



Belgisch **Wegen**congres
Congrès belge de la **Route**

LEUVEN • 4-7.04.2022

Geluids- en trillingssensoren in vloot van gewone voertuigen voor de evaluatie van wegentkwaliteit

Prof. Dr. ir. Dick Botteldooren
Universiteit Gent (WAVES)
ir. Wout Van Hauwermeiren



Probleemstelling: monitoren van de toestand van wegen

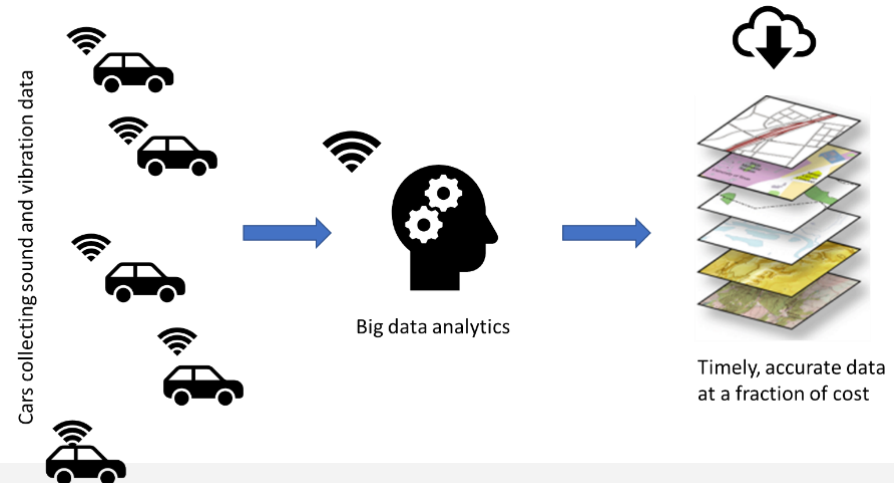
België telt ongeveer: 1 800 km snelwegen; 13 000 km andere gewestwegen; 140 000 km gemeentewegen
Enmalig bemonsteren: 23 werkuren (x aantal rijvakken); 185 werkuren; 2800 werkuren

Dataverzameling, verwerking, rapportering
vraagt planning door lokale overheden
→ vereenvoudiging



Oplossing: opportunistisch monitoren

Gebruik voertuigen die toch op de weg zijn voor andere doelen
Exploreer **big data** en **artificiële intelligentie**





Oplossing: opportunistisch monitoren

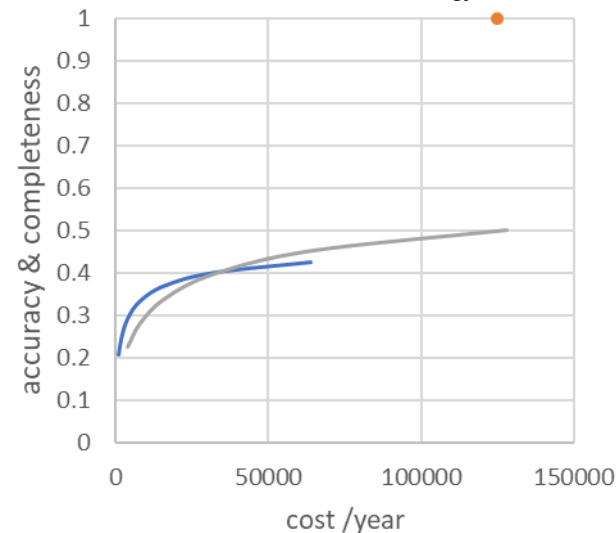
Gebruik voertuigen die toch op de weg zijn voor andere doelen
Exploreer **big data** en **artificiële intelligentie**

Welke sensoren kies je?

- Welke verouderingsfenomenen zijn interessant
- Prijs per sensor en benodigd aantal
- Kwaliteit stijgt met het aantal ingezette voertuigen; maar er is een intrinsieke limiet

Hybride: (HAIRoads projectvoorstel)

artist impression of accuracy and completeness versus cost for different technology choices





