

Advies praktijkproef

Shuttlevervoer Drimmelen

R-2019-15

SWOV



Auteurs

Ir. J.W.H. van Petegem

A.T.G. Hoekstra, MSc

C. Mons, MSc

Drs. I.N.L.G. van Schagen

D. Cleij, MSc

Ongevallen voorkomen
Letsel beperken
Levens redden

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2019-15
Titel:	Advies praktijkproef
Ondertitel:	Shuttlevervoer Drimmelen
Auteur(s):	Ir. J.W.H. van Petegem, A.T.G. Hoekstra, MSc, C. Mons, MSc, drs. I.N.L.G. van Schagen & D. Cleij, MSc
Projectleider:	A.T.G. Hoekstra, MSc
Projectnummer SWOV:	E19.04.H
Opdrachtgever:	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
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 met NAVYA-shuttles voor personenvervoer in de gemeente Drimmelen.
Aantal pagina's:	37
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2019

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

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Bezuidenhoutseweg 62, 2594 AW Den Haag – Postbus 93113, 2509 AC Den Haag
070 – 317 33 33 – info@swov.nl – www.swov.nl

 [@swov_nl](https://twitter.com/swov_nl) / [@swov](https://twitter.com/swov)  [linkedin.com/company/swov](https://www.linkedin.com/company/swov)

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Beschrijving van de proef	6
2.1	Gebruikte informatie	6
2.2	De proef	6
2.2.1	Het voertuig	7
2.2.2	De stewards en taakomschrijving	8
2.2.3	Weg en routes	9
2.3	Samenvatting en aannames	11
3	Beoordeling van de risico's	13
4	Risicoanalyse	20
4.1	Relevante risico's	20
4.1.1	De steward als host (RR1, RR2)	20
4.1.2	Handmatige bediening van het voertuig (RR3, RR9)	20
4.1.3	Het maken van een noodstop (RR6, RR10)	21
4.1.4	Afwijkend gedrag van de NAVYA (RR4, RR5, RR12, RR16)	21
4.1.5	Vormgeving en locatie van haltes (RR7, RR8)	22
4.1.6	Route-specifieke risico's	22
4.2	Leerpunten	24
4.3	Conclusie en advies	24
	Bijlage A. SWOV-formulier praktijkproef NAVYA Drimmelen	26
	Bijlage B. Risicomatrix	34

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 Waterstaat 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 de praktijkproef 'Drimmelen'. Bij deze proef zal van juli tot september/oktober 2019 een ov-dienst voor doelgroepenvervoer worden opgezet met behulp van acht NAVYA-shuttles, in en rond het havengebied van de gemeente Drimmelen. Daarbij zullen de shuttles op vier verschillende routes gaan rijden, alle over de openbare weg, op een rijbaan die gedeeld wordt met andere motorvoertuigen, fietsers en voetgangers. De NAVYA-shuttle zal gedurende de proef automatisch versnellen, remmen en 'sturen' over een voor-geprogrammeerde baan (een soort virtueel spoor) waarvan niet wordt afgeweken. In het voertuig is een steward aanwezig die in geval van nood het voertuig kan stoppen en die de controle overneemt wanneer de NAVYA daarom vraagt. Het voertuig betreft (zoals staat beschreven in het plan van aanpak) hetzelfde voertuig als behandeld in de adviezen *OZG Scheemda*¹ en *HagaShuttle*².

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 van uit 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 advies doet geen uitspraken over de verkeersveiligheids-effecten van deze zelfrijdende voertuigen op een andere locatie, op een ander moment, of over een bredere toepassing van dit soort technologieën in ons verkeerssysteem.



1. Hoekstra, A.T.G., et al. (2018). *Advies praktijkproef; OZG Scheemda*. R-2018-10. SWOV, Den Haag.
2. Jansen, R.J., et al. (2019). *Advies praktijkproef; HagaShuttle*. R-2019-10. SWOV, Den Haag.

2 Beschrijving van de proef

2.1 Gebruikte informatie

Voor dit advies is gebruikgemaakt van de volgende documenten:

- › *Plan van aanpak. Automatisch rijdende minibus (shuttle). Pilot Drimmelen* – versie 4, 26 april 2019, per e-mail ontvangen van Pieter van der Stoep (RDW) op 29 april 2019;
- › SWOV-formulier *Benodigde informatie voor de beoordeling van proeven met zelfrijdende voertuigen*, zoals ingevuld voor het project Pilot Drimmelen, en per e-mail ontvangen van Pieter van der Stoep (RDW) op 29 april 2019 (zie *Bijlage A*);
- › (Beknopt) verslag van de startbijeenkomst inclusief gehouden presentaties op 18 april 2019, per e-mail ontvangen van Pieter van der Stoep (RDW) op 29 april 2019;
- › Bezichtiging van en testrit met het NAVYA-voertuig op de testlocatie van de RDW te Lelystad, op uitnodiging van de RDW op 17 april 2019.

Daar waar de verschillende documenten tegenstrijdige informatie geven, zijn we uitgegaan van de laatst verstrekte informatie.

2.2 De proef

De praktijkproef Drimmelen is erop gericht te onderzoeken in welke mate automatisch vervoer geschikt is als alternatief voor buurtbussen en kan voorzien in de mobiliteitsbehoefte voor doelgroepenvervoer, zoals vervoer van ouderen, mensen met functiebeperkingen en toeristen. Gedurende de proef, van juli tot september/oktober 2019, worden acht voertuigen ingezet van het bedrijf NAVYA. Deze zullen gaan rijden op vier routes in de gemeente Drimmelen en daarbij het havengebied en het Dorpshuys aandoen met maximaal acht passagiers aan boord. De voertuigen zullen zelfstandig gaan rijden met een steward aan boord die het verkeer en de omgeving moet monitoren om te kunnen ingrijpen wanneer nodig. Ook zal deze toestemming geven aan de NAVYA om kruispunten over te steken en handmatig de controle overnemen wanneer zich obstakels op de routes voordoen. Op alle routes zal gereden worden op een rijbaan die gedeeld wordt met andere motorvoertuigen, fietsers en voetgangers.

Het project wordt geleid door Future Mobility Network en spr!ng innovation management, waarbij in een projectgroep samen wordt gewerkt met de gemeente Drimmelen, provincie Noord-Brabant, Arriva, TU Delft en Breda University of Applied Sciences (NHTV).

Hieronder beschrijven we achtereenvolgens het voertuigstelsel waarvoor een ontheffing noodzakelijk is, de taken die de bestuurders in de proef moeten uitvoeren en de locatie waar de proef zal plaatsvinden.

2.2.1 Het voertuig

In dit project wordt gereden met een zogeheten ‘people mover’ van NAVYA (model: NAVYA *Autonom Shuttle*). Dit betreft, zoals ook aangegeven in het projectplan, hetzelfde voertuig als besproken in de adviezen OZG Scheemda³ en HagaShuttle⁴. Tijdens de proef zullen acht van deze voertuigen worden ingezet. In dit advies hebben we gebruikgemaakt van de voor de aanvraag beschikbare informatie over het voertuig zoals beschreven in *Paragraaf 2.1*. De specificaties van het voertuig staan beknopt beschreven in het plan van aanpak van de praktijkproef. Aanvullende kennis over het voertuig is opgedaan op een demo-dag op uitnodiging van de RDW, voorafgaand aan het startgesprek. Tevens is gebruikgemaakt van de opgedane kennis over het voertuig zoals beschreven in de twee genoemde vorige adviezen met betrekking tot dit voertuig.

De NAVYA is technisch gezien een bi-directioneel voertuig. Vanwege de inrichting van het voertuig, waaronder de plaatsing van systemen voor de steward, de deuren en klapstoelen, zal deze echter als mono-directioneel voertuig opereren en is één hoofdrijrichting vastgelegd. De rijrichting wordt voor de omgeving aangegeven door de verlichting, die continu zal branden. Daarnaast heeft het voertuig geen vaste stuurinrichting. Wel kan het voertuig via een noodknop handmatig worden gestopt,⁵ of door een steward handmatig worden bediend (sturen en reguleren van de snelheid) via een joystick. De dimensies van het voertuig zijn als volgt: 4,75 m lang, 2,1 m breed, 2,64 m hoog met een ledig gewicht van 2400 kg. In en aan het voertuig zijn geen spiegels bevestigd.

Het voertuig beschikt over elf zitplaatsen. Hiervan zijn er maximaal acht beschikbaar voor passagiers. Naar aanleiding van het startgesprek zijn in verband met de positionering van de steward hiervoor de vier plaatsen op de achterbank, twee zitplaatsen op de voorbank en twee zitplaatsen op de achterste klapstoelen aangewezen. Verder zijn er heupgordels in het voertuig aanwezig voor passagiers, maar gebruik hiervan is niet verplicht. Staand plaatsnemen in het voertuig is, behalve voor de steward, niet toegestaan. De steward heeft een staanplaats links voor in het voertuig naast het bedieningsscherm en noodknop. De steward kan zich vasthouden aan een stang links van of hengel boven hem/haar.

Tijdens het rijden zijn de verschillende rijtaken volledig geautomatiseerd. Het voertuig zal echter stil gaan staan voor kruispunten en aan de steward om toestemming vragen om deze over te steken, ook daar waar het voertuig voorrang heeft. Ook zal de NAVYA ander verkeer, ook langzaam verkeer, niet inhalen.

Bij het navigeren volgt het voertuig een voorgeprogrammeerde baan, die het beste kan worden omschreven als virtueel spoor. Het voertuig kan hier niet zelf van afwijken. NAVYA geeft aan deze koers met een nauwkeurigheid van 1 cm te kunnen bepalen. Tijdens het zelfstandig navigeren zal, volgens de informatie op het SWOV-formulier, doorgaans worden gereden met een snelheid van ca. 15 km/uur en maximaal 20 km/uur. De toegestane snelheid zal echter door een team van NAVYA per routedeel worden ingesteld (zie *Paragraaf 2.2.3*). We nemen voor dit advies aan dat het voertuig zijn snelheid zelfstandig zal kunnen aanpassen wanneer het obstakels of andere verkeersdeelnemers tot op een vooraf ingestelde afstand nadert. Wanneer een obstakel of andere verkeersdeelnemer minder dan 40 cm afstand heeft tot de *zijkant* van het voertuig (bijvoorbeeld wanneer de NAVYA wordt ingehaald of voetgangers er dicht langs lopen), zal de NAVYA afremmen en stoppen. Wanneer een obstakel of andere verkeersdeelnemer binnen een afstand van 3,6 – 3,8 m *vóór* het voertuig komt, zal het voertuig een noodstop inzetten. De reactie van de NAVYA hangt echter wel af van de (relatieve) snelheid waarmee en de hoek waarin het obstakel het pad van het voertuig kruist.



