



Rapport nr. 2025-R-24-NL

Gebruik van infotainment door autobestuurders

Invloed op het rijgedrag



FEDERALE OVERHEIDSDIENST
MOBILITEIT EN VERVOER

Rapportnummer	R-2024-24 - NL
Wettelijk depot	D/2024/0779/52
Opdrachtgever	Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer
Publicatiedatum	3/03/2025
Auteur(s)	Mark Tant, Maya Vervoort, Kishan Vandael Schreurs
Review	Prof. Dr. Tom Brijs
Verantwoordelijke uitgever	Karin Genoe

Inzichten of standpunten in dit rapport zijn niet noodzakelijk deze van de opdrachtgever.

Overname van informatie uit dit rapport is toegestaan mits expliciete bronvermelding:
Tant, M., Vervoort, M., & Vandael Schreurs, K. (2025). Gebruik van infotainment door autobestuurders –
Invloed op het rijgedrag, Brussel: Vias institute

Ce rapport est également disponible en français.

This report includes a summary in English.

Vias institute dankt de teams van HIT Lab (Hogeschool West Vlaanderen) en Ford Lommel Proving Ground voor hun bijdrage aan het welslagen van dit onderzoek.

Inhoud

Tabellen- en figurenlijst	6
Samenvatting	8
Summary	10
1 Inleiding	12
2 Onderzoeksvragen	15
3 Wetenschappelijke achtergrond	16
3.1 Inleiding	16
3.2 Het principe van informatieverwerking	16
3.3 Afleiding	17
3.4 Het meten van afleiding	19
3.4.1 De afhankelijke variabelen	19
3.4.2 Bruikbare methodes	20
3.5 Prevalentie en ongevallen	22
3.5.1 Prevalentie en aanvaardbaarheid	22
3.5.2 Ongevallen	22
3.6 Leeftijd en geslacht	23
3.7 Medische aandoeningen	24
3.8 Zelfregulatie	25
4 Methodologie	27
4.1 Proefpersonen	27
4.2 Het parcours en het voertuig	27
4.3 De condities en opdrachten	28
4.4 De taken tijdens het rijden	30
4.4.1 De noodstop	30
4.4.2 De IVIS-taken	31
4.5 De meetapparatuur	32
4.5.1 Het voertuig	32
4.5.2 De persoon	32
4.5.3 Extra camera	35
5 Data-analyse	36
5.1 Proefpersonen	36
5.2 Preprocessing & kwaliteitscontrole	36
5.3 Beschrijving analysetechnieken	37
5.4 Rapportage	37
5.4.1 Volgen van een online presentatie	38
5.4.2 Gebruik van Whatsapp	50
5.4.3 Gebruik van Spotify	56
6 Discussie	62
7 Conclusies	67
8 Aanbevelingen	69

Referenties	73
Bijlage 1 – Teksten bij de Teams presentatie	79
Video en audio	79
Mozzarella	79
Tropische oceaan	79
Vesuvius	79
Enkel audio	80
Mozzarella	80
Tropische oceaan	80
Vesuvius	80
Bijlage 2 – PowerPoint presentaties	81
Mozzarella	81
Tropische oceaan	82
Vesuvius	83
Bijlage 3 – Oogbewegingen Teams presentatie	84

Tabellen- en figurenlijst

Tabel 1 Aantal proefpersonen met behouden data per taak per conditie.	36
Tabel 2 Aantal proefpersonen met berekende reactietijd op noodstop per conditie.	36
Tabel 3 Aantal gevonden fouten tijdens de Teams presentatie per conditie.	42
Figuur 1 Voorbeeld van infotainment uitbreidingen in een voertuig	12
Figuur 2 Overzicht van de testtracks op de Lommel Proving Ground	28
Figuur 3 Impressie van de plaats van de schermen van de smartphone, de auto-display en LED-strip	29
Figuur 4 De track met de locaties van de verschillende taken	30
Figuur 5 Impressie van de plaats van de schermen van de smartphone, de auto-display en de geactiveerde LED-strip	30
Figuur 6 Impressie van een Microsoft Teams meeting	31
Figuur 8 Impressie van de Spotify afspeellijst	32
Figuur 9 Het Tobii Pro 3 systeem	33
Figuur 10 Impressie van de ademhalingsmeting	34
Figuur 11 Impressie van de meting van huidgeleiding	34
Figuur 12 Gemiddelde voorspelde snelheid (km/u) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	38
Figuur 13 Spreiding van de geobserveerde snelheden (km/u) per conditie.	39
Figuur 14 Gemiddelde voorspelde ademhalingsfrequentie (ademhalingen per minuut) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	39
Figuur 15 Spreiding van de geobserveerde ademhalingsfrequentie (ademhalingen per minuut) per conditie.	40
Figuur 16 Gemiddelde voorspelde hartslag (slagen per minuut) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	40
Figuur 17 Spreiding van de geobserveerde hartslag (slagen per minuut) per conditie.	41
Figuur 18 Gemiddelde voorspelde SDLP per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	41
Figuur 19 Spreiding van de geobserveerde SDLP per conditie.	42
Figuur 20 Snelheid (km/u – rood) en stuurhoek (° – grijs) in de Controle conditie.	43
Figuur 21 Snelheid (km/u – rood) en stuurhoek (° – grijs) in de Phone Connect conditie.	44
Figuur 22 Snelheid (km/u – rood) en stuurhoek (° – grijs) in de Standalone Phone conditie.	45
Figuur 23 Snelheid (km/u – rood) en stuurhoek (° – grijs) in de Car Connect conditie.	45
Figuur 24 Geobserveerde snelheid (km/u – rode stippellijn), stuurhoek (° – grijs) en fixaties in de Controle conditie.	46
Figuur 25 Geobserveerde snelheid (km/u – rode stippellijn), stuurhoek (° – grijs) en fixaties in de Phone Connect conditie.	47
Figuur 26 Geobserveerde snelheid (km/u – rode stippellijn), stuurhoek (° – grijs) en fixaties in de Standalone Phone conditie.	47
Figuur 27 Geobserveerde snelheid (km/u – rode stippellijn), stuurhoek (° – grijs) en fixaties in de Car Connect conditie.	48
Figuur 28 Gemiddelde voorspelde reactietijd op noodstopsignaal (seconden) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	50
Figuur 29 Gemiddelde voorspelde snelheid (km/u) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	51
Figuur 30 Spreiding van de geobserveerde snelheden (km/u) per conditie.	52
Figuur 31 Geobserveerde snelheid (km/u - stippellijnen) en reactietijd (seconden - verticale volle lijnen) per conditie voor een proefpersoon.	52
Figuur 32 Gemiddelde voorspelde hartslag (slagen per minuut) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	53
Figuur 33 Gemiddelde voorspelde stuurhoek (°) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	54
Figuur 34 Spreiding van de geobserveerde stuurhoeken (°) per conditie.	54
Figuur 35 Gemiddelde voorspelde druk op het gaspedaal (%) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	55
Figuur 36 Spreiding van de geobserveerde druk op het gaspedaal (%) per conditie.	55

Figuur 37 Gemiddelde voorspelde snelheid (km/u) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	57
Figuur 38 Spreiding van de geobserveerde snelheden (km/u) per conditie.	57
Figuur 39 Gemiddelde voorspelde hartslag (slagen per minuut) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	58
Figuur 40 Spreiding van de geobserveerde hartslag (slagen per minuut) per conditie.	58
Figuur 41 Gemiddelde voorspelde stuurhoek (°) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	59
Figuur 42 Spreiding van de geobserveerde stuurhoeken (°) per conditie.	59
Figuur 43 Gemiddelde voorspelde druk op het gaspedaal (%) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.	60
Figuur 44 Spreiding van de geobserveerde druk op het gaspedaal (%) per conditie.	60

Samenvatting

De negatieve effecten van afleiding tijdens het rijden zijn al langer bekend. Dit geldt voor afleiding door passagiers, kinderen op de achterbank, reclameborden en mobiele telefoons. Bovendien nemen de bronnen van afleiding voortdurend toe. Wat betreft de mobiele telefoon, werd aanvankelijk gedacht dat de negatieve effecten op het rijden vooral werden veroorzaakt doordat de telefoon in de hand werd gehouden en tegen het oor werd gedrukt. De Belgische Wegcode stond daarom oorspronkelijk alleen handenvrij bellen toe.

Sinds het begin van deze eeuw spreken we niet langer over mobiele telefoons, maar over smartphones. We kunnen steeds meer met deze apparaten, en daardoor gebruiken we ze ook vaker in verschillende situaties, waaronder tijdens het rijden. Niet alleen de mogelijkheden van smartphones nemen toe, maar ook die van auto's. Het wordt steeds gemakkelijker om apparaten met de auto te verbinden, waardoor nieuwe functionaliteiten tijdens het rijden worden toegevoegd. Daarnaast neemt de geluids- en beeldkwaliteit in de auto toe. Sommige nieuwe functies verbeteren vooral het comfort in plaats van de veiligheid. Wanneer een systeem informatie en/of entertainment biedt, spreken we van een infotainmentsysteem. De verzamelnaam voor systemen die infotainment in de auto aanbieden, is 'IVIS', wat staat voor 'In-Vehicle Infotainment Systems'.

Met de komst van nieuwe functionaliteiten werd ook erkend dat afleiding niet alleen door het vasthouden van het apparaat wordt veroorzaakt, maar ook door cognitieve en visuele afleiding. De vraag of deze toename van afleidingsbronnen nog verenigbaar is met veilig rijden, wordt terecht gesteld. Uit recent onderzoek blijkt namelijk dat Belgische automobilisten ongeveer de helft van hun rijtijd afgeleid zijn en dat jaarlijks ongeveer 150 verkeersdoden in België te wijten zijn aan afleiding.

Om deze nieuwe uitdagingen aan te pakken, is op 3 maart 2022 in België een nieuwe wet ingevoerd die het gebruik van alle apparaten met een beeldscherm in de auto regelt. Vanaf dat moment mogen beeldschermapparaten alleen worden gebruikt als ze in een geschikte houder zitten. Het doel is duidelijk: de risico's tijdens het rijden verminderen door aangepaste regelgeving en strengere sancties. Echter, de huidige regelgeving beperkt bestuurders alleen in 'hoe' ze de apparaten mogen gebruiken, namelijk 'in de houder'. In termen van afleiding is 'wat' we met die apparaten doen en 'waar' ze zich bevinden minstens even belangrijk. Het besef dat niet alles zomaar kan, is niet geheel afwezig bij producenten en constructeurs. Sommige functionaliteiten worden beperkt door apps op de smartphone of door de auto zelf. Echter, soms volstaat een eenvoudige aanpassing van een instelling of een relatief eenvoudig en goedkoop systeem om onbeperkt toegang te krijgen tot alle functionaliteiten van de smartphone, zoals het lezen en beantwoorden van e-mails en berichten via WhatsApp, volledige browserfunctionaliteit, online vergaderingen met video en presentaties, het bekijken van YouTube-video's, het afspelen van films, en het spelen van spelletjes.

Dit rapport onderzoekt de mogelijke impact van het gebruik van deze technologische hulpmiddelen (infotainment) op het rijgedrag. De algemene onderzoeksvraag is of het gebruik van IVIS een impact heeft op verkeersveiligheidsparameters en of deze impact afhangt van hoe IVIS wordt gebruikt.

We presenteren een theoretisch kader dat vaak wordt gebruikt om te verklaren waarom, hoe en wanneer extra taken, zoals het gebruik van IVIS, leiden tot verminderde prestaties bij een andere taak, zoals autorijden. De informatieverwerkingstheorie stelt dat het verwerken van informatie aandacht kost, dat onze aandachtscapaciteit beperkt is en dat onze taakprestatie afneemt wanneer meer capaciteit vereist is dan beschikbaar. Niet alleen onze totale aandachtscapaciteit is beperkt, ook de capaciteit van verwerkingskanalen is beperkt. Toegepast op het verkeer betekent dit: de rijtaak vergt aandacht en het bedienen en gebruiken van infotainment ook. Wanneer de som van beide taken de totale aandachtscapaciteit overschrijdt, kan een van beide taken niet goed worden uitgevoerd. Als dit de rijtaak betreft, spreken we van 'afleiding in het verkeer'.

Afleiding heeft meerdere oorzaken en kan zowel intern als extern zijn. Voorbeelden van externe oorzaken zijn passagiers, reclameborden en IVIS. Interne oorzaken zijn onder andere mentale belasting en emoties. Leeftijd, geslacht en ziektes worden ook erkend als factoren die de aandacht beïnvloeden, evenals persoonlijkheid en houding. Hieraan gerelateerd is het concept van zelfregulatie: het vermogen om weerstand te bieden aan afleiding. Afleiding in het verkeer kan op verschillende manieren worden onderzocht en gemeten, elk met zijn voor- en nadelen. Er zijn experimenten waarbij de rijprestatie van deelnemers overal en continu wordt gemeten. Een andere veelgebruikte methode is het gebruik van rijsimulatoren. In dit rapport combineren we de voordelen van beide methoden door gebruik te maken van een echte auto op een gesloten circuit, waardoor we meer controle hebben over de rijsituatie.

We rapporteren de gegevens van 27 proefpersonen. Ze reden een specifieke route op een gesloten circuit. Deze route reden ze vier keer, telkens in een andere conditie. In de eerste (controle) conditie werd een basislijn vastgesteld. Tijdens de andere drie experimentele condities gebruikten de proefpersonen telkens infotainmentsystemen op verschillende manieren. In de Car Connect conditie was de smartphone verbonden met de auto en werden de IVIS gebruikt via het scherm van de auto. In de Phone Connect-conditie was de smartphone ook verbonden met de auto, maar werden de IVIS gebruikt via het scherm van de smartphone. In de Standalone Phone-conditie was de smartphone niet verbonden met de auto en werd het scherm van de smartphone gebruikt. In elke conditie volgden de proefpersonen een Teams-vergadering, stuurden een WhatsApp-bericht en bladerden door een Spotify afspeellijst. Om de rijprestatie en de toestand van de bestuurder in kaart te brengen, gebruikten we verschillende parameters: snelheid, reactietijd, hartslag, ademhaling en kijkgedrag. Deze werden gemeten door een event-recorder box, een Biopac systeem en een eyetracker.

We concludeerden dat het gebruik van IVIS een negatieve invloed heeft op het rijgedrag. Tijdens het uitvoeren van de drie IVIS-taken veranderden verschillende belangrijke parameters die geassocieerd worden met onveiliger rijgedrag ten opzichte van de controleconditie. Deze parameters veranderden in absolute waarde of variatie, en beschrijven zowel aspecten van het rijgedrag, kijkgedrag als de lichamelijke toestand. In sommige gevallen en situaties zijn de verbanden relatief duidelijk en eenduidig te interpreteren. In andere gevallen is de interpretatie complexer. We stelden vast dat logische en strategische principes die veilig rijgedrag kenmerken, lijken te verdwijnen tijdens het gebruik van IVIS. Echter, niet iedereen bleek even gevoelig voor de negatieve effecten van IVIS-gebruik tijdens het rijden. Dit kan wijzen op zelfregulatie, maar ook op individuele verschillen in cognitieve vaardigheden en ervaring. Soms observeerden we mogelijk compenserend gedrag, zoals langzamer rijden, maar dit bleek niet altijd effectief omdat andere rijparameters tegelijkertijd verstoord waren. De belangrijkste boodschap is dat het niet gebruiken van IVIS altijd de betere optie is voor rijveiligheid. Van alle condities waarin IVIS werd gebruikt, leek de Car Connect conditie de 'minst slechte keuze' te zijn.

Op basis van het onderzoek formuleren we een aantal aanbevelingen om de impact van afleiding te verminderen. Sommige aanbevelingen zijn gericht op nationaal en lokaal beleid, terwijl andere internationale initiatieven vereisen. De aanbevelingen kunnen worden ingedeeld in de volgende thema's: techniek, evaluatie en ontwikkeling, infrastructuur, opleiding, betrokkenheid en handhaving. Wat betreft infrastructuur zou het aantal verkeers- en reclameborden, vooral op visueel uitdagende plaatsen, beperkt kunnen worden. Men zou ook gebruiksbeperingen die door de systemen worden opgelegd kunnen reguleren en rekening houden met actieve IVIS bij het berekenen van afleiding door het nieuw verplichte systeem in de laatste versie van de 'General Safety Regulation'. De ergonomische ontwikkeling en implementatie van IVIS zou inclusiever moeten zijn, en verschillende gebruikersgroepen zouden passend moeten worden opgeleid en geïnformeerd over de (on)mogelijkheden van gebruik. Wat betreft handhaving zou men slimme camera's kunnen gebruiken om naleving van de huidige wetgeving te stimuleren. Een aanpassing van het huidige artikel 8.4 zou het gebruik van IVIS alleen kunnen toestaan wanneer de smartphone verbonden is met de auto en via het autoscherm wordt gebruikt.

Summary

The negative effects of distractions while driving have long been known. These distractions come from passengers, children in the back seat, billboards, and mobile phones. Moreover, the sources of distraction are constantly increasing. Initially, it was believed that the negative effects of mobile phones on driving were mainly due to holding the phone in the hand and against the ear. As a result, the Belgian Highway Code originally allowed only hands-free calls.

Since the first decade of this century, we no longer refer to mobile phones but to smartphones. These devices offer increasingly diverse functionalities, and their use has expanded to various situations, including driving. The capabilities of cars have also advanced, making it easier to connect devices to the car and adding new functionalities while driving. In-car sound and screen quality have improved as well. Some of these new functionalities enhance comfort rather than safety. Systems that provide information and entertainment in the car are known as 'infotainment systems', collectively referred to as 'In-Vehicle Infotainment Systems' (IVIS).

With these new functionalities, it became clear that distractions are not only caused by holding the device but also by cognitive and visual distractions. This raises the question of whether the increase in driver distractions is compatible with safe driving. Recent research shows that Belgian drivers are distracted for about half of their driving time, with around 150 deaths per year attributed to distraction.

To address these challenges, a new law has been in force in Belgium since March 3, 2022, regulating the use of all devices with screens in cars. Screen devices may only be used when placed in a suitable holder. This aims to reduce driving risks through stricter regulations and sanctions. However, the current law only restricts 'how' devices may be used (in a holder), but 'what' is done with these devices and 'where they are' are equally important in terms of distraction. Manufacturers and constructors have acknowledged this, and some functionalities are restricted on both the smartphone and car sides. However, simple adjustments can grant access to all smartphone functionalities, including reading and replying to emails, browsing the web, online meetings, watching videos, and playing games.

This report examines the potential impact of using these technological tools (infotainment) on driving behaviour. The primary research question is whether the use of IVIS affects road safety parameters and whether this impact depends on how IVIS is used.

We employ a theoretical framework to explain why, how, and when additional tasks, such as using IVIS, reduce performance in other tasks, such as driving. Information processing theory suggests that processing information requires attention, our attention capacity is limited, and task performance declines when more capacity is required than available. Not only is our total attention capacity limited, but the capacity of processing channels is also limited. In traffic, this means that both driving and operating infotainment systems require attention. When the combined demand exceeds our total attention capacity, either task suffers. When driving suffers, we refer to it as 'distraction in traffic'.

Distraction is multifactorial, with both internal and external causes. External causes include passengers, billboards, and IVIS. Internal causes include mental strain and emotions. Factors like age, gender, diseases, personality, and attitudes also influence attention. Self-regulation, the ability to resist distraction, is related to these factors.

Various methods can investigate and measure traffic distraction, each with its advantages and disadvantages. Experiments can measure driving performance continuously, while driving simulators are also commonly used. In this report, we combine these methods by using a real car on a closed circuit, offering more control over the driving situation.

We report data from 27 subjects who drove a specific route on a closed circuit. They drove this route four times under different conditions. In the Control condition, a baseline was established. In the three experimental conditions, subjects used infotainment systems differently. In the Car Connect condition, the smartphone was connected to the car, and IVIS were used via the car's screen. In the Phone Connect condition, the smartphone was connected to the car, but IVIS were used through the smartphone's screen. In the Standalone Phone condition, the smartphone was not connected to the car and was used independently. In each condition, subjects participated in a Teams meeting, sent a WhatsApp message, and scrolled through a Spotify playlist. Driving performance and driver condition were measured using parameters like speed, reaction time, heart rate, breathing, and viewing behaviour, recorded by an event-recorder box, a Biopac system, and an eyetracker.

We concluded that using IVIS negatively impacts driving behaviour. While performing the three IVIS tasks, several key parameters associated with unsafe driving behaviour changed relative to the Control condition. These changes affected driving behaviour, viewing behaviour, and body condition. In several cases, the relationships were clear and could be interpreted unambiguously, while in others, the interpretation was more complex. For example, logical and strategic principles characterizing safe driving behaviour seemed to disappear while using IVIS. However, not everyone was equally sensitive to the negative effects, possibly indicating self-regulation and differences in cognitive skills and experience. Some compensatory behaviours, like driving more slowly, were observed but were not always effective as other driving parameters were simultaneously disturbed. The main message is that not using IVIS is always the better option for driving safety. Of all the conditions in which IVIS was used, the Car Connect condition seemed to be the least detrimental.

Based on the study, we formulate several recommendations to reduce the impact of distractions while driving. These recommendations cover national and local policy levels and/or require international initiatives. The recommendations fall into themes like technology, evaluation and development, infrastructure, training, engagement, and enforcement. For example, reducing the number of traffic and advertising signs, especially in visually challenging areas, and regulating use restrictions could help. The ergonomic development and implementation of IVIS should be more inclusive, and different user groups should be appropriately trained and informed about the (im)possibilities of use. Enforcement could be enhanced using smart cameras to ensure compliance with current legislation. Amending Article 8.4 to allow IVIS use only when the smartphone is connected to the car and used through the car screen could also be considered.

