinen en een deel van het onderliggende wegennet. Verder wordt de stroefheid gemeten die de voertuigen daadwerkelijk ervaren, bijvoorbeeld ook als ze buiten de rijsporen rijden. Dat zal een meetvoertuig in principe niet waarnemen. Voertuiginformatie biedt dus een grotere dekkingsgraad en levert veel frequenter informatie over de wegdektoestand.

Er zijn echter ook beperkingen aan het gebruik van voertuigdata. De standaardnauwkeurigheid van GPS is ca. 6 meter en daardoor is onderscheid naar rijstrook meestal niet mogelijk als alleen GPS voor plaatsbepaling wordt gebruikt. Het inzetten van camera's die voertuigen gebruiken om de positie op de weg te detecteren zou hier betere informatie voor kunnen opleveren. Verder heeft de voertuiginformatie niet de kwaliteit van de speciaal hiervoor ontwikkelde meetvoertuigen en sluit de continue stroom van gegevens uit vele voertuigen van diverse typen nog niet aan op de standaardinvoer en het proces voor onderhoudsprogrammering.

Met het initiatief Road Monitor (ROMO) is middels enkele pilots met Beijer Automotive en Nira Dynamics de stap gezet om de meerwaarde en potentie van voertuiginformatie voor wegbeheerders verder te gaan ontdekken. Met diverse wegbeheerders en leveranciers van voertuigdata is gesproken over de waarde die voertuigdata hebben en welke stappen en informatie nodig zijn om voertuiginformatie structureel te gebruiken voor assetmanagement, winter(gladheids)management en verkeersveiligheid.

Op basis van de leerervaringen uit de pilots én van de marktoriëntatie zijn we in staat geweest functioneel te beschrijven welke detailinformatie uit voertuigen (gecategoriseerd naar kwaliteitsklassen) we willen én kunnen verkrijgen uit een dagelijks rijdende vloot voertuigen en zijn de specificaties voor de ROMO marktuitvraag gedefinieerd. Gezien het feit dat de pilotresultaten hebben geleid tot enthousiasme bij enkele wegbeheerders heeft ROMO een Europese Aanbesteding uitgevoerd voor inkoop en ontwikkeling van deze voertuiginformatie voor geheel Nederland.

In dit artikel zetten we de bevindingen van de pilots en de marktoriëntatie uiteen en geven we een inkijk in welke ontwikkelingen we de komende twee jaar willen doormaken.

Voertuiginformatie

Moderne auto's produceren tijdens het rijden een schat aan gegevens die door sensoren in auto's wordt gedetecteerd. Een moderne auto bevat momenteel veelal 60 tot 100 sensoren. Voorbeelden zijn regensensoren, sensoren die de positie van de stuurhoek meten, sensoren die signalen geven als bijvoorbeeld de brandstoftank bijna leeg is en ABS-sensoren die voortdurend meten of en hoe snel een wiel draait. Sensoren die relevant zijn voor assetmanagement zijn bijvoorbeeld ABS-sensoren in de wielen, tractiecontrolesensoren, stuuruitslagsensoren, regensensoren, temperatuursensoren, zonneintensiteitssensoren en plaatsbepalingssensoren, zoals GPS en camera's, eventueel in relatie tot beschikbare navigatiekaarten. Het goed in beeld krijgen van de relatie tussen sensordata en assetmanagement en van welke data door elk type sensor worden gegenereerd vraagt om een gestructureerde aanpak. Al die ruwe data moeten immers nog worden verwerkt en worden gevalideerd. Met ROMO proberen we zicht te krijgen op de vraag welke ruwe sensordata zinvolle en betrouwbare, accurate informatie over het wegdekoppervlak kunnen opleveren.

