

Advies praktijkproef

Ursa Major neo Truck Platooning Trial 2022

R-2022-2

SWOV



Auteurs

Dr. ir. R.J. Jansen

Dr. ir. D. Cleij

C. Mons, MSc

Ir. W.J.R. Louwerse

Ing. G. Schermers

Ongevallen voorkomen
Letsel beperken
Levens redden

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2022-2
Titel:	Advies praktijkproef
Ondertitel:	Ursa Major neo Truck Platooning Trial 2022
Auteur(s):	Dr. ir. R.J.Jansen, dr. ir. D. Cleij, C. Mons, MSc, ir. W.J.R. Louwerse & Ing. G. Schermers
Projectleider:	C. Mons, MSc
Projectnummer SWOV:	E22.02.A
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. Dit rapport beschrijft het SWOV-advies over de praktijkproef Ursa Major neo Truck Platooning Trial 2022.
Aantal pagina's:	33
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2022 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

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

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Beschrijving van de praktijkproef	6
2.1	Beschikbare informatie	6
2.2	De proef	7
2.2.1	De voertuigen	7
2.2.2	De bestuurders en taakomschrijving	9
2.2.3	De locatie en tijden	12
2.3	Samenvatting en aannames	13
3	Risico-inventarisatie	15
4	Duiding van de relevante risico's	27
4.1	Rijstrookwisselingen medeweggebruikers worden bemoeilijkt (RR 4, RR 6 en RR 7)	27
4.2	Onnodig actief remmen (RR 2, RR 3 en RR 5)	28
4.3	Interactie met het touchscreen (RR 1)	28
4.4	Prestatiedruk (RR 8)	29
5	Conclusie	27
5.1	Advies	27
5.2	Kennisvragen	28
5.3	Aandachtspunten	28
	Referenties	27
Bijlage A	Voorbeeld testplan	27
Bijlage B	Risico's geïdentificeerd door TNO	27
Bijlage C	Externe omstandigheden	27

1 Inleiding

Om innovaties op het gebied van zelfrijdende voertuigen te stimuleren, faciliteert Nederland het testen van zelfrijdende voertuigen op de openbare weg. Vanuit het *Besluit ontheffing exceptioneel vervoer* (Boev)¹ kan ontheffing worden verleend voor praktijkproeven met (deels) zelfrijdende voertuigen waarin een bestuurder aanwezig is. Bij het beoordelen van een ontheffingsaanvraag wordt de *Testprocedure zelfrijdende voertuigen op de Nederlandse openbare weg* (zie Boele et al., 2015) gehanteerd, die uit drie nauw met elkaar samenhangende onderdelen bestaat: voertuig, weg en mens (gedrag). De RDW is eindverantwoordelijk voor de ontheffing en verantwoordelijk voor het onderdeel 'voertuig'. De betreffende wegbeheerder of Taskforce Dutch Roads is verantwoordelijk voor het onderdeel 'weg', en SWOV is gevraagd om RDW te adviseren over de mens-/gedragsaspecten van de proeven.

Dit rapport beschrijft het SWOV-advies de praktijkproef 'Ursa Major neo Truck Platooning Trial 2022', aangevraagd door TNO in opdracht van RWS. Bij deze proef wordt op een vaste route op autosnelwegen tussen Venlo en de Maasvlakte Rotterdam (A67, A2, A58, A16, A15) gereden met drie gekoppelde (in peloton rijdende) vrachtauto's. De twee volgvrachtauto's houden zelf een volgtijd aan van minimaal 1 seconde, waarbij de bestuurders blijven sturen en de omgeving monitoren voor interacties met medeweggebruikers.²

Hoofdstuk 2 bevat een beschrijving van de proef. *Hoofdstuk 3* bevat een inventarisatie van de mogelijke verkeersveiligheidsrisico's en een inschatting van de ernst van deze risico's. In *Hoofdstuk 4* wordt er uitgebreider ingegaan op de meest relevante risico's. *Hoofdstuk 5* bevat de conclusie, met daarin het advies over welke risico's ten behoeve van de verkeersveiligheid gemitigeerd zouden moeten worden alvorens de praktijkproef wordt toegestaan op de openbare weg, een overzicht van kennisvragen die tijdens de proef onderzocht zouden kunnen worden, en aandachtspunten. 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, er worden geen uitspraken gedaan over de geldigheid van het SWOV-advies over de verkeersveiligheidseffecten van de beschreven zelfrijdende voertuigen op een andere locatie, op een ander moment, of over een bredere toepassing van dit soort technologieën in ons verkeerssysteem.



1. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0018680/2019-07-01>
2. Wanneer wij in dit rapport spreken van een 'bestuurder' bedoelen wij de bestuurder van één van de testvoertuigen.

2 Beschrijving van de praktijkproef

Paragraaf 2.1 geeft een overzicht van de informatie die beschikbaar was voor het beoordelen van de praktijkproef. Vervolgens wordt de proef in *Paragraaf 2.2* beschreven op basis van de beschikbare informatie. *Paragraaf 2.3* toont een puntsgewijze samenvatting van de proefbeschrijving en de bijbehorende aannames.

2.1 Beschikbare informatie

Voor deze praktijkproef hebben twee startbijeenkomsten plaatsgevonden. Naar aanleiding van vragen bij de eerste startbijeenkomst (20 september 2021) is de oorspronkelijk toegestuurde documentatie gereviseerd en opnieuw aangeboden voor de tweede startbijeenkomst (24 januari 2022). Dit adviesrapport gaat uit van de gereviseerde documentatie daar waar een revisie van toepassing is:

- SWOV-document *Advies praktijkproef TKI Smart Mobility EcoTwin III* (Mons et al., 2020), opgesteld voor een eerdere TNO-praktijkproef met dezelfde vrachtauto's;
- SWOV-formulier *Required information for the assessment testing of self-driving vehicles*, zoals ingevuld voor de proef 'Ursa Major neo Truck Platooning Trial' en ontvangen op 2 september 2021;
- RDW-document *RDW-SPE-0090348-test-report-only*, met hierin omschrijvingen en resultaten van initiële testen bij het RDW, ontvangen op 2 september 2021;
- RDW-document *Concept verslag startbijeenkomst UMneo_vs0.1*, met notulen van de 1^e startbijeenkomst op 20 september 2021, ontvangen op 30 september 2021;
- TNO-document *Slides Start Meeting UMNeo TNO 20-9-2021*, presentatie gehouden bij de 1^e startbijeenkomst op 20 september 2021, ontvangen op 30 september 2021;
- RDW-document *Aanvraagformulier BOEV / Experimenteerwet (v0.5)*, ingevuld door TNO en ontvangen op 16 december 2021;
- TNO-document *TNO Safety Case documentation: SC Truck Platooning Trials Main document (v0.6)*, ontvangen op 16 december 2021;
- TNO-document *TNO Safety Case documentation: SC Truck Platooning Trials Operational Protocol (v0.7)*, ontvangen op 16 december 2021;
- TNO-document *TNO Safety Case documentation: Infrastructure & Environment Venlo – Maasvlakte Route description (v0.7)*, ontvangen op 16 december 2021;
- TNO-document *Antwoord op vragen startmeeting 2021-09 – SWOV (v0.2)* met een antwoord op SWOV-vragen n.a.v. de 1^e startbijeenkomst op 20 september 2021, ontvangen op 16 december 2021;
- TNO-document *Antwoord op vragen startmeeting 2021-09 – RDW – RWS (v0.2)* met een antwoord op vragen van de RDW en RWS n.a.v. de 1^e startbijeenkomst op 20 september 2021, ontvangen op 16 december 2021;
- RWS-document *Vooronderzoek truck platooning; Eindrapportage*, ontvangen op 16 december 2021;
- TNO-document *Ursa Major neo Truck Platooning Trial D1.1B: Adjusted evaluation plan and initial methodology (v0.3)*, ontvangen op 16 december 2021;

- TNO-document *SC_TPT - StartMeeting Presentation 2022-01 - V0.3*, presentatie gehouden bij de 2^e startbijeenkomst op 24 januari 2022, ontvangen op 2 februari 2022;
- RDW-document *Concept verslag startbijeenkomst UMneo 2.0* met notulen van de 2^e startbijeenkomst op 24 januari 2022, ontvangen op 2 februari 2022;
- TNO-document *Antwoord op vragen startmeeting 2022-01 – SWOV (v0.1)* met een antwoord op SWOV-vragen n.a.v. de 2^e startbijeenkomst op 24 januari 2022, ontvangen op 2 februari 2022;
- TNO-document *Antwoord op vragen startmeeting 2022-01 – RWS (v0.1)* met een antwoord op RWS-vragen n.a.v. de 2^e startbijeenkomst op 24 januari 2022, ontvangen op 2 februari 2022;
- Mondelinge communicatie met TNO op 10 februari 2022 m.b.t. de automatische reactie van het peloton op invoegend verkeer. Schriftelijke bevestiging opgevraagd op 10 februari 2022 en ontvangen op 17 februari 2022.

2.2 De proef

De huidige praktijkproef is een vervolg op de praktijkproef ‘TKI Smart Mobility EcoTwin III’ (beschreven in het adviesrapport van Mons et al., 2020). De aanvrager wil met deze praktijkproef onderzoeken wat het effect is van het rijden van vrachtauto’s in een peloton op de afhandeling van potentieel risicovolle situaties, het gedrag van medeweggebruikers rondom het peloton, doorstroming, brandstofverbruik en de acceptatie van bestuurders van het peloton. Dit effect wordt onderzocht in combinatie met communicatie vanuit de infrastructuur. De praktijkproef is gepland voor een duur van 20 dagen op de route tussen Venlo en Maasvlakte Rotterdam tussen maart en mei 2022.

