SWOV
WETENSCHAPPELIJK
ONDERZOEK VERKEERSVEILIGHEID

Advies praktijkproef
Eemshaven Fase I

R-2017-4

Advies praktijkproef

Eemshaven Fase I

R-2017-4
Dr. S. de Craen, A.T.G. Hoekstra, MSc, ir. B.J.C. Loenis & drs. I.N.L.G. van Schagen
Den Haag, 2017
Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2017-4
Titel:	Advies praktijkproef
Ondertitel:	Eemshaven Fase I
Auteur(s):	Dr. S. de Craen, A.T.G. Hoekstra, MSc, ir. B.J.C. Loenis & drs. I.N.L.G. van Schagen
Projectleider:	Dr. S. de Craen
Projectnummer SWOV:	S17.21b
Trefwoorden:	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 het project Eemshaven Fase I.
Aantal pagina's:	18 + 8
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2017

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

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
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 4

2. Beschrijving van de proef 5
2.1. Gebruikte informatie 5
2.2. Beschrijving van de proef 5
2.2.1. De voertuigen 6
2.2.2. Weg en route 6
2.3. Samenvatting en aannames 8

3. Beoordeling van de risico's voor verkeersveiligheid 9

4. Het SWOV-advies over het project Eemshaven Fase I 13
4.1. Veiligheidsadvies 13
4.2. Leerpunten 15
4.3. Aandachtspunten bij bredere uitrol 16
4.4. Conclusies 17

Bijlage 1 SWOV-Formulier *Benodigde informatie voor de beoordeling van proeven met zelfrijdende voertuigen* 19

Bijlage 2 Risicomatrix 23

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 CROW 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 project Eemshaven Fase I. In dit project wordt met een zogenaamde 'people mover' (de EZ10 van EasyMile) gereden in het havengebied Eemshaven. Tijdens het project worden verschillende omstandigheden getest: variatie in snelheden; interactie met regulier verkeer ((vracht)verkeer, fietsers, voetgangers); rotonde rijden; werken met tijdelijke verkeerssystemen (zoals VRI) en rijden onder wisselende weersomstandigheden. In deze fase wordt nog niet met 'echte' passagiers gereden; mogelijk wel met projectmedewerkers en studenten. De proef vindt deels binnen het 'normale' verkeer plaats en deels op afgesloten wegen/wegvakken.

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 die via RDW zijn ontvangen:

- projectplan Eemshaven v: E-140217;
- (voorlopig) verslag van de startbijeenkomst op 23 februari 2017, per e-mail ontvangen van Pieter van der Stoep (RDW) op 10 maart 2017;
- powerpointpresentatie zoals gepresenteerd door de projectleiding tijdens de startbijeenkomst op 23 februari 2017;
- SWOV-formulier *Benodigde informatie voor de beoordeling van proeven met zelfrijdende voertuigen*, zoals ingevuld voor fase I van project Eemshaven en per e-mail ontvangen op 18 februari 2017 via Pieter van der Stoep (RDW); op 14 maart 2017 een reactie op onze vragen ontvangen van de Provincie Groningen. *Bijlage 1* toont het ingevulde formulier inclusief de aanvullingen van 14 maart.

Daar waar de verschillende documenten tegenstrijdige informatie geven zijn we uitgegaan van de informatie die verstrekt is in het SWOV-formulier. Indien nodig hebben we nog extra bronnen geraadpleegd, bijvoorbeeld de website van de fabrikant en Google Street View.

2.2. Beschrijving van de proef

In dit project wordt met een zogenaamde ‘people mover’ (EasyMile EZ10) gereden in het havengebied Eemshaven. In het projectplan valt te lezen:

> “Tijdens dit project kiezen wij voor twee fasen in 2017:
> 1. het deelgebied in de Eemshaven rond Groningen Seaports en de veerdienst als testlocatie gebruiken om in elk geval de volgende zaken te onderzoeken:
>   a. variatie in snelheden;
>   b. interactie met regulier verkeer;
>   c. rotonde rijden;
>   d. werken met tijdelijke verkeerssystemen (bijv. VRI);
>   e. rijden onder wisselende weersomstandigheden;
>   f. testen met verschillende voertuigleveranciers;
> 2. rijden met passagiers op de korte afstand op een vast traject en, indien gewenst op specifieke tijdstippen per dag.
>
> Deze testlocatie stelt ons in staat om tot een veilige situatie met verkeer te komen in de Eemshaven en situaties na te bootsen die wij realistisch achten in toekomstige projecten zoals Westerbork, Bourtange, Ziekenhuis Scheemda en Noordoost Fryslan.”
>
> (*Projectplan Eemshaven v: E-140217,* 2017, pag. 6)

Dit advies betreft alleen fase I. Dit betekent dat het rijden met (echte) passagiers, start in fase II, hier buiten beschouwing is gelaten. Voor fase II zal een nieuwe ontheffing aangevraagd moeten worden, en dus een nieuw SWOV-advies worden opgesteld.

