

“Opportunistische sensormetingen voor de efficiënte monitoring van wegverhardingen en fietspaden”

Situering van het project

Vlaanderen beschikt over het dichtste wegennet van Europa. Veelal wordt onderhoud ad hoc of volgens een budgettaire planning uitgevoerd. Om het **duurzaam wegbeheer** voor de komende decennia te kunnen onderbouwen, zijn data nodig gecombineerd met een werkmethode die snel en accuraat de toestand van de wegen registreert en bijstelt. Het snel detecteren van schade leidt tot een herstelling in een vroegtijdig stadium en voorkomt deels dure structurele herstellingen. De huidige zogenaamde pavement management systemen (PMS) zijn gebaseerd op periodieke en dure metingen op enkele plaatsen van de weg. Meer data kunnen op een snellere manier verkregen worden door sensoren die op de voertuigen, die voor andere redenen dan het meten van de wegkwaliteit rondrijden, geplaatst worden. Hierdoor is een quasi permanente monitoring mogelijk. De sensoren mogen hiervoor echter niet te duur zijn. Er zijn verschillende sensoren op de markt (camera's¹, lidar sensoren²) die elk hun beperking en toepassing hebben, maar gecombineerd hebben zij een **potentieel voor een overkoepelend verwerkingssysteem**. Mits de nodige voorspellende algoritmes kan de wegbeheerder sneller schade detecteren en (laten) herstellen.

Dit heeft een economische en maatschappelijke meerwaarde. In recente projecten zoals City of Things Wegdekkwaliteitsinspectie³ en het icon-project Mobisense⁴, blijken de technologie en dataverwerking van deze sensoren beloftevol. Een **relevante meerwaarde** bij een werkbaar systeem is weggelegd voor de innovatieve aannemer in het kader van DFMB bestekken: het monitoren van een verharding geeft de mogelijkheid tot hogere garantieperiode en/of kostenreductie bij raamovereenkomsten. De sensoren zijn ter beschikking, de wegbeheerders zien de meerwaarde, maar de validering van de technologie en de samenstelling van verschillende sensoren in één globaal systeem ontbreekt. Hierdoor blijft de doorbraak uit. Gezien de toenemende vraag naar een snellere interventie vanuit alle actoren van de verhardingssector, **acht de sector het noodzakelijk om deze innovatieve stap af toetsen voor de Vlaamse wegebouw** via een TETRA-project.

Projectdoel en aanpak

In dit project **demonstreren** we aan de hand van **case studies** hoe *low-cost* sensoren (GPS-, geluid- en trillingsensoren en camera's) opportunistisch aangebracht in voertuigen die dagelijks op de weg zijn, kunnen ingezet worden voor de monitoring van wegverhardingen en fietspaden, met een combinatie van *machine learning* en *Internet of Things* (IoT) voor data mining en verwerking. Hierdoor wordt de staat van de weg gemonitord en kunnen de data verder gebruikt worden voor **beslissingsindicatoren in een PMS**.

Gedefinieerde, reële trajecten worden gemonitord met een selectie van sensoren op voertuigen. Hieruit worden vervolgens de schadefenomenen gedetecteerd en gecatalogeerd. Met deze innovatieve technologie kunnen de akoestische kwaliteit, het optreden van schadefenomenen en analyse van comfort/veiligheid voor de weggebruiker **continu** en voor een beperkt gebied of **volledig** wegennetwerk opgevolgd worden. Eenvoudige **tools** zullen ontwikkeld worden voor de integratie van de opgemeten *big data*, toepasbaar in een PMS. Samen met de industrie en de potentiële gebruikers willen we deze technologische verder ontwikkelingen tot marktklare producten.

We need you!

¹ <https://www.arcadis.com/nl/nederland/wat-we-doen/projecten/europa/nederland/automatische-detectie-van-schade-aan-wegen-en-assets/>

² <https://xenomatix.com/lidar/xenotrack/>

³ https://www.interleuven.be/index.php?option=com_content&view=article&id=414:automatische-wegdekkwaliteitsinspectie-lubbeek&catid=66&Itemid=300

⁴ [imec.icon project - MobiSense | imec \(imec-int.com\)](https://imec.icon-project-mobisense.com/)

Voordelen van de gebruikte sensortechnologieën die wij zullen demonstreren

- Low-cost: data worden doorlopend verzameld **zonder inzet van personeel** en met sensoren die beschikbaar zijn op de consumentenmarkt, wat de kostprijs drastisch verlaagt.
- Verruiming van data hoeveelheid: er wordt veel **meer bruikbare informatie** verzameld dan met de klassieke meetvoertuigen die vooral gebruikt worden om (tweejaarlijks) enkel de hoofdwegen te monitoren.
- Verruiming van data type: het is mogelijk zowel de **vlakheid**, de **akoestische kwaliteit** en de **slijtage** van een wegennetwerk te monitoren, zoals bewezen in (inter)nationale onderzoeksprojecten zoals RoadRoid & MobiSense.
- Maatschappelijke relevantie: detectie van wegdekschade of onveilige situaties in een **vroeg stadium** na vorst en dooi. Hierdoor kunnen lokale herstellingen optimaal en sneller ingepland worden, wat leidt tot een betere verkeersveiligheid, lagere onderhoudskosten en een duurzaam verhardingsbeheer.