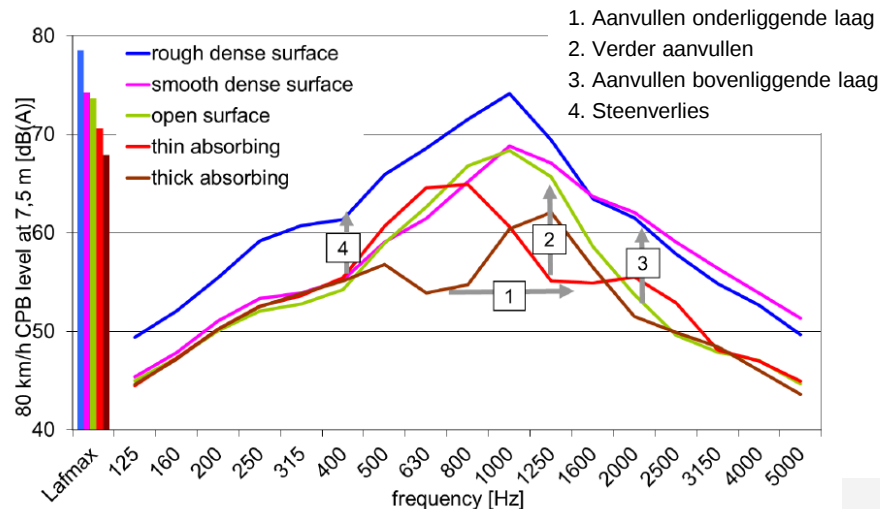
Oplossing: opportunistisch monitoren

Gebruik voertuigen die toch op de weg zijn voor andere doelen

Exploreer **big data** en **artificiële intelligentie**

Waarom geluid en trillingen?

- Geluid is gevoelig aan vroege slijtage
- Trillingen zijn gevoelig aan verzakkingen
- Sensoren zijn goedkoop





Uitdagingen

Meetomstandigheden zijn niet gecontroleerd

- Transfertielfunctie van de wagen
- Rijsnelheid
- Omgevingstemperatuur

→ AI voor elimineren van gekende afhankelijkheden

Diverse vormen van meetruis

- Musiek en spraak
- Andere voertuigen in de buurt
- Nat wegdek

→ Big data

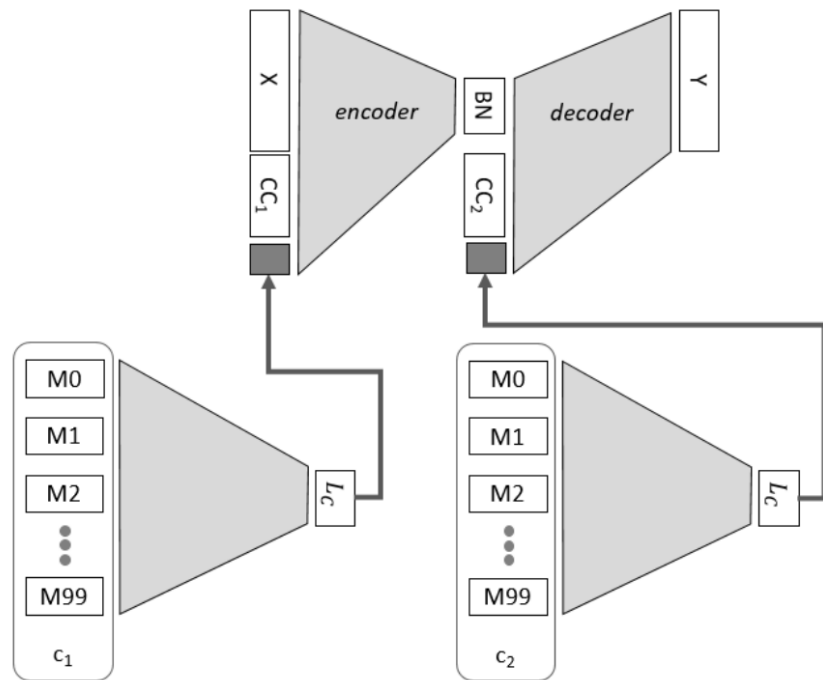




Oplossingen

H1: metingen op dezelfde locatie moeten zelfde resultaat geven onafhankelijk van context variabelen, CC_j , en meetvoertuig, c_i
→ SCCR (self-supervised calibration and confounder removal)

