Advies praktijkproef

TKI Smart Mobility EcoTwin III

R-2020-3

SWOV

Auteurs

C. Mons, MSc

A.T.G. Hoekstra, MSc

Dr. ir. R.J. Jansen

S.T. van der Kint, MSc

Ir. W.J.R. Louwerse

Ongevallen **voorkomen**
Letsel **beperken**
Levens **redden**

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2020-3
Titel:	Advies praktijkproef
Ondertitel:	TKI Smart Mobility EcoTwin III
Auteur(s):	C. Mons, MSc, A.T.G. Hoekstra, MSc, dr. ir. R.J. Jansen, S.T. van der Kint, MSc, ir. W.J.R. Louwerse
Projectleider:	A.T.G. Hoekstra, MSc
Projectnummer SWOV:	E19.39
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 drie trucks in het TKI Smart Mobility EcoTwin III-project.
Aantal pagina's:	20 + 12
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2020
	Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

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 / @swov **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 De voertuigen 7
2.2.2 De chauffeurs en taakomschrijving 8
2.2.3 Weg en route 9
2.3 Samenvatting en aannames 11

3 Beoordeling van de risico's 12

4 Het SWOV-advies over de TKI Smart Mobility EcoTwin III-proef 17
4.1 Risicoanalyse 17
4.1.1 De korte volgtijd (RR 1 en 3) 17
4.1.2 De (mentale) belasting van de chauffeurs (RR 2) 17
4.1.3 Voorspelbaarheid voor andere weggebruikers (RR 4 en 5) 18
4.2 Leerpunten 18
4.2.1 Interactie tussen de chauffeur en het voertuigsysteem 18
4.2.2 Interactie tussen het peloton en het overig verkeer 18
4.3 Aandachtspunten bij bredere uitrol 19
4.4 Conclusie 19

Bijlage A SWOV-formulier praktijkproef TKI Smart Mobility EcoTwin III 21

Bijlage B Risicomatrix 27

Bijlage C Scenario's geelfase 31

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 een praktijkproef die TNO binnen het TKI Smart Mobility EcoTwin III-project uitvoert. Bij deze proef wordt op de openbare weg (N260/N261 en N270/A270) gereden met drie gekoppelde (in peloton rijdende) vrachtauto's. De twee volgvrachtauto's houden zelf een volgtijd aan van minimaal 1 seconde en zijn uitgerust met een 'Active Lane Keeping'-systeem. Daarnaast ontvangen de vrachtauto's vanuit de infrastructuur een snelheidsadvies, de status van het verkeerslicht (rood, geel of groen), de 'Time-To-Red' en de 'Time-To-Green'.

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 daarbij 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 zegt niets over de verkeersveiligheidseffecten van deze zelfrijdende voertuigen op een andere locatie, op een ander moment, of over een bredere toepassing van dit soort technologieën in ons verkeerssysteem.

2 Beschrijving van de proef

2.1 Gebruikte informatie

Voor dit advies is gebruikgemaakt van de volgende documenten:

- SWOV-formulier *Benodigde informatie voor de beoordeling van proeven met zelfrijdende voertuigen*, zoals ingevuld voor het TKI Smart Mobility EcoTwin III-project en ontvangen op 21 november 2019 (zie *Bijlage A*);
- TNO-document *TNO Safety Case documentation: SC Truck Platooning Item Definition*, ontvangen op 21 november 2019;
- TNO-document *EcoTwin Truck Platooning: Test Description*, ontvangen op 21 november 2019;
- TNO-document *Operational Protocol*, ontvangen op 21 november 2019;
- TNO-document *TNO Safety Case documentation: Vehicle EcoTwin L2 platform Item Definition,* ontvangen op 21 november 2019;
- Document met antwoorden op vragen van SWOV n.a.v. de startbijeenkomst *TKI Smart Mobility Eco Twin III – Verzoek Informatie SWOV*, ontvangen op 10 januari 2020.
- Conceptverslag van de startbijeenkomst die plaatsvond op 28 november 2019, ontvangen op 11 december 2019.[1]

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

2.2 De proef

De huidige praktijkproef is een vervolg op de praktijkproef 'DAF Platooning'[2] en is een van de proeven in het TKI Smart Mobility EcoTwin III-project. De proef is gericht op het onderzoeken van het effect van het rijden van vrachtauto's in een peloton in combinatie met snelheidsadviezen vanuit de infrastructuur op de verkeersdoorstroming. Er zal gedurende één week gereden worden. De precieze week is nog niet vastgelegd maar zal ergens tussen februari en mei 2020 liggen.

Hieronder beschrijven we achtereenvolgens het voertuigsysteem waarvoor een ontheffing noodzakelijk is, de taken die de chauffeurs in de proef moeten uitvoeren en de locatie waar de proef plaats zal vinden.

1. Het definitieve verslag van de startbijeenkomst is niet door SWOV ontvangen voordat dit adviesrapport is opgesteld.
2. Jansen, R.J., Mons, C., Goede, M. de, Louwerse, W.J.R. & Nes, C.N. (2018). *Advies praktijkproef: DAF Platooning.* R-2018-25. SWOV, Den Haag.

2.2.1 De voertuigen

De praktijkproef zal worden uitgevoerd met drie omgebouwde DAF FT XF-vrachtauto's. Tijdens de proef zullen de testvoertuigen met beladen trailer rijden en een peloton van ongeveer 95 meter vormen (uitgaande van een snelheid van 80km/uur en een volgtijd van 1 seconde). De vrachtauto's beschikken in een gewone volgsituatie over 'Adaptive Cruise Control' (ACC), 'Automatic Emergency Braking' (AEB) en 'Active Lane Keeping' (ALK). Wanneer er echter in peloton-modus wordt gereden zullen ACC en AEB in de twee volgvrachtauto's worden vervangen door respectievelijk 'Cooperative Adaptive Cruise Control' (CACC) en 'Cooperative Collision Avoidance' (CCA). Daarnaast ontvangen de vrachtauto's een 'Green Light Optimised Speed Advice' (GLOSA) vanuit de infrastructuur. Deze functionaliteiten worden hieronder nader toegelicht. Via het aanraakscherm van een speciaal ingebouwde TNO-interface (de TNO-HMI), kunnen de chauffeurs de systemen besturen en monitoren. Het uiterlijk van de vrachtauto's verschilt niet wezenlijk van andere vrachtauto's op de openbare weg.

Longitudinale controle

Bij reguliere volgsituaties kunnen de chauffeurs gebruikmaken van ACC om de snelheid en afstand tot de voorligger te reguleren. Wanneer er in peloton-modus wordt gereden zal alleen de voorste vrachtauto met ACC rijden en zullen de twee volgvrachtauto's in plaats daarvan gebruikmaken van CACC. Bij CACC communiceren de vrachtauto's zodanig met elkaar, dat remmen of versnellen van een voorgelegen voertuig in het peloton direct overgenomen kan worden door een volgend voertuig in het peloton. In peloton-modus zullen de volgvrachtauto's een volgtijd van 1,0, 1,2 of 1,4 seconden aanhouden. Ter vergelijking: in volgsituaties wordt op basis van reactietijd van de chauffeur over het algemeen een volgtijd van 2 seconden geadviseerd.[3] Chauffeurs kunnen de systemen voor longitudinale controle 'overrulen' door te remmen of de noodknop onder het TNO-HMI-scherm in te drukken. Wanneer chauffeurs gas geven wordt het systeem alleen tijdelijk 'overruled'.

Noodremmingen

Conform EU-verordening 661/2009 zijn de vrachtauto's uitgerust met een AEB-noodremsysteem. De functie van AEB is om de impact bij een kop-staartbotsing te verkleinen door automatisch hard te remmen wanneer men een voorligger te dicht nadert. Tijdens de proef zullen de drie vrachtauto's echter zó dicht op elkaar rijden dat het AEB-systeem de ontstane situatie onterecht als een dreigende botsing kan interpreteren en daardoor zal gaan remmen. Daarom zal van de twee volgvrachtauto's het AEB-systeem worden uitgeschakeld zodra men in peloton-modus gaat rijden. In plaats daarvan maakt men gebruik van CCA. Wanneer de voorste vrachtauto plotseling hard remt (bijvoorbeeld door remmen van de chauffeur of AEB), communiceert CCA dit naar de tweede en derde vrachtauto van het peloton en zullen deze automatisch een remvermogen van 6 m/s^2 aanwenden. Hoewel hiermee wordt voldaan aan de wettelijke eis van 5 m/s^2, betreft dit niet het maximale remvermogen van de voertuigen (volgens de aangeleverde documentatie bedraagt dit afhankelijk van de lading tot 10 m/s^2).

