

Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen

Hoe wordt het wegennet geschikt voor rijtaakondersteunende systemen?

Onderzoeksresultaten en eerste conclusies van fase 1

Peter Morsink, Mark Gorter
20 november 2019

Inhoud

1. **Het traject tot nu toe**
2. **Resultaten van de regiosessies**
3. **Resultaten uit de literatuur**
4. **Eerste conclusies**
5. **Punten voor de ontwikkelagenda**

1. Het traject tot nu toe

- Uitgangspunten
- Rijtaakondersteunende systemen binnen de scope
- De redeneerlijn
- Meest relevante ontwerp- en inrichtingselementen binnen de scope
 - *Langsmarkering*
 - *Verkeersborden*

3 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Uitgangspunten

- Fysieke infrastructuur
- Onderliggend wegennet
 - Regionale stroomwegen en gebiedsontsluitingswegen
- Korte termijn (0-5 jaar)
- Wegvakken
- Mix van slimme en gewone voertuigen
- Vergaande vormen van rijtaakondersteuning
- No-regret-maatregelen & standaardisatie

4 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Verplicht op nieuwe auto's vanaf 2022/2024

- **Autonomous Emergency Braking**
- Voorbereiding voor alcoholslot
- Waarschuwing voor slaperigheid
- Waarschuwing voor smartphonegebruik/afleiding
- Datarecorder voor ongevallen
- Noodstopsignaal (knipperende achterlichten)
- Verbeterde gordels
- Verbeterde bescherming bij aanrijding voetgangers en fietsers
- **Intelligente snelheidsassistent**
- **Lane Keeping Assist**
- Achteruitrijcamera of –sensoren

5 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Rijtaakondersteunende systemen binnen de scope

- **Lateral Support Systems:**
 - *Lane Keeping System*
 - *Lane Centering*
- **Longitudinal Support Systems:**
 - *Adaptive Cruise Control*
 - *Autonomous Emergency Braking Systems*
- **Verkeersbordherkenning**

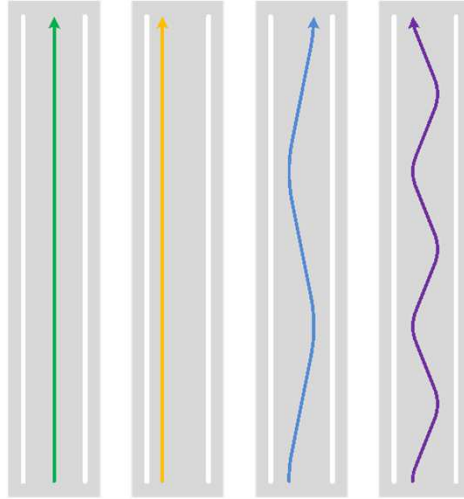


De bestuurder is (nog) zelf verantwoordelijk.

6 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Functioneren van de systemen (lateral support)



7 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Functioneren van de systemen (longitudinal support en verkeersbord herkenning)

- **Adaptive Cruise Control (ACC)**
 - Constante snelheid.
 - Detectie voorganger, en aanpassing snelheid en volgafstand
- **Autonomous Emergency Brake System (AEBS)**
 - Met behulp van een camera en/of radar detecteert het systeem of een botsing met een object of voertuig dreigt. Als dat dreigt, waarschuwt het systeem de bestuurder eerst, en als die niet ingrijpt voert het systeem zelf een noodstop uit.
- **Verkeersbordherkenning**
 - Herkent met camera de verkeersborden die de maximumsnelheid aangeven