1 Inleiding

De negatieve effecten van afleiding in het verkeer zijn al langer bekend (bijvoorbeeld Regan et al., 2011). Met de opkomst van de mobiele telefoon werden deze effecten enkel maar versterkt. Traditioneel gaf men aan dat veel mensen de mobiele telefoon tijdens het rijden tegen hun oor houden, waardoor slechts één hand overblijft om het voertuig te besturen. Dit werd geopperd als een belangrijke oorzaak, zo niet de belangrijkste oorzaak, van de negatieve impact op de verkeersveiligheid (Mccartt et al., 2006).

Vanuit dit standpunt ligt de oplossing voor de hand: men dient beide handen vrij te houden en dus enkel 'handsfree' (in tegenstelling tot 'handheld') of handenvrij te bellen. Daarom stelde de Belgisch wetgever sinds het begin van deze eeuw in het artikel 8.4 van de Wegcode¹ "Behalve wanneer zijn voertuig² stilstaat of geparkeerd is, mag de bestuurder geen mobiele telefoon gebruiken terwijl hij die in zijn hand houdt." Het niet naleven van artikel 8.4 werd beschouwd als een overtreding van de 2^{de} graad. In het begin van deze eeuw waren de mogelijkheden van de toestellen beperkt tot vooral bellen, en, misschien, het versturen en ontvangen van een tekstbericht (SMS).

Het duurde niet lang vooraleer men beseftte dat door handsfree te bellen niet alle problemen van de baan waren. Het is bijvoorbeeld niet enkel het vasthouden van de telefoon dat problematisch is, maar ook gewoon het gebruik ervan (Boets & Teuchies, 2019). En hiermee introduceerde men ook andere soorten van afleiding, bijvoorbeeld cognitieve, als oorzaak van negatieve impact op de verkeersveiligheid (bijvoorbeeld Nunes & Recarte, 2002). Met andere woorden, men begon te beseffen dat er verschillende soorten afleiding in het spel kunnen zijn: afleiding door het vasthouden, afleiding door naar de toestellen te kijken, afleiding door de toestellen te gebruiken. Vooral die laatste soorten worden belangrijker naarmate de technologische en dus gebruiksmogelijkheden toenemen.

We spreken ook nog zelden over de mobiele telefoon, maar wel over de smartphone, wat aangeeft dat, inderdaad, de mogelijkheden van de toestellen enorm toegenomen zijn. Als die smartphone nu gebruikt wordt in de auto tijdens het rijden, dan kan de vraag gesteld worden of die uitgebreide mogelijkheden nog te verzoenen zijn met de rijtaak. Met andere woorden: interfereren ze niet te veel met de rijtaak, leiden ze niet te veel af? Daarenboven kunnen er wel meer toestellen en technologieën in het voertuig aanwezig zijn die voor afleiding kunnen zorgen. Denk maar aan de soms gigantische ingebouwde schermen van sommige auto's die, dankzij toegenomen technische mogelijkheden, de poort openen voor nieuwe toepassingen. Figuur 1 toont een voorbeeld van hoe de infotainment uitgebreid wordt in de auto van een koersdirecteur tijdens een wielervedstrijd.

Ondertussen kunnen we navigeren, playlists opzetten, onze 'socials' beheren, spelletjes spelen, video's bekijken en videovergaderen. De verzamelnaam voor de combinatie van informatie en entertainment is 'infotainment'. De verzamelnaam voor systemen die infotainment aanbieden in de wagen is 'IVIS'. IVIS staat voor 'In-Voertuig-Infotainment-Systemen'. De wetgeving bleek niet langer aangepast aan de huidige realiteit van IVIS. Immers, het aantal infotainment systemen, de mogelijkheden daarvan, wanneer en de manier waarop ze gebruikt kunnen worden, al dan niet in combinatie met elkaar, verandert steeds en zal ook blijven veranderen.



Figuur 1 Voorbeeld van infotainment uitbreidingen in een voertuig

¹ <https://www.wegcode.be/nl/regelgeving/1975120109~hra8v386pu>

² Het artikel 8.4 is van toepassing op alle voertuigen, niet enkel de auto. In dit rapport bespreken we echter enkel de auto, tenzij uitdrukkelijk anders vermeld.

Sinds 3 maart 2022 is er in België dan ook een nieuwe wet van kracht die voortaan het gebruik in de wagen van niet enkel de mobiele telefoon, maar van alle toestellen met een beeldscherm, regelt. Tegelijkertijd worden er ook zwaardere sancties opgelegd, want de overtreding tegen het nieuwe artikel 8.4 verschuift op dat moment van 2^{de} naar 3^{de} graad. Voortaan zijn er dus hogere geldboetes en kan zelfs het rijbewijs (onmiddellijk) ingetrokken worden. Het nieuwe artikel 8.4 luidt als volgt:

"Behalve wanneer zijn voertuig stilstaat of geparkeerd³ is, mag de bestuurder geen mobiel elektronisch apparaat met een scherm gebruiken, vasthouden noch manipuleren, tenzij het in een daartoe bestemde houder aan het voertuig bevestigd is."

Hiermee geeft de wetgever aan dat voorzichtigheid geboden is bij alle (elektronische) toestellen met een beeldscherm in de wagen en is tegelijkertijd, althans gedeeltelijk, de manier waarop dat toestel mag gebruikt worden, gereguleerd. Het 'beeldschermtoestel' mag dus niet zomaar ergens liggen, maar moet in een geschikte houder zitten. Hiermee is de wetgeving tenminste gedeeltelijk weer afgestemd op de nieuwe realiteit. Immers, er wordt nu ook erkend dat ook andere toestellen, naast de mobiele telefoon, ons zorgen moeten baren. We moeten echter wel vaststellen dat de huidige formulering de bestuurder enkel beperkt in 'hoe' we de toestellen mogen gebruiken. Maar, minstens even belangrijk is 'wat' we met die toestellen doen en misschien ook waar die zich bevinden. Het artikel 8.4 vermeldt immers enkel 'een geschikte houder', maar doet geen uitspraken over bijvoorbeeld 'een geschikte plaats' ervoor. Men hoopt dat, onder meer door de strengere sanctionering, er minder risicovol gedrag wordt gesteld.

De vaststelling van overtreding is tot op heden enkel de bevoegdheid van de politie. Nochtans heeft het Vias institute aangetoond dat geavanceerde camera's technisch gezien diezelfde vaststellingen kunnen doen (Vandael Schreurs et al., 2020). Deze mogelijkheid, die de pakkans enorm zou doen toenemen, is in België echter (nog) niet voorzien.

De mogelijkheden van de smartphone blijven toenemen. De beeldschermkwaliteit en -grootte doet dat ook, niet enkel van de smartphones en tablets, maar ook van deze die ingebouwd zijn in de voertuigen. Komt daarbij dat de interconnectiviteit tussen al deze toestellen ook steeds gemakkelijker wordt: we koppelen eenvoudigweg onze smartphone aan onze auto. Met Android Auto en Apple Car Play delen we de functionaliteiten van de smartphone met die van de auto. Dat betekent dus ook dat bijna alle functionaliteiten van de smartphone beschikbaar zijn via het scherm van de auto. Wat er wel en niet kan 'gedeeld' worden met het voertuig wordt soms beperkt, zowel langs de kant van de auto als langs de kant van de smartphone of applicatie. Op die manier kunnen in principe (enkele) risicovolle applicaties en activiteiten tijdens het rijden beperkt worden. Zo bieden Android Auto en Apple Car Play niet alle applicaties aan en kan je bijvoorbeeld met Spotify niet alles doen als de smartphone met het voertuig verbonden is. Echter, in veel gevallen volstaat het om een standaardinstelling van de smartphone of applicatie eenvoudigweg te veranderen om van alle functionaliteiten gebruik te kunnen maken. En ook indien dit niet mogelijk of te ingewikkeld zou zijn, bestaan er relatief eenvoudige en goedkope systemen en technieken om het scherm van de smartphone integraal te kopiëren ('cast'-, spiegel- of 'mirror' techniek) naar het ingebouwde beeldscherm van de auto. Op die manier beschikt men onbeperkt over alle functionaliteiten van de smartphone: lezen en beantwoorden van e-mails en andere berichtsvormen zoals WhatsApp, volledige functionaliteit van de browser, online meetings met beeld en presentaties, bekijken van YouTube video's, afspelen van films, spelen van spelletjes,

We kopieerden onderstaand citaat van een commerciële website⁴:

"While driving, if you want to answer a call, look for directions from a navigation app, or play music, you have to divert your attention toward your phone, and this might await a horrible accident. Therefore, it's better to mirror your phone content to your car screen. This way, your phone content will be directly in front of you. You can successfully keep your focus on driving and managing your phone which will be easy and risk-free. Stay tuned to know how you can mirror your phone to the car screen and have a safe driving experience".

Men laat dus uitschijnen dat gebruik maken van de volle functionaliteit van de smartphone zelfs gunstige effecten kan hebben in termen van veiligheid. We vonden de website in kwestie geen wetenschappelijke ondersteuning voor de stelling.

Volgens het artikel 8.4 is dit alles niet verboden, voor zover de smartphone en/of het beeldscherm op de gepaste manier vastgemaakt zijn. De vraag stelt zich natuurlijk of dit wenselijk is? Daarenboven is niet alles dat niet expliciet verboden is, ook toegelaten. De wegcode stelt immers ook, in artikel 8.3 dat de bestuurder

³ Stil staan in de file of wachten voor het rode licht valt niet onder stilstaan of parkeren.

⁴ <https://www.imyfone.com/mirror-tips/mirror-phone-to-car-screen/#1>

'steeds in staat moet zijn te sturen ... , alle nodige rijbewegingen moet kunnen uitvoeren, en voortdurend het voertuig in de hand te hebben ...'. De wetgever parafraserend: om adequaat en veilig als bestuurder aan het verkeer deel te nemen, kan je je niet te veel met andere zaken bezighouden dan die van het verkeer zelf. Anders riskeer je dingen te missen, verkeerd te doen, te laat te reageren, Met andere woorden, gebruik van deze nieuwe technologische mogelijkheden kunnen functioneel negatieve gevolgen hebben voor het rijgedrag.

Dit rapport gaat na wat de impact kan zijn van het gebruik van deze technologische middelen op het rijgedrag. We beperken ons in dit onderzoek tot wat technologisch standaard beschikbaar en mogelijk is. We breiden dus de standaardmogelijkheden niet uit, niet van het voertuig, noch van de smartphone, noch van de applicaties. Voorbeelden van een dergelijke uitbreiding zijn het installeren van bijvoorbeeld grote extra schermen in het voertuig, of het doen van 'screen mirroring' via derde partij applicaties en/of dongels. In ons experiment houden we ons aan het 'modale gebruik' en dus de standaard hardware en instellingen van zowel auto als applicaties. Het is ons immers niet duidelijk of dergelijke uitbreidingen courant voorkomen, noch welke eventuele verzekeringstechnische implicaties dit heeft.

2 Onderzoeksvragen

De algemene onderzoeksvraag is of het gebruik van IVIS een impact heeft op verkeersveiligheidsparameters en of die impact afhangt van hoe we IVIS gebruiken. We kozen voor bekende en vaak gebruikte IVIS-toepassingen.

Vanuit de inleiding werd duidelijk dat sommige commerciële providers stellen dat het uitgebreid gebruik van IVIS de bestuurder toelaat om zich méér op het verkeer te focussen. De wetenschappelijke gemeenschap echter is meestal genuanceerder in de stellingname. Daarom gaan we in dit onderzoek na of het gebruik van IVIS aanleiding geeft tot afleiding. De onderzoeksvragen hebben daarom vooral betrekking op afleiding en daardoor ook op taakprestatie, i.c. rijprestatie. Enerzijds vragen we ons af of verschillende IVIS-toepassingen aanleiding geven tot een verschillende mate van afleiding en daardoor op rijprestatie. Anderzijds willen we onderzoeken of verschillende verkeersveiligheidsparameters beïnvloed worden door het gebruik van IVIS. De verwachting is dat verkeersveiligheidsparameters kwalitatief slechter zijn in situaties van afleiding en dus bij gebruik van IVIS. Bij uitbreiding verwachten we dat de verkeersveiligheidsparameters meer zullen afnemen in kwaliteit in situaties van hogere of toegenomen afleiding. Dus we verwachten dat intensief gebruik van IVIS deze parameters nog verder in kwaliteit zal doen verminderen. Verder verwachten we dat deze effecten het grootst zijn in situaties van hoge werkbelasting. Dus we verwachten dat onder moeilijke of uitdagende rij-omstandigheden de negatieve effecten het grootst zijn.

3 Wetenschappelijke achtergrond

3.1 Inleiding

De gestage technologische vooruitgang heeft als gevolg dat er voortdurend nieuwe functies en diensten tot onze beschikking staan; zo ook in de auto en zo ook tijdens het rijden. We regelen de kleur van de belichting van het interieur, we finetunen het 'temperament' van de auto, we bepalen de temperatuur per zitplaats en veranderen de klankkleur van de achtergrondmuziek. Deze en andere functies worden samengebracht in het infotainmentsysteem van de auto. Het is dus dankzij en door dit infotainmentsysteem (IVIS) dat we zowel informatie kunnen verkrijgen (bijvoorbeeld navigeren, informatie over de toestand van het voertuig) als activiteiten van entertainment kunnen doen als bellen, berichten sturen, luisteren naar radio, podcasts en playlists. Echter, het bedienen en gebruiken van het infotainmentsysteem kan ten koste gaan van het uitvoeren van de rijtaak. De oorzaak wordt dikwijls gezocht in termen van afleiding. Daarom gaan we nu dieper in op dit concept.

3.2 Het principe van informatieverwerking

Autorijden is een complexe taak waarbij de bestuurder veel dingen tegelijkertijd moet doen. Met de handen wordt het stuur bediend, met de voeten de pedalen. Ondertussen zijn de ogen op de weg gericht en wordt daar zoveel mogelijk in de gaten gehouden. Ondertussen passen we de aangeleerde wegcode toe en houden we rekening met het gedrag van andere weggebruikers en met de weers- en situationele omstandigheden. Dit gebeurt met een bepaald doel, gemoedsgesteldheid en terwijl we communiceren met passagiers en andere weggebruikers. Onze hersenen initiëren, coördineren en verwerken al deze zaken. Voor een uitgebreide en veel gebruikte conceptualisering van de rijtaak (zie Michon, 1985). Onze hersenen, vergelijk het met een computer, beschikken daarvoor over een bepaalde informatieverwerkingscapaciteit. Echter, ook zoals de computer, is deze beperkt en doorgaans wordt er aangenomen dat ons intern systeem eigenlijk slechts één ding tegelijkertijd kan doen, althans wanneer de taak op een bewuste manier wordt uitgevoerd (Marois & Ivanoff, 2005).

De hoeveelheid informatieverwerkingscapaciteit die op een bepaald moment gebruikt wordt, is niet enkel afhankelijk van de hoeveelheid informatie die wordt verwerkt, maar ook van de snelheid waarmee dit dient te gebeuren en ook of er één of meerdere informatieverwerkingskanalen gebruikt worden. Veel informatie verwerken vraagt veel capaciteit, maar snel informatie verwerken vraagt ook veel capaciteit. Een bepaalde hoeveelheid aan informatie verwerken vraagt dus meer capaciteit als dat aan een hoog tempo moet gebeuren dan wanneer er trager kan verwerkt worden (Marois & Ivanoff, 2005). Ook het kanaal of de kanalen die gebruikt worden om de informatie te verwerken speelt een belangrijke rol. Wanneer dezelfde hoeveelheid informatie over één en hetzelfde kanaal moet gestuurd worden, is dat lastiger dan wanneer dit kan verdeeld worden over twee of meerdere kanalen (Wickens, 1991).

Omdat tijdens het rijden meerdere externe en interne informatiebronnen en -stromen worden verwerkt en omdat daar dikwijls ook onmiddellijk en dus snel op gereageerd moet worden, vraagt het rijden dus veel informatieverwerkingscapaciteit. Dat is al zo voor het rijden onder 'normale' omstandigheden, maar in moeilijke of uitdagende verkeerssituaties wordt het verwerkingssysteem echter nog meer 'belast'. Een overbelasting van het systeem heeft als gevolg dat ofwel de hoeveelheid informatie, die (accuraat) verwerkt wordt, afneemt, ofwel dat de snelheid waarmee dit gebeurt, daalt, of beide. Dat is het moment waarop informatie gemist wordt of te laat wordt opgemerkt of dat er te laat op wordt gereageerd, of er worden fouten gemaakt, dingen over het hoofd gezien of verkeerd ingeschat.

De praktijk wijst uit dat onder normale omstandigheden en voor de meeste mensen de informatieverwerkingscapaciteit voldoende is. Maar, een verhoogde complexiteit van de verkeerssituatie, een onverwacht en plots event, of het uitvoeren van nieuwe en bijkomende taken kunnen het proces danig verstoren en zorgen voor een 'overbelasting' van het systeem. Dat kan dan een inadequate reactie of onaangepast rijgedrag, zoals hierboven vermeld, als gevolg hebben (Fuller, 2000).

Teruggrijpend naar de analogie met de computer, het informatieverwerkingsproces vereist een bepaalde hardware en software en een brandstof. De hardware zit voornamelijk in onze hersenen en zenuwstelsel. De belangrijkste drijfveer voor de software en brandstof is onze aandacht. Shinar (2017) definieert aandacht als

een bron van psychisch vermogen om actief en adequaat te reageren op stimuli. Dit vermogen dient verdeeld te worden over alle taken en alle stimuli en is in omvang beperkt.

Men zou kunnen denken dat één bepaalde taak, bijvoorbeeld het rijden, een bepaalde mate van aandacht vereist. Zo eenvoudig is het echter niet. Immers, ten eerste, de rijtaak bestaat uit verschillende deelcomponenten en sommige van die deelcomponenten vragen meer aandacht dan andere. Daarbij komt dat sommige van die deelcomponenten slechts sporadisch voorkomen en andere dan weer meer frequent. Het sturen, bedienen van de pedalen en rekening houden met de verkeersregels zijn eerder constante taken, terwijl een snel uitwijkmanoeuvre slechts sporadisch zal voorkomen. De gevraagde aandachtscapaciteit tijdens het rijden kan dus variëren. Ten tweede is het ook zo dat bepaalde deelcomponenten van de rijtaak voor sommige bestuurders minder aandacht zal vergen dan voor andere. Dat komt omdat, bijvoorbeeld ervaren bestuurders, sommige deelcomponenten reeds geautomatiseerd hebben, bijvoorbeeld het schakelen of het koppelen. En een geautomatiseerd proces vergt minder aandacht dan een proces dat zeer bewust en gecontroleerd gebeurt. Dat verklaart (ten dele) waarom onervaren bestuurders meer fouten maken: ze zitten sneller aan de limiet van hun aandachtscapaciteit doordat meer processen bewust en gecontroleerd moeten uitgevoerd worden en daardoor dus meer aandacht moeten investeren. Dat verklaart bijvoorbeeld ook waarom het rijden met een automaat doorgaans als makkelijker en meer relaxt wordt ervaren: een deelcomponent van het rijden, namelijk koppelen en schakelen, dient niet langer te gebeuren. Ten derde stelde Michon (1985), zeer lang geleden, dat de rijtaak een complexe mix is van deeltaken op drie verschillende niveaus: strategisch, operationeel en tactisch. Hij stelde toen al onder meer dat elk niveau een andere hoeveelheid inspanning, aandachtscapaciteit en verwerkingstijd vergt en dat de deeltaken niet bij iedereen zich op hetzelfde niveau bevinden. Zo is er bijvoorbeeld een belangrijk onderscheid tussen de nieuwe en meer ervaren bestuurder. Tenslotte kan de rijtaak onder verschillende externe omstandigheden gebeuren. Het rijden tijdens slechte weers- en zichtomstandigheden vraagt meer aandacht dan wanneer het mooi weer is. Het uitvoeren van enkele deeltaken zal door de suboptimale omstandigheden daardoor meer 'energie' en dus aandacht vragen.

We gaven eerder aan dat er interindividuele verschillen kunnen bestaan in de aandachtsbesteding tijdens het rijden. De mate van automatisatie van de deeltaken is een belangrijke verklaring hiervoor. Natuurlijk is het ook zo dat totale aandachtscapaciteit kan verschillen tussen personen (Suedfeld & Tetlock, 2001). Enkele factoren die aanleiding geven tot interindividuele verschillen zijn leeftijd, genetische factoren, gemoedstoestand, slaapdeprivatie, angst en depressie (Commodari & Guarnera, 2008; Finucane, 2011; Hudson et al., 2020; Martin & Kerns, 2011; Peckham et al., 2010).

Door de complexiteit van de rijtaak wordt een groot deel van onze (beperkte) aandachtscapaciteit besteed aan de rijtaak. Daardoor is er slechts een beperkte capaciteit over voor bijkomende taken. Maar, hoe minder aandacht geïnvesteerd wordt in het rijden, hoe meer er over is voor andere activiteiten tijdens het rijden. Dat verklaart waarom ervaren bestuurders doorgaans minder negatieve gevolgen ondervinden van het uitvoeren van een secundaire taak dan beginnende bestuurders (Shinar, 2017).

De bovenvermelde principes zijn universeel en gelden voor elke taak, dus ook voor taken die secundair toegevoegd en dus tegelijkertijd worden uitgevoerd met de rijtaak. Op basis van dezelfde principes geldt, wanneer een secundaire taak aan het rijden wordt toegevoegd en wanneer daardoor de aandachtscapaciteiten worden uitgeput, dat als gevolg niet alle informatieverwerkingsprocessen kunnen plaatsvinden, of niet snel genoeg kunnen plaatsvinden, of niet even doeltreffend. Dit leidt dan tot wat beschreven wordt als 'taakinterferentie' (zie bijvoorbeeld Pashler, 1994). Wanneer die taakinterferentie van toepassing is op de hoofdtak, het rijden, spreekt men van 'afleiding'. De mate van interferentie met de hoofdtak hangt dus af van hoeveel aandacht deze vereist, hoeveel er over is en hoeveel 'geconsumeerd' wordt door de secundaire taak of taken.

