



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

LEUVEN • 4-7.04.2022

Prestatie-eisen aan markeringen voor CAV





Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**
LEUVEN • 4-7.04.2022

Fysieke en digitale infrastructuur



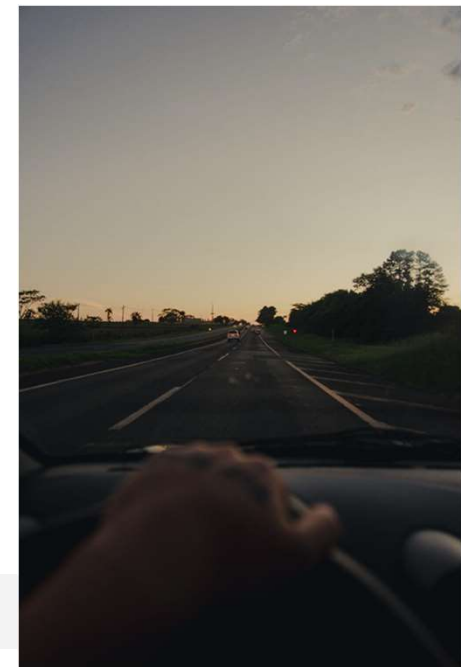
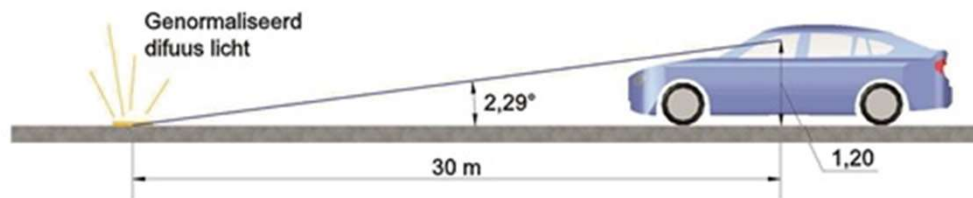


Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**
LEUVEN • 4-7.04.2022

Huidige standaard voor belijning in Vlaanderen



- Menselijk oog, 25 jaar of 75 jaar, contrastgevoeligheid
- Witte markeringen zijn rijk aan TiO_2 , weerkaatst 96% van het invallend licht
- Het is het witste en helderste van alle gekende pigmenten, met reflecterende eigenschappen



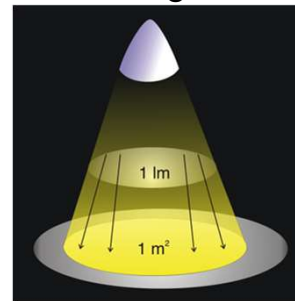


Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**
LEUVEN • 4-7.04.2022

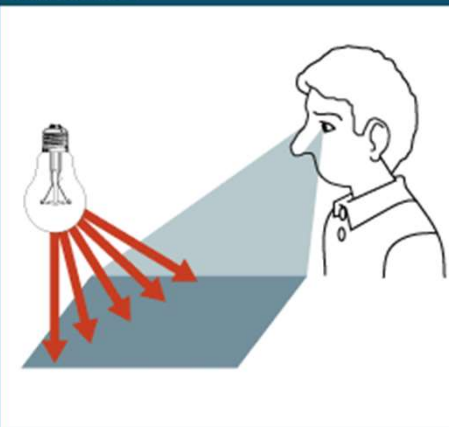
Zichtbaarheid bij dag of bij wegverlichting Qd