Hieronder beschrijven we achtereenvolgens de voertuigen waarvoor een ontheffing noodzakelijk is, de taken die de bestuurders tijdens de proef moeten uitvoeren en de locatie en tijden waarop de proef zal plaatsvinden.

2.2.1 De voertuigen

Er zal worden gereden met drie trekker-trailer-vrachtautocombinaties in een vaste volgorde, waarbij er met dezelfde omgebouwde DAF FT XF-trekkers wordt gereden als in het vorige adviesrapport (Mons et al., 2020). De trekkers zijn qua uiterlijk identiek en verschillen niet wezenlijk van andere vrachtauto’s op de openbare weg. In tegenstelling tot de vorige praktijkproef zal er met onderling verschillende trailers gereden worden; de belading is echter gelijk (tot 40 ton). De systemen die het in deze praktijkproef mogelijk maken om gekoppeld in een peloton te rijden zijn qua hardware identiek aan de systemen in vorige praktijkproef, maar wijken qua software en gebruik op vier punten af:

- De maximale volgtijd tussen de vrachtauto’s is bij het gekoppeld rijden vergroot van 1,4 seconden naar 1,5 seconden.
- Er worden in peloton-modus twee volgtijden getest (1,0 en 1,5 seconden), waar dat er in de vorige praktijkproef drie waren (1,0; 1,2 en 1,4 seconden).
- De laterale besturingsfunctie ‘Active Lane Keeping’ is weliswaar beschikbaar, maar wordt niet gebruikt; de bestuurder zal dus zelf moeten sturen.
- Er wordt geen gebruik gemaakt van I2V-communicatie via verkeerslichten (die op de huidige route niet aanwezig zijn, zie ook *Paragraaf 2.2.3*).

Tijdens de proef zullen de testvoertuigen een peloton van tussen de 94 en 116 meter vormen (uitgaande van een snelheid van 80 km/uur en een volgtijd van minimaal 1,0 seconde en maximaal 1,5 seconden). De vrachtauto’s beschikken in een gewone volgsituatie over ‘Adaptive Cruise Control’ (ACC). Wanneer er echter in peloton-modus wordt gereden zal ACC in de twee volgvrachtauto’s worden vervangen door ‘Cooperative Adaptive Cruise Control’ (CACC).

Daarnaast beschikt de tweede vrachtauto van het peloton over 'Automatic Emergency Braking' (AEB), welke in de peloton-modus wordt vervangen door 'Cooperative Collision Avoidance' (CCA). De vrachtauto's ontvangen ter hoogte van een testlocatie op de A16, waarbij er door een tunnel wordt gereden, 'Infrastructure to vehicle' (I2V) berichten op het aanraakscherm van een speciaal ingebouwde TNO-interface (de 'Platooning-HMI'). Met deze interface kunnen bestuurders tevens de systemen bedienen en monitoren. Deze functionaliteiten worden hieronder nader toegelicht.

Afstand houden met ACC en CACC

Bij reguliere volgsituaties kunnen de bestuurders 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 beide volgvrachtauto's een volgtijd van 1,0 of 1,5 seconden aanhouden. Ter vergelijking: in normaal/regulier verkeer wordt een volgtijd van 2 seconden geadviseerd (SWOV, 2012). Bestuurders kunnen het CACC-systeem deactiveren door te remmen of de noodknop onder de Platooning-HMI in te drukken. Wanneer bestuurders gas geven wordt het CACC-systeem alleen tijdelijk gedeactiveerd.

Wanneer er in peloton-modus wordt gereden en een andere verkeersdeelnemer invoegt tussen de testvoertuigen, dan wordt de CACC van het testvoertuig direct achter de invoegende verkeersdeelnemer automatisch uitgeschakeld.^{3,4} Dit testvoertuig zal overschakelen naar ACC en afremmen, waarbij de volgtijd vergroot wordt van 1,0 (of 1,5) seconde naar 1,5 (of 2,0) seconden. Bij het afremmen lichten de remlichten op. De remintensiteit hangt af van hoe agressief er ingevoegd wordt. De detectie van invoegend verkeer is geoperationaliseerd als het moment dat een medeweggebruiker de rijstrookmarkering van een testvoertuig passeert. Het voertuigstelsel reageert niet op signalen van medeweggebruikers die de intentie om in te voegen communiceren, zoals het gebruik van richtingaanwijzers, het maken van oogcontact, of dichter tegen de rand van de rijstrook aan gaan rijden.

Noodremmingen met AEB en CCA

De conform EU-verordening 661/2009 verplicht aanwezige AEB-noodremsystemen zijn gedurende de gehele praktijkproef uitgeschakeld, ongeacht of er in peloton-modus wordt gereden. 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 een AEB-systeem de ontstane situatie onterecht als een dreigende botsing kan interpreteren en daardoor zal gaan remmen. Daarom zijn de aanwezige AEB-systemen bij deze praktijkproef permanent uitgeschakeld. In plaats daarvan maakt men in alle voertuigen gebruik van CCA (Cooperative Collision Avoidance). Wanneer de voorste vrachtauto plotseling hard remt, communiceert CCA dit naar de tweede en derde vrachtauto van het peloton en zullen deze automatisch een remvermogen van maximaal 8 m/s² aanwenden.⁵ Hiermee wordt voldaan aan de wettelijke eis van 5 m/s².



3. Bij een peloton van drie vrachtauto's zal een invoegende verkeersdeelnemer dus resulteren in een peloton van twee vrachtauto's (nog altijd rijdend in peloton-modus) en één los rijdende vrachtauto.
4. Invoegende en uitvoegende verkeersdeelnemers worden in deze context als synoniem beschouwd.
5. Bij de eerdere praktijkproef beschreven in Mons et al. (2020) werd voor CCA een remvermogen van 6 m/s² gerapporteerd.

Ghost targets

Bij ontheffingstests op de RDW-testbaan in Lelystad bleek dat de sensoren die gebruikt worden voor het detecteren van objecten zo nu en dan kortdurend vals-positieven geven. Dat wil zeggen dat ze objecten signaleren die er niet zijn, zogenaamde 'ghost targets'. Het aantal vals-positieven verschilde per testdag en hoewel het vermoeden lijkt te bestaan dat de oorzaak verband hield met een combinatie van pylonen en een nat reflecterend wegdek, zijn de precieze omstandigheden waardoor vals-positieven op de testbaan optraden niet bekend. Vals-positieven worden doorgaans zeer kort gemeten (in de orde grootte van milliseconden). Door deze korte duur remt het CCA-systeem bij een vals-positieve detectie vóór het voertuig kort af met een remvertraging van 4 m/s^2 , waarbij de remlichten oplichten.⁶ Tijdens de tweede startbijeenkoms heeft de aanvrager als oplossing voorgesteld om de minimum benodigde tijd om een CCA-respons te activeren te verhogen en om het systeem kort via ACC/CACC af te laten remmen, waarmee er lichter geremd⁷ wordt en er door de korte detectie een lagere snelheidsvermindering plaatsvindt. Ook bij deze oplossing lichten de remlichten op. De aanvrager heeft aangegeven dat er bij een eerdere praktijkproef op de openbare weg (beschreven in Mons et al., 2020) geen vals-positieven zijn opgetreden, maar dat er niettemin vals-positieven te verwachten zijn bij het onderdoor gaan van viaducten. In dit adviesrapport gaan wij ervan uit dat de hierboven voorgestelde oplossing voor de omgang met 'ghost targets' geïmplementeerd zal worden voor de praktijkproef.

TNO-interface en I2V-berichten

De functionaliteiten van de testvoertuigen kunnen via een apart touchscreen rechts van het stuur worden bediend. Waarschuwingen worden hierop via tekstberichten gecommuniceerd. Bij foutmeldingen kleurt het gehele scherm, afhankelijk van de urgentie, geel of rood, waarbij de bestuurder geacht wordt alle controle over het voertuig direct over te nemen. Boven het dashboard bevindt zich tevens een scherm (in afmetingen vergelijkbaar met een mobiele telefoon), waarmee instructies op basis van de infrastructuur worden getoond ter hoogte van de C-ITS-testlocatie op de A16 (zie ook *Afbeelding 1* in *Paragraaf 2.2.3*). Op 500 m voorafgaand aan het inrijden van een tunnel wordt de instructie "Platooning: not allowed, disengage!" getoond. Op 500 m afstand van weefvlakken wordt de instructie "Platooning: use maximum time gap" getoond. Op het overige deel van het C-ITS-traject wordt het bericht "Platooning: no restrictions" getoond.

2.2.2 De bestuurders en taakomschrijving

De bestuurders zijn in het bezit van een geldig rijbewijs voor het besturen van een vrachtauto en hebben ervaring opgedaan met het voertuigstelsel: ze hebben een instructie gehad over de werking van het systeem, een rijtraining op een testbaan en rijden jaarlijks minimaal acht testuren op een testbaan. De bestuurder van het achterste van de drie voertuigen is tevens de testleider, die naast de taken als bestuurder (hieronder per fase van het rijden in peloton-modus beschreven) verantwoordelijk is voor het oordeel of het veilig is om in peloton-modus te (gaan) rijden. In het tweede voertuig bevindt zich tevens een operator die onder meer verantwoordelijk is voor het monitoren van de peloton-systemen van alle vrachtauto's, het starten en stoppen van de data-opname en het begeleiden van de bestuurders (navigatie, naderen van risicovolle situaties zoals beschreven in *Bijlage B*). Bestuurders wisselen tijdens één testdag niet van vrachtauto of positie in het peloton. Tussen verschillende testdagen kan er wel sprake zijn van een andere bezetting en positie in het peloton. Tijdens de gehele proef zijn de bestuurders en operator in contact via een open spraakverbinding, die uitsluitend voor proef-gerelateerde doeleinden gebruikt mag worden. Afhankelijk van het testplan (zie hieronder) en indien mogelijk zullen de bestuurders in peloton-modus rijden. Wanneer er tijdens de proef niet in peloton-modus wordt gereden bestuurt men de testvoertuigen als normale vrachtauto's.