3.3 Afleiding

Afleiding is een specifieke vorm van onoplettendheid (Engels: inattention) die optreedt wanneer bestuurders hun aandacht besteden aan een activiteit anders dan de rijtaak (NHTSA, 2024). Afleiding tijdens het rijden is van alle tijden en komt voor in vele vormen. Sinds jaar en dag zijn de bestuurders onderhevig aan afleiding door te praten met passagiers en lawaai van de kinderen op de achterbank. Maar ook het zoeken naar weginformatie en het lezen van verkeers- en reclameborden zorgen ervoor dat de bestuurder afgeleid wordt. Occasioneel zit er zelfs een storende vlieg of bij in de wagen. Het zijn allemaal aandacht-afleidende omstandigheden.

In het literatuuronderzoek van (Qi et al., 2020) worden externe en interne oorzaken voor afleiding tijdens het rijden naar voor gebracht en deze auteurs concluderen dat afleiding een complex concept is dat multifactorieel bepaald is. Zo bespreken ze niet alleen de verhoogde visuele en mentale taakbelasting, maar ook de emoties en stemmingen van bestuurders als oorzaak van afleiding. Ze wijzen op het belang van zowel interne als externe factoren die het rijgedrag kunnen beïnvloeden. Als externe objecten benoemen ze bijvoorbeeld reclameborden. Naast visueel afleidend, kunnen deze een uitgesproken positieve of negatieve emotionele inhoud hebben en zo de aandacht van bestuurders beïnvloeden. Maar ook interne frustratie kan de aandacht van de bestuurder 'in bezit nemen'. Naast interne factoren geven deze auteurs ook aan dat attitudes een belangrijke rol kunnen spelen. Ze geven aan dat de houding en bereidheid van een bestuurder om bepaalde extra 'aandachtsvereisende' handelingen te stellen verband houdt met hun sociodemografische achtergrond. Zo brengt hun literatuurstudie aan het licht dat de attitude van jonge bestuurders de sterkste voorspeller is van de intentie om te sms'en tijdens het rijden. Ze zijn dus meer bereid (dan oudere bestuurders) om tekstberichten te ontvangen, ze te lezen en te beantwoorden tijdens het rijden. Een andere vermelde interne oorzaak van afgeleid rijden zijn 'speciale' medische aandoeningen. Zo geven ze aan dat jongvolwassenen met aandachtsstoornissen zoals het zogenaamde 'Attention Deficit Hyperactivity Disorder' (ADHD) en 'Attention Deficit Disorder' (ADD) gevoeliger zijn voor afleiding en dit voornamelijk in de meer eentonige rij-situaties. De invloed en impact van medische aandoeningen wordt later uitvoeriger besproken.

Deze, maar ook nog andere oorzaken worden nog door andere auteurs aangehaald. Het afleidende effect door passagiers bijvoorbeeld werd tegen het licht gehouden door Theofilatos en collega's. (2018). Op basis van hun meta-analyse schatten deze auteurs in dat 3,55% van de verkeersongevallen te wijten zou zijn aan interactie met passagiers. Maasalo en collega's (2019) concluderen dat het rijden van bestuurders met kind-passagiers vaker werd bestempeld als afgeleid, in vergelijking met bestuurders zonder kind-passagiers. Er zijn indicaties dat reclameborden de aandacht afleiden, maar de negatieve effecten zijn niet bij iedereen even groot (Shbeeb, 2023). In een studie van Gordon (2007) schat men dat in Nieuw Zeeland 4% van alle ongevallen te wijten aan afleiding binnen het voertuig veroorzaakt worden door dieren of insecten in dat voertuig. In ongeveer de helft van de gevallen is een huisdier de oorzaak, in de andere helft waren het vliegende insecten.

Er is veel onderzoek gedaan naar het gebruik van mobiele telefoons in auto's. Uit meerdere onderzoeken (bijvoorbeeld Choudhary & Velaga, 2018) blijkt dat het typen of sms'en op een telefoon gepaard gaat met een extreem hoog risico op ongelukken. Het ongevalsrisico wordt nog extra verhoogd bij bestuurders die meer risico nemen. Deze laatste auteurs geven bijvoorbeeld aan dat dit het geval is voor nieuwe bestuurders, omdat zij hun snelheid minder (kunnen) aanpassen aan de gegeven omstandigheden.

Het is duidelijk dat de soorten afleiding op verschillende manieren kan gecategoriseerd worden, bijvoorbeeld naargelang de bron, zoals hierboven. Maar ze wordt ook dikwijls beschreven naargelang de modus of het 'kanaal' dat voor de interferentie zorgt. Dit vinden we bijvoorbeeld terug bij Batabyal (2021), Papantoniou en collega's (2017) en Strayer en collega's (2018).

Zij maken een onderscheid tussen:

- Visuele afleiding: de bestuurder kijkt naar iets anders dan naar objecten die nodig zijn om de rijtaak te kunnen uitvoeren.
- Auditieve afleiding: de bestuurder luistert naar iets anders dan naar zaken die nodig zijn om de rijtaak te kunnen uitvoeren.
- (Fysieke maar meestal) Manuele afleiding: de bestuurder doet iets anders met de handen dan wat strikt noodzakelijk is om de rijtaak te kunnen uitvoeren
- Cognitieve afleiding: de bestuurder levert een mentale inspanning die niet strikt noodzakelijk is om de rijtaak te kunnen uitvoeren.

In feite bestaan deze categorieën niet of zelden apart van elkaar. Immers, de reden dat de visuele en auditieve stimuli interfereren met ons systeem, en dus voor afleiding zorgen, is onder meer omdat ze ook cognitieve capaciteit vergen om ze te verwerken. Daarenboven, soms komen meerdere soorten afleiding ook samen voor. Om die reden combineren sommige auteurs de bovenvermelde soorten afleiding. Een gebruikte combinatie is bijvoorbeeld de 'auditief-stemmige afleiding'. Ze treedt op wanneer de bestuurder luistert naar een gesprek (auditieve afleiding), moet verwerken en begrijpen wat er gezegd wordt (cognitieve afleiding) en daarna misschien zelfs moet antwoorden (ook deels een cognitieve afleiding). Een ander voorbeeld is de 'visueel-manuele afleiding'. Ze komt voor wanneer de bestuurder een gerichte manuele handeling moet stellen op basis van een bepaalde visuele stimulus. Het vergt dan tegelijkertijd een visuele, manuele en cognitieve inspanning.

Een laatste punt dat besproken moet worden en belangrijk is voor het begrijpen van afleiding zijn de zintuiglijke modaliteiten die 'belast' worden door de verschillende taken. We vermeldde eerder al dat het verwerken van een bepaalde hoeveelheid aan informatie 'makkelijker' is wanneer deze 'verspreid' kan worden over verschillende 'kanalen'. Dit is immers één van de gevolgen van de beperkingen in informatieverwerkingscapaciteit. Het gevolg daarvan is dat de mate van afleiding, indien twee verschillende taken tegelijkertijd moeten uitgevoerd worden, groter zal zijn als beide taken met hetzelfde zintuiglijke kanaal moet verwerkt worden. Wanneer bijvoorbeeld één van de taken (hoofdzakelijk) visueel is en de andere (hoofdzakelijk) auditief, dan zal het afleidende effect minder zijn. Daarom wijzen Scerra & Brill (2012) er op dat de bron van interferentie bij dubbeltaakprestaties ook kan liggen in de gemeenschappelijke verwerkingsmechanismen en niet enkel in de moeilijkheid van de taken.

Samenvattend, of en in welke mate een secundaire taak de bestuurder afleidt, hangt van verschillende uiteenlopende factoren af zoals de complexiteit van de rij-situatie, de complexiteit van de secundaire taak, de gebruikte zintuiglijke modi en tenslotte de kenmerken en capaciteiten van de bestuurder zelf.

3.4 Het meten van afleiding

3.4.1 De afhankelijke variabelen

De effecten van afleiding kunnen op verschillende manieren gemeten worden (Batabyal, 2021). Dit kan op zowel een kwantitatieve als kwalitatieve manier waarbij verschillende aspecten in kaart kunnen gebracht worden zoals rijgedrag en ongevallen(risico) (Papantoniou et al., 2017). Doorgaans wordt ook gesteld dat afleiding ook niet door één enkele variabele kan gemeten worden en dat de selectie van variabelen beter afgestemd wordt met de specifieke onderzoeksvragen.

Papantoniou en collega's (2017) bestudeerden 40 rijsimulatorstudies en besluiten dat de impact van afleiding voor wat betreft rijgedrag het meest wordt bestudeerd aan de hand van snelheid, laterale positie van het voertuig, stuurwielhoek, aantal fixaties, volgafstand, reactietijd (bijvoorbeeld remtijd) en kwaliteit van inhaal-, versnel- en vertraagmanoeuvres. Men neemt doorgaans aan dat deze variabelen ook tijdens het (echte) rijden in de (echte) wereld een vergelijkbare waarde hebben. Snelheid is één van de meest gebruikte maten. Deze wordt ingedeeld in de categorie van 'longitudinale parameters'. Afgeleiden zijn: gemiddelde snelheid, variabiliteit in snelheid en minimum en maximum. Batabyal (2021) vermeldt dat men doorgaans vindt dat afgeleide bestuurders trager rijden en met meer variabiliteit in hun snelheid. Een ander voorbeeld van een longitudinale parameter is de volgafstand. Deze kan uitgedrukt worden in tijd of in afstand. Vaak gebruikte afgeleiden zijn het gemiddelde en het minimum. Kortere volgafstanden worden doorgaans als onveiliger beschouwd en worden gezien als een maat van cognitieve belasting.

Naast de longitudinale parameters, zijn er ook laterale parameters. Het meeste gekende voorbeeld is de laterale positie. Ze geeft de 'links-rechts' positie van het voertuig aan ten opzichte van het baanvak. Afgeleiden zijn de standaarddeviatie en het gemiddelde van de laterale positie. Doorgaans neemt men aan dat een verhoging van de standaarddeviatie een impact is van de verhoogde mate van cognitieve belasting van de bestuurder. Het is ook een courant gebruikte rijparameter bij de evaluatie van de effecten van medicatie en drugs op het rijgedrag (Verster & Roth, 2012). Een andere longitudinale variabele zijn de stuurwielbewegingen, versnelling en vertraging en de 'tijd tot impact' (Engels Time to Collision, TTC). De bewegingen van het stuur worden dikwijls geoperationaliseerd als stuurwielhoek. Batabyal (2021) geeft aan dat er evidentie is dat de continue en kleine sturbewegingen van het 'normale' rijgedrag veranderen in grotere en plotse stuurwielcorrecties tijdens afleiding.

Afleiding, met in het bijzonder cognitieve afleiding, wordt dikwijls gemeten aan de hand van het kijkgedrag van de bestuurder (Papantoniou et al., 2017). Kijkgedrag is de verzameling van momenten dat de blik 'op iets stilstaat' en momenten dat die blik verschuift naar een ander object. Wanneer het oog 'stilstaat', spreekt men van een fixatie. De oogsprong (wanneer het oog van het ene object naar het andere 'verspringt') heet men een saccade. De fixaties kunnen uitgedrukt worden in termen van aantal en duur op een bepaald object of in een bepaalde regio. De saccades worden meestal uitgedrukt in aantal en afstand. Het aantal en de duur van de fixaties en het aantal en afstand van de saccades worden in verband gebracht met de moeite die het kost om een bepaalde situatie te zien of te analyseren. Eigenlijk beschouwt men de kwaliteit van de volgbeweging van het oog ook als een belangrijke variabele. De volgbeweging (Engels: smooth pursuit) vindt plaats wanneer

het oog landt (fixatie) op een bewegend object en op dat object 'blijft plakken'; het 'met de fixatie volgen van een bewegend object' dus. Voor de informatieverwerking tijdens het rijden zijn deze volgbewegingen zeer belangrijk omdat de omgeving waarin het rijden gebeurt inherent dynamisch van aard is. Voor een meer gedetailleerde beschrijving verwijzen we naar Papantoniou en collega's (2017).

Naast deze voertuig- en kijkgerelateerde maten definiëren deze laatste auteurs ook het concept van de cognitieve belasting (Engels: workload). Ze onderscheiden drie categorieën van variabelen: ten eerste subjectieve maten, ten tweede maten gebaseerd op fysiologie en ten derde maten gebaseerd op taakperformantie.

Bij subjectieve maten wordt aan de respondent gevraagd 'het persoonlijke gevoel van mentale belasting' uit te drukken aan de hand van een uni- of multidimensionale schaal. Voor de geïnteresseerde lezer: Papantoniou en collega's (2017) benoemen en bespreken een aantal van dergelijke schalen.

Voor wat betreft de fysiologie, vertrekt de wetenschappelijke gemeenschap van de vaststelling dat cognitieve belasting resulteert in een fysiologische reactie van het menselijk lichaam. Doorgaans analyseert men de (re)actie van het hart, de ademhaling, de ogen, de spraak en de hersenen. De afgeleiden van de hartactiviteit zijn het hartritme, de variabiliteit hiervan en de bloeddruk. Bij de ademhaling wordt de hoeveelheid ingeademde lucht en het aantal ademhalingen per tijdseenheid geanalyseerd. Voor wat betreft het oog bespreken we reeds de functionele analyse van het kijkgedrag. Voor wat betreft de fysiologie van het oog, worden het electro-oculogram (EOG) genoemd, samen met het aantal en de duur van de oogknippering en de pupilreactie. Deze laatste lijkt zeker niet beschouwd te worden als algemeen aanvaard. De snelheid van de spraak, de toonhoogte, het volume en de variaties in de laatste twee worden beschouwd als fysiologische spraakindicatoren van cognitieve belasting. En tenslotte, voor wat betreft de hersenactiviteit wordt het electro-encephalogram (EEG) vernoemd.

De laatste categorie van variabelen, namelijk deze die gebaseerd zijn op taakperformantie, bevat de meest uiteenlopende maten en taken en is daardoor de meest generieke categorie. Met taakperformantie bedoelt men 'hoe goed een taak wordt afgelegd'. Meestal laat men twee taken tegelijkertijd uitvoeren en vergelijkt men hun resultaat met de situatie waar men slechts één van beide uitvoert. Afname in taakperformantie in één van beide taken in de gecombineerde conditie wordt gezien als een maat van cognitieve belasting. Een voorbeeld hiervan is het reactievermogen op onverwachte gebeurtenissen, gemeten als reactietijden op het rempedaal of claxon naar aanleiding van een onverwachte stimulus, of het aantal van gemiste targets of verkeerde responsen (Papantoniou et al., 2017). Meestal geldt dat een hogere reactietijd, meer 'misses' en meer verkeerde responsen een indicatie zijn van meer afleiding.

3.4.2 Bruikbare methodes

Er zijn een aantal verschillende methodes die veelal gebruikt worden om effecten van afleiding in het verkeer te onderzoeken. De meest voorkomende zijn experimenten op de openbare weg of gesloten circuit, experimenten waarbij mensen 'gevolgd' worden terwijl ze dagdagelijks rijden (Engels: Naturalistic Driving), experimenten in de rij simulator, diepte-analyses van ongevallen en onderzoek naar attitudes en zelfgerapporteerd gedrag (Bärgman, 2016; Papantoniou et al., 2017).

Een zeer populaire, en ook veilige, manier om rijgedrag te onderzoeken in allerlei omgevingen en omstandigheden is met een rij simulator. Het huidige 'landschap' is echter zeer divers: de simulatoren verschillen aanzienlijk in hun uitzicht, kenmerken en mogelijkheden, software en gesimuleerde omgeving en rij-omstandigheden. Deze heterogeniteit bemoeilijkt de onderlinge vergelijkbaarheid van de studies (Bärgman, 2016; Papantoniou et al., 2017). Deze eigenschappen van de rij simulatoren bepalen het niveau van realisme en daardoor ook de ecologische validiteit van de verkregen resultaten. Ecologische validiteit verwijst naar de mate waarin de resultaten van een onderzoek of experiment kunnen worden gegeneraliseerd naar, of van toepassing zijn op, situaties, omstandigheden en gebeurtenissen in de echte wereld. Van belang is bijvoorbeeld de representativiteit van de context voor de werkelijkheid die de onderzoekers willen begrijpen. De mate van realisme en de generaliseerbaarheid van de bekomen bevindingen zijn determinanten van ecologische validiteit. Als het over rij simulatoronderzoek gaat, wordt hiernaar verwezen met de term 'simulator validiteit' (Mullen et al., 2011). Auteurs die rij simulatoren gebruiken nemen bijvoorbeeld aan dat rijgedrag in de rij simulator hetzelfde is, of zeer vergelijkbaar is als gedrag 'in de echte wereld'. Hiervoor gebruikt men de term 'gedragsvaliditeit'. In een aantal rij simulatoren is deze gedragsvaliditeit zeker in bepaalde mate aanwezig. Mullen en collega's (2011) stellen dat een aantal rij-indicatoren adequaat kunnen ingeschat worden, zoals snelheid, laterale positie, begin van de remactie, verdeelde aandacht en risicovol gedrag. Ook

leeftijdsgebonden en gevolgen van cognitieve veranderingen kunnen volgens deze auteurs in kaart gebracht worden. Ze waarschuwen echter dat niet alle rij-kenmerken vergelijkbaar zijn tussen de simulator en de echte wereld en dat het verband bijvoorbeeld bepaald wordt door rij-ervaring en rijvaardigheid van de bestuurder. Dit doet hen besluiten dat de rij-simulator het rijgedrag in de echte wereld (slechts) benadert (relatieve validiteit) en dat het dus geen exacte kopie daarvan is (absolute validiteit). Dit hoeft niet noodzakelijk een bezwaar te vormen. Immers, voor veel onderzoeksvragen is een absolute validiteit geen vereiste. De generaliseerbaarheid zal afhangen van de onderzoeksvraag, de taakcondities en de gebruikte afhankelijke variabelen. Voor een aantal onderzoeksvragen, bijvoorbeeld deze met een groot gevaargehalte, is de rij-simulator dikwijls de enige optie. Er zijn verschillende voordelen verbonden aan deze methode: het is veilig en men kan zeer gecontroleerd een aantal variabelen manipuleren en dus de bestuurder blootstellen aan bepaalde 'events'. Een ander voordeel is dat de data-analyse relatief efficiënt kan gebeuren: men weet waar de 'kritische events' zijn en de ritduur is doorgaans relatief beperkt. Een nadeel kan zijn dat niet iedereen de ritten kan volmaken, omdat rij-simulatorziekte geen uitzondering is en dat, in sommige gevallen, de gedragsvaliditeit onvoldoende ingeschat kan worden.

De grootste gedragsvaliditeit wordt bekomen met het 'volgen' van bestuurders tijdens het dagdagelijks rijden, een tweede veel gebruikte methode. De Engelse benaming voor deze methode is 'Naturalistic Driving study'. In dergelijke studies worden de eigen voertuigen van de deelnemers uitgerust met allerlei apparatuur om hun rijgedrag te observeren en te meten (Papantoniou et al., 2017). Er zijn doorgaans geen specifieke instructies of 'experimentele manipulaties'. Ze gebeuren dus in een 'niet-gecontroleerde omgeving'. Wel laten ze observaties toe over een langere periode, in zowel kritische als niet-kritische omstandigheden en zijn minder onderhevig aan de effecten van niet met het eigen voertuig te rijden of het eventuele sociaal wenselijke gedrag ontlokt door het toekijkende oog van de testleider (Singh & Kathuria, 2021). Afhankelijk van de geïnstalleerde apparatuur wordt het rijgedrag gedocumenteerd in termen van snelheid en versnelling, remkracht, laterale positie, volgafstand, Soms worden ook bijkomende, niet opvallende, camera's geïnstalleerd waaruit kijkgedrag en de effecten van secundaire taken kan afgeleid worden. Meestal denkt men bij dit soort studies enkel aan een studie-opzet waarbij het voertuig van de deelnemers wordt uitgerust. Soms echter 'rust men ook de omgeving uit'. Dan installeert men allerlei observatie-apparatuur op een bepaald punt en analyseert men het rijgedrag van al het voorbijkomend verkeer. Zeker in het opzet waarbij men individuele voertuigen uitrust, is de dataprocessing zeer intensief. Omdat de sensoren continue gegevens opleveren, wordt een enorme hoeveelheid aan gegevens gegenereerd. Daarom vraagt de verwerking ervan aangepaste hard- en software, veel tijd en inspanning, rekencapaciteit en opslagruimte.

Een volgende methode zijn de experimenten op de openbare weg of gesloten circuit. Hier combineert men als het ware enkele aspecten van de methode van het dagelijkse rijden met die van de rij-simulator. Met deze methodologie wordt er ook in echte, geïstrumenteerde, voertuigen gereden op de echte weg. Er is dus een relatief grotere ecologische validiteit. Echter, tijdens het rijden worden er doorgaans variabelen gemanipuleerd: dit zijn de experimentele condities. In dat opzicht zijn deze studies vergelijkbaar met de simulatorstudies. De experimentele mogelijkheden zijn echter beperkter dan in de simulator, meestal om veiligheidsredenen. Echter, door de experimenten te laten doorgaan, niet op de openbare weg, maar op een gesloten circuit, kunnen de onderzoekers zich wel meer veroorloven in termen van veiligheid. Er wordt dan wel iets meer ingeboet aan ecologische validiteit.

Bij diepte-analyse van ongevallen (een vierde methode) worden ongevallen met een hoge mate van detail bestudeerd om zodoende alle factoren in kaart te brengen die geleid hebben tot een ongeval (Papantoniou et al., 2017; Singh & Kathuria, 2021). Er zijn veel randvoorwaarden verbonden aan dit onderzoek. Immers, de kwaliteit van de analyses hangt af van de betrouwbaarheid, volledigheid en de mate van detail van de rapportage en/of van de expertise van de observatoren en analisten. Omdat de analyse retrospectief gebeurt, is het niet altijd eenvoudig om het rijgedrag, dat aanleiding gaf tot het ongeval, te verklaren.