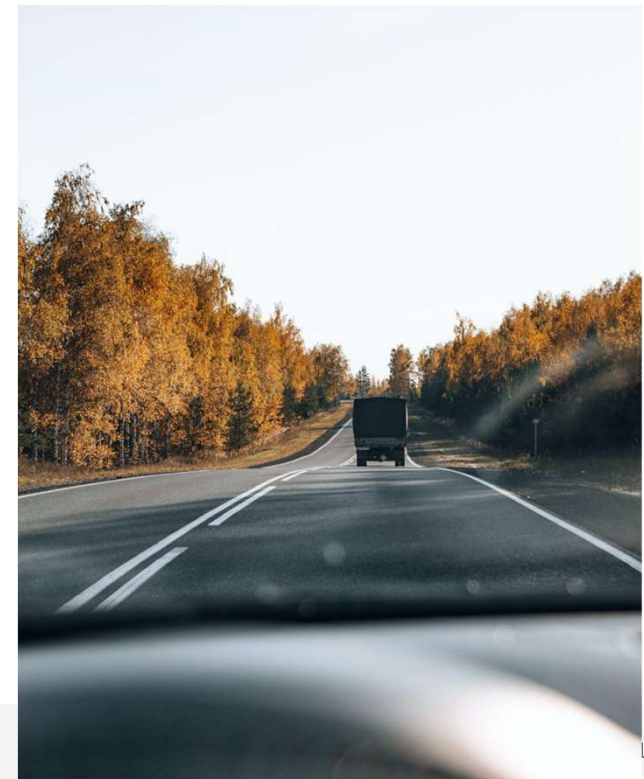
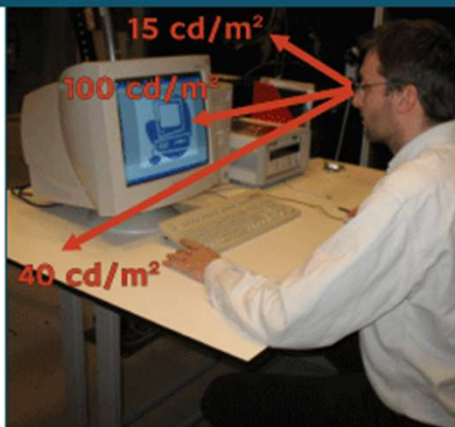
Verlichtingsterkte

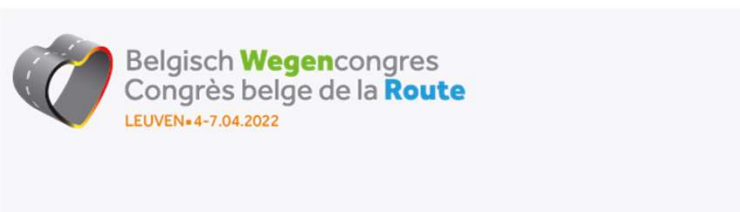


luminantie



kantoor





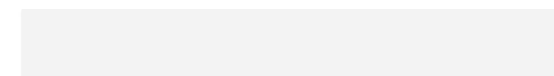
Minimumwaarden Qd

Kleur	Type wegdek	Niveau	Minimale Q_d (mcd.m ⁻² .lux ⁻¹)
Wit	bitumineuze verharding	Q0	geen eis
		Q2	100
		Q3	130
	cementbetonverharding	Q0	geen eis
		Q3	130
		Q4	160
Geel (Y1)	beide	Q0	geen eis
		Q1	80
		Q2	100
Oranje (Y2)	beide	Q0	geen eis
		Q1	80
		Q2	100

De opdrachtdocumenten bepalen welk niveau dient gehaald. Indien de opdrachtdocumenten niets vermelden, dan worden minstens de niveaus van tabel 10-2-4 gehaald.

	Niveau
Witte markering op bitumineuze verharding	Q2
Witte markering op cementbeton	Q3
Gele markering (Y1)	Q1
Oranje markering (Y2)	Q2