2.2.1. *De voertuigen*

Het projectplan spreekt van testen met verschillende voertuigleveranciers (zie kader hierboven). In het SWOV-formulier (*Bijlage 1*) staat onder het onderdeel 'Voertuig/Bestuurder' echter dat dit pas in Fase II zal gebeuren en dat in Fase I wordt gereden met de EasyMile EZ10. In het huidige advies is alleen van het EasyMile EZ10-voertuig uitgegaan (hetzelfde voertuig dat gebruikt is voor het project in Applescha, zie *Afbeelding 2.1*). Dit voertuig heeft een zespersoonscabine, met staanplaats voor een steward.

Afbeelding 2.1. *De EasyMile EZ10*

2.2.2. *Weg en route*

Afbeelding 2.2 toont het gebied waar tijdens Fase I wordt getest. Er wordt geen vaste route gereden, maar afhankelijk van de kennisbehoefte op verschillende stukken weg getest.

Afbeelding 2.2. *Testlocatie project Eemshaven Fase I*

In het projectplan wordt hier verder over gezegd:

> "Het gebied Eemshaven is een "eigen weg" met de kenmerken van een openbare weg. De eigenaar is Groningen Seaports. Er zal verder nauw samengewerkt worden met de lokale wegbeheerder, gemeente Eemsmond. Overdag zijn er mogelijkheden wegen tijdelijk af te sluiten, wel altijd in overleg met Groningen Seaports en de overige bedrijven ter plekke. Hierbij worden er geen gebieden afgesloten. In alle gevallen is er een alternatieve route om op de plek van bestemming aan te komen. De Eemshaven kent twee toegangswegen. Hier zal heel nadrukkelijk en zichtbaar worden aangegeven dat er sprake is van een testomgeving met zelfrijdende voertuigen. Alle bedrijven worden aangeschreven en geïnformeerd via een bijeenkomst of persoonlijk. Dit gebeurt na overleg met de communicatiemedewerker van Groningen Seaports."
>
> (*Projectplan Eemshaven v: E-140217,* 2017, pag. 9)

2.3. Samenvatting en aannames

- Er wordt gereden met het EasyMile-voertuig EZ10.
- Het voertuig rijdt met een snelheid van 15–30 km/uur. Op afgesloten trajecten wordt geoefend met snelheden tot 40 km/uur (in de vragenlijst wordt zelfs 50 km/uur genoemd).
- De snelheidslimiet van de wegen in het testgebied is 60 km/uur.
- Er wordt niet met ‘echte’ passagiers gereden, mogelijk wel met projectmedewerkers en studenten.
- Het voertuig haalt niet in maar blijft achter langzamere weggebruikers rijden. Op een afgesloten traject wordt er wel geoefend met inhalen.
- Er is te allen tijde een steward/operator in het voertuig aanwezig.

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. S. de Craen (psycholoog; expertise functieleer, methoden en technieken en zelfrijdende voertuigen);
- A.T.G. Hoekstra, MSc (psycholoog; expertise sociale psychologie en interacties in het verkeer);
- ir. B.J.C. Loenis (ingenieur Civiele Techniek; expertise veilige infrastructuur)
- drs. I.N.L.G. van Schagen (psycholoog; expertise functieleer en verkeersgedrag).

In een consultatie met deze experts op 20 maart 2017 zijn potentiële risico's in kaart gebracht. Van deze sessie is een verslag gemaakt, dat in overleg verstrekt kan worden.

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 het Eemshaven-project is een voertuig op het hoogste niveau (volledige automatisering, ofwel SAE-niveau 5). Tijdens Fase I van het project zal er echter altijd een steward meerijden die als achtervang dient. Voor de beoordeling hebben we daarom de risico's op het niveau 'conditionele automatisering' beoordeeld.

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 steward(s) met het geautomatiseerde systeem in het voertuig.
2. Risico's die kunnen spelen bij de interactie tussen het voertuig (en zijn steward(s)) 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.[1]

Alle relevante risico's 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 projectmedewerker opgeleid / geïnformeerd om met het systeem om te gaan in de gegeven situatie?	De stewards zijn niet allemaal even ervaren met het systeem. Het risico is dat stewards niet altijd adequaat zullen ingrijpen bij onverwachte situaties (omdat een deel van hen relatief onervaren is)	** / **
Nieuwe/andere vaardigheden		Heeft de operator genoeg informatie om de juiste beslissing te nemen?	De steward heeft te veel taken (programmeren, dataverwerkingen, opletten en ingrijpen indien nodig) en kan hierdoor onvoldoende op het verkeer letten. Het risico is dat de stewards hierdoor niet tijdig zullen ingrijpen indien nodig.	*** / **
Transition of control	Mentale Taakbelasting	Is de taak mentaal belastend of juist (te) weinig belastend?		
	Situation Awareness	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?		
Falen systeem		Wordt duidelijk aangegeven dat het systeem niet (meer) werkt? Is er dan genoeg tijd om over te nemen?		
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 EasyMile en achteropkomend verkeer als de eerstgenoemde plotseling stilstaat, bijvoorbeeld vanwege technische problemen. Dit vormt vooral een risico op de wegen waar relatief snel wordt gereden (in het gebied geldt een snelheidslimiet van 60 km/uur).	** / ***
Oneigenlijk gebruik van het systeem		Hoe wordt misbruik (bijvoorbeeld inschakelen op onbedoeld moment) tegengegaan?	Er zal (op afgesloten terrein) mogelijk worden getest met hogere snelheden (50 km/uur) dan de constructiesnelheid van het voertuig (40 km/uur). Hierdoor ontstaan mogelijk risico's: – Het voertuig 'kan deze snelheid niet aan' – Bij deze hogere snelheden raken steward en eventuele passagiers eerder en ernstiger gewond bij een ongeval (o.a. vanwege het ontbreken van een stoel voor de steward, van een kooiconstructie en van geschikte gordels).	* / *** ** / ***