6. Wij nemen aan dat er, afhankelijk van de verkeerssituatie, tot het maximale remvermogen van 8 m/s^2 geremd zal worden indien een object voor een testvoertuig langer wordt gedetecteerd dan enkele milliseconden.
7. Het is niet bekend welke remvertraging beneden 4 m/s^2 er bij de voorgestelde oplossing precies van toepassing is.

De aanvrager heeft de taken van de bestuurders en operator gedocumenteerd in het *Operational Protocol*. Bij de tweede startbijeenkomst is aangegeven dat dit een levend document betreft: naar aanleiding van ervaringen tijdens de praktijkproef (vastgelegd in een monitoringplan) bestaat, na overleg met RDW en/of RWS, de mogelijkheid dat het *Operational Protocol* wordt aangepast.⁸ In dit adviesrapport gaan we uit van het *Operational Protocol* zoals dat bij de tweede startbijeenkomst is gepresenteerd.

Peloton vormen

Om de peloton-modus te activeren dient de bestuurder van een volgvrachtauto een knop op het scherm van de Platooning-HMI in te drukken. De bestuurder van 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 volgtijd tussen opeenvolgende vrachtauto's van het peloton ligt tussen de 1,0 en 5,0 seconden.⁹
- Het snelheidsverschil met de voorliggende vrachtauto is kleiner dan 7 km/uur.

Daarnaast hebben bestuurders de instructie ontvangen om geen peloton te vormen ter hoogte van in- en uitvoegstroken, bij weefvakken, bij afvallende rijstroken (tapers), in bochten, en wanneer men verwacht spoedig te zullen moeten remmen.

Rijden in peloton

Wanneer er in peloton-modus wordt gereden, wordt de longitudinale controle van de twee volgvrachtauto's overgenomen door de systemen. De bestuurders dienen in dat geval te sturen en de rijomgeving en de systemen te monitoren. Het monitoren van de systemen gaat via de Platooning-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 bestuurder direct de controle over het voertuig dient over te nemen. De voorste vrachtauto wordt óók in peloton-modus als een gewone vrachtauto bestuurd. In peloton-modus wordt met een maximale snelheid van 80 km/uur gereden. De bestuurders hebben de instructie om op de rechter rijstrook te blijven en geen andere weggebruikers in te halen wanneer er in peloton-modus wordt gereden.¹⁰ Verder geldt voor de voorste vrachtauto van het peloton de instructie om een relatief defensieve rijstijl aan te nemen.¹¹ Bestuurders van volgvrachtauto's hebben de instructie gekregen om te anticiperen op in-, uit- en samenvoegend verkeer en waar nodig (dus niet standaard) de volgtijd te vergroten, ofwel door de volgtijdingstelling te vergroten (de peloton-modus blijft hierbij intact), ofwel door de peloton-modus te ontkoppelen.

Wat betreft de omgang met 'ghost targets' (zie *Paragraaf 2.2.1*) is in het *Operational Protocol* vastgelegd dat bestuurders op de hoogte zijn van potentiële remacties bij viaducten en dat een onterechte remactie ongedaan gemaakt kan worden door het gaspedaal in te drukken (een zgn.



8. De precieze procedure (waaronder betrokkenheid van partijen en rolverdeling) was niet bekend op het moment dat dit adviesrapport werd opgesteld.
9. Bij de vorige praktijkproef (beschreven in Mons et al., 2020) werd aangegeven dat de gewenste volgafstand met een marge van 5 meter wordt bereikt. Bij een snelheid van 80 km/uur en een *gewenste* volgtijd van 1,5 seconde komt dit overeen met een *effectieve* volgtijd tussen 1,28 en 1,73 seconden als voorwaarde om het peloton te kunnen vormen. In de documentatie van de huidige praktijkproef wordt er geen marge in termen van volgafstand gegeven, maar in termen van volgtijd, te weten tussen 1,0 en 5,0 seconden, ongeacht de gewenste volgtijd. In dit adviesrapport nemen wij aan dat de laatst verstrekte informatie van toepassing is.
10. Een uitzonderingssituatie is mogelijk bij weefvlakken, waarbij het peloton tijdelijk niet op de meest rechter rijstrook zal rijden.
11. Anders dan het voorbeeld dat er geen onnodige inhaalmanoeuvres worden ingezet is er niet bekend wat er concreet onder een relatief defensieve rijstijl wordt verstaan.

‘throttle overrule’). Tevens zal in het *Operational Protocol* worden vastgelegd dat bestuurders voorafgaand aan het rijden en tijdens het rijden controleren of er wegwerkzaamheden zijn.¹²

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).
- Er doet zich een onvoorziene verkeerssituatie voor (bijv. uitzonderlijke drukte of file).
- Een van de bestuurders geeft aan het peloton te willen opbreken.
- Men nadert één van de drie tunnels op de route.
- Het einde van de route is bereikt.

Het peloton kan automatisch worden opgebroken door het systeem, of handmatig door de bestuurder. Wanneer systeemfouten optreden of een medeweggebruiker zich in het peloton voegt, wordt het peloton automatisch opgebroken (zie ook *Paragraaf 2.2.1*). In de andere hierboven opgesomde situaties wordt het peloton handmatig opgebroken door de systemen te overrulen (remmen) of door op de Platooning-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 invoegend verkeer niet ingehaald zal worden om het peloton te herstellen en dat er door testvoertuigen stroomafwaarts niet langzamer zal worden gereden. Wanneer er zich geen medeweggebruikers meer tussen de testvoertuigen bevinden, dan zal het ontstane gat door de volgvrachtauto’s gedicht worden door tijdelijk tussen de 80 en 85 km/uur te rijden.¹³ Als medeweggebruikers niet uit zichzelf van rijstrook opschuiven, dan zullen de testvoertuigen bij de eerstvolgende parkeergelegenheid hergroeperen (waarbij een eventueel actieve peloton-modus voorafgaand aan het naderen van de te nemen uitvoegstrook wordt ontkoppeld).

Rijtijd en testplan

De bestuurders rijden maximaal 8 uur per dag. Hiervan zal er maximaal 2 uur achtereen worden gereden, waarna er minimaal 30 minuten rust wordt genomen. Als voorbeeld heeft de aanvrager een testdag met een totale duur van 10,5 uur geschetst, inclusief rust. Onder de aanname dat de rustperiode niet wordt gebruikt voor overige werkzaamheden (zoals het evalueren van de systemen) houden de bestuurders zich met dit schema aan de wet op rij- en rusttijden (Rijksoverheid, 2022).

Voor de eigenlijke proef start zullen er minstens twee testen worden uitgevoerd, waaraan alle bestuurders deelnemen. Tijdens de eerste test zal de route volledig manueel worden gereden zodat de bestuurders kennis kunnen maken met de route. Bij de tweede testrit zullen alle configuraties worden doorlopen (ACC 2,0 sec, CACC 1,5 sec, ACC 1,5 sec en CACC 1,0 sec), waarbij eerst op rustige tijdstippen gereden zal worden.¹⁴ Na elke test, maar ook na elke testdag in de eigenlijke proef, zal er een evaluatie plaatsvinden en zal het *Operational Protocol* en/of de route zo nodig in overleg met RDW en RWS worden aangepast. Ook zullen er go-/no-go-momenten zijn.



12. Deze aanvulling is tijdens de tweede startbijeenkomst als aanvulling op het eerder verstuurd *Operational Protocol* gepresenteerd. In dit adviesrapport doen wij de aanname dat de aanvulling daadwerkelijk deel uitmaakt van het *Operational Protocol*.

13. Wij constateren dat hiermee tijdelijk de snelheidslimiet voor vrachtverkeer van 80 km/uur wordt overschreden.

14. Tijdens de eerste startbijeenkomst werd er door TNO aangegeven dat er in eerste instantie op rustige tijden wordt gereden. In de documentatie van de tweede startbijeenkomst wordt hier niet meer over gesproken. Wij nemen echter aan dat deze opzet nog steeds geldt.

Tijdens de proef zal de volgorde van de condities per dag gevarieerd worden om leereffecten te voorkomen. Een voorbeeld-testdag is weergegeven in *Bijlage A*. Hierin is te zien dat er elke 2 uur een pauze van minstens 30 minuten wordt gehouden.

De drie vrachtauto's nemen altijd allemaal deel aan de test, maar het peloton kan bestaan uit twee of drie vrachtauto's. De lengte van het peloton zal doorgaans constant zijn binnen één testdag. Als het peloton uit twee vrachtauto's bestaat zal de eerste vrachtauto enkele minuten voor¹⁵ de andere vrachtauto's vertrekken, zodat deze ver genoeg weg rijdt om interactie met het peloton van de twee andere vrachtauto's te voorkomen.

Driver monitoring-systeem

Er is een driver monitoring-systeem (DMS) aanwezig in alle voertuigen om na te gaan of de bestuurder alert is. Dit systeem geeft een akoestisch signaal af met een willekeurig tijdsinterval tussen de 2 en 4 minuten als het voertuig in peloton-modus rijdt. De bestuurder kan aangeven dat hij/zij alert is door binnen 5 seconden het gaspedaal in te drukken.¹⁶ Het systeem onderneemt dan verder geen actie. Als er niet binnen 5 seconden wordt gereageerd via het gaspedaal, dan zal het systeem het peloton automatisch ontkoppelen en omschakelen van CACC naar ACC. Een reactie op het akoestische signaal is alleen vereist als de gewenste acceleratie groter is dan -1 m/s^2 (dat wil zeggen als het voertuig niet aan het remmen is) en als CACC actief is. Dit betekent dat de bestuurder tijdens een reactie wel een signaal te horen kan krijgen, maar hier dan dus niet op hoeft te reageren en dat het peloton dan ook niet ontkoppeld wordt.

