

Advies praktijkproef OZG Scheemda

R-2018-10



Advies praktijkproef

OZG Scheemda

R-2018-10

A.T.G. Hoekstra, MSc., C. Mons, MSc., dr. ir. C.N. van Nes, dr. ir.
A. Dijkstra, & dr. ir. R.J. Jansen

Den Haag, 2018

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2018-10
Titel:	Advies praktijkproef
Ondertitel:	OZG Scheemda
Auteur(s):	A.T.G. Hoekstra, MSc., C. Mons, MSc., dr. ir. C.N. van Nes, dr. ir. A. Dijkstra, & dr. ir. R.J. Jansen
Projectleider:	Dr. ir. C.N. van Nes
Projectnummer SWOV:	S18.21b
Trefwoord(en):	Vehicle; automatic; behaviour; road user; traffic; safety; test; test method; road traffic; risk assessment; accident prevention; Netherlands; SWOV
Projectinhoud:	Bij beoordeling van een praktijkproef met (deels) zelfrijdende voertuigen op de openbare weg is de Dienst Wegverkeer (RDW) eindverantwoordelijk voor de ontheffing. SWOV adviseert RDW over de mens-/gedragsaspecten van de betreffende praktijkproef. Deze notitie beschrijft het SWOV-advies over de proef waarin een zelfrijdende shuttle van het bedrijf NAVYA passagiers zal vervoeren tussen de ingang van het Ommelander Ziekenhuis in Scheemda en de bushalte 'Molenstraat' in Scheemda.
Aantal pagina's:	22 + 8
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2018
Omslag:	NAVYA, www.navya.tech

De informatie in deze publicatie is openbaar.
Overname is echter alleen toegestaan met bronvermelding.

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid
Postbus 93113
2509 AC Den Haag
Telefoon 070 317 33 33
Telefax 070 320 12 61
E-mail info@swov.nl
Internet www.swov.nl

Inhoud

1.	Inleiding	5
2.	Beschrijving van de proef	6
2.1.	Gebruikte informatie	6
2.2.	Beschrijving van de proef	6
2.2.1.	Het voertuig	6
2.2.2.	Operators en taakomschrijving	7
2.2.3.	Weg en route	7
2.3.	Samenvatting en aannames	8
3.	Beoordeling van de risico's voor verkeersveiligheid	9
4.	Het SWOV-advies over de praktijkproef met NAVYA-shuttle	16
4.1.	Veiligheidsadvies	16
4.1.1.	De rol van de operator (RR 1, 2)	16
4.1.2.	Snelheid van het handmatig bestuurd voertuig (RR 3)	17
4.1.3.	Informatievoorziening voor blinden en slechtzienenden (RR 4)	17
4.1.4.	Het anticiperen op onverwacht gedrag van de NAVYA-shuttle (RR 5, 6, 14)	18
4.1.5.	Het maken van een noodstop (RR 7, 8, 9, 15)	18
4.1.6.	Verbreding van het fietspad met grasbetontegels (RR 10)	19
4.1.7.	De breedte van het (fiets)pad/ruimte voor andere verkeersdeelnemers (RR 11, 12, 13)	20
4.1.8.	Het ontbreken van een protocol voor ongunstige weersomstandigheden (RR 16)	21
4.2.	Leerpunten	21
4.3.	Aandachtspunten bij bredere uitrol	21
4.4.	Conclusies	22
Bijlage 1	SWOV-Formulier <i>Benodigde informatie voor de beoordeling van proeven met zelfrijdende voertuigen</i>	23
Bijlage 2	Risicomatrix	27

1. Inleiding

Om innovaties op het gebied van zelfrijdende voertuigen te stimuleren, faciliteert Nederland het testen van zelfrijdende voertuigen op de openbare weg. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft een *Testprocedure zelfrijdende voertuigen op de Nederlandse openbare weg* opgesteld, die op basis van maatwerk bij een aanvraag voor een praktijkproef wordt gehanteerd. De procedure bestaat uit drie nauw met elkaar samenhangende onderdelen: voertuig, weg en mens (gedrag). Bij beoordeling van een praktijkproef is de Dienst Wegverkeer (RDW) eindverantwoordelijk voor de ontheffing en verantwoordelijk voor het onderdeel 'voertuig'. De betreffende wegbeheerder of Taskforce Dutch Roads is verantwoordelijk voor het onderdeel 'weg'.

SWOV is gevraagd om RDW te adviseren over de mens-/gedragsaspecten van de proeven, zodat zij deze kunnen meewegen in hun (eind)oordeel voor de ontheffing. Het doel van het SWOV-advies is om de mogelijke risicofactoren te beschrijven en te wegen, om zo te kunnen komen tot een bredere afweging dan op basis van het voertuig alleen en daarmee de veiligheid van te beproeven systemen op de openbare weg te bevorderen.

Deze notitie beschrijft het SWOV-advies over het OZG Scheemda-project, waarin een zelfrijdende shuttle van het bedrijf NAVYA passagiers zal vervoeren tussen de ingang van het Ommelander Ziekenhuis in Scheemda en de bushalte 'Molenstraat' in Scheemda. De 'NAVYA-shuttle' zal op dit traject van circa 1,2 kilometer gemengd rijden met ander verkeer, zoals fietsers, voetgangers, auto's, ambulances, brandweerwagens en landbouwverkeer.

Dit SWOV-advies bevat een inventarisatie van de mogelijke verkeersveiligheidsrisico's, een inschatting van de ernst van deze risico's en een advies over hoe deze risico's beperkt kunnen worden. We gaan er hierbij vanuit dat de systemen werken zoals beschreven in de beschikbare documentatie. Het SWOV-advies beperkt zich tot de omstandigheden van deze specifieke praktijkproef. Met andere woorden, het zegt niets over de verkeersveiligheidseffecten van deze zelfrijdende voertuigen op een andere locatie, op een ander moment, of over een bredere toepassing van dit soort technologieën in ons verkeerssysteem.

2. Beschrijving van de proef

2.1. Gebruikte informatie

Voor dit advies is gebruikgemaakt van de volgende documenten:

- SWOV-formulier *Benodigde informatie voor de beoordeling van proeven met zelfrijdende voertuigen*, zoals ingevuld voor het OZG Scheemda-project en per e-mail ontvangen van Pieter van der Stoep (RDW) op 26 april 2018; op 6 juni een reactie op onze aanvullende vragen ontvangen via Pieter van der Stoep (RDW);
- OZG Scheemda-document *Projectplan OZG Scheemda*; ontvangen van Pieter van der Stoep (RDW) op 26 april 2018;
- NAVYA-document *NAVYA Specifications Scheemda-Ommelander Hospital*; ontvangen van Pieter van der Stoep (RDW) op 7 mei 2018;
- (beknopt) verslag van de startbijeenkomst op 8 mei 2018 per e-mail ontvangen van Pieter van der Stoep (RDW) op 22 mei 2018;
- OZG Scheemda-document *plattegronden van de route*; ontvangen van Pieter van der Stoep (RDW) op 22 mei 2018;
- OZG Scheemda-simulatie *Interactief model Scheemda*; ontvangen van Pieter van der Stoep (RDW) op 22 mei 2018;
- NAVYA-document *Hazard and Risk Analysis OZG (HARA)*; ontvangen van Pieter van der stoep op 4 juni 2018.

Daar waar de verschillende documenten tegenstrijdige informatie geven zijn we uitgegaan van de informatie die verstrekt is in het SWOV-formulier. Indien de informatie op het SWOV-formulier ontbreekt zijn wij uitgegaan van de laatst verstrekte informatie.

2.2. Beschrijving van de proef

Het doel van het OZG Scheemda-project is het verkennen van de mogelijkheden om kleinschalig, autonoom rijdend openbaar vervoer permanent in te zetten in dunbevolkte gebieden, en hiermee de bereikbaarheid te vergroten. Daarvoor zal er in het najaar van 2018 een proef plaatsvinden op het traject tussen het Ommelander Ziekenhuis in Scheemda en de bushalte 'Molenstraat' in Scheemda. Op dit traject van circa 1,2 kilometer zal een shuttle van het bedrijf NAVYA gemengd met ander verkeer rijden, zoals voetgangers, auto's, ambulances en landbouwverkeer. Het is de bedoeling dat de NAVYA-shuttle in de loop van de pilot passagiers zal gaan vervoeren. Aan de hand van deze pilot zal worden onderzocht of dit soort zelfrijdende shuttles blijvend onderdeel kunnen worden van een openbaarvervoerssysteem. Dit advies is enkel bedoeld voor de ontheffing voor de pilot met passagiers in Scheemda tussen het Ommelander Ziekenhuis en de bushalte 'Molenstraat'.

2.2.1. Het voertuig

In dit project wordt gereden met een bi-directionele 'people mover' (NAVYA-shuttle). Bi-directioneel wil zeggen dat het voertuig geen herkenbare voor- of achterkant heeft. Daarnaast heeft het voertuig geen vaste stuurinrichting.

Wel kan het voertuig via een noodknop handmatig worden gestopt, of door een operator handmatig worden bediend via een joystick.

De NAVYA-shuttle beschikt over vijftien zitplaatsen. Hiervan zullen er, in verband met het rijbewijs B van de operator, hooguit acht voor passagiers gebruikt worden. Er is voor de operator geen vaste plek in het voertuig aanwezig, de operator kan op één van de reguliere zitplaatsen plaatsnemen. Staan is in het voertuig niet toegestaan. Verder zijn er geen spiegels (zowel binnen- als buitenspiegels zijn afwezig). Het is op het moment dat wij dit advies schrijven nog niet bekend of, ter compensatie daarvan, aan de operator beelden gepresenteerd worden op een console, om inzicht te geven in wat er rondom het voertuig gebeurt.

De NAVYA-shuttle is 2 meter breed. We gaan hierbij uit van de informatie zoals gecommuniceerd tijdens de startbijeenkomst op 8 mei 2018. Deze informatie wijkt echter af van de informatie op de website van de fabrikant (2,11 meter breed).¹

De NAVYA-shuttle heeft verschillende detectiezones voor en naast het voertuig'. Wanneer zich in deze zones een obstakel (weggebruiker, paaltje, boom, en dergelijke) bevindt, vertraagt of stopt het voertuig. Tijdens de startbijeenkomst op 8 mei 2018 is aangegeven dat deze detectiezones maar een beperkte afmeting kunnen hebben, omdat het voertuig anders niet in staat is bochten te kunnen nemen. De exacte omvang van de zones is onbekend. Obstakels worden ten opzichte van de rijrichting voor en naast het voertuig gedetecteerd, maar niet achter het voertuig. In het geval van een technische storing komt het voertuig tot stilstand. Het voertuig kan ook handmatig worden bestuurd met een beperkte snelheid van 3 km/uur.