8 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

De redeneerlijn

Bepaling relevantie, urgentie en haalbaarheid van aanpassing ontwerpelementen

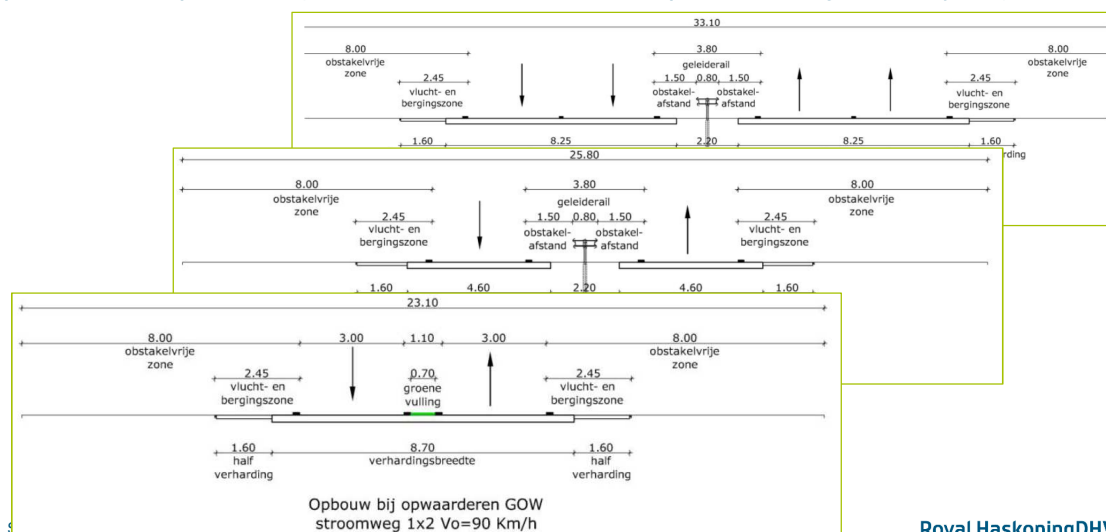


9 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Overzicht relevante ontwerpelementen - Stroomweg

Impressie dwarsprofielen (voorbeeld Handboek Ontwerpcriteria Wegen Overijssel)

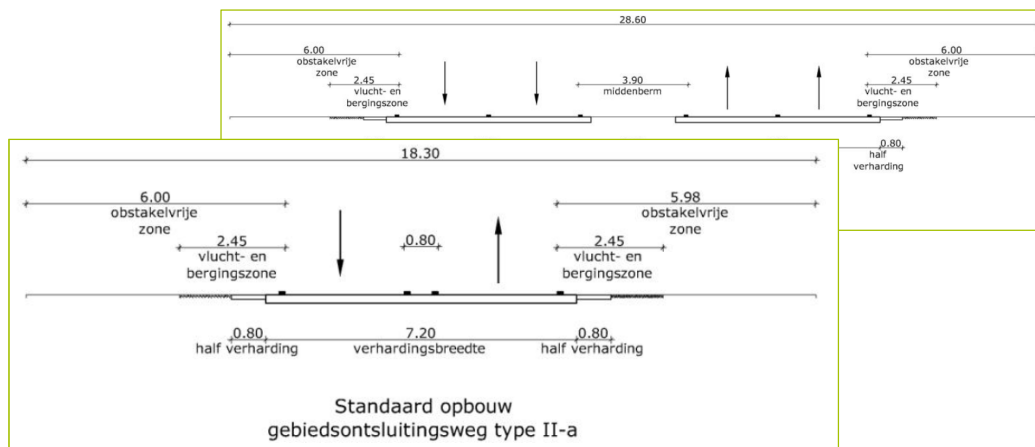


10

Royal HaskoningDHV

Overzicht relevante ontwerpelementen - GOW

Impressie dwarsprofielen (voorbeeld Handboek Ontwerpcriteria Wegen Overijssel)



11 Slimme voertuigen en toekomstbestendige provinciale wegen | 17 oktober 2019

Royal HaskoningDHV

Rijtaken – uitgevoerd door mens/auto

Strategische rijtaak	Tactische rijtaken
Routekeuze	- Weg- en verkeerssituatie inschatten - Anticiperen op veranderende weg- en verkeerssituatie - Wisselen van rijstrook, inhalen verkeer in zelfde richting - Rijden op invoegstrook/ uitvoegstrook/ weefstrook - Interacteren met verkeer in haakse richting
Operationele rijtaken:	
- Koers houden - Snelheid houden - Afstand houden / remmen	