3. Hoekstra, A.T.G., et al. (2018). *Advies praktijkproef; OZG Scheemda*. R-2018-10. SWOV, Den Haag.

4. Jansen, R.J., et al. (2019). *Advies praktijkproef; HagaShuttle*. R-2019-10. SWOV, Den Haag.

5. Bij een noodstop bedraagt de remvertraging volgens de RDW tussen de 5 en 6 m/s².

Voor het zelfstandig navigeren en de detectie van obstakels en verkeersdeelnemers is het voertuig voorzien van verschillende systemen, waaronder LIDAR's, camera's, odometrie-sensoren en Global Navigation Satellite System (GNSS). Verkeersdeelnemers worden daarbij echter niet naar type onderscheiden, maar enkel herkend als een bewegend obstakel. De NAVYA heeft een zichtveld van 360 graden rondom het voertuig. Vóór het voertuig bevindt zich echter een dode hoek door de positionering en afstelling van de sensoren. Deze dode hoek is bewust aangebracht om te voorkomen dat drempels worden waargenomen als obstakels. Hierdoor kunnen echter ook obstakels van beperkte hoogte (ongeveer 35 cm) op korte afstand van het voertuig (enkele meters, bekend bij de RDW) niet worden waargenomen. Een dergelijke beperking van het zicht (dode hoek) direct voor het voertuig geldt ook voor de steward.

Het detectieveld van het voertuig wordt in verschillende omstandigheden beperkt om onnodig remmen en stilstaan te voorkomen. Dit kan onder meer het geval zijn bij bochten of op plekken waar zich obstakels dicht langs de baan van het voertuig bevinden (zie ook *Paragraaf 2.2.3*). We nemen aan dat bij een beperking van het detectieveld ook de snelheid van het voertuig wordt verlaagd, rekening houdend met verkeer dat plotseling in het zichtveld van de NAVYA kan verschijnen en waar nog steeds op tijd voor gestopt moet kunnen worden. Ten slotte is bekend dat de NAVYA obstakels achter het voertuig negeert.^{6,7}

Het voertuig kan ook handmatig worden bediend met een joystick. In dat geval kan van het virtuele spoor worden afgeweken. De RDW geeft aan dat bij testen met het voertuig is gebleken dat de bestuurbaarheid met de joystick niet zo nauwkeurig is en daarom zo veel mogelijk moet worden vermeden. De snelheid bij handmatige bediening staat niet in de geleverde informatie genoemd. We nemen daarom aan dat deze tussen de 1,8 – 3 km/uur zal liggen, zoals in de eerdere adviezen over proeven met de NAVYA staat beschreven.

2.2.2 De stewards en taakomschrijving

Gedurende de proef met acht voertuigen is een team van stewards werkzaam. In elk voertuig is altijd een steward aanwezig. Elke steward dient minimaal in bezit te zijn van een geldig rijbewijs B en ten minste 3 jaar rijervaring te hebben. Tevens dient elke steward succesvol een door NAVYA opgestelde training te hebben doorlopen en bij de RDW geregistreerd te staan als steward. Er gelden geen leeftijdseisen voor de stewards.

De steward heeft verschillende taken. De primaire taak is om tijdens het rijden het verkeer te monitoren om indien nodig te kunnen ingrijpen door een noodstop uit te voeren of het voertuig gecontroleerd te laten afremmen. Een noodstop kan worden ingezet door het indrukken van een fysieke noodknop links van de steward. Het is echter niet duidelijk op welke manier de steward het voertuig kan laten afremmen, anders dan de noodstop. Mogelijk kan dit worden geregeld via het bedieningsscherm links van de steward. Maar of een dergelijke actie direct beschikbaar is of dat hiervoor meerdere handelingen nodig zijn, is onduidelijk.

Behalve de omgeving monitoren, moet de steward ook controleren of het voertuig een kruispunt over kan steken en daarvoor toestemming verlenen. Bij elk kruispunt zal het voertuig stil gaan staan en de steward om 'toestemming vragen' verder te rijden. Deze toestemming kan worden verleend via een bedieningspaneel naast de steward. We nemen aan dat dit ook gebeurt wanneer het voertuig voor een obstakel is gestopt.

Wanneer het voertuig stopt en niet zelfstandig verder kan rijden, zal de steward de situatie moeten oplossen. Dit kan zich bijvoorbeeld voordoen in situaties met ander verkeer op een krap kruispunt of met geparkeerde auto's op de rijbaan. Daarbij wordt van de steward verwacht dat



6. Hoekstra, A.T.G., et al. (2018). *Advies praktijkproef; OZG Scheemda*. R-2018-10. SWOV, Den Haag.

7. Jansen, R.J., et al. (2019). *Advies praktijkproef; HagaShuttle*. R-2019-10. SWOV, Den Haag.

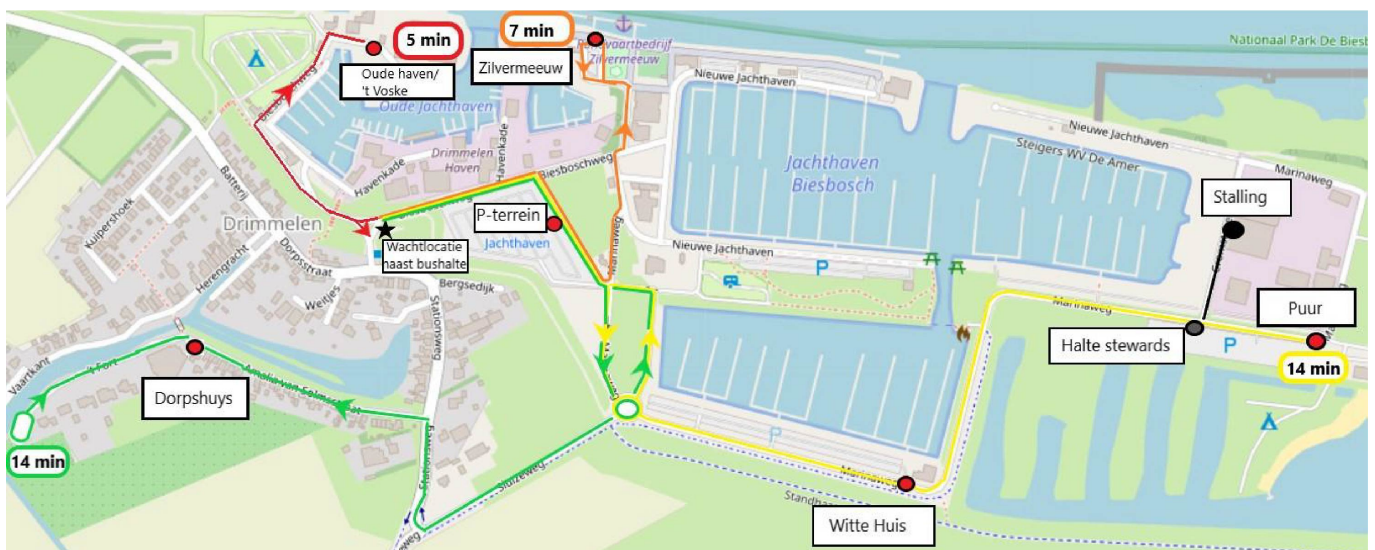
deze vanaf zijn plaatst communiceert met eventuele andere verkeersdeelnemers. Waar mogelijk dient de steward ander verkeer duidelijk te maken dat zij de situatie moeten oplossen. Indien dat niet mogelijk is of wanneer zich een obstakel in het pad van het voertuig bevindt zonder bestuurder, zal de steward handmatig de controle over het voertuig moeten overnemen. Daartoe heeft deze de beschikking over een joystick die gedurende de rit zit weggeborgen onder de hoedenplank voor in de NAVYA. De steward zal bij het navigeren met de joystick goed om zich heen moeten kijken. Het voertuig beschikt niet over spiegels om de steward daarbij te helpen. Daardoor is de steward voor zijn zicht afhankelijk van de positie, het aantal en de lengte van eventuele passagiers. Tot slot wordt het zicht van de steward ook nog beperkt door de grote A-stijlen van het voertuig.

Naast de primaire taak tijdens het rijden, heeft de steward verschillende andere taken. De steward dient als 'host' op te treden van de passagiers in het voertuig. Dat betekent onder meer dat de steward de passagiers bekend moet maken met het voertuig en hun vragen dient te beantwoorden. Maar ook wordt verwacht dat de steward passagiers wijst op de huisregels die in het voertuig gelden, waaronder het maximum van acht passagiers, verplicht zitten en vrijhouden van de twee linker stoelen op de voorbank. De steward staat verder in verbinding met een operator in een controlekamer. De steward overlegt met de controlekamer indien er twijfels zijn over de condities waaronder gereden kan worden (zie de volgende paragraaf voor meer informatie over deze condities). Ook kan de steward instructies ontvangen van de operator vanuit de controlekamer die hij/zij moet opvolgen. Deze instructies hebben bijvoorbeeld betrekking op wijzigingen in de dienstregeling. In geval van incidenten heeft de steward de taak de operator in de controlekamer in te schakelen. Daarnaast dient de steward de passagiers en zichzelf in veiligheid te brengen in een noodsituatie. Indien nodig dient deze ook inzittenden en eventuele slachtoffers te verzorgen totdat er hulpdiensten arriveren. De operator in de controlekamer is verantwoordelijk voor het verder doorlopen van het protocol bij incidenten.

2.2.3 Weg en routes

De ov-dienst die tijdens de proef wordt uitgevoerd beslaat vier verschillende routes die zijn aangeduid op de kaart in *Afbeelding 2.1*. Hierop geven de rode cirkels de (globale) posities van de verschillende haltes aan. De exacte locaties en vormgeving van de haltes zijn echter nog niet allemaal bepaald.

Afbeelding 2.1. Routenetwerk praktijkproef Drimmelen.



Het gezamenlijke beginpunt van alle vier routes is aangeduid met de zwarte ster in *Afbeelding 2.1*. Hier sluit de NAVYA aan op de Arriva buurtbus 224 die met een frequentie van 1 keer per uur rijdt.

De ov-dienst die wordt aangeboden ligt in een recreatief jachthavengebied met onder andere horeca, watersportwinkels, campings en een hotel. Route Rood (Oude haven/'t Voske), Oranje (Zilvermeeuw) en Geel (Puur) zijn gelegen in het havengebied zelf. Route Groen (Dorpshuys) gaat deels door het havengebied en deels door een woonwijk van Drimmelen. Gelet op het karakter en de voorzieningen van het gebied, is er voornamelijk sprake van bestemmingsverkeer. Dit zijn veelal recreanten die zowel uit de nabije als de wat ruimere omgeving zullen komen. De meeste recreanten zullen het gebied naar verwachting bereiken met de auto (de verschillende parkeerplaatsen geven een beeld van de hoeveelheid verwacht autoverkeer), met touringcars of met de fiets. Veel verplaatsingen binnen het gebied worden te voet afgelegd. Daarnaast nemen we aan dat ook vrachtverkeer in het gebied mag worden verwacht, gelet op de aanwezige horeca en havenbedrijven.

De NAVYA rijdt overal op een rijbaan met ander, gemengd verkeer. Voor het overgrote deel wordt er gemengd met motorvoertuigen en fietsers. Vrijliggende fietspaden zijn slechts beperkt aanwezig (paarse stippellijn *Afbeelding 2.1*). In de omgeving worden zoals gezegd veel voetgangers verwacht langs en op de routes van de NAVYA. Vaak is een (soms smal) voetpad aanwezig. Bij drukte kan het echter voorkomen dat voetgangers ook op de rijbaan lopen en regelmatig oversteken.

Op de Sluizeweg na, geldt overal een snelheidslimiet van 30 km/uur. Op de Sluizeweg geldt een snelheidslimiet van 50 km/uur. Hier is recent een inhaalverbod ingesteld en een doorgetrokken asmarkering aangebracht. Langs de Sluizeweg ligt tevens een vrijliggend fietspad.