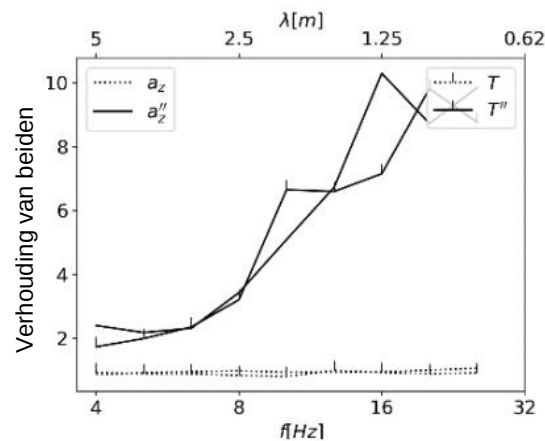
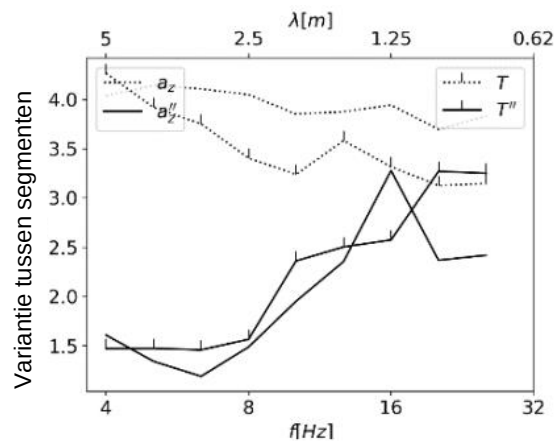
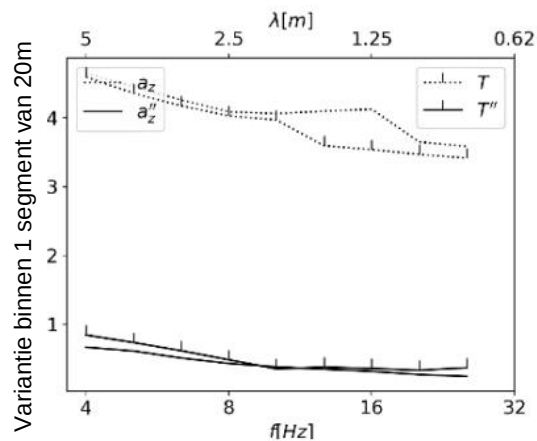
H2: alle voertuigen meten, gemiddeld gesproken hetzelfde soort wegen op, met gemiddeld dezelfde slijtage
→ pseudo-voertuig identificatie





Oplossingen

Illustratie van het effect van de SCCR op trillingsmetingen

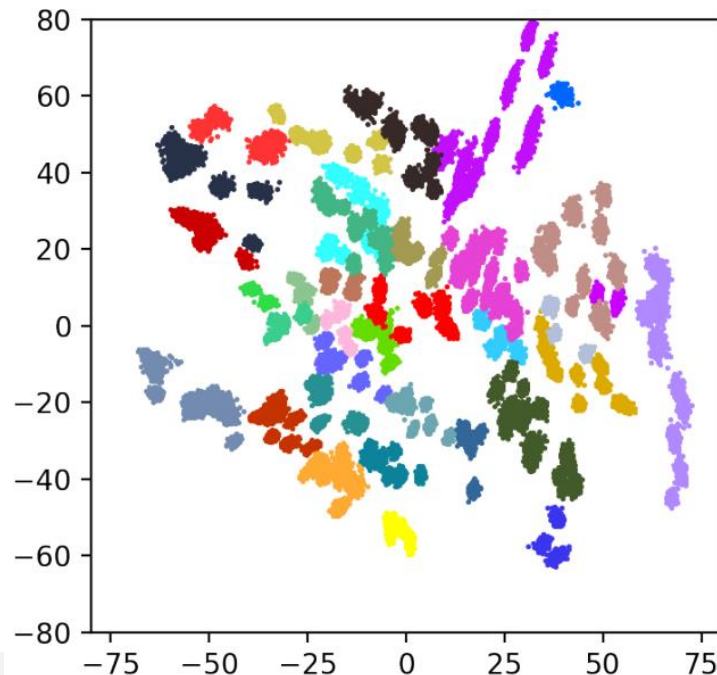




Oplossingen

Illustratie van de automatische identificatie van meetvoertuigen ten behoeve van kalibratie

Latent space
representations:
each color
represents one
measurement
vehicle, each dot an
identification,
each cluster of dots a
month