Enkele case studies die in het project gerealiseerd worden:

- Detectie van rafeling, scholvorming (kippennesten), uit te testen: scheurvorming en spoorvorming (validatie met visuele inspecties en/of ARAN).
- Meting en validatie van vlakheid- en rolgeluidsgeluidsemissie (validatie met laser triangulatie en CPX).
- Detectie van verzakkingen van putdeksels of boordelementen (visuele validatie).
- Comfort en veiligheid van tramsporen of boordelementen bij fietspaden en wegovergangen (visuele validatie).
- Detectie van problemen met voegen bij platenbeton (validatie met visuele inspectie en laserprofilometer)
- Integratie van de bekomen data in een eenvoudig PMS.
- ... (suggesties voor andere user cases aangeleverd door de partners zijn welkom)

Project kenmerken

- VLAIO TETRA-project (<https://www.vlaio.be/nl/andere-doelgroepen/tetra>):
TETRA-projecten hebben tot doel om recent beschikbare kennis te vertalen in concrete, nuttige informatie zodat de doelgroep sneller en efficiënter kan innoveren.
Dit kan gaan om nieuwe technologie, recent afgewerkt onderzoek of bestaande kennis uit een ander domein of andere sector.
De doelgroep voor de projectresultaten zijn Vlaamse ondernemingen en/of non-profitorganisaties. De projecten hebben minstens een economische finaliteit (te vertalen in competitiviteit, tewerkstelling en investeringen bij ondernemingen in Vlaanderen). Daarnaast kan men via het project een maatschappelijke uitdaging aanpakken.
- Projectduur: 2 jaar.
- Indiedatum: 9 februari 2021
- Startdatum van het project bij goedkeuring steun door VLAIO: 1 november 2021

Naar welke bedrijven richten we ons?

Het TETRA-project wordt uitgevoerd door de **Universiteit Antwerpen** en **Universiteit Gent** in samenwerking met het **Opzoekingscentrum voor de wegenbouw (OCW)**.

Wij richten ons naar u als relevante partner om deel uit te maken van de **begeleidingscommissie** van het project. Deze begeleidingscommissie bestaat uit minstens 15 ondernemingen uit volgende sectoren:

- Wegverhardingsbeheerders (bijv. gewesten, steden, gemeenten, havenbedrijven, uitbaters van luchthavens);
- Wegenbouwaannemers;
- Studiebureau's;
- Producenten en verdelers van sensoren, camera's en IoT-gebaseerde applicaties.

Wij bieden u als lid van de begeleidingscommissie ...

- Eerste-hand-inzicht en -ervaring in de mogelijkheden van deze nieuwe technologieën en advies bij het gebruik ervan in uw activiteiten: zelfs een “kleine” onderneming en wegverhardingsbeheerder heeft voordeel van “big data”.
- Als eerste toegang tot een nieuwe open-source beeldbank met hierin geannoteerde beelden van verschillende (Vlaamse) wegdektypes en schadefenomenen.
- Toegang tot proefvakken voor de validatie en benchmarking van de kandidaatsensoren.
- Gratis gebruik van de open-source softwaretools die ontwikkeld worden in het project (voor het interpreteren van de data en integratie in een eenvoudig PMS).
- Netwerking mogelijkheden om te interageren met de andere bedrijven in de gebruikersgroep.

Wij vragen u als lid van de begeleidingscommissie ...

- Medewerking aan de sturing van het project door het bijwonen van vergaderingen, logistieke hulp en interactieve samenwerking. Er zijn verschillende momenten voorzien met ‘the partner has the floor’ waarbij je je ervaringen kan delen en bespreken met de sector, potentiële gebruikers,...
- Het project wordt voor 92,5% gefinancierd door VLAIO. Alle leden van de begeleidingscommissie dienen samen 7,5% financiering te voorzien. Dat kan een beperkte financiële bijdrage zijn of in natura, bijvoorbeeld wanneer u materieel/materiaal ter beschikking stelt (voor dit project: gemiddeld 2500 EUR per lid voor 2 jaar, inclusief deelname aan disseminatieactiviteiten).

