

Nationaal verkeerskundecongres 2017

Automatische voertuigen en implicaties voor de infrastructuur

Discussiepaper in het kader van de ontwikkeling van een automatische shuttledienst in het INTERREG project Interregional Automated Transport

Peter Morsink
(Royal HaskoningDHV)

Natalia Groenewold
(Royal HaskoningDHV)

Martijn Bruil
(Provincie Gelderland)

Samenvatting

Begin 2017 zijn de Provincie Gelderland en Royal HaskoningDHV samen met diverse andere partijen gestart met het project Interregional Automated Transport (IAT). Binnen dit INTERREG project worden technieken voor automatisch rijden op verschillende plaatsen getest. In *werkpakket 4: Living lab Border-shuttle* wordt een automatisch rijdende shuttlebusdienst in de Corridor Aachen - Vaals ontwikkeld en getest. In 2019 zal de shuttle in de vorm van een pilot op het traject gaan rijden. Voor de doorontwikkeling van automatisch rijdende shuttles zijn er nog diverse onbeantwoorde vragen. Onder andere op het gebied van de interactie tussen het voertuig en de infrastructuur waar het voertuig gebruik van maakt. Daartoe ontwikkelt Royal HaskoningDHV een checklist, te beginnen met de fysieke infrastructuur (wegontwerp en –inrichting). Deze checklist geeft de benodigde inzichten om kenmerken van de shuttle en de infrastructuur goed op elkaar af te stemmen. Dit inzicht helpt om het voertuig optimaal te laten rijden en om de shuttledienst als geheel kostenefficiënt te ontwikkelen. De checklist is verdeeld in vier onderdelen: lengteprofiel, dwarsprofiel, discontinuïteiten en objecten en kruispunten. Elk onderdeel is weer onderverdeeld in *must haves* en *nice to haves*, om zo de geschiktheid van trajectdelen en een volledige route te toetsen. **Met dit paper willen wij de discussie aangaan over nut & noodzaak van een goede afstemming tussen kenmerken van automatische voertuigen en de infrastructuur. Kernaspecten van deze discussie worden meegenomen in de verdere ontwikkeling van de checklist.**

Trefwoorden

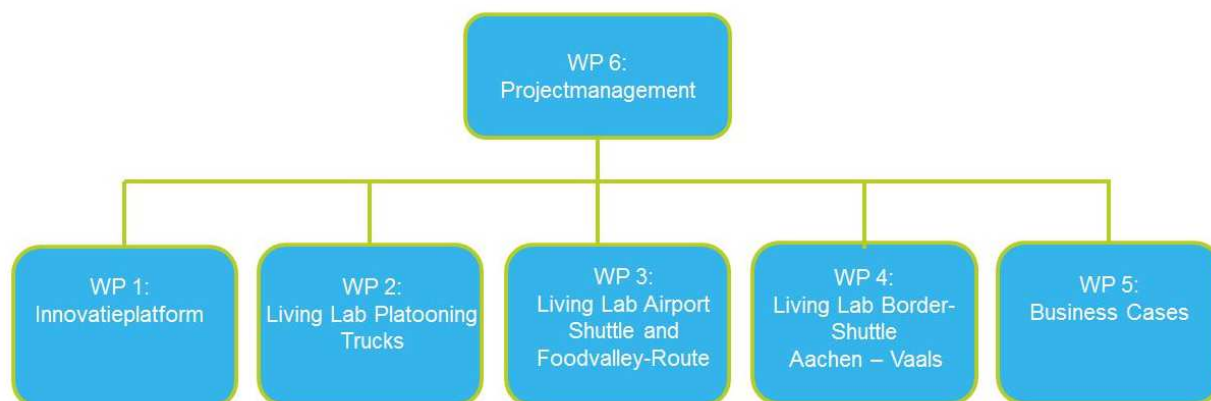
Automatisch, voertuig, shuttle, zelfrijdend, checklist, infrastructuur

ORGANISATIE 2017

Interregionaal Automatisch Transport

De verbindende schakels van de Europese Unie zijn de grensregio's in Europa. Om de grensoverschrijdende samenwerking te ondersteunen heeft de Europese Unie het subsidieprogramma INTERREG opgericht. Met INTERREG worden samenwerkingsprojecten langs de Europese grenzen financieel ondersteund. In februari 2017 heeft de Provincie Gelderland als penvoerder van een consortium met onder andere Royal HaskoningDHV het project I-AT (Interregional Automated Transport) opgestart¹. Het project (looptijd 2017 – 2019) is een samenwerking van het MKB (middenkleinbedrijf) met diverse onderzoeksinstituten, grote ondernemingen en overheidsinstellingen uit het Nederlands-Duitse grensgebied om kennistransfer en productinnovatie te bevorderen. Het doel van het project is om de ontwikkeling van technologische innovaties voor de mobiliteits- en logistieke sector toe te rusten voor de toekomstige markt van automatisch rijden. De focus ligt op belangrijke logistieke segmenten als vrachttransport, pakketlogistiek en personenvervoer. De technieken voor automatisch rijden wordt op verschillende plaatsen getest, onder andere in de corridor Aachen – Vaals, op het vliegveld Weeze en in een transport corridor. Het is een innovatief project waarbij het hoofddoel is: het ontwikkelen van kennis. Ook beoogt het project de kennistransfer en productinnovaties in het Nederlands-Duitse grensgebied verder te bevorderen en zo de regionale economie te stimuleren.