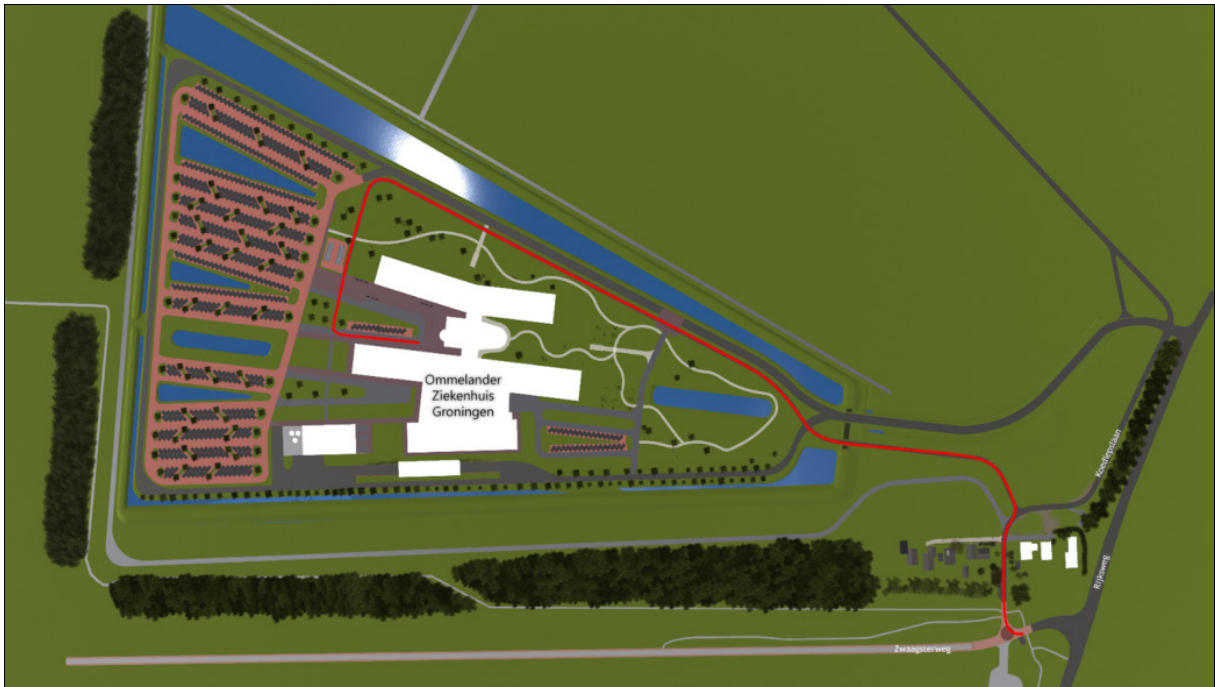
2.2.2. *Operators en taakomschrijving*

In het voertuig bevindt zich een door NAVYA opgeleide operator. Deze operator monitort zowel het verkeer als het systeem en grijpt wanneer nodig in. Ingrijpen kan door het indrukken van de noodknop die het voertuig direct tot stilstand brengt of door het systeem in manuele modus te zetten en het voertuig met een joystick te bedienen.

2.2.3. *Weg en route*

Er wordt gereden tussen de ingang van het Ommelander Ziekenhuis in Scheemda en de bushalte 'Molenstraat' in Scheemda (zie *Afbeelding 1*). Op deze route rijdt de NAVYA-shuttle over een 30km/uur-weg, een fietspad en het ziekenhuisterrein. Hierbij wordt een aantal wegen gekruist. De NAVYA-shuttle zal een maximumsnelheid van 15 km/uur aanhouden. Daarnaast haalt het voertuig niet in, maar blijft het achter langzamere weggebruikers rijden.

¹ <https://navya.tech/en/autonom-en/autonom-shuttle/>



Afbeelding 1. Route van de NAVYA-shuttle.²

2.3. Samenvatting en aannames

- Het betreft een praktijkproef met één zelfrijdende ‘people mover’ van het bedrijf NAVYA.
- Er is ontheffing nodig voor het rijden in gemengd verkeer op de openbare weg.
- Er zal in de loop van de proef ook worden gereden met passagiers.
- In de NAVYA-shuttle is een operator aanwezig die, indien nodig, kan ingrijpen door het voertuig tot stilstand te brengen of de besturing over te nemen.
- De operator in het voertuig is in het bezit van een geldend rijbewijs B.
- Er zal alleen worden gereden op de vooraf uitgezette route tussen het Ommelander Ziekenhuis in Scheemda en de bushalte ‘Molenstraat’ in Scheemda.
- De NAVYA-shuttle rijdt niet harder dan 15 km/uur.
- De NAVYA-shuttle haalt niet in maar blijft achter langzamere weggebruikers rijden.
- De NAVYA-shuttle is 2 meter breed. We gaan hierbij uit van de informatie zoals gecommuniceerd tijdens de startbijeenkomst op 8 mei 2018. Deze informatie wijkt echter af van de informatie op de website van de fabrikant (2,11 meter breed).
- Obstakels worden alleen in rijrichting voor en naast het voertuig gedetecteerd en niet achter het voertuig.
- Het fietspad waarover de NAVYA-shuttle rijdt wordt, zoals vermeld op het SWOV-formulier, verbreed met grasbetonstenen.

² Deze kaart is overgenomen uit het ingevulde SWOV-formulier *Benodigde informatie voor de beoordeling van proeven met zelfrijdende voertuigen* van 6 juni 2018 (Bijlage 1).

3. Beoordeling van de risico's voor verkeersveiligheid

Om de risico's in deze proef te beoordelen is het volgende expertteam (allen SWOV-onderzoekers) samengesteld:

- dr. ir. A. Dijkstra (civiel ingenieur; expertise wegontwerp en verkeerskundige analyse);
- A.T.G. Hoekstra, MSc (psycholoog; expertise sociale psychologie en interacties in het verkeer);
- dr. ir. R.J. Jansen (industriële ontwerper; expertise mens-product-interactie en cognitieve psychologie);
- C. Mons, MSc (psycholoog; expertise cognitieve psychologie);
- dr. ir. C.N. van Nes (ingenieur Industrieel Ontwerpen; expertise interactie met (deels) zelfrijdende voertuigen).

In een consultatie met deze experts op 11 juni 2018 zijn potentiële risico's in kaart gebracht.

Risicomatrix

Voor het advies is gebruikgemaakt van de door SWOV ontwikkelde risicomatrix (zie *Bijlage 2*). In de matrix worden drie niveaus van automatisering onderscheiden: gedeeltelijke, conditionele en volledige automatisering. Het uiteindelijke doel van dit project is een voertuig op het hoogste niveau (volledige automatisering, ofwel SAE-niveau 5). Tijdens deze fase van het project zal er echter altijd een operator meerijden om het verkeer en het systeem te monitoren en in kritieke situaties te kunnen ingrijpen. De taken van deze operator vallen onder het tweede niveau: conditionele automatisering. Daarom is de praktijkproef van het OZG Scheemda-project beoordeeld op het niveau van conditionele automatisering.

De tabel op de volgende pagina's toont de uitgewerkte risicomatrix voor deze praktijkproef. De risico's zijn verdeeld in vier categorieën:

1. Risico's die kunnen spelen bij de interactie van de bestuurders(s) met het geautomatiseerde systeem in het voertuig.
2. Risico's die kunnen spelen bij de interactie tussen het voertuig (en zijn bestuurder) en andere verkeersdeelnemers.
3. Risico's die samenhangen met de locatie en het moment van de praktijkproef. Hierbij zijn de route en de plaats op de weg belangrijke uitgangspunten.
4. Algemene risico's die samenhangen met de projectinrichting en management.

De kolommen van de matrix beschrijven het volgende:

- In de eerste kolom staat het beoordelingscriterium.
- In de tweede kolom volgt een toelichting op het criterium.
- In de derde kolom staat aangegeven of het risico van toepassing is op deze praktijkproef. Hiervoor is consensus gezocht tussen de experts.
- In de laatste kolom wordt aangegeven wat de kans is dat het risico zich tot een kritische situatie ontwikkelt en wat dan de gevolgen in termen van letsel zijn (* = klein, ** = middelgroot en *** = groot). Elke expert heeft hiervoor een individuele inschatting gegeven. Voor de uiteindelijke

inschatting op *kans en gevolg* is de modus (de beoordeling die het vaakst voorkomt) bepaald.³

Alle relevante risico's (RR) zijn in zwart weergegeven. Als een beoordelingscriterium niet van toepassing is op de praktijkproef, of reeds is afgedekt, is deze in lichtgrijs weergegeven. In de derde kolom is aangegeven waarom deze niet van toepassing is en/of geen risico vormt. De 'kans/gevolg'-beoordeling is niet kwantitatief, en geeft dus geen oordeel over het absolute risico of de gevolgen in termen van letsel. De beoordeling wordt gebruikt als indicatie welke risico's volgens de experts het meest relevant zijn.

		Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans	Gevolg
1. Interactie met systeem/voertuig					
Opleiding		Is de bestuurder/operator opgeleid / geïnformeerd om met het systeem om te gaan in de gegeven situatie?	Op het SWOV-formulier wordt aangegeven dat de operators door NAVYA worden opgeleid. De inhoud van deze opleiding is echter onbekend. Daarnaast bestaat er geen besturingshandleiding voor de NAVYA-shuttle (alleen een handleiding die uitlegt wat welke knop doet). Mogelijk is de bestuurder niet voldoende bekend met het besturen van het voertuig.	*	**
Nieuwe/andere vaardigheden		Heeft de bestuurder/operator genoeg informatie om de juiste beslissing te nemen?	In de NAVYA-shuttle is geen bestuurdersstoel aanwezig. Daarom zit de operator op een gewone passagiersplek en bestaat het risico dat hij onvoldoende overzicht heeft over de verkeerssituatie en een urgente situatie niet of te laat ziet. Dit wordt versterkt door het feit dat de NAVYA-shuttle geen spiegels heeft (RR 1).	**	**
Transition of control	Mentale Taakbelasting	Is de taak mentaal belastend of juist (te) weinig belastend?	Door de lage taakbelasting van de operator tijdens de rit (oplekken en ingrijpen indien nodig, dataverzameling) wordt de kans vergroot dat de operator neventaken gaat doen die afleiden. Dit vergroot het risico dat de bestuurder/operator in een urgente situatie wellicht niet op tijd kan ingrijpen. Dit risico wordt versterkt wanneer er met passagiers wordt gereden, omdat deze vragen kunnen stellen waardoor de bestuurder/operator zich minder met zijn taak (het monitoren) bezighoudt (RR 2).	**	**
	Situation Awareness	Blijft de bestuurder/operator 'in the loop' (bewust van de verkeerssituatie)? Wordt de bestuurder/operator tijdig geïnformeerd door het voertuig, zodat hij de rijtaken over kan nemen?			
Falen systeem		Wordt duidelijk aangegeven dat het systeem niet (meer) werkt? Is er dan genoeg tijd om over te nemen?	Wanneer het systeem niet meer werkt, zal het voertuig tot stilstand komen en is het aan de operator om het voertuig handmatig te besturen of hulp in te schakelen. Echter, wanneer het voertuig handmatig wordt bestuurd heeft het een snelheid van 3 km/uur. Hierdoor heeft het voertuig mogelijk te weinig tijd om een veilige stopplaats te bereiken. Dit is met name een probleem als ambulances naderen en de NAVYA-shuttle de weg blokkeert. (RR 3).	**	***

³ Bij een 'gelijke stand' in het oordeel van de experts is het hoogst aantal sterren aangehouden.