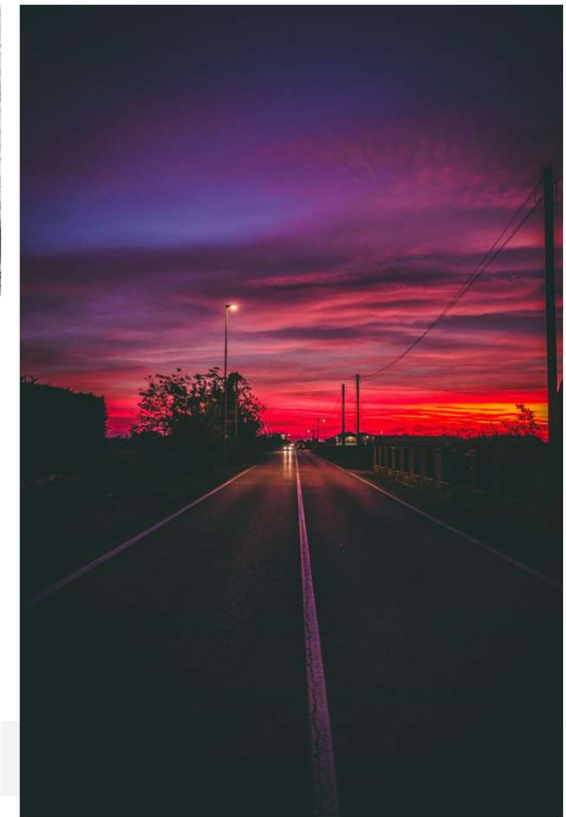
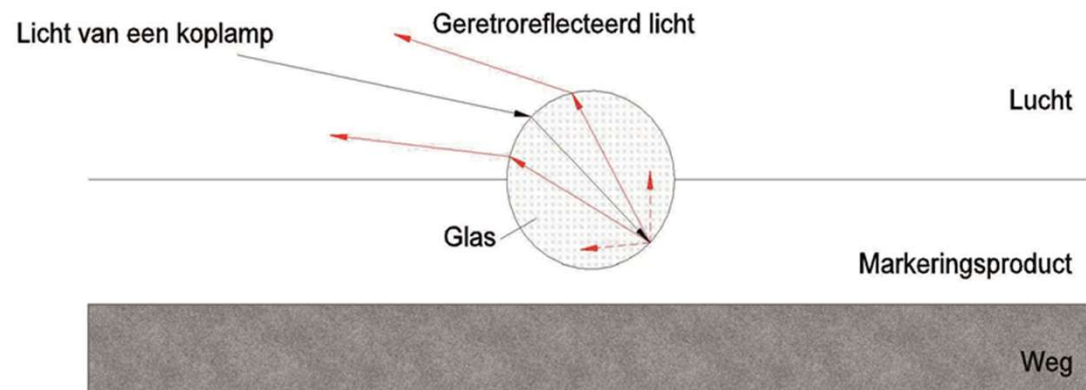
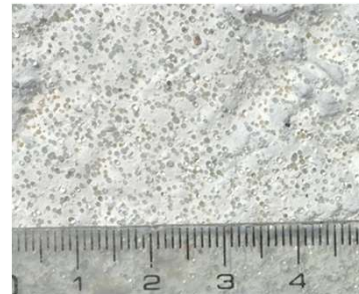
Minimumwaarden, meestal hoger initieel





Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**
LEUVEN • 4-7.04.2022

Zichtbaarheid bij nacht RL





Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**
LEUVEN • 4-7.04.2022



Minimumwaarden RL

Gebruik	Kleur	Niveau	Minimale R_L (mcd.m ⁻² .lux ⁻¹)
Permanente markering	wit	R0	geen eis
		R2	100
		R3	150
		R4	200
		R5	300
	geel (Y1)	R0	geen eis
		R1	80
		R3	150
		R4	200
Voorlopige markering	oranje (Y2)	R0	geen eis
		R3	150
		R5	300

	Niveau
Witte markering	R2
Witte markering op hoofdwegen	R3
Gele markering uitgevoerd met wegenvverf (Y1)	R1
Voorlopige oranje verfmarkering (Y2)	R3
Voorlopige geprefabriceerde oranje markering (Y2)	R3



Zichtbaarheid bij nacht bij nat wegdek RW

Zichtbaarheid bij nacht bij regenweer RR

- Retroreflectie merkkelijk lager
- werking van de glasparels
- door aanwezigheid waterfilm



Minimumwaarden RW en RR



- Europese en Vlaamse hoofdwegen RW1 en RR1
- andere wegen RW0 en RR0 (uitz opdrachtdocumenten)
- vlakke wegmarkering, dwarse wegmarkeringen of handwerk RW0 en RR0
- conform NBN EN 1436

Niveau	Minimale RW ($\text{mcd.m}^{-2}.\text{lux}^{-1}$)
RW0	geen eis
RW1	25
RW2	35
RW3	50
RW4	75

Niveau	Minimale RR ($\text{mcd.m}^{-2}.\text{lux}^{-1}$)
RR0	geen eis
RR1	25
RR2	35
RR3	50
RR4	75



Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**
LEUVEN • 4-7.04.2022

Vlak versus Geprofileerd



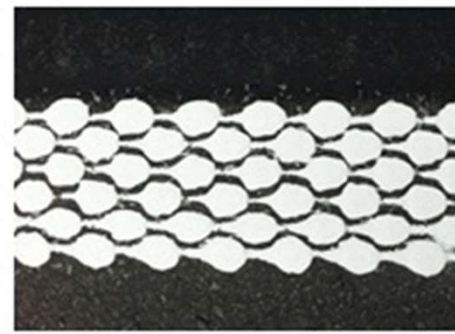
Vlakke wegmarkering



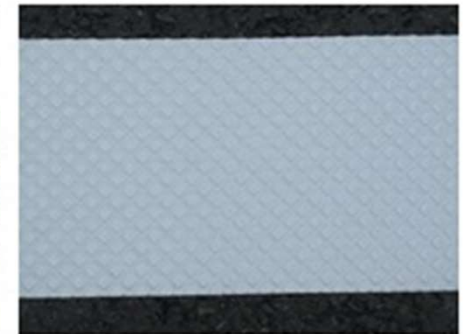
Geprofileerde wegmarkeringen



Geprofileerde wegmarkering (met verbeterde nachtzichtbaarheid bij regenweeren een nat wegdek) - spettermarkering



Geprofileerde wegmarkering (met verbeterde nachtzichtbaarheid bij regenweeren een nat wegdek) - dotmarkering



Geprofileerde wegmarkering (met verbeterde nachtzichtbaarheid bij regenweeren een nat wegdek) - tape



Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**
LEUVEN • 4-7.04.2022

Hoe meten we vandaag?



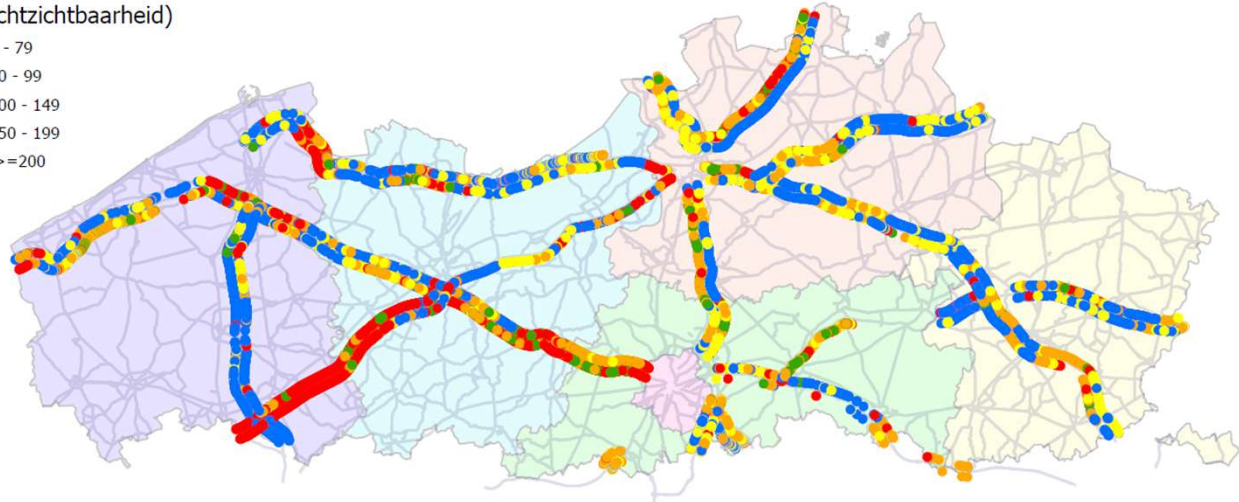
- Initieel, ad hoc en op einde waarborg met manuele retroreflectometer
- Inspectiestrategie met mobiele retroreflectometer
- Resultaten zichtbaar in Geoloket en IIR rapport



Retroreflectiemetingen voor hoofdwegen wegen (2019) M1

rl (nachtzichtbaarheid)

- 1 - 79
- 80 - 99
- 100 - 149
- 150 - 199
- >=200





Belgisch **Wegen**congres
Congrès belge de la **Route**
LEUVEN • 4-7.04.2022

Hoe meten we vandaag?



- rechterrijstrook scheidingslijn autosnelwegen
- tweede rijstrookscheidingslijn op autosnelwegen
- rijstrookscheidingslijnen op de primaire wegen I en II
- voor lange afstanden
- kruispunten en rotondes met manuele retroreflectometer