Voertuiginformatie in relatie tot maatgevende schades

Wegbeheerders zijn geïnteresseerd in informatie die gebruikt kan worden voor assetmanagement, zoals ontwikkeling van de langsonvlakheid oftewel IRI-waarden (international roughness index), spatten en zonken en actuele waarschuwingen voor plotseling optredende schades, zoals winterschades, sterk steenverlies, deformaties en stroefheidsproblemen. Samen met een aantal partijen zijn vanaf 2020 verzamelde gegevens van circa 50.000 voertuigen in Nederland omgezet naar informatie over de conditie van het wegdek. Daarbij is gekeken of data die de voertuigen registreren zijn te vergelijken met data vanuit inspectiegegevens. De focus heeft gelegen op stroefheid en langsonvlakheid (IRI-waarde).

Dit heeft geleid tot een aantal dashboards waarin informatie over de stroefheid en langsonvlakheid van het wegdek zichtbaar is. De dashboards geven op een wegenkaart per 25-metervak de mate van de schade aan, middels een stip met kleurcodering. Via elke stip op de kaart kunnen grafieken worden ontsloten die informatie geven over de ontwikkeling van de schade per tijdseenheid (bijvoorbeeld per week).

Langsonvlakheid

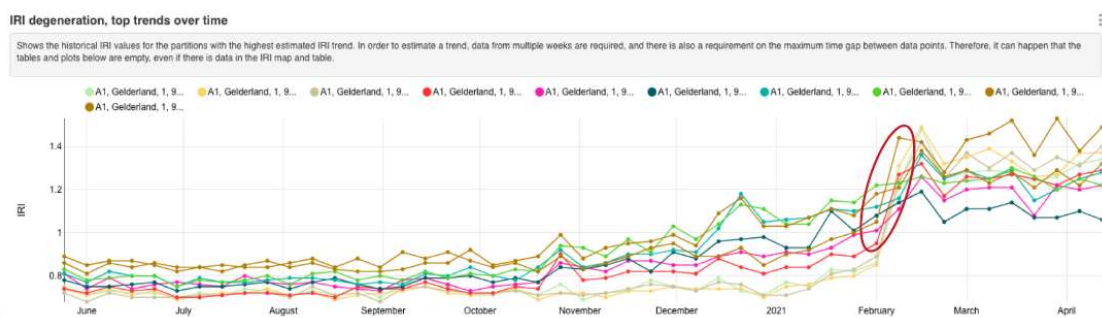
Voor de bepaling van de IRI-waarde zijn een aantal interessante casus bekeken. Jaarlijks laat Rijkswaterstaat onderhoudsinspecties met meetvoertuigen uitvoeren, waarbij de hoogteprofielen op de hoofdrijbanen worden bepaald. Hieruit worden IRI-waarden bepaald, als lineaire gemiddelden over 10 en 100 meter. Voertuigdata kunnen ook hoogteprofielen genereren, door snelheidsverschillen tussen de wielen met ABS-sensoren te registreren.

Gecombineerd met plaatsbepaling uit onder andere GPS-sensoren is het mogelijk om een gemiddelde langsonvlakheid te bepalen uit voertuigdata, minimaal over de onnauwkeurigheid van de plaatsbepaling. Bij eenvoudige GPS-sensoren is dat ongeveer zes meter. Uit deze actuele IRI-waarden kunnen de ernst en de ontwikkeling van lokale langsonvlakheden, bijvoorbeeld overgangsconstructies of plaatselijke verzakkingen/zettingen, inzichtelijk worden gemaakt. Ontwikkeling van langsonvlakheidsschades komen nu vaak alleen aan het licht door meldingen van weggebruikers of uit een nadere inspectie.