Oneigenlijk gebruik van het systeem	Hoe wordt misbruik (bijvoorbeeld inschakelen op onbedoeld moment) tegengegaan?	Er is geen protocol dat beschrijft hoe misbruik van het systeem wordt tegengegaan. Hiermee is het risico op onbedoeld oneigenlijk gebruik niet voldoende beheerst.	*	*
Onverwachte gebeurtenis	Is er een protocol voor onverwachte gebeurtenissen (overstekende dieren / voetganger / object, file op het traject, lekke band)?	Het is onduidelijk wat het protocol is bij stilstand. Het risico is dat er een botsing ontstaat tussen de NAVYA-shuttle en achteropkomend verkeer als de eerstgenoemde (plotseling) stilstaat, bijvoorbeeld vanwege technische problemen.	**	*
2. Interactie met andere weggebruikers				
Informatie	Zijn andere weggebruikers geïnformeerd over de praktijkproef?	Weggebruikers die in de omgeving wonen of werken zijn voldoende geïnformeerd aan de hand van voorlichtingen, demonstraties van de NAVYA-shuttle, en lokale persberichten. Andere weggebruikers worden geïnformeerd met behulp van bebording.	n.v.t.	n.v.t.
		Het is te verwachten dat blinden en slechtzienden de oogheelkundekliniek in het ziekenhuis zullen bezoeken. Hierdoor bestaat het risico dat de voorgenomen informatievoorziening met behulp van borden niet toereikend zal zijn voor blinden en slechtzienden, waardoor deze belangrijke doelgroep onvoldoende geïnformeerd zal zijn. Het risico dat blinden en slechtzienden niet weten dat ze een zelfrijdend voertuig kunnen verwachten wordt verhoogd doordat de NAVYA-shuttle elektrisch wordt aangedreven en daardoor erg stil is (RR 4).	**	**
Afleiding	Zijn de kenmerken van de voertuigen zo opvallend dat overig wegverkeer hierdoor kan worden afgeleid?	De NAVYA-shuttle is hoger dan de meeste voertuigen op de openbare weg en heeft een zeer herkenbaar futuristisch uiterlijk. Hierdoor kunnen andere weggebruikers worden afgeleid.	*	*
Voorspelbaarheid	Reageert het voertuig conform verwachtingen van andere weggebruikers?	Het NAVYA-parkeervak bij de bushalte ligt tussen de armen van een kruispunt. Het aanrijden op deze parkeerplaats wordt daarom door andere weggebruikers niet als duidelijke afslagrichting gezien. Hierdoor bestaat het risico dat zij niet adequaat op de manoeuvre van de NAVYA-shuttle kunnen anticiperen (RR 5).	**	**
		De voor- en achterkant van de NAVYA-shuttle zijn identiek, waardoor het voor andere weggebruikers onduidelijk kan zijn in welke richting de NAVYA-shuttle rijdt. Dit wordt versterkt door de geringe breedte van het fietspad, waardoor de NAVYA-shuttle niet duidelijk links of rechts kan rijden.	**	*
		Het is niet duidelijk of de NAVYA-shuttle een signaal naar de andere weggebruikers afgeeft als het stilstaat. Wanneer dit niet het geval is bestaat het risico dat andere weggebruikers niet zien dat de NAVYA-shuttle stilstaat en op de NAVYA-shuttle botsen.	*	*

		De NAVYA-shuttle wijkt af van formele en informele voorrangregels. Hij past zijn snelheid aan op basis van nabijheid van andere weggebruikers voor en naast het voertuig. Wanneer een tegemoetkomende of inhalende fietser zich naast de NAVYA-shuttle bevindt kan de NAVYA-shuttle afremmen of, gezien het smalle fietspad, zelfs een noodstop inzetten. Door dit gedrag kan onduidelijkheid ontstaan over de voorrangssituatie op kruispunten, wat weer kan leiden tot noodingrepen van de NAVYA-shuttle of andere weggebruikers (RR 6) .	**	**
(Anticiperen op) onverwacht gedrag andere weggebruikers	Kan het voertuig anticiperen op onverwachte gedrag van andere weggebruikers?	De NAVYA-shuttle zet een noodstop in wanneer obstakels (weggebruikers, paaltjes e.d.) dichtbij de NAVYA-shuttle worden gedetecteerd. De betreffende detectiezone is (zoals getoond tijdens de startbijeenkomst) erg klein, waardoor het risico bestaat dat de noodstop niet op tijd kan worden ingezet en er een botsing volgt (RR 7) .	***	**
		Het bovengenoemde risico geldt in het bijzonder op de Pastorieweg. Wanneer auto's vanaf de Koediepstraat met een hoge snelheid door de bocht komen. In deze situatie kan de NAVYA-shuttle niet op tijd een noodstop inzetten en is er geen ruimte om de auto langs de shuttle te laten passeren. Men is hier volledig afhankelijk van de reactie van de aanrijdende bestuurder (RR 8) .	***	***
		Bij het maken van een noodstop houdt de NAVYA-shuttle geen rekening met achterliggend verkeer. Volgens informatie die werd verstrekt tijdens de startbijeenkomst houden de sensoren voor obstakeldetectie niet tot nauwelijks rekening met wat er achter het voertuig gebeurt. Dit wijkt af van de eisen aan een 'gewone' bestuurder die geacht wordt in zijn achteruitkijkspiegel te kijken en zijn remgedrag op de situatie achter hem aan te passen. Doordat dit bij de NAVYA-shuttle niet kan, bestaat het risico op botsingen bij een plotselinge stop (RR 9) .	**	**
Verkeersregels	Volgt het voertuig de verkeersregels en -tekens?	De NAVYA-shuttle is niet in staat alle verkeersregels te lezen. Dit kan tot gevaren leiden bij tijdelijke verkeerssituaties.	*	**
Oneigenlijk gebruik	Is er voldoende rekening gehouden met de mogelijkheid dat andere weggebruikers het voertuig uittesten? (bijvoorbeeld: overige weggebruikers testen of het voertuig inderdaad automatisch remt).	Andere weggebruikers kunnen de NAVYA-shuttle gaan testen of er spelletjes mee spelen waardoor gevaarlijke situaties kunnen ontstaan.	*	*
Kopieergedrag	Wat is de kans dat andere weggebruikers op onwenselijke wijze gedrag van automatische voertuigen overnemen (bijvoorbeeld te korte volgafstand (<5m) in navolging van platooning trucks).	Vanwege het opvallende uiterlijk van de NAVYA-shuttle verwachten we geen kopieergedrag.	n.v.t.	n.v.t.

3. Locatie en tijden praktijkproef				
Plaats op de weg: massa, snelheid en omvang	Is de voorgestelde plaats op de weg de meest veilige als het voertuig mengt met ander verkeer?	Op de video 'RouteNavya' is te zien dat het fietspad op één locatie (zie 12.05 minuten) een bestaand pad van grasbetontegels kruist. Deze grasbetontegels liggen in de rijrichting van de fietser, waardoor het risico bestaat dat fietsers die hier overheen rijden met hun wielen klem komen te zitten in de stenen (tramraileffect) en ten val komen.	*	**
		Het fietspad wordt volgens de informatie op het SWOV-formulier verbreed met grasbetontegels. Indien de NAVYA-shuttle, gezien de geringe draagdracht van deze grasbetontegels, alleen over het huidige geasfalteerde fietspad rijdt, is de geasfalteerde weg op de meeste stukken te smal om fietsers veilig te kunnen laten passeren. Hierdoor zijn fietsers bij passeren van de NAVYA-shuttle op het gehele fietspad aangewezen op de grasbetontegels, en bestaat het risico dat fietsers die hier overheen rijden met hun wielen klem komen te zitten in de stenen (tramraileffect) en ten val komen. Bovendien bestaat de kans dat fietsers gebruik van de grasbetontegels zullen proberen te vermijden, waardoor het aantal mogelijke conflicten tussen fietsers en de NAVYA-shuttle toe zal nemen (RR 10) .	***	**
		Zelfs als het fietspad geheel met asfalt of conventionele tegels zou worden verbreed, zal de NAVYA-shuttle waarschijnlijk minimaal 50 cm links van de verhardingsrand rijden en overschrijdt deze daardoor op de (fiets)paden altijd zijn eigen weghelft. De ruimte die overblijft voor tegenliggend of inhalend verkeer (fietsers, voetgangers, invalidervoertuigen, e.d.) is daarom erg klein of zelfs onvoldoende (dit verschilt per deel van de route). Hierdoor ontstaat het risico dat andere weggebruikers moeten uitwijken naar de berm, met elkaar in botsing komen of in botsing komen met de NAVYA-shuttle (RR 11) .	***	**
		Indien de NAVYA-shuttle gebruikmaakt van de volledige breedte van de weg (en dus ook over de grasbetontegels rijdt), bestaat het risico dat begroeiing die bij achterstallig onderhoud door de grasbetontegels omhoog komt, zal zorgen voor onnodige noodstoppen waarop achteropkomend verkeer niet kan anticiperen. Hierdoor kunnen botsingen ontstaan.	*	**
		Langs de route van de NAVYA-shuttle is veel begroeiing (gras, struiken, bomen). Wanneer deze begroeiing niet goed wordt onderhouden bestaat de kans dat de NAVYA-shuttle meer dan de ingeschatte 50 cm links van de verhardingsrand gaat rijden en er te weinig ruimte overblijft voor ander verkeer (auto's, fietsers, voetgangers, e.d.). Langs het fietspad waarop de NAVYA-	**	**