Zoals beschreven in *Paragraaf 2.2.1* rijdt het voertuig over een virtueel spoor op de rijbaan, waar deze niet uit zichzelf van af zal wijken. Naast de positie van het voertuig wordt aan dit virtuele spoor voor elk deel in de route tevens een snelheid en detectieveld van het voertuig gekoppeld. Dit virtuele spoor wordt na verlening van de ontheffing geprogrammeerd, omdat voorafgaand aan de ontheffing het voertuig niet de weg op mag. Op dit moment, bij dit advies ten behoeve van een eventuele ontheffing voor deze praktijkproef, zijn deze zaken dus niet precies bekend. De programmering van het virtuele spoor zal worden verricht door NAVYA. De RDW zal hierop toezicht houden. We nemen aan dat daar waar veel (overstekende) voetgangers worden verwacht, lagere snelheden worden aangehouden.

Het ligt in de verwachting dat, gelet op de aangegeven maximum rijsnelheid van de NAVYA, fietsers vaak sneller zullen rijden dan de NAVYA. Ook omdat in het gebied elektrische fietsers worden verwacht. Naar aanleiding van het startgesprek is bepaald dat de NAVYA rechts zal houden op de rijbaan, om te voorkomen dat het voertuig rechts wordt ingehaald door (brom-/snor-)fietsers. Op een aantal delen van de route zijn ook suggestiestroken aanwezig. We nemen aan dat de NAVYA ook daar rechts zal houden op de rijbaan, en de suggestiestroken dus zal overschrijden.

Alle rijbanen hebben twee rijrichtingen zonder asmarkering (de Sluizeweg uitgezonderd). De breedte van de rijbanen verschilt per wegdeel en ligt tussen de 4 en 6 m. Dit betekent dat op sommige routedelen (voornamelijk de Biesboschweg op de rode route en de Amalia van Solmsstraat op de groene route) een tegenligger niet (goed) kan passeren. Van de steward wordt verwacht dat deze naar de andere verkeersdeelnemer communiceert dat die de situatie moet oplossen. Het is niet de bedoeling dat de steward in deze situatie handmatig de controle van het voertuig overneemt. Dit kan betekenen dat ander verkeer achteruit, door de berm of over de stoep zal moeten rijden.

Verwacht wordt dat er soms obstakels aanwezig zullen zijn op de rijbaan, zoals geparkeerde auto's. In die gevallen dient de steward de controle over te nemen van het voertuig, het obstakel te passeren, en het voertuig terug te zetten op de virtuele baan om vervolgens de NAVYA toestemming te geven de route zelfstandig te vervolgen. De projectgroep voorziet dat dit tot problemen kan leiden op de Rode route naar 't Voske en heeft aangegeven mogelijk te stoppen met het rijden van deze route wanneer zich problemen met geparkeerde auto's op deze route voordoen.

Op de Stationsweg op de groene route is een wegversmalling aanwezig. Van de steward wordt verwacht dat deze tijdig het voertuig tot stilstand brengt en een tegenligger laat passeren als deze eraan komt, alvorens de NAVYA zijn weg te laten vervolgen.

De verschillende routes gaan over verschillende kruispunten. Bij elk kruispunt zal de NAVYA stoppen (ook wanneer deze voorrang heeft) om toestemming vragen aan de steward en zijn weg te vervolgen. Dit zal echter alleen mogelijk zijn als de baan van de NAVYA vrij is. Doordat sommige kruispunten krap zijn vormgegeven of als een scherpe hoek moet worden gemaakt, kan de situatie zich voordoen dat de NAVYA zijn weg niet kan vervolgen omdat deze door een ander voertuig wordt geblokkeerd. Indien deze situatie zich voordoet zal de steward aan de andere verkeersdeelnemer moeten gebaren dat die de situatie moet oplossen. Het is in deze situatie niet de bedoeling dat de steward handmatig de controle over het voertuig overneemt.

De gele, groene en oranje route voeren de NAVYA over een rotonde. De rijbaan van die rotonde wordt gedeeld met zowel motorvoertuigen als fietsers. De rotonde heeft een rijbaanbreedte van ongeveer 5 m en een overrijdbare verharde middenberm van ongeveer 2,5 m. Aan de buitenzijde is een suggestiestrook aanwezig. Het is vooraf niet bekend op welke manier de NAVYA over deze rotonde zal navigeren. Wel nemen we aan dat de NAVYA net als op kruispunten bij elke tak op de rotonde zal stilhouden om de steward om toestemming te vragen zijn weg te mogen vervolgen.

Ten slotte is bij het eindpunt van elke route een keerbeweging vastgelegd. Op de groene route en de oranje route wordt hiervoor de rijbaan gevolgd die aan het einde een lus maakt. Op de rode route zal een lus worden gemaakt op een openbaar plein waar tevens wordt gemengd met voetgangers. Op de gele route is in twee opties voorzien: 1) een keerbeweging die de rijbaan volgt en een lus maakt voor de horecagelegenheid Puur langs, en 2) een keerbeweging inclusief bochtje achteruit op het kruispunt voor Puur op handmatige controle door de steward. De steward kan hiertoe de opdracht krijgen van de controlekamer wanneer de keerbeweging voor de ingang van Puur langs tot vertraging leidt.

2.3 Samenvatting en aannames

Hieronder vatten wij de praktijkproef samen:

- De proef is gericht op het experimenteren met automatisch rijdende shuttles als alternatief voor doelgroepenvervoer en het testen van de technische mogelijkheden van het NAVYA-voertuig in complexe omstandigheden op de openbare weg.
- Voor de proef zullen acht NAVYA-shuttles worden ingezet op vier verschillende routes.
- In de NAVYA-shuttle is altijd een steward aanwezig die, indien nodig, kan ingrijpen door het voertuig tot stilstand te brengen of de besturing over te nemen.
- We nemen aan dat de snelheid bij handmatige bediening tussen de 1,8 – 3 km/uur zal liggen.
- De proef vindt plaats in een recreatiegebied en voor een deel in een woonwijk waar voornamelijk bestemmingsverkeer wordt verwacht.
- Op alle routes wordt gemengd met motorvoertuigen en fietsers, en regelmatig ook met voetgangers.
- We nemen aan dat er ook vrachtverkeer op de route van de NAVYA zal rijden.

- De positie op de rijbaan, de snelheid en het detectieveld ('zicht') van het voertuig worden per routedeel bepaald ná eventuele verlening van de ontheffing voor de proef, en zijn dus van tevoren niet bekend.
- De NAVYA zal zo veel mogelijk rechts houden om te voorkomen dat fietsers het voertuig rechts inhalen.
- We nemen aan dat de NAVYA ook rechts zal houden op de rijbaan bij de aanwezigheid van suggestiestroken.
- De snelheid van de NAVYA zal worden afgestemd op de omgeving, maar zal maximaal 20 km/uur bedragen.
- We nemen aan dat het voertuig zijn voorgeprogrammeerde snelheid zelfstandig naar beneden aanpast als de omstandigheden daarom vragen.
- Er geldt overal een limiet van 30 km/uur, behalve op de Sluizeweg, waar een limiet van 50 km/uur geldt.
- Er liggen verschillende kruispunten en een rotonde op de vier routes. De NAVYA zal bij elk kruispunt stoppen en aan de steward om toestemming vragen zijn weg te vervolgen, ook wanneer de shuttle voorrang heeft.
- We nemen aan dat, net als op kruispunten, de NAVYA voor elke tak op de rotonde zal stilhouden en toestemming zal vragen aan de steward zijn weg te mogen vervolgen.
- Wanneer de NAVYA niet verder rijdt vanwege een geblokkeerde rijbaan door ander verkeer, wordt verwacht dat de steward naar het ander verkeer communiceert dat deze de situatie moet oplossen. De steward neemt alleen handmatig de controle over als er echt geen andere oplossing is.

3 Beoordeling van de risico's

Om de risico's in deze proef te beoordelen is een expertteam (allen SWOV-onderzoekers) met de onderstaande expertises samengesteld:

- D. Cleij, MSc (lucht- en ruimtevaartingenieur; expertise meet- en regeltechniek);
- A.T.G. Hoekstra, MSc (psycholoog; expertise sociale psychologie en interacties in het verkeer);
- C. Mons, MSc (psycholoog; expertise cognitieve psychologie);
- Ir. J.W.H. van Petegem (verkeerskundig ingenieur; expertise relatie tussen wegontwerp en verkeersveiligheid);
- Drs. I.N.L.G. van Schagen (psycholoog; expertise functieleer en verkeersgedrag).

In een consultatie met deze experts op 6 mei 2019 zijn potentiële risico's in kaart gebracht.

Risicomatrix

Voor het advies is gebruikgemaakt van de door SWOV ontwikkelde risicomatrix (zie *Bijlage B*). In de matrix worden drie niveaus van automatisering onderscheiden: gedeeltelijke, conditionele en volledige automatisering. De NAVYA-shuttle in de praktijkproef Drimmelen is op het tweede niveau (conditionele automatisering) beoordeeld, daar waar het voertuig in automatische modus rijdt. In deze modus voert het systeem tijdens de proef de volledige rijtaak uit, maar de steward (bestuurder) monitort de rijomgeving en moet de controle van het voertuig overnemen als de automatische besturing faalt. Daar waar het voertuig handmatig wordt bestuurd, is het voertuig als zodanig 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 bestuurders(s) met het geautomatiseerde systeem in het testvoertuig.
2. Risico's die kunnen spelen bij de interactie tussen het testvoertuig (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.⁸

Alle door de experts geconstateerde potentiële risico's zijn in zwart weergegeven.⁹ Risico's met minstens 2 x 2 sterren zijn aangemerkt als relevant risico (RR) en worden in het volgende hoofdstuk nader besproken. 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.

Tabel 3.1. Risicomatrix zoals ingevuld voor de praktijkproef NAVYA Drimmelen.

	Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans	Gevolg
1. Interactie met systeem/voertuig				
Opleiding	Is de bestuurder opgeleid/geïnformeerd om met het systeem om te gaan in de gegeven situatie?	Hoewel de steward een trainingsprogramma moet doorlopen is de inhoud hiervan niet bekend. We zien het risico dat de steward niet goed weet om te gaan met het voertuig in bijzondere of stressvolle situaties.	*	**
		Behalve het driejarig bezit van het rijbewijs B worden geen eisen gesteld aan de rijervaring van de steward. Ook ontbreekt een leeftijdsgrens. We zien het risico dat jonge onervaren bestuurders worden ingezet die ten gevolge van hun leeftijd en of beperkte rijervaring verkeerssituaties niet goed kunnen inschatten of risicovol gedrag vertonen. ¹⁰	*	**
Nieuwe/andere vaardigheden	Moet de bestuurder nieuwe of andere verrichtingen uitvoeren (bijvoorbeeld inhalen met gekoppelde vrachtwagen, extreem lang voertuig)?	De steward heeft de taak als host te fungeren en daarbij tevens overbezetting van het voertuig te voorkomen. We zien het risico dat onder druk van wachtenden meer passagiers worden toegelaten dan toegestaan, waardoor zowel de steward (door bijvoorbeeld slecht zicht en slechte bereikbaarheid van de noodknop) alsook het voertuig (door bijvoorbeeld overbelasting) niet meer goed kunnen functioneren en zowel de veiligheid van passagiers als die van medeweggebruikers in gevaar wordt gebracht (RR1).	**	**



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

9. Wij kunnen niet garanderen dat de genoemde lijst met (potentiële) risico's uitputtend is.

10. Zie SWOV (2016). *18- tot en met 24-jarigen: jonge automobilisten*. SWOV Factsheet, mei 2016, Den Haag.

		Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans	Gevolg
Transition of control	Mentale Taakbelasting	Is de taak mentaal belastend of juist (te) weinig belastend?	De steward heeft als taak de omgeving te monitoren en in te grijpen wanneer zich een gevaarlijke situatie voordoet. Wij zien het risico dat de taakbelasting te laag is om tijdig te kunnen reageren op een gevaarlijke situatie wanneer deze zich voordoet. ^{11, 12, 13}	*	**
	Situation Awareness	Blijft de bestuurder “in the loop” (bewust van de verkeerssituatie)?	De steward heeft de taak om niet alleen het verkeer te monitoren maar ook als host op te treden. We zien het risico dat de steward tijdens het rijden wordt afgeleid door passagiers met vragen/opmerkingen in zijn taak als host, waardoor deze in een urgente situatie niet tijdig kan ingrijpen (RR2).	**	**
			Het is onvoldoende duidelijk op welke manier het experimenteren met de dienstregeling wordt vormgegeven. Wanneer dit leidt tot communicatie/berichtenverkeer tijdens het rijden, zien we het risico dat de steward daardoor van zijn taak wordt afgeleid, waardoor deze in een urgente situatie niet tijdig kan ingrijpen.	*	**
Falen systeem	Wordt er duidelijk aangegeven dat het systeem niet (meer) werkt? Is er dan genoeg tijd om over te nemen?	Wanneer het systeem niet meer (goed) werkt komt het voertuig tot stilstand. De steward dient dan handmatig de controle over het voertuig over te nemen.	n.v.t.	n.v.t.	
		De NAVYA heeft een dode hoek dicht voor het voertuig door de huidige plaatsing en afstelling van sensoren. Ook de steward heeft een dode hoek voor het voertuig. We zien het risico dat een kind (of ander persoon) vlak voor het stilstaand voertuig (bijvoorbeeld bij haltes) ten val komt en zowel de steward als het voertuig het kind niet waarnemen, het voertuig weer in beweging komt en het kind aanrijdt.	*	***	
Oneigenlijk gebruik van het systeem	Hoe wordt oneigenlijk gebruik (bijvoorbeeld in-/uitschakelen op onbedoeld moment) tegengegaan?	Hoewel het voertuig in autonome modus enkel over het virtuele spoor kan rijden, wordt niet beschreven hoe oneigenlijk gebruik door handmatige bediening wordt voorkomen. Hiermee is het risico op oneigenlijk gebruik onvoldoende beheerst.	*	*	
Onverwachte gebeurtenis	Is er een protocol voor onverwachte gebeurtenissen (object, file op het traject, lekke band)?	Bij onverwachte gebeurtenissen zoals een obstakel op de baan of regendruppels op de sensoren, zal het voertuig stil gaan staan. De steward zal dan de bediening over moeten nemen. Het zicht in het voertuig is echter beperkt door onder meer grote A-stijlen en ontbreken van spiegels. We zien daarom een verhoogd risico op ongevallen met andere verkeersdeelnemers bij de handmatige besturing van het voertuig (RR3).	**	***	



11. Uit de literatuur komt naar voren dat een bestuurder die enkel de taak heeft om te monitoren ongeveer 2,7 sec nodig heeft om de handen weer aan het stuur te brengen wanneer deze de controle moet overnemen. Het waarnemen van een geleidelijk toenemend risico bedraagt in de situatie dat de bestuurder enkel de taak heeft om te monitoren en de controle heeft overgegeven aan een autopilot ongeveer 6 sec. Ziet onderstaande voetnoten voor de bronnen.
12. Zhang, B., Winter, J.D. de, Varotto, S.F., Happee, R. & Martens, M.H. (2019). *Determinants of take-over time from automated driving: A meta-analysis of 129 studies*. In: Transportation Research Part F, vol. 64, p. 285-307. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33648.56326>
13. Vlakveld, W., Nes, N. van, Bruin, J. de, Vissers, L. & Kroft, M. van der (2018). *Situation awareness increases when drivers have more time to take over the wheel in a Level 3 automated car: A simulator study*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 58, p. 917-929. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.07.025>

	Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans	Gevolg
2. Interactie met andere weggebruikers				
Informatie	Zijn andere weggebruikers geïnformeerd over de praktijkproef?	Veel weggebruikers zijn toeristen/bezoekers van buiten Drimmelen. Deze worden alleen geïnformeerd via bebording langs de routes. De kans is aanwezig dat ze de informatie missen of de borden niet kunnen lezen vanwege een taalbarrière. We zien het risico dat bezoekers daarom niet bedacht zijn op afwijkend gedrag van het voertuig.	***	*
Afleiding	Zijn de kenmerken van de voertuigen zo opvallend dat overig wegverkeer hierdoor kan worden afgeleid?	De NAVYA-shuttle is hoger dan de gemiddelde voertuigen op de openbare weg, heeft een herkenbaar futuristisch uiterlijk en vertoont afwijkend gedrag (zoals lagere snelheden dan overige motorvoertuigen). Hierdoor kunnen andere weggebruikers worden afgeleid.	*	*
Voorspelbaarheid	Reageert het voertuig conform verwachtingen van andere weggebruikers?	In verschillende situaties komt het voertuig tot stilstand (geparkeerde auto's op de rijbaan of voetgangers en fietsers in de nabijheid), waarbij de steward de controle moet overnemen. Non-verbale communicatie met andere verkeersdeelnemers is daarbij belangrijk. De steward is mogelijk onvoldoende zichtbaar en als bestuurder herkenbaar voor andere verkeersdeelnemers, waardoor communicatie met andere verkeersdeelnemers mogelijk niet goed gaat. We zien het risico dat dit kan leiden tot verwarring en onverwacht (mogelijk agressief) gedrag bij andere verkeersdeelnemers, met als mogelijk gevolg conflicten tussen verkeersdeelnemers (inclusief botsing) (RR4).	**	**
Verkeersregels	Volgt het voertuig de verkeersregels en -tekens?	Het voertuig zal bij elk kruispunt stoppen en om toestemming vragen om over te mogen steken, ook als het voorrang heeft. We zien het risico dat dit afwijkend gedrag, irritatie en onverwachte reacties van andere verkeersdeelnemers kan uitlokken zoals inhalen op het kruispunt. We zien het risico dat dit leidt tot conflicten met en tussen andere verkeersdeelnemers (RR5).	***	**
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).	We zien het risico dat andere verkeersdeelnemers het voertuig gaan testen. Dit risico wordt versterkt doordat het voertuig gaat rijden in een woonwijk en in recreatiegebied met naar verhouding veel kinderen/jongeren/voetgangers.	*	**
		De plaats/positie van de steward in het voertuig is onvoldoende duidelijk omschreven en vastgelegd. We zien hierbij het risico dat een ongunstige positie van de steward in het voertuig kan leiden tot het te laat ingrijpen door de steward wanneer dit vereist is.	*	**
		De plaats van de steward is onvoldoende duidelijk omschreven en vastgelegd. We zien daarbij het risico dat de steward niet altijd voldoende stabiel staat om een noodstop op te vangen en daarbij ten val komt (RR6).	**	**
Kopieergedrag	Wat is de kans dat andere weggebruikers op onwenselijke wijze gedrag van automatische voertuigen overnemen (bijvoorbeeld te korte volgfstand (<5m) in navolging van platooning trucks).	We hebben geen risico's geconstateerd met betrekking tot kopieergedrag op basis van de beschrijving van de praktijkproef.	n.v.t.	n.v.t.

	Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans	Gevolg
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?	Het is onduidelijk of rolstoel- en rollatorgebruikers mee mogen rijden gedurende de proef. Ervan uitgaand dat dit het geval is, merken wij op dat de vormgeving van de haltes nog niet duidelijk vastgelegd is en daarmee ook de hoogteverschillen tussen de vloer en halte niet. We zien daardoor een risico in grote hoogteverschillen en een steile hellingbaan met kans op ongevallen voor de mindervalide en/of begeleider tot gevolg.	*	***
		Het is onduidelijk hoe de haltes op de routes zijn aangeduid. We zien het risico dat wanneer de haltes niet duidelijk zichtbaar/herkenbaar zijn, weggebruikers van de rijbaan onvoldoende bedacht zijn op overstekende voetgangers bij de halte (RR7).	**	**
		Het is onduidelijk hoe de verschillende haltes worden vormgegeven. Wanneer de haltes in een onverharde berm uitkomen zien we het risico op een val met letsel bij het uitstappen, met name voor mensen die slecht ter been zijn.	*	***
		De locatie van de halte op de gele route bij het Witte Huis is nog niet duidelijk aangegeven. We zien hierbij het volgende risico: De halte ligt mogelijk dicht bij de bocht waarbij het zicht slecht is. Dit verhoogt het risico op een ongeval met een tegenligger die onvoldoende zicht heeft om te kunnen anticiperen op een geparkeerd voertuig op de rijbaan en op overstekende voetgangers (RR8).	**	***
		De locatie van de halte op de gele route bij het Witte Huis is nog niet duidelijk aangegeven. We zien hierbij het volgende risico: Halterende voetgangers in de berm staan op een ongunstige plek wanneer twee voertuigen elkaar (na)bij de bocht moeten passeren. Wanneer een voertuig uitwijkt voor een tegenligger (die te krap/te ruim de bocht neemt) raakt deze mogelijk mensen die bij de halte (in de berm) staan te wachten.	*	***
		De halte plaats bij het Dorpshuys is onvoldoende duidelijk aangegeven. Wanneer deze direct bij de fiets- en voetgangersbrug komt te liggen, zien we een risico in conflicten met fietsers en voetgangers die de brug afkomen met uitstappende/overstekende passagiers en met de wegrijdende NAVYA.	*	**
		Op de gele route is voorzien in een alternatief keerpunt ter plaatse van Puur, waarbij de keerbeweging handmatig moet worden uitgevoerd door de steward. We zien het risico dat bij gebruik van het alternatieve keerpunt conflicten ontstaan met ander verkeer bij het achteruitrijden, of tussen (ander) verkeer uit tegenovergestelde richtingen onderling, wanneer dat om de NAVYA heen gaat (RR9).	**	**

	Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans	Gevolg
		Wanneer het voertuig een noodstop maakt, wordt een stevige remvertraging ingezet. We zien het risico dat, gelet op de omgeving, de verwachte drukte en menging met voetgangers en fietsers, er regelmatig een noodstop zal plaatsvinden, met als mogelijk gevolg dat passagiers uit hun stoel worden geworpen, dat de steward ten val zal komen, of dat een kop-staartbotsing plaatsvindt (RR10).	**	**
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?	Het is voorafgaand aan de ontheffing niet duidelijk welke snelheden en detectievelden/zichtafstanden (van de sensoren) worden ingesteld langs de verschillende routes. We zien het risico dat een ongunstige combinatie van een ingestelde snelheid en zichtafstand tot de situatie leidt dat het voertuig niet afdoende kan anticiperen op overstekende fietsers of voetgangers. Dit kan leiden tot een noodstop wanneer een voetganger of fietser met hoge snelheid binnen de zichtafstand van de sensoren komt of tot een ongeval wanneer niet op tijd gestopt kan worden.	*	***
		De keerbeweging op het plein bij 't Voske is niet gemarkeerd. Andere deelnemers zijn hierdoor mogelijk niet bedacht op de keerbeweging van het voertuig. We zien hierin een verhoogd risico op conflicten met andere verkeersdeelnemers.	*	**
		Nabij de eindhalte van de oranje route liggen twee toegangspunten tot een speeltuin. We zien op deze locatie een verhoogd risico op ongevallen met plotseling de straat oplopende kinderen.	*	***
		Onder de aanname dat de NAVYA altijd rechts houdt op de rijbaan, zal deze ook gebruikmaken van de suggestiestrook op de Stationsweg. Dit leidt tot twee potentiële conflictpunten met fietsers bij het kruispunt met de Sluizeweg en de wegversmalling op de Stationsweg. We zien een risico dat gebruik van de fietsstrook op deze locatie leidt tot onnodige conflicten met fietsverkeer (RR11).	**	***
		Het kruispunt tussen de Stationsweg en Amalia van Solmsstraat is krap. We zien een risico dat de NAVYA niet in staat is om zelfstandig links af te slaan bij dit kruispunt (ook na goedkeuring van de steward) bij aanwezigheid van verkeer op de tak van de Amalia van Solmsstraat. Dit kan leiden tot onduidelijkheid voor andere verkeersdeelnemers, met onverwacht gedrag en conflicten tot gevolg (RR12).	**	**

	Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans	Gevolg
		Routedeel C van de groene route is slechts 4 meter breed en bevindt zich in een woonwijk. Daar zal het virtuele spoor van de NAVYA op enige afstand van de parkeer-vakken moeten worden geprogrammeerd om rekening te houden met voertuigen die niet netjes in het vak staan. Daarmee is onvoldoende ruimte beschikbaar voor een tegenligger om te kunnen passeren. De steward moet in deze situatie duidelijk maken aan een tegenligger dat deze de situatie moet oplossen, omdat de NAVYA niet van zijn baan afwijkt. Dat kan betekenen dat de tegenligger achteruit moet rijden dan wel de stoep op moet. We zien een risico dat dit gepaard gaat met irritatie bij andere weggebruikers en dat er een verhoogd risico ontstaat op conflicten met andere weggebruikers op de rijbaan of het voetpad (RR13).	***	**
		Op de groene route is de snelheidslimiet op de Sluizeweg 50 km/uur. Dit leidt tot een groot snelheidsverschil met ander verkeer. Grotere snelheidsverschillen gaan gepaard met een hoger ongevalsrisico en een ernstigere afloop van een ongeval (RR14). ¹⁴	***	**
		De gele en de groene route leiden de NAVYA over een rotonde. Op de rotonde is een fietssuggestiestrook aanwezig. Ook zijn er twee paden waarbij een zijtak (kruispunt) op de rotonde wordt gepasseerd. We zien een verhoogd risico op ongevallen als gevolg van de complexiteit van de situatie voor de NAVYA en mogelijk onverwacht gedrag van andere verkeersdeelnemers bij onbegrip voor het rijgedrag van de NAVYA op de rotonde (RR15).	***	***
Externe omstandigheden: weer en verkeer	Is er voldoende rekening gehouden met de verwachte weersomstandigheden en verkeersdruk?	Gelet op de omgeving waarin het voertuig gaat rijden, de verwachte drukte, menging van verkeer en een smalle infrastructuur, zal de NAVYA mogelijk vaak stil gaan staan of langzaam rijden in autonome modus of bij handbediening. We zien een risico in de mogelijkheid dat ander verkeer onverwacht en/of geïrriteerd zal reageren op een stilstaande of (zeer) langzaam rijdende NAVYA (RR16).	***	**

4. Algemeen

Projectinrichting & management	Is er een protocol voor incidenten?	Er is onvoldoende duidelijkheid welke zorg wordt verleend aan passagiers bij calamiteiten (die niet gewond zijn). We zien daarbij de volgende risico's: <ul style="list-style-type: none"> > Passagiers verlaten op een onveilig moment of onveilige locatie het voertuig. > Passagiers moeten zelfstandig een heenkomen zoeken en daarbij een onveilige route lopen of, voor mensen die slecht te been zijn, een te grote afstand tot hun bestemming afleggen. 	*	**
--------------------------------	-------------------------------------	---	---	----



14. Zie bijvoorbeeld Aarts, L. & Schagen, I. van (2006). *Driving speed and the risk of road crashes; A review*. In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 38, nr. 2, p. 215-224.

4 Risicoanalyse

4.1 Relevante risico's

4.1.1 De steward als host (RR1, RR2)

Een van de taken van de steward is het optreden als host voor de passagiers. De steward ontvangt de passagiers en is ervoor verantwoordelijk vragen te beantwoorden, maar ook om de veiligheidsinstructies over te brengen. Daaronder valt dat er niet meer dan acht passagiers tegelijkertijd mee mogen rijden en dat passagiers gedurende de hele rit dienen te blijven zitten. We zien hierbij de twee volgende risico's:

- Passagiers zullen tijdens de ritten die een kwartier (of langer, bij oponthoud) kunnen duren mogelijk vragen stellen aan de steward tijdens de rit. We zien hierbij het risico dat de steward door vragen of een gesprek wordt afgeleid van zijn taak als bestuurder, waardoor deze in een urgente situatie niet tijdig kan ingrijpen.
- In het gebied zullen veel toeristen en recreanten aanwezig zijn die mogelijk geïnteresseerd zijn om een rit te maken met het bijzondere voertuig. Het is niet duidelijk in welke mate de steward is toegerust om de veiligheidsinstructies te handhaven en weerstand te bieden aan individuen of groepen die zich daar niet aan houden. We zien daarom het risico dat onder druk van wachtenden meer passagiers worden toegelaten dan toegestaan, waardoor zowel de steward (door bijvoorbeeld slecht zicht en slechte bereikbaarheid van de noodknop) alsook het voertuig (door bijvoorbeeld overbelasting) niet meer goed kunnen functioneren. Hierdoor wordt zowel de veiligheid van de NAVYA-inzittenden als die van de medeweggebruikers in gevaar gebracht.

4.1.2 Handmatige bediening van het voertuig (RR3, RR9)

Wanneer het voertuig niet zelfstandig verder kan rijden, is het de taak van de steward om de controle over het voertuig over te nemen met behulp van een joystick. Het zicht van de steward is daarbij beperkt door de relatief grote A-stijlen in het voertuig, het ontbreken van spiegels en de aanwezigheid van passagiers. Tevens is de bestuurbaarheid van het voertuig met de joystick minder nauwkeurig. Vanwege het beperkte zicht en de minder nauwkeurige bestuurbaarheid, zien we een verhoogd risico op ongevallen bij handmatige bediening van de NAVYA ten opzichte van reguliere motorvoertuigen.

Op de gele route zijn twee mogelijkheden voorzien voor het keren van het voertuig. De eerste optie maakt gebruik van de keerlus op het terrein van Puur en leidt het voertuig voor de ingang langs. Bij deze optie rijdt het voertuig zelfstandig. Omdat de projectgroep hier mogelijk opstoppingen verwacht, is een alternatief keerpunt aangeduid om vertraging op de route te voorkomen. Dit betreft een keerbeweging op het kruispunt voor het terrein van Puur, die de steward handmatig dient te verrichten. Daarbij zal de steward links afslaan en vervolgens een bochtje achteruit maken in de richting van de toegangspoort tot het terrein van Puur. Gelet op het beperkte zicht en de minder nauwkeurige bestuurbaarheid zoals hierboven beschreven, zien we een verhoogd risico in deze keerbeweging.

4.1.3 Het maken van een noodstop (RR6, RR10)

Er zijn verschillende omstandigheden gedurende de proef die kunnen leiden tot het inzetten van een noodstop (door het voertuig). Voor de NAVYA bevindt zich een zone waarbij deze een noodstop zal inzetten wanneer plotseling een andere verkeersdeelnemer in deze zone verschijnt. Omdat het voertuig relatief langzaam rijdt ten opzichte van het overige verkeer op de rijbaan, is de verwachting dat dit regelmatig zal worden ingehaald door ander verkeer. Wanneer een fietser of motorvoertuig de NAVYA na inhalen dicht voorlangs snijdt, zal deze een noodstop inzetten.

Gelet op de verwachte drukte in het recreatiegebied, de soms smalle voetpaden en de aanwezige horecagelegenheden, is te verwachten dat voetgangers met regelmaat de rijbaan op stappen of zullen oversteken. Omdat de NAVYA over een vast spoor rijdt, kan deze hier niet omheen navigeren. In welke mate de NAVYA in staat is te anticiperen op voetgangers die mogelijk de rijbaan op willen stappen of oversteken, is niet goed in te schatten. Het risico bestaat daarom dat de NAVYA onvoldoende anticipeert op het gedrag van voetgangers in dit gebied en dat dit regelmatig tot een noodstop zal leiden.

Een noodstop kan op verschillende manieren tot een ongeval leiden. Ten eerste is er het risico dat passagiers bij een noodstop uit hun stoel worden geworpen, omdat het dragen van een gordel niet verplicht is. Ook is het mogelijk dat de steward, die geen zitplaats heeft maar moet staan, ten val komt bij een noodstop. Het risico hierop wordt versterkt doordat de steward geen duidelijk aangewezen plaats heeft in het voertuig. Passagiers hebben dat wel, maar het is onbekend of de stoelen waar passagiers niet plaats horen te nemen weg zullen worden gehaald of duidelijk zullen worden afgeschermd. De steward is er daarmee zelf verantwoordelijk voor om de zitplekken rond de plaats van het bedieningsscherm en de noodknop vrij te houden, zodat de steward voldoende ruimte heeft om stevig en stabiel te staan.

Ten slotte kan een noodstop leiden tot een kop-staartbotsing met een achteropkomend voertuig of fietser die een noodstop van de NAVYA in de gegeven situatie niet verwacht.

4.1.4 Afwijkend gedrag van de NAVYA (RR4, RR5, RR12, RR16)

We verwachten dat de NAVYA regelmatig langzaam zal gaan rijden of stil zal gaan staan op de rijbaan, gezien de omgeving, het seizoen waarin de proef plaatsvindt, het moeten delen van de rijbaan met motorvoertuigen en fietsers, en mogelijke obstakels en (overstekende) voetgangers op de rijbaan. Op kruispunten zal de NAVYA bovendien altijd stilhouden, ook als deze voorrang heeft. De NAVYA zal dan pas weer verder rijden nadat hij hiervoor toestemming heeft gekregen van de steward. Dat betekent dat het gedrag van de NAVYA afwijkt van de (in)formele verkeersregels en onvoorspelbaar wordt voor het overig verkeer.

Wanneer conflicten ontstaan tussen de NAVYA en ander verkeer waarbij de NAVYA tot stilstand komt, wordt van de steward verwacht dat deze middels non-verbale communicatie aan andere verkeersdeelnemers duidelijk maakt wat er van hen verwacht wordt. De mogelijkheden van deze vorm van communicatie tussen verkeersdeelnemers zijn echter beperkt en tevens is de steward voor andere verkeersdeelnemers mogelijk slecht herkenbaar als bestuurder van het voertuig, waardoor deze communicatie verder wordt bemoeilijkt.