Een andere categorie van langsonvlakheid bestaat uit korte hobbels (verkeersdrempels, voegovergangen, spoorwegovergangen e.d.). Dit type langsonvlakheid geeft een snelle sterke uitwijking, meestal over maximaal een halve meter lengte. Uitmiddelen van de langsonvlakheid over zes of meer meter zorgt voor veel ruis, waardoor het signaal al snel in ruis verdrinkt. Daarom zijn algoritmen om korte hobbels te herkennen en te analyseren op basis van hoogte en helling van de hobbel in ontwikkeling. Binnen de GPS-resolutie ligt in het algemeen maar één zo'n hobbel of hobbelpatroon, zodat het signaal wel over dezelfde hobbel moet gaan en een korte felle hobbel niet meer verdrinkt in de ruis van het aangrenzende hoogteprofiel. Deze algoritmen zijn in Nederland nog niet in gebruik.

Onze inzet is om uit frequent verzamelde meetdata de ontwikkeling van schades zichtbaar te maken. Op basis van deze trends kan onderhoud beter worden geprioriteerd. De huidige inspectiemeetwagens meten zoals gezegd niet het gehele areaal; weefvakken, toe- en afritten, verkeerspleinen, verzorgingsplaatsen en een deel van het onderliggende wegennet (minder gebruikte verbindingen, zijstraten e.d. maar ook het totale wegenareaal van sommige wegbeheerders) worden overgeslagen. Met incardata kan daar aanvullende informatie voor assetmanagement gegenereerd worden.

In figuur 1 zie je een voorbeeld van een visuele weergave van een casus waarbij de IRI-waarde is bepaald vanuit voertuigdata.





Figuur 1: Een voorbeeld van informatie die in de dashboard gepresenteerd kan worden. In deze figuur is gemiddelde IRI-waarde per 6 m gemeten door voertuigen gepresenteerd. Per punt (onderste plaatje) is een grafiek geregenereerd van de gemiddelde IRI-waarde in het afgelopen jaar (bovenste plaatje) [1].

Stroefheid

Voor stroefheid is ook een aantal casus bekeken.

Om veilig over een weg te rijden moet het wegdek voldoende stroef zijn. Dit is nodig om de horizontale krachten op te vangen die bij voertuigbewegingen optreden in het contactvlak tussen band en wegdek, zoals bij optrekken, remmen en sturen. Daarvoor is wrijving nodig in het contactvlak tussen band en wegdek.

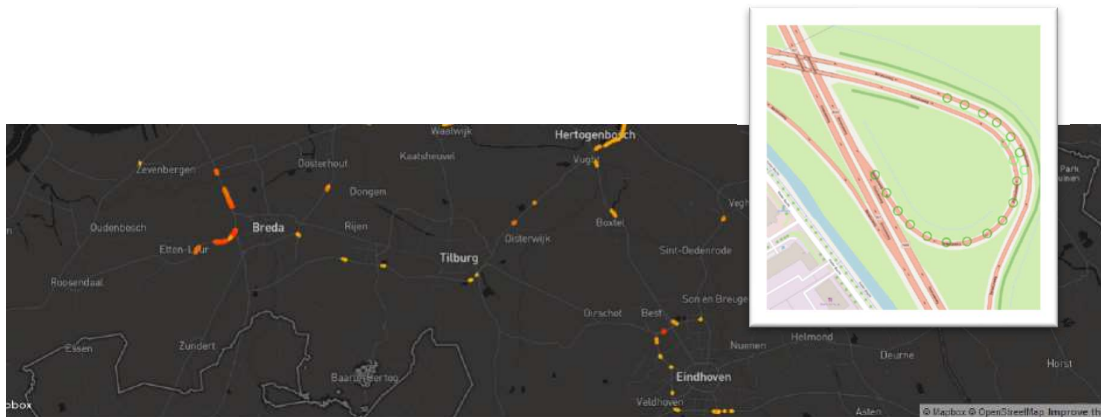
Stroefheid kan gemeten worden op een nat wegdek (t.b.v. de meting wordt water op de weg gespoten). Dat noemen we 'natte stroefheid'. Natte stroefheid wordt gemeten via een meetwagen (de SideWayForce-methode, SWF)ⁱⁱ. Stroefheid kan ook gemeten worden op een droog wegdek en dat noemen we 'droge stroefheid'. Bij deze methode maakt een middenklasse auto met blokkerende banden (ABS dus uitgeschakeld) een serie remmingen. Een wegafzetting is noodzakelijk om deze methode uit te voeren.