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

	Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans / gevolg
2. Interactie met andere weggebruikers			
Informatie	Zijn andere weggebruikers geïnformeerd?	Wij gaan ervan uit dat weggebruikers voldoende worden geïnformeerd. Het projectteam geeft aan: “Ja, weggebruikers en omwonenden worden geïnformeerd (website en bebording op de testlocatie) via Groningen Seaports en de wegbeheerder.”	
Afleiding	Zijn de kenmerken van de voertuigen zo opvallend dat overige wegverkeer hierdoor kan worden afgeleid?	Nee, we gaan ervan uit dat alle weggebruikers op de hoogte zijn van de aanwezigheid van het voertuig en daardoor niet ernstig worden afgeleid.	
Voorspelbaarheid	Reageert het voertuig conform verwachtingen van andere weggebruikers?	Het EasyMile-voertuig (grijs) is slecht zichtbaar ten opzichte van de (veelal vlakke en lege) omgeving/achtergrond. Ander verkeer kan daardoor moeite hebben met het tijdig opmerken van de EasyMile en het inschatten van zijn snelheid.	** / **
		Geen herkenbare voor-/achterkant: andere weggebruikers kunnen niet goed inschatten of het voertuig voor hen uit rijdt of juist op hen afkomt.	* / **
		Het EasyMile-voertuig past geen formele of informele voorrangsregels toe. Hij stopt voor al het verkeer dat (te) dicht bij het voertuig komt (door de radar wordt gesignaleerd). Daarmee reageert het EasyMile-voertuig heel anders dan gebruikelijk. Het risico is dat dit leidt tot verwarring bij andere weggebruikers, die op hun beurt weer onvoorspelbaar gedrag voor anderen gaan vertonen.	*** / **
(Anticiperen op) onverwacht gedrag andere weggebruikers	Kan het voertuig anticiperen op onverwacht gedrag van andere weggebruikers? (Bijvoorbeeld weggebruikers die gangbare informele verkeersregels toepassen, die tegenstrijdig zijn met de formele verkeersregels)	EasyMile anticipeert niet op de vaak grote draaicirkel en het uitzwenken van vrachtverkeer in bochten en bij het afslaan.	** / **
Verkeersregels	Volgt het voertuig de verkeersregels en -tekens?	Snelheidsverschil: het voertuig rijdt – m.u.v. de testen op hoge snelheid – veel langzamer dan plaatselijk is toegestaan (20 km/uur t.o.v. de toegestane 60 km/uur). Dit vormt een risico: – Bestuurders van het overige (vracht)verkeer merken te laat op dat het voertuig zo langzaam rijdt en remmen te laat of niet krachtig genoeg. (Dit risico geldt vooral voor het hier veel voorkomende ,vaak zwaarder vrachtverkeer vanwege hun langere remweg).	*** / ***
		– Het snelheidsverschil leidt tot gevaarlijke inhaalmanoeuvres van (vracht)verkeer.	** / ***

	Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans / gevolg
Oneigenlijk gebruik	Is er voldoende rekening mee gehouden dat andere weggebruikers het voertuig willen uittesten? Bijvoorbeeld: andere weggebruikers testen of het voertuig inderdaad automatisch remt	N.v.t. Aangezien weggebruikers in dit gebied voldoende op de hoogte zijn van de proef en de aanwezigheid van het voertuig gaan we ervan uit dat er verantwoordelijk mee om wordt gegaan.	
Kopieergedrag	Nemen andere weggebruikers op onwenselijke wijze gedrag over van automatische voertuigen?	N.v.t. Vanwege het opvallende uiterlijk van het voertuig verwachten we geen kopieergedrag	
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?	Er worden acteurs/dummy's ingezet om te testen hoe het voertuig hierop reageert. Het is niet duidelijk of dit wordt gecombineerd met de hogere snelheden (op afgesloten weg). Als dit het geval is brengt dat vooral een risico voor deze acteurs als kwetsbare voetganger/fietser met zich mee.	** / ***
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?	Enkele wegen in het gebied liggen direct naast het water. Het voertuig kan bij een stuurfout of afwijking van de route te water raken.	* / ***
		In het testgebied ligt een kruising met een onbewaakte spoorwegovergang. Dit vormt een risico wanneer het EasyMile-voertuig in deze situatie onvoldoende informatie heeft om veilig over te kunnen steken.	*** / ***
		Het EasyMile-voertuig heeft meer ruimte nodig dan een gewoon voertuig (rijdt iets meer in het midden van de weg). Bij smalle wegen kunnen tegenliggers niet passeren en moeten deze uitwijken naar de berm of achteruitrijden.	*** / *
Externe omstandigheden: weer en verkeer	Is er voldoende rekening gehouden met de verwachte weersomstandigheden en verkeersdrukte?	In dit project zal getest worden met rijden onder verschillende weersomstandigheden. Dit zal belangrijke kennis opleveren en beoordelen we dan ook positief. We gaan ervan uit dat er voldoende rekening wordt gehouden met eventuele risico's door niet direct onder de meest complexe omstandigheden te testen (bijvoorbeeld eerst op afgezet stuk weg, met lage snelheid, enz.).	
4. Algemeen			
Projectinrichting & management	Is er een protocol voor incidenten?	Het is onduidelijk wie verantwoordelijk is voor de (besluitvorming over de) veiligheid in het project. Het risico is dat niet tijdig wordt besloten (tijdelijk) te stoppen met het project (wanneer het door omstandigheden onverantwoord is om te gaan rijden) of een incident niet aan RDW wordt gemeld omdat onduidelijk is wie hiervoor verantwoordelijk is.	*** / **