Indien de NAVYA langzamer rijdt dan ander verkeer of regelmatig stil gaat staan op de rijbaan, kan dit tot irritatie leiden bij verkeersdeelnemers die achter de NAVYA rijden. Deze zullen daardoor mogelijk geneigd zijn meer risico te nemen om het voertuig te kunnen inhalen, waardoor conflicten met tegenliggers of overstekende voetgangers kunnen ontstaan. Ditzelfde geldt op kruispunten waar de NAVYA stil zal gaan staan (ook als deze voorrang heeft). Verkeer achter de NAVYA en op de takken van het kruispunt kunnen onverwacht gedrag vertonen en besluiten het voertuig in te halen of voorrang te nemen.

Op twee kruispunten zorgt de vormgeving van het kruispunt voor extra problemen. Het kruispunt Stationsweg–Amalia van Solmsstraat op de groene route is dermate krap, dat de NAVYA niet links af kan slaan wanneer een motorvoertuig op de Amalia van Solmsstraat te ver naar voren staat. Iets vergelijkbaars doet zich voor op de oranje route op het viertakskruispunt van de Marinaweg. Dit kruispunt op de Marinaweg is ruimer dan dat van Stationsweg–Amalia van Solmsstraat, maar de hoek is minder dan 90 graden en voertuigen op de linker tak zullen mogelijk dermate ver naar voren staan te wachten dat de mogelijkheid van de NAVYA om zijn weg te kunnen vervolgen sterk afhangt van de virtuele baan die de NAVYA over het kruispunt zal afleggen (deze baan is zoals eerder aangegeven niet bekend voorafgaand aan de ontheffing). Omdat de NAVYA niet van zijn baan kan afwijken, zal op beide kruispunten de andere partij de situatie moeten oplossen. Deze zal hier mogelijk niet op bedacht zijn wanneer deze niet bekend is met de NAVYA. Als gevolg van de onduidelijkheid kan ander verkeer mogelijk onverwacht reageren, waardoor zoals eerder beschreven conflicten tussen verkeersdeelnemers onderling kunnen ontstaan.

4.1.5 Vormgeving en locatie van haltes (RR7, RR8)

Het plan van aanpak geeft nog geen duidelijke beschrijving van de locatie en vormgeving/herkenbaarheid van de haltes. Het eerste risico dat we daarbij zien is dat haltes mogelijk onvoldoende duidelijk worden vormgegeven, waardoor overig verkeer onvoldoende bedacht is op overstekende voetgangers.

Daarnaast is de locatie van de halte bij het Witte Huis op de gele route nog niet duidelijk aangegeven. De huidige aanduiding van de halte (in de richting van Puur) wijst op een locatie dicht bij de bocht, waar het zicht door de bocht geblokkeerd wordt door het pand van het Witte Huis dat in de binnenbocht staat. Een tegenligger zal een stilstaande NAVYA en overstekende voetgangers van/naar de halte daardoor pas laat waarnemen, wat tot een verhoogd ongevalsrisico leidt.

4.1.6 Route-specifieke risico's

We zien een aantal risico's die specifiek gelden voor bepaalde routes. Deze worden in de volgende paragrafen besproken.

4.1.6.1 Conflicten met fietsers op de Stationsweg (RR11)

Tussen het kruispunt van de Sluizeweg en de Stationsweg en de wegversmalling op de Stationsweg ligt een suggestiestrook (in ander type verharding) aan de rechterkant van de rijbaan (rijrichting Amalia van Solmsstraat). Wanneer de baan van de NAVYA het voertuig, zoals aangenomen, rechts over de suggestiestrook leidt, doen zich twee potentiële conflicten voor met fietsverkeer:

- Het eerste conflictpunt ligt vlak na het kruispunt, waar de suggestiestrook en de rijbaan samenkomen en het voertuig de suggestiestrook op zal rijden. Hier ontstaan potentiële conflicten met fietsers die via de suggestiestrook de Stationsweg oprijden.
- Het tweede conflictpunt ligt voor de wegversmalling. Voor de wegversmalling zal de NAVYA richting het midden van de rijbaan navigeren, van de suggestiestrook af. Hier doet zich een potentieel conflict voor met fietsers (of andere verkeersdeelnemers) die de NAVYA inhalen.

We zien het risico dat het rijden van de NAVYA over de suggestiestroken op deze locatie leidt tot conflicten met fietsers op de Stationsweg.

4.1.6.2 Conflicten met ander verkeer op de smalle Amalia van Solmsstraat (RR13)

De Amalia van Solmsstraat is een rustige, smalle woonstraat met voor een deel aan één zijde woningen en aan de andere zijde langsparkeren. Aan het begin van de straat is de breedte 5 meter, maar na een knik in de rijbaan gaat deze terug tot 4 m. De NAVYA zal daarbij op enige afstand langs de langsparkeervakken moeten rijden, omdat anders, wanneer auto's niet volledig binnen het vak staan, de NAVYA niet verder zal kunnen rijden. Een motorvoertuig zal de NAVYA in een groot deel van de straat dan ook niet op een normale manier kunnen passeren. De NAVYA

vertoont hier afwijkend gedrag, omdat deze geen ruimte voor de ander zal maken door bijvoorbeeld een leeg parkeervak in te rijden. Wanneer de NAVYA een motorvoertuig in tegengestelde richting tegenkomt, zal de tegenligger een eind achteruit of over de stoep moeten rijden om ruimte te maken voor de NAVYA of om deze te kunnen passeren. We zien een risico dat dit gepaard gaat met irritatie bij andere weggebruikers (en bewoners) en dat er een verhoogde kans op conflicten ontstaat met andere weggebruikers op de rijbaan of het voetpad.

4.1.6.3 Snelheidsverschillen op de Sluizeweg (RR14)

De groene route leidt de NAVYA over de Sluizeweg waar de snelheidslimiet 50 km/uur bedraagt. De snelheidsverschillen met andere motorvoertuigen lopen daarmee op tot meer dan 30 km/uur. Uit de literatuur is bekend dat een toename van snelheidsverschillen leidt tot een verhoogd risico op ongevallen en een ernstiger afloop van ongevallen.¹⁵ We zien het risico dat snelheidsverschillen op dit traject niet goed worden ingeschat en dat dit leidt tot kop-staartbotsingen. Ook zien we het risico dat andere verkeersdeelnemers uit frustratie de langzaam rijdende NAVYA op een ongunstig moment zullen inhalen, ondanks het inhaalverbod dat is aangegeven met de doorgetrokken asmarkering, met mogelijk een frontale botsing tot gevolg.

4.1.6.4 Navigeren over de rotonde op de groene en gele routes (RR15)

De gele en de groene routes leiden de NAVYA beide twee maal (heen en terug) over een rotonde. Op beide routes wordt bij een van de passages de eerste afslag en bij de andere passage de tweede afslag op de rotonde genomen.

Op de rotonde rijden zowel fietsers als motorvoertuigen. Op de rotonde is een suggestiestrook aanwezig. Het is vooraf niet bekend op welke manier de NAVYA over de rotonde zal navigeren. Dat wil zeggen dat niet bekend is of deze zijn positie rechts op de suggestiestrook of juist op het midden van de rotonde zal aanhouden. Wel nemen we aan dat de NAVYA, net als op kruispunten, voor elke tak op de rotonde zal stilhouden en de steward om toestemming zal vragen zijn weg te mogen vervolgen. Door de combinatie van de ruime vormgeving van de rotonde (in verband met touringcars en vrachtverkeer), het mengen met fietsers op de rijbaan en het rijgedrag van de NAVYA, zien we verschillende risico's bij het navigeren van de NAVYA over de rotonde.

Indien de NAVYA zijn positie rechts op de suggestiestrook aanhoudt, laat deze zoveel ruimte over dat ander verkeer de NAVYA links kan passeren op de rotonde. Wanneer de NAVYA stilhoudt voor een tak op de rotonde, kan dit de indruk wekken voor verkeer op de tak dat deze veilig de rotonde op kan rijden. Tegelijkertijd kan dit gedrag van de NAVYA op de rotonde leiden tot irritatie bij andere verkeersdeelnemers die daardoor meer geneigd zullen zijn de NAVYA op de rotonde te passeren. Hierdoor zien we een risico op conflicten tussen andere verkeersdeelnemers onderling op de rotonde.

Indien de NAVYA een positie krijgt midden op de rijbaan, zullen tweewielers geneigd zijn de NAVYA rechts in te halen. Dit leidt tot het risico op ongevallen met (brom-/snor-)fietsers die de NAVYA aan de rechter zijde inhalen wanneer de NAVYA wil afslaan. Dit risico wordt versterkt door de eigenschappen van de NAVYA, waarvan in eerdere adviezen met betrekking tot dit voertuig werd aangegeven dat het 'zicht' (detectieveld) rondom het voertuig wordt beperkt in bochten (om te voorkomen dat het reageert op obstakels recht voor het voertuig naast de rijbaan) en dat het voertuig obstakels achter het voertuig negeert (zie *Paragraaf 2.2.1*). Hierdoor anticipeert het voertuig mogelijk onvoldoende op rechts inhalende verkeersdeelnemers op de rotonde. Tevens is het zicht van de steward op de rijbaan op de rotonden mogelijk beperkt door het wegverloop van de rotonde, het ontbreken van spiegels en de aanwezigheid van passagiers in het voertuig.



15. Zie bijvoorbeeld Aarts, L. & Schagen, I. van (2006). *Driving speed and the risk of road crashes; A review*. In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 38, nr. 2, p. 215-224.

4.2 Leerpunten

Belangrijke leerpunten bij deze proef hebben betrekking op de interactie tussen de NAVYA en ander verkeer:

- Hoe reageert ander verkeer op het afwijkend gedrag van de NAVYA op de rijbaan en op kruispunten?
- Op welke manier wordt het voertuig ingehaald en in welke mate leidt inhalen dit tot noodstops?
- Hoe functioneert de NAVYA in een omgeving met veel voetgangers langs de rijbaan die tevens frequent oversteken?
- Hoe kwetsbaar is de steward in gevallen van een plotselinge (nood)stop door de NAVYA, gelet op de plek van de steward in het voertuig?

4.3 Conclusie en advies

In dit rapport zijn 16 risico's geformuleerd die met twee of meer sterren zijn gescoord op zowel 'kans' als 'gevolg'. De risico's hebben betrekking op de steward, het maken van noodstops, snelheidsverschillen met gemotoriseerd verkeer, afwijkend gedrag van de NAVYA, interactie met andere weggebruikers en route-specifieke risico's. Wij adviseren de RDW erop toe te zien dat de aanvrager concrete mitigerende maatregelen treft voor de in dit hoofdstuk beschreven risico's en pas een ontheffing te verlenen wanneer de RDW heeft kunnen vaststellen dat de door de aanvrager getroffen maatregelen voldoende mitigerend zijn.

Een bijzonder aspect aan de ontheffingsaanvraag voor de praktijkproef Drimmelen is dat de virtuele baan waar het voertuig over gaat rijden, allerlei voor veiligheid relevante details pas na een mogelijke ontheffingsverlening worden uitgewerkt. Daarbij gaat het niet alleen om de virtuele baan waarover het voertuig gaat rijden en de exacte positie op de rijbaan, maar ook om de snelheden op de diverse roudedelen en de reikwijdte van de sensoren daarbij. Wij adviseren de RDW erop toe te zien dat gekozen snelheden en reikwijdte van de sensoren veilige combinaties vormen.