2.2.3 De locatie en tijden

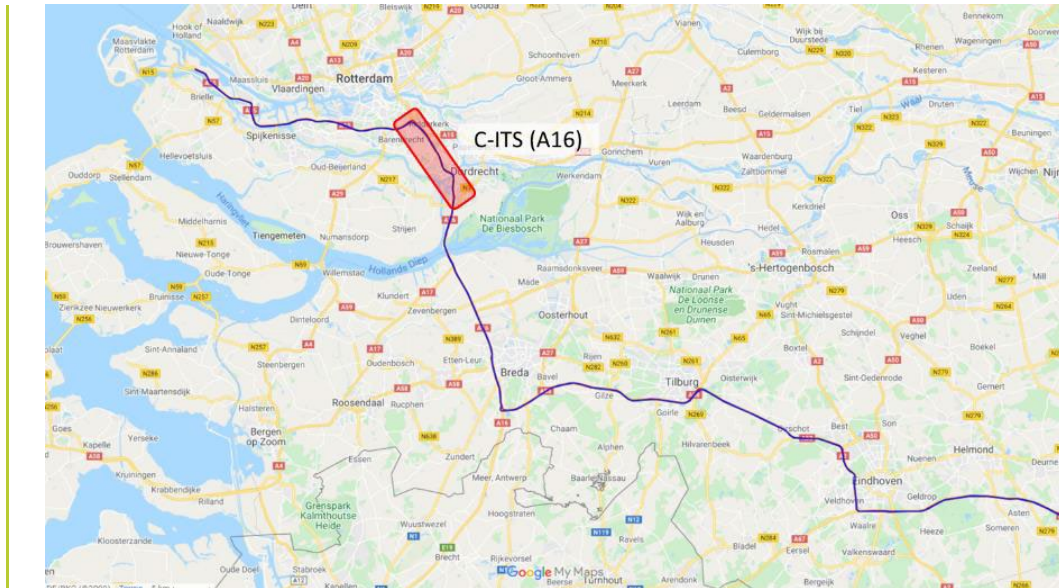
De praktijkproef zal plaatsvinden op de route van Venlo naar Rotterdam en vice versa zoals aangegeven in *Afbeelding 2.1*. Deze afbeelding geeft ook aan waar er getest zal worden met C-ITS. De totale route bevat delen van de A67, A2, A58, A16 en de A15. De route ligt tussen op-/afrit 41 van de A67 bij Venlo (hectometerpaal A67 73.3 Re/Li) en op-/afrit 8 van de A15 bij de Maasvlakte vlakbij Rotterdam (hectometerpaal A15 25.5 Re/Li).



15. Er is tegenstrijdige informatie gegeven over de 2+1-formatie van peloton en solo-vrachtauto. In de aanvullende informatie (TNO-document *Ursa Major neo Truck Platooning Trial D1.1B: Adjusted evaluation plan and initial methodology (v0.3)*) staat dat de solo-vrachtauto achter het peloton aan rijdt. Ook in het TNO-document *TNO Safety Case documentation: SC Truck Platooning Trials Main document (v0.6)* wordt de solo-vrachtauto beschreven als derde voertuig, wat impliceert dat het achteraan rijdt. In de TNO-presentatie tijdens de startbijeenkomst (*SC_TPT - StartMeeting Presentation 2022-01 - V0.3*) is op slide 18 echter te zien dat het peloton van twee vrachtauto's achter de solo-vrachtauto rijdt. Bij navraag is dit ook als antwoord gegeven door TNO (zie TNO-document *Antwoord op vragen startmeeting 2022-01 – SWOV (v0.1)*). In dit rapport wordt daarom aangenomen dat de solo-vrachtauto vóór het peloton van twee vrachtauto's uit rijdt.

16. Het gaspedaal hoeft maar kort en licht te worden ingedrukt, zodat het geen effect heeft op de uiteindelijke acceleratie van de vrachtauto.

Afbeelding 2.1. Totale route tussen Venlo en Rotterdam. (afbeelding overgenomen van TNO-document 'TNO Safety Case documentation: Infrastructure & Environment Venlo – Maasvlakte Route description (v0.7)').



Tijdens de proef kan de gehele route gereden worden, maar ook enkel delen van de route, bijvoorbeeld om binnen de totale dagelijkse reistijd (8 uur, zie *Paragraaf 2.2.2*) terug te kunnen keren bij het vertrekpunt in Venlo. De peloton-modus wordt alleen op de snelweg geactiveerd. Bij het verlaten van de snelweg, bijvoorbeeld bij keerpunten, wordt de peloton-modus voor de afrit gedeactiveerd en pas weer geactiveerd na de oprit. Elke op- of afrit kan worden gebruikt als keerpunt. De aanvrager heeft een risicoanalyse voor deze route uitgevoerd en identificeerde zes risico's. De risico's en voorgenumen mitigerende maatregelen zijn weergegeven in *Bijlage B*.

Er wordt alleen getest tussen zonsopgang en zonsondergang, in principe ook tijdens de spits. De drukte wordt echter gefaseerd opgezocht, de eerste rit zal dan ook buiten de spits plaatsvinden. De proef vindt verder plaats onder verschillende externe omstandigheden zoals beschreven in *Bijlage C*. Daarbij mag de vrachtauto waarvan de AEB is uitgeschakeld bij mist of regen alleen rijden met een zichtbaarheidsbereik van ten minste 200 meter.

2.3 Samenvatting en aannames

Hieronder vatten wij de praktijkproef samen:

- Het betreft een proef met drie vrachtauto's.
- Indien aan alle voorwaarden wordt voldaan, kunnen de bestuurders via een speciale interface de peloton-modus inschakelen.
- In peloton-modus zal er gereden worden met een peloton van twee of drie gekoppelde vrachtauto's.
- In peloton-modus zal er met een volgtijd van 1,0 of 1,5 seconden worden gereden.
- In peloton-modus worden AEB en ACC in de volgvrachtauto's vervangen voor CCA en CACC.
- De bestuurders blijven in peloton-modus verantwoordelijk voor sturen en het monitoren van de omgeving.
- Ter hoogte van de C-ITS locatie op de A16 zullen de vrachtauto's I2V-berichten ontvangen op een apart scherm.
- De vrachtauto's zullen op een vaste route rijden.

In dit SWOV-advies zijn de volgende aannames gedaan:

- Rustperiodes tussen het rijden door bestaan uit minimaal 30 minuten rust, waarbij geen overige werkzaamheden worden uitgevoerd.
- De door de aanvrager gepresenteerde oplossing voor de omgang met 'ghost targets' zal geïmplementeerd worden in het systeem en in het *Operational Protocol*. Wij nemen aan dat

er, afhankelijk van de verkeerssituatie, tot het maximale remvermogen van 8 m/s^2 geremd zal worden indien een object voor een testvoertuig langer wordt gedetecteerd dan enkele milliseconden.

- > De volgtijd tussen opeenvolgende vrachtauto's van het te vormen peloton moet tussen de 1,0 en 5,0 seconden liggen om de peloton-modus te kunnen inschakelen. Na de peloton-modus te hebben ingeschakeld nemen de voertuigen conform het testplan automatisch een onderlinge volgtijd aan van 1,0 of 1,5 seconden.
- > Als het peloton uit twee vrachtauto's bestaat zal de derde (solo-)vrachtauto voor het peloton uit rijden.
- > Er wordt in eerste instantie op rustige tijden gereden, alvorens er bij drukker verkeer getest zal worden.

3 Risico-inventarisatie

Voor de advisering over de mens-/gedragsaspecten van de praktijkproef is gebruikgemaakt van de procedure en bijbehorende risicomatrix die SWOV heeft opgesteld (Boele et al., 2015; Hoekstra & Mons, 2020). De risico-inventarisatie is door een expertteam (allen SWOV-onderzoekers) met de onderstaande expertises uitgevoerd:

- Dr. ir. D. Cleij (lucht- en ruimtevaartingenieur; expertise meet- en regeltechniek en mens-machine-interactie);
- Dr. ir. R.J. Jansen (industriële ontwerper; expertise mens-productinteractie en cognitieve psychologie);
- Ir. W.J.R. Louwerse (verkeerskundig ingenieur; expertise diepteonderzoek naar verkeersongevallen, gekwalificeerd verkeersveiligheidsauditor);
- C. Mons, MSc (psycholoog; expertise cognitieve psychologie, interacties in het verkeer);
- Ing. G. Schermers (verkeerskundige, expertise verkeersafwikkeling, wegontwerp, safe systems, internationaal verkeersveiligheidsauditor).

In een brainstorm met deze experts op 7 februari 2022 zijn potentiële risico's in kaart gebracht. Deze risico's zijn naderhand door de individuele experts gescoord. *Tabel 3.1* toont de uitgewerkte risicomatrix voor deze praktijkproef. De risico's zijn verdeeld in vijf categorieën:

1. Risico's die kunnen spelen bij de toepassing van het (voertuig)systeem;
2. Risico's die samenhangen met opleiding en belasting van de bestuurder/toezichthouder;
3. Risico's die kunnen spelen bij de interactie tussen het testvoertuig en andere verkeersdeelnemers;
4. Risico's die samenhangen met de locatie en het moment van de praktijkproef. Hierbij zijn de plaats op de weg en de route belangrijke uitgangspunten;
5. Overige risico's: risico's die samenhangen met veranderingen in externe omstandigheden, prestatiedruk en incidenten.