De laatste methode die vaak gebruikt wordt om de effecten van afleiding in het verkeer te onderzoeken, is de zelfrapportage van bestuurders. Meestal wordt de data verzameld aan de hand van vragenlijsten waarbij wordt gevraagd in hoeverre en in welke mate de respondenten afgeleid gedrag stellen. Soms worden de deelnemers ook bevraagd via persoonlijke gesprekken of telefoon-interviews. Sommige auteurs stellen de waarde van de zelfrapportage in vraag (Singh & Kathuria, 2021). Kaye en collega's (2018) argumenteren dat er wel degelijk heel wat verschillen kunnen opgemerkt worden tussen subjectieve inschattingen en objectieve maten van rijgedrag.

3.5 Prevalentie en ongevallen

3.5.1 Prevalentie en aanvaardbaarheid

De prevalentie van afleiding in het Belgische verkeer wordt onder andere geschat in het meest recente Briefingsdocument van Vias institute over dit thema. Boets (2023) geeft aan dat autobestuurders ongeveer de helft van de rijtijd afgeleid zijn. Verder blijkt dat 26 % van de autobestuurders in België aangeeft recent wel eens gesmst te hebben en 21,1 % geeft aan getelefoneerd te hebben met het toestel in de hand, tijdens het rijden.

Prevalentie-indicaties over afleiding in het verkeer verkrijgen we ook via enkele resultaten van de ESRA bevragingen. ESRA (E-Survey of Road Users' Attitudes) is een wereldwijd initiatief en heeft als doel om vergelijkbare gegevens over verkeersveiligheidsprestaties en verkeersveiligheidscultuur te verzamelen en te analyseren. Op regelmatige basis worden een aantal thema's internationaal bevestigd; afleiding is er één van. Indicaties van afleiding kunnen we krijgen via de antwoorden op drie vragen: Hoeveel keer heeft u in de voorbije 30 dagen gebeld met de telefoon in hand, handenvrij gebeld en een bericht gelezen of sociale media bekeken. Uit de laatste bevraging (Belgium - ESRA3 Country Fact Sheet, 2024) blijkt dat bijna één vijfde (18%) van de Belgische respondent-autobestuurders aangeeft in de voorbije maand minstens één keer gebeld te hebben met de telefoon in de hand, meer dan de helft (55%) van deze bestuurders verklaart handenvrij gebeld te hebben en bijna een kwart (23%) beweert een bericht of sociale media bekeken te hebben. De equivalente Europese⁵ prevalenties, in lijn liggend met de Belgische getallen, zijn respectievelijk 22% (min 15% – max 49%), 51% (min 39% – max 76%) en 23% (min 14% – max 41%) (*ESRA3 dashboard*, 2024). Deze gedragingen, die nauw gerelateerd zijn aan afleiding, komen frequent voor. De Europese bestuurders schatten de gevolgen van deze gedragingen ook niet zo ernstig in. Hiervoor grijpen we terug naar de ESRA vragen over de aanvaardbaarheid van bovenvermelde gedragingen. Voor het handenvrij bellen is de aanvaardbaarheid zeer aanzienlijk. Immers, een kwart (45%) van de Belgische bevestigden bestempelt dit gedrag als aanvaardbaar. De aanvaardbaarheid van het bellen achter het stuur met de telefoon in de hand en voor het lezen van berichten en sociale media is bij de Belgische respondenten (gelukkig) veel minder: iets meer dan 3% voor beide gedragingen. België is ook in dit opzicht geen uitzondering. De Europese equivalenties zijn immers 39% (min 23% – max 71%), 4% (min 2% – max 10%) en 3% (min 1% – max 5%) (*ESRA3 dashboard*, 2024). Nochtans staat de modale Belg niet weigerachtig tegenover een wettelijk verbod voor rijden met de telefoon in de hand voor alle gemotoriseerd vervoer. Uit de ESRA resultaten blijkt immers dat 84% een dergelijk verbod ondersteunt. Het Europees gemiddelde is 79% (min 64% - max 89%).

3.5.2 Ongevallen

Het exacte aantal verkeersongevallen dat kan toegewezen worden aan afleiding is moeilijk te bepalen. In een recent rapport van het European Road Safety Observatory (European Commission, 2023) schat men dat 25% van de dodelijke ongevallen en 29% van de letselongevallen in 2022 in Oostenrijk vermoedelijk te wijten waren aan afleiding en onoplettendheid. Het meest recente Vias briefingsdocument over afleiding laat kennen dat om en bij de 150 doden per jaar bij automobilisten in het Belgische verkeer kunnen toegeschreven worden aan afleiding, waarvan één derde aan handmatig telefoongebruik (Boets, 2023). In datzelfde document leren we dat het gebruik van de telefoon in de hand het ongevalsrisico van autobestuurders met factor 3,6 doet toenemen. Voor sommige deelhandelingen is die toename nog groter: bij het intoetsen van nummers is dat namelijk een factor 12, en voor berichten typen is dat een factor 6.

Op andere continenten zijn de cijfers vergelijkbaar. In het bovenvermeld rapport wordt aangegeven dat in 2021 afleiding een rol speelde bij 8% van de dodelijke ongevallen, 14% van de letselongevallen en 13% van alle door de politie gerapporteerde verkeersongevallen met motorvoertuigen in de USA. Een jaar later blijken deze cijfers geen toevalsgegeven te zijn. Immers, in 2024 werd door dezelfde instantie, de National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) gelijkaardige statistieken gepubliceerd: 8% procent van de dodelijke ongevallen, 12 procent van de letselongevallen en 11 procent van alle door de politie gerapporteerde verkeersongevallen met motorvoertuigen in 2022 werden vermoed afleidingsgerelateerd te zijn (NHTSA,

⁵ 22 EU-landen

2024). In dezelfde studie wordt geschat dat in 2022 in de USA er 3308 doden vielen en naar schatting nog eens 289310 gewonden bij verkeersongevallen waarbij bestuurders waren betrokken die werden afgeleid.

Ook onderzoeksgegevens uit Canada bevestigen de grootteorde van de ongevallencijfers en geven ook inzicht in enkele evolutietrends (Brown et al., 2024). Zo geven ze aan dat het aantal dodelijke slachtoffers dan wel algemeen mag dalen, de proportie van slachtoffers van ongevallen waarbij een belangrijke mate van afleiding betrokken is, stijgt. Dat komt omdat beide types van dodelijke slachtoffers wel dalen, maar het aantal afleidingsgerelateerde daalt veel minder. In de Canadese data dalen, in de periode 2000-2021, het laatstgenoemde type met slechts 22%, terwijl dat toch 53% is voor de niet-afleidingsgerelateerde dodelijke slachtoffers. Wanneer men niet alleen de afgeleide bestuurder meeneemt in de berekeningen van de dodelijke slachtoffers, maar ook de eventuele andere dodelijk betrokken partijen, dan rapporteren Brown en collega's (2024) zelfs dat, in de periode 2000-2021, het aantal dodelijke ongevallen toeneemt. Dus, wanneer men alle dodelijke slachtoffers telt, namelijk zowel de afgeleide bestuurders als de eventuele andere dodelijke slachtoffers, dan ziet men in Canada een stijging van 19% dodelijke ongevallen in 2000 naar bijna 29% in 2021. Bovendien waren bij deze dodelijke ongevallen door afleiding meer niet-afgeleide slachtoffers betrokken (passagiers, voetgangers of bestuurders van andere voertuigen), dan afgeleide bestuurders.

Een gelijkaardig beeld wordt verkregen wanneer men andere methodologieën gebruikt. Resultaten uit naturalistisch rijonderzoek suggereren zelfs dat het percentage ongevallen gerelateerd aan afleiding nog hoger kan liggen. In het onderzoek van Dingus was er bij 68% van 905 ongevallen met letsel en/of materiële schade sprake van enige vorm van een waarneembare afleiding (Dingus et al., 2016). In datzelfde onderzoek wordt geschat dat bestuurders in meer dan de helft van de ritten (52%) een potentieel afleidende activiteit ondernam en dat tijdens die ritten hun ongevalsrisico dubbel zo groot was als normaal.

Liang en Yang (2022) bestudeerden welke soorten afleidingen meer of minder aanleiding geven tot een ongeval waarbij de bestuurder (afgeleid en) in fout was. Zo vinden ze dat objecten in het voertuig, mobiele toestellen, gebeurtenissen buiten de auto en IVIS voor de meeste afleiding zorgen.

3.6 Leeftijd en geslacht

Niet iedereen lijkt in dezelfde mate vatbaar te zijn voor de effecten van afleiding. Zo lijken sommige auteurs te suggereren dat leeftijd en geslacht bepalende factoren te zijn. In een recent onderzoek van Liang en Yang (2022) argumenteren deze auteurs dat aan- en/of afwezigheid van algemene trends over afleiding kunnen gemedieerd worden door leeftijd en geslacht. Ze tonen aan dat er wel degelijk leeftijds- en geslachtsinteracties zijn waarbij rekening moet gehouden worden bij de interpretatie van resultaten van de effecten van afleiding. Ze besluiten dan ook dat het zinvol is om voor risicobepalingen rekening te houden met verschillende leeftijdsgroepen en geslachten. In hun studie onderzochten ze de effecten van verschillende soorten afleiding, van leeftijd en van geslacht op ongevallen waarbij de bestuurder zelf in fout was. Uit hun resultaten concluderen ze dat de prevalentie van verschillende soorten afleiding verschilt per leeftijdsgroep. Zo vinden ze dat tiener-bestuurders (16-19 jaar) het meest afgeleid worden door interactie met passagiers, gevolgd door entertainment en mobiele toestellen. Volwassenen (20-64 jaar) laten zich het meest afleiden door interactie met passagiers, daarna door gebeurtenissen buiten de auto en mobiele toestellen. Voor de oudere bestuurders (65 jaar en meer) zijn dat in de eerste plaats interactie met passagiers, gevolgd door gebeurtenissen buiten de auto. Entertainment kwam op de derde plaats. Ze besluiten dat de ouderen in hun studie zich het minst laten verleiden tot afleiding. Immers, de prevalentie van 'geen afleiding' bedraagt voor deze groep in hun studie ongeveer 60%, terwijl dat voor de jongeren en volwassenen tussen de 41% en 45% is.

De leeftijdsverschillen in aandachtscapaciteit zijn al langer bekend (Cooper et al., 2020). Zo hebben bijvoorbeeld oudere bestuurders, in vergelijking met jongere bestuurders, meer moeite om hun aandacht tussen taken te verdelen. Daarom is het niet verwonderlijk dat mensen van verschillende leeftijdscategorieën ook verschillend onderhevig zijn aan de invloeden van afleiding. Dergelijke verschillen worden bijvoorbeeld aangetoond in een experiment van Cooper en collega's (2020). In hun artikel brengen ze een studie over leeftijdsgelateerde verschillen in de cognitieve, visuele en temporele eisen van IVIS. Daarin blijkt dat oudere bestuurders (55-75 jaar) een hogere werkbelasting ervaren dan jongere bestuurders (21-36 jaar) bij hetzelfde IVIS-gebruik. Daarenboven hebben ze tragere reactietijden en hebben ze meer tijd nodig om alle taken uit te voeren. De auteurs besluiten dat het gebruik van IVIS tijdens de rijtaak voor iedereen belastend is, maar nog meer voor de oudere bestuurders. Immers, dezelfde IVIS-taak betekent voor de oudere bestuurder een relatief hogere cognitieve en visuele belasting van het informatieverwerkingssysteem. Ze merken specifiek op dat

ouderen in hun studie vooral last leken te hebben met het richten en houden van de aandacht naar voor op de weg, tijdens het gebruik van IVIS.

Vervolgens bevestigen Liang en Yang (2022) dat er ook geslachtsverschillen zijn en leeftijd x geslacht interacties wanneer in hun studie de ongevallen geanalyseerd worden waarbij de bestuurder (afgeleid en) in fout was. Dat blijkt uit de analyse van de kansverhoudingen (Odds ratio, OR) van de verschillende types van afleiding van elk van deze groepen voor 'in-fout-ongevallen'. De odds ratio drukt de sterkte van het verband uit tussen, in dit geval, het soort afleiding en een ongeval waarbij de bestuurder in fout was. Een OR groter dan 1 betekent dat afleiding de kans op een dergelijk ongeval doet toenemen.⁶ Een OR = 10, is tien keer groot als een OR = 1. Zo hebben mobiele toestellen een hoge OR voor alle leeftijd x geslacht combinaties, behalve voor de oudere (65+) vrouwen. De OR was het hoogst voor de oudere (65+) mannen (OR = 8,1).⁷ Objecten in de auto hadden voor alle groepen een hoge OR, variërend van OR = 5,56 voor de mannelijke tieners tot OR = 13,27 voor de mannelijke ouderen. IVIS was verhoogd voor mannelijke tieners (OR = 3,12), volwassen vrouwen (OR = 2,53) en mannen (OR = 2,49) en vrouwelijke ouderen (OR = 4,12); en dus niet voor vrouwelijke tieners en mannelijke ouderen. We concluderen uit deze studie dat de interactie-effecten complex zijn en bijgevolg dat niet iedereen per definitie in dezelfde mate afgeleid wordt of zich laat afleiden.

Ook in de resultaten van de eerder vermelde Canadese gegevens (Brown et al., 2024) blijken leeftijds- en geslachtsverschillen te bestaan. Uit de analyse van dodelijke slachtoffers op de snelweg (2017-2021) blijkt dat van de dodelijk verwonde vrouwelijke bestuurders 19% afgeleid was, terwijl 'slechts' 16% van de mannelijke bestuurders afgeleid was. Ook leeftijdsverschillen werden aangetoond. De hoogste percentages van dodelijk verwonde bestuurders die afgeleid zijn, worden gevonden in de jongste (16-19 jaar: 21%) en oudste leeftijdscategorie (65 jaar en ouder: 20%). De leeftijdscategorie 45-54 jaar scoort het beste met 'slechts' 12% dodelijke verwonde afgeleide bestuurders. Over de geslachtsverschillen bestaat nogal wat discussie. Doorgaans wordt gerapporteerd dat mannelijke bestuurders meer 'afgeleid' rijden en meer risicovol rijgedrag stellen (Barr et al., 2015; Lyon et al., 2020). Robertson en collega's (2017) suggereren dat de gevonden verschillen ten nadele van de vrouwelijke bestuurders in de Canadese studie kunnen verklaard worden door een bias in de rapportage. Immers, meer mannelijke bestuurders testten ook positief op alcohol, waardoor er mogelijk minder tot 'afleiding' werd besloten als contribuerende factor tot het dodelijke ongeval. Het zou betekenen dat er een 'onder-codering' is voor afleiding bij de mannelijke bestuurders. Voor wat de leeftijdsverschillen betreft suggereren Brown en collega's (2024) dat de jongeren eerder door hun gebrek aan rij-ervaring en ouderen eerder door een vermindering in cognitieve capaciteiten gevoeliger zijn aan afleiding. Dat zou kunnen verklaren waarom de leeftijdsgroepen daartussen 'het net iets beter doen'. De auteurs nuanceren dit echter. Ze stellen immers dat bestuurders uit de tussencategorieën eigenlijk potentieel meer blootgesteld worden aan ongevallen door afleiding: enerzijds rijden ze meer kilometers dan de jongere en oudere bestuurders en anderzijds hebben ze ook meer werk- en familie gerelateerde verantwoordelijkheden waardoor ze mogelijk meer verleid worden tot afleiding tijdens het rijden.

3.7 Medische aandoeningen

Net zoals leeftijd en geslacht geopperd worden als bepalende factoren voor de beïnvloeding van de afleiding door IVIS, wordt er soms ook gesuggereerd dat informerende en/of rijtaak-ondersteunende systemen de rijprestatie kunnen beïnvloeden bij bepaalde patiëntenpopulaties. Giang en collega's (2023) concluderen uit hun studie dat patiënten met de ziekte van Parkinson wel degelijk een betere rijprestatie kunnen hebben gebruik makende van rijtaak-ondersteunende technologie. Echter, wanneer deze technologie enkel waarschuwt, en niet actief corrigeert, dan lijkt de technologie geen winst op te leveren. De auteurs zoeken de verklaring in termen van de afgenomen en dus beperkte aandachtscapaciteit in de doelgroep. Doordat de cognitieve werklast reeds (te) hoog is door de rijtaak, kan de toegevoegde informatie niet verwerkt worden, waardoor ze ook geen voordeel kan opleveren. Vanuit hetzelfde theoretische denkkader kan men dan ook besluiten dat de kwaliteit van de rijtaak zal afnemen mochten deze patiënten alsnog aandacht besteden aan bijkomende taken. Ze zijn dus gevoeliger voor de negatieve effecten van taken die bijkomende aandacht vereisen. Gegeven dat aandacht en aandachtscapaciteit door wetenschappers beschouwd wordt als een product van de samenwerking van verschillende hersendelen en -structuren (Rueda et al., 2015), is het dan ook niet verwonderlijk dat aandachtsstoornissen voorkomen bij verschillende ziektebeelden. Zo vindt men onder andere (vormen van) aandachtsstoornissen bij personen met ADHD en ADD (Tucha et al., 2017), dementiële beelden zoals de ziekte van Alzheimer (Ballard et al., 2001), Niet Aangeboren Hersenletsel (Park

⁶ rekening houdende met een betrouwbaarheidsinterval

⁷ We rapporteren enkele significante ORs

& Ingles, 2001), Multiple Sclerose (Chiaravalloti & DeLuca, 2008), mensen met een depressie en bipolaire stoornissen (Keller et al., 2019), angststoornissen (Barry et al., 2015), schizofrenie (Luck & Gold, 2008), slaapstoornissen (Fulda & Schulz, 2001), pijnsyndromen (Duckworth et al., 1997), Vitamine B12 deficiëntie (Sahu et al., 2022), de ziekte van Huntington (Thompson et al., 2010). Bij de meeste patiëntengroepen zullen de negatieve effecten van afleiding door de aandoening versterkt worden. Echter, er is evidentie dat het omgekeerde ook het geval kan zijn en dus dat een bijkomende taak net een gunstig effect heeft. Zo wordt er bijvoorbeeld aangenomen dat personen met ADHD zich 'doorgaans' in een staat van 'onderstimulatie' bevinden. Zij kunnen dus eigenlijk eerder gebaat zijn bij een extra taak, in tegenstelling tot de meeste andere aandoeningen. Dat is ook de reden waarom personen met ADHD en ADD soms stimulerende medicatie voorgeschreven krijgen (Fone & Nutt, 2005).

In twee expertmeetings georganiseerd door het Centraal Bureau Rijvaardigheid (CBR, Nederland) in juni 2024 waaraan één van de auteurs van dit rapport deelnam, werd geconcludeerd dat de invloed van het gebruik van IVIS en ADAS meestal een extra belasting met zich meebrengt, bovenop een door de pathologie reeds belast systeem. Hierdoor kunnen negatieve gevolgen exponentieel toenemen door de pathologie. Zeker voor wat de cognitieve pathologieën betreft (i.c. personen met een dementieel beeld en personen met ADHD), was er consensus over het feit dat men er niet mag van uit gaan dat de gevolgen van het gebruik van IVIS (en ADAS) op 'de doorsnee populatie' dezelfde zijn dan op eender welke patiëntenpopulatie (M. Dermois, persoonlijke communicatie, 6 mei 2024). Immers, in een aantal gevallen weet men gewoon dat de werking van het 'patiëntenbrein' niet dezelfde is de werking van 'het normale brein': er kunnen andere wetmatigheden gelden. Hierdoor kan wat voor de meeste personen een lichte extra belasting is, zich vertalen als een 'majeure belasting' voor het patiëntenbrein. In de expertsessie over de visuele beperking (i.c. glaucoom en macula degeneratie) (M. Dermois, persoonlijke communicatie, 18 juni 2024) werd besloten dat de neveneffecten voor de patiëntenpopulatie sterk bepaald kunnen worden door voor wat voor de 'goed ziende' populatie details zijn, zoals de contrastinstellingen van het display, de lichtinstellingen van de binnenruimte van de auto, de gebruikte kleurschakeringen, de plaats van het display in het gezichtsveld. De aanwezige experts gaven het advies om reeds door de aandoening verminderde informatieverwerkingskanalen (i.c. componenten van visuele verwerking) niet extra te belasten. Voor patiëntengroep met de visuele beperkingen betekent dit zoveel mogelijk extra visuele informatieverwerking vermijden en dus meer beroep doen op modaliteiten als de spraak, het gehoor en de tast.

In een aantal gevallen kunnen bestuurders die reeds op één of andere manier 'beperkt' zijn, ook extra belasting vermijden om op die manier niet of minder snel in een situatie van 'overbelasting' te komen. Met andere woorden, ze zouden ervoor kunnen kiezen om geen bijkomende taken te doen tijdens het rijden. Ze gebruiken dan een gedragsmatig compensatiemechanisme. Dat brengt ons bij het volgende belangrijke concept, namelijk dat van de zelfregulatie.

3.8 Zelfregulatie

Vanuit het bovenstaande zou de indruk gewekt kunnen worden dat de bestuurder als het ware het slachtoffer is of wordt van afleiding en dus enkel een passieve 'ontvanger' is van afleiding. Echter, bestuurders kunnen uiteraard, in sommige gevallen tenminste, ervoor kiezen om zich niet af te laten leiden en dus met geen andere taken of zaken bezig te zijn behalve deze die strikt noodzakelijk zijn om veilig aan het verkeer deel te nemen. Het maken van een dergelijke keuze is geassocieerd met het concept van de zelfregulatie. Algemeen gesteld: zelfregulatie is het vermogen om het eigen gedrag, gedachten en emoties te controleren en te beheren (Baumeister & Vohs, 2004; Wandtner et al., 2016). Zelfregulatie wordt gezien als een complexe cognitieve functie die zich ontwikkelt met de jaren. Cognitief neurowetenschappelijk onderzoek suggereert dat succesvolle zelfregulatie afhankelijk is van top-down controle van de prefrontale cortex over de subcorticale gebieden die betrokken zijn bij de ervaring van beloning en emotie (Baumeister & Vohs, 2004; Heatherton & Wagner, 2011). Gezien deze cognitieve functie beschouwd wordt als een product van de prefrontale cortex kunnen we aannemen dat ze slechts volledig ontwikkeld is in de jongvolwassenheid en dat ze daarna nog verder gevormd zal worden door ervaringen, leerprocessen en persoonlijke groei (Baumeister & Vohs, 2004).