Een onduidelijk aspect in de praktijkproef Drimmelen (aangegeven in *Paragraaf 2.2.2*) heeft betrekking op de mogelijkheden van de steward om het voertuig te laten afremmen of te stoppen. In het plan van aanpak is aangegeven dat de steward als taak heeft te anticiperen op het gedrag van andere weggebruikers in relatie tot het voertuig, om het voertuig wanneer nodig af te laten remmen of te stoppen. Informatie over de wijze waarop de steward het voertuig af kan laten remmen, anders dan met de noodknop, ontbreekt, terwijl de taakomschrijving suggereert dat de steward naast de noodstop nog andere manieren heeft om vaart te minderen. Echter, de andere middelen waar de stewards over beschikt (bedieningsscherm, joystick) zijn volgens de beschikbare documentatie bedoeld voor gebruik nádat het voertuig tot stilstand is gekomen. We adviseren de RDW om na te gaan welke andere mogelijkheden dan de noodknop de steward heeft om het voertuig (gecontroleerd) te laten stoppen of afremmen. Daarbij adviseren we de RDW erop toe te zien dat een dergelijke mogelijkheid (indien aanwezig) via een enkele handeling direct toegankelijk is voor de steward en dat geen extra handelingen zijn vereist (zoals de activatie van het bedieningsscherm of maken van menukeuzes, of onder de hoedenplank zoeken naar een joystick). De handelingstijd dient namelijk zo kort mogelijk te worden gehouden om te voorkomen dat de steward zijn blik te lang op het scherm gericht houdt.

Verder is er is bewust voor gekozen om de proef uit te voeren gedurende het hoogseizoen in de zomermaanden: de drukste periode op deze locatie. Dit betekent een hoge expositie met veel ontmoetingen tussen allerlei verschillende soorten verkeersdeelnemers, wat de kans op incidenten tijdens de proef vergroot. Wij adviseren de RDW duidelijke afspraken te maken over de terugmelding van incidenten. Daarbij gaat het om incidenten tussen de NAVYA en ander verkeer, maar ook om mogelijke incidenten tussen andere verkeersdeelnemers onderling door

onverwacht of risicovol handelen als reactie op afwijkend gedrag van de NAVYA (zoals op kruispunten en de rotonde). Daarbij adviseren wij de RDW de proef stil te leggen wanneer de NAVYA met regelmaat noodstops uitvoert of wanneer zich ernstige incidenten tussen andere verkeersdeelnemers onderling voordoen.

Tot slot willen we benadrukken dat de lijst met risico's niet uitputtend is en dat niet alle risico's geheel weggenomen kunnen worden. Het experimenteren met innovatieve vervoerswijzen op de openbare weg zal altijd gepaard gaan met een bepaalde mate van risico.

Bijlage A. SWOV-formulier praktijkproef NAVYA Drimmelen

BENODIGDE INFORMATIE VOOR DE BEOORDELING VAN PROEVEN MET ZELFRIJDENDE VOERTUIGEN

Formulier versie 3 (december 2018)

Contactpersoon ontheffingsaanvraag: Joop Veenis (FMN). Projectleider: Jan-Willem van der Wiel. Versie 3, 26 april 2019

PROJECT / PROEF				
Naam project	Pilot Drimmelen			
Leg in één alinea uit wat het doel van de proef is en beantwoord daarbij de volgende vragen: – Gaat het om een demonstratie of experiment? – Welk scenario wordt gedemonstreerd/getest?	Het doel van de proef is ervaring op te doen met kleinschalig, flexibel, automatisch rijdend openbaar vervoer als aanvulling op bestaande buslijn (voor/natransport) met als doel met een flexibele routing een groot deel van het havengebied te bedienen.			
Voor welke functionaliteit(en) wordt er ontheffing aangevraagd?	Volledig automatisch rijden onder directe supervisie van een on board steward, ondersteund d.w.v. supervisie op afstand middels 2 control rooms.			
Locatie van de proef	Welke plaats, provincie?	Drimmelen, Noord-Brabant		
	Over welk type wegen rijdt het voertuig (snelweg, provinciale weg, enz.)?	De pilot vindt plaats in het havengebied van Drimmelen. Het betreft gemeentelijke wegen, met twee rijrichtingen en een geldende maximum snelheid van 30 km/u (zone). Op het deel over de Sluizeweg geldt een max. snelheid van 50 km/u. Op de route zijn 2 rotondes en een verkeerssluis (route groen).		
	Met welke snelheid rijdt het voertuig op deze wegen?	Het voertuig rijdt ca. 15 km/u en past haar snelheid aan op de route (bochten, kruisingen) en verkeer.		
	Welk ander verkeer maakt gebruik van deze wegen (fietsers, voetgangers, auto's, vrachtverkeer, enz.)?	Auto's, fietsen en voetgangers. Gedeeltelijk ook bestelwagens (supermarkt, bedrijven) en op Stationsweg Zuid de buurtbus (1x/uur).		
	Wat is de exacte route van het voertuig (straatnamen en route kaart)?	Er zijn 3 routes in het havengebied en een route naar 'Ons Dorpshuys' in Drimmelen. De kaart met de individuele routes, alsmede een overzichtskaart van het routegebied, zijn onderaan dit formulier bijgevoegd als bijlage. Het routegebied staat aangegeven met de gekleurde lijnen. De hoofdroute loopt van OV-halte Drimmelen Haven tot Beachclub Puur (route geel, ca. 1,6 km). Er zijn drie aftakkingen van de route, gezien vanaf de OV-halte: links naar restaurant 't Voske (route rood, 400m), rechtsboven naar Rondvaartbedrijf Zilvermeeuw (route oranje, 750 m) en linksonder naar Ons Dorpshuys/de straat Het Fort (route groen, 1,4 km).		
	Met welk type wegen <i>kruist</i> de route (snelweg, provinciale weg, enz.) en wat zijn hier de snelheidslimieten?	Er zijn geen kruisingen met ander type wegen, anders dan de reeds genoemde Sluizeweg. Op de Sluizeweg (50km/uur) geldt een inhaalverbod met dubbele middenlijn.		
Welk ander verkeer maakt gebruik van deze <i>kruisende</i> wegen (fietsers, voetgangers, auto's, vrachtverkeer, enz.)?	nvt			
Op welke dag of in welke periode vindt de proef plaats?	Van	juli	Tot	September/oktober
Onder welke omstandigheden wordt <i>NIET</i> gereden? (spits, dag/nacht, weekdays/weekenden, regen, mist, etc)	Bij weerwaarschuwing geel en erger: harde regen, dichte mist. Ook niet bij nacht.			

VOERTUIG						
Is het soort voertuig (vergelijkbaar met) een:		<input type="checkbox"/> Bus	<input type="checkbox"/> Vracht- auto	<input type="checkbox"/> Personen- auto	<input checked="" type="checkbox"/> 'People mover'	<input type="checkbox"/> Anders, namelijk:
Voertuig- specificaties	Model		Navya Autonom Shuttle			
	Massa	Ledig	1800 kg			
		Met lading	3000 kg			

	Afmetingen (lxbxh)	L=4,75 m, b=2,11m, h=2,65m	
	Constructiesnelheid	20 km/uur	
	Remvertraging (bij massa Y)		
Welke aspecten van de rijtaak zijn geautomatiseerd ?		<i>Geautomatiseerd</i>	<i>Toelichting: Onder welke omstandigheden is dit aspect geautomatiseerd (NB. VERPLICHT VELD)</i>
	Sturen	<input checked="" type="checkbox"/>	Alle rijtaken zijn geautomatiseerd. Het voertuig rijdt onder supervisie van een steward aan boord. De steward heeft als taak permanent het verkeer in de gaten te houden en anticiperend te remmen. De steward kan ook de besturing compleet overnemen.
	Versnellen	<input checked="" type="checkbox"/>	Alle rijtaken zijn geautomatiseerd. Het voertuig rijdt onder supervisie van een steward aan boord. De steward heeft als taak permanent het verkeer in de gaten te houden en anticiperend te remmen. De steward kan ook de besturing compleet overnemen.
	Remmen	<input checked="" type="checkbox"/>	Alle rijtaken zijn geautomatiseerd. Het voertuig rijdt onder supervisie van een steward aan boord. De steward heeft als taak permanent het verkeer in de gaten te houden en anticiperend te remmen. De steward kan ook de besturing compleet overnemen.
	Monitoren van de rijomgeving	<input checked="" type="checkbox"/>	Alle rijtaken zijn geautomatiseerd. Het voertuig rijdt onder supervisie van een steward aan boord. De steward heeft als taak permanent het verkeer in de gaten te houden en anticiperend te remmen. De steward kan ook de besturing compleet overnemen.
	Monitoren van het voertuig	<input checked="" type="checkbox"/>	Het voertuig heeft een zelf diagnose systeem dat de steward en de control room(s) waarschuwt als een fout optreedt. De control room logt de voertuigstatus.
	Anders, namelijk:	<input type="checkbox"/>	
Hoe verschilt het uiterlijk van het voertuig ten opzichten van de huidige voertuigen in het wegbeeld?		Het voertuig heeft een afwijkende vorm die karakteristiek is voor een shuttle.	
Gedrag van het voertuig in vergelijking met een gemiddelde bestuurder	Hoe wijkt het voertuig af van de <i>formele</i> verkeersregels en -tekens?	Het voertuig is zo geprogrammeerd dat het de gewone verkeersregels volgt.	
	Hoe wijkt het voertuig af van de <i>informele</i> verkeersregels en -tekens? Bijvoorbeeld: Rijdt het voertuig (veel) langzamer dan de maximum snelheid of verleent het vaker voorrang dan volgens verkeersregels zou moeten?	Het voertuig houdt zich ook aan de informele regels. De steward ziet daarop toe en kan zo nodig anticiperend ingrijpen.	
Welke informatie zal het voertuig gebruiken van de wegen (strepen, borden, lichten, enz.)?		Alle maximum snelheden en borden worden geprogrammeerd in de digitale kaart.	

BEMANNING VOERTUIG

Hoeveel projectmedewerkers (bestuurder/operator /steward) zijn er structureel in het voertuig aanwezig?	Er is altijd één steward aanwezig in het voertuig. De steward is gekwalificeerd, heeft een rijbewijs en is getraind (door Navya)
Hoeveel projectmedewerkers (operator) houden zich structureel op afstand met het voertuig bezig?	2 Operators: 1x in Control room Navya en 1x in control room Arriva. Zie het Plan van Aanpak voor nadere taakomschrijving.

Vul hieronder per projectmedewerker in welke rollen en taken deze vervult.