12 Slimme voertuigen en toekomstbestendige provinciale wegen | 17 oktober 2019

Royal HaskoningDHV

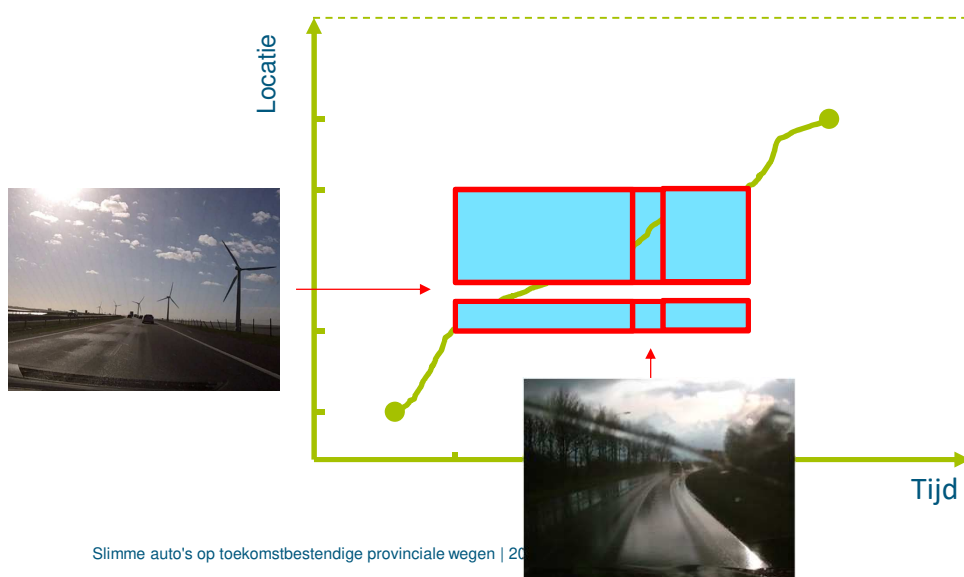
Ontwerp- en inrichtingselementen

Fysieke ontwerpelementen Tracé:	Fysieke ontwerpelementen Dwarsprofiel:
<i>Horizontaal alignement:</i> - Horizontale rechtstand - Horizontale boog - Overgangsboog - Verkanting <i>Verticaal alignement:</i> - Helling - Bolle boog - Holle boog	- Rijstrook - Redresseerstrook - Langsmarkering - Overige markering - Obstakelvrije zone (breedte, obstakels) - Geleiderail/afschermingsvoorziening
Fysieke ontwerpelementen Inrichting en Uitrusting:	
- Bebording - Bewegwijzering - Verlichting - Brug - Tunnel	