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. De toelichting biedt, zonder een volledige dekking van het beoordelingscriterium, een handvat bij het categoriseren van de in de brainstorm geïdentificeerde risico's.
- 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 twee kolommen 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.¹⁷



17. 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.¹⁸ 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. 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 Ursa Major neo Truck Platooning Trial 2022.

Beoordelingscriteria	Toelichting op beoordelingscriteria	Toepassing op deze praktijkproef	Kans	Gevolg
1. Toepassing voertuig(systeem)				
Ontwerp	<i>Voorziet het ontwerp van het voertuig- en/of monitoringsysteem in de wijze waarop de bestuurder of toezichhouder het voertuig binnen de proef dient te gebruiken (bijvoorbeeld: zichtbaarheid Human Machine Interface, bediening noodknop, belemmering/onvoldoende zicht vanuit de cabine/controlekamer, plaats bestuurder in voertuig)?</i>	De voorste vrachtauto heeft met AEB, of door handmatig remmen, een grotere remvertraging ter beschikking (tot 10 m/s ²) dan het CCA-systeem (maximaal 8 m/s ²) van de volgers. Als de vrachtauto aan kop plotseling hard remt, zien wij het risico dat de achterliggende testvoertuigen mogelijk niet automatisch een (ketting)botsing kunnen voorkomen.	*	***
		De volgtijd wordt ingesteld met virtuele knoppen op de Platooning-HMI. Wij zien het risico dat de interactie met het touchscreen ervoor zorgt dat de bestuurder te lang bezig is met het instellen van de gewenste volgtijd en daardoor een kritische situatie niet opmerkt. ¹⁹ Dit risico wordt vergroot als er meerdere keren gedrukt moet worden om de volgtijd tussen 1,0 en 1,5 seconden te wisselen. (RR 1)	**	**
Oneigenlijk gebruik van het voertuig(systeem)	<i>Wordt het voertuig(systeem) gebruikt op een manier, plaats of tijd die niet past binnen het Operational Design Domain (ODD) (bijvoorbeeld: het systeem in de verkeerde omstandigheden (de)activeren)?</i>	Wij zien geen risico dat het systeem buiten het ODD wordt gebruikt.	n.v.t.	n.v.t.
Mode confusion	<i>Zijn er maatregelen genomen om te voorkomen dat er bij de bestuurder gedurende de proef onduidelijkheid ontstaat over het huidige niveau van automatisering?</i>	Het huidige niveau van automatisering wordt duidelijk op de Platooning-HMI aangegeven.	n.v.t.	n.v.t.



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

19. In rijsimulatorexperimenten is gevonden dat proefpersonen een grotere stuurafwijking vertonen bij het gebruik van touchscreens dan bij het gebruik van fysieke toetsen (Crandall & Chaparro, 2012; Reimer et al., 2014). Bovendien wordt er bij touchscreens vaker naar de HMI gekeken en minder lang op de weg gelet (Reimer et al., 2014).

Beoordelingscriteria	Toelichting op beoordelingscriteria	Toepassing op deze praktijkproef	Kans	Gevolg
Transition of control	Wordt er tijdig een waarschuwing gegeven indien rijtaken (op afstand) overgenomen moeten worden?	De Platooning-HMI geeft met beelden en geluidsignalen aan als het systeem niet meer werkt. Bestuurders dienen op dat moment de controle over de vrachtauto direct over te nemen. We zien het risico dat bestuurders daar niet tijdig toe in staat zijn, aangezien het systeem geen rekening houdt met de reactietijd van de bestuurders.	*	***
Automation surprise	Kan de bestuurder/toezichhouder verrast worden door wat het voertuig(systeem) doet?	Doordat de precieze oorzaak van de 'ghost targets' onbekend is, valt niet uit te sluiten dat deze tijdens de proef zullen voorkomen. Doordat de remlichten bij ghost targets oplichten zien wij het risico dat een achterliggende medeweggebruiker hierdoor verrast wordt, als reactie onnodig hard remt, met als gevolg een kop-staartbotsing met achterliggend verkeer. (RR 2)	**	**
		Het driver monitoring-systeem geeft een geluidssignaal af, onafhankelijk van de context waarin gereden wordt. Het risico bestaat dat de bestuurder, die getraind is om op het geluidssignaal te reageren, het gaspedaal indrukt op het moment dat juist een remactie vereist is vanwege een kritieke situatie.	*	***
Anticiperen	Kan het voertuig(systeem) anticiperen op onverwacht gedrag van andere weggebruikers?	Er wordt door het systeem niet geanticipeerd op invoegend verkeer. In plaats daarvan wordt actief geremd wanneer invoegend verkeer de rijstrookmarkering passeert. Ten opzichte van uitrollen, waarbij minder hard wordt geremd en er geen remlichten gaan branden, zien wij het risico op schokgolven stroomopwaarts, wat kop-staartbotsingen tot gevolg kan hebben. (RR 3)	**	**
Verkeersregels	Volgt het voertuig(systeem) 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 bestuurders zijn geïnstrueerd het systeem volgens de verkeersregels te gebruiken.	n.v.t.	n.v.t.

Beoordelingscriteria		Toelichting op beoordelingscriteria	Toepassing op deze praktijkproef	Kans	Gevolg
2. Bestuurder/toezichthouder					
Ervaring/Opleiding		<i>Heeft de bestuurder of toezichthouder voldoende relevante rij- en/of monitoringervaring?</i>	In de documentatie wordt aangegeven dat de bestuurders over het juiste rijbewijs beschikken en getraind worden om met het systeem om te gaan, ook in kritieke situaties. We gaan er daarom van uit dat de bestuurders voldoende zijn opgeleid en geschikt zijn om deel te nemen aan de praktijkproef.	n.v.t.	n.v.t.
		<i>Heeft de bestuurder/toezichthouder een opleiding gevolgd waarin ten minste behandeld is (1) in welke omgevingen/onder welke omstandigheden het voertuig(systeem) veilig kan functioneren, (2) welke beperkingen het voertuig(systeem) heeft, en (3) wat er moet gebeuren na een incident (bijvoorbeeld zorg voor veiligheid van inzittenden en omstanders gedurende de afwikkeling van het incident)?</i>			
		<i>Heeft de bestuurder of toezichthouder praktische ervaring met het voertuig- en/of monitoring-systeem (inclusief het gebruik van noodmiddelen zoals een noodknop)?</i>			
(Rij)geschiktheid		<i>Is de bestuurder/toezichthouder geschikt voor het uitvoeren van de vereiste taak of taken (bijvoorbeeld: reactietijd, risicoschatting, taalbeheersing)?</i>			
Situation Awareness	(Mentale) Onderbelasting	<i>Is de taak (te) weinig belastend waardoor de kans op afleiding en concentratieverlies bestaat?</i>	We zien geen verhoogd risico op afleiding en concentratieverlies door onderbelasting, doordat de bestuurders vanwege het moeten sturen 'in the loop' blijft.	n.v.t.	n.v.t.
	(Mentale) Overbelasting	<i>Is de taak (te) belastend waardoor de kans op het missen van relevante informatie of het niet uitvoeren van relevante handelingen bestaat (bijvoorbeeld: programmering, hosting, volgen dienstregeling, aansturen te veel voertuigen vanuit controlekamer)?</i>	Gezien de extra taken van de testleider naast de rijtaak (beslissen over vormen en opbreken van het peloton, open spraakcommunicatie, volgtijden instellen, systeem monitoren) in combinatie met mogelijk lange testdagen (tot 10,5 uur) zien wij het risico op overbelasting van de testleider.	*	**

Beoordelingscriteria	Toelichting op beoordelingscriteria	Toepassing op deze praktijkproef	Kans	Gevolg
Onvoorziene situaties	<p>Weet de bestuurder/toezichhouder wat te doen in geval van onvoorziene situaties (bijvoorbeeld: overstekende dieren/voetgangers/objecten, file op het traject, lekke band, ziekte of vermoeidheid bestuurder, overbezetting voertuig)?</p>	<p>Door de korte volgtijd hebben de bestuurders van de tweede en derde vrachtauto van het peloton minder zicht op de verkeerssituatie vóór het peloton (de voorliggende vrachtauto belemmert immers het zicht). Hierdoor ontstaat het risico dat kritieke situaties (zoals plotseling uitwijken voor een object) niet tijdig worden opgemerkt.</p>	*	**
		<p>In het <i>Operational Protocol</i> staat onder andere vermeld dat bestuurders moeten anticiperen op invoegend verkeer en dat de bestuurder van het voorste voertuig in het peloton een defensievere rijstijl moet aannemen (bijvoorbeeld door niet onnodig in te halen), om onvoorziene situaties op te kunnen vangen. Wij zien het risico dat deze instructies niet worden nageleefd, door gebrek aan uitwerking van deze instructies en het gebrek aan controle op de uitvoering ervan.</p>	*	**
3. Interactie van andere weggebruikers met het voertuig				
Voorspelbaarheid	<p>Maakt het voertuig bewegingen die afwijken van de verwachtingen van andere weggebruikers?</p>	<p>Voor de bestuurders van het peloton kan het in sommige situaties moeilijk zijn om in te schatten wanneer zij de ruimte voor medeweggebruikers moeten creëren en wanneer zij dit aan het systeem kunnen overlaten. We zien daarom het risico dat er later door de bestuurders wordt ingegrepen dan er door medeweggebruikers wordt verwacht en deze onvoorspelbaarheid kan tot onwenselijke situaties leiden. (RR 4)</p>	**	**
		<p>Meerdere medeweggebruikers kunnen kort na elkaar in het peloton invoegen. Wanneer een medeweggebruiker invoegt achter het voorste testvoertuig, zal dit leiden tot het oplichten van de remlichten van het middelste testvoertuig. Als kort daarvoor al een medeweggebruiker was ingevoegd achter het middelste testvoertuig, zien we het risico dat de laatstgenoemde medeweggebruiker schrikt van de remlichten en een gevaarlijke manoeuvre uitvoert, zie ook <i>Afbeelding 4.1</i>. (RR 5)</p>	**	**
Gedragsadaptatie	<p>Wat is de kans dat andere weggebruikers op onwenselijke wijze gedrag van automatische voertuigen overnemen (bijvoorbeeld: te korte volgtijd in navolging van platooning trucks)?</p>	<p>Medeweggebruikers (waaronder vrachtauto's) 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.</p>	*	**