Laterale controle

Behalve met het verplichte 'Lane Departure Warning' (LDW) systeem (EU-verordening 661/2009), waarmee chauffeurs gewaarschuwd worden als zij de huidige rijstrook dreigen te verlaten, zijn de vrachtauto's uitgerust met ALK. Dit systeem houdt het voertuig actief in het midden van de rijstrook. De twee volgvrachtauto's zullen in peloton-modus gebruikmaken van ALK terwijl de voorste vrachtauto handmatig wordt bestuurd. Volgchauffeurs kunnen het systeem echter altijd 'overrulen' door handmatig te sturen of de noodknop in te drukken. Het blijft daarmee te allen tijde mogelijk om bijvoorbeeld in te halen of uit te voegen. Wij gaan er (in dit advies) van uit dat de chauffeurs hun handen altijd aan het stuur houden.

3. SWOV (2012). *Volgtijd en verkeersveiligheid.* Gearchiveerde SWOV-Factsheet, december 2012. SWOV, Leidschendam.

Snelheidsadvies
In peloton-modus versturen de vrachtauto's informatie over de locatie, snelheid en lengte van het peloton naar de intelligente verkeersregelinstallaties (iVRI's) die zich op de route bevinden. Aan de hand van deze informatie kent een iVRI al dan niet prioriteit toe aan het peloton. Indien er prioriteit wordt toegekend wordt de groenfase afgestemd op het peloton en ontvangt het peloton op het TNO-HMI-scherm de 'Time-To-Red' (TTR), de 'Time-To-Green' (TTG), de status van de iVRI en een snelheidsadvies (GLOSA). Het peloton volgt dit snelheidsadvies automatisch op. Hierdoor verlaagt het peloton bijvoorbeeld eerder zijn snelheid om na het begin van de groenfase bij de iVRI aan te komen. Hierdoor hoeft het peloton niet tot stilstand te komen en wordt de beoogde snelheid na het passeren van de iVRI sneller bereikt. Indien er geen prioriteit wordt toegekend, ontvangt het peloton geen snelheidsadvies, maar alleen de TTR, de TTG en de status van de iVRI. Aan de hand van deze informatie berekent het peloton zelf een snelheidsadvies dat ook van de TNO-HMI is af te lezen. Met een kleurcodering wordt aangegeven dat het om een minder betrouwbaar snelheidsadvies gaat dan wanneer het prioriteitsverzoek was goedgekeurd en dat dit advies niet automatisch wordt opgevolgd. Het is aan de chauffeur van de voorste vrachtauto om de snelheid te regelen en het advies al dan niet op te volgen. De snelheids-adviezen wijken maximaal 20 km/uur af van de door de chauffeur ingestelde 'cruise speed'.

2.2.2 De chauffeurs en taakomschrijving

Er nemen drie vaste chauffeurs deel aan de praktijkproef. Alle chauffeurs zijn in het bezit van een geldig rijbewijs en hebben ervaring opgedaan met het voertuigsysteem: ze hebben een instructie gehad over de werking van het systeem, een rijtraining op een testbaan en jaarlijks minimaal acht testuren op een testbaan. De chauffeur van het achterste voertuig is tevens de proefleider. Tijdens de gehele proef zijn de chauffeurs in contact via een open spraakverbinding (die uitsluitend voor proef-gerelateerde doeleinden gebruikt mag worden). Waar mogelijk zullen de chauffeurs in peloton-modus rijden om het effect hiervan in combinatie met snelheidsadviezen vanuit de infrastructuur op de verkeersdoorstroming te onderzoeken. Wanneer er tijdens de proef niet in peloton-modus wordt gereden besturen de chauffeurs de testvoertuigen als normale vrachtauto.

Peloton vormen
Om de peloton-modus te activeren dient de chauffeur van een volgvrachtauto een knop op het TNO-HMI-scherm in te drukken. De chauffeur in de voorliggende vrachtauto hoeft niets te doen, het peloton wordt automatisch tot stand gebracht. De betreffende knop verschijnt echter alleen als er aan de volgende voorwaarden is voldaan:

- Men bevindt zich op de voorgeschreven route.
- Er is 'vehicle to vehicle'- ofwel V2V-communicatie.
- De gewenste volgafstand is met een marge van 5 meter bereikt.
- Het snelheidsverschil met de voorliggende vrachtauto is kleiner dan 7 km/uur.

Rijden in peloton
Wanneer er in peloton-modus wordt gereden, worden de longitudinale en laterale controle van de twee volgvrachtauto's overgenomen door de systemen. De chauffeurs dienen in dat geval de rijomgeving en de systemen te monitoren. Het monitoren van de systemen gaat via de TNO-HMI. In het geval van foutmeldingen kleurt het display oranje of rood (afhankelijk van de fout) en wordt er een geluidssignaal afgegeven om aan te geven dat de chauffeur direct de controle over het voertuig dient over te nemen. De voorste vrachtauto wordt óók in peloton-modus als een gewone vrachtauto bestuurd. Het peloton rijdt met een snelheid van maximaal 80 km/uur en zal de geldende snelheidslimieten niet overschrijden. Wel is het mogelijk dat het peloton bij het opvolgen van een snelheidsadvies onder de geldende snelheidslimiet rijdt. Een snelheidsadvies kan namelijk 20 km/uur boven of onder de ingestelde kruissnelheid liggen. De chauffeurs hebben de instructie om op de rechter rijstrook te blijven en geen andere weggebruikers in te halen wanneer er in peloton-modus wordt gereden.

Peloton opbreken
Volgens de documentatie wordt het peloton in de volgende situaties opgebroken:

- Een of meer van de systemen geven een foutmelding.
- Een of meer van de testvoertuigen belanden in een uitzonderlijke situatie (zoals een noodstop).
- Een medeweggebruiker voegt zich tussen de vrachtauto's (cut-in scenario).
- Niet het gehele peloton is in staat de groenfase van een (i)VRI te benutten.
- Er doet zich een onvoorziene verkeerssituatie voor (bijv. uitzonderlijke drukte of file).
- Een van de chauffeurs geeft aan het peloton te willen opbreken.
- Het einde van de route is bereikt.

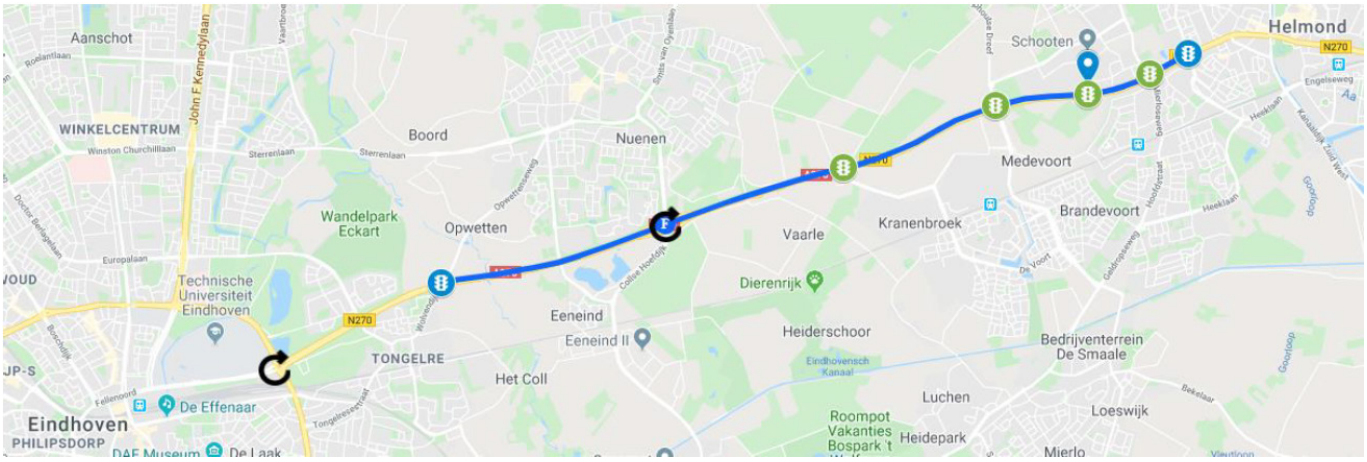
Het peloton kan automatisch worden opgebroken door het systeem, of handmatig door de chauffeur. Wanneer systeemfouten optreden of een medeweggebruiker zich in het peloton voegt, wordt het peloton automatisch opgebroken. Hoewel dit tweede niet expliciet in de documentatie wordt beschreven, gaan wij ervan uit dat het peloton net als in de voorgaande 'DAF Platooning'-proef[4] ook bij invoegen automatisch wordt verbroken. In de andere hierboven opgesomde situaties wordt het peloton handmatig opgebroken door de systemen te overrulen (remmen of sturen) of door via de TNO-HMI de noodknop in te drukken. Nadat het peloton is opgebroken, wordt het alleen hersteld als de drie vrachtauto's op 'natuurlijke wijze' weer achter elkaar rijden. Dit houdt in dat ander verkeer niet zal worden ingehaald en er niet langzamer of sneller zal worden gereden om het peloton te herstellen.