Het project is in zes werkpakketten verdeeld. Figuur 1 geeft een overzicht van de verdeling. Samen met andere partners werkt Royal HaskoningDHV aan werkpakket 4: *Living lab Border-shuttle*. In dit werkpakket wordt de ontwikkeling en uitvoering van een testprogramma voor een autonoom rijdende shuttlebusdienst in de Corridor RWTH Aachen - Universitätsklinikum – Vaals onderzocht. De leadpartner van dit werkpakket is het Akense vervoersbedrijf ASEAG. ASEAG wil voor het ziekenhuispersoneel, bezoekers en studenten van de campus een automatische shuttlebus dienst faciliteren waarmee 24 uur per dag vervoer binnen bereik komt. Buiten de reguliere dienstregeling zou de shuttle 'on demand' besteld kunnen worden. Welk voertuigtype er op het traject gaat rijden is op dit moment nog niet bekend. Wel is bekend dat de benodigde voertuigtechnologie (sensoren, actuatoren, software) zal voortbouwen op de WEpods die nu in Ede Wageningen rijden. Het voertuig zal naar verwachting rijden met een snelheid in de range van 25- 50 km/u. Een impressie van hoe de WEpod werkt, is te zien in een recent media artikel² en via de website www.wepods.nl. Ook in Aachen – Vaals zal de shuttle op de openbare weg tussen het andere verkeer gaan rijden en niet op aparte infrastructuur.



Figuur 1: Overzicht verdeling werkpakketten

Probleemstelling

Volledig automatische en semi-automatische voertuigen staan momenteel volop in de belangstelling³. Diverse fabrikanten ontwikkelen 'slimme' voertuigen, deels in de vorm van 'traditionele' auto's die met steeds verdergaande vormen van rijtaakondersteuning zijn uitgerust, deels in de vorm van volledig automatische shuttlebussen. Rondom deze ontwikkelingen worden wereldwijd verschillende onderzoeken uitgevoerd. Belangrijke thema's daarin zijn de interactie tussen de bestuurder en het voertuig (vaak aangeduid met 'transition of control'), de interactie tussen voertuig en

¹ <http://wepods.com/wepods-to-continue-driving-gelderland-for-three-years>

² <http://www.ad.nl/delft/onderzoeksterrein-voor-zelfrijdende-voertuigen-geopend~af426898/>

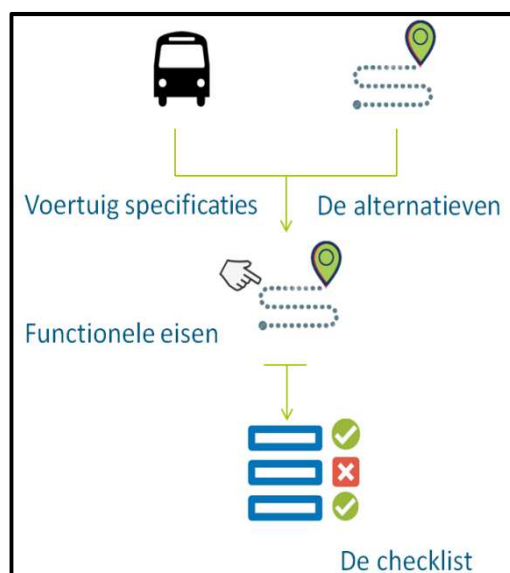
³ Voor de definitie van de terminologie heeft de Society of Automotive Engineers (SAE) een indeling gemaakt in 5 levels in volgorde van toenemende automatiseringsgraad (level 5 = 100% zelfrijdend).

medeweggebruikers (bijvoorbeeld in relatie tot voetgangers en fietsers, zie bijvoorbeeld ⁴ en ⁵). Over de hele linie ligt de nadruk in het onderzoek vooralsnog bij de semi-automatische voertuigen. Onderzoek naar volledig automatisch rijdende shuttle diensten krijgt wel steeds meer aandacht naarmate de mogelijkheden en implicaties meer bekendheid krijgen. In meerdere landen zijn pilots gedaan waarin deze shuttles getest worden. De meeste hiervan zijn op eigenterrein getest. Het eerdere WEpod project en het huidige IAT-project onderscheiden zich door de ambitie om de shuttle te testen op de (grensoverschrijdende) openbare weg tussen het andere verkeer. Voorheen zijn er geen tot weinig vergelijkbare pilots gedaan. Het is een 'upcoming' onderwerp, waardoor op dit moment de benodigde kennis en ervaring nog volop in ontwikkeling is. Inhoudelijk, maar ook procedureel, bijvoorbeeld aanpassing van wetgeving en toelatingseisen voor automatische voertuigen op gedeelde infrastructuur.