Zelfregulatie is geen nieuw concept in de wetenschappelijke literatuur rond veiligheid in het verkeer. Zo wordt dit concept bijvoorbeeld naar voor gebracht als verklaring waarom sommige oudere bestuurders uit zichzelf minder rijden, drukke of moeilijke verkeerssituaties vermijden of zelfs stoppen met rijden (Gwyther & Holland, 2012).

In de context van afleiding in het verkeer verwijst zelfregulering naar het vermogen van bestuurders om hun betrokkenheid bij secundaire taken tijdens het rijden te reguleren. Zelfregulatie kan dus gedefinieerd worden als het vermogen van de bestuurder om de eisen van verschillende verkeerssituaties in te schatten, daarop te anticiperen en vervolgens te beslissen of, wanneer en hoe een secundaire taak of taken kan uitgevoerd worden zonder dat de rijtaak en de veiligheid daaronder lijdt. Het vermogen tot zelfregulatie heeft wel degelijk een gunstig effect op de kwaliteit van de rijtaak. In het experiment van Wandtner en collega's (2016) werden twee groepen bestuurders met elkaar vergeleken: één groep kon zelf beslissen of en wanneer ze een secundaire taak uitvoerden en de andere groep niet. De kwaliteit van de rijprestatie van de groep van zelfregulerende bestuurders was beter dan van de andere groep. Deze zelfregulerende bestuurders waren minder bezig met de secundaire taak tijdens voorspelbaar veeleisende of moeilijke rijsituaties. Zelfregulatie blijkt bijvoorbeeld uit het feit dat snelheid en volgafstand (beter) worden aangepast aan de verkeerssituatie. In het voorgaande experiment blijkt dat de zelfregulatiegroep gemiddeld trager rijdt en een grotere volgafstand heeft dan de afgeleide bestuurders. Het trager en verder af van de voorligger rijden, kan gezien worden als een vermindering van de (cognitieve) werklast en dus van de vereiste aandachtscapaciteit. Hierdoor wordt het informatieverwerkingssysteem dus minder belast (in vergelijking met de groep van afgeleide bestuurders) en is er dus meer capaciteit over om te investeren in de rijtaak. Vooral tijdens de meer uitdagende verkeerssituaties, die dus veel verwerkingscapaciteit vereisen, kan de 'niet aangewende capaciteit' het verschil maken tussen het vermogen om al dan niet adequaat te kunnen reageren. Het gunstige effect van het niet investeren van extra aandachtscapaciteit aan een secundaire taak is dus het grootst in uitdagende (kritieke) situaties. Zelfregulatie is dus de kwaliteit waardoor de bestuurder kan inschatten of en wanneer een secundaire taak kan toegevoegd worden aan de rijtaak, gebaseerd op de complexiteit van de huidige en voorziene rijomstandigheden.

4 Methodologie

We kozen voor een experiment met een echt voertuig op een gesloten circuit. Hierdoor combineren we een relatief grotere ecologische validiteit met uitgebreide manipuleermogelijkheden. In wat volgt beschrijven we het voertuig, het gesloten circuit, de proefpersonen en de gebruikte meetmethoden en manipulaties. Nu al kort samengevat: we doen een 'within subjects' veldexperiment met drie verschillende manieren (condities) in het gebruik van IVIS waarbij we telkens dezelfde IVIS-toepassingen (taken) zullen gebruiken. We zullen altijd ook dezelfde rit doen waarbij we geen IVIS-taken doen (Controle conditie).

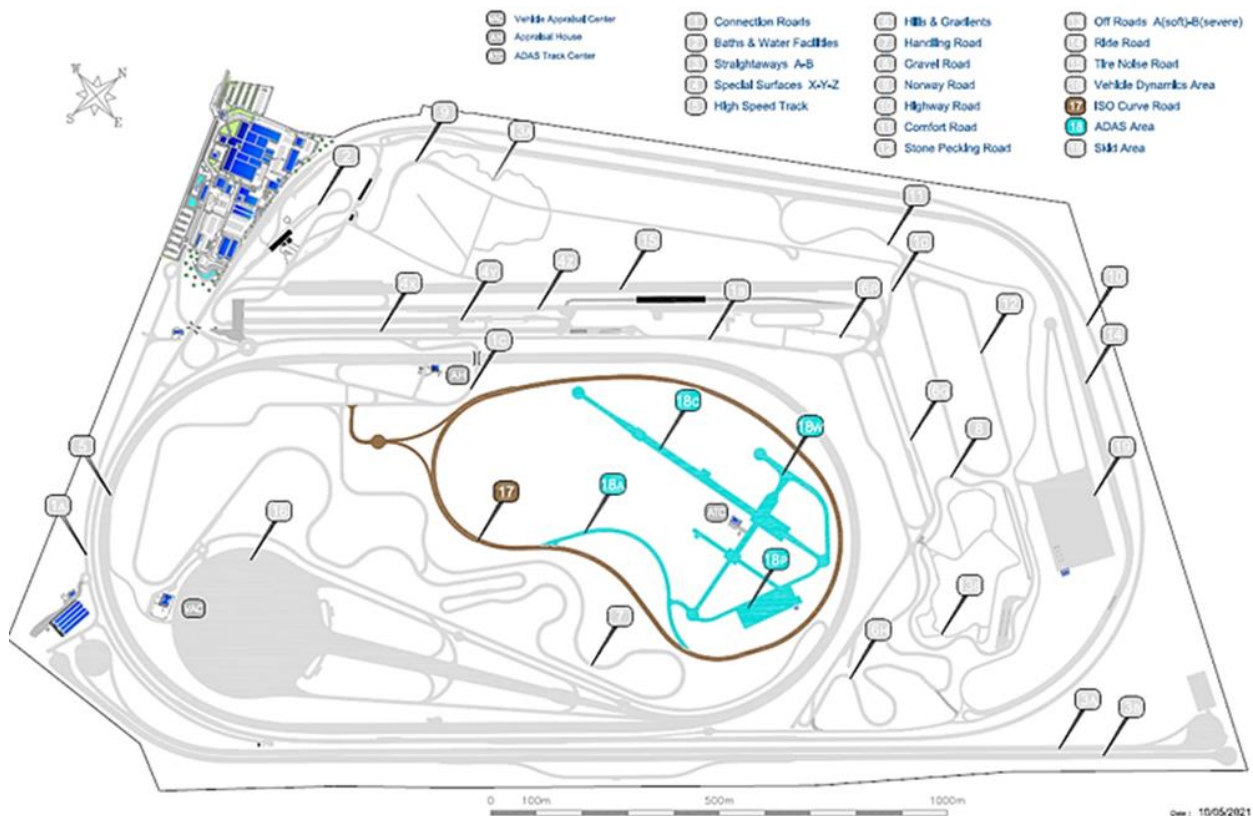
4.1 Proefpersonen

Proefpersonen werden gerekruteerd via een rekruteringsbureau tussen 22 september 2023 en 7 november 2023. Voor dit onderzoek dienden de proefpersonen Nederlandstalig te zijn, met een leeftijd tussen 20 en 50 jaar, houder van een definitief rijbewijs categorie B en minstens 1 jaar rijervaring voor het besturen van een personenauto. De proefpersonen mochten geen gekende (neuro-)oftalmologische aandoening hebben. Omwille van mogelijke interferentie met de meetapparatuur waren het nemen van bètablokkers of hartmedicatie, het dragen van een pacemaker of interne defibrillator bijkomende exclusiecriteria. Het dragen van een bril tijdens het experiment werd niet toegestaan; lenzen wel. Zoals verder zal blijken bestaat de apparatuur om de oogbewegingen te meten onder andere uit een bril. De combinatie van twee brillen resulteert doorgaans in technische moeilijkheden. De rekrutering was initieel gericht op proefpersonen die dicht bij de testlocatie woonden en beschikbaar waren op de voorziene testmomenten. De testdagen werden georganiseerd op opeenvolgende zaterdagdagen van 30 september 2023 tot en met 4 november 2023. De woon-testsite afstand werd stelselmatig uitgebreid totdat het beoogde aantal bereikt werd. Uit een verkregen pool van 70 proefpersonen namen er uiteindelijk 33 deel aan het volledige experiment. Voor de deelname werd een beloning van 25 euro per proefpersoon voorzien in het puntensysteem van het rekruteringsbureau.

Alle proefpersonen werden meermaals ingelicht over het doel en de methodologie van het onderzoek, namelijk in het kader van de rekrutering en bijkomend op het moment van het experiment. Ze werden o.a. geïnformeerd over de achtergrond en doel van de studie, de dataverzameling en de naleving van de algemene verordening van gegevensbescherming. Iedereen gaf op voorhand een akkoord via een geïnformeerde toestemming.

4.2 Het parcours en het voertuig

De testritten waren voor alle proefpersonen en condities gelijk. Ze vonden plaats op een gesloten circuit op de Lommel Proving Ground. De testtrack was een combinatie van Track #17 (ISO Curve Road, bruine kleur) en Track #18 (ADAS Area, cyaan kleur) (zie Figuur 2). Vanuit een vast vertrek- en eindpunt werd op Track #17 gereden in wijzerszin. Track #17 is een lus van 2,4 km lang, met twee rijstroken en verschillende bochten, die toelaat om hogere snelheden te halen. Dit deel van de track is vergelijkbaar met een gewestweg buiten de bebouwde kom. Hierna wordt naar dit deel verwezen als het snelle deel van het circuit. Deze track geeft verbinding met Track #18, het tragere deel. Dit is een gebied met verschillende wegen en kruispunten. Dit deel is vergelijkbaar met een weg door verstedelijkt gebied met de standaard 30-50-70 snelheidslimieten. Hierop werden verschillende verkeersborden geplaatst en door middel van mondelinge instructie werd duidelijk gemaakt welk lokaal parcours er diende gevolgd te worden. Na het lokale tragere parcours kan opnieuw verbinding gemaakt worden met het snellere deel om zo weer naar het vertrek- en eindpunt te rijden. Tijdens de experimentele ritten werd Track #17 (het snellere deel) twee keer volledig afgelegd alvorens, tijdens de derde ronde, naar Track #18 (het tragere deel) af te slaan. Na het lokale parcours op Track #18 werd afgesloten met nog een klein stukje Track #17 tot het vertrek- en eindpunt. Een testrit was ongeveer 35 km lang.



Figuur 2 Overzicht van de testtracks op de Lommel Proving Ground

Het voertuig was een Ford Kuga Plug-in Hybrid Electric Vehicle. Het was uitgerust met een event-recorder box. Op het dashboard vóór de bestuurder werd een LED-strip aangebracht die door de experimentator kon geactiveerd worden. Op de voorruit werd een universele smartphone-houder gemonteerd. Naast de bestuurder waren nog twee andere personen in het voertuig aanwezig. De experimentator vooraan stond in voor de instructies en voor de veiligheid. De experimentator achteraan in het voertuig controleerde of de meetapparatuur correct functioneerde.

4.3 De condities en opdrachten

Het gebruik van infotainment werd op verschillende manieren geoperationaliseerd. Er werden in totaal drie operationele systemen gebruikt, één per experimentele rit. Dit zijn drie manieren waarop IVIS zonder bijkomende technische of andere ingrepen in een voertuig kan gebruikt worden. Het zijn de drie volgende experimentele condities:

- 'Phone Standalone': In deze conditie gebruiken we IVIS via het scherm van de smartphone (in de passende houder). De smartphone is niet verbonden met het voertuig.
- 'Car Connect': In deze conditie verbinden we de smartphone via een USB-kabel met de auto en gebruiken we IVIS, niet via de smartphone, maar via het scherm van het voertuig.
- 'Phone Connect': Ook in deze conditie verbinden we de smartphone via een USB-kabel met de auto, maar gebruiken we toch het scherm van de smartphone.

Deze condities zullen vergeleken worden met een conditie waarin er geen IVIS gebruikt wordt:

- 'Controle conditie': Er is geen smartphone aanwezig. Het scherm van de auto staat aan maar wordt niet gebruikt. Het is het standaard beginscherm.

Deze IVIS-mogelijkheden in deze drie experimentele condities verschillen. We kozen ervoor om te werken met de technisch standaardinstellingen van de toestellen en de auto. Hierdoor worden de IVIS-functionaliteiten

van en door sommige applicaties beperkt. In de Phone Standalone en de Phone Connect conditie kan men alle functionaliteiten van de smartphone en van de applicaties gebruiken. In de Car Connect conditie daarentegen wordt het gebruik van sommige IVIS-toepassingen (standaard) softwarematig beperkt: er kan bijvoorbeeld geen beeldmateriaal getoond worden en er kan bijvoorbeeld geen virtueel toetsenbord gebruikt worden. Deze beperkingen en het gevolg ervan voor de IVIS-opdrachten worden later verder beschreven bij de respectievelijke IVIS-toepassingen.

Elke deelnemer doorliep deze drie experimentele condities. De volgorde ervan werd gerandomiseerd.

Voor deze drie experimentele condities werden twee verschillende smartphones gebruikt, vrij te kiezen door de deelnemers: een iPhone 11 (met iOS besturingssysteem) en een Samsung Galaxy A22 (met Android besturingssysteem). Beide hebben vergelijkbare schermgroottes en geluidskwaliteit⁸. Ze werden in een universele houder geplaatst op een voor alle deelnemers identieke plek, namelijk bevestigd aan de voorruit, in het verlengde van de middenconsole. De deelnemers gebruikten dezelfde smartphone voor alle condities. Figuur 3 geeft een impressie van de plaats van de smartphone en het scherm van de auto.

Alle proefpersonen kregen de kans om te wennen aan de auto, aan de rij-omstandigheden op het circuit en aan de manier van instrueren. Om te wennen werd het gehele traject een eerste keer afgelegd zonder enige manipulatie of registratie van de data. Pas daarna begonnen de opdrachten en werden de metingen geregistreerd. Alvorens de eerste van de experimentele condities aan te vatten, reed elke deelnemer het parcours zonder gebruik te maken van IVIS: de Controle conditie. In deze rit werd dus voor iedereen de 'baseline' bepaald. In de controle en experimentele condities werd er gevraagd te rijden zoals men dat anders ook zou doen, de verkeersregels te respecteren (snelheidslimiet van 70 km/u tenzij anders aangegeven), te rijden aan de toegelaten snelheid en de cruise control niet te gebruiken. Zo werd gevraagd om rekening te houden met de verkeersborden en bij voorrang van rechts te vertragen indien het niet duidelijk was of er een voertuig aankwam of niet. Er werd duidelijk op voorhand aangegeven wanneer men links of rechts moest afslaan.

Naast het reguliere rijden werden de proefpersonen gevraagd een aantal specifieke taken uit te voeren. In alle condities werd er gevraagd om zo snel mogelijk te stoppen (noodstop) bij het oplichten van de LED-strip (zie ook Figuur 3 en Figuur 5). In de experimentele condities werden er bijkomend IVIS-taken uitgevoerd.



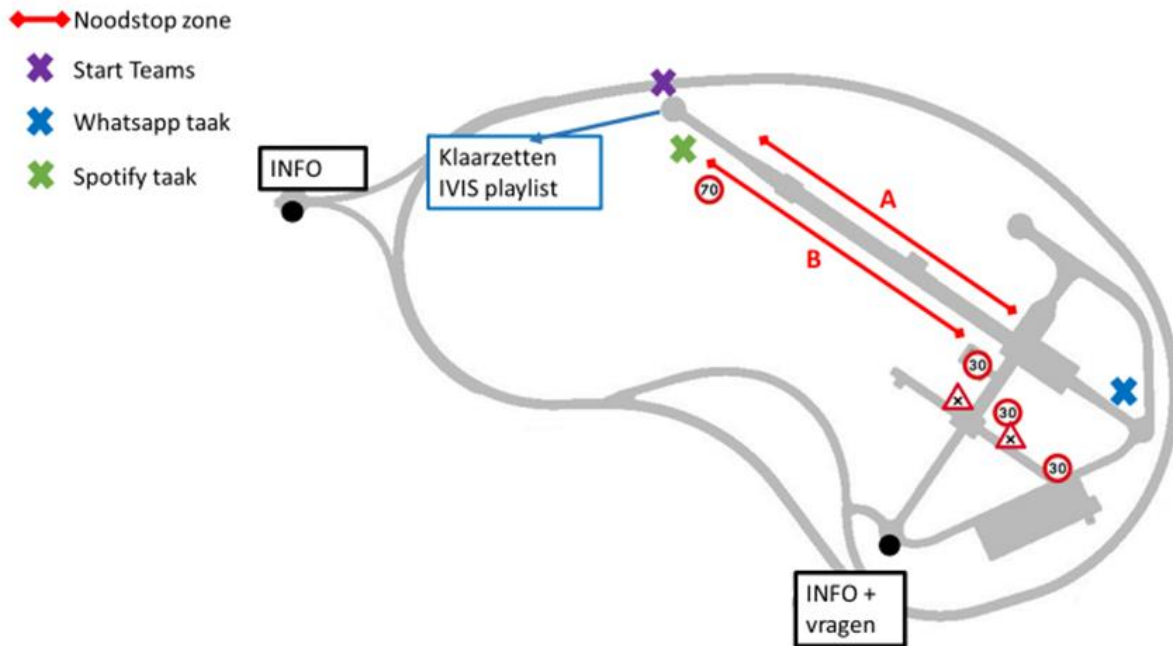
Figuur 3 Impressie van de plaats van de schermen van de smartphone, de auto-display en LED-strip

In de drie experimentele condities werden verschillende IVIS-gerelateerde opdrachten uitgevoerd. Deze opdrachten werden gekozen uit zowel de professionele als de privésfeer:

- Het volgen van een onlinepresentatie in Microsoft Teams
- Het versturen van een Whatsapp bericht
- Het zoeken in een Spotify-lijst

Deze opdrachten werden door de deelnemers op ongeveer dezelfde plaatsen op het circuit en in dus in dezelfde volgorde uitgevoerd. Deze plaatsen werden strategisch gekozen (zie Figuur 4). Deze opdrachten worden hieronder in meer detail beschreven.

⁸ Er werd op gelet dat de geluidsinstellingen vergelijkbaar waren tussen de twee smartphones en dat die niet veranderd werden gedurende de testperiode.



Figuur 4 De track met de locaties van de verschillende taken

4.4 De taken tijdens het rijden

Zoals eerder aangegeven, een testrit was ongeveer 35 km lang en bestond uit een 'sneller' (vlot doorgaand verkeer) en een 'trager' deel (30-50-70 omgeving). Er werd gevraagd om te rijden zoals men dat anders ook zou doen, aan de toegelaten snelheid (70 km/u tenzij anders aangegeven), zonder cruise control. Voorrang van rechts en verkeersborden dienden gerespecteerd te worden. Bovenop 'de reguliere rijtaak' werden een aantal bijkomende opdrachten gegeven en situaties gecreëerd. Ze werden hierboven al eerder kort vermeld. Hieronder worden ze meer in detail beschreven.

4.4.1 De noodstop

Om een idee te krijgen van de alertheid en reactietijd van de proefpersonen moesten ze een noodstop uitvoeren wanneer de LED-strip vóór hen op het dashboard oplichtte (zie Figuur 3 en Figuur 5). De LED-strip werd geactiveerd door middel van een drukknop, die bediend werd door de experimentator vooraan. De noodstops werden uitgevoerd in zowel controle- als experimentele condities. In de experimentele condities werd de LED-strip geïnitieerd tijdens het opstellen van het bericht en tijdens het scrollen door de Spotify afspeellijst. In de Controle conditie werden de twee noodstops uitgevoerd op ongeveer dezelfde plaats op het circuit.



Figuur 5 Impressie van de plaats van de schermen van de smartphone, de auto-display en de geactiveerde LED-strip

4.4.2 De IVIS-taken

In de drie experimentele condities werden drie IVIS-opdrachten uitgevoerd. De verschillende opdrachten gebeurden telkens in de dezelfde onderlinge volgorde en begonnen telkens op ongeveer dezelfde plek op het circuit. Eerst werd de online vergadering bijgewoond. Deze opdracht werd uitgevoerd op het eerste, snellere stuk van het circuit. De volgende taken werden uitgevoerd op het tweede, tragere deel van het circuit. Vooreerst werd de berichtenapp geopend en werd er vervolgens een boodschap verstuurd. Daarna werd de Spotify app gebruikt, gevolgd door de Waze app. Omdat deze taken (in volgorde) drie keer werden uitgevoerd, had elke taak ook drie verschillende versies. Deze IVIS-taken worden nu meer in detail voorgesteld.

4.4.2.1 Volgen van een online presentatie

De eerste IVIS-opdracht bestond uit het volgen van een online presentatie met Microsoft Teams⁹. Elke proefpersoon volgde drie verschillende presentaties, één per experimentele conditie, met elk één bepaald onderwerp, namelijk 'Mozzarella kaas', 'Koraalriffen' en 'de Vesuvius'. Ze werden ook in die volgorde aangeboden in de gerandomiseerde condities. Omdat het organisatorisch onmogelijk was om alle presentaties live te laten doorgaan, werden ze op voorhand opgenomen en ingesproken door de Nederlandstalige persverantwoordelijke van het Vias institute. Ze werden daarna als mp4 afgespeeld via de smartphone. De video's hadden een afspeelduur tussen 2 minuten 17 seconden en 2 minuten 39 seconden. Het visuele en auditieve effect is dezelfde als bij een echte online meeting. De meeting werd gestart door de experimentator vooraan in de wagen. De deelnemers werden gevraagd de presentatie met aandacht te volgen en werden verwittigd dat er achteraf inhoudelijke vragen zouden worden gesteld, alvorens aan het tragere deel van het circuit te beginnen.