		shuttle rijdt wordt dit risico versterkt doordat de berm licht afloopt richting het fietspad waardoor begroeiing sneller op het fietspad komt te hangen (RR 12).		
		Bij de bochten op het fietspad is geen bochtverbreding voorzien. Hierdoor heeft tegemoetkomend verkeer (fietsers, voetgangers, invalidervoertuigen, e.d.) onvoldoende ruimte om de NAVYA-shuttle te passeren en ontstaat wederom het risico dat andere weggebruikers moeten uitwijken naar de berm of in botsing komen met de NAVYA-shuttle (RR 13).	**	**
		Op het fietspad waarop de NAVYA-shuttle rijdt bevindt zich een korte versmalling door twee muurtjes. Naast een van deze muurtjes staat een huisje dat het zicht op de doorgang vanaf de bocht beperkt. Hierdoor bestaat het risico dat fietsers die vanaf de andere kant komen aanrijden de NAVYA-shuttle niet zien aankomen en niet op tijd op de NAVYA-shuttle kunnen reageren.	*	**
		Het fietspad waarop de NAVYA-shuttle rijdt kruist op twee plekken met wegen voor gemotoriseerd verkeer (auto's, ambulances, e.d.). De voorrang op deze kruisingen is niet geregeld, waardoor de situatie ontstaat dat fietsers zich waarschijnlijk anders gedragen dan de NAVYA-shuttle, die bij het detecteren van een obstakel altijd stopt. Dit kan tot verwarring en gevaarlijke situaties leiden (RR 14).	**	**
Route: snelheid en obstakelbeveiliging	Is de snelheid van het voertuig conform de omstandigheden? (bijv. niet te langzaam of te snel voor de omstandigheden.) Zijn wegmeubilair en andere obstakels voldoende afgeschermd?	De snelheid van de NAVYA-shuttle is conform de omstandigheden. Vanaf de bushalte tot het ziekenhuis rijdt de NAVYA-shuttle met een snelheid van 15 km/uur, maar als er langs de ingang van het ziekenhuis wordt gereden (waar auto's parkeren en voetgangers zullen oversteken) wordt een snelheid van 5 tot 6 km/uur gehanteerd.	n.v.t.	n.v.t.
		Naast het fietspad waarop de NAVYA-shuttle rijdt bevindt zich geen obstakelvrije zone. Hierdoor bestaat het risico dat andere weggebruikers bij een uitwijkmanoeuvre tegen obstakels botsen en zich bezeren.	*	**
		Er zijn geen gordels in de NAVYA-shuttle aanwezig. Hierdoor bestaat het risico dat inzittenden vallen wanneer de NAVYA-shuttle een noodstop maakt (RR 15).	**	**
Externe omstandigheden: weer en verkeer	Is er voldoende rekening gehouden met de verwachte weersomstandigheden en verkeersdrukte?	Er is geen protocol dat beschrijft wanneer de proef wel en niet door kan gaan. De proef vindt dus mogelijk ook doorgang bij ongunstige weersomstandigheden (donker en/of regen/sneeuw/mist). Indien de NAVYA-shuttle onvoldoende geschikt blijkt om onder deze omstandigheden goed te functioneren, kan dit zorgen voor gevaarlijke situaties (het niet waarnemen van andere weggebruikers of niet op tijd remmen voor obstakels, RR 16).	**	**

4. Algemeen				
Projectinrichting & management	Is er een protocol voor incidenten?	Er is een duidelijk protocol voor incidenten (zie projectplan, paragraaf 2.1). Wij gaan er dan ook van uit dat de proef na incidenten stil wordt gelegd en pas wordt hervat nadat het overleg is gepleegd zoals omschreven in het projectplan.	n.v.t.	n.v.t.

4. Het SWOV-advies over de praktijkproef met NAVYA-shuttle

4.1. Veiligheidsadvies

De potentiële risico's met minstens 2 x 2 sterren in de risicomatrix zijn aangemerkt als relevant risico (RR) en worden hieronder benoemd met mogelijke maatregelen om de risico's te beperken. Een aantal van deze risico's vertoonden enige overlap; deze worden daarom in dit veiligheidsadvies gecombineerd behandeld. Daarbij moet vermeld worden dat het risico niet geheel weggenomen kan worden met deze maatregelen. Het experimenteren met innovatieve vervoerswijzen op de openbare weg zal altijd gepaard gaan met een bepaalde mate van risico.

4.1.1. De rol van de operator (RR 1, 2)

Doordat de NAVYA-shuttle geen vaste bestuurdersplaats en geen spiegels heeft, bestaat het risico dat de operator onvoldoende overzicht heeft over de verkeerssituatie en een kritieke situatie over het hoofd ziet. Dit risico kan worden versterkt door de lage mentale taakbelasting van de operator. Omdat de operator in principe alleen hoeft te monitoren, bestaat de kans dat hij/zij minder alert en afgeleid raakt. Ook kan de operator uit verveling neventaken gaan uitvoeren zoals het gebruiken van de mobiele telefoon, wat weer zorgt voor minder overzicht over de verkeerssituatie en het functioneren van de NAVYA-shuttle. De kans op afleiding wordt vergroot wanneer er met passagiers wordt gereden, omdat deze vragen kunnen stellen aan de operator.

Omdat het voor de taak van de operator noodzakelijk is dat deze een goed overzicht heeft over de verkeerssituatie adviseren wij het volgende:

- Geef de operator een vaste plek in de NAVYA-shuttle.
- Verzekert dat de operator voldoende zicht heeft op het verkeer rondom het voertuig vanaf zijn vaste positie. Dit kan met behulp van camerabeelden en/of spiegels, en door passagiers enkel op plekken te laten zitten die het belangrijkste zicht niet blokkeren.

Verscheidene maatregelen zijn mogelijk om het risico op afleiding en een afnemende alertheid als gevolg van een lage taakbelasting te reduceren:

- Maak een goede analyse van de taak van de operator met daarbij eisen op het gebied van bekwaamheid (verkeerstechnische kennis, systeemkennis, motivatie, fysieke en mentale vaardigheden etc.).
- Geef duidelijke richtlijnen aan de operator ten aanzien van neventaken zoals het in het geheel niet bedienen van een mobiele telefoon.
- Beperk de tijd waarin de operator aaneengesloten zijn taak moet uitvoeren en draag zorg voor regelmatige pauzes.
- Maak onderkenning van mentale onderbelasting een onderdeel van de training en instructie van de operator.

- Neem in de instructie van de operator op dat deze dient aan te geven wanneer hij/zij zich onvoldoende fit (of bijvoorbeeld uitgeslapen) voelt. Maak ook duidelijk wanneer en bij wie de operator dit dient te melden.
- Voorkom dat operators worden afgeleid met vragen van de passagiers die op termijn vervoerd zullen worden. Mogelijke maatregelen om dit te voorkomen zijn 1) verzoek passagiers om de operator geen vragen te stellen, 2) zorg voor folders/informatiepanelen met veelgestelde vragen, 3) zorg dat er een steward aanwezig is om eventuele vragen van deze passagiers te beantwoorden.

4.1.2. *Snelheid van het handmatig bestuurde voertuig (RR 3)*

Wanneer het systeem niet meer werkt, zal het voertuig tot stilstand komen en is het aan de operator om het voertuig handmatig te besturen of hulp in te schakelen. Echter, wanneer het voertuig handmatig wordt bestuurd heeft het een snelheid van 3 km/uur. Hierdoor heeft het voertuig mogelijk veel tijd nodig om een veilige stopplaats te bereiken. Dit is met name een probleem als ambulances naderen en de NAVYA-shuttle de weg blokkeert.

Wij adviseren dergelijke scenario's en de afhandeling hiervan onderdeel te maken van de opleiding van de operator of in een operatorhandboek op te nemen, zodat operators niet door dit soort situaties verrast worden. Daarnaast adviseren wij een communicatielijntussen hulpdiensten en de NAVYA-shuttle tot stand te brengen.⁴ Ook zou er overwogen kunnen worden slagbomen voor de NAVYA-shuttle te plaatsen bij de kruisingen waar ambulances met spoed kunnen komen aanrijden en/of een operator op afstand in te zetten. Deze operator moet zicht hebben op het wegvak (direct of via camerabeelden) en controleren of er een ambulance aankomt en op basis daarvan de oversteek al dan niet vrijgeven aan de NAVYA-shuttle.

4.1.3. *Informatievoorziening voor blinden en slechtzienden (RR 4)*

Het is te verwachten dat blinden en slechtzienden de oogheelkundekliniek in het ziekenhuis zullen bezoeken. Het risico bestaat dat ze er onvoldoende van op de hoogte zijn dat ze daarbij een zelfrijdend voertuig kunnen verwachten, omdat informatievoorziening met borden niet toereikend is voor deze doelgroep. Het risico dat blinden en slechtzienden onvoldoende geattendeerd zijn op de aanwezigheid van een zelfrijdend voertuig wordt versterkt doordat de NAVYA-shuttle elektrisch wordt aangedreven en daardoor erg stil is.

Volgens de HARA rijdt het voertuig bij de ingang van het ziekenhuis en de oogheelkundekliniek met een snelheid van 5 tot 6 km/uur. Hierdoor wordt het risico op gevaarlijke situaties met blinden en slechtzienden beperkt. In aanvulling hierop adviseren wij het voertuig een (motor)geluid af te laten geven om blinden en slechtzienden te attenderen op de aanwezigheid van de NAVYA shuttle. Daarnaast raden wij aan medewerkers van de oogheelkundekliniek te verzoeken om patiënten op de aanwezigheid van de NAVYA-shuttle te attenderen en

⁴ Tijdens de startbijeenkomst op 8 mei 2018 is reeds aangegeven dat de Ambulance Groningen graag wil meewerken aan het onderzoeken van de interactie tussen hun voertuigen en de NAVYA shuttle.

om de operator van de NAVYA-shuttle te instrueren om op dit stuk extra alert te zijn in het algemeen en op de aanwezigheid van blinden en slechtzienenden in het bijzonder.