In de huidige inspectiemethodiek van Rijkswaterstaat wordt de stroefheid van de rechterrijstrook jaarlijks gemeten. De stroefheid wordt middels SWF bepaald in het rijspoor en vervolgens uitgemiddeld over 100 m. Bij lagere overheden wordt stroefheid niet of nauwelijks systematisch gemeten, alleen in situaties waar ernstige problemen zich voordoen.

Stroefheidsbepaling met incardata maakt het mogelijk om informatie te leveren over alle rijstroken en zelfs buiten de rijsporen, gedurende het hele jaar. Daarmee is het mogelijk om ook de effecten van seizoensveranderingen op stroefheid in kaart te brengen.

Stroefheid is wel een complexe parameter. De kwaliteit van de te valideren informatie van stroefheid uit voertuigdata is sterk afhankelijk van vele factoren, zoals type banden, bandenspanning, wegdektemperatuur, wegdekconditie (nat of droog), dikte van de waterfilm tussen band en wegdek, neerslaghistorie, snelheid en het type wegdek (de geometrie van de steentjes, het type mineraal aggregaat enzovoorts). Een deel van de parameters heeft betrekking op eigenschappen van het voertuig en een ander deel op het wegdek met de bijbehorende weersomstandigheden. Al deze parameters moeten worden meegenomen in het bepalen van de stroefheid. Bij een verkenning van de voertuigdata bleek dat het alleen mogelijk was om een parameter vanuit de voertuigen te genereren die een relatie heeft met stroefheid als er voldoende snelheidsverschil tussen aangedreven en niet-aangedreven wielen was. Dit gebeurt wanneer een auto veel vermogen inzet, bijvoorbeeld bij hard rijden, bij accelereren en bij remmen. En dan moet het ook nog stevig regenen om een voldoende dikke waterfilm te hebben. Dat beperkte bij de

verkenning de toepasbaarheid; met name op wegvakken waar met constante subontwerpsnelheid gereden wordt was het lastig om stroefheidswaarden te bepalen.



Figuur 2: Een voorbeeld van informatie die in een dashboard kan worden gepresenteerd; een door voertuigen gedetecteerde verminderde stroefheidswaarde bij een nat wegdek. Elke punt betreft een verminderde stroefheid per 6 m bij een nat wegdek [2].

Ontwikkelingen en uitdagingen

ROMO heeft een Europese Aanbesteding uitgevoerd voor inkoop en ontwikkeling van deze voertuiginformatie voor geheel Nederland.

De essentie van de inkoop is om de komende 2 jaar relevante informatie in te winnen en te destilleren uit beschikbare voertuigdata en die te valideren met metingen van de werkelijkheid buitenom de betrouwbaarheid, accuraatheid, nauwkeurigheid is van voertuiginformatie te achterhalen. Na het verzamelen van informatie en de bijbehorende fysieke gegevens moeten we leren de informatie/data te begrijpen en interpreteren. De uitkomsten hiervan zullen antwoord moeten geven welke informatie wegbeheerders helpt voor het snel detecteren van “plotseling” ontstane wegdekshades/stroefheidsproblemen (overschrijding/onderschrijding van een gestelde referentiewaarde) en het “kunnen lezen” van een geleidelijke degeneratie tussen de vaste jaarlijkse metingen in en op plaatsen waar deze niet plaatsvindt.

Indien er sprake is van één of beide beschreven situaties zal er een ontwikkeling moeten plaatsvinden om deze informatie een plek te geven binnen de operationele processen van Beheer en Onderhoud en van Assetmanagement.