13 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

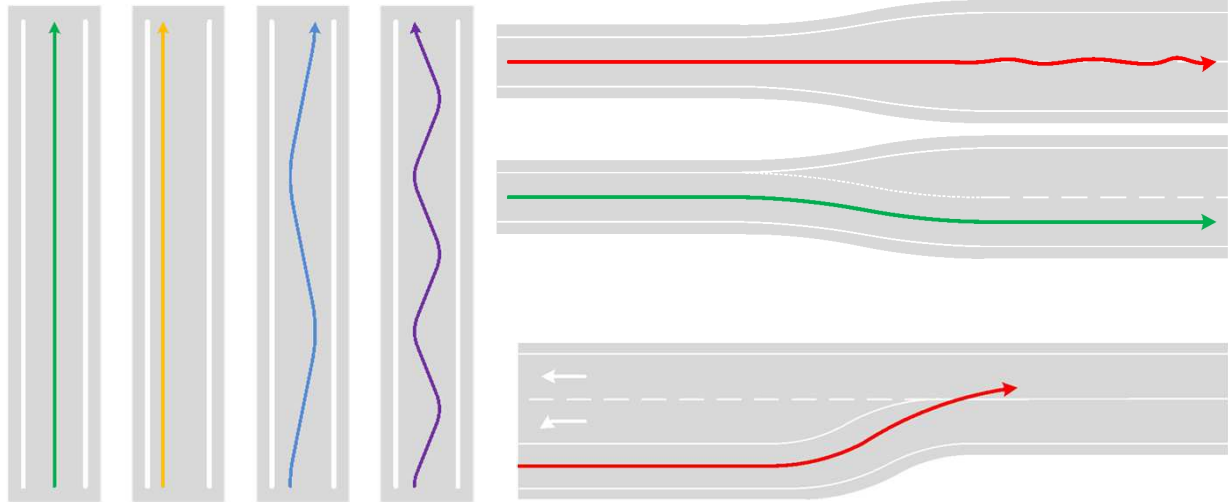
Toepassingsgebied ADAS: raamwerk



Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20

Bron: Rijkswaterstaat
Royal HaskoningDHV

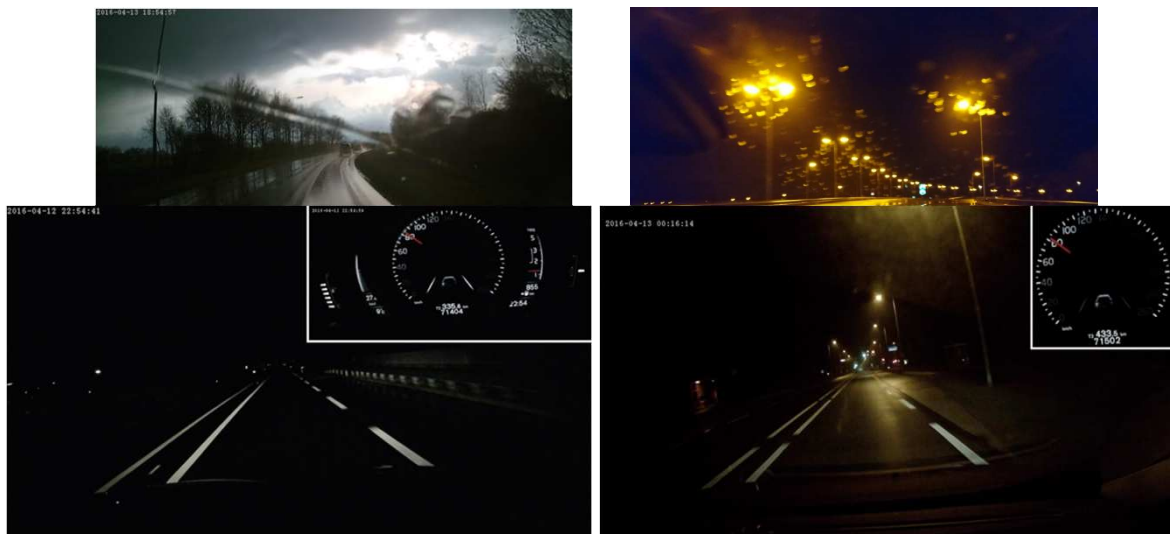
Functioneren van de systemen (lateral support)



15 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Nat wegdek - duisternis



16 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Transition of control



17 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Functioneren van verkeersbordherkenning



18 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Relatie ontwerpelementen en functioneren systemen

		Fysieke ontwerpelementen Tracé (FT):							Fysieke ontwerpelementen Dwarsprofiel (FD):							Fysieke ontwerpelementen Kruispunten en Aansluitingen (FK):										Fysieke ontwerpelementen Schaling en Uitrusting (FS):							Digitale ontwerpelementen (D):																																																																																																																																																																																																																																																											
Strategische rijvakken (alijd en overal):	Aan de verkeersregels houden	Horizontale rechtstand	Horizontale boog	Overgangsbog	Verkeering	helling	Boile boog	Hoile boog	Rijstrook	Wegstrook	Langzaamkeuring	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Overnamevrijheid (overname, overname)	Over

19 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Markering: eisen en richtlijnen



RWS stelt functionele eisen in de "Eisen voor wegmarkeringen", geschikt voor diverse contracttypen en gebaseerd op:

- Van toepassing zijnde EU-normen (NEN-EN)
- Genoemde richtlijnen en bepalingen

Kwaliteitseisen markeringen opgenomen in **CROW-richtlijnen**.

Verwijzen naar:

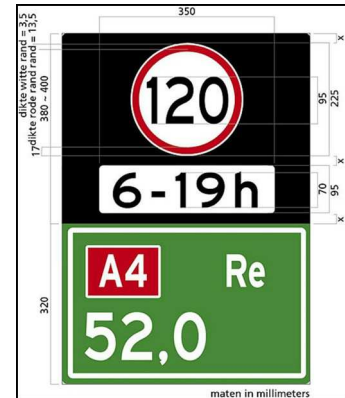
- NEN-EN 1436 Wegmarkeringsmaterialen
- BRL9141 Nationale Beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-productcertificaat voor wegmarkeringsmaterialen

Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Verkeersbordherkenning

- Hoe omgaan met:
 - Veel borden tegelijk.
 - RVV borden en niet-RVV borden
 - Complexe borden
 - Afwijkende omvang (groter/kleiner)
 - Fantasieborden?



21 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Impressie richtlijnen markering - Noord

	CROW	Overijssel	Drenthe	Fryslân	Groningen
Stroomweg					
Begrenzing rijstrook	Kantstreep 20 cm	Thermoplast, 15-20 cm, 3mm dik, wit	20 cm	20 cm	
Rijrichtingscheiding	2 rijbanen, middenberm	1x2 Dubbele lijn, groene vulling, 70 cm	2x2 met middenberm 4,80m met geleiderail	Stroomweg 1x2: dubbele lijn met groene vulling, 0,20-0,40-0,20m	
GOW					
Begrenzing rijstrook	Kantstreep 15 cm	Thermoplast, 15-20 cm, 3mm dik, wit	15 cm	15 cm	
Rijrichtingscheiding	Streep 15 cm, ruimte 80 cm, streep 15 cm	Dubbele belijning, wegdekreflectoren	Dubbele as lijn	Markering 10 cm Tussen 20 cm Markering 10 cm	