4.1.4. *Het anticiperen op onverwacht gedrag van de NAVYA-shuttle (RR 5, 6, 14)*

De NAVYA-shuttle wijkt af van formele en informele voorrangsregels. Hij past zijn snelheid aan op basis van de nabijheid van andere weggebruikers voor en naast het voertuig. Wanneer een tegemoetkomende of inhalende fietser vlak langs de NAVYA-shuttle passeert kan de NAVYA-shuttle een noodstop inzetten, met als risico dat achterliggende weggebruikers achterop het voertuig botsen. De NAVYA-shuttle zal met 15 km/uur richting het kruispunt rijden, wat bij andere weggebruikers het gevoel kan oproepen dat het voertuig voorrang zal nemen. Echter zal het voertuig zodra zich een andere weggebruiker in de detectiezones rondom het voertuig bevindt zijn snelheid aanpassen en vanaf een bepaalde afstand zelfs stoppen. Het aanpassen van de snelheid op de nabijheid van andere weggebruikers heeft tevens tot gevolg dat de NAVYA-shuttle niet daadwerkelijk voorrang zal nemen, ook niet wanneer het voertuig feitelijk voorrang heeft. Door dit afwijkende gedrag kan onduidelijkheid ontstaan over de voorrangssituatie op kruispunten, wat weer kan leiden tot noodingrepen van de NAVYA-shuttle of andere weggebruikers. Deze onduidelijkheid over de voorrangssituatie wordt versterkt door het ontbreken van borden en/of tekens op de twee kruispunten waarop het fietspad met gemotoriseerd verkeer (auto's, ambulances, etc.) kruist.

Daarnaast gaat de NAVYA-shuttle recht over een kruispunt wanneer hij onderweg is naar zijn parkeervak bij de bushalte. Dit parkeervak ligt namelijk tussen de armen van het kruispunt. Het aanrijden op deze parkeerplaats wordt daarom door medeweggebruikers waarschijnlijk niet als een afslagrichting gezien en daarom niet verwacht. Hierbij bestaat het risico dat medeweggebruikers niet adequaat op de manoeuvre van de NAVYA-shuttle kunnen anticiperen en er gevaarlijke situaties ontstaan.

Op het SWOV-formulier wordt aangegeven dat andere weggebruikers door middel van bebording worden geattendeerd op een zelfrijdend voertuig. In aanvulling hierop adviseren wij om op de bovengenoemde kruispunten duidelijk met borden aan te geven welk gedrag de overige weggebruikers van de NAVYA kunnen verwachten. Daarnaast adviseren wij specifiek voor het kruispunt waarover de NAVYA-shuttle onderweg naar zijn halte rijdt, om speciale bebording of belijning (bijvoorbeeld een shuttlebaan) aan te brengen, zodat andere weggebruikers op de speciale manoeuvre zijn voorbereid.

4.1.5. *Het maken van een noodstop (RR 7, 8, 9, 15)*

De manier waarop de NAVYA-shuttle bepaalt om een noodstop in te zetten brengt een aantal risico's met zich mee. Zoals eerder beschreven beschikt het voertuig over een aantal detectiezones voor en naast het voertuig. Wanneer zich in deze zone(s) een obstakel (weggebruiker, paaltje, en dergelijke) bevindt, verlaagt het voertuig zijn snelheid of komt het tot stilstand. Tijdens de startbijeenkomst op 8 mei 2018 is aangegeven dat deze detectiezones maar een beperkte afmeting kunnen hebben, omdat het voertuig anders niet in staat is bochten te kunnen nemen; hoe groot de

detectiezones precies zijn is onbekend. Wij zien hierbij het risico dat de detectiezones voor het inzetten van een noodstop te klein zijn om een botsing te voorkomen. Dit risico geldt vooral voor snelle verkeersdeelnemers zoals fietsers, brommers of auto's, en in het bijzonder op de Pastorieweg. Auto's kunnen hier namelijk vanaf de Koediepstraat met een hoge snelheid door de bocht komen (er geldt een limiet van 30 km/uur, maar een overschrijding van de limiet is niet uitgesloten). De Pastorieweg biedt niet genoeg ruimte om de auto langs de shuttle te laten passeren, en wegens de korte detectiezone van de NAVYA-shuttle is men in deze situatie volledig afhankelijk van de reactie van de aanrijdende bestuurder om een botsing te voorkomen.

Daarnaast houdt de NAVYA-shuttle bij het maken van een noodstop geen rekening met achterliggend verkeer. Volgens informatie die werd verstrekt tijdens de startbijeenkomst houden de sensoren voor obstakeldetectie niet tot nauwelijks rekening met wat er achter het voertuig gebeurt. Dit wijkt af van de eisen aan een 'gewone' bestuurder die geacht wordt in zijn achteruitkijkspiegel te kijken en zijn remgedrag op de situatie achter hem aan te passen. Hierdoor bestaat het risico op botsingen met achterliggend verkeer bij een plotselinge stop.

Verder zijn er geen gordels in de NAVYA-shuttle aanwezig. Hierdoor bestaat het risico dat inzittenden vallen wanneer de NAVYA-shuttle een noodstop maakt.

Om een noodstop zo effectief en veilig mogelijk te laten verlopen, raden wij het gebruik van statische detectiezones af, en adviseren wij variabele detectiezones in relatie tot de gereden snelheid. Dit betekent dat de maximale snelheid van de NAVYA-shuttle bepaald moet worden door de detectiezone: een kleinere detectiezone betekent rijden met een lagere snelheid. De tijd die de NAVYA-shuttle nodig heeft om te stoppen moet immers kleiner zijn dan de tijd die het andere voertuig nodig heeft om de NAVYA-shuttle te bereiken (snelheid NAVYA gedeeld door zijn remvertraging < detectieafstand gedeeld door de maximale snelheid van ander voertuig). In bochten dient de NAVYA-shuttle langzamer te rijden om de detectiezone te kunnen verkleinen, zodat het voertuig de bocht kan nemen zonder een onnodige noodstop te maken. Daarnaast adviseren wij om eventueel achteropkomend verkeer er door middel van borden op de voor- en achterzijde van de NAVYA-shuttle op te wijzen dat ze afstand moeten bewaren omdat het voertuig plotseling tot stilstand kan komen. Tevens adviseren wij om gordels aan te brengen, zodat inzittenden in het geval van een noodstop – maar met name bij een botsing met kruisend verkeer – beter beschermd worden.

4.1.6. *Verbreiding van het fietspad met grasbetontegels (RR 10)*

Ook als de verbreiding van het fietspad met grasbetontegels wordt gerealiseerd,⁵ blijft de geasfalteerde weg te smal om fietsers te kunnen laten passeren. De NAVYA-shuttle is namelijk te zwaar om zonder verzakking over de grasbetontegels te kunnen rijden en zal waarschijnlijk toch het

⁵ Zoals wordt beschreven in het SWOV-formulier *Benodigde informatie voor de beoordeling van proeven met zelfrijdende voertuigen* van 6 juni 2018 (zie Bijlage 1).

geasfalteerde fietspad gebruiken. Bij het passeren van de NAVYA-shuttle zijn fietsers in dit geval volledig op de grasbetontegels aangewezen. Wanneer fietsers over de grasbetontegels moeten rijden bestaat het risico dat zij hierin klem komen te zitten (tramraileffect) en ten val komen. De fietsers zullen ook proberen de grasbetontegels te vermijden, waardoor het aantal mogelijke conflicten tussen fietsers en de NAVYA-shuttle zal toenemen. Daar komt bij dat, als de weg zoals beschreven in het projectplan maar aan één kant verbreed wordt, en die verbreding volledig bestaat uit grasbetontegels, het voertuig op de terugweg van het ziekenhuis op de linkerhelft van de weg rijdt. Dit kan verwarring bij andere weggebruikers oproepen.

Wij raden de verbreding van het fietspad met grasbetontegels af en adviseren sterk het fietspad te verbreden met asfalt of conventionele tegels.

4.1.7. De breedte van het (fiets)pad/ruimte voor andere verkeersdeelnemers (RR 11, 12, 13)

Gezien de geringe breedte van het fietspad (zoals vermeld in de HARA) waarop de NAVYA-shuttle rijdt en de plaats van de shuttle op het fietspad (namelijk op 50 cm van de verhardingsrand, ongeacht eventuele verbreding met asfalt of conventionele tegels) overschrijdt het voertuig altijd zijn eigen weghelft. Daarnaast is er geen bochtverbreding aangelegd. De ruimte die op het fietspad overblijft voor tegenliggend of inhalend verkeer (fietsers, voetgangers, invalidervoertuigen, e.d.) is erg klein of zelfs onvoldoende (dit verschilt per deel van de route). Hierdoor ontstaat het risico dat andere weggebruikers moeten uitwijken naar de berm (zoals bij de proef in Appelscha⁶), met elkaar in botsing komen of in botsing komen met de NAVYA-shuttle. Dit risico wordt versterkt doordat er langs de route van de NAVYA-shuttle veel begroeiing (gras, struiken, bomen) voorkomt. Wanneer deze begroeiing niet goed wordt onderhouden bestaat de kans dat de NAVYA-shuttle meer dan de voorziene 50 cm van de verhardingsrand gaat rijden en er nóg minder ruimte voor andere verkeersdeelnemers overblijft.

Wij adviseren daarom nadrukkelijk het fietspad zodanig te verbreden dat er naast de NAVYA-shuttle minimaal 120 cm geasfalteerde of conventioneel betegelde weg overblijft (32,5 cm schrikruimte + 75 cm voor andere verkeersdeelnemers + 12,5 cm vetergang⁷) en om bochtverbreding aan te leggen. Daarnaast raden wij aan de begroeiing regelmatig te controleren en goed te onderhouden. Indien verbreding van het fietspad geen optie is, adviseren wij de NAVYA-shuttle via een andere route te laten rijden of een afgesloten shuttlebaan te maken.

N.B. Indien het fietspad wordt verbreed naar 4 meter (zoals aangegeven tijdens de startbijeenkomst op 8 mei), het fietspad volledig geasfalteerd wordt en er bochtverbreding wordt aangelegd, worden de hier beschreven risico's voldoende gemitigeerd. Vier meter is namelijk meer dan de minimaal benodigde 370 cm (120 cm ruimte naast het voertuig + 200 cm voertuig + 50 cm afstand tussen voertuig en berm) of de benodigde 381 cm als het voertuig toch 211 cm breed is, zoals wordt aangegeven op de website van

⁶ <https://www.volkskrant.nl/wetenschap/zelfrijdend-busje-in-appelscha-nu-al-van-de-weg-gehaald-b27317f3/>

⁷ Maten uit CROW (2016). *Ontwerpwijzer Fietsverkeer*. CROW, Ede.

de fabrikant. Het advies om de begroeiing regelmatig te controleren/onderhouden blijft van kracht.