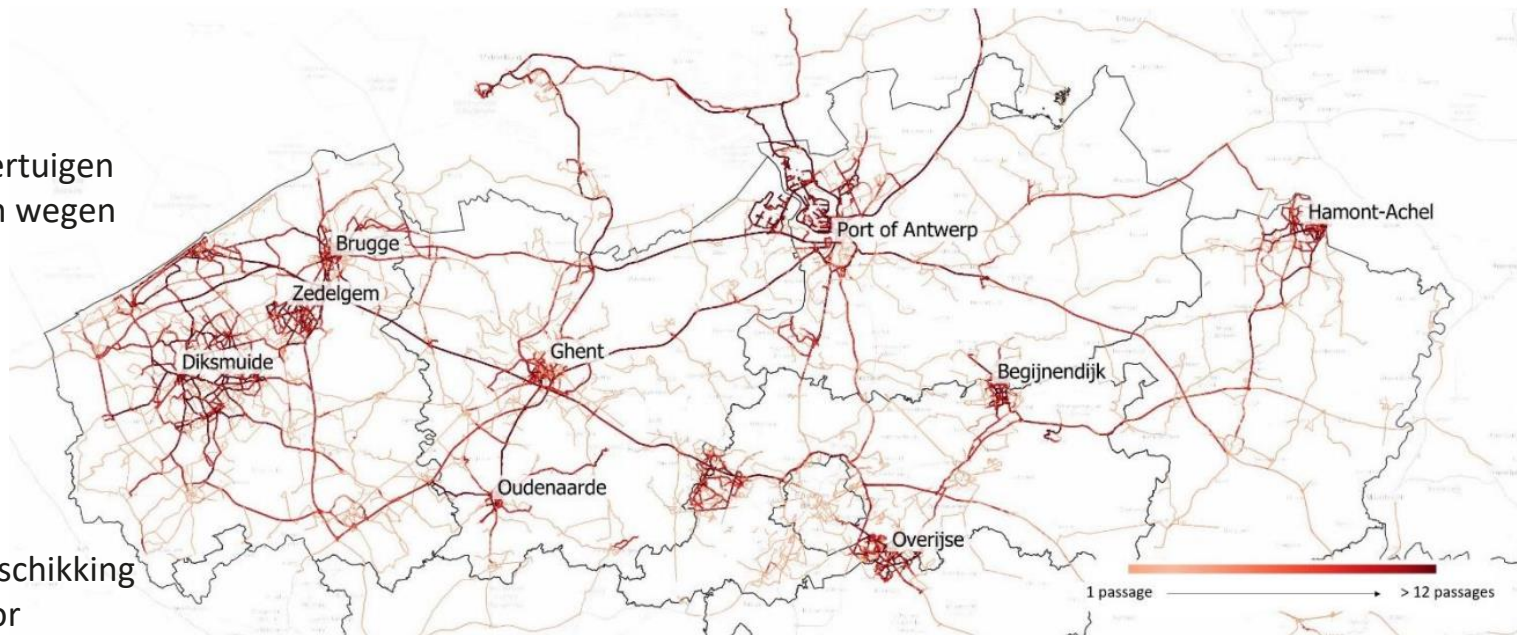




Data

41 – 52 voertuigen

>20 000 km wegen



data ter beschikking
gesteld door

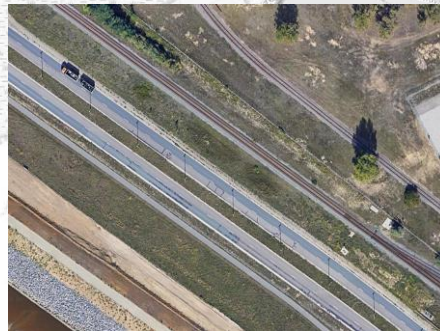


Prof. Dick Botteldooren



Resultaten

Vb. 2 Hz trillingen
indicatief voor
vlakheid



Resultaten

Vb. 1000 Hz geluid
indicatief voor
fijnstructuur

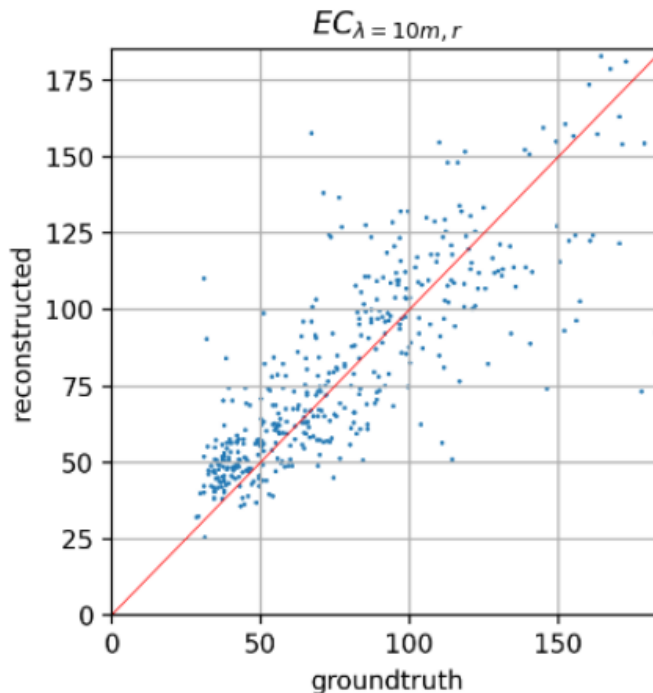




Resultaten

Voorspelbaarheid van
vlakheidscoëfficiënt zoals
benaderd gemeten met ARAN
op basis van opportunistische
trillingsmeting