Naast de interactie tussen het voertuig en zijn bestuurder, passagiers en medeweggebruikers is ook de *interactie tussen automatische voertuigen en de infrastructuur* een thema waarvoor nog de nodige kennishiaten bestaan. Met name op initiatief van wegbeheerders krijgt het onderwerp wel steeds meer aandacht. Dat blijkt bijvoorbeeld uit de recente verkenning van implicaties van automatisch rijden op het ontwerp en de inrichting van wegen⁶. Binnen het IAT project wordt hierop voortgebouwd vanuit het perspectief van een automatische shuttlebus. Dat richt zich op de vraag waar de infrastructuur aan moet voldoen en hoe de infrastructuur kan bijdragen aan optimaal rijden (veilig, vlot en comfortabel) van de shuttlebus en een kostenefficiënte ontwikkeling van het bijbehorende systeem en diensten.

De checklist

Om te zorgen dat de shuttle zich zo gemakkelijk mogelijk kan verplaatsen, wordt er een checklist ontwikkeld. Deze checklist focust zich in eerste instantie op de fysieke infrastructuur van de route (wegontwerp en -inrichting). De digitale infrastructuur (verkeerssystemen op en langs de weg) zal daar in een later stadium aan worden toegevoegd. Om tot een checklist te komen wordt er gekeken naar de voertuigspecificaties en de route waar de het busje gaat rijden. Bij de voertuig specificaties wordt er gekeken naar hoe hard het voertuig kan rijden (ontwerpsnelheid: 50 km/u), hoe het voertuig werkt en zich verplaatst aan de hand van verschillende sensoren, actuatoren en bijbehorende hard- en software. Bij de route is er gekeken naar welke alternatieven er zijn en wat het voertuig onderweg tegenkomt. Binnen de mogelijke trajectdelen zijn er verschillende types wegen: gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen, met snelheidslimieten tussen 30 en 70 km/h. Vanuit de



Figuur 2: Overzicht input checklist

kenmerken van de trajectdelen zijn *functionele eisen van het voertuig op de route* opgesteld. Hierin worden situaties

beschreven die het voertuig onderweg tegen kan komen en welke handelingen het voertuig moet kunnen uitvoeren. Deze functionele eisen worden vertaald naar specificaties waar ontwerpelementen aan moeten voldoen, bijvoorbeeld met betrekking tot de breedte van rijstroken, zicht, kwaliteit van de verharding, parkeervoorzieningen ander verkeer en aanwezigheid bushalte. Dat leidt uiteindelijk tot de opzet van de checklist, zie figuur 2.

De methode is gebaseerd op het rapport *Zelfrijdende auto's*⁶ en de uitwerking vindt plaats in de vorm van samenwerking tussen verkeerskundigen, ontwerpers, voertuigexperts en gedragsdeskundigen. In de checklist wordt er onderscheid gemaakt tussen de categorieën: lengteprofiel, dwarsprofiel, discontinuïteiten en objecten en kruispunten. Elk van deze categorieën is weer opgedeeld in een selectie van kenmerken in de vorm van *Must haves* en *Nice to haves*. De te toetsen route wordt in