Contactgegevens betrokken partners

Wim Van den bergh projectleider	UAntwerpen (EMIB)	wim.vandenbergh@uantwerpen.be 0486 79 86 86
Cedric Vuye	UAntwerpen (EMIB)	cedric.vuye@uantwerpen.be 0495 44 07 07
Steve Vanlanduit	UAntwerpen (OP3MECH)	steve.vanlanduit@uantwerpen.be
Peter Hellinckx	UAntwerpen (IDLab)	peter.hellinckx@uantwerpen.be
Dick Botteldooren	UGent (WAVES)	dick.botteldooren@ugent.be
Paul Devos	UGent (WAVES)	p.devos@ugent.be
Luc Goubert	OCW	l.goubert@brrc.be

Interesse? Contacteer ons via bovenstaande gegevens en volg de infosessie op woensdag 13 januari 2021 van 14-16u via Microsoft Teams. Na aanmelding via email wordt u de link bezorgd.

Werkplan en team (inclusief interactie met de doelgroep)

Het onderzoek wordt uitgevoerd door drie onderzoekspartners.

Voor de Universiteit Antwerpen, zal de onderzoeksgroep EMIB (prof. dr. Ing. Wim Van den bergh & prof. dr. Ing. Cedric Vuye) hun wegebouwexpertise inbrengen en de leiding nemen van het project. EMIB heeft ervaring met onderzoek naar schademechanismen en gerelateerde oorzaken. De onderzoekstopics situeren zich in duurzame wegenstructuren, optimaliseren van verhardingen naar lagere milieuimpact, akoestische metingen van verhardingen en onderzoek naar de indicatoren van PMS. EMIB wordt bijgestaan door de onderzoeksgroepen OP3MECH (prof. dr. Steve Vanlanduit) en IDLab (prof. dr. Peter Hellinckx), respectievelijk experts in camera gebaseerde inspectie en distributed artificial intelligence en smart cities.

Vanuit UGent wordt dit onderzoek uitgevoerd door WAVES (prof. dr. ir. Dick Botteldooren en prof. dr. ir. Paul Devos). Deze onderzoeksgroep heeft een jarenlange ervaring op het vlak van doorgedreven analyse van geluid- en trillingen en het verwerken van gegevens van (mobiele) sensornetwerken tot bruikbare informatie. Deze expertise wordt sinds een viertal jaar ingezet voor de extractie van informatie over de kwaliteit van het wegdek uit opportunistische geluids- en trillingsmetingen.

Vanuit de partner OCW, onderzoeksgroep SMN (Surface characteristics, Markings and Noise), neemt dr. Luc Goubert de taak op zich om de nodige referentiemetingen met betrekking tot de meting van oppervlakkenmerken en de disseminatie te verzekeren. Dit gebeurt in nauwe samenwerking met dr. Carl Vangeem en ir. Tim Massart van de onderzoeksgroep RMM (Condition Surveying and Maintenance Management). Gezien de unieke positie van OCW in de Belgische wegebouwsector, is hiermee een uitgebreide kennisverspreiding gegarandeerd.

Het onderzoeksteam wordt ondersteund door studenten (masterproeven, projecten, doctoraatsonderzoek) en in het bijzonder de actieve participatie van de leden van de begeleidingscommissie. Er zijn aparte overlegmomenten voorzien voor de werkpakketten 2-4 (bevraging en reflectie; uitwerking van de use cases) en samenkomsten met de volledige begeleidingscommissie (6-maandelijks).

Het project is opgebouwd uit vijf werkpakketten :

- Werkpakket 1: Inventarisatie van de beschikbare sensoren, geïntegreerde systemen en referentiemateriaal
- Werkpakket 2: Opstellen van een open source beeldbank met typisch Vlaamse wegdekken en schadefenomenen
- Werkpakket 3: Benchmarking van verschillende commercieel beschikbare sensoren
- Werkpakket 4: Optimalisatie van de data output, hybride systemen & koppeling met een eenvoudig PMS
- Werkpakket 5: Disseminatie

Het onderzoek start (WP1) met een inventarisatie van de verschillende beschikbare sensoren voor de meting van oppervlakkenmerken (bijv. textuur, vlakheid en akoestische kwaliteit) en schadefenomenen (scheurvorming, rafeling, spoorvorming en scholvorming). Hierbij wordt zowel aandacht besteed aan de high-end sensoren die als referentie kunnen beschouwd worden, en low-cost sensoren die geschikt zijn voor opportunistische metingen en die de focus zijn van dit onderzoeksproject. Vanuit commercieel beschikbare oplossingen en internationale literatuur zal een selectie gemaakt worden van sensoroplossingen voor het efficiënt monitoren van wegen en fietspaden (i.k.v. het proefvak). Tenslotte worden bestaande referentiedatasets verzameld die gebruikt kunnen worden om de geselecteerde oplossingen in een eerste fase te trainen of te benchmarken.