22 Slimme voertuigen en toekomstbestendige provinciale wegen | 7 juni 2019

Royal HaskoningDHV

Impressie richtlijnen markering - Zuid

	CROW	Overijssel	Noord-Brabant	Zeeland	
Stroomweg					
Begrenzing rijstrook	Kantstreep 20 cm	Thermoplast, 15-20 cm, 3mm dik, wit	Conform CROW	Kantstreep 20 cm	
Rijrichting-scheiding	2 rijbanen, middenberm	1x2 Dubbele lijn, groene vulling, 70 cm	Conform CROW	Stroomweg 1x2: dubbele lijn 15 cm met groene vulling tot 80 cm	
GOW					
Begrenzing rijstrook	Kantstreep 15 cm	Thermoplast, 15-20 cm, 3mm dik, wit	Conform CROW	Kantstreep 15 cm	
Rijrichting-scheiding	Streep 15 cm, ruimte 80 cm, streep 15 cm	Dubbele belijning, wegdekreflectoren	Conform CROW veelal dubbele asmarkering met een onderlinge afstand variërend tussen 80 en 15 cm.	Dubbele lijn, uitsterf-constructie met gebrabalken	

23

Impressie richtlijnen markering - Oost

	CROW	Overijssel	Gelderland	Zeeland	
Stroomweg					
Begrenzing rijstrook	Kantstreep 20 cm	Thermoplast, 15-20 cm, 3mm dik, wit	Agglomeraat (koudplast) type II, kantstreep 20 cm	Kantstreep 20 cm	
Rijrichting-scheiding	2 rijbanen, middenberm	1x2 Dubbele lijn, groene vulling, 70 cm	1x2 dubbele lijn 0.20m, 0.40m tussen, groene vulling (min. prof.)	Stroomweg 1x2: dubbele lijn 15 cm met groene vulling tot 80 cm	
GOW					
Begrenzing rijstrook	Kantstreep 15 cm	Thermoplast, 15-20 cm, 3mm dik, wit	Agglomeraat (koudplast) type II, kantstreep 15 cm	Kantstreep 15 cm	
Rijrichting-scheiding	Streep 15 cm, ruimte 80 cm, streep 15 cm	Dubbele belijning, wegdekreflectoren	GOW type 2 dubbele asmarkering 15 cm, minimaal 0.15m tussenruimte (GOW SOBER) en maximaal 0.80m (GOW GOED)	Dubbele lijn, uitsterf-constructie met gebrabalken	

24 Slimme voertuigen en toekomstbestendige provinciale wegen | 25 juni 2019

Royal HaskoningDHV

Impressie richtlijnen langsmarkering - West

	CROW	Noord-Holland	Zuid-Holland	Utrecht	
Stroomweg					
Begrenzing rijstrook	Kantstreep 20 cm	Thermoplast, 20 cm, 3mm dik, conform CROW	Conform CROW	Conform CROW	
Rijrichtingscheiding	2 rijbanen, middenberm	Conform CROW	Conform CROW	Conform CROW	
GOW					
Begrenzing rijstrook	Kantstreep 15 cm	Thermoplast, 15 cm, 3mm dik	Conform CROW 3-3 markering	Conform CROW	
Rijrichtingscheiding	Streep 15 cm, ruimte 80 cm, streep 15 cm	GOW 1: streep 15cm, redresseer 30cm, middenberm 300cm, redresseer 30cm, streep 15cm GOW 2: streep 15cm, ruimte 20cm, streep 15cm	<i>Ideaal:</i> middenberm tussen 360 en 510 cm <i>Minimaal:</i> streep 15cm - rijrichtingscheiding 80cm - streep 15cm	GOW 1: middenberm 3,90m GOW 2: dubbele lijn met wegdekreflectoren	

25 Slimme voertuigen en toekomstbestendige provinciale wegen | 17 oktober 2019

Royal HaskoningDHV

2. Resultaten van de regiosessies

- Serie voorbeelden van cases die in de vier regio's zijn behandeld
- Foto's en video's (vanuit auto's met LKS en/of ACC)

26 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Vragen per casus

1. Voldoet deze situatie aan de richtlijnen die jullie hanteren?
2. Als afgeweken is van de richtlijnen, wat is daarvan de motivatie?
3. Levert deze situatie problemen op voor het functioneren van slimme voertuigen?
4. Hoe zouden we deze problemen kunnen oplossen?