Machine visie





Autonoom vs geconnecteerd



Autonomous Vehicle

Operates in isolation from other vehicles using internal sensors

Event horizon is limited
due to physical restrictions of sensors



Connected Vehicle

Communicates with nearby vehicles and infrastructure

Event horizon is less limited
due to data exchange V2V/V2I



Connected Automated Vehicle

Leverages autonomous and connected vehicle capabilities





Belgisch **Wegcongres**
Congrès belge de la **Route**
LEUVEN • 4-7.04.2022

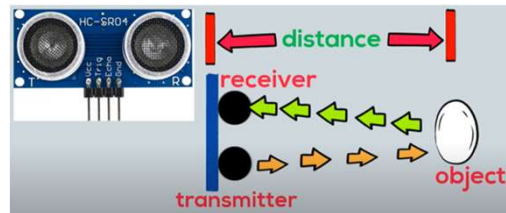


Galileo
cm accurateid

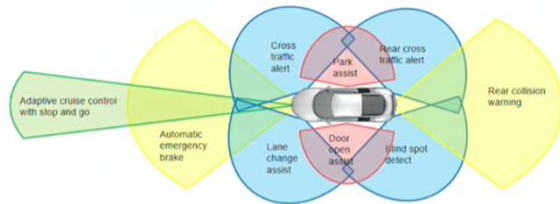
Sensoren van autonoom voertuig



Ultrasoon



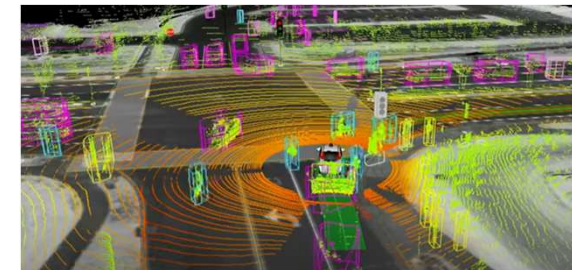
Radar



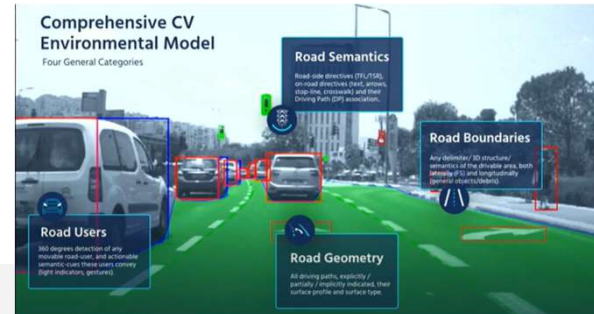
Radar Type	Approx. Range in [m]	Approx. Azimuth angle in [°]	System examples
Ultra short range	20	150	Park assist
Short range	80	120	Blind spot detect, cross traffic alert
Mid range	120	90	Automatic emergency brake
Long range	250	10	Adaptive cruise control

Lidar:

*Light Detection and Ranging
Laser Imaging Detection And Ranging
Mechanisch vs Solid State*