Rijtijd
De chauffeurs zullen maximaal twee uur achtereen rijden en hierna pauzes van een halfuur tot anderhalf uur inlassen. De totale rijtijd bedraagt niet meer dan 8 uur en een testdag duurt in totaal niet langer dan 11 uur. De chauffeurs houden zich hiermee aan de wet op rij- en rusttijden.[5]

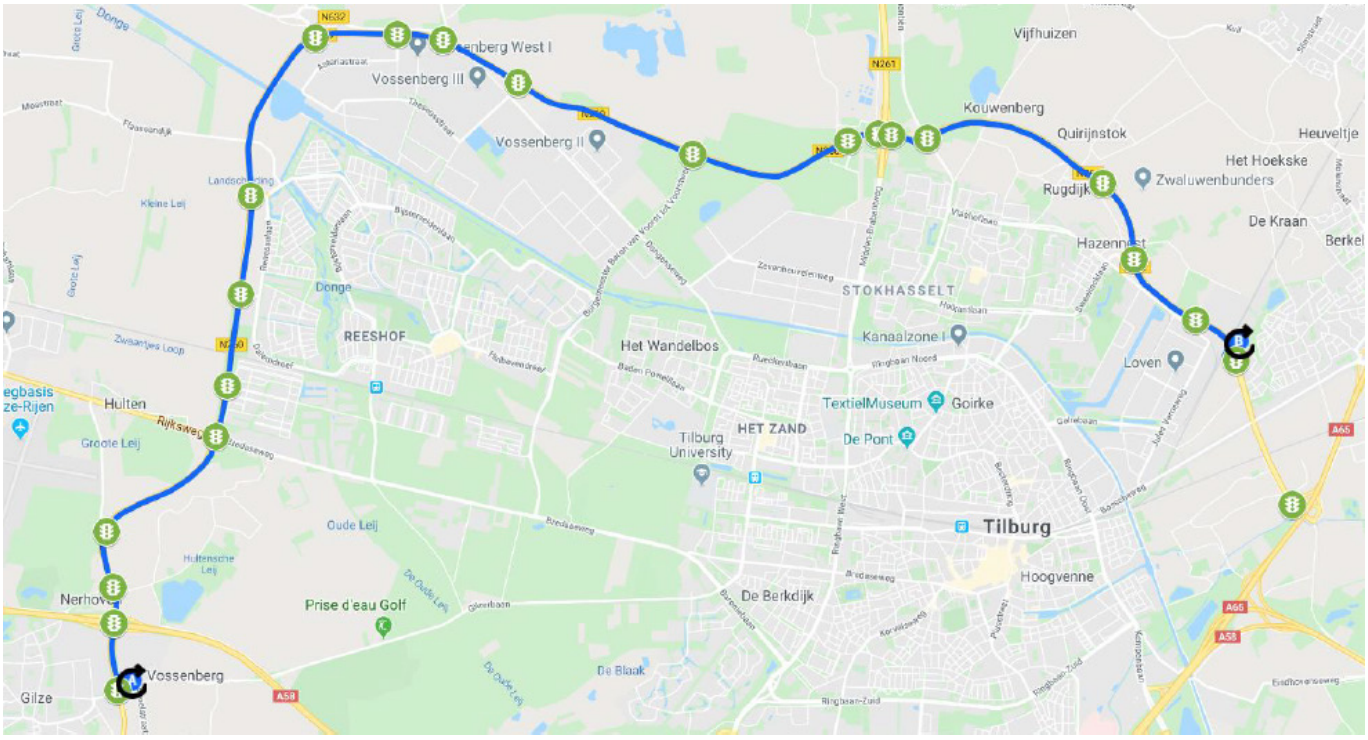
2.2.3 Weg en route

Tijdens de praktijkproef zal er op twee routes in peloton-modus worden gereden: de eerste route bevindt zich op de N270/A270 tussen Helmond en Eindhoven (zie blauwe lijn in *Afbeelding 2.1*) en de tweede route bevindt zich op de N260/N261 rondom Tilburg (zie blauwe lijn in *Afbeelding 2.2*). Groene iconen staan voor iVRI's, blauwe voor reguliere VRI's en de pijlen markeren de keerpunten. Op de keerpunten wordt nooit in peloton-modus gereden. Indien een keerpunt zich niet op de route bevindt, zal ook de weg tussen de route en het keerpunt met handmatige besturing worden afgelegd. Aanvankelijk zal alleen op de eerste route worden gereden. Indien de proef goed verloopt, zal deze worden uitgebreid naar de tweede route. Op beide routes wordt in beide richtingen gereden.

4. Jansen, R.J., Mons, C., Goede, M. de, Louwerse, W.J.R. & Nes, C.N. (2018). *Advies praktijkproef: DAF Platooning.* R-2018-25. SWOV, Den Haag.
5. https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/werktijden/vraag-en-antwoord/rijtijden-en-rusttijden-wegvervoer



Afbeelding 2.1. Route 1: N270/A270[6] *(afbeelding overgenomen uit TNO-document* EcoTwin Truck Platooning: Test Description*).*



Afbeelding 2.2. Route 2: N260/N261A270 (afbeelding overgenomen uit TNO-document EcoTwin Truck Platooning: Test Description*).*

Externe omstandigheden

De proef vindt plaats onder verschillende externe omstandigheden (*Tabel 2.1*). Bij droogte wordt met de kleinste volgtijd (1,0 seconde) gereden en bij lichte regen met de grootste (1,4 seconden). Hoewel er niet 's nachts wordt gereden, kan er 's ochtends en 's avonds wel in het donker worden gereden. Daarnaast zal er in principe ook tijdens de spits worden gereden. De drukte wordt echter gefaseerd opgezocht, de eerste rit zal dan ook buiten de spits plaatsvinden.

6. We gaan ervan uit dat zich aan de Helmond-kant van de route nog een derde keerpunt bevindt.

Tabel 2.1. Overzicht van externe omstandigheden waarbij de proef wel en niet plaatsvindt (tabel overgenomen uit TNO-document TNO Safety Case documentation: SC Truck Platooning Item Definition.

Light conditions		**Functional**
Day/sun	Dazzling	No
	Normal	Yes
	Cloudy	Yes
Night/moon	Any	No
Wind conditions		**Functional**
0 - 6 Beaufort	Weak - moderate	Yes
7 - 9 Beaufort	Hard wind - storm	No
10 - 12 Beaufort	Heavy storm - hurricane	No
Precipitation conditions		**Functional**
None		Yes
Drizzle / mild rain		Yes
Heavy rain		No
Mild fog		Yes
Dense fog		No
Sleet / snow		No
Hail		No

2.3 Samenvatting en aannames

Hieronder vatten wij de praktijkproef samen:

- Het betreft een proef met een peloton van drie vrachtauto's.
- Indien aan alle voorwaarden wordt voldaan, kunnen chauffeurs via een speciale interface de peloton-modus inschakelen.
- In peloton-modus zal er met een volgtijd tussen de 1,0 en 1,4 seconden worden gereden.
- In peloton-modus worden AEB en ACC in de volgvrachtauto's vervangen voor CCA en CACC.
- Er is een ontheffing nodig voor het uitschakelen van AEB, wat de aanleiding is voor het opstellen van dit advies.
- Het peloton ontvangt snelheidsadviezen vanuit de infrastructuur die automatisch worden opgevolgd. Indien er geen snelheidsadvies vanuit de infrastructuur wordt gegeven, berekent het systeem zelf een adviessnelheid middels de TTR en TTG. Deze adviessnelheid wordt niet automatisch opgevolgd maar desgewenst handmatig door de chauffeur van de voorste vrachtauto.
- De vrachtauto's zullen op twee vaste routes rijden.