Beoordelingscriteria		Toelichting op beoordelingscriteria	Toepassing op deze praktijkproef	Kans	Gevolg
Uittesten voertuig		<i>Is er voldoende rekening gehouden met de mogelijkheid dat andere weggebruikers het voertuig uittesten (bijvoorbeeld: overige weggebruikers testen of het voertuig inderdaad automatisch remt)?</i>	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.
Herkenbaarheid	Afleiding en waarneembaarheid	<i>Zijn de kenmerken van het voertuig zo opvallend dat overige wegverkeer hierdoor kan worden afgeleid, dan wel zo onopvallend dat andere verkeersdeelnemers er overheen kijken?</i>	Andere weggebruikers hebben geen informatie over de relatief grote lengte van het verder onopvallende peloton. Achterliggend verkeer op een naastgelegen rijstrook kan de onderlinge volgafstand binnen het peloton overschatten, waardoor te laat blijkt dat het niet mogelijk is om veilig tussen de vrachtauto's van het peloton door van rijstrook te wisselen. We zien het risico dat deze verkeersdeelnemers daardoor gevaarlijk reageren. Zij kunnen bijvoorbeeld vlak voor het peloton langs proberen uit te voegen (en daardoor voorbij de pijlpunt uitkomen) of hard remmen om achter het peloton uit te komen (en daarbij ander achterliggend verkeer hinderen). (RR 6)	**	**
	Informatie	<i>Zijn andere weggebruikers geïnformeerd over de aanwezigheid van het (gedeeltelijk) zelfrijdende voertuig?</i>			
4. Locatie en tijden praktijkproef					
Plaats op de weg		<i>Is de voorgestelde plaats op de weg de meest veilige als het voertuig mengt met ander verkeer (voorbeeld: rijbaan, fietspad, afgesloten rijbaan)?</i>	Hoewel de keuze om zo veel mogelijk rechts te rijden een veilige keuze lijkt, zien wij toch een risico dat er niet naar een linker rijstrook wordt opgeschoven om ruimte te maken voor invoegend of samenvoegend verkeer. Het risico wordt vergroot bij een kortere volgtijd. (RR 7)	**	**
Route/netwerk	Omgeving	<i>Leidt de route-/netwerkkeuze tot verhoogd risico gelet op de omgeving (op- en afritten, weefvakken, drukte, winkels, scholen, speeltuinen, etc.) en het gebruik van de infrastructuur door andere verkeersdeelnemers en door het voertuig zelf?</i>	Er zijn verhoogde risico's op deze route, met name bij weefvakken en in- en uitvoegstroken. Deze risico's zijn elders in deze matrix beschreven.	n.v.t.	n.v.t.
	Snelheidslimiet	<i>Is de snelheid van het voertuig passend gezien de geldende snelheidslimiet(en), dan wel de snelheden die er daadwerkelijk gereden worden (bijvoorbeeld: niet te langzaam of te snel voor de omstandigheden)?</i>	Bij het herstellen van het peloton kan het voorkomen dat er door de volgvrachtauto's tijdelijk tussen de 80 en 85 km/uur gereden. We zien hierin in de huidige praktijkproef echter geen aanvullend risico gezien de gangbare snelheid van overig vrachtverkeer op de route.	n.v.t.	n.v.t.
Externe omstandigheden (weer en verkeer)		<i>Zijn de omstandigheden waaronder wel/niet gereden wordt duidelijk gedefinieerd?</i>	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.

Beoordelingscriteria	Toelichting op beoordelingscriteria	Toepassing op deze praktijkproef	Kans	Gevolg	
5. Overig					
Verandering in externe omstandigheden	<i>Is duidelijk vastgelegd wanneer en door wie besloten wordt om de proef (tijdelijk) te staken bij veranderingen in externe omstandigheden (weer en verkeer)?</i>	De rol van de testleider rouleert per dag. Bestuurders kunnen hierdoor per dag andere verantwoordelijkheden voor de proef toegewezen krijgen.	Door eerdere ervaringen kunnen meerdere bestuurders tegelijk denken de verantwoordelijkheid van de testleider te kunnen nemen. Wij zien dan het risico dat er een discussie tussen de bestuurders ontstaat, waardoor het besluit om het peloton te ontkoppelen bij een kritieke situatie mogelijk niet tijdig wordt uitgevoerd.	*	**
			De feitelijke testleider kan per abuis opereren als reguliere bestuurder (omdat dit op een eerder moment zijn/haar rol was). Wij zien dan het risico dat het peloton niet (tijdig) wordt ontkoppeld bij een kritieke situatie.	*	**
Prestatiedruk	<i>Is duidelijk beschreven hoe prestatiedruk en de daaruit voortvloeiende risico's voorkomen kunnen worden? (bijvoorbeeld: is vastgelegd hoe en door wie er op wordt toegezien dat de formeel vastgelegde protocollen in de praktijk worden nageleefd? Denk aan het overslaan van pauzes om extra data te verzamelen of het nalatig omgaan met veiligheidsprotocollen om de proef te laten slagen.)</i>	We zien het risico dat bestuurders, 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 te laten voegen of besluiten om de peloton modus in stand te houden tijdens het wisselen van rijstrook als dit niet wenselijk is). (RR 8)	**	**	
Incidenten	<i>Is duidelijk vastgelegd wat de verschillende betrokkenen (projectleiding, RDW, wegbeheerder, SWOV, etc.) moeten doen in geval van incidenten?</i>	Er is een duidelijk incidentenplan opgesteld binnen het <i>Operational Protocol</i> .	n.v.t.	n.v.t.	

4 Duiding van de relevante risico's

In dit hoofdstuk worden de relevante risico's (in de matrix aangeduid met 'RR') uitgebreider besproken. Dit zijn de risico's met een score van minstens 2 x 2 sterren ('kans' x 'gevolg'). De risico's hebben betrekking op bemoeilijkt rijstrookwisselingen van medeweggebruikers (*Paragraaf 4.1*), onnodig actief remmen (*Paragraaf 4.2*), interactie met het touchscreen (*Paragraaf 4.3*) en prestatiedruk (*Paragraaf 4.4*).

4.1 Rijstrookwisselingen medeweggebruikers worden bemoeilijkt (RR 4, RR 6 en RR 7)

In conventioneel verkeer maken weggebruikers doorgaans ruimte voor verkeer dat van rijstrook wisselt als de verkeerssituatie hierom vraagt. Het kan zijn dat een dergelijke situatie al vroeg te voorspellen is, zoals bijvoorbeeld bij het naderen van een in- of uitvoegstrook of een weefvak. In andere gevallen is in- of uitvoegend verkeer niet te voorspellen, bijvoorbeeld als een andere weggebruiker plotseling van rijstrook wisselt. In veel gevallen is een rijstrookwisseling van een andere weggebruiker kort van te voren te voorspellen, bijvoorbeeld doordat deze tijdig richting aangeeft voordat een rijstrookwisseling wordt ingezet. In de proef wordt de taak om ruimte te creëren uitgevoerd door zowel het systeem als de bestuurder van een testvoertuig. Het systeem kan (relatief laat) reageren op in- en uitvoegend verkeer op basis van het overschrijden van de rijstrookmarkering. De bestuurders zijn geïnstrueerd te anticiperen op in- en uitvoegend verkeer en ruimte te creëren indien nodig. We zien het risico dat het in sommige situaties (die niet ver van te voren te voorspellen zijn) onduidelijk is wie de taak om ruimte te creëren op zich zal nemen en dat de bestuurder daarbij een afwachtende houding aanneemt (**RR 4**). Dergelijk gedrag is ook aangetoond in simulatorstudies tijdens het rijden met ACC (Larsson et al., 2014; Jammes et al., 2017). De instructie om zo veel mogelijk rechts te rijden kan daarbij zorgen dat er bij tapers en in- en uitvoegstroken niet tijdig van rijstrook gewisseld wordt om ruimte te creëren voor ander verkeer (**RR 7**).^{20,21} De afwachtende houding bij het ruimte maken, door af te remmen of door van rijstrook te wisselen, kan worden versterkt door de wens om het systeem en zijn functionaliteiten goed te testen. Daarnaast zien we het risico dat medeweggebruikers de lengte van het peloton, de volgfstanden en de bijbehorende mogelijkheden om makkelijk in te voegen verkeerd inschatten doordat het peloton niet herkenbaar is (**RR 6**). Deze risico's hebben tot gevolg dat het invoegen voor de medeweggebruiker bemoeilijkt wordt. Dit kan leiden tot stress bij de medeweggebruiker, wat zich vervolgens kan uiten in veiligheidskritieke situaties waarbij andere weggebruikers op het laatste moment hard remmen om achter het peloton langs van rijstrook te verwisselen of juist accelereren en vlak voor het peloton invoegen.