Omdat de technische mogelijkheden verschillen tussen de experimentele condities werden twee verschillende versies van de presentaties gemaakt: een visueel-auditieve en een auditieve. In de Car Connect conditie kan geen beeldmateriaal getoond worden. Er was dus op het scherm niets te zien. De informatie werd enkel auditief aangeboden. In de andere twee experimentele condities werd de auditieve informatie ook visueel ondersteund (zie Figuur 6 voor een impressie hiervan).

Elke presentatie bevatte een relatief opvallende inhoudelijke fout. Wanneer er visuele ondersteuning was, was de fout te zien op het scherm (zie bijvoorbeeld Figuur 6); in de andere gevallen werd de fout gesproken (auditief) gemaakt. Zo werd er bijvoorbeeld verteld dat verse Mozzarella zwart is en pas later wit wordt afhankelijk van het dieet van de buffel, dat de Rode Zee voor de Belgische kust ligt, of werd de kracht van een aardbeving uitgedrukt met de Schaal van Beaufort. De duidelijkheid en begrijpelijkheid van de video's en audiofragmenten en de pertinentie van de fouten werd bevestigd in een voorafgaandelijke pilootstudie¹⁰. De teksten uit de presentaties die werden ingelezen staan in Bijlage 1 – Teksten bij de Teams presentatie. Een impressie van de PowerPoint presentaties staat in Bijlage 2 – PowerPoint presentaties



Figuur 6 Impressie van een Microsoft Teams meeting

⁹ De presentaties zijn gebaseerd op het werk van prof. dr. Marc Brysbaert (met toestemming).

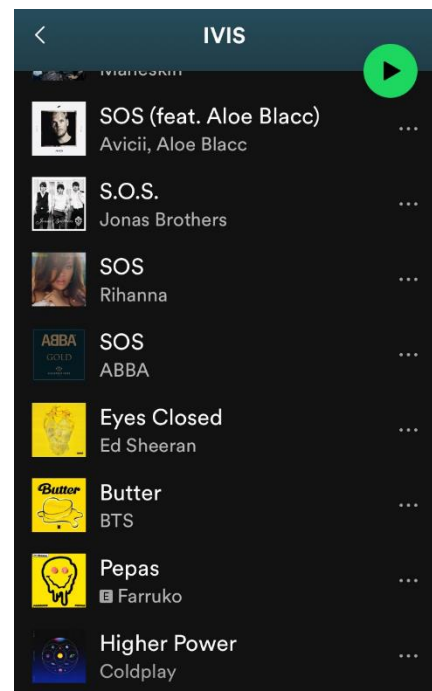
¹⁰ De data van deze pilootstudie zijn beschikbaar op aanvraag bij de auteurs.

4.4.2.2 Gebruik van Whatsapp

De tweede taak bestond uit het gebruiken van de berichtenapp Whatsapp. Eerst werd de app geopend door de proefpersoon. Deze handeling werd niet meegenomen in de analyses. Op een later moment tijdens de rit werd gevraagd om een bericht te versturen aan een specifieke ontvanger. Niet de effectiviteit van het versturen van het bericht, maar wel het effect van deze handeling op de rijprestatie werd geanalyseerd. Beide opdrachten (openen en versturen) werden op voorhand aangekondigd en herhaald wanneer de proefpersoon deze effectief moest uitvoeren. Dit gebeurde telkens op ongeveer dezelfde plaats op het circuit. Er waren drie verschillende varianten voor het versturen van het bericht, één voor elke experimentele conditie. Ze werden gerandomiseerd over de experimentele condities. Er waren drie verschillende ontvangers (Baas, Mama, of Collega). Eén ervan moest dus geselecteerd worden. Voor elke ontvanger moest een eigen bericht opgesteld worden: respectievelijk 'Vergadering liep uit, ben nu onderweg naar kantoor', 'Ik zal wat later zijn voor ons etentje' en 'Wanneer was die afspraak weer?'. In de Car Connect conditie is er door een technische (standaard) beperking geen virtueel toetsenbord beschikbaar en moest er dus gebruik gemaakt worden van stembesturing. Tijdens het opstellen van het bericht werd door de experimentator de LED-strip geactiveerd, waarna noodstop moest uitgevoerd worden.

4.4.2.3 Gebruik van Spotify

Bij de derde taak moest een bepaald nummer gekozen worden uit een Spotify-lijst. Niet de effectiviteit van deze handeling, maar wel het effect ervan op de rijprestatie werd geanalyseerd. De app en de afspeellijst werden geopend door de experimentator vooraan. Deze opdracht werd op voorhand aangekondigd en herhaald wanneer de proefpersoon deze effectief moest uitvoeren. Dit gebeurde telkens op ongeveer dezelfde plaats op het circuit. Voor het experiment werd een IVIS Spotify afspeellijst aangemaakt. Ze bestond uit 70 nummers. Verschillende nummers hadden dezelfde titel (bijvoorbeeld SOS) of dezelfde albumkleur. Nummers met dezelfde titel staan gegroepeerd in de lijst. We ontwierpen de lijst zo dat ook nummers met dezelfde albumkleur gegroepeerd stonden (zie Figuur 7). Er waren drie verschillende Spotify opdrachten: 'selecteer het liedje SOS van ABBA', 'selecteer het 2^{de} gele album' en 'selecteer het 3^{de} groene album'. We namen aan dat doordat zowel de gekozen titels als albumkleuren gegroepeerd stonden, de opdrachten vergelijkbaar waren in moeilijkheidsgraad. De verschillende opdrachten werden gerandomiseerd over de experimentele condities. Tijdens het scrollen door de lijst werd door de experimentator de LED-strip geactiveerd, waarna een noodstop moest uitgevoerd worden.



Figuur 7 Impressie van de Spotify afspeellijst

4.5 De meetapparatuur

4.5.1 Het voertuig

Het voertuig was een Ford Kuga Plug-in Hybrid Electric Vehicle. Het was uitgerust met een event-recorder box, waarmee de CAN-bus gegevens uitgelezen en lokaal bewaard werden. De gegevens werden uitgelezen en aangeleverd door experts van Lommel Proving Ground. Een event-recorder is een apparaat dat in real-time en aan hoge frequentie de signalen via CAN-bus uit de voertuigcomputer leest en opslaat. Op die manier krijgen we toegang tot heel wat voertuigvariabelen.

4.5.2 De persoon

Voor het uitvoeren en verwerken van de hiernavolgende gegevens, werkten we samen met experts van het Human Interface Technology lab (HITLab) van de Howest Hogeschool. Zij zorgen voor de technische ondersteuning (aanleveren apparatuur, aanmeten proefpersonen, real-time datacontrole, data-opslag en initiële verwerking).

4.5.2.1 Oogvolgsysteem

Het kijkgedrag werd geobserveerd door middel van de Tobii Pro glasses 3. Dit Tobii systeem laat toe om het kijkgedrag van de proefpersonen met een hoge mate van detail te registreren (in real-time) zonder het natuurlijke kijkpatroon te verstoren. Het systeem bestaat uit een zogenaamde eyetracker (bril en hoofd-unit) en een opname-unit (Figuur 8). De eyetracker is verbonden met de hoofd-unit via een HDMI-kabel. Via een draadloze verbinding worden de gegevens gestreamd zodat de robuustheid en betrouwbaarheid van de signalen onmiddellijk kan geverifieerd worden. Dit gebeurde door de experimentator achter in het voertuig. Dit Tobii systeem laat toe om zowel de omgeving als de fixaties te registreren aan hoge frequentie (50 Hz of 100 Hz) tot op 0.6° nauwkeurig. Naast de fixaties en saccades (beweging van de blik) krijgen we ook een indicatie van pupilparameters (grootte en variabiliteit). Daarvoor gebruikt het 16



Figuur 8 Het Tobii Pro 3 systeem

belichtingselementen, vier oogcamera's en een omgevingscamera met een 106° gezichtsveld, alles ingebouwd in de glazen van de bril. Het is al langer gebruikelijk om oogbewegingssystemen te gebruiken in rijnsimulatorstudies om een zicht te krijgen op afleiding (Papantoniou et al., 2017). Meer en meer krijgen ze hun intrede in het onderzoek waarin er gereden wordt 'in de echte wereld'.

4.5.2.2 Hartslag en -variabiliteit

In wat volgt worden een aantal fysiologische metingen beschreven, te beginnen bij de metingen van het hart. De evidentie van het nut van de fysiologische maten als indicatie van werkbelasting is gebaseerd op het feit dat een verhoogde mentale activiteit of inspanning ook leidt tot een verhoogde fysieke respons van het lichaam. Door, op een continue manier, de fysieke respons van het lichaam in kaart te brengen, kunnen we dus een zicht krijgen op de inspanning van het lichaam, ook de mentale inspanning (Papantoniou et al., 2017).

De hartslag en -variabiliteit werd gemeten met het Biopac systeem. Deze variabelen worden berekend gebaseerd op ECG-metingen die geregistreerd werden door drie elektroden die op de borsthuid van de proefpersonen gekleefd werd (onderaan het borstbeen en ter hoogte van beide sleutelbenen). Bijkomend werden deze parameters geregistreerd via de E4 smartwatch van Empatica. Deze smartwatch berekent de variabelen op basis van de bloedvolumepuls (BVP) aan de pols. Hartslag en -variabiliteit wordt geassocieerd met focus en aandacht, met cognitieve belasting en met angst en stress (Kim et al., 2018; Papantoniou et al., 2017).

4.5.2.3 Huidgeleiding

De huidgeleiding, geoperationaliseerd als Electrodermale activiteit (EDA) of Galvanische huidactiviteit (Galvanic Skin Response, GSR) wordt gemeten via de Biopac. De constant fluctuerende veranderingen in bepaalde elektrische eigenschappen van de huid worden in kaart gebracht, met behulp van elektroden die aangebracht werden op de handpalm van de proefpersonen (zie Figuur 10). De huidgeleiding wordt beschouwd als een index van cognitieve belasting en stress (Dehhangi et al., 2018).



Figuur 9 Impressie van de ademhalingsmeting



Figuur 10 Impressie van de meting van huidgeleiding

4.5.2.4 Ademhalingsfrequentie

De ademhalingsfrequentie werd gemeten via de Biopac. Het signaal wordt gegenereerd door een ademhalingsband (zie Figuur 9). De band meet de veranderingen in borst- of buikomtrek die optreden wanneer de proefpersoon ademt. De ademhalingsactiviteit wordt door Papantoniou en collega's (2017) vermeld als één van de indicatoren van mentale inspanning.

4.5.2.5 Verwerking Teams presentatie

Hoe de proefpersonen de informatie uit de Teams presentatie verwerkten, werd op twee manieren gemeten: (1) het aantal correcte antwoorden op drie juist-fout vragen en (2) het al dan niet opmerken van de flagrante fout.

Per Teams presentatie werden er drie juist-fout vragen gesteld, deze waren dezelfde onafhankelijk van de conditie.

Voor de mozzarella presentatie waren dit de drie stellingen:

- Traditionele mozzarella wordt gemaakt van koemelk.
- Mozzarella werd traditioneel gegeten de dag nadat hij gemaakt was.
- De vraag naar mozzarella is de afgelopen tien jaar gedaald.

Voor de presentatie over de oceaan waren dit de drie stellingen:

- Tropische oceanen bevatten veel voedsel door hun aangename temperaturen.
- Koraalriffen bestonden al voor de dinosauriërs.
- De koraalriffen van de Rode Zee zijn goed bestand tegen de huidige klimaatverandering.

Voor de presentatie over de Vesuvius waren dit de drie stellingen:

- Volgens de tekst vernietigde de uitbarsting van de Vesuvius de stad Pompeji zonder waarschuwing in één nacht in 79.
- De watervoorziening van Pompeji bleef als bij wonder gespaard tijdens de aardbeving.
- De brug over de Sarno bleek cruciaal om de overlevenden te redden.

Afhankelijk van de conditie werd de presentatie enkel auditief gedeeld (in de Car Connect conditie) of werd er zowel beeld als geluid gebruikt (in de Phone Connect en Standalone Phone condities). In het geval van enkel auditieve informatie, zat de fout in de gesproken tekst. In het geval van visuele en auditieve informatie, zat de fout in een figuur in de PowerPoint presentatie. Na het voorleggen van de drie juist-fout vragen, werd er aan de proefpersonen gevraagd of ze "iets hadden opgemerkt tijdens de presentatie".

4.5.3 Extra camera

In de wagen werden een extra camera (GoPro) geïnstalleerd achter de proefpersoon, kijkend naar voor. Met behulp van deze beelden (in combinatie met de beelden gemaakt door de eyetracker) is het mogelijk om gebeurtenissen in en rondom het voertuig zowel spatueel als temporeel te situeren.

Omdat de eyetracking, de Biopac en het voertuig gescheiden databronnen produceren, moesten die gesynchroniseerd worden. Dit gebeurde op de volgende manier:

1. Bij het begin van de eyetracking opname werd elke proefpersoon gevraagd te kijken naar de laptop van de experimentator achteraan. Op dat moment werd een zogenaamd 'event flag' geplaatst in de Biopac software. Hierdoor konden we de timing van de eyetracker synchroniseren met die van Biopac.
2. Daarna werd de stand van het voertuig veranderd van 'Park' naar 'Drive'. Dit werd geregistreerd in de Event recorder en in het beeldmateriaal (camera en eyetracking). Op die manier konden ook de voertuigdata gesynchroniseerd worden.
3. Door een combinatie van de GPS-coördinaten van de locatie gemeten door het voertuig en beeldanalyse, konden ook de verschillende segmenten tijdens de testritten gesynchroniseerd worden.
4. Op basis van het beeldmateriaal (camera en eyetracking) konden we afleiden wanneer (1) het noodstopsignaal ingeschakeld werd en (2) de Teams vergaderingen werden gestart.

5 Data-analyse

5.1 Proefpersonen

Er namen 33 proefpersonen deel (16 vrouwen, 17 mannen) tussen de 18 en 50 jaar (gemiddelde: 36, SD: 9). De proefpersonen waren tussen de 2 en 31 jaar in het bezit van een autorijbewijs categorie B. Tien proefpersonen behaalden een master of master-na masterdiploma, 13 proefpersonen waren in het bezit van een academische of professionele bachelor en nog eens bij 10 proefpersonen hadden het middelbaar onderwijs als hoogst genoten opleiding.

Acht proefpersonen rapporteerden geen gebruik te maken van het verbinden van hun telefoon met de wagen, 15 waren bekend met Apple Carplay, 8 met Android Auto, 1 proefpersoon gebruikte het besturingssysteem van Tesla en een laatste proefpersoon verbond de telefoon enkel via Bluetooth om handsfree te bellen. Tien proefpersonen rapporteerden hun systeem altijd te gebruiken, zes gebruikten dit regelmatig, zeven rapporteerden dit af en toe te gebruiken, twee hadden dit al eens gebruikt. De meeste proefpersonen (namelijk 23) reden gemiddeld 10 uur of minder met de auto per week.

5.2 Preprocessing & kwaliteitscontrole

Na een eerste kwaliteitscontrole bleek dat omwille van technische redenen, zoals het verlies van (een deel van de) data, verstoorde signalen en enkele corrupte datasets, de gegevens van zes proefpersonen uit de finale dataset verwijderd moesten worden.

De gerapporteerde analyses werden dus uitgevoerd op een dataset van 27 proefpersonen, tenzij anders aangegeven. Bij drie proefpersonen bleek een onderdeel van de oogbewegingsgegevens niet opgeslagen. Omdat dit dataverlies telkens in een andere conditie was en omdat de overige gegevens (voertuig- en fysiologische data) wel aanwezig waren, werden deze proefpersonen wel opgenomen in de finale dataset. Voor deze personen werd de waarde 'missing' toegekend voor de oogbewegingsgegevens. Voor een overzicht van het aantal proefpersonen waarvan we data konden behouden per taak en per conditie: zie Tabel 1. Van al deze proefpersonen bezitten we de voertuigdata, fysiologische data en oogbewegingsdata. Voor de variabele hartslag viel er nog één proefpersoon weg omwille van een storing in de meetapparatuur.

Tabel 1 Aantal proefpersonen met behouden data per taak per conditie.

Onderdeel				
		Teams vergadering	Bericht versturen	Spotify afspeellijst
Conditie	Controle	27	27	27
	Car Connect	26	26	26
	Phone Connect	27	26	26
	Standalone Phone	26	25	25

De reactietijden op de noodstops konden door problemen met een deel van de oogbewegingsdata en/of synchronisatie van deze data met de voertuigdata bij enkele proefpersonen niet berekend worden. Zie Tabel 2 voor het aantal proefpersonen waarvan we finaal de reactietijd konden berekenen per conditie en per remtest.

Tabel 2 Aantal proefpersonen met berekende reactietijd op noodstop per conditie.

Onderdeel			
		Bericht versturen	Spotify afspeellijst
Conditie	Controle	27	26
	Car Connect	26	26
	Phone Connect	26	25
	Standalone Phone	24	24

Omwillen van beperkingen in tijd en rekenkracht waren we in de mogelijkheid om van negen proefpersonen de oogbewegingsdata in meer detail te categoriseren en analyseren voor dit rapport. Ze worden vooral beschrijvend gerapporteerd in de resultatensectie.

5.3 Beschrijving analysetechnieken

Om hartslag te berekenen op basis van het EKG-signaal, werd gebruik gemaakt van het R package gsignal (van Boxtel et al., 2022), om de ademhalingsfrequentie te berekenen, werd er gebruik gemaakt van het R package RespirAnalyzer (Zhang et al., 2021). Visualisatie van data en resultaten werd gemaakt via het ggplot2 package (Wickham, 2016).

Er werd gebruik gemaakt van repeated measures ANOVA, door middel van het 'lmer' commando uit het R package lme4 (Bates et al., 2015). Hierdoor kregen we ook een zicht op eventuele sfericiteit in de data, wat niet het geval bleek te zijn. Door te werken met repeated measures, kan er gecontroleerd worden voor proefpersoon-afhankelijke karakteristieken (zoals rijstijl en kijkgewoonten) zonder dat dit de toetsing van een variabele verder beïnvloedt. Dit stelt in staat om alle proefpersonen de vier condities te laten doorlopen en deze met elkaar te vergelijken.

De toetsing werd uitgebreid met 'linear hypothesis testing' waarmee alle condities apart ten opzichte van elkaar kunnen vergeleken worden. Met behulp van het 'linearHypothesis' commando uit het R package car (Fox & Weisberg, 2018). Zo kunnen we niet enkel uitspraken doen over hoofdeffecten, bijvoorbeeld van de variabele 'conditie', maar ook of een bepaalde afhankelijke variabele statistisch significant verschilt tussen twee specifieke condities. Alle toetsen werden tweezijdig geïnterpreteerd. Gezien het grote aantal verwachte toetsingen werd alfa gecorrigeerd naar .001.

Om de combinatie van databronnen te interpreteren maken we gebruik van beschrijvende statistiek die gebeurt op de gecombineerde plots van deze bronnen.

5.4 Rapportage

De data-analyse werd uitgevoerd voor drie segmenten apart: (1) het volgen van de online presentatie, (2) het versturen van een bericht (met een noodstop) en (3) het zoeken van een nummer in een Spotify afspeellijst (opnieuw met een noodstop).

Voor deze drie segmenten bestudeerden we variabelen die een indicatie geven van het rijgedrag en rijveiligheid. Om redenen van efficiëntie selecteren we enkel de segmenten die relevant zijn voor het uitvoeren van de drie secundaire taken. We vergelijken telkens de waarden uit de drie experimentele condities met elkaar onderling alsook met de Controle conditie. We bestuderen bijvoorbeeld de gemiddelde snelheid en de spreiding van snelheid (standaarddeviatie) tijdens het uitvoeren van een afleidende taak, de gemiddelde hartslag en ademhaling van onze proefpersonen, de reactietijden op noodstopsignalen, de kracht op het gaspedaal, stuurhoeken om eventueel slingergedrag te identificeren, fixaties op de schermen (en dus niet op de weg of de snelheidsmeter van het voertuig). Tijdens het volgen van een online presentatie was het ook mogelijk om de standaarddeviatie van de laterale posities te berekenen als indicatie voor hoe veel ruimte van het baanvak proefpersonen gebruikten tijdens het rijden. Deze voertuigparameters worden doorgaans beschouwd als indicatoren van rij-kwaliteit (bijvoorbeeld Papantoniou et al., 2017; Strayer et al., 2011).

De waarden die we rapporteren zijn ofwel gemiddelde voorspelde waarden over alle proefpersonen heen (in het geval van toetsing), een weergave van de spreiding van alle geobserveerde waarden over alle proefpersonen heen (meestal weergegeven door middel van boxplots). In specifieke gevallen, meer specifiek voor de oogbewegingsdata, geven we een weergave van bepaalde waarden doorheen het verloop van één segment voor één proefpersoon. Dit beeld laat toe om een aantal bijkomende observaties en interpretaties te doen, zonder dat deze gegevens met statistische significanties kunnen besproken worden. Een uitmiddeling van alle oogbewegingsdata valt buiten het bestek van dit onderzoek. In een aantal gevallen is dit ook niet mogelijk, omdat de metingen niet altijd op dezelfde momenten konden beginnen. Het startpunt werd beslist door de experimentator op het moment zelf.

Vooreerst geven we wat extra uitleg bij bepaalde, moeilijker te interpreteren, variabelen:

- Reactietijd (sec): tijd tussen het oplichten van het noodstopsignaal en het moment waarop het voertuig druk op het rempedaal begint te registreren.