4. Het SWOV-advies over het project Eemshaven Fase I

4.1. Veiligheidsadvies

De potentiële risico's met minstens 2 x 2 sterren in de risicomatrix zijn aangemerkt als relevant risico en worden hieronder benoemd met mogelijke maatregelen om de risico's te beperken. Daarbij moet vermeld worden dat het risico niet geheel gecompenseerd kan worden met deze maatregelen. Het experimenteren met innovatieve vervoerswijzen op de openbare weg zal altijd gepaard gaan met een bepaalde mate van risico.

Taken van de steward
In de vragenlijst worden de taken van de steward omschreven als: programmeren / dataverwerking / ingrijpen wanneer nodig. Dit zijn te veel taken wanneer deze persoon ook een goed beeld moet vormen en houden van de verkeersomstandigheden (zgn. Situation awareness[2]). We zien een risico dat de steward hierdoor niet altijd goed in staat zal zijn adequaat en op tijd in te grijpen wanneer de verkeerssituatie daar om vraagt.[3] **We adviseren dan ook te allen tijde één projectmedewerker primair met de verkeerstaak te belasten, met uitzondering van de testen op een afgesloten terrein.** Een eventuele andere projectmedewerker kan zich dan met programmeren en dataverwerking bezighouden.

In de vragenlijst wordt aangegeven dat de beoogde stewards wisselende ervaring hebben met het systeem. **Wij adviseren om onervaren stewards in eerste instantie alleen met een ervaren steward te laten samenwerken.**

Testen met hogere snelheid
In de vragenlijst staat dat mogelijk zal worden getest met snelheden tot 50 km/uur (op afgesloten terrein). De constructiesnelheid van het voertuig is echter maar 40 km/uur.[4] Wij adviseren niet sneller te rijden dan de constructiesnelheid, maar laten dit graag aan het oordeel van RDW over. Echter waar het gaat om de veiligheid van passagiers en stewards moet er bij hoge snelheid wel aanvullende maatregelen genomen worden. **Wij adviseren dat bij een snelheid hoger dan 25 km/uur[5] niet met passagiers gereden wordt en dat stewards op een goedgekeurde zitplaats (incl. driepuntsgordel) zitten. Hiernaast raden wij af – voor zover daar al sprake van was – de testen met acteurs te combineren met een snelheid hoger dan 25 km/uur. [5]**

Overigens willen we hierbij de kanttekening plaatsen dat een snelheid van 25 km/uur (die EasyMile als maximale snelheid aangeeft) al behoorlijk hoog

[2] Endsley, M.R. (1995). *Toward a theory of situation awareness in dynamic systems.* In: Human Factors, vol. 37, nr. 1, p. 32-64.
[3] Waard, D. de (1996). *The measurement of drivers' mental workload*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen RUG, Groningen.
[4] EasyMile (2017). *EZ10 Features*. Geraadpleegd 24 maart 2017 op http://easymile.com/mobility-solution/#faq
[5] De maximale snelheid van het voertuig onder normale omstandigheden volgens de website van EasyMile: EasyMile (2017). *EZ10 Features*. Geraadpleegd 24 maart 2017 op http://easymile.com/mobility-solution/#faq. Gangbare 'Cruising speed' is volgens de website zelfs 20 km/uur.

is. De WEpod heeft lange tijd maar 8 km/uur gereden en bij de proef in Appelscha was de maximale snelheid 15 km/uur. Wij verwachten dat vooral het automatisch stoppen bij hogere snelheden dan 8 km/uur, als erg abrupt kan worden ervaren. Het is voor het overige verkeer lastig hier adequaat op te reageren (zie ook het volgende punt).

Onduidelijkheid formele en informele verkeersregels
In de vragenlijst staat beschreven dat “het EasyMile voertuig de verkeersregels volgt (m.u.v. een lagere snelheid)". Wij begrijpen echter dat het voertuig juist geen verkeersregels volgt.[6] Verkeersregels als “verkeer van rechts heeft voorrang” worden niet geprogrammeerd, noch wordt voor het oversteken van een kruispunt bepaald/geprogrammeerd welk verkeer voorrang heeft en welk verkeer niet. Het voertuig stopt – zoals wij het begrijpen – voor al het verkeer dat (te) dicht bij het voertuig komt (door de radar wordt gesignaleerd). Je zou dit kunnen opvatten als ‘het voertuig verleent voorrang aan alle andere verkeersdeelnemers’. Dit kan een risico zijn voor achteropkomend verkeer dat mogelijk niet verwacht dat het voertuig stopt. Daarnaast is het de vraag of het voertuig uit zichzelf afremt om verkeer van rechts – dat op afstand nadert – voorrang te verlenen; je zou daarom ook kunnen zeggen dat het voertuig juist geen voorrang verleent. Wij kunnen ons voorstellen dat dit belangrijke kennisvragen zijn om te beantwoorden: hoe interacteert het voertuig met het overig verkeer en hoe reageert het overige verkeer daar dan weer op. Daarbij is het ook van belang hoe deze interactie door overige weggebruikers ervaren wordt.[7]