Data en privacy

Gezien de gevoeligheid over het (onbewust) delen van data en de privacy dienen hieraan harde eisen te worden gesteld. In de Europese aanbesteding is opgenomen dat er geen persoonsgegevens worden ontvangen. Onze interesse gaat alleen uit naar de schade aan de weg en de locatie. Het is niet van belang wie de schade gedetecteerd heeft. Daarom is geëist dat de aanbieder enkel data verzamelt van gebruikers die toestemming voor het delen van deze informatie hebben gegeven én daarom worden de gegevens gebundeld geleverd, zodat de gegevens door de wegbeheerders niet te herleiden zijn tot één melding.

Technische uitdagingen

Het is een grote uitdaging om betrouwbare en nauwkeurige informatie uit voertuigdata af te leiden, om inzicht te verschaffen in de conditie van wegen. Om tot betrouwbare informatie te komen moeten vele variabelen worden meegenomen. Hierbij valt te denken aan:

- allerlei variabelen die van invloed zijn op de stroefheidbepaling (type banden, type voertuig, type deklaag etc.);
- het signaleren van korte hobbels;
- het bepalen van de bereden rijstrook; het vergelijken van wat verschillende typen voertuigen registeren (bv. afstand tussen de wielassen);
- het vaststellen van de omgevingsomstandigheden;
- het verwerken van data (bv. de minimale hoeveelheid voertuigen om tot betrouwbare informatie te komen) en
- de regelmaat waarop een voertuig een stuk weg passeert (bv. tien metingen van eenzelfde auto of totdat er data vanuit acht auto's binnengekomen zijn).

De vraag is wanneer met een meting ook daadwerkelijk een betrouwbare én nauwkeurige uitspraak kan worden gedaan over de conditie van het wegdek. Hoe meer 'contextinformatie' meegeleverd kan worden door de marktpartijen, hoe betrouwbaarder een uitspraak kan zijn. Momenteel wordt nog uitgewerkt hoe validatie in het project RoMo zal worden opgepakt en een betrouwbaarheidsindicatie zal worden geleverd. Hierbij is een rol te voorzien voor de marktpartij, en voor wegbeheerder of onderhoudsaannemer vanuit inspectiegegevens.

Discussie

De proeven zijn in 2020 tot 2021 gedaan met NIRA die gebruikmaakt van uiteenlopende automerken en -modellen van het bedrijf Volkswagen AG. In 2022 en 2023 werken we samen met Mercedes-Benz AG, die automodellen van hun bedrijf inzet; geen vrachtwagens (die vallen sinds een jaar in een apart bedrijf: Daimler Truck AG).

Er zijn inmiddels vele voertuigfabrikanten die op basis van incardata van hun voertuigen informatie kunnen leveren over o.a. de wegtoestand. De uitdaging zal zijn om standaarden op te stellen waarmee we niet afhankelijk worden van een enkele fabrikant voor deze informatie, en vendor lock-in te voorkomen. Aanpassingen in digitale meettechnieken bij de autofabrikanten zullen kunnen leiden tot steeds betere informatie; met de standaarden dienen we te borgen dat de informatie vergelijkbaar blijft. Onderdeel hierbij is periodieke ijking van de informatie uit incardata aan gegevens die we met meetvoertuigen hebben verkregen. We hebben inmiddels ervaring met zulke ijkingen in ons project.

ⁱ Zie voor een recent beeld <https://www.utmel.com/blog/categories/sensors/what-sensors-does-a-car-engine-have>

ⁱⁱ Zie <https://www.crow.nl/thema-s/wegbeheer-en-wegonderhoud/inspecties-en-metingen/metingen-droge-remvertragingen> over natte en droge remvertragingen

[1] Nira Dynamics, IRI Alerts – investigation of user case – presentation NIRA 29-04-2021

[2] Nira Dynamics, RWS road examples of Slippery when wet – a first analysis from NIRA perspective of slippery-when-wet reads reported by RW – presentation NIRA 07-04-2021