Project-medewerker	Rolomschrijving (bestuurder /operator/steward/anders)	Taakomschrijving (programmeren, dataverzameling, enz.)		Aanwezigheid (in voertuig/ter plekke/externe controlekamer /anders, namelijk...)
		Voor/na de rit, bij stilstand	Tijdens de rit	
1:	Steward	Dagelijks onderhoud en laden. Bij stilstand, en indien nodig, zorg voor passagiers.	Hij/zij heeft als taak te letten op de verkeersveiligheid. Hij kent het gedrag van het voertuig en kan anticiperend ingrijpen door te remmen of de besturing over te nemen.	In het voertuig

2:	Operator	Ondersteuning bij verhelpen van storingen.	Loggen van voertuigdata. Reageren bij bedienen noodstop.	In Control Room op afstand.
3:	operationeel manager	Dienstregeling (stewards) en 1 ^e actiepoint bij incidenten.	geen	Op afstand
Welke informatie wordt tijdens het rijden aan een bestuurder/operator aangeboden (informatie over de werking van het systeem, route, communicatie met andere chauffeurs of een 'control room', enz.)? NB. Graag een foto toevoegen vanuit het perspectief van de bestuurder.		Het voertuig heeft een zelf-diagnose systeem dat de systeemstatus (snelheid, laadstatus, rijmodus etc.) op het bedieningsscherm weergeeft en waarschuwt bij een systeemfout, zodat de steward de besturing kan overnemen.		
Hoe wordt een bestuurder/operator geïnformeerd over de actuele modus van automatisering?		Zie hierboven		
Ingrijpen /Taken overnemen	Wie wordt er geïnformeerd dat het systeem niet meer werkt?	De steward en de Operator		
	Hoe wordt deze persoon geïnformeerd dat het systeem niet meer werkt en hij/zij moet ingrijpen/taken overnemen?	Steward: via het bedieningsscherm Operator: via een systeemsignaal in de control room		
	Op welke manier kan deze persoon ingrijpen?	De steward heeft een noodstopknop onder direct bereik. Hij kan vervolgens de joystick module in de hand nemen om de besturing over te nemen.		
	Hoeveel tijd is er om in te grijpen/taken over te nemen? NB. Bij meerdere taken graag per taak omschrijven.	Dat kan per direct. De steward heeft de noodstopknop onder direct bereik.		
Ervaring van de bestuurder /operator	Welke opleiding/training/ informatie heeft de bestuurder/operator gehad om met het systeem om te gaan?	De steward is getraind door de voertuigleverancier Navya. De steward heeft een rijbewijs en minimaal 3 jaar rijervaring. Hij/zij heeft de beschikking over een gebruikshandleiding (Operations Manual) en kan zich, bij vragen, in verbinding stellen met zijn coördinator en met de control room van Arriva/Navya.		
	Welke ervaring heeft de bestuurder/operator met het systeem?	De steward wordt getraind op de bus en de route		
	Welke ervaring heeft de bestuurder/operator op de Nederlandse weg?	Minimaal 3 jaar rijervaring.		
Omschrijf wat de bestuurder moet doen in het geval van onvoorziene situaties (file op het traject, lekke band, onverwachte verkeersdruk, ziekte of vermoeidheid van bestuurder, enz.)		Hij wordt geïnstrueerd, bij twijfel of incidenten, het voertuig op een veilige plaats te stoppen en contact op te nemen met de operator in de control room van Arriva. In overleg bepalen zij wat er moet gebeuren. De Operator is verantwoordelijk en de steward voert uit.		
Hoe wordt oneigenlijk gebruik door de bestuurder (bijvoorbeeld in-/uitschakelen op onbedoeld moment) tegengegaan ?		Het voertuig kan alleen automatisch rijden als het op het routespoor staat. Daarbuiten werkt de automatische functie niet.		

PASSAGIERS/ANDERE WEGGEBRUIKERS

Zullen er passagiers meerijden? Zo ja: Wie zijn dit (notabelen, pers, studenten, projectmedewerkers, enz.)?	Er worden max 8 passagiers toegelaten. Zij hebben allen een zitplaats. Passagiers zijn bezoekers van de jachthaven; toeristen, booteigenaren, passanten op weg naar de jachthaven, de horeca of de rondvaartboten.
Hoe zijn andere weggebruikers en/of omwonenden geïnformeerd over de praktijkproef?	Voorafgaande aan de proef worden de omwonenden en de bedrijven geïnformeerd via kanalen als wijzijndrimmelen.nl en een bewonersavond.
Hoe wordt omgegaan met de mogelijkheid dat andere weggebruikers het voertuig uittesten? Bijvoorbeeld: Andere weggebruikers die testen of het voertuig inderdaad automatisch remt.	Hier worden de stewards op geattendeerd (en hoe hier het beste mee om te gaan) tijdens de stewardtrainingen. Zij monitoren omstanders en treden anticiperend op (remactie).

ORGANISATIE

Omschrijf het protocol bij incidenten: wie neemt bij welke incidenten de beslissing voor doorgang of stilleggen van de proef?	Hier wordt een beknopt protocol voor opgesteld. De beslissing zal gemaakt worden door de leden van de projectgroep. In het crisiscommunicatieplan, opgesteld door gemeente Drimmelen, zal vast worden gelegd wat hier de procedure voor is. De aanvrager (FMN) leidt en coördineert de acties rondom de crisiscommunicatie/in het geval van calamiteiten.	
Testresultaten	Waar is het systeem eerder getest (op een testbaan of openbare weg)? Resultaten graag bijvoegen.	Navya heeft met dit type shuttle op vele plaatsen in de wereld projecten gerealiseerd. In Nederland wordt het voertuig al ingezet in Groningen/Scheemda. Tevens zal er binnenkort één ingezet worden bij het Haga Ziekenhuis.
	Welke risicoanalyses (hazard analysis, risk assessment, FMEA, enz.) zijn er	Navya heeft volledige documentatie bij de RDW ingeleverd, inclusief HARA/FMEA, die al als basis heeft gediend voor de ontheffing in Scheemda.

uitgevoerd? Resultaten graag bijvoegen.	
--	--

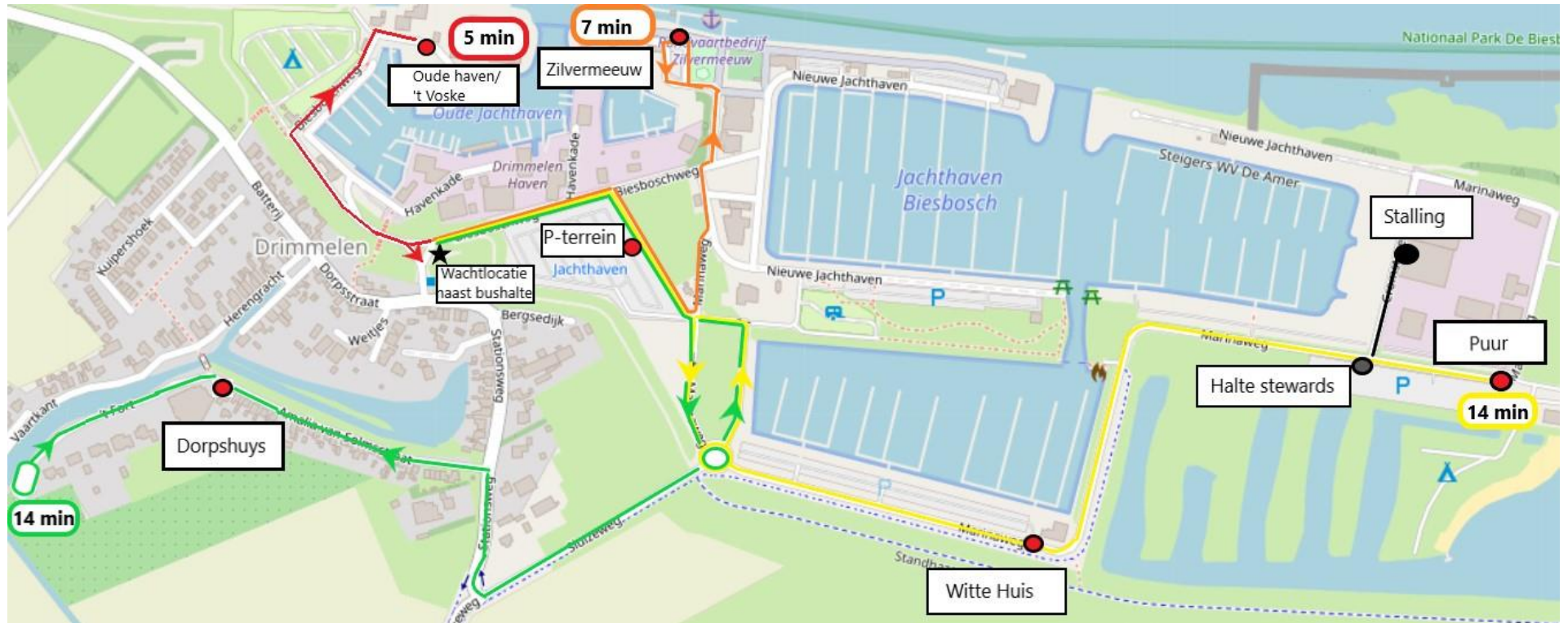
TOT SLOT...

Als bijlage bij dit document geldt het Plan van Aanpak dat reeds is toegestuurd en na de startbijeenkomst is geactualiseerd.

Zie bijlagen hieronder

BIJLAGEN

Bijlage 1: Visualisatie routenetwerk



Bijlage 2: Overzichtskaart routegebied





Bijlage B. Risicomatrix

Op basis van expertkennis en literatuur is een 'risicomatrix' opgesteld.¹⁶ 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*¹⁷ 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)¹⁸. 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 vrachtauto's die gekoppeld in colonne op de weg rijden. Dit wordt



16. 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.)

17. 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.

18. SAE International. (2016). *Surface vehicle recommended practice; Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles (J3016-201609)*. Geraadpleegd op http://standards.sae.org/J3016_201609

ook wel 'platooning trucks' genoemd. In een gekoppelde colonne heeft de voorste vrachtauto de leidende rol en een lager automatiseringsniveau.

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 ¹⁹		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 ²⁰	Is de taak mentaal belastend of juist (te) weinig belastend?		
	Situation Awareness ^{21,22}	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 ²³		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 ²⁴		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)?		



19. 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.
20. Waard, D. de (1996). *The measurement of drivers' mental workload*. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen RUG, Groningen.
21. Endsley, M.R. (1995). *Toward a theory of situation awareness in dynamic systems*. In: Human Factors, vol. 37, nr. 1, p. 32-64.
22. 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.
23. 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.
24. 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 ²⁵		Zijn andere weggebruikers geïnformeerd over de praktijkproef?	
Afleiding	Zijn de kenmerken van de voertuigen zo opvallend dat overige wegverkeer hierdoor kan worden afgeleid?		
Voorspelbaarheid ^{26,27}		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 ^{28,29}		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 ³⁰		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?	



²⁵ 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.

²⁶ Houtenbos, M. (2008). *Expecting the unexpected: a study of interactive driving behaviour at intersections*. Proefschrift TU Delft. SWOV Dissertatiereeks. SWOV, Leidschendam.

²⁷ 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.

²⁸ 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.

²⁹ 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.

³⁰ SWOV (2018). *DV3 – Visie Duurzaam Veilig Wegverkeer 2018-2030; Principes voor ontwerp en organisatie van een slachtoffervrij verkeerssysteem*. SWOV, Den Haag.

Ongevallen voorkomen Letsel beperken Levens redden

SWOV

Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Postbus 93113

2509 AC Den Haag

Bezuidenhoutseweg 62

070 – 317 33 33

info@swov.nl

www.swov.nl

 [@swov_nl](#) / [@swov](#)

 [linkedin.com/company/swov](https://www.linkedin.com/company/swov)