4.1.8. *Het ontbreken van een protocol voor ongunstige weersomstandigheden (RR 16)*

Er is geen protocol dat beschrijft onder welke weersomstandigheden de proef wel en niet door kan gaan. De proef vindt daardoor mogelijk ook doorgang bij ongunstige weersomstandigheden (donker en/of regen/sneeuw/mist). Indien de NAVYA-shuttle onvoldoende geschikt blijkt om onder deze omstandigheden goed te functioneren, kan dit zorgen voor gevaarlijke situaties (het niet waarnemen van andere weggebruikers of niet op tijd remmen voor obstakels).

Om te voorkomen dat de proef doorgang vindt bij ongunstige weersomstandigheden, adviseren wij hiervoor een protocol op te stellen. Het opstellen van expliciete protocollen vereenvoudigt de beslissing of de proef door kan gaan of niet.

4.2. **Leerpunten**

De belangrijkste leerpunten voor de proef liggen in de interactie tussen de NAVYA-shuttle en andere verkeersdeelnemers. SWOV ziet hiervoor een aantal relevante onderzoeksvragen, namelijk:

- Hoeveel ingrepen van de operator zijn er per dag?
- Hoe gaan andere weggebruikers die gebruik maken van dezelfde weg (bijvoorbeeld achteropkomend verkeer) met het voertuig om?
- Hoe gaan andere weggebruikers die gebruik maken van kruiswegen met het voertuig om bij het ontbreken dan wel de aanwezigheid van een voorrangregeling met verkeersborden?
- Wordt het rijgedrag van de NAVYA-shuttle door andere weggebruikers geïnterpreteerd als 'voorrang verlenen' of als 'voorrang nemen'? Wordt dit ervaren als afwijkend gedrag voor een gemotoriseerd voertuig?
- Interactie met spoedeisend vervoer: welke automatische voorzieningen zijn mogelijk om dit in goede banen te leiden?
- Hoe verloopt de interactie tussen de NAVYA-shuttle en blinde en slechtziende weggebruikers?
- Hoe kan de NAVYA-shuttle rekening houden met achteropkomend verkeer bij het maken van een noodstop (net als van een 'gewone' bestuurder wordt verwacht)? Is het bijvoorbeeld mogelijk om gebruik te maken van detectiezones aan de achterzijde(n) van de shuttle?

4.3. **Aandachtspunten bij bredere uitrol**

Het is belangrijk om de interacties tussen de NAVYA-shuttle en de andere verkeersdeelnemers tijdens de proef te monitoren en te evalueren. Daarnaast moet worden nagedacht over de wenselijkheid van het toelaten van voertuigen op de openbare weg die zich niet aan de algemeen geldende verkeersregels – bijvoorbeeld 'verkeer van rechts heeft voorrang' – (kunnen) houden.

4.4. Conclusies

De belangrijkste adviezen samengevat:

1. Bied de operator goed overzicht over de verkeerssituatie vanuit een vaste plek in het voertuig (4.1.1.).
2. Houd rekening met de lage taakbelasting van de operator door bijvoorbeeld de duur van de inzet van de operator te beperken en zorg te dragen voor regelmatige pauzes. Bied de operator daarnaast een duidelijk protocol voor de omgang met neventaken (afleiding) (4.1.1.).
3. Maak scenario's waarin er weinig tijd is om het voertuig handmatig naar een veilige stopplaats te rijden onderdeel van de opleiding van de operator (4.1.2.).
4. Laat de NAVYA-shuttle een (motor)geluid afgeven zodat blinden en slechtzienden geattendeerd worden op de aanwezigheid van het voertuig (4.1.3.).
5. Laat met borden op elk kruispunt weten welk gedrag weggebruikers daar van de NAVYA kunnen verwachten (4.1.4.).
6. Breng extra bebording of belijning aan op het kruispunt waarover de NAVYA-shuttle rijdt om het parkeervak bij de bushalte te bereiken (4.1.4.).
7. Maak gebruik van variabele detectiezones rondom de NAVYA-shuttle (voor, naast en achter) en zorg dat de snelheid niet hoger is dan de detectiezone toelaat (4.1.5.).
8. Verbreed het fietspad door middel van asfaltering of conventionele betegeling zodanig dat er naast de NAVYA-shuttle minimaal 120 cm overblijft voor andere verkeersdeelnemers en leg bochtverbreding aan (4.1.6. en 4.1.7.).
9. Stel een protocol op waarin beschreven staat onder welke weersomstandigheden de proef wel en niet door kan gaan (4.1.8.).

Advies aan de RDW voor het opnemen van een extra voorwaarde:

Wij adviseren de RDW om de volgende voorwaarde op te nemen in de ontheffing: het fietspad dient door asfaltering of conventionele betegeling zodanig verbreed te worden dat er naast de NAVYA-shuttle een breedte van minimaal 120 cm overblijft voor andere verkeersdeelnemers. Tevens dient er bochtverbreding te worden aangelegd.

Indien het zodanig verbreden van het fietspad geen optie is, adviseren wij de wegbeheerder om de NAVYA-shuttle via een andere route te laten rijden of een afgesloten shuttlebaan te maken. Het verbreden van het fietspad verdient echter veruit de voorkeur.

Bijlage 1

SWOV-Formulier *Benodigde informatie voor de beoordeling van proeven met zelfrijdende voertuigen*

PROJECTINFORMATIE				
Naam project		Pilot Ommelander Ziekenhuis Scheemda		
PROEF				
Leg in één alinea uit wat het doel van de proef is Gaat het om een demonstratie of experiment? Welk scenario wordt getest?		Verbinding leggen tussen de ingang van het ziekenhuis en de dichtstbijzijnde bushalte (ca. 1,2 km).		
Waar vindt de proef plaats?	Welke stad, dorp, provincie?	Scheemda, provincie Groningen		
	Over welk type wegen rijdt het voertuig (snelweg, provinciale weg, enz.) incl. snelheidslimieten	Fietspad (verbreed door gebruik van grasbetonstenen), erftoegangsweg bibeko (max. 30 km/u).		
	Welk ander verkeer maakt gebruik van deze wegen (fietsers, voetgangers, auto's, vrachtverkeer)?	Voetgangers / fietsers / auto / landbouwverkeer		
	Wat is de exacte route van het voertuig (straatnamen of evt. route kaart)	Ingang ziekenhuis, via Koediepstraat, oversteken Zwaagsterweg naar halteplaats. (zie kaart p.3 / 4)		
	Met welk type wegen <i>kruist</i> de route? (snelweg, provinciale weg, enz.) incl. snelheidslimieten	Kruising op eigen terrein (ook gebruikt door ambulances (met / zonder spoed)). Kruising met erftoegangsweg Koediepstraat (max 30 km/u). Kruising met de erftoegangsweg Zwaagsterweg (max 30 km/u).		
	Welk ander verkeer maakt gebruik van deze <i>kruisende</i> wegen (fietsers, voetgangers, auto's, vrachtverkeer)?	Voornamelijk fietsers, auto's, landbouwverkeer en voetgangers.		
Op welke dag of in welke periode vindt de proef plaats?		Van	1 juli 2018	Tot Tot december 2018
VOERTUIG/BESTUURDER				
Algemene omschrijving van het voertuig: is het (vergelijkbaar met) een:	SOORT	OMSCHRIJVING	AANTAL	
	<input type="checkbox"/> Bus			
	<input type="checkbox"/> Vrachtauto			
	<input type="checkbox"/> Personenauto			
	<input checked="" type="checkbox"/> 'People mover'	NAVYA autonoom shuttle	1	
	<input type="checkbox"/> Anders, namelijk			
Met welke snelheid rijdt het voertuig?		15 km/u		
Welke aspecten van de rijtaak zijn geautomatiseerd (bijvoorbeeld: Sturen / Versnellen en remmen / Monitoren van de rijomgeving / Monitoren van het voertuig)?		Sturen / Versnellen en remmen / Monitoren rijomgeving / monitoren van het voertuig. Alle aspecten van zelfrijdend vervoer worden getest.		
Ziet het voertuig er anders uit dan huidige voertuigen in het wegbeeld? Zo ja, waarin verschilt het?		Het voertuig heeft geen herkenbare voor-/ achterkant. Het voertuig beschikt niet over een stuurwiel en traditionele stoelopstelling.		

Gedraagt het voertuig zich zoals een gemiddelde bestuurder zich zou gedragen?	Volgt het voertuig bijvoorbeeld de verkeersregels en – tekens? Zo nee, waarin wijkt het af?	Het voertuig volgt de verkeersregels
	Houdt het voertuig zich aan informele verkeersregels? Zo nee, waarin wijkt het af?	Het voertuig wijkt niet af van de formele verkeersregels
Welke informatie zal het voertuig gebruiken van de wegen, zoals strepen, borden, lichten, etc.?		Het voertuig wordt getest op het volgen van informatie van de wegen. Het voertuig gebruikt geen strepen voor plaatsbepaling.
Is er altijd een bestuurder / operator in het voertuig?		Ja
Welke taken heeft de bestuurder / operator? (bijvoorbeeld programmeren, dataverzameling, etc.)	Voor/na de rit, bij stilstand	Data verwerking. Evt programmeren.
	Tijdens de rit	Toezien op een veilig verloop van de rit. Ingrijpen als dat nodig is. Dataverzameling
Ingrijpen/Taken overnemen	Hoe wordt de bestuurder/operator geïnformeerd dat het systeem niet meer werkt en hij/zij moet ingrijpen/taken overnemen?	Bij storing (software / hardware) komt het voertuig tot stilstand.
	Op welke manier kan de bestuurder/operator ingrijpen?	Afhankelijk van de situatie, via de noodknop, laptop of via joystick.
	Hoeveel tijd is er om in te grijpen/taken over te nemen?	Afhankelijk van de situatie. Stoppen kan direct via noodknop. Sturen via joystick kan ook direct met één druk op de knop switchen tussen autonome en manuele modus.
Hoeveel ervaring heeft de bestuurder/operator?	Welke opleiding heeft de bestuurder/operator gehad om met het systeem om te gaan? Of hoe is de bestuurder geïnformeerd om met het systeem om te gaan?	Deze persoon is door NAVYA opgeleid tot volwaardig operator
	Ervaring met het systeem:	Ja, WePods, test Eemshaven (beide wel ander voertuig met minder mogelijkheden), test 5G lab Groningen en test Loppersum (ook met ander voertuig, wel zelfde soort systeem als NAVYA)
	Ervaring op de (Nederlandse) weg:	Ja, Wageningen, Loppersum, Zernike terrein Groningen en Eemshaven.
Welke informatie krijgt een bestuurder/operator tijdens het rijden aangeboden (bijvoorbeeld over de werking van het systeem, routeinformatie, communicatie met andere chauffeurs of een 'control room')?		De operator heeft inzicht in alle data die het voertuig ophaalt tijdens het rijden. Daarnaast is er direct contact mogelijk met het team van NAVYA.