In dit advies doen wij de volgende aannames:

- Het peloton wordt automatisch verbroken als er een medeweggebruiker invoegt.
- De chauffeurs houden hun handen altijd aan het stuur.
- Aan de Helmond-kant van de eerste route bevindt zich een derde keerpunt.

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:

- C. Mons, MSc (psycholoog; expertise cognitieve psychologie);
- A.T.G. Hoekstra, MSc (psycholoog; expertise sociale psychologie en interacties in het verkeer);
- Dr. ir. R.J. Jansen (industrieel ontwerper; expertise mens-productinteractie en cognitieve psychologie);
- S.T. van der Kint, MSc (psycholoog; expertise cognitieve psychologie);
- Ir. W.J.R. Louwerse (verkeerskundig ingenieur; expertise diepteonderzoek naar verkeersongevallen, gekwalificeerd verkeersveiligheidsauditor).

In een consultatie met deze experts op 13 januari 2020 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 TKI Smart Mobility Eco Twin III-praktijkproef is op het tweede niveau (conditionele automatisering) beoordeeld. Het systeem neemt zowel de longitudinale als laterale controle over de vrachtauto's over terwijl de chauffeurs de rijomgeving monitoren en de controle indien nodig kunnen overnemen.

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 chauffeur(s) met het geautomatiseerde systeem in het testvoertuig.
2. Risico's die kunnen spelen bij de interactie tussen het testvoertuig (en zijn chauffeur) 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.[7]

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

Alle door de experts geconstateerde potentiële risico's zijn in donkerblauw weergegeven.[8] 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 grijsblauw 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 TKI Smart Mobility EcoTwin III-proef.

	Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans	Gevolg
1. Interactie met systeem/testvoertuig				
Opleiding	Is de bestuurder opgeleid/ geïnformeerd om met het systeem om te gaan in de gegeven situatie?	In de documentatie wordt aangegeven dat de chauffeurs over het juiste rijbewijs beschikken en getraind worden om met het systeem om te gaan. We gaan er daarom van uit dat de chauffeurs voldoende zijn opgeleid om deel te nemen aan de praktijkproef.	n.v.t.	n.v.t.
Nieuwe/andere vaardigheden	Moet de bestuurder nieuwe of andere verrichtingen uitvoeren (bijvoorbeeld inhalen met gekoppelde vrachtauto, extreem lang voertuig)?	Wij zien het risico dat de chauffeur aan kop van het peloton een onvoldoende defensieve rijstijl aanneemt. De voorste vrachtauto heeft met AEBS, of door handmatig remmen, namelijk een grotere remvertraging ter beschikking (tot 10 m/s^2) dan het CCA-systeem (maximaal 6 m/s^2) van de volgers. Als de chauffeur aan kop plotseling hard remt, zullen de achterliggende testvoertuigen mogelijk niet automatisch een (ketting)botsing kunnen voorkomen.[9] Dit legt een grote verantwoordelijkheid bij de chauffeur van de voorste vrachtauto. (**RR 1**)	**	**
		Omdat het CCA-systeem van de achterliggende testvoertuigen geen (ketting)botsing kan voorkomen, dienen volgchauffeurs in het geval van een noodstop zelf bij te remmen om de maximale remvertraging van de vrachtauto te benutten. We zien hierbij het risico dat de chauffeurs vanwege de relatief korte volgtijd niet in staat zijn tijdig en adequaat te reageren.	*	**
		De testleider is de chauffeur van het achterste voertuig, waar vanuit het zicht op de verkeers-situatie beperkt is. De testleider wordt echter wel geacht te beoordelen of het veilig is om de proef te starten. In de huidige opstelling is hiervoor communicatie via de open spraakverbinding vereist. We zien hierbij het risico op verwarring en miscommunicatie waardoor het peloton op een onveilig moment tot stand komt.	*	**

8. Wij kunnen niet garanderen dat de genoemde lijst met (potentiële) risico's uitputtend is.
9. Bij een kleinere remvertraging van de volgers t.o.v. de voorste vrachtauto zullen de volgers inlopen op de pelotonleider, de volgafstand neemt dan af. Het is op basis van de toegestuurde informatie niet herleidbaar of de volgafstand in alle gevallen voldoende is om bij verschillende remvertragingen tot stilstand te kunnen komen voordat er sprake is van een botsing.

		Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans	Gevolg
Transition of control	Mentale Taakbelasting	Is de taak mentaal belastend of juist (te) weinig belastend?	Doordat de volgchauffeurs minder rijtaken op zich hoeven te nemen bestaat het risico dat zij mentaal onderbelast raken en daarom neventaken gaan uitvoeren.	*	**
	Situation Awareness	Blijft de bestuurder "in the loop" (bewust van de verkeerssituatie)?	Hoewel de chauffeurs zich aan de rij- en rusttijdenwet houden, maken zij lange dagen; een testdag duurt immers 11 uur. Het risico bestaat dat chauffeurs vermoeid raken en daardoor de rijtaak minder goed uitvoeren (uit 'the loop' raken, traag reageren, in slaap vallen etc.). Dit risico wordt versterkt door de hierboven genoemde mentale onderbelasting en door de afwezigheid van een *driver monitoring system.* (**RR 2**)	**	**
			Door de korte volgtijd hebben de twee volgchauffeurs minder zicht op de verkeers-situatie vóór het peloton (de voorliggende vrachtauto belemmert immers het zicht). Hierdoor ontstaat het risico dat kritieke situaties niet tijdig worden opgemerkt (bijvoorbeeld als de geelfase van een verkeerslicht begint op het moment dat de eerste vrachtauto net de dilemmazone[10] passeert). **(RR 3)**	**	**
Falen systeem		Wordt het duidelijk aangegeven als het systeem niet (meer) werkt? Is er dan genoeg tijd om over te nemen?	Het TNO-HMI-scherm geeft met beelden en geluidsignalen aan als het systeem niet meer werkt. Chauffeurs dienen op dat moment de controle over de vrachtauto direct over te nemen. We zien het risico dat chauffeurs daar niet tijdig toe in staat zijn, aangezien ze een bepaalde reactietijd hebben en misschien niet 'in the loop' zijn.	*	**
Oneigenlijk gebruik van het systeem		Hoe wordt oneigenlijk gebruik (bijvoorbeeld in-/uitschakelen op onbedoeld moment) tegengegaan?	We zien het risico dat chauffeurs, ondanks de instructie het peloton in ongunstige situaties op te breken, extra risico's nemen om het peloton in stand te houden (bijvoorbeeld door auto's niet tussen laten voegen).	*	***
			Gezien de hoeveelheid verschillende knoppen op het TNO-HMI-scherm en de grootte van deze knoppen, zien wij het risico dat chauffeurs per ongeluk op de verkeerde knop drukken. Hierdoor vertoont het voertuig voor hen onverwacht gedrag, wat tot gevaarlijke situaties kan leiden.	*	*
Onverwachte gebeurtenis		Is er een protocol voor onverwachte gebeurtenissen (object, file op het traject, lekke band)?	Wanneer de voorste vrachtauto van het peloton de rijstrook plotseling verlaat (uitwijkt voor een obstakel, nog snel een afslag neemt), is de met ALK gestuurde volgvrachtauto niet in staat automatisch dezelfde uitwijkmanoeuvre te maken. We zien het risico dat door de korte volgtijd ook de chauffeur van het betreffende volgvoertuig niet in staat is tijdig een adequate stuuractie uitvoeren.	*	***

10. De 'dilemmazone' is het gebied voor een (i)VRI waarin de chauffeur bij de start van de geelfase kan beslissen om door te rijden of te stoppen. Zie ook paragraaf 6.2 uit CROW (2014). *Handboek verkeerslichtenregelingen 2014*, Publicatie 343, CROW, Ede. te raadplegen via http://kennisbank.crow.nl onder kennismodule Verkeersmanagement.

	Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans	Gevolg
2. Interactie met andere weggebruikers				
Informatie	Zijn andere weggebruikers geïnformeerd over de praktijkproef?	Andere weggebruikers hebben geen informatie over de relatief grote lengte van het peloton. Daarom kunnen zij niet goed inschatten of zij een vellige inhaalmanoeuvre kunnen uitvoeren. (**RR 4**)	**	**
Afleiding	Zijn de kenmerken van de testvoertuigen zo opvallend dat overig wegverkeer hierdoor kan worden afgeleid?	De voertuigen wijken niet merkbaar af van andere vrachtauto's. We gaan er dan ook niet van uit dat andere weggebruikers door de voertuigen worden afgeleid.	n.v.t.	n.v.t.
Voorspelbaarheid	Reageert het testvoertuig conform verwachtingen van andere weggebruikers?	De vrachtauto's houden ook bij in- en uitvoeg-stroken en voorsorteervakken een korte volgtijd aan. Andere verkeersgebruikers zouden echter kunnen verwachten dat er in dergelijke situaties extra ruimte wordt gecreëerd. Door deze mismatch tussen de verwachting van andere weggebruikers en het daadwerkelijke gedrag van het voertuig ontstaat het risico dat medeweg-gebruikers hun manoeuvre niet goed kunnen inzetten en in de problemen komen (**RR 5**).	**	**
		Op de twee routes bevinden zich een aantal kruispunten met oversteekfaciliteiten voor kwetsbare verkeersdeelnemers. Kwetsbare verkeersdeelnemers die hier dagelijks oversteken kunnen een verwachtingspatroon hebben van wanneer de groenfase van het verkeerlicht begint. Tijdens de proef kunnen de groenfasen echter worden aangepast door GLOSA, waardoor een mismatch met het verwachtingspatroon ontstaat. We zien daarom het risico dat kwetsbare verkeersdeelnemers, specifiek (brom)fietsers, uit gewoonte oversteken terwijl dit niet veilig is: (onbedoelde) roodlichtnegatie.	*	***
(Anticiperen op) onverwacht gedrag andere weggebruikers	Kan het voertuig anticiperen op onverwachte gedrag van andere weggebruikers?	Wanneer er een medeweggebruiker invoegt, wordt het peloton ontkoppeld. Hierbij zien wij het risico dat de AEB van de vrachtauto('s) achter de invoeger een noodremming inzet en achter-liggend verkeer op de achterste vrachtauto inrijdt.	*	***
Verkeersregels	Volgt het testvoertuig de verkeersregels en -tekens?	De voertuigen volgen niet automatisch de verkeersregels en -tekens. We zien hierin in de huidige praktijkproef echter geen risico omdat de chauffeurs zijn geïnstrueerd het systeem volgens de verkeersregels te gebruiken.	n.v.t.	n.v.t.
Oneigenlijk gebruik	Is er voldoende rekening gehouden met de mogelijkheid dat andere weggebruikers het testvoertuig uittesten? (bijvoorbeeld: overige weggebruikers testen of het testvoertuig inderdaad automatisch remt).	De voertuigen wijken niet merkbaar af van andere vrachtauto's. We gaan er dan ook niet van uit dat andere weggebruikers de voertuigen uittesten.	n.v.t.	n.v.t.

	Toelichting op beoordelingscriterium	Toepassing op deze praktijkproef?	Kans	Gevolg
Kopieergedrag	Wat is de kans dat andere weggebruikers op onwenselijke wijze gedrag van automatische voertuigen overnemen (bijvoorbeeld te korte volgafstand (< 5m) in navolging van platooning trucks).	Medeweggebruikers kunnen op dezelfde korte volgafstand gaan rijden als het peloton, maar zijn niet via CACC gekoppeld. Hierdoor ontstaat het risico dat deze medeweggebruikers in kritieke situaties niet meer op tijd kunnen ingrijpen.	*	**
3. Locatie en tijden praktijkproef				
Plaats op de weg: massa en omvang	Is de voorgestelde plaats op de weg de meest veilige als het testvoertuig mengt met ander verkeer?	Ja. Het peloton bevindt zich tijdens de proef uitsluitend op de rechter rijstrook.	n.v.t.	n.v.t.
Route: snelheid en obstakelbeveiliging	Is de snelheid van het testvoertuig conform de omstandigheden? (bijv. niet te langzaam of te snel voor de omstandigheden.) Zijn wegmeubilair en andere obstakels voldoende afgeschermd?	Door het opvolgen van een snelheidsadvies kan het peloton tot 20 km/uur boven of onder de door de voorste chauffeur ingestelde 'cruise speed' rijden (echter nooit boven de wettelijke limiet). We zien hierbij het risico dat het peloton aanzienlijk langzamer gaat rijden dan het overige verkeer, waardoor andere verkeersdeelnemers meer en gevaarlijkere inhaalbewegingen maken.	**	*
Externe omstandigheden: weer en verkeer	Is er voldoende rekening gehouden met de verwachte weersomstandigheden en verkeersdrukte?	Er is duidelijk aangegeven bij welke weersomstandigheden er wel en niet gereden wordt en wanneer de volgtijd uit voorzorg wordt vergroot.	n.v.t.	n.v.t.
4. Algemeen				
Projectinrichting & management	Is er een protocol voor incidenten?	Ja. Tevens is er één eindverantwoordelijke: de projectleider.	n.v.t.	n.v.t.

4 Het SWOV-advies over de TKI Smart Mobility EcoTwin III-proef

4.1 Risicoanalyse

In dit veiligheidsadvies duiden wij de belangrijkste risico's waarvoor TNO mitigerende maatregelen dient te treffen. De potentiële risico's met minstens 2 x 2 sterren in de risicomatrix zijn aangemerkt als relevant risico (RR) en worden hieronder uitgebreider besproken.

4.1.1 De korte volgtijd (RR 1 en 3)

De korte volgtijd tussen de vrachtauto's in het peloton legt een grote verantwoordelijkheid bij de chauffeur in de voorste vrachtauto. Het CCA-systeem van de volgvrachtauto's zal namelijk geen (ketting)botsing kunnen voorkomen maar alleen de gevolgen van een dergelijke botsing kunnen verminderen. Het is dus aan de chauffeur van de voorste vrachtauto om een rijstijl aan te nemen die defensiever is dan normaal (voldoende lange volgtijd, eerder snelheid verminderen, etc.). Hiervoor lijken echter geen protocollen beschikbaar te zijn die de chauffeur een handvat bieden.

Daarnaast hebben de twee volgchauffeurs door de korte volgtijd minder zicht op de verkeerssituatie vóór het peloton. Doordat de voorliggende vrachtauto het zicht belemmert, ontstaat het risico dat kritieke situaties te laat worden opgemerkt. Bijvoorbeeld: wanneer de trucks geen snelheidsadvies vanuit de infrastructuur ontvangen, bestaat de mogelijkheid dat de voorste chauffeur bij het verkeerslicht aankomt vlak nadat de groenfase is overgaan in de geelfase. De iVRI heeft het prioriteitsverzoek in deze situatie immers afgewezen. Indien de voorste chauffeur niet meer de mogelijkheid heeft om op tijd tot stilstand te komen en doorrijdt, zal de rest van het peloton volgen, aangezien de chauffeurs de verkeerslichten door de korte volgafstand pas kunnen zien wanneer zij zelf ook niet meer kunnen stoppen. Daardoor kan het gebeuren dat de achterste vrachtauto door rood rijdt (zie *Bijlage C* voor een uitgebreide toelichting). Wederom heeft de voorste chauffeur een grote verantwoordelijkheid omdat hij de juiste beslissing moet nemen over de snelheid van het peloton en over het eventueel tijdig waarschuwen van de volgchauffeurs via de open spraakverbinding. Ook hiervoor lijken geen protocollen beschikbaar te zijn.

4.1.2 De (mentale) belasting van de chauffeurs (RR 2)

Hoewel de chauffeurs zich aan de rij- en rusttijdenwet houden, maken zij lange dagen: een testdag duurt 11 uur waarvan er 8 uur wordt gereden. We zien hierbij het risico dat chauffeurs vermoeid raken en hierdoor hun rij- en monitoringtaken minder goed uitvoeren (meldingen of de aanwezigheid van andere weggebruikers missen, traag reageren, in slaap vallen etc.). De kans op vermoeidheid wordt versterkt doordat het voertuig een deel van de rijtaken overneemt en er steeds dezelfde route wordt gereden (chauffeurs worden mentaal minder uitgedaagd). Daarnaast is er geen *driver monitoring system* dat een waarschuwing kan geven als de aandacht van de chauffeur verzwakt.