Met oog op veiligheidsmaatregelen adviseren wij om zeer duidelijk te communiceren hoe het voertuig zich zal gedragen en vooral welk gedrag van andere weggebruikers verwacht wordt (bijvoorbeeld: “het voertuig zal uit zichzelf geen voorrang verlenen, maar stopt op tijd wanneer u op zijn pad komt”). Deze informatie moet niet alleen verstrekt worden aan bedrijven en bewoners uit de omgeving, maar ook via bebording wanneer weggebruikers het testgebied inrijden.

Groot snelheidsverschil tussen EasyMile-voertuig en overig verkeer
Het EasyMile-voertuig rijdt veel langzamer dan plaatselijk is toegestaan (20 km/uur t.o.v. de toegestane 60 km/uur). Dit vormt een risico wanneer bestuurders van het overige verkeer te laat opmerken dat het voertuig zo langzaam rijdt en te laat of niet krachtig genoeg remmen (dit risico geldt vooral bij het hier veel voorkomende, vaak zwaarder vrachtverkeer vanwege hun langere remweg). Ter illustratie: voor afremmen van 60 naar 20 km/uur is 28,5 m remweg (personenauto) en 30,4 m remweg (vrachtwagen) nodig.[8] **Wij adviseren om ten tijde van de proeven een adviessnelheid voor het overige verkeer te hanteren (van 30 of 40 km/uur).[9] Daarnaast adviseren wij om heel duidelijk te communiceren over de lage snelheid**

[6] Volgens informatie van RDW (Pieter van der Stoep) en de website van EasyMile: EasyMile (2017). *EZ10 Features*. Geraadpleegd 24 maart 2017 op http://easymile.com/mobility-solution/#faq.
[7] Zie voor meer kennisvragen over interactie met zelfrijdende voertuigen: Vissers, L., et al. (2016). *Safe interaction between cyclists, pedestrians and automated vehicles. What do we know and what do we need to know?* R-2016-16. SWOV, Den Haag.
[8] Deze afstanden kunnen korter zijn bij gunstige omstandigheden zoals droog wegdek en goede bandenspanning. Bron: Temürhan, M. (2016). *Berekening risicotoename bij overschrijding van de snelheidslimiet*. R-2016-19. SWOV, Den Haag.
[9] Bij afremmen van 30 naar 20 km/uur is de remweg respectievelijk 9,1 m (personenauto) en 9,2 m (vrachtwagen), een factor 3 verschil met de remweg bij afremmen van 60 naar 20 km/uur.

van het voertuig; via bebording bij het naderen van het testgebied. Weggebruikers die het gebied inrijden moeten zich er zeer bewust van zijn dat ze 'ineens' op een zeer langzaam rijdend voertuig kunnen stuiten.

Een belangrijke risico verhogende factor is dat het EasyMile-voertuig (zoals afgebeeld in *Afbeelding 2.1*) mogelijk niet goed zichtbaar is voor het overige verkeer ten opzichte van de (veelal vlakke en lege) omgeving/achtergrond. **We adviseren om het voertuig beter zichtbaar te maken door bijvoorbeeld reflecterende strips, verlichting en/of een opvallende kleur.**

Een bijzondere situatie doet zich voor wanneer het EasyMile-voertuig bijvoorbeeld vanwege technische problemen stil komt te staan. **Wij adviseren om hier een goed protocol voor af te spreken (stewards reflecterende hesjes aan, eventuele passagiers uit het voertuig en naar een veilige plek begeleiden, gevarendriehoek(en) plaatsen, enz.).**

Tot slot kan het snelheidsverschil leiden tot gevaarlijke inhaalmanoeuvres van het overige (vracht)verkeer. Wij hebben geen concrete suggesties hoe deze risico's beperkt kunnen worden. Dit is wat ons betreft een zeer belangrijke kennisvraag. **Wij adviseren om het inhaalgedrag van het overige verkeer goed te monitoren. Wanneer duidelijk wordt dat dit niet altijd verantwoord gebeurt, moet voor het testen naar een andere, voor verkeer afgesloten, locatie worden uitgeweken.**

Onbewaakte spoorwegovergang
In het testgebied ligt een kruising met onbewaakte spoorwegovergang. Wij nemen op basis van de technische specificaties[10] aan dat het EasyMile-voertuig niet voldoende informatie heeft om een afweging te maken deze overgang veilig over te steken. **Wij adviseren om deze overgang te vermijden tijdens het testen. Als deze overgang toch onderdeel van een route wordt, adviseren wij de overgang altijd handmatig over te steken.**