27 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Casus 1



- Noord 1
- Te veel info, tekst kan niet gelezen worden
- **Oplossingen:**
 - Virtuele borden en communicatie tussen auto en cloud
 - Communiceren: dit is buiten ODD van ADAS

28 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Casus 2



29 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

- Noord 2
- Voldoet niet: markering vuil, asmarkering ontbreekt
- Belijning is niet te volgen.
- **Oplossing:**
 - Programmeren dat gele lijnen voor witte gaan
 - Belijning demarkeren, aslijn aanbrengen, schoon houden
 - Communiceren: dit is buiten ODD van ADAS

Casus 3



30 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

- Noord 3, Zuid 10, Oost 13, West 8
- Kantmarkering is smal
- Binnen ODD van ADAS
- Bord 'Autoweg' wordt niet gelezen
- **Oplossing:**
 - Digitale kaarten
 - Snelheidslimiet 100 weergeven

Casus 4



- Noord 4, Zuid 11
- Attentieverhogend materiaal in asmarkering is niet volgens richtlijn
- Wegprofiel met twee bochten is ook uitdagend
- **Oplossing:**
 - Belijning conform richtlijn maken
 - Wegontwerp digitaal vastleggen
 - Communiceren: dit is buiten ODD van ADAS

31 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Casus 5



- Noord 5, Zuid 7, Oost 11, West 6
- Weg voldoet aan richtlijn
- Adviesbord wordt niet begrepen
- **Oplossing:**
 - Adviesnelheid dient meegenomen te worden door verkeersbordherkenning
 - Snelheidslimiet verlagen
 - Verantwoordelijkheid bestuurder benadrukken
 - Voertuig snelheid laten aanpassen op basis van weglay-out

32 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Casus 6



33 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

- Noord 6, Zuid 8, Oost 8

- Weg voldoet niet aan richtlijnen. Opvolgende boogstralen zijn te krap, geen overgangsbogen

Oplossing:

- Slinger uit weg halen
- Kantmarkering onderhouden
- Auto moet beter voorspellen (met kaarten of verre radar) hoe het verloop van de weg is
- Communiceren: dit is buiten ODD van ADAS

Casus 7



34 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

- Noord 7, Zuid 9, Oost 12

- Situatie voldoet aan richtlijn
- Kwaliteit markering is slecht

Oplossing:

- Reparatietechniek dient niet toegepast te worden

Casus 8



- Zuid 1, Oost 5, West 9
- Situatie voldoet niet. Bord is niet goed te zien en belijning niet goed zichtbaar door water op rijbaan
- **Oplossing:**
 - Beter onderhoud

35 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Casus 9



- Zuid 3, Oost 7, West 4
- N271 t.h.v. Bergen hmp. 100.75 t/m 101.7
- Inrijden kom van 80 km/h naar 50km/h
- Bord komgrens wordt niet waargenomen.
- Psycho-bremsen worden niet waargenomen
- **Oplossing:**
 - Komgrensbord aanvullen met snelheidsbeperking 50

36 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Casus 10



- Zuid 6, Oost 10, West 5
- N256 Zeelandbrug hm 20.2
- Bord 50t wordt gelezen als snelheidslimiet
- **Oplossingen:**
 - Bord 50t dient aangepast te worden
 - RVV-borden in auto programmeren

37 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Casus 11



- Oost 1
- N786 – regionale verbindingsweg
- Weg te smal door inpassingsprobleem
- Geen dubbele rijbaanscheiding
- **Oplossingen:**
 - Weg dient conform richtlijnen te zijn
 - Communiceren: dit is buiten ODD van ADAS

38 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Casus 12



- Oost 2
- N377 hmp 24.5/31.7 Lichtmis Coevorden
- Weg heeft slecht onderhoud
- Geen dubbele asmarkering
- **Oplossing:**
 - Beter beheer en onderhoud

39 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Casus 13



- West 1
- N240 18.1, bij Medemblik
- Auto verlaat rijstrook
- Weg voldoet niet aan richtlijn:
 - Oude markering
 - Rijzicht beperkt door 'bultje'
 - Geen redresseerruimte
- Reden: Prioritering, investeringskosten
- **Oplossing:** Weg herinrichten
- Haaiantanden worden niet waargenomen als langsmarkering
- Dit dient afgestemd te worden met fabrikant

40 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Casus 14



- West 2
- N240 19.1, bij Medemblik
- Auto verlaat rijstrook
- Weg voldoet niet
- **Oplossing:**
 - Boogstraal vergroten
 - Snelheid verlagen
 - Dubbele asmarkering

41 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Casus 15



- West 3
- N307 (Westfrisiaweg), 38.3 bij Hoorn
- LKS stuurt naar rechts vanwege oude tijdelijke markering
- **Oplossing:**
 - nieuwe deklaag
 - LKS-systeem verbeteren

42 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Casus 16

- In- en uitvoegers bij spitsstroken



43 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Bevindingen uit de casussen (1) - algemeen