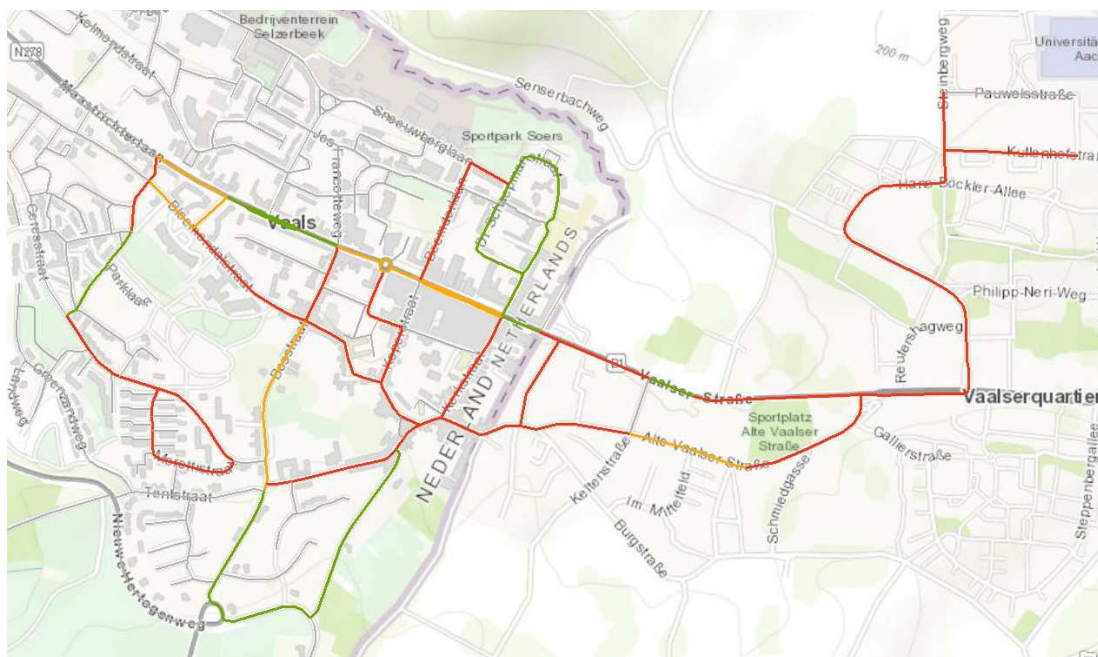
⁴ Vissers, L. Van der Kint, S., van Schagen, I., Hagenzieker, M. (2016). *Safe interaction between cyclists, pedestrians and automated vehicles*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV).

⁵ Rodriguez, P. (2017). *Safety of pedestrians and cyclists when interacting with automated vehicles: a case study of the WEpods*. TU Delft.

⁶ Morsink, P., Klem, E., Wilmink, I., De Kievit, M. (2016). *Zelfrijdende auto's: verkenning van implicaties op het ontwerp van wegen*. Royal HaskoningDHV en TNO voor Rijkswaterstaat en CROW.

deeltrajecten opgesplitst. Elk deeltraject krijgt een beoordeling afhankelijk van de mate waarin het aan de *Must have*s en *Nice to have*s voldoet. De resultaten van elk deeltraject vormen een overzicht van de geschiktheid van de route. Dit dient als input voor het bepalen van de meest geschikte route. De checklist is een levend instrument, dat aangepast zal worden op basis van voortschrijdend inzicht, waarbij de technische ontwikkelingen van het voertuig naar verwachting leidend zijn.

De onderstaande figuur geeft een impressie van eerste resultaten van de toetsing op verschillende trajectdelen in het pilot gebied waar de shuttlebus gaat rijden. De toekenning van kleuren aan trajectdelen vindt plaats op basis van weging van de checklist items. Groen betekent: de meeste kenmerken voldoen en wellicht zijn er nog nader te specificeren verbeteringen mogelijk. Oranje/rood: meerdere kenmerken voldoen (nog) niet en vragen specifieke aandacht.



Figuur 3: Impressie van eerste resultaten van de checklist in het pilotgebied (weergegeven in ArcGIS online)

Op deze wijze toegepast geeft de checklist 1. handreikingen om de inrichting van trajectdelen te optimaliseren en 2. waardevolle input om de meest geschikte route voor de shuttle te bepalen.

Discussie

De eerste stappen om een checklist op te stellen, zijn gezet. Eerste ervaringen worden opgedaan in het kader van de verkenning van de meest geschikte route voor de shuttlebus in de Aachen – Vaals corridor. In het vervolg van het IAT project zal de checklist doorontwikkeld worden en op meerdere pilotlocaties toegepast. We nodigen geïnteresseerden uit om mee te denken in dit proces. Om dit te bereiken, discussiëren wij op het congres graag met u op een interactieve manier over de volgende twee stellingen:

Stelling 1. Voor optimaal functioneren van een automatische shuttlebus is goede afstemming tussen de kenmerken van het voertuig en de infrastructuur noodzakelijk.

Stelling 2. Wegen in Nederland en Duitsland zijn al geschikt voor een grensoverschrijdende pilot met automatisch rijdende shuttles die 50 km/u rijden.

Conclusie

Royal HaskoningDHV is bezig met het ontwikkelen van een checklist voor automatische voertuigen en het beantwoorden van de vraag waar de fysieke infrastructuur aan moet voldoen, zodat automatische voertuigen zich soepel en veilig kunnen verplaatsen. Het opstellen van de juiste eisen en randvoorwaarden aan de infrastructuur is een uitdaging, doordat de kennis/ervaring over het functioneren van automatische shuttles nog in opbouw is. Deze discussie dient als input voor de checklist die in ontwikkeling is als onderdeel van het project Interregional Automated Transport.