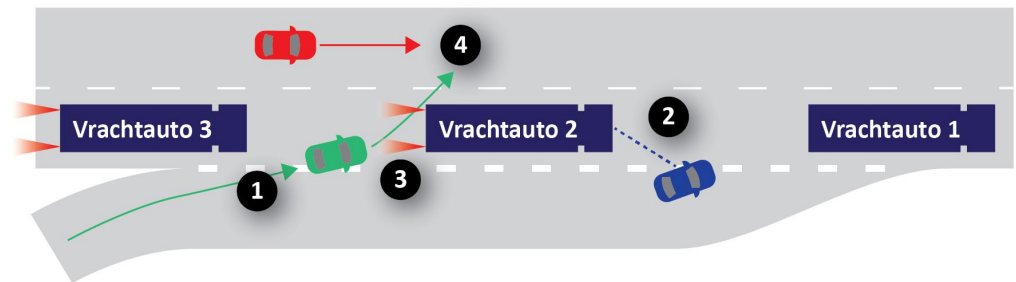
20. Vanwege colonnevorming is eerder besloten om het inhaalverbod voor vrachtauto's op diverse trajecten op te heffen, zie bijvoorbeeld Rijkswaterstaat (2020).

21. Buiten de tapers en in- en uitvoegstroken zien wij de instructie om zo veel mogelijk rechts te rijden niet als aanvullend risico.

4.2 Onnodig actief remmen (RR 2, RR 3 en RR 5)

We zien het risico dat het systeem te vaak onnodig actief licht remt – waarbij de remlichten aangaan – en daarmee veroorzaakt dat een daarop volgende medeweggebruiker ook onnodig hard remt. Dit remmen gebeurt onnodig bij de detectie van ghost targets (**RR 2**) maar ook (terecht) bij het actief remmen in plaats van anticiperend uitrollen bij invoegend verkeer (**RR 3**). Dit kan extra veiligheidsrisico's opleveren wanneer meerdere voertuigen kort na elkaar invoegen (**RR 5**), zoals geïllustreerd in *Afbeelding 4.1*. Laatstgenoemde situatie zal op de relatief drukke route naar verwachting vaker voorkomen dan op de relatief rustige routes waar de vorige praktijkproef met dit peloton-systeem plaatsvond (N270/A270 en N260/N261; zie Mons et al., 2020).

Afbeelding 4.1. Risico bij invoegen door meerdere medeweggebruikers (RR 5). De groene personenauto is ingevoegd (1) vlak voordat de blauwe personenauto invoegt (2). Vrachtauto 2 detecteert de blauwe personenauto en remt automatisch af. Verrast door de remlichten (3) wijkt de groene personenauto naar links uit, waar de rode personenauto aan komt rijden (4). De illustratie is niet op schaal.



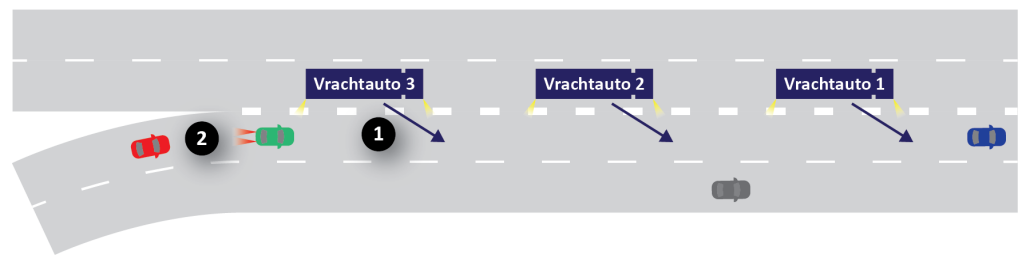
4.3 Interactie met het touchscreen (RR 1)

Bij reguliere DAF XF vrachtauto's wordt, net als bij de meeste voertuigen die beschikken over ACC, de volgtijd ingesteld met fysieke knoppen op het stuurwiel. Voor het bedienen van deze knoppen hoeft men in principe enkel de duim te verplaatsen, waarbij de knoppen op de tast gevonden kunnen worden. Een visuele indicatie van de ingestelde volgtijd wordt vervolgens weergegeven op het instrumentenpaneel, een locatie waar de bestuurder gewend is om te kijken (bijvoorbeeld voor de snelheidsmeter) en die de aandacht slechts beperkt van de weg af leidt. Bij de testvoertuigen wordt de volgtijd voor CACC daarentegen ingesteld met virtuele knoppen op de Platooning-HMI, waar tevens de visuele terugkoppeling wordt gegeven. Voor het bedienen van deze knoppen moet de bestuurder de hand naar het touchscreen op de middenconsole verplaatsen. Wij zien het risico dat de interactie met het touchscreen ervoor zorgt dat de bestuurder te lang bezig is met het instellen van de gewenste volgtijd en daardoor een kritische situatie niet opmerkt. Zo blijkt uit rijsimulatorexperimenten dat proefpersonen een grotere stuurafwijking vertonen bij het gebruik van touchscreens dan bij het gebruik van fysieke toetsen (Crandall & Chaparro, 2012; Reimer et al., 2014). Bovendien wordt er bij touchscreens vaker naar de HMI gekeken en minder lang op de weg gelet (Reimer et al., 2014). Het is niet bekend hoeveel keer er op de Platooning-HMI moet worden gedrukt om een gewenste volgtijd in te stellen. Voornoemd risico wordt vergroot als er meerdere keren gedrukt moet worden om de volgtijd tussen 1,0 en 1,5 seconden te wisselen.

4.4 Prestatiedruk (RR 8)

We zien het risico dat bestuurders, ondanks de instructie het peloton in ongunstige situaties op te breken, door prestatiedruk extra risico's nemen om het peloton in stand te houden (**RR 8**). Wanneer er tot aan een ongunstige situatie met een peloton van drie vrachtauto's wordt gereden is dit risico groter dan bij een peloton van twee vrachtauto's. Een bestuurder kan nalaten om tijdig extra ruimte te creëren voor auto's die tussen het peloton willen in- of uitvoegen. Ook kan er worden besloten om de peloton-modus in stand te houden wanneer het peloton van rijstrook wisselt (zoals bij het weefvak tussen de A16 en A15 bij Rotterdam-Zuid) in een situatie waarin dit niet wenselijk is. Dit laatste is bijvoorbeeld het geval als er voor het peloton beperkte invoegruimte beschikbaar is, waardoor een achterliggend voertuig zich genoodzaakt voelt af te remmen om voldoende volgafstand te houden. Het actief remmen van het achterliggende voertuig kan een kop-staartbotsing met een voertuig daarachter (zie *Afbeelding 4.2*).

Afbeelding 4.2. Risico bij een rijstrookwisseling door het peloton. Het peloton geeft aan van rijstrook te gaan wisselen tussen de blauwe en groene personenauto (1). De groene personenauto remt noodgedwongen af vlak voor de rode personenauto (2).



5 Conclusie

In dit rapport heeft SWOV mogelijke risicofactoren in de interactie tussen het voertuig, de bestuurder en andere verkeersdeelnemers in de beoogde verkeersomgeving in kaart gebracht voor de praktijkproef 'Ursa Major neo Truck Platooning Trial 2022'. *Paragraaf 5.1* bevat het advies met betrekking tot het verlenen van een ontheffing voor de praktijkproef. Daarnaast worden er leeransen (*Paragraaf 5.2*) en aandachtspunten bij een bredere uitrol (*Paragraaf 5.3*) beschreven.

5.1 Advies

Er zijn acht risico's geconstateerd met een score van twee of meer sterren op zowel 'kans' als 'gevolg'. Deze relevante risico's hebben betrekking op bemoeilijkte rijstrookwisselingen van medeweggebruikers, onnodig actief remmen, prestatiedruk en de interactie met het touchscreen.

Wij erkennen dat de aanvrager veel heeft gedaan om deze risico's te mitigeren (m.u.v. de interactie met het touchscreen). Omdat de risico's echter niet geheel kunnen worden weggenomen is het cruciaal deze situaties zorgvuldig te monitoren en te analyseren. Met betrekking tot de interactie met het touchscreen adviseert SWOV de RDW erop toe te zien dat er concrete mitigerende maatregelen worden getroffen en pas ontheffing te verlenen wanneer de RDW heeft kunnen vaststellen dat de door de aanvrager getroffen mitigerende maatregelen voldoende zijn om het risico beheersbaar te maken.

Voor het opstellen van dit adviesrapport is een aantal aannames gedaan (zie *Paragraaf 2.3*). SWOV adviseert de RDW om te controleren of deze aannames correct zijn. Indien dit niet het geval blijkt te zijn, kan dit gevolgen hebben voor de (beoordeling van de) geïnventariseerde risico's met betrekking tot overbelasting van de testleider (als er onvoldoende rust wordt genomen, of als er direct met drukker verkeer getest wordt) en de (mentale) belasting van de testleider in de achterste vrachtauto (in het geval dat bij een peloton van twee vrachtauto's de solo-vrachtauto ver áchter het peloton rijdt in plaats van ver ervoor). Tevens valt dan niet uit te sluiten dat er aanvullende risico's gelden.

Tot slot wil SWOV 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.

5.2 Kennisvragen

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

1. Interactie tussen de bestuurder en het voertuigstelsel

Volgers in het peloton hoeven geen snelheid te kiezen, 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', hiermee kan vanuit volgtrucks vóór de leidende truck worden gekeken. Geniet dit wel of niet de voorkeur bij het rijden in peloton?
- Hoe wordt het omgaan met de Platooning-HMI ervaren? Denk hierbij aan het tot stand brengen van het peloton en het omgaan met foutmeldingen.