- Het is van belang dat wegen volgens de richtlijnen aangelegd worden. Dat leidt tot beter functioneren van de voertuigsystemen.
- Goed en tijdig onderhoud leidt ook tot beter functioneren van de voertuigsystemen.
- Het ODD van ADAS dient gedefinieerd te worden en gecommuniceerd naar de auto en bestuurder (wanneer is het systeem veilig te gebruiken)
 - Middels een bord 'Schakel uw systemen uit'
 - Of middels communicatie naar voertuig zodat systemen zelf melding geven
- Veel verantwoordelijkheid wordt gelegd bij autofabrikanten om te zorgen dat systemen compleet en failproof zijn

44 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Bevindingen uit de casussen (2)

- **Langsmarkering:**
 - Zorg ervoor dat materialen gebruikt worden die zichtbaarheid van de markering mogelijk maken bij verschillende licht- en weerscondities.
 - Let op tijdelijke markering bij wegwerkzaamheden.
 - Let op afwijkende markering bij bijvoorbeeld af- en opritten bij spitsstroken.
 - Let op contrast tussen de markering en het wegoppervlak (niet alleen op reflectie).
 - Let op lasnaden, correcties van scheuren in het wegdek, die door het lane keeping systeem foutief als markering kan worden aangezien.
- **Verkeersborden:**
 - Bij bebording zijn de juiste locatie/plaatsing, leesbaarheid en uniformiteit van belang.
 - Snelheidslimieten (komgrens, autoweg, adviessnelheden) dienen expliciet weergegeven te worden.

45 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

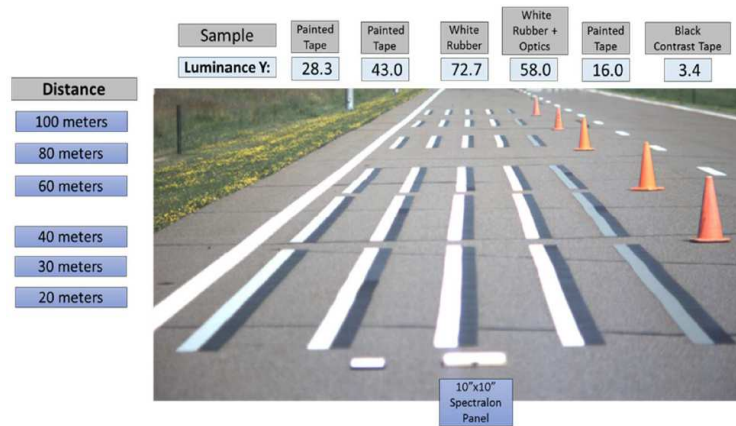
3. Resultaten literatuur - *impressie*

- De huidige ADAS voertuigsystemen gebruiken voor het detecteren van de wegsituatie en het wegverloop vooral camera's. De **prestatie van deze camera's is afhankelijk van veranderlijke omgevingscondities**.
- **Adequate langsmarkering** heeft een sterke positieve invloed op het functioneren van de slimme voertuigsystemen, vooral in 'hot spot' situaties (situaties die voor het voertuig ingewikkeld zijn).
- **Innovatieve markeringstypen** die ook door radar en LIDAR gedetecteerd kunnen worden, zullen er aan bijdragen dat de voertuigen de markering beter en vaker detecteren dan in de huidige situatie.
- Een **zwarte streep naast een witte markeringsstreep** verhoogt het contrast in een groot aantal condities. Witter maken van de markering is gunstig in condities met weinig licht.
- In **S-curve situaties** functioneren Lane Keeping systemen niet in de tweede bocht (observaties van EuroNCAP).

46 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Voorbeeld: onderzoek naar langsmarkering met versterkt contrast (ERF):



47 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Technische details voor *contrastwaarden* (3M)

- Witte markering geeft sterkste contrastwaarde
- Asfalt geeft variabele contrastwaarden
 - Niet lineaire waarden bij verjaring
- Zwarte contraststreep verhoogt de contrastwaarden met witte markering
 - Lage lichtsterkte zwarte contraststreep, hoge lichtsterkte witte markering
 - Buffer voor tegen verkleuring van asfalt
 - Hogere contrastwaarden voor dezelfde markering en minder verlichting

48 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Voorbeeld: onderzoek naar zichtbaarheid/interpreteerbaarheid van verkeersborden (ERF)

- Text-only traffic signs are not visually unique which results in high false rates (Mobileye)

Traffic Signs – City Entrance/Exit

- Too many variants
- Text-only signs are not visually unique (high false rate)