- Stuurhoek (°): de mate waarin aan het stuur gedraaid is. Positieve stuurhoeken komen overeen met het draaien van het stuur naar links en vice versa. Een stuurwiel in de rechttuit stand resulteert in een stuurhoek van 0°.
- Remkracht (Nm): druk uitgeoefend op het rempedaal.
- Druk op gaspedaal (%): de mate dat het gaspedaal werd ingedrukt. 0% komt overeen met geen druk op het gaspedaal, 100% komt overeen met plankgas.
- SDLP: standaarddeviatie van de laterale posities, geregistreerd door het voertuig. Dit is een maat die wordt gebruikt om de variabiliteit van de laterale positie van een voertuig op de weg over een bepaalde periode te kwantificeren. In wezen biedt de SDLP een indicatie van hoeveel van de weg een bestuurder doorgaans gebruikt. Deze maat stijgt als men gaat slingeren, maar bijvoorbeeld ook als men bochten gaat aansnijden of te breed neemt.

De andere, bijvoorbeeld fysiologische variabelen, zijn meer intuïtief en worden later uitgelegd.

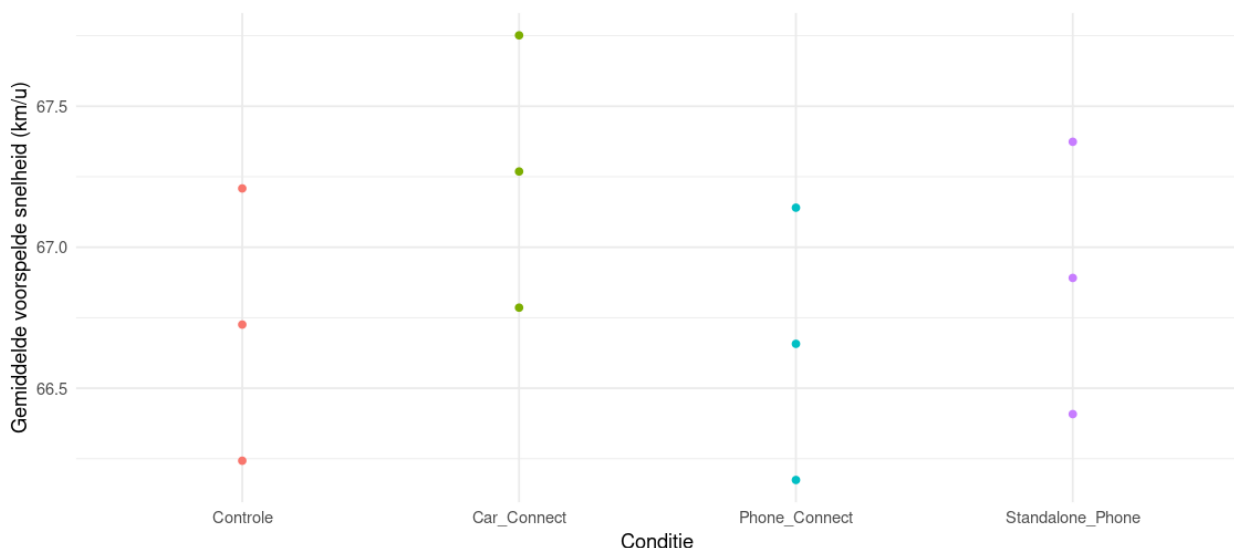
5.4.1 Volgen van een online presentatie

De proefpersonen volgden de online presentatie op het 'snelle' stuk van de testtrack (zie Figuur 2, bruine kleur). We analyseerden de snelheid, ademhalingsfrequentie, hartslag, SDLP, antwoorden op de vragen, stuurhoek en kijkgedrag.

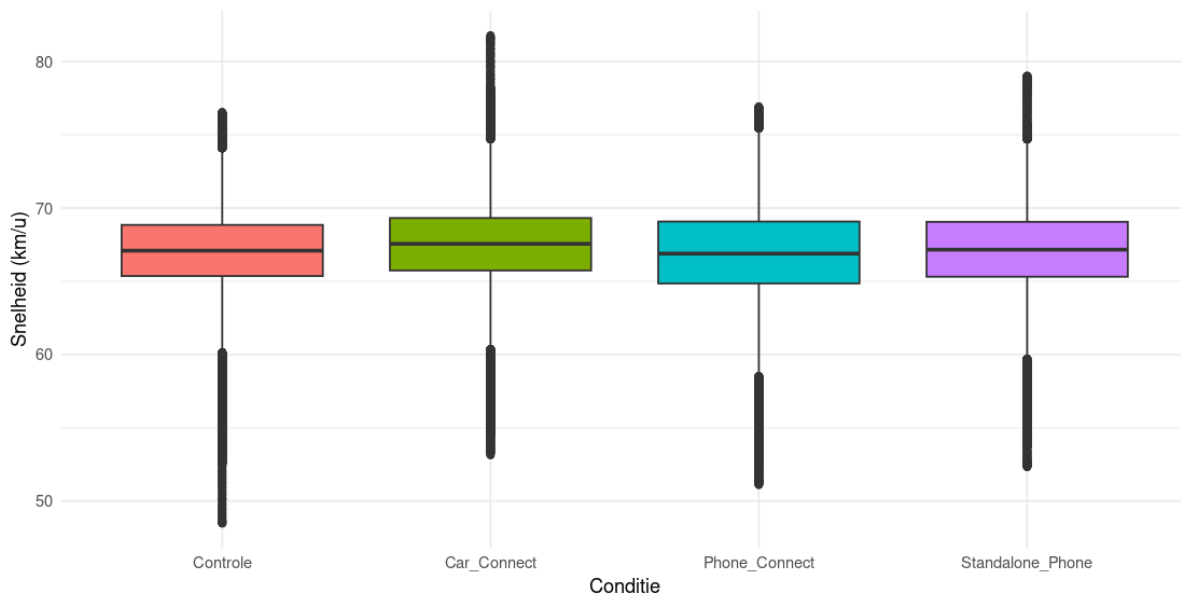
5.4.1.1 Snelheid

De gemiddelde snelheid verschilt tweezijdig significant tussen alle condities (zie Figuur 11). Wanneer we de gemiddelde voorspelde snelheid van de Controle conditie als referentiepunt nemen, dan zien we dat proefpersonen in de Phone Connect conditie trager rijden, namelijk 0.07 km/u. In de twee andere condities wordt er significant sneller gereden. In de Standalone Phone conditie is dat 0.17 km/u sneller dan de Controle conditie. In de Car Connect conditie is dat 0.54 km/u sneller dan de Controle conditie.

In Figuur 12 zien we de spreiding en de 'outliers' van de geobserveerde snelheden. De spreidingen zijn over het algemeen vergelijkbaar tussen alle condities. De Phone Connect conditie, waar de gemiddelde voorspelde snelheid het laagst was, lijkt een net iets grotere spreiding te vertonen. De 'outliers' in de Car Connect conditie springen er uit: er zijn er meer met hogere snelheden.



Figuur 11 Gemiddelde voorspelde snelheid (km/u) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

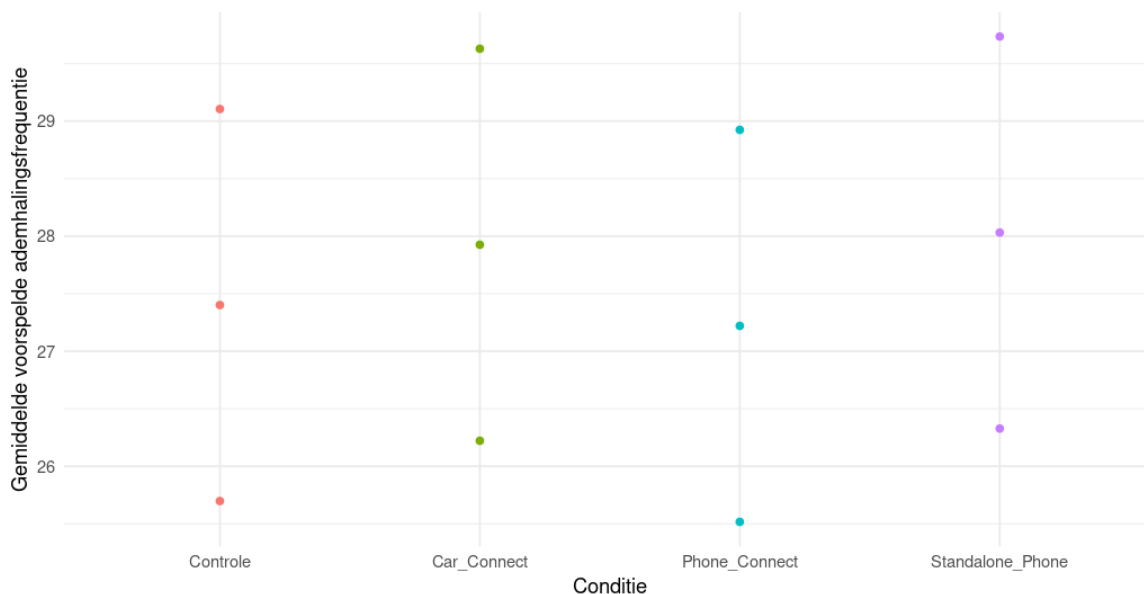


Figuur 12 Spreiding van de geobserveerde snelheden (km/u) per conditie.

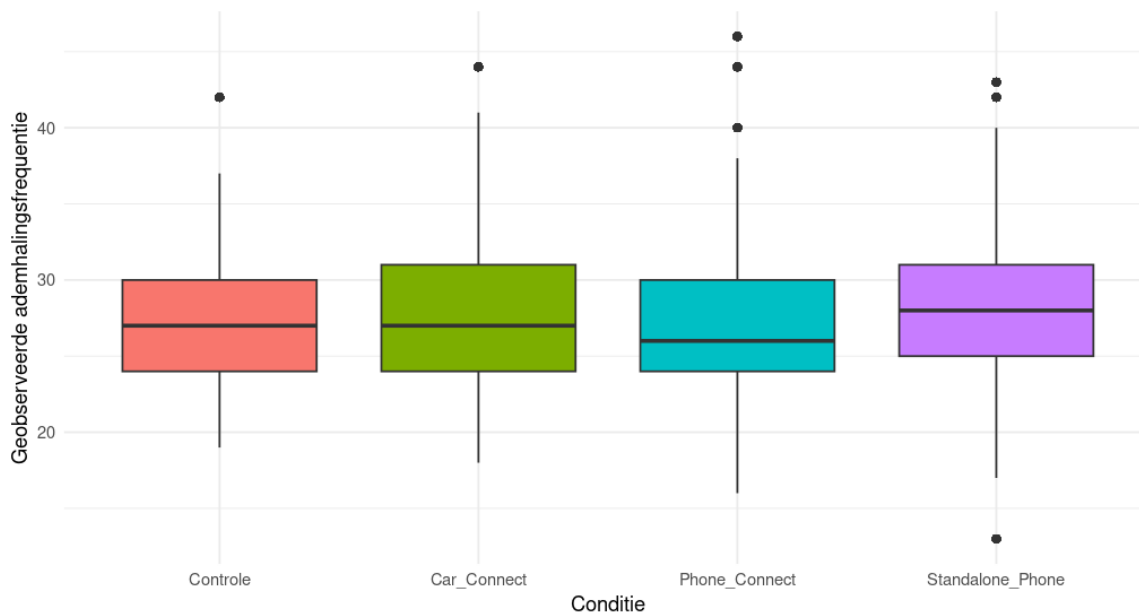
5.4.1.2 Ademhalingsfrequentie

Ook bij de ademhalingsfrequentie zien we dat alle condities statistisch significant tweezijdig van elkaar verschillen. Wanneer we de Controle conditie als referentiepunt nemen, dan zien we, net zoals bij de snelheid, dat de voorspelde ademhalingsfrequentie in de Phone Connect conditie lager is. De voorspelde ademhalingsfrequentie in de Car Connect en de Standalone Phone conditie is hoger dan in de Controle Conditie. In de Standalone Phone conditie wordt het snelst geademd (zie Figuur 13).

Uit de plot in Figuur 14 besluiten we dat de spreidingen van de geobserveerde ademhalingsfrequentie tussen de verschillende condities zeer vergelijkbaar zijn. De spreiding in de Car Connect conditie lijkt net iets groter. De Phone Connect conditie heeft de meeste outliers.



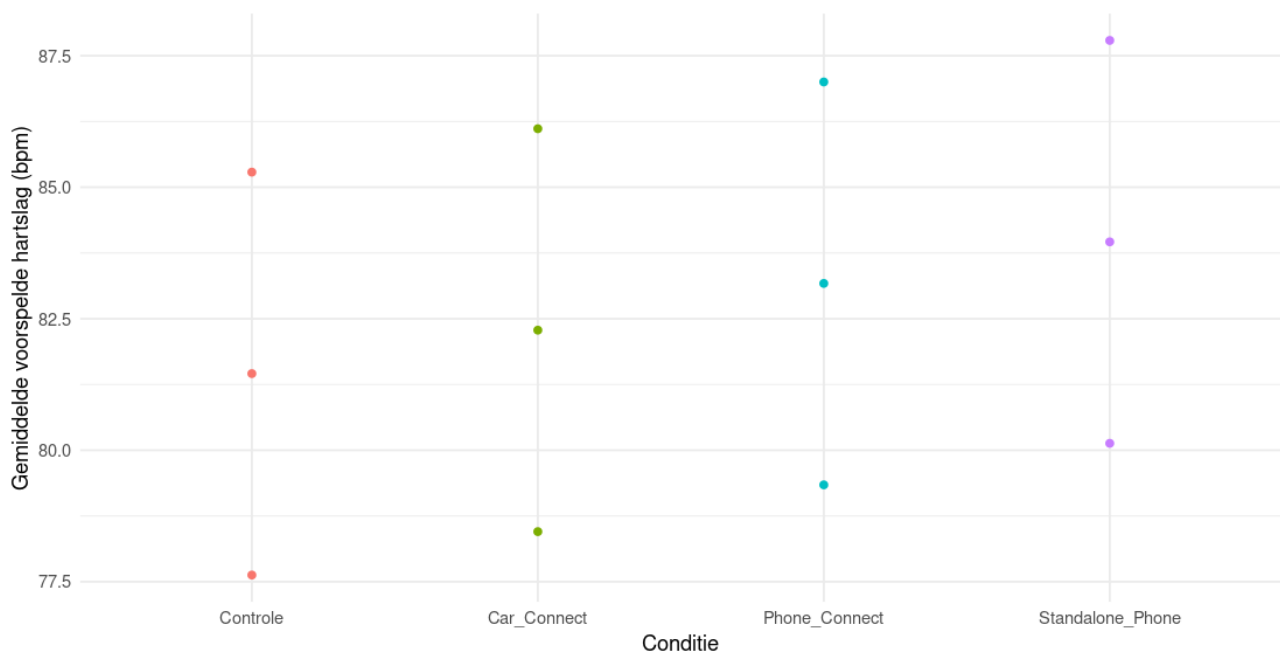
Figuur 13 Gemiddelde voorspelde ademhalingsfrequentie (ademhalingen per minuut) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.



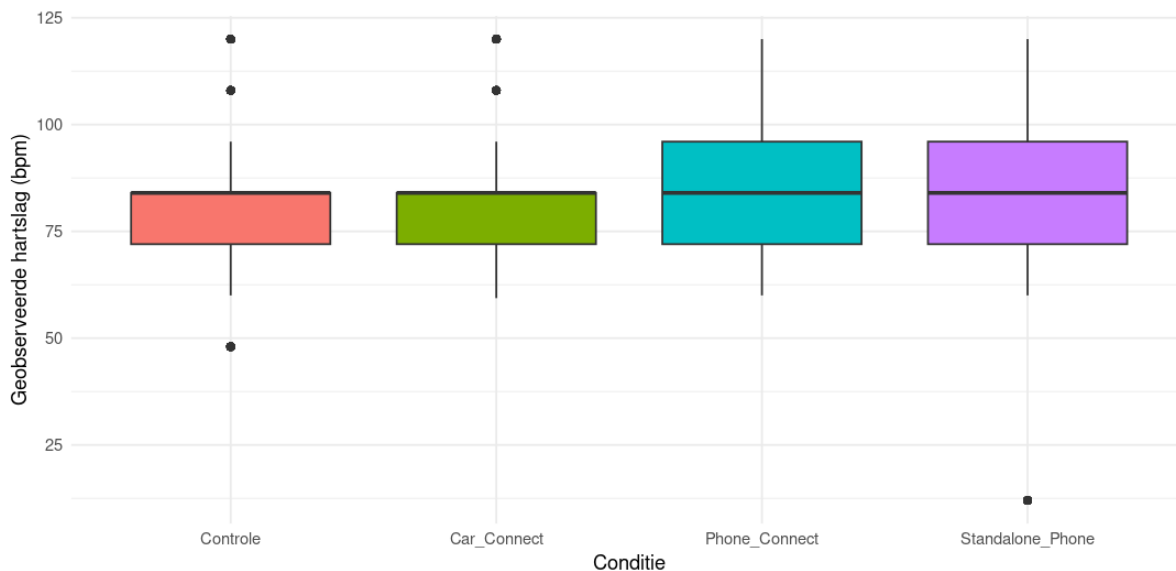
Figuur 14 Spreiding van de geobserveerde ademhalingsfrequentie (ademhalingen per minuut) per conditie.

5.4.1.3 Hartslag

Ook bij hartslag verschillen alle condities statistisch tweezijdig significant van elkaar (Figuur 15). Wanneer we de gemiddelde voorspelde hartslag (slagen per minuut; bpm) van de Controle conditie als referentiepunt nemen, dan zien we dat het hart in alle condities sneller slaat. In de Car Connect conditie lag de gemiddelde hartslag iets (0.83 bpm) hoger lag dan in de Controle conditie. In de Phone Connect conditie steeg de hartslag met 1.7 bpm. De gemiddelde voorspelde hartslag was het hoogst in de Standalone Phone conditie (2.5 bpm hoger). De spreiding van de geobserveerde hartslagen lijkt hoger te zijn in de Phone Connect en Standalone Phone conditie (Figuur 16).



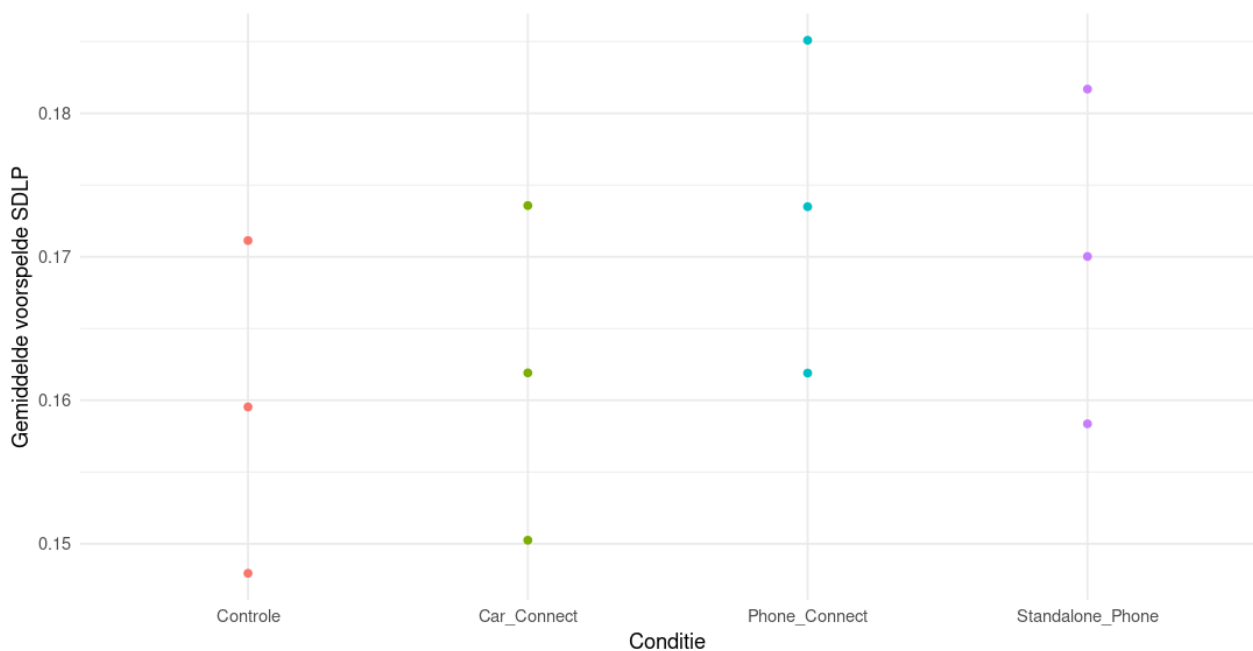
Figuur 15 Gemiddelde voorspelde hartslag (slagen per minuut) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.



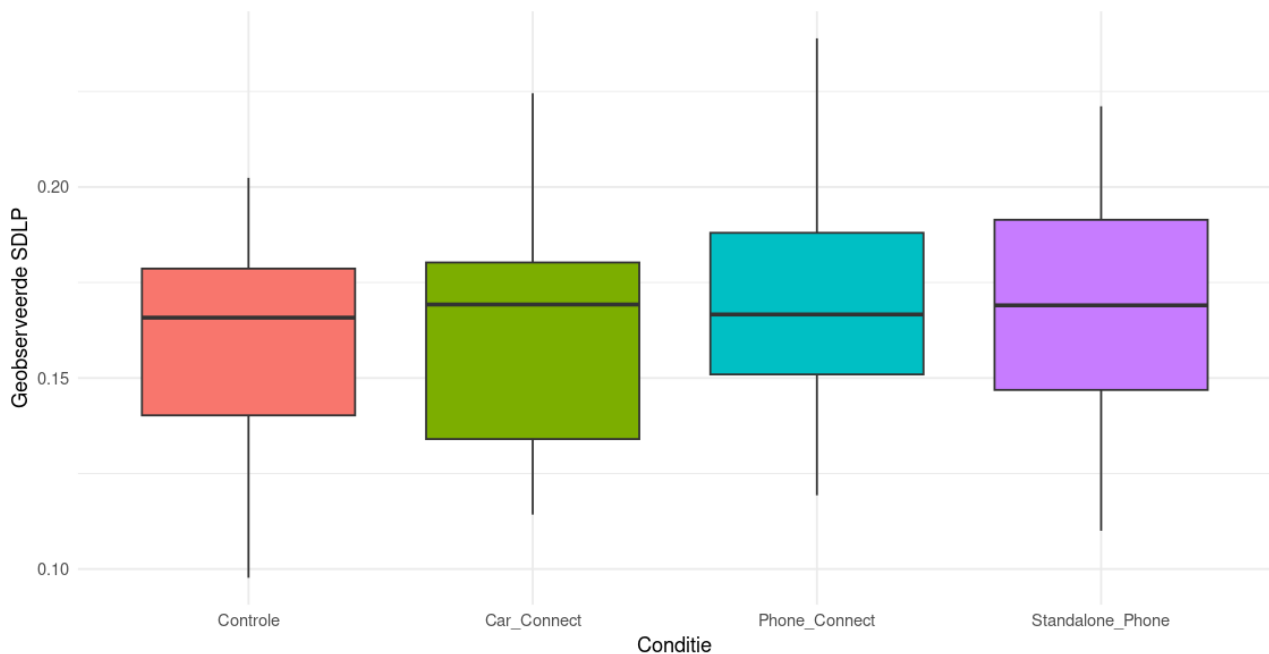
Figuur 16 Spreiding van de geobserveerde hartslag (slagen per minuut) per conditie.