ARAN data, AWV 2019



Ground truth = ARAN 2019 op
snelwegen en primaire wegen
in Oost Vlaanderen

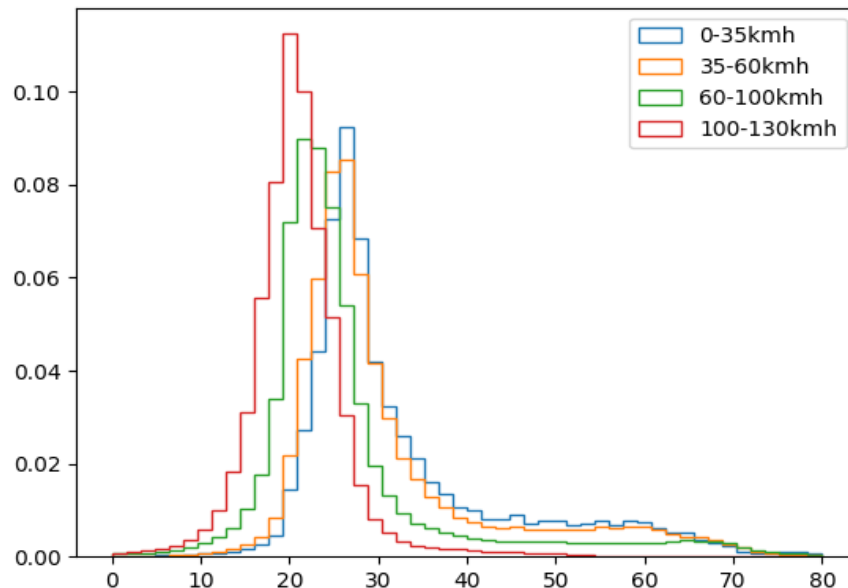
Reconstructed =
opportunistische
trillingsmetingen vooral
voorjaar 2021



Resultaten

De statistiek van opportunistische metingen op alle wegen toont de te verwachten trends

- De vlakheid op wegen geschikt voor hoge snelheid is beter in overeenstemming van richtlijn
- De meeste wegen hebben een aanvaardbare vlakheid met een aantal duidelijke afwijkingen





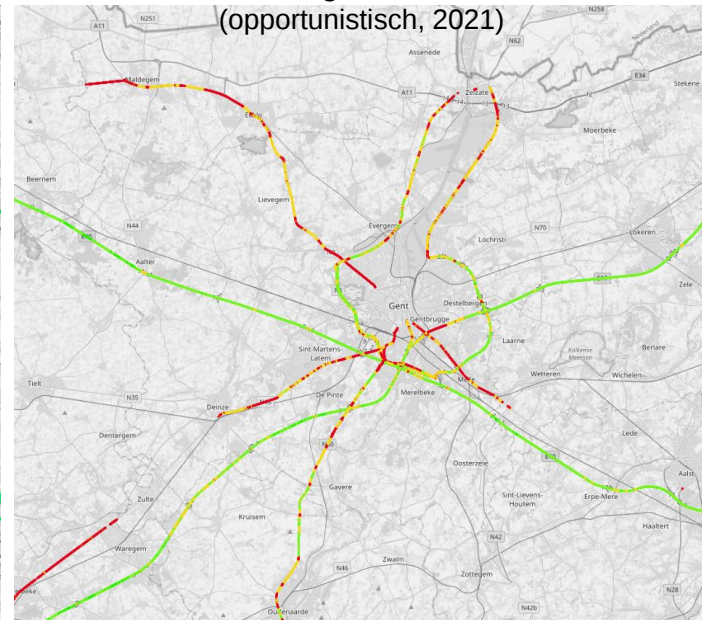
Resultaten

Alligator en
dwarse barsten

Alligator & transversal (ARAN, 2018)



Based on mega & local variation
(oportunistisch, 2021)