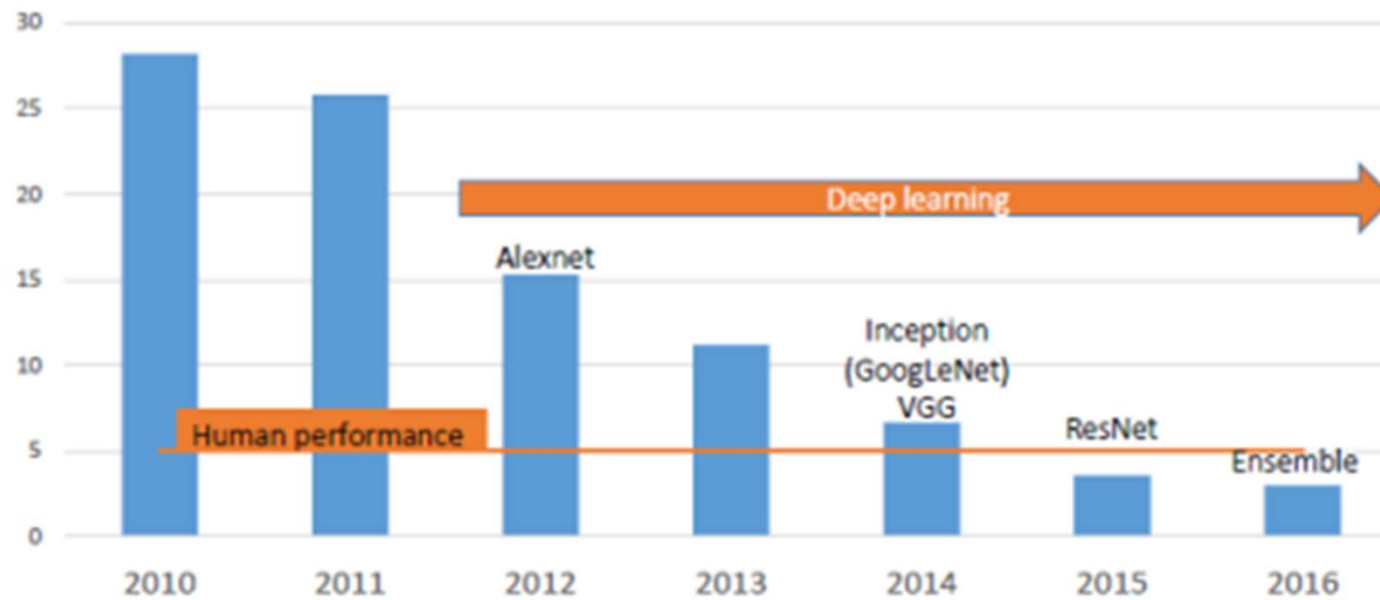


Video





Imagenet classification error



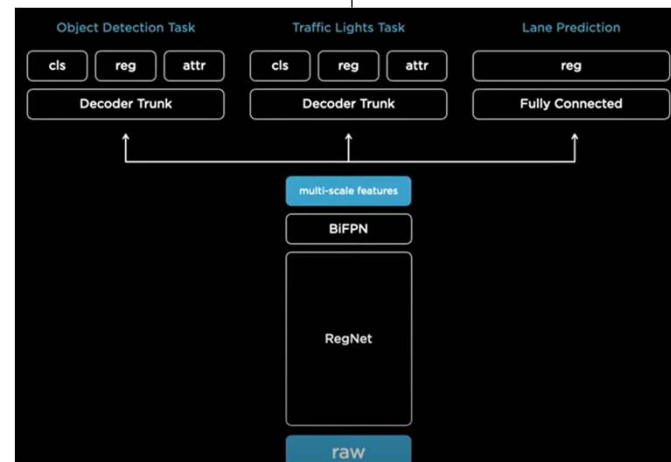
Van camera tot vectorruimte



Voertuig camera's



Neuraal netwerk



3-Dimensionale Vectorruimte



<https://www.youtube.com/watch?v=6hkiTejoyms>



Invloedsfactoren van de machine

- overbelichting in camera laagstaande zon of koplampen tegenligger
- beeldkwaliteit daalt van camera door zware regen, sneeuw en mist, te hoge of te lage temperatuur
- kwaliteit van de camera's
- gebruikte algoritmes
- artificiële neurale netwerken (simuleert het menselijk brein)



Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**
LEUVEN • 4-7.04.2022

Voorbeelden





Invloedsfactoren op de detecteerbaarheid en leesbaarheid van wegmarkeringen door machine vision systemen

- Zichtbaarheid wegmarkeringen RL, Qd en contrast met bestrating
- Kleur en breedte markeringen, stippellijnafstand
- Omgevingslicht, schaduw, weersomstandigheden (regen, mist, sneeuw,...)
- Bestratingstype en textuur, breedte rijstrook
- Rijsnelheid, veel bochten
- Fantoommarkeringen, scheuren, reparaties, wielsporen



Belgisch **Wegencongres**
Congrès belge de la **Route**
LEUVEN • 4-7.04.2022

Verbeteren algoritme



Data uit de
geconnecteerde
vloot



Simulatie: creëren
van training data





Invloedsfactoren van de weg en wegmarkering

- Overdag= Q_d weinig invloed, Q_d contrast wel invloed
- Nacht= RL heeft invloed, RL contrast geen invloed

Bron: RMSF - Road markings and road signs for the future, "Final report of the WP1: Review and preparation of an inventory of current practices and procedures on road markings and road signs", Europese Commissie, Written by University of Zagreb, University of Hasselt, Graz Institute of Technology, AKKA I&S, June 2021

Conclusie



- Behoud van de kwaliteitseisen van huidige markeringen (menselijke factor)
- Extra aandacht voor
 - correcte markeringen bij wegenwerken
 - beperken van slijtage
 - beperken van vuil
 - Beperken van schaduwen op de rijbaan
 - fantoom markeringen zoveel mogelijk beperken
- Dialoog aangaan met voertuig sector om noden mbt data te kennen



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

👤 Karen De Winne - Kristof Rombaut

☎ Tel: 02 553 78 01

✉ verkeer.wegsystemen.telematica@mow.vlaanderen.be