4.1.3 Voorspelbaarheid voor andere weggebruikers (RR 4 en 5)

Het gedrag van de voertuigen in het peloton kan afwijken van het verwachtingspatroon van andere weggebruikers. Zo houden de vrachtauto's ook bij in- en uitvoegstroken en voorsorteervakken dezelfde korte volgtijd (1 seconde) aan in plaats van extra ruimte te maken voor invoegend verkeer. Door deze mismatch tussen de verwachting van andere weggebruikers en het daadwerkelijke gedrag van het voertuig ontstaat het risico dat medeweggebruikers hun manoeuvre niet goed kunnen inzetten en stil komen te staan op een invoegstrook, zich krap tussen de vrachtauto's voegen, sterk accelereren om het gehele peloton in te halen of abrupt remmen om achter het peloton langs te kruisen. Dit risico wordt versterkt door de relatief grote lengte van het peloton: 95 meter (bij een snelheid van 80 km/uur en een volgtijd van 1 seconde). Andere weggebruikers die van achter het peloton komen aanrijden hebben namelijk geen informatie over de totale lengte en kunnen hierdoor verrast worden.

4.2 Leerpunten

We zien kennisvragen met betrekking tot de interactie tussen (1) de chauffeur en het voertuigsysteem en (2) het peloton en het overige verkeer.

4.2.1 Interactie tussen de chauffeur en het voertuigsysteem

- De volgers in het peloton hoeven geen snelheid te kiezen en niet te sturen, maar moeten wel de systemen en de rijomgeving monitoren. Ze hebben hierbij beperkt zicht op de verkeerssituatie voor het peloton.
  - Wat is het effect hiervan op de rijprestatie, in termen van alertheid, gevaarherkenning en situatiebewustzijn direct na het verbreken van het peloton?
  - Hoe wordt de lage taakbelasting ervaren (verveling, minder opletten, vermoeidheid) en is men eerder/vaker betrokken bij neventaken (bellen, het versturen van berichten, eten, etc.)?
- In eerdere proeven met andere pelotons werd gebruikgemaakt van een 'see-through-tablet', waarmee vanuit volgtrucks vóór de leidende truck kan worden gekeken. Geniet dit wel of niet de voorkeur bij het rijden in peloton?
- Hoe wordt het omgaan met de TNO-HMI ervaren? Denk hierbij aan het tot stand brengen van het peloton en het omgaan met foutmeldingen.

4.2.2 Interactie tussen het peloton en het overig verkeer

- Gaan andere vrachtauto's die geen onderdeel zijn van het peloton net zo dicht achter de laatste volger rijden als dat de voertuigen van het peloton onderling van elkaar rijden?
- Hoe vaak en in welke situaties voegen andere voertuigen in het peloton? Met welke afstand tot de voorste of achterste vrachtauto?
- Hoe gaat het peloton om met in- en uitvoegend verkeer? En (hoe vaak) leidt dit tot risicovolle situaties? En welke situaties zijn dat? Hoe kunnen deze worden voorkomen?
- Hoe passen andere verkeersdeelnemers hun inhaalgedrag aan wanneer er een peloton moet worden ingehaald, ten opzichte van het inhalen van een colonne vrachtauto's die niet in 'peloton-modus' rijden?
- Is het peloton voor medeweggebruikers als zodanig herkenbaar en hoe wordt het gedrag van het peloton door hen ervaren?

4.3 Aandachtspunten bij bredere uitrol

Deze praktijkproef beperkt zich tot twee specifieke routes. Een bredere uitrol van vrachtauto's in een peloton in Nederland valt buiten de scope van dit advies. We zijn van mening dat er alleen sprake kan zijn van een bredere uitrol wanneer onomstotelijk vast is komen te staan dat dit ten opzichte van de 'gewone' verkeerssituatie geen extra risico's oplevert voor het overige verkeer. Dit houdt in dat medeweggebruikers altijd veilig en comfortabel kunnen in- en uitvoegen. Wellicht houdt dit in dat er ten hoogte van toe- en afritten niet kan worden gereden met een gekoppeld peloton, of dat bij (sommige) opritten een dynamisch toeritsysteem moet worden geplaatst.

4.4 Conclusie

In dit rapport zijn vijf risico's geconstateerd die met twee of meer sterren zijn gescoord op zowel 'kans' als 'gevolg'. Deze hebben betrekking op de korte volgtijd tussen de vrachtauto's in het peloton, de (mentale) belasting van de chauffeurs en de voorspelbaarheid voor andere weggebruikers.

Een bijzonder aspect van deze praktijkproef is dat de volgafstand tussen de vrachtauto's dusdanig klein is dat de chauffeurs van de volgvrachtauto's verkeerslichten pas kunnen zien op het moment dat zij niet meer de mogelijkheid hebben om te stoppen. Hierdoor kan het gebeuren dat de achterste vrachtauto door rood rijdt. Om dit te voorkomen adviseren wij de volgtijd tussen de vrachtauto's te vergroten in de buurt van conventionele verkeerslichten en iVRI's die het prioriteitsverzoek hebben afgewezen. Uitgaande van een snelheid van 80 km/uur en een remvertraging van 6 m/s^2 zou de volgtijd 2 seconden moeten bedragen voor een voldoende grote volgafstand (in dit geval 45 meter) om tot stilstand te kunnen komen vanaf het moment dat een volgchauffeur het verkeerslicht ziet. Bij lagere snelheden of een grotere remvertraging is een kleinere volgafstand in theorie voldoende, maar in de volg*tijd* moet ook de reactietijd van de chauffeur worden meegenomen. Op basis van de benodigde reactietijd van de chauffeur adviseren wij de RDW in de ontheffing op te nemen dat bij conventionele verkeerslichten en bij iVRI's die het prioriteitsverzoek hebben afgewezen een volgtijd van minimaal 2 seconden aangehouden moet worden.[11]

Daarnaast zijn wij van mening dat andere weggebruikers – die niet hebben gekozen om deel te nemen aan deze proef – niet gehinderd mogen worden. Wij adviseren de RDW daarom de ontheffing alleen te verlenen als de vrachtauto's ter hoogte van op- en afritten ruimte garanderen voor in- of uitvoegend verkeerd.

Wij adviseren de RDW erop toe te zien dat de aanvrager concrete mitigerende maatregelen treft voor alle in dit hoofdstuk beschreven risico's en pas een ontheffing te verlenen wanneer de RDW heeft kunnen vaststellen dat de door de aanvrager getroffen mitigerende maatregelen voldoende zijn om de risico's beheersbaar te maken.

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.

11. SWOV (2012). *Volgtijd en verkeersveiligheid.* SWOV-Factsheet, december 2012. SWOV, Leidschendam.

De belangrijkste adviezen samengevat:

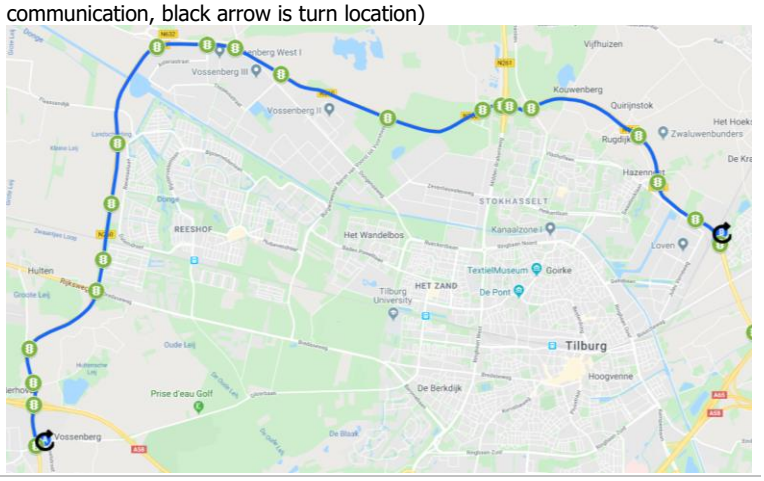
- Neem in de ontheffing op dat bij conventionele verkeerslichten en iVRI's die het prioriteitsverzoek hebben afgewezen een volgtijd van minimaal 2 seconden aangehouden moet worden.
- Verleen de ontheffing alleen als de vrachtauto's ter hoogte van op- en afritten ruimte garanderen voor in- of uitvoegend verkeer.
- Zie erop toe dat de aanvrager concrete mitigerende maatregelen voor de risico's treft en verleen de ontheffing pas wanneer de RDW heeft kunnen vaststellen dat de getroffen maatregelen voldoende mitigerend zijn.