PASSAGIERS/ANDERE WEGGEBRUIKERS

Zullen er passagiers meerijden? Zo ja: Wie zijn dit (bijvoorbeeld notabelen, pers, studenten, projectmedewerkers, enz.?)	Ja, reizigers.
Zijn andere weggebruikers en/of omwonenden geïnformeerd over de praktijkproef? Zo ja, hoe?	Ja, via de OZG Scheemda, gemeente Oldambt en Provincie Groningen. Omwonenden zijn voorgelicht over de inzet van een zelfrijdend voertuig. Omwonenden hebben een demonstratie gehad van een rit met de NAVYA shuttle. Via bebording worden medeweggebruikers geattendeerd op de aanwezigheid van de NAVYA shuttle. Er wordt ook geïnformeerd over de aanwezigheid van de NAVYA shuttle. Er wordt ook geïnformeerd over de aanwezigheid van de NAVYA shuttle. Er wordt ook geïnformeerd over de aanwezigheid van de NAVYA shuttle. Er wordt ook geïnformeerd over de aanwezigheid van de NAVYA shuttle.
Is er nagedacht over de mogelijkheid dat andere weggebruikers het voertuig uittesten? (bijvoorbeeld: overige weggebruikers testen of het voertuig inderdaad automatisch remt) -- > zo ja, hoe wordt hier mee omgegaan?	Andere weggebruikers hebben in het verkeer te maken met het voertuig (mixed traffic). Rol voor de operator om de veiligheid te borgen en medeweggebruikers, wanneer nodig, aan te spreken op hun gedrag.

ORGANISATIE

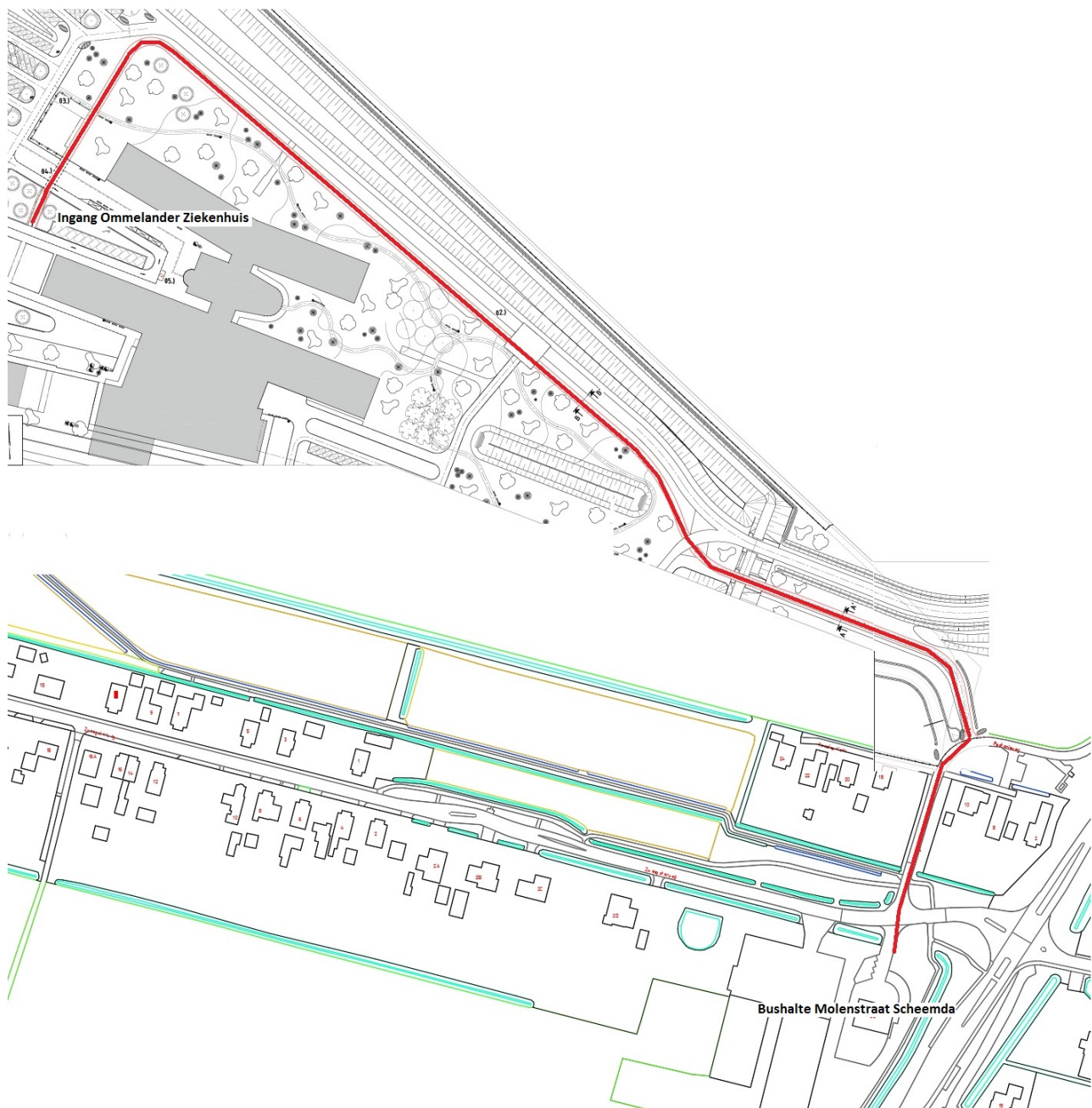
Is er een protocol over wat er gebeurt bij onverwachte gebeurtenissen (file op het traject, lekke band, onverwachte verkeersdrukte)?	Ja, protocollen van de voertuigleverancier wat betreft gebreken aan het voertuig en een calamiteitenafpraak opgenomen in het projectplan voor het informeren van de direct betrokken partijen.
Wie neemt de beslissing voor doorgang of afblazen bij onverwachte gebeurtenissen?	RDW / provincie Groningen / wegbeheerder / OZG / voertuigleverancier

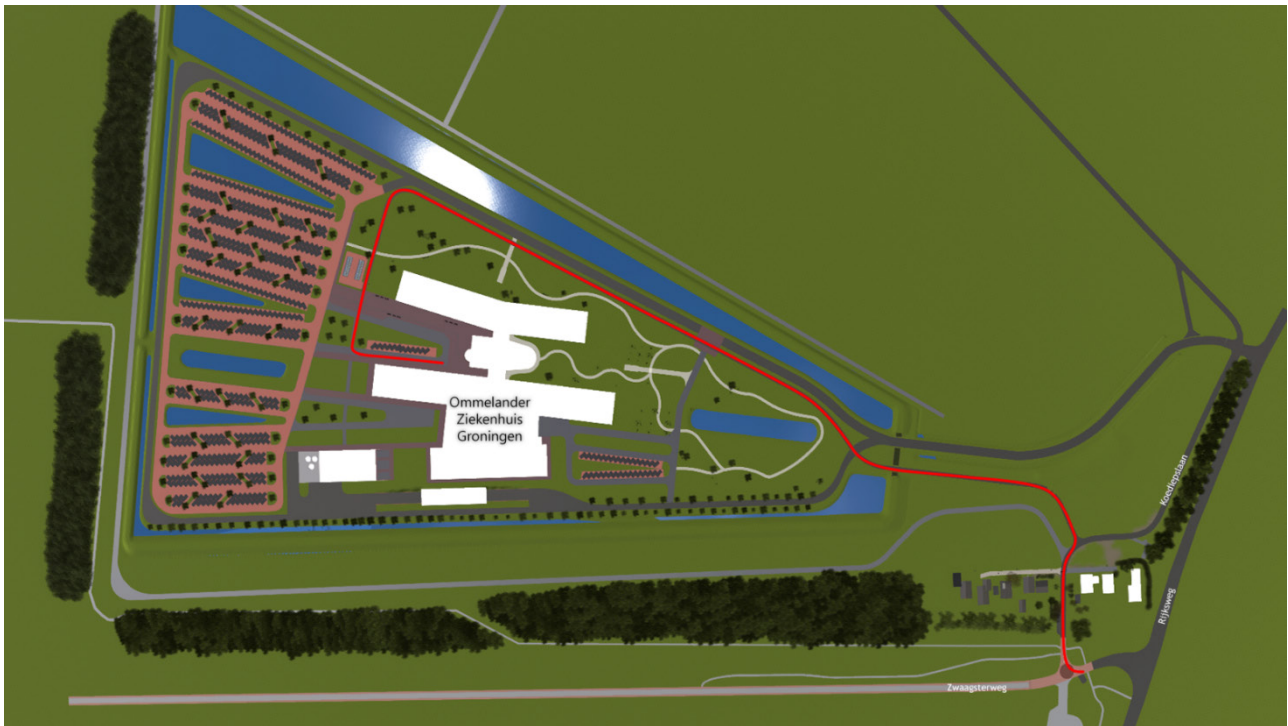
Testresultaten	Is het systeem eerder getest (op een testbaan of openbare weg)?	Systeem wordt momenteel getest op het 5G lab Zernike. Het systeem is vergelijkbaar met de EasyMile EZ10, alleen verder in de ontwikkeling op een aantal punten.
	Zijn de resultaten beschikbaar? Zo ja, graag bijvoegen. Zo nee, graag een beknopte samenvatting van de resultaten.	Ja, evaluatie pilot Appelscha (www.ooststellingwerf/inwoners/zelfrijdend-vervoer-410801/). Testresultaten van de testen in de Eemshaven kunnen desgewenst opgevraagd worden in een publiek-vriendelijke versie.
	Is er een FMEA is uitgevoerd? Zo ja, dan ontvangen we hier graag de resultaten van.	Niet bekend.

TOT SLOT...

... ontvangen we graag alle informatie waarvan de projectleiders, RDW en/of wegbeheerders denken dat het belangrijk is voor SWOV om mee te nemen in het advies.

Kaart testroute





Op basis van expertkennis en literatuur is een 'risicomatrix' opgesteld.⁸ Deze beschrijft hoe potentiële risico's die voor verschillende niveaus van automatisering voor verschillende gedragsaspecten te verwachten zijn en hoe ze kunnen worden – of al zijn – afgedekt. Zie het rapport *Veiligheid bij praktijkproeven met (deels) zelfrijdende voertuigen*⁹ voor een uitgebreide beschrijving van het samenstellen van de matrix.