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 zich in in het peloton? Met welke afstand tot de voorste of achterste vrachtauto?
- Hoe gaat het peloton om met rijstrook-wisselend verkeer bij weefvakken en in- en uitvoegstroken? En (hoe vaak) leidt dit tot risicovolle situaties? In welke situaties? Leiden meerdere gelijktijdige interacties met medeweggebruikers tot risicovollere situaties? Hoe kan dit 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?

5.3 Aandachtspunten

Deze praktijkproef beperkt zich tot één specifieke route. De hier geïnterviewde risico's wijken af van die in het vorige adviesrapport (Mons et al., 2020), vanwege een andere route, aanpassingen in het *Operational Protocol* en voortschrijdende inzichten over de werking en het gebruik van het peloton-systeem. 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.

Referenties

Boele, M.J., Duivenvoorden, C.W.A.E., Hoekstra, A.T.G. & Craen, S. de (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.

Crandall, J. M., & Chaparro, A. (2012). *Driver Distraction: Effects of Text Entry Methods on Driving Performance*. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, vol. 56, nr. 1, p. 1693–1697. <https://doi.org/10.1177/1071181312561339>

Hoekstra, A.T.G. & Mons, C. (2020). *Advisering over praktijkproeven met zelfrijdende voertuigen; Herziening risicomatrix en lessen uit eerdere proeven*. R-2020-14. SWOV, Den Haag.

Jammes, Y., Behr, M., Llari, M., Bonicel, S., Weber, J. P., & Berdah, S. (2017). *Emergency braking is affected by the use of cruise control*. In: Traffic Injury Prevention, vol. 18, nr. 6, p. 636–641. <https://doi.org/10.1080/15389588.2016.1274978>

Larsson, A. F. L., Kircher, K., & Hultgren, J. A. (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, p. 229–237. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.05.008>

Mons, C., Hoekstra, A.T.G., Jansen, R.J., van der Kint, S.T., & Louwerse, W.J.R. (2020). *Advies praktijkproef; TKI Smart Mobility EcoTwin III*. R-2020-3. SWOV, Den Haag.

Reimer, B., Mehler, B., & Donmez, B. (2014). *A study of young adults examining phone dialing while driving using a touchscreen vs. a button style flip-phone*. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 23, p. 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2013.12.017>

Rijksoverheid (2022). *Wat is er wettelijk geregeld voor de rijtijden en rusttijden bij wegvervoer?* Laatst geraadpleegd 3 februari 2022 op: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/werktijden/vraag-en-antwoord/rijtijden-en-rusttijden-wegvervoer>

Rijkswaterstaat (2020). *Verkeersbesluit voor het opheffen van het algeheel inhaalverbod voor vrachtverkeer op de rijksweg A1 tussen km 97,86 en km 105,00 HRL*. In: Staatscourant 2020, nr. 39547.

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

Bijlage A Voorbeeld testplan

Tabel A.1. Voorbeeld van een testplan. De tabel is een vertaling van de tabel op pagina 16 uit TNO-document 'Startbijeenkomst UMneo Truck Platooning Trials'.

Begin	Einde	Omschrijving
07:00	07:30	Voertuig starten en controleer of alles goed werkt
07:30	08:00	Rijden
08:00	08:30	Handmatig
08:30	09:00	ACC 2,0 s
09:00	09:30	ACC 1,5 s
09:30	10:00	Pauze
10:00	10:30	CACC 1,5 s
10:30	11:00	CACC 1,0 s
11:00	11:30	Handmatig
11:30	12:00	ACC 2,0 s
12:00	12:30	Pauze
12:30	13:00	Pauze
13:00	13:30	ACC 1,5 s
13:30	14:00	CACC 1,5 s
14:00	14:30	CACC 1,0 s
14:30	15:00	Handmatig
15:00	15:30	Pauze
15:30	16:00	ACC 1,5 s
16:00	16:30	CACC 1,5 s
16:30	17:00	CACC 1,0 s
17:00	17:30	Rijden

Bijlage B Risico's geïdentificeerd door TNO

Tabel B.1. Door de aanvrager geïdentificeerde risico's met betrekking tot de route en bijbehorende voorgenomen mitigerende maatregelen. De tabel is een vertaling van Tabel 4 in het TNO document "TNO Safety Case documentation: Infrastructure & Environment Venlo – Maasvlakte Route description (v0.7)".

Nummer	Omschrijving	Mitigerende maatregel
Risico 1: invoegen met afremmen	Een remmend voertuig voegt in het peloton bij bijvoorbeeld een afrit, wat resulteert in invoegen met lage TTC. ²²	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Maak ruimte voor het invoegend voertuig door de afstand tot de voorligger te vergroten. ➤ De andere bestuurders worden gewaarschuwd door de bestuurder achter het invoegende voertuig via de open spraakverbinding. ➤ Het systeem houdt rekening met invoegend verkeer.
Risico 2: invoegen zonder afremmen	Een voertuig dat niet remt, voegt in het peloton in de buurt van bijvoorbeeld een oprit.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Maak ruimte voor het invoegend voertuig door de afstand tot de voorligger te vergroten. ➤ De andere bestuurders worden gewaarschuwd door de bestuurder achter het invoegende voertuig via de open spraakverbinding. ➤ Het systeem houdt rekening met invoegend verkeer.
Risico 3: inhalen aan beide zijden	Bij het rijden op een van de linker rijstroken kan het verkeer het voertuig aan beide zijden inhalen.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rijd zoveel mogelijk rechts. ➤ Controleer zorgvuldig beide zijden van het voertuig voor en tijdens een rijstrookwisseling. ➤ De andere bestuurders worden gewaarschuwd dat zij aan beide zijden zullen worden ingehaald via de open spraakverbinding door de bestuurder die aan beide zijden wordt ingehaald.
Risico 4: Taps toelopende samenvoeging van twee rijstroken over beperkte lengte	Taps samenvoegen van twee rijstroken met verkeer op beide rijstroken over een beperkt stuk en het peloton bevindt zich op een van de twee rijstroken.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Maak ruimte voor de invoegende voertuigen door de afstand met de voorligger te vergroten of door, indien mogelijk, van rijstrook te veranderen. ➤ De andere bestuurders worden door de bestuurder in het leidende voertuig gewaarschuwd via de open spraakverbinding. ➤ Het systeem houdt rekening met invoegend verkeer.



22. TTC staat voor Time To Collision, die aangeeft hoe lang het zou duren voordat de voorkant van een voertuig zijn voorligger raakt als de snelheden van beide voertuigen op dat moment gelijk blijven.

Risico 5: ander voertuig veroorzaakt aanrijding

Een andere weggebruiker kan een aanrijding veroorzaken voor of in de buurt van het peloton.

- De bestuurder moet te allen tijde alert zijn.
- Op trajecten waar geen vluchtstrook aanwezig is, moet de afstand met de voorligger worden vergroot.
- De overige bestuurders moeten via de open spraakverbinding worden gewaarschuwd wanneer een bestuurder een gevaarlijke situatie opmerkt.

Risico 6: ongepast inschakelen van de peloton-modus

De bestuurder initieert een verzoek om de peloton-modus in te schakelen tijdens een manoeuvre die niet beheersbaar is voor het peloton (bv. in een scherpe bocht, tijdens een invoegmanoeuvre van een ander voertuig in het peloton).

- De bestuurders moeten de weg- en verkeerssituatie zorgvuldig controleren alvorens een inschakelverzoek te initiëren.
- Een inschakelverzoek mag niet worden geïnitieerd in bochten of wanneer ander verkeer probeert in te voegen.

Bijlage C Externe omstandigheden

Tabel C.3. Overzicht van externe omstandigheden waarbij de proef wel en niet plaatsvindt. Deze tabel is overgenomen uit TNO-document 'TNO Safety Case documentation: SC Truck Platooning Trials Operational Protocol (v0.7)'.

Licht condities		Functioneel
Dag / Zon	Verblindend	Ja
	Normaal	Ja
	Bewolkt	Ja
Nacht / Maan	Alle	Nee ²³
Wind condities		Functioneel
0 - 6 Beaufort	Zwak - matig	Ja
7 - 9 Beaufort	Harde wind - storm	Nee
10 - 12 Beaufort	Zware storm - orkaan	Nee
Neerslag condities		Functioneel
Geen		Ja
Motregen / Lichte regen		Ja
Zware regen		Nee
Lichte mist		Ja
Dichte mist		Nee
IJzel / Sneeuw		Nee
Hagel		Nee
Transities		Functioneel
Droog - Nat		Ja
Droog – sneeuw/ijs		Nee
Conditie	Omschrijving	Functioneel
Spitsuur	Het systeem zou moeten werken in spitsuur condities	Ja
Gebeurtenis	Stop & go	Ja
Gebeurtenis	File	Ja
Gebeurtenis	Bijzondere omstandigheden op de weg, zoals wegwerkzaamheden, omleidingen, etc.	Nee



23. Op basis van de antwoorden op vragen tijdens de startbijeenkomst, zoals beschreven in TNO-document *Antwoord op vragen startmeeting 2021-09 – SWOV (v0.2)* is dit antwoord aangepast t.o.v. de tabel in TNO-document *TNO Safety Case documentation: SC Truck Platooning Trials Operational Protocol (v0.7)*.

Gebeurtenis	Invoegen van andere voertuigen in het peloton met of zonder doorrijden naar volgende rijstrook	Ja
Gebeurtenis	Noodstop van leider	Ja
Gebeurtenis	Noodstop van invoegend voertuig	Ja, maar alleen met mitigerende maatregelen
Gebeurtenis	Verwisselen van rijstrook door leider	Nee

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)