Bijlage A SWOV-formulier praktijkproef TKI Smart Mobility EcoTwin III

REQUIRED INFORMATION FOR THE ASSESSMENT TESTING OF SELF-DRIVING VEHICLES

Form version 3 (December 2018)

YELLOW = POD/PEOPLEMOVERS
BLUE = PLATOONS

PROJECT / TEST		
Name project		TKI Smart mobility EcoTwin III
In one paragraph, explain the purpose of the test by answering the following questions: – Is it a demonstration or an experiment? – Which scenario is demonstrated / tested?		The EcoTwin III trucks will be used on selected public roads for demonstrating *Cooperative Adaptive Cruise Control* (CACC), *Active Lane Keeping* (ALK) and *Green Light Optimal Speed Advisory* (GLOSA) with 3 trucks. This means the trucks will drive in a platoon with aligned speed (CACC) and interact with the traffic lights to optimize the platoon speed profile and even prioritize timing at the traffic lights (GLOSA).
For which functionality/functionalities is exemption requested??		For Cooperative Adaptive Cruise Control (CACC), Active Lane Keeping (ALK) and Green Light Optimal Speed Advisory (GLOSA) with 3 trucks. Driving at a timegap of 1sec.
Test location	Place, province	Noord-Brabant, Tilburg and Helmond/Eindhoven, on selected segment of N260, N261, N270 and A270
	What type of roads does the vehicle travel on(motorway, provincial road, etc.)?	Provincial road N260/N261 and N270/A270
	At what speed does the vehicle travel on these roads?	Between 0 and 80KM/H
	What other road users types make use of these roads (cyclists, pedestrians, cars, freight traffic, etc.)?	Cars, motorcyclists and Freight Traffic
	What is the exact route of the vehicle (street names and route map)?	N260 and N261 (blue is normal traffic light and green is traffic light with communication, black arrow is turn location) 

		N270 and A270 (blue is normal traffic light and green is traffic light with communication, black arrow is turn location) A detailed map of both locations is included in the safety case.
	Which type of roads does the route intersect (highway, provincial road, etc.) and what are the speed limits there?	provincial roads, speed limits 50 and 80 KM/H
	Which types of road users make use of these intersecting roads (cyclists, pedestrians, cars, freight traffic, etc.)?	Cyclists, motorcyclists, pedestrians, cars, freight traffic, at locations of some traffic lights

What day or period will testing take place?	From	February 2020	Until	May 2020
Under what circumstances will the vehicle NOT be driving? (rush hour, day/night, weekdays/weekends, rain, fog, etc)	At Night, Weekends, heavy rain, heavy snow and dense fog			

VEHICLE

What type is the vehicle comparable to:		☐ Bus	☒ Truck/ Lorry (HGV)	☐ Car	☐ 'People mover'	☐ Other:

Vehicle specifications	Model		DAF FT XF 13 DAF FT XF – M DAF FT XF 17
	Mass	Unladen	(8.400+ 7.400) 15.800 KG (Tractor + Trailer)
		Laden	29.400 KG (Tractor + Trailer + Load)
	Dimensions (lxwxh)		Approx. 16.5 x 2.5 x 4
	Design speed		80 km/h (speed limiter of 85 km/h)
	Braking deceleration or deceleration rate (at mass Y)		approximately -8 to -10 m/s2

Which aspects of the driving task are automated?		*Automated*	*Explanation: Under which circumstances is this aspect automated (NB REQUIRED FIELD)*
	Steering	☒	Controlling the vehicle in the center of the road by detecting the line markings
	Accelerating	☒	Alignment of platoon speed and road circumstances
	Braking	☒	Alignment of platoon speed and road circumstances
	Monitoring of driving environment	☐	
	Monitoring of vehicle	☒	The vehicle and health of the automation system is being monitored.
	Other:	☐	

How does the appearance of the vehicle differ from current vehicles in the road environment?		Little difference, except some sensors, camera's and antenna's.
Behavior of the vehicle compared to an average driver	How does the vehicle deviate from formal traffic rules and signs?	Not
	How does the vehicle deviate from informal traffic rules and signs? **For example**: Does the vehicle drive (much) slower than the maximum speed or grant priority more often than traffic rules dictate?	No in general the vehicle behaves normally within traffic rules. In the GLOSA scenario, there is an possibility that the driving speed is slightly decreased in order to have optimize traffic flow.

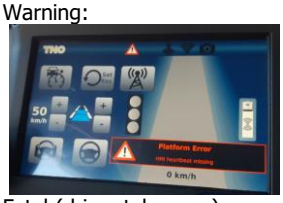
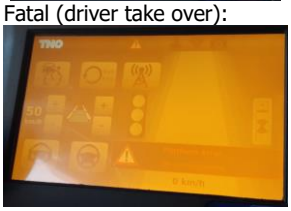
What information will the vehicle use from the roads (road markings, signs, lights, etc.)?	Road markings and traffic lights equipped with Infrastructure-to-Vehicle (I2V) communication

CREW	
How many project employees (driver / operator/ steward) are structurally present in the vehicle?	Per vehicle a driver and one operator per platoon (three vehicles). So in total four employees
How many project employees (operators) are structurally engaged in operating or monitoring the vehicle remotely?	One employee dedicated (as a minimum)

Please describe below the roles and tasks for each project employee

Project employee	Role description (driver / operator / steward / other)	Job description (programming, data collection, etc.)		Presence (in vehicle / on site / external control room /otherwise)
		Before / after the ride, when stationary	During the ride	
1:	Driver	Checking vehicle state; Monitoring warnings/errors on HMI; Adjusting time headway setting;	Activating controls; Adjusting set speed; Monitoring HMI: info/warnings/errors; Monitoring environment;	In vehicle
2:	Operator	Turn system On/Off; Checking system state; Starting/Stopping logging;	Monitoring system state	In vehicle
3:	Operator remote	Checking system state; Starting/Stopping logging;	Monitoring system state	At remote location
4:	Test leader (is driver in last vehicle of platoon)	Overall coordination of test; Decides if it is safe to start the test;	Same as driver	In vehicle
Etc:				

What information is offered to a driver / operator during a ride (information about the system's operation, route, communication with other drivers or a 'control room', etc.)? NB. Please add a photo from the perspective of the driver.	Drivers have audio communication using a headset DAF HMI shows errors/warnings TNO HMI shows: errors/warnings, control status, target information, i2v information (speed advice) MobilEye (ME) HMI shows: target time gap See the safety case for more details
How is a driver / operator informed about the current mode of automation?	By HMI display in cabin: grey icon=Off, blue icon=Standby, green icon=Active In the safety case more details can be found.
Intervening — Who will be informed if the system is no longer working?	All drivers in the platoon

/Taking over tasks	How is this person informed that the system is no longer working and he / she must intervene / take over tasks?	By warnings on HMI and the fact the control is disabled Warning:  Fatal (driver take over):  HMI error (driver take over): More information is available in the safety case
	In what way can this person intervene?	Throttle pedal overrule: temporarily override control by pressing throttle pedal; Brake pedal overrule: disabling longitudinal control by pressing brake pedal; Steering overrule: disable lateral control by pulling steering wheel; Emergency Off (EMO)_button: disable all controls by pushing EMO button
	How much time is there to intervene / take over tasks? NB. In case of multiple tasks, please describe for each task separately.	Between braking or pressing EMO button and reaction of truck to get to normal state is neglectable reaction time.
Driver or operator experience	Which training / information did the driver / operator receive to deal with the system?	The driver needs to be acquainted with the safety case and thus the risks, safety mechanisms etc. The driver should know the Operational protocol for testing. The drivers needs to have sufficient driving experience on the test track.
	What experience does the driver / operator have with the system?	A briefing before driving the test, will be part of the training. The driver / operator has experience with the system based on previous testing on the test track.
	What experience does the driver / operator have on Dutch roads?	Dutch drivers licence and sufficient driving experience, next to additional training
Describe what the driver must do in case of unforeseen circumstances (traffic jam on the route, flat tire, unexpected traffic, illness or driver fatigue, etc.)		Use brake or EMO button to switch off the controllers and return the vehicle to normal operation.
How is improper use by the driver prevented (e.g. switching on / off inadvertently) ?		No dangerous situation will occur when the driver (unexpected, unwanted or inadvertently) disable automated driving, as the truck will then be returned to its normal state. All drivers will be informed by the HMI that the platoon is disengaged and they can continue driving manually.