De risicomatrix beschrijft de mogelijke risico's bij drie niveaus van automatisering (geïnspireerd op de 'SAE levels' van automatisering)¹⁰. Het belangrijkste verschil tussen de niveaus wordt gevormd door wat de bestuurder nog zelf moet doen (sturen, versnellen/remmen, monitoren, achtervang zijn en signaleren of actie nodig is):

1. Gedeeltelijke automatisering – Bestuurder in actie

Bij gedeeltelijke automatisering neemt het systeem tijdelijk ofwel het sturen ofwel versnellen/remmen over. De bestuurder voert alle overige dynamische taken wel zelf uit, zoals het monitoren van de rijomgeving en van het systeem. Bovendien treedt de bestuurder op als achtervang als het systeem daar om vraagt en kan hij het systeem 'overrulen'. Het systeem kan door de bestuurder geactiveerd en uitgezet worden. Om de geautomatiseerde delen van de rijtaak goed uit te kunnen voeren gebruikt het systeem informatie over de rijomgeving. Een voorbeeld van dit niveau van automatisering zijn systemen die de bestuurder ondersteunen bij het uitvoeren van een lastige of vermoeiende rijtaak, zoals de fileassistent bij het filerijden. De fileassistent houdt een gelijkmatige snelheid en een bepaalde afstand tot de voorligger.

2. Conditionele automatisering – bestuurder is belangrijk

Bij conditionele automatisering wordt de volledige rijtaak door het systeem uitgevoerd. De bestuurder monitort de rijomgeving, fungeert als achtervang als het systeem daar om vraagt, en is hiermee als het ware toezichthouder geworden. Op dit niveau is het voor de veiligheid cruciaal dat de bestuurder tijdig kan ingrijpen als het systeem of de verkeerssituatie hierom vraagt, de bestuurder fungeert als achtervang. Dit niveau van automatisering wordt bijvoorbeeld gebruikt bij vrachtwagens die gekoppeld in colonne op de weg rijden. Dit wordt ook wel 'platooning trucks' genoemd. In een gekoppelde colonne heeft de voorste vrachtwagen de leidende rol en een lager automatiseringsniveau.

⁸ Hierbij is gebruikgemaakt van de FMEA-methode (zoals beschreven in het ADVISORS-project: ADVISORS (2003). *Advanced Driver Assistance and Vehicle Control System Implementations, Standardisation, Optimum Use of the Road Network and Safety: Final report*. Commission of the European Communities, Brussels.)

⁹ Boele, M.J., et al. (2015). *Procedure en criteria voor de veiligheid van praktijkproeven op de openbare weg met (deels) zelfrijdende voertuigen. Achtergrond en aanpak van het SWOV-veiligheidsadvies*. R-2015-15A. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Den Haag.

¹⁰ SAE (2014). *Summary of SAE International's levels of driving automation for on-road vehicle*. Geraadpleegd 8 april 2015 op www.sae.org: http://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf

3. Volledig automatisering – bestuurder is niet belangrijk

Bij volledige automatisering neemt het systeem alle rijtaken over en monitort het de rijomgeving en zichzelf. Op dit niveau hoeft het systeem niet meer terug te vallen op de bestuurder. De bestuurder heeft geen rol in dit voertuig en is daarmee passagier geworden. Voertuigen op dit niveau kunnen onbemand zijn en hebben soms geen stuur en geen pedalen. Eventueel kan een operator op afstand toezicht houden over het voertuig en zijn omgeving. Een voertuig op dit niveau van automatisering is technisch gezien vergelijkbaar met bijvoorbeeld een automatische 'people mover'. Deze voertuigen brengen passagiers van A naar B over een aan het voertuig toegewezen pad, zonder aanwezigheid van een bestuurder. Voor een SWOV-advies over een praktijkproef hanteren we dit niveau van volledige automatisering uiteraard voor voertuigen die op de openbare weg zullen rijden.

De risicomatrix toont de potentiële risico's die wij verwachten op elk van de drie niveaus van automatisering; deze vormen de horizontale dimensie van de matrix. De andere dimensie van de matrix wordt gevormd door de volgende vier categorieën risico's:

1. Risico's die kunnen spelen bij de interactie tussen de bestuurder (of operator) en het geautomatiseerde systeem in het voertuig;
2. Risico's die kunnen spelen de interactie tussen het voertuig (en zijn bestuurder) en andere weggebruikers;
3. Risico's die samenhangen met de locatie en het moment van de praktijkproef. Hierbij zijn de route en de plaats op de weg belangrijke uitgangspunten;
4. Algemene risico's die samenhangen met de projectinrichting en management.

De risicomatrix dient als leidraad bij het beoordelen van de testaanvraag voor de praktijkproef.

		Gedeeltelijke automatisering	Conditionele automatisering	Volledige automatisering
1. Interactie met systeem/voertuig				
Opleiding ¹¹		Is de bestuurder opgeleid / geïnformeerd om met het systeem om te gaan in de gegeven situatie?		Is de operator opgeleid om beslissingen te kunnen nemen?
Nieuwe / andere vaardigheden		Moet de bestuurder nieuwe of andere verrichtingen uitvoeren (bijvoorbeeld inhalen met gekoppelde vrachtwagen, extreem lang voertuig)?		Heeft de operator genoeg informatie om de juiste beslissing te nemen?
Transition of control	Mentale taakbelasting ¹²	Is de taak mentaal belastend of juist (te) weinig belastend?		
	Situation Awareness ^{13,14}	Blijft de bestuurder 'in the loop' (bewust van de verkeerssituatie)? Wordt de bestuurder tijdig geïnformeerd door het voertuig, zodat hij de rijtaken over kan nemen?		Wordt de operator tijdig geïnformeerd, zodat hij op tijd kan beslissen? (op afstand) overnemen?
Falen systeem ¹⁵		Wordt duidelijk aangegeven dat het systeem niet (meer) werkt?	Wordt duidelijk aangegeven dat het systeem niet (meer) werkt? Is er dan genoeg tijd om over te nemen?	Wat gebeurt als het voertuig onverwachts stopt (wordt aangegeven dat er iets aan de hand is)?
Oneigenlijk gebruik van het systeem ¹⁶		Hoe wordt oneigenlijk gebruik (bijvoorbeeld in-/uitschakelen op onbedoeld moment) tegengegaan?		Hoe wordt misbruik (bijvoorbeeld inschakelen op onbedoeld moment) tegengegaan?
Onverwachte gebeurtenis		Is er een protocol voor onverwachte gebeurtenissen (overstekende dieren/ voetganger / object, file op het traject, lekke band)?		

¹¹ Larsson, A.F.L., Kircher, K. & Andersson Hultgren, J. (2014). *Learning from experience: Familiarity with ACC and responding to a cut-in situation in automated driving*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 27, Part B, nr. 0, p. 229-237.

¹² Waard, D. de (1996). *The measurement of drivers' mental workload*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen RUG, Groningen.

¹³ Endsley, M.R. (1995). *Toward a theory of situation awareness in dynamic systems*. In: Human Factors, vol. 37, nr. 1, p. 32-64.

¹⁴ Endsley, M.R. & Kaber, D.B. (1999). *Level of automation effects on performance, situation awareness and workload in a dynamic control task*. In: Ergonomics, vol. 42, nr. 3, p. 462-492.

¹⁵ Strand, N., Nilsson, J., Karlsson, I.C.M. & Nilsson, L. (2014). *Semi-automated versus highly automated driving in critical situations caused by automation failures*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 27, Part B, nr. 0, p. 218-228.

¹⁶ Marinik, A., Bishop, R., Fitchett, V., Morgan, J.F., et al. (2014). *Human factors evaluation of level 2 and level 3 automated driving concepts: Concepts of operation*. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.

	Gedeeltelijke automatisering	Conditionele automatisering	Volledige automatisering
2. Interactie met andere weggebruikers			
Informatie ¹⁷		Zijn andere weggebruikers geïnformeerd over de praktijkproef?	
Afleiding	Zijn de kenmerken van de voertuigen zo opvallend dat overige wegverkeer hierdoor kan worden afgeleid?		
Voorspelbaarheid ^{18,19}		Reageert het voertuig conform verwachtingen van andere weggebruikers?	
(Anticiperen op) onverwacht gedrag andere weggebruikers		Kan het voertuig anticiperen op onverwachte gedrag van andere weggebruikers?	
Verkeersregels ^{15,16}		Volgt het voertuig de verkeersregels en – tekens?	
Oneigenlijk gebruik		Is er voldoende rekening gehouden met de mogelijkheid dat andere weggebruikers het voertuig uittesten? (bijvoorbeeld: overige weggebruikers testen of het voertuig inderdaad automatisch remt)	
Kopieergedrag ^{20,21}	Wat is de kans dat andere weggebruikers op onwenselijke wijze gedrag van automatische voertuigen overnemen (bijvoorbeeld te korte volgafstand (<5m) in navolging van platooning trucks)		
3. Locatie en tijden praktijkproef			
Plaats op de weg: massa, snelheid en omvang ²²	Is de voorgestelde plaats op de weg de meest veilige als het voertuig mengt met ander verkeer?		
Route: snelheid en obstakelbeveiliging ¹⁹	Is de snelheid van het voertuig conform de omstandigheden? (bv niet te langzaam of te snel voor de omstandigheden) Zijn wegmeubilair en andere obstakels voldoende afgeschermd?		
Externe omstandigheden: weer en verkeer	Is er voldoende rekening gehouden met de verwachte weersomstandigheden en verkeersdrukte?		
4. Algemeen			
Projectinrichting & management	Is er een protocol voor incidenten?		

¹⁷ Hoekstra, T. & Wegman, F. (2011). *Improving the effectiveness of road safety campaigns: Current and new practices*. In: IATSS Research, vol. 34, nr. 2, p. 80-86.

¹⁸ Houtenbos, M. (2008). *Expecting the unexpected: a study of interactive driving behaviour at intersections*. SWOV dissertation series. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.

¹⁹ Sivak, M. & Schoettle, B. (2015). *Road safety with self-driving vehicles : general limitations and road sharing with conventional vehicles*. UMTRI-2015-2. University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor.

²⁰ Gouy, M., Wiedemann, K., Stevens, A., Brunett, G., et al. (2014). *Driving next to automated vehicle platoons: How do short time headways influence non-platoon drivers' longitudinal control?* In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 27, Part B, nr. 0, p. 264-273.

²¹ Skottke, E.M., Debus, G., Wang, L. & Huestegge, L. (2014). *Carryover effects of highly automated convoy driving on subsequent manual driving performance*. In: Human Factors, vol. 56, nr. 7, p. 1272-1283.

²² Wegman, F. & Aarts, L. (2005). *Door met Duurzaam Veilig; Nationale verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.