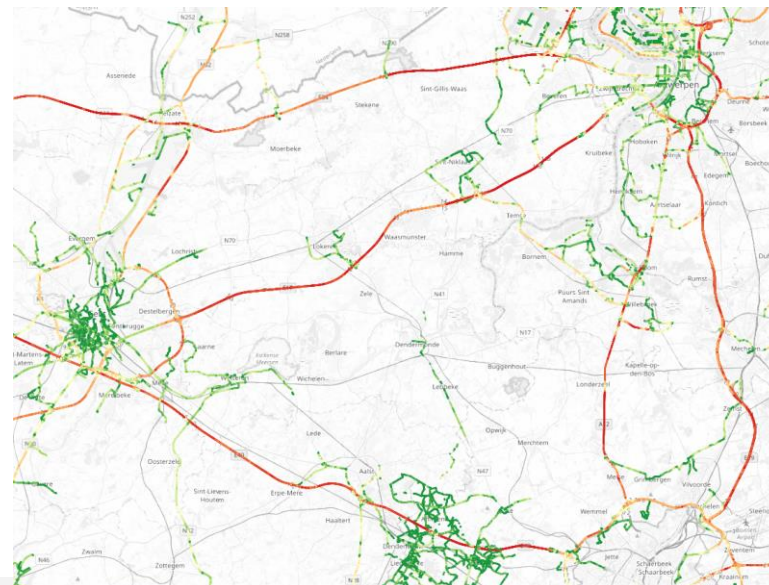
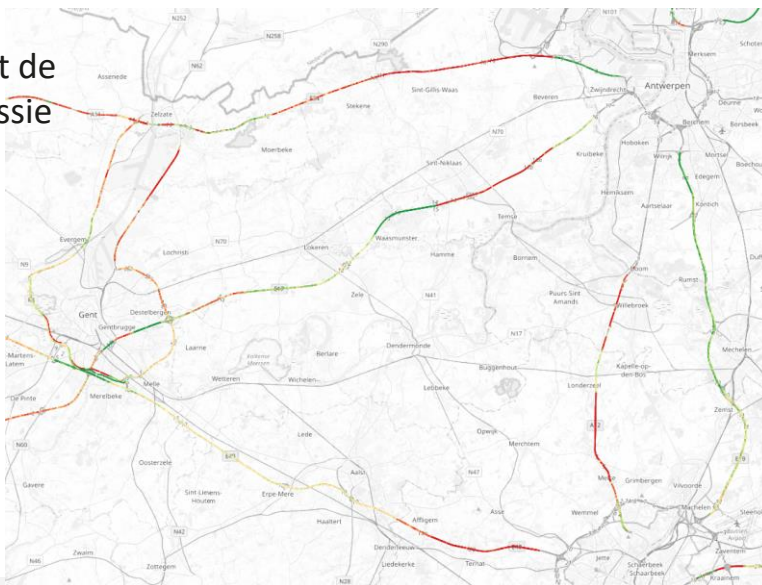
Resultaten

CPX @ 80km/h (AWV, 2019)

Opportunistisch @V85 (2021)

Bijdrage tot de
geluidsemissie

Rijsnelheid
Banden





Conclusies

Wegenkwaliteit kan ingeschat worden op basis van geluids- en trillingssensoren in vloot van gewone voertuigen

Door gebruik te maken van big data en artificiële intelligentie kan afhankelijkheid van meetvoertuig en meetcondities weggewerkt worden

Veroudering en verschillende gevolgen daarvan (maar niet alle) kunnen zonder veel inspanning automatisch in kaart gebracht worden

Toekomstige hybride aanpak met verschillende sensoren zou een meer globaal beeld kunnen geven

Met dank aan:





Belgisch **Wegen**congres
Congrès belge de la **Route**

LEUVEN • 4-7.04.2022



EEN ORGANISATIE VAN



BWV

Belgische
Wegenvereniging



AGENTSCHAP
WEGEN & VERKEER

MET DE STEUN VAN



Opzoekingscentrum
voor de Wegenbouw



BRUSSEL MOBILITEIT

GEWESTELIJKE OVERHEIDSDIENST BRUSSEL



Wallonie
mobilité infrastructures
SPW



BFAW

Belgische Federatie van Aannemers van Wegenwerken vzw



Belgisch **Wegen**congres
Congrès belge de la **Route**

LEUVEN • 4-7.04.2022



Contact

👤 Botteldooren Dick

☎ +32 9 264 9968

✉ Dick.botteldooren@ugent.be