PLATOON	
How many vehicles will participate in the platoon?	3
What is the protocol in case of platoon interruptions?	Manual driving
How is the platoon re-established?	By control of drivers via an HMI button
What is the maximum deceleration rate of the entire platoon (without added braking by second or third driver)?	The automated deceleration of the platoon is limited to -6 m/s2
How are platoon drivers informed if the system is no longer working?	HMI display will indicate there the control is disabled and that the platoon is disengaged. An additional audio warning is issued in case of an error.
Which part of the route(s) are excluded for driving in platoons (for example at/near on and/or off-ramps)	At the turn locations at for example roundabouts
What will be the minimum headway at cruising speeds/steady speeds?	1 second
What will be the total length of the platoon (in meters) at cruising speeds/steady speeds?	With three vehicles approximately 95 meters at 80 km/h and approximately 60 meters at standstill

PASSENGERS / OTHER ROAD USERS	
Will there be passengers? If so: Who are these (notables, press, students, project staff, etc.)?	Project staff may be present
How will other road users and / or local residents be informed about the test?	Not applicable
How will the possibility that other road users may test the vehicle be dealt with? For example: Other road users who test whether the vehicle really brakes automatically.	The driver needs to monitor and will be able to deal with e.g. cut-in situations (and is even supported by the automated system)

ORGANISATION		
Describe the protocol in case of incidents: who decides for which incidents whether to continue or stop the test?		Each driver can stop the test if his vehicle is not functioning properly; Test leader (driver in last platoon) decides if it safe to start/stop the test.
Test results	Where has the system been tested before (on a test track or public road)? Please attach results.	Many kilometres of testing on test tracks and on a HIL setup
	Which risk analyses (hazard analysis, risk assessment, FMEA, etc.) have been carried out? Please attach results.	HARA and FMEA have been made (see safety case documentation)

LASTLY…

… SWOV would like to receive any additional information that project managers, RDW and / or road managers deem relevant for inclusion in the SWOV advice .
See safety case documentation.

Bijlage B Risicomatrix

Op basis van expertkennis en literatuur is een 'risicomatrix' opgesteld.[12] 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*[13] 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)[14]. 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 vrachtauto's die gekoppeld in colonne op de weg rijden. Dit wordt ook wel 'platooning trucks' genoemd. In een gekoppelde colonne heeft de voorste vrachtauto de leidende rol en een lager automatiseringsniveau.

12. 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.)
13. 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. SWOV, Den Haag.
14. 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

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[15]		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 vrachtauto, extreem lang voertuig)?		Heeft de operator genoeg informatie om de juiste beslissing te nemen?
Transition of control	Mentale taakbelasting[16]	Is de taak mentaal belastend of juist (te) weinig belastend?		
	Situation Awareness[17,18]	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[19]		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[20]		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)?		

15. 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.
16. Waard, D. de (1996). *The measurement of drivers' mental workload.* Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen RUG, Groningen.
17. Endsley, M.R. (1995). *Toward a theory of situation awareness in dynamic systems.* In: Human Factors, vol. 37, nr. 1, p. 32-64.
18. 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.
19. 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.
20. 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[21]		Zijn andere weggebruikers geïnformeerd over de praktijkproef?	
Afleiding	Zijn de kenmerken van de voertuigen zo opvallend dat overige wegverkeer hierdoor kan worden afgeleid?		
Voorspelbaarheid[22,23]		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[24][25]	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[26]	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?		

[21] 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.

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

[23] 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.

[24] 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.

[25] 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.

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

Bijlage C Scenario's geelfase

Hieronder worden twee scenario's beschreven waarbij volgchauffeurs door de korte volgtijd de status van de verkeerslichten niet kunnen zien. Er is gerekend met een constante rijsnelheid van 80 km/uur, een volgtijd van 1,0 seconde en een remvertraging van 8 m/s^2 voor alle voertuigen. De lengte van de dilemmazone is dan 58 m (= 110 – 52) wat toevallig precies overeenkomt met de lengte van twee volgende voertuigen (18 + 22 + 18 = 58 m). Met andere woorden: er kunnen maximaal twee voertuigen tegelijkertijd in de dilemmazone. Ter illustratie van de twee scenario's is op de volgende pagina een afbeelding toegevoegd.

Scenario 1

In dit scenario is voertuig 1 het leidende voertuig en zijn voertuig 2 en 3 de volgers. Voertuig 4 wordt buiten beschouwing gelaten.

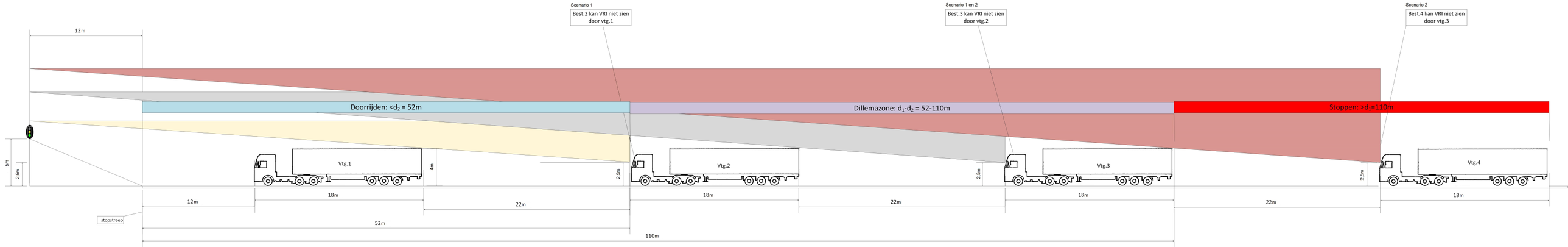
Voertuig 2 en 3 bevinden zich in de dilemmazone (52 tot 110 meter voor stopstreep) op het moment dat de bestuurder van het leidende voertuig 1 het verkeerslicht (op 5 meter boven de weg) van groen naar geel[27] ziet gaan. Bestuurders van voertuig 2 en 3 zien (2,5 meter ooghoogte) dit echter niet doordat ze kort (22 meter) achter hoge achterkant (4 meter) van de voorganger rijden. Aangezien voertuig 1 doorrijdt (hij moet wel), rijden voertuig 2 en 3 ook door. Dit is in principe geen probleem omdat ze zich beide in de dilemmazone bevinden waarin men de keuze heeft om te stoppen of door te rijden. Op het moment dat de bestuurders van voertuig 2 en 3 het verkeerslicht dicht genoeg zijn genaderd, zien ze het licht op geel staan maar hebben zij niet meer de mogelijkheid om te stoppen. Ze moeten erop vertrouwen dat de bestuurder van voertuig 1 de juiste keuze heeft gemaakt.

Scenario 2

In dit scenario is voertuig 2 het leidende voertuig en zijn voertuig 3 en 4 de volgers. Voertuig 1 wordt buiten beschouwing gelaten.

Voertuig 3 bevindt zich in de dilemmazone en voertuig 4 nog daarvoor (>110 meter) op het moment dat de bestuurder van het leidende voertuig 2 (< 52 meter, net voorbij de dilemmazone) het verkeerslicht van groen naar geel ziet gaan. Bestuurders van voertuig 3 en 4 zien (2,5 meter ooghoogte) dit echter niet doordat ze kort (22 meter) achter hoge achterkant (4 meter) van de voorganger rijden. Aangezien voertuig 2 doorrijdt (hij moet wel), rijden voertuig 3 en 4 ook door. Dit is voor voertuig 3 geen probleem omdat die zich in de dilemmazone bevindt (zie *Scenario 1*). Voor voertuig 4 is dat wél een probleem omdat dit voertuig zich nog voor de dilemmazone bevindt: de bestuurder van dit voertuig is pas in staat het verkeerslicht te zien als hij voorbij de dilemmazone is en zal daardoor niet meer op tijd voor rood licht kunnen stoppen.

27. De aanbevolen lengte van de geelfase bij 80 km/uur is 5 seconden (voor rechtdoor gaand verkeer). Zie ook paragraaf 6.2 uit CROW (2014). *Handboek verkeerslichtenregelingen 2014*, Publicatie 343, CROW, Ede. te raadplegen via http://kennisbank.crow.nl onder kennismodule Verkeersmanagement.


Scenario 1
Best.2 kan VRI niet zien door vtg.1
Scenario 1 en 2
Best.3 kan VRI niet zien door vtg.2
Scenario 2
Best.4 kan VRI niet zien door vtg.3
12m
Doorrijden: <d2 = 52m
Dillemazone: d1-d2 = 52-110m
Stoppen: >d1=110m
5m
2.5m
Vtg.1
4m
2.5m
Vtg.2
2.5m
Vtg.3
2.5m
Vtg.4
12m
18m
22m
18m
22m
18m
22m
18m
stopstreep
52m
110m

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