Uit voorgaand onderzoek in een City of Things project, uitgevoerd door het consortium UAntwerpen (OP3MECH&IDLab) en OCW, in samenwerking met o.a. de gemeente Lubbeek en Interleuven, blijkt dat camera-gebaseerde systemen via machine (of deep) learning algoritmes gebruikt kunnen worden om verschillende schadefenomenen automatisch te herkennen. Om de algoritmes beter en gericht te kunnen trainen, is het echter nodig om meer referentiedata van verschillende wegdekken te verzamelen en door

experts te laten annoteren. Beschikbare open source datasets bevatten meestal enkel beelden van asfaltwegdekken. De typisch Vlaamse wegen en fietspaden, met lokale herstellingen of putdeksels, betonplaten met dwarsvoegen, of kasseien overlaagd met een dunne asfaltlaag, zijn niet aanwezig in deze datasets, waardoor de AI algoritmes hierop falen. Deze nieuwe geannoteerde camerabeelden worden via een open source databank beschikbaar gesteld, met primaire toegang voor de bedrijven uit de begeleidingscommissie. Hiermee kunnen dan nieuwe ontwikkelingen op het gebied van sensoren of AI dataverwerking voor wegdekmonitoring gebenchmarkt en getraind worden. (WP2)

In **werkpakket 3**, wordt in eerste instantie een traject uitgestippeld met meerdere lussen, met hierop een representatieve variatie qua wegdekken (zowel qua type als qua leeftijd). Worden eveneens opgenomen in het traject: veel voorkomende elementen zoals putdeksels, tramsporen, wegmarkeringen, borduren en goten, maar ook een variatie aan schadefenomenen (lokale herstellingen, diverse scheurpatronen, diverse groottes qua putten, verzakkingen, spoorvorming, ...). Dit traject zal op 3 tijdstippen (na 3, 12 en 20 maanden) gedurende de looptijd van het project gemonitord worden door professionele auscultatievoertuigen (type ARAN, CPX, laserprofilometer, APL, ...), aangevuld met professionele visuele inspecties. Hiernaast zullen met diverse sensoroplossingen op hetzelfde traject (semi-)continu (bijv. via toepassing op een vuilnisophaalwagen of pakjesdienst) metingen worden uitgevoerd, zodat in detail kan geanalyseerd worden welke sensoren in staat zijn om bepaalde oppervlakkenmerken (bijv. IRI international roughness index) of schadefenomenen (inclusief grootte) te identificeren en de evolutie van de eigenschappen of schade weer te geven. Hierbij wordt ook de nodige aandacht besteed aan de complexiteit en automatiseerbaarheid van de dataverwerking en mogelijke (quasi-onmiddellijke) inzetbaarheid in bestaande PMS.

Op basis van de verkregen data uit werkpakket 3, zal in **werkpakket 4** nagegaan worden of bepaalde sensorsystemen nog verder geoptimaliseerd kunnen worden, en of bepaalde combinaties van sensoren in staat zijn om een groot deel van het wegdekinspectiespectrum af te dekken. Hierbij wordt eveneens nagegaan hoe de integratie van de beschikbare big data in een eenvoudig en goedkoop PMS (voor steden en gemeenten) kan gerealiseerd worden. Hiervoor zullen in dit werkpakket de nodige tools ontwikkeld worden (dataconversie, data-uitwisseling). Het ontwikkelen van een PMS zelf, met evolutiecurves en bijhorende beslissingsmomenten voor bepaalde types interventies, is geen onderdeel van dit projectvoorstel.

Tenslotte, zullen de nodige disseminatie-activiteiten deel uitmaken van **werkpakket 5**. Als belangrijkste disseminatieactiviteiten worden vermeld: een workshop na 12 maanden (gekoppeld aan het jaarlijks Asfalt Innovatie Symposium van EMIB), de afsluitende studiedag, publicaties, presentaties op congressen (waaronder het Belgisch Wegencongres) en ook de rapportages binnen de technische comités van OCW en AWV waarvan EMIB- en OCW-onderzoekers lid zijn.

Dit project kan alleen slagen wanneer de sector actief participeert. Om dit project nog verder af te stemmen met potentiële gebruikers, organiseren we een online **Infosessie op woensdag 13 januari 2021 van 14-16u (via Microsoft Teams)**.

Gelieve bij interesse u voorafgaandelijk aan te melden bij een lid van het onderzoeksteam of de projectleider wim.vandenbergh@uantwerpen.be. Na 13 januari en indien interesse wordt het volledige projectprogramma aan u bezorgd.