Verantwoordelijkheid voor veiligheid in het project
Het is onduidelijk wie verantwoordelijk is voor de (besluitvorming over de) veiligheid in het project. Bijvoorbeeld over wie de beslissing neemt om (tijdelijk) te stoppen met het project (wanneer het door omstandigheden onverantwoord is om te gaan rijden) of wie er beslist of een incident aan RDW gemeld moet worden. In de vragenlijst staat dat "RDW / provincie Groningen / Groningen Seaports / voertuigleverancier" verantwoordelijk is voor deze beslissingen. **Wij adviseren om één persoon verantwoordelijk te maken voor veiligheidsbeslissingen in het project.**

4.2. Leerpunten

Deze proef is opgezet met het doel er veel van te leren. Wij zijn positief over de verschillende omstandigheden en scenario's die bij deze proef getest worden. Het projectteam heeft de volgende kennisvragen geformuleerd:

[10] EasyMile (2017). *EZ10 Features*. Geraadpleegd 24 maart 2017 op http://easymile.com/mobility-solution/#faq.

"Logistiek

- Kan zelfrijdend vervoer op deze plek ingezet worden als laatste stap in het woon-werkverkeer en tussen bedrijven/vestigingen onderling?
- Welke routes en combinaties van routes zijn mogelijk om interessante businesscases te maken?
- Welke maatregelen zijn nodig bij het tijdelijk afsluiten van delen van het gebied?
- Welke maatregelen en signalering zijn in elk geval nodig voor het starten met testen?
- Wat is er nodig indien een ander voertuig dan de EZ10 van EasyMile ook wil testen op deze testlocatie?

Technisch

- Wat is er technisch nodig om met een hogere snelheid te rijden?
- Hoe reageert het voertuig op mist en/of regen?

Veiligheid

- Hoe reageert het voertuig op andere weggebruikers in dit gebied (soms ook vrij grote voertuigen)?
- Is het mogelijk om op deze brede wegen te testen met een steeds iets hogere snelheid van het voertuig?
- Wat is er nodig aan voorzieningen bij verhoogde snelheid?
- Hoe reageert het voertuig op wisselende weersomstandigheden?"

(*Projectplan Eemshaven v: E-140217,* 2017, pag. 7)

Wij zouden hier graag de volgende onderzoeksvragen aan toevoegen:

- Hoe reageren overige weggebruikers op het voertuig? Hierbij is met name interessant hoe wordt omgegaan met het feit dat het voertuig geen (formele) verkeersregels volgt.
  - Bij voorkeur wordt dit onderzocht door onafhankelijke onderzoekers camerabeelden te laten analyseren.
  - Om een beeld te krijgen van ervaringen van overige weggebruikers kan een vragenlijstonderzoek uitgevoerd worden of een 'meldpunt' op intranet worden gestart.

- Hoe verloopt het inhalen van het (relatief langzame) voertuig door sneller (vracht)verkeer?
  - Ook hier heeft het de voorkeur dit te onderzoeken aan de hand van camerabeelden die door onafhankelijke onderzoekers worden geanalyseerd.

4.3. **Aandachtspunten bij bredere uitrol**

Fase 1 van het Eemshaven-project heeft een experimenteel karakter. Veel van de leerpunten (zie *Paragraaf 4.2*) kunnen consequenties hebben voor de bredere uitrol. Afhankelijk van de resultaten kan bijvoorbeeld geconcludeerd worden dat de snelheidsverschillen tussen het overige verkeer en de 'people mover' altijd beperkt moeten zijn; of dat er andere verkeersregels gelden in een gebied waar een 'people mover' rijdt (wellicht

alleen in ‘shared space’-omgeving). Ook moet goed 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. Belast te allen tijde één projectmedewerker/steward primair met de verkeerstaak. Laat hierbij onervaren stewards in eerste instantie alleen met een ervaren steward samenwerken.
2. Neem bij testen met een snelheid hoger dan 25 km/uur de volgende voorzorgsmaatregelen:
   a. Rijd niet met passagiers.
   b. Laat de steward gebruikmaken van een goedgekeurde zitplaats (incl. een driepuntsgordel).
   c. Doe op deze snelheid geen testen met (acteurs als) kwetsbare weggebruikers.
3. Communiceer zeer duidelijk hoe het voertuig zich zal gedragen en vooral welk gedrag van andere weggebruikers verwacht wordt (bijvoorbeeld: “het voertuig zal uit zichzelf geen voorrang verlenen, maar stopt op tijd wanneer u op zijn pad komt”). Deze informatie moet niet alleen verstrekt worden aan bedrijven en bewoners uit de omgeving, maar ook via bebording wanneer weggebruikers het testgebied inrijden (bijvoorbeeld: “Pas op: langzaam rijdend voertuig op deze weg”).
4. Wanneer de 60km/uur-weg niet voor overig verkeer wordt afgesloten stel dan een adviessnelheid in voor het overige verkeer (van 30 of 40 km/uur) om snelheidsverschillen met het EasyMile-voertuig te beperken. Communiceer hier duidelijk over via bebording bij het naderen van het testgebied.
5. Zorg voor goede zichtbaarheid van het voertuig (bijvoorbeeld door reflecterende strips, verlichting en/of een opvallende kleur).
6. Spreek een goed protocol af voor het geval waarin het voertuig onverwacht stil komt te staan (stewards reflecterende hesjes aan, eventuele passagiers uit het voertuig en naar een veilige plek begeleiden, gevarendriehoek(en) plaatsen, enz.).
7. Monitor het inhaalgedrag van het overige (vracht)verkeer. Wanneer duidelijk wordt dat dit inhalen niet altijd verantwoord gebeurt, wijk dan uit naar een andere (voor verkeer afgesloten) locatie voor het testen.
8. Maak één persoon verantwoordelijk voor de veiligheidsbeslissingen in het project.