Austria	Belgium	Bulgaria	Croatia	Cyprus	Czech	Denmark	Estonia	Finland	France	Germany	Greece	Hungary	Ireland	Italy
Bregenz	Villach-Villach	Пещера Раштера	Šibenik		PLZEŇ	Lyngby			Saint Vincent et les Grenadines	Wilster		Deutsch-Wagram	Der ne este sosech	TARANTO
		Троян			KOCHEBET		Jõri					Cserpak	Cserpak	
Latvia	Lithuania	Luxembourg	Malta	Netherlands	Norway	Poland	Portugal	Romania	Slovakia	Slovenia	Spain	Sweden	Switzerland	UK
SAURAVILS	VILNIUS	ALSCHIED Alphen	TAKIEN	Helmond	Kongsberg		Montalegre	Mercuria Cui	BRATISLAVA	Brise			Baumes	N/A
													Uetliburg	

49 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Functionele eisen aan *langsmarkering*:

- Zichtbaarheid
- Contrast
- Retro-Reflectief
- Ondubbelzinnig
- Beknopt
- Gestandaardiseerde maten en kleuren (internationaal)
- Resistent voor viezigheid (dirt-resistant marking)
- Patroon van markering
- Demarkeering volledig verwijderd, geen 'resten' zichtbaar
- Regelmatig onderhoud



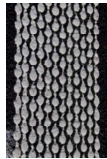
50 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Zichtbaarheid

O.a. afhankelijk van:

- Kleur: wit, geel, groen, rood, ...
- Helderheid: hoe helderder de kleur hoe beter zichtbaar
- Retro reflecterende eigenschappen
- Contrast
- Vormgeving



Bron: Rijkswaterstaat
Royal HaskoningDHV

51 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Functionele eisen aan *bebording*

- Zichtbaarheid
- Contrast
- Retro-Reflectief
- Ondubbeltzinnig
- Beknopt
- Lettertype en grootte van letters
- Verwijderen onnodige inconsistenties in lettertype, kleur
- Gestandaardiseerde maten en kleuren (internationaal)
- Resistent voor viezigheid (dirt-resistant marking)
- Zichtbaarheid in de nacht (lichtvervuiling naast de weg)
- Positie in zichtveld camera's / radars (verschil in hoogte bestuurder personenauto en vrachtauto)
- Borden met een snelheidsbeperking moeten ruim vóór scherpe bochten worden geplaatst om een veilige handmatige overname door de bestuurder mogelijk te maken.
- Regelmatig onderhoud



Royal HaskoningDHV

52 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

4. Eerste conclusies

Gezamenlijk bewegen naar no-regret maatregelen en standaarden

- **Wat nu al doen?**
 - Goede toepassing van de huidige richtlijnen voor ontwerp en beheer/onderhoud
 - Uniformiteit in langsmarkering en verkeersborden
 - Bij langsmarkering: meer aandacht voor contrast naast reflectie, type II markering
 - Bij borden: goede positie (locatie en oriëntatie), expliciete snelheidsaanduiding
 - Digitale informatie rondom verkeersborden op orde hebben
- **Wat heeft nog verder onderzoek nodig?**
 - *Zie ontwikkelagenda*
- **Welke samenwerkingsvormen?**
 - Automotive partijen, RDW
 - Landelijke initiatieven, zoals LVMB, Krachtenbundeling
 - Europese initiatieven, zoals EC werkgroep Cooperative & Automated Driving



53 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

5. Punten voor de ontwikkelagenda

- **Langsmarkering:**
 - Wat zijn juiste contrastwaarden/ratio's voor ADAS?
 - Welke eigenschappen van markering / wegvlak zijn nodig voor een acceptabele contrast ratio?
 - Hoe moeten we omgaan met effect van openbare verlichting op zichtbaarheid markering?
 - Wat zijn nieuwe eisen voor markering met betrekking tot het effect van regen en natte wegen? (drainage eisen bijvoorbeeld)
 - Hoe om te gaan met tijdelijke verkeersmaatregelen
 - Mogelijke innovaties: radar-reflectieve markering op basis van koud plastic (buiten zichtveld detectie)
 - Specifieke eisen aan langsmarkering voor goed functioneren in verschillende bochten
 - Afstemming locatiebepaling nauwkeurige GPS, digitale kaart (HD map), en markering
- **Verkeersborden:**
 - Wat is het beste contrast niveau voor borden?
 - Wat is het beste lettertype?
 - Wat is de beste lettergrootte?
 - Wat is de beste positie van borden?

Samenwerking met automotive

54 Slimme auto's op toekomstbestendige provinciale wegen | 20 november 2019

Royal HaskoningDHV

Bedankt voor uw aandacht.

Vragen en discussie?

Email: peter.morsink@rhdhv.com

Tel: +31 (0)6-52368078