Advies voor het opnemen van een extra voorwaarde:

1. Wij adviseren RDW om een voorwaarde op te nemen in de ontheffing: Vermijd de spoorwegovergang tijdens het testen. Als deze overgang toch onderdeel van een route wordt, steek deze dan altijd handmatig over.

Bijlage 1 SWOV-Formulier *Benodigde informatie voor de beoordeling van proeven met zelfrijdende voertuigen*

PROJECTINFORMATIE					
Naam project	Project Eemshaven Fase I				
CONTACTPERSOON / PROJECTLEIDER					
Achternaam	Koelikamp	Voornaam	Daniel	Tussenvoegsel	
Telefoonnummer	0031621844271	Email	D.Koelikamp@provinciegroningen.nl		

PROEF					
Leg in één alinea uit wat het doel van de proef is – Gaat het om een demonstratie of experiment? – Welk scenario wordt getest?		Testlocatie gebruiken om de volgende zaken te onderzoeken: ○ variatie in snelheden; ○ interactie met regulier verkeer; ○ rotonde rijden; ○ werken met tijdelijke verkeerssystemen (bijv. VRI); ○ rijden onder wisselende weersomstandigheden; ○ testen met verschillende voertuigleveranciers; De test is mede ter voorbereiding op rijden met passagiers (Fase II).			
Waar vindt de proef plaats?	Welke stad, dorp, provincie?	Eemshaven, provincie Groningen.			
	Over welk type wegen wordt gereden (snelweg, provinciale weg, enz.) incl. snelheidslimieten	Het gebied betreft 'eigen weg' met het karakter van een openbare weg. Maximum toegestane snelheid 60 km/u.			
	Wat is de exacte route (straatnamen of evt. route kaart)	Testgebied zie kaart pagina 3. Er is geen vaste route voor de tests. Er zijn verschillende kennisvragen te onderzoeken. Voor deze tests zijn verschillende delen, binnen het testgebied, nodig. Bijv voor het testen van snelheid een lang recht stuk, hiervoor willen we de Kwelderweg en parallelweg gebruiken. Voor het testen van rij 'gedrag' op rotondes / kruisingen logischerwijs een ander weggedeelte, namelijk de rotonde en kruisingen die in het testgebied liggen. Veelal wordt getest op de route tussen Seaports en de Borkumlijn. Straatnamen van de kleinere straten kunnen worden toegevoegd"			
	Welk ander verkeer maakt gebruik van deze wegen (fietsers, voetgangers, auto's, vrachtverkeer)?	Vrachtverkeer (incidenteel 'convoi exceptionnel'), fietsers, voetgangers en auto's. Fietsers en voetgangers kunnen ook gebruikmaken van de wegen binnen het testgebied. Al zal dat minimaal zijn. Incidenteel willen wij ook testen hoe het voertuig op fietsers en voetgangers reageert [op]"			
Op welke dag of in welke periode vindt de proef plaats?		Van	Mei 2017	Tot	Augustus 2017

VOERTUIG/BESTUURDER		
Algemene omschrijving van het voertuig: is het (vergelijkbaar met) een:	☐ Bus	
	☐ Vrachtauto	
	☐ Personenauto	
	☒ 'People mover'	Easymile EZ10. Vanaf augustus 2017 mogelijk ook voertuigen van andere leveranciers (fase II).
	☐ Anders, namelijk	
Met welke snelheid rijdt het voertuig?		15 km/u - 30 km/u. Incidenteel snelheden tot 40 km/u (op afgesloten traject). De snelheid van het voertuig onder normale testomstandigheden is maximaal 20 km/u, uitgaande van het EasyMile EZ10 voertuig. Een van de kennisvragen heeft betrekking op het testen van voertuigen tot snelheden van 50 km/u op een afgesloten recht lang traject, bijv. Kwelderweg."
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 van de 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 stuur en traditionele stoelopstelling.
Gedraagt het voertuig zich zoals een gemiddelde bestuurder zich zou gedragen?	Volgt het voertuig bijvoorbeeld de formele verkeersregels en – tekens? Zo nee, waarin wijkt het af?	Het voertuig volgt de verkeersregels. Wel rijdt het voertuig ruim onder de toegestane snelheid.
	Houdt het voertuig zich aan informele verkeersregels? Zo nee, waarin wijkt het af? Bijvoorbeeld: Het voertuig rijdt (veel) langzamer dan de maximum snelheid of verleent vaker voorrang dan volgens verkeersregels zou moeten	Het voertuig wijkt niet af van de formele verkeersregels. Het voertuig wijkt inderdaad af als het om de snelheid gaat. Het voertuig rijdt langzamer dan de toegestane snelheid."
Hoe gaat het voertuig om met langzaam rijdend verkeer (wel/niet inhalen, afstand bij inhalen/achterblijven)?		Het voertuig haalt niet in en volgt op afstand langzaam rijdend verkeer. De afstand tot het langzame verkeer is afhankelijk van de snelheid van het langzaam rijdend verkeer. De afstand is groter als de snelheid hoger ligt. Er zal worden getest op een afgesloten traject met het inhalen van voertuigen.
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?		Er is altijd een steward / operator aanwezig in het voertuig
Welke taken heeft de bestuurder / operator? (bijvoorbeeld programmeren, dataverzameling, etc.)		Programmeren / dataverwerking / Ingrijpen wanneer nodig
Ingrijpen/Taken overnemen	Hoe wordt de bestuurder/operator geïnformeerd dat het systeem niet meer werkt en hij/zij moet ingrijpen/taken overnemen?	Het voertuig stopt bij een storing (software / hardware storing)
	Op welke manier kan de bestuurder/operator ingrijpen?	Afhankelijk van de situatie. Ingrijpen kan via een noodknop, laptop of joystick. Afhankelijke van de situatie. In noodsituatie komt het voertuig direct tot stilstand.
	Hoeveel tijd is er om in te grijpen/taken over te nemen?	Afhankelijke van de situatie. Ingrijpen kan direct via de noodknop. Inhaalactie van een obstakel via een joystick.

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?	De bestuurder / operator is opgeleid door de voertuigleverancier om met het systeem om te gaan.
	Ervaring met het systeem:	Verschilt per operator.
	Ervaring op de (Nederlandse) weg:	Pilot Appelscha. Het voertuig is ook getest buiten Nederland.
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.

PASSAGIERS/ANDERE WEGGEBRUIKERS

Zullen er passagiers meerijden? Zo ja: Wie zijn dit (bijvoorbeeld notabelen, pers, studenten, projectmedewerkers, enz.?)	Ja, evt. projectmedewerkers, studenten. Personen die betrokken zijn bij het ontwikkelen van het voertuig.
Zijn andere weggebruikers en/of omwonenden geïnformeerd over de praktijkproef? Zo ja, hoe?	Ja, weggebruikers en omwonenden worden geïnformeerd (website en bebording op de testlocatie) via Groningen Seaports en de wegbeheerder. Naast het testen met andere weggebruikers worden ook acteurs / dummy's ingezet om te testen hoe het voertuig hier op reageert.
Is er nagedacht over de mogelijkheid dat andere weggebruikers het voertuig ongewenst uittesten? (bijvoorbeeld: overige weggebruikers testen of het voertuig inderdaad automatisch remt) -- > zo ja, hoe wordt hier mee omgegaan?	Ja, afhankelijk van de test worden andere weggebruikers betrokken. De weggebruikers worden geïnformeerd via bebording op de testlocatie.

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. Files en onverwachte verkeersdrukte niet van toepassing.
Wie neemt de beslissing voor doorgang of afblazen bij onverwachte gebeurtenissen?		RDW / provincie Groningen / Groningen Seaports / voertuigleverancier
Testresultaten	Is het systeem eerder getest (op een testbaan of openbare weg)?	Ja, Appelscha
	Zijn de resultaten beschikbaar? Zo ja, graag bijvoegen. Zo nee, graag een beknopte samenvatting van de resultaten.	Ja, evaluatie pilot Appelscha (zie bijlage).
	Is er een FMEA is uitgevoerd? Zo ja, dan ontvangen we hier graag de resultaten van.	Niet bekend

Bijlage 2 Risicomatrix

Op basis van expertkennis en literatuur is een 'risicomatrix' opgesteld.[11] 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 zíjn – afgedekt. Zie het rapport *Veiligheid bij praktijkproeven met (deels) zelfrijdende voertuigen*[12] 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)[13]. Het belangrijkste verschil tussen de niveaus wordt gevormd door wat de bestuur 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.

[11] 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.)

[12] 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.

[13] 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[14]		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[15]	Is de taak mentaal belastend of juist (te) weinig belastend?		
	Situation Awareness[16,17]	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[18]		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[19]		Hoe wordt oneigenlijk gebruik (bijvoorbeeld in-/uitschakelen op onbedoeld moment) tegengegaan?		
Onverwachte gebeurtenis		Is er een protocol voor onverwachte gebeurtenissen (overstekende dieren/ voetganger / object, file op het traject, lekke band)?		

[14] 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.
[15] Waard, D. de (1996). *The measurement of drivers' mental workload.* Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen RUG, Groningen.
[16] Endsley, M.R. (1995). *Toward a theory of situation awareness in dynamic systems.* In: Human Factors, vol. 37, nr. 1, p. 32-64.
[17] 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.
[18] 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.
[19] 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[20]		Zijn andere weggebruikers geïnformeerd over de praktijkproef?	
Afleiding	Zijn de kenmerken van de voertuigen zo opvallend dat overige wegverkeer hierdoor kan worden afgeleid?		
Voorspelbaarheid[21]		Reageert het voertuig conform verwachtingen van andere weggebruikers?	
(Anticiperen op) onverwacht gedrag andere weggebruikers[22]			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[23][24]	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[25]	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?		

[20] 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.
[21] Houtenbos, M. (2008). *Expecting the unexpected: a study of interactive driving behaviour at intersections*. SWOV dissertation series. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
[22] 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.
[23] 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.
[24] 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.
[25] Wegman, F. & Aarts, L. (2005). *Door met Duurzaam Veilig; Nationale verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.