5.4.1.4 SDLP

Wanneer we de gemiddelde voorspelde SDLP van de Controle conditie als referentiepunt nemen, dan zien we dat deze in alle condities hoger lijkt te liggen (Figuur 17). De SDLP-waarden van de Car Connect conditie zijn hoger dan de Controle conditie, die van de Standalone Phone nog hoger en in de Phone Connect conditie wordt de hoogste gemiddelde voorspelde SDLP geobserveerd. Echter, omwille van onze streng ingestelde alfa-waarden vallen de p-waarden van een aantal toetsen net buiten het significantiegebied. Enkel de toets voor het verschil tussen Phone Connect en de Controle conditie was tweezijdig statistisch significant ($p = .0004$). De gemiddelde voorspelde SDLP in de Phone Connect is dus significant hoger dan in de Controle conditie. De verschillen tussen Car Connect en Phone Connect ($p = .004$), tussen Car Connect en Standalone Phone ($p = .04$) en tussen Standalone Phone en de Controle conditie ($p = .009$) benaderen de statistische significantie. De toetsen voor het verschil tussen Phone Connect en Standalone Phone en tussen Car Connect en de Controle conditie zijn niet statistisch significant (resp. $p = .39$ en $p = .55$). De spreidingen van de geobserveerde waarden lijken vergelijkbaar in alle condities (Figuur 18).



Figuur 17 Gemiddelde voorspelde SDLP per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.



Figuur 18 Spreiding van de geobserveerde SDLP per conditie.

5.4.1.5 Verwerking van de Teams vragen

Na het beëindigen van de rit in de experimentele conditie werden een aantal inhoudelijke vragen gesteld over de Teams presentatie. Het leek erop (ns) dat proefpersonen het hoogste scoren in de Car Connect conditie, maar de verschillen waren niet statistisch significant.

Een verschil zien we wel in de analyse van de gevonden fouten. Uit Tabel 3 blijkt dat de fout over het algemeen in de minderheid van de gevallen gevonden wordt. Er is een duidelijk verschil tussen experimentele condities. In de Car Connect conditie lijkt de fout beter gedetecteerd te worden dan in de overige twee condities. Het belangrijkste verschil tussen de Car Connect en de overige twee experimentele condities is dat in de eerste er enkel auditieve informatie aangeboden wordt en in de overige twee zowel visuele als auditieve. In de Car Connect conditie waren het dus 'auditieve fouten'. De fouten in de twee andere condities waren altijd 'visuele fouten'. Vanuit de pilootstudie bleek dat de visuele fouten inherent moeilijker te vinden waren. Daarom vergeleken we de Car Connect conditie met de 'auditieve fouten' uit de pilootstudie en de overige twee condities met de 'visuele fouten' uit de pilootstudie. Enkel het verschil van de Standalone Phone en Phone Connect conditie, met de visuele fouten dus, bleek statistisch significant.

Tabel 3 Aantal gevonden fouten tijdens de Teams presentatie per conditie.

Fout gevonden					
		Ja	Neen	% Ja	% Ja Controles
Conditie	Car Connect	11	16	41	61
	Phone Connect	4	23	15	50
	Standalone Phone	6	21	22	

5.4.1.6 Stuurhoek en Snelheid

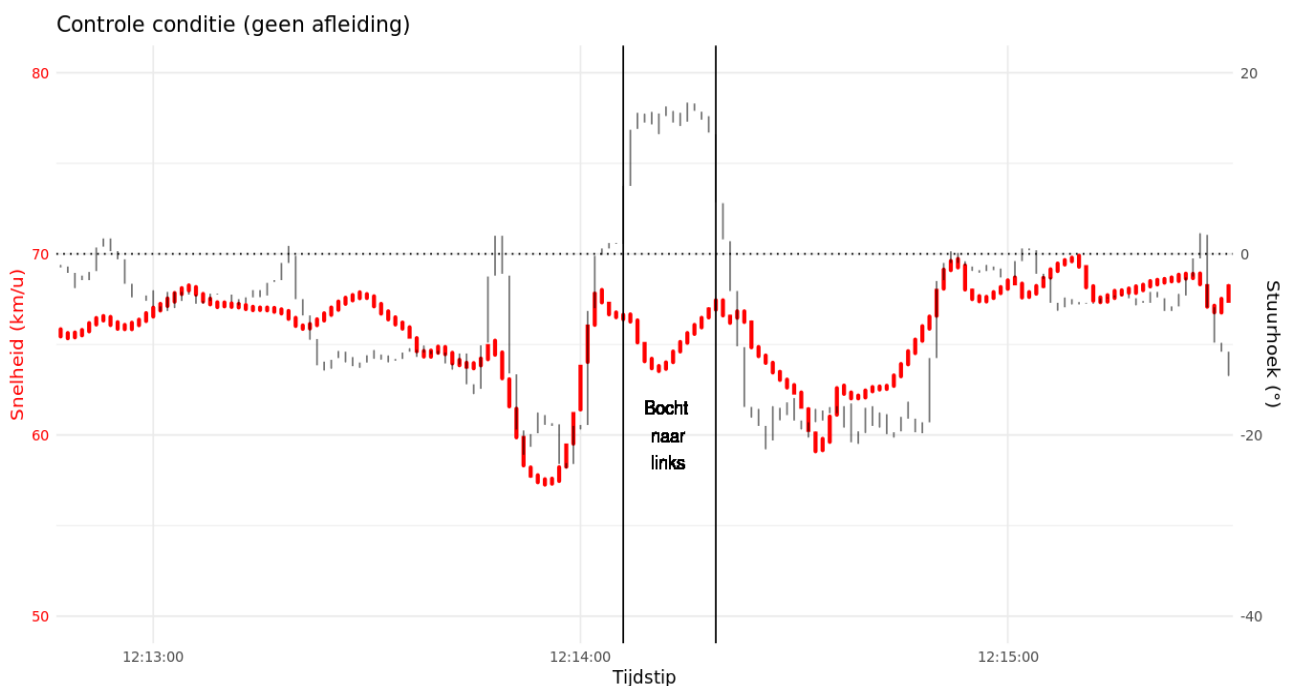
De proefpersonen volgden de online presentatie op het 'snelle' stuk van de testtrack (zie Figuur 2, bruine kleur). De aan de proefpersonen opgelegde snelheid bedroeg er 70 km/u. Naast de snelheid, die reeds besproken werd, analyseerden we ook de stuurhoek tijdens de rit. De stuurhoek wordt enerzijds 'opgelegd' door het circuit. Het circuit heeft namelijk een bepaalde 'curvatuur'. Daarnaast wordt de stuurhoek ook bepaald door het stuurgedrag (sturen en stuurcorrecties) van de proefpersoon. Deze persoonskenmerken worden enerzijds bepaald door de eigen rij- en stuurstijl, maar ook door de experimentele manipulaties (de verschillende experimentele condities). De stuurhoek, op een bepaald moment in de tijd, is dus een combinatie van persoons- en omgevingskenmerken. Wanneer de persoon in een bepaalde omgeving komt, hangt dan

weer af van de snelheid waarmee gereden wordt. Omwille van deze complexiteit verkozen we om de samenhang tussen de stuurhoek en snelheid niet te analyseren op groepsniveau, maar te visualiseren per proefpersoon. De interpretaties gebeuren dus op basis van de visuele analyse van de figuren.

De testtrack werd in wijzerszin afgelegd: er wordt hoofdzakelijk naar rechts gedraaid. Net na de mogelijke afslag naar het tragere deel buigt de track even naar links. Dat deel wordt aangegeven op de grafieken hieronder met twee verticale lijnen. Daarnaast waren er twee segmenten waar de bocht naar rechts uitvlakte waardoor het stuur kort recht gehouden werd. Ook om de track te verlaten draaien de proefpersonen linksaf. Dat laatste manoeuvre behoort niet tot de sectie waarin er gemeten werd.

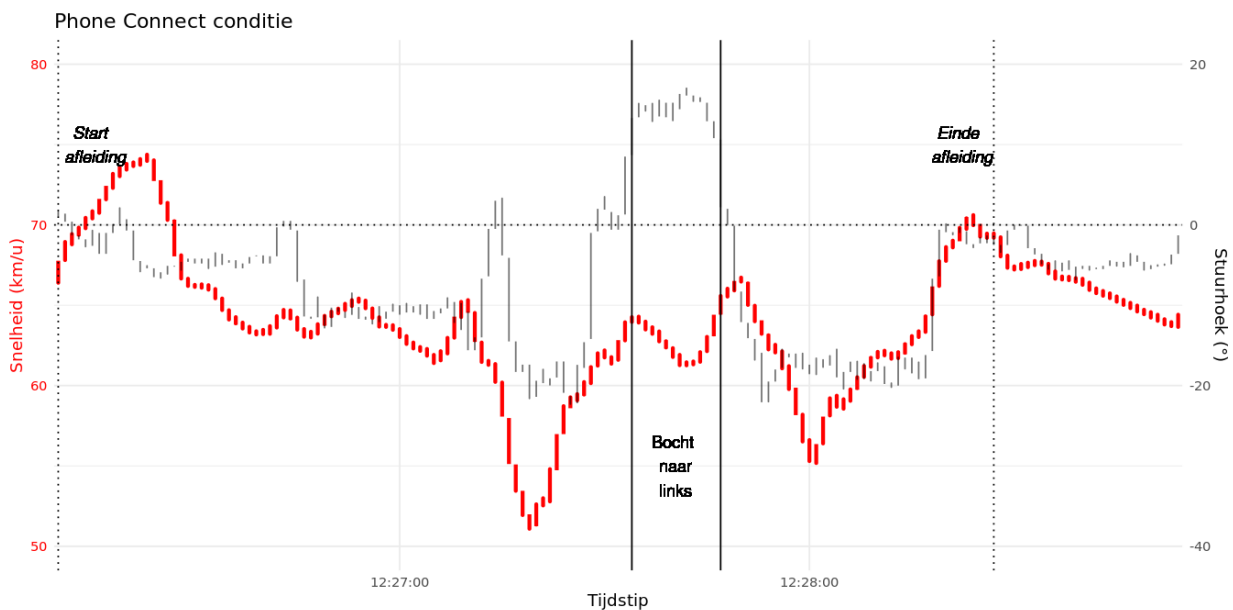
In de grafieken hieronder zien we het verloop van de snelheid en stuurhoek van één van de 27 proefpersonen in de vier condities, telkens voor hetzelfde segment van de track. De snelheid (in het rood, linker Y-as) wordt uitgedrukt in km/u. De grijze stippellijn duidt de referentiesnelheid aan (70 km/u). De stuurhoek (in het grijs, rechter Y-as) wordt uitgedrukt in graden. Een negatieve waarde is een stuurhoek naar rechts. De grijze stippellijn geeft 'rechtuit rijden' aan (0°). Wanneer het stuur niet beweegt in een bepaalde tijdsperiode resulteert dit in een enkel-dunne horizontale lijn over die periode. Hoe dunner de grijze lijn, hoe minder stuurbewegingen. Sterke en/of vloeiende (plotse) stuurbewegingen blijken uit grotere verticale sprongen in de grijze lijn in een klein tijdsbereik. Instabiel stuurgedrag en/of kleine stuurcorrecties blijken uit een periode van opeenvolgende kleinere verticale sprongen in de grijze lijn. Deze grijze lijn wordt dan 'visueel dikker'.

In Figuur 19 zien we dat verloop van de snelheid en stuurhoek in de Controle conditie. Dit was (voor elke proefpersoon) de allereerste geregistreerde rit (na de gewonnenronde). Die werd afgelegd zonder afleiding. We zien dat de snelheid bij deze proefpersoon altijd onder de gevraagde 70 km/u ligt, enerzijds. Anderzijds zien we dat de snelheid relatief constant is, behalve in de buurt van de bocht. Net vóór de bocht naar links zakt de snelheid wat, zo ook net na bocht. De stuurhoeken zijn over het algemeen naar rechts (negatief). Dat is niet verwonderlijk, gegeven de rijrichting van de track. In de bocht naar links draaien de waarden om. Er lijken nog enkele andere wetmatigheden te zijn. Over het algemeen zien we dat wanneer de snelheid relatief constant is, de stuurhoeken ook relatief constant zijn. Er zijn enkele stuurhoekvariaties. Het lijkt erop dat wanneer eerst de stuurhoek verandert of varieert, dat daarna de snelheid dan daalt. Wanneer de stuurhoek zich daarna weer stabiliseert, dan stijgt de snelheid weer. Deze verbanden lijken strategisch logisch. Het zijn te verwachten patronen. Opvallende kleinere stuurcorrecties zien we enkel net na de bocht naar links en in mindere mate in de bocht naar links. Deze algemene trends komen terug bij de andere proefpersonen. Zie daarvoor de figuren in Bijlage 3 – Oogbewegingen Teams presentatie.



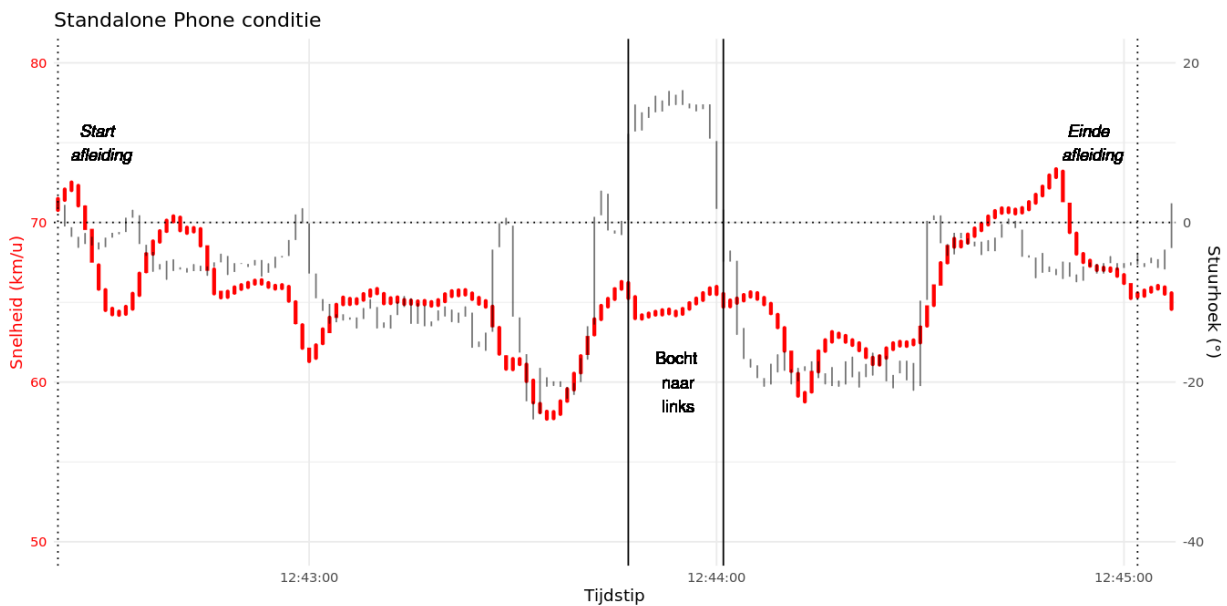
Figuur 19 Snelheid (km/u – rood) en stuurhoek (° – grijs) in de Controle conditie.

Deze algemene trend proberen we te vergelijken met de andere condities (zie Figuur 20, Figuur 21 en Figuur 22).¹¹ In alle experimentele condities valt de grotere variatie in snelheid op. Dit is het meest opvallend voor de Phone Connect en voor de Standalone Phone conditie. In de Phone Connect conditie daalt de snelheid zelfs tot net boven 50 km/u. In elk van de experimentele condities wordt de maximumsnelheid ook overschreden, terwijl dat in de Controle conditie nooit het geval was. Dat is opnieuw het meest opvallend voor de Phone Connect en voor de Standalone Phone conditie. Voor wat betreft het stuurgedrag zien we in de experimentele condities een, met de Controle conditie, vergelijkbaar stuurgedrag voor wat betreft de grote stuurbewegingen. Dat is niet verwonderlijk. Immers, de curvatuur van de track is niet veranderd. Echter, enerzijds zijn er meer periodes van instabiel stuurgedrag. Anderzijds lijken de eerder vastgestelde wetmatigheden (temporeel verband tussen verandering van stuurhoek en verandering in snelheid) in de experimentele condities veel minder van toepassing. Er zijn meer veranderingen in snelheid dan dat vermoed zou worden op basis van eerdere stuurbewegingen en er zijn ook meer stuurbewegingen dan men kan verwachten in functie van de snelheid. Opnieuw lijkt het erop dat deze 'verstoring' van het patroon in mindere mate aanwezig is in de Car Connect conditie. De inspectie van de respectievelijke figuren van andere proefpersonen in de bijlage treden deze conclusies bij (zie Bijlage 3 – Oogbewegingen Teams presentatie).

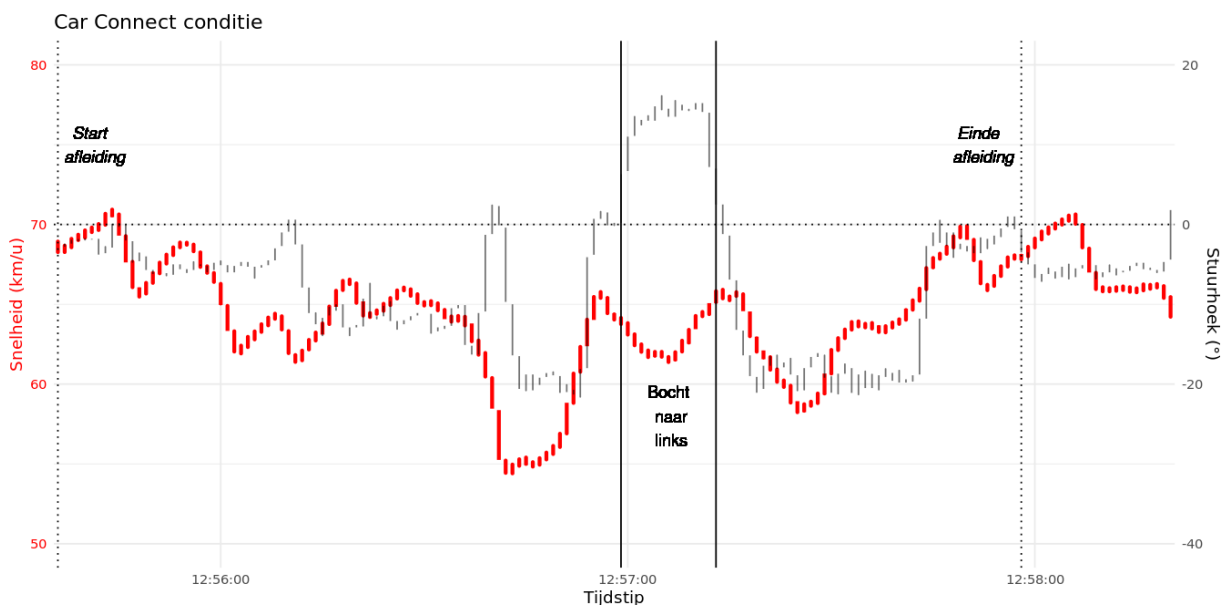


Figuur 20 Snelheid (km/u – rood) en stuurhoek (° – grijs) in de Phone Connect conditie.

¹¹ De assen zijn in alle grafieken dezelfde



Figuur 21 Snelheid (km/u – rood) en stuurhoek (° – grijs) in de Standalone Phone conditie.



Figuur 22 Snelheid (km/u – rood) en stuurhoek (° – grijs) in de Car Connect conditie.

5.4.1.7 Oogbewegingen

Gegeven de enorme hoeveelheid aan data zijn we erin geslaagd de oogbewegingsgegevens van slechts enkele proefpersonen volledig te verwerken. Om de presentatie en discussie te vereenvoudigen bespreken we hier opnieuw resultaten van één proefpersoon. De resultaten van de overige geanalyseerde proefpersonen zijn terug te vinden in Bijlage 3 – Oogbewegingen Teams presentatie. De conclusies op basis van de besproken proefpersoon zijn compatibel met die van de andere geanalyseerde proefpersonen, tenzij anders aangegeven.

In de oogbewegingsdata isoleerden we het kijkgedrag (fixaties) tijdens de rit naar het dashboard, naar de spiegels en naar de schermen. Het scherm dat van belang was, verschilt per conditie: in de Phone Connect en Standalone Phone conditie is het scherm dat gebruikt werd, dat van de smartphone. In de Car Connect conditie is dat het scherm van de auto. Maar daar was tijdens de PowerPoint presentatie niets op te zien. Om de vergelijkbaarheid van de resultaten tussen de condities te vergroten, hebben we in alle condities alle schermfixaties (op beide schermen) samengenomen. Tenslotte nemen we aan dat al de rest van de fixaties naar de weg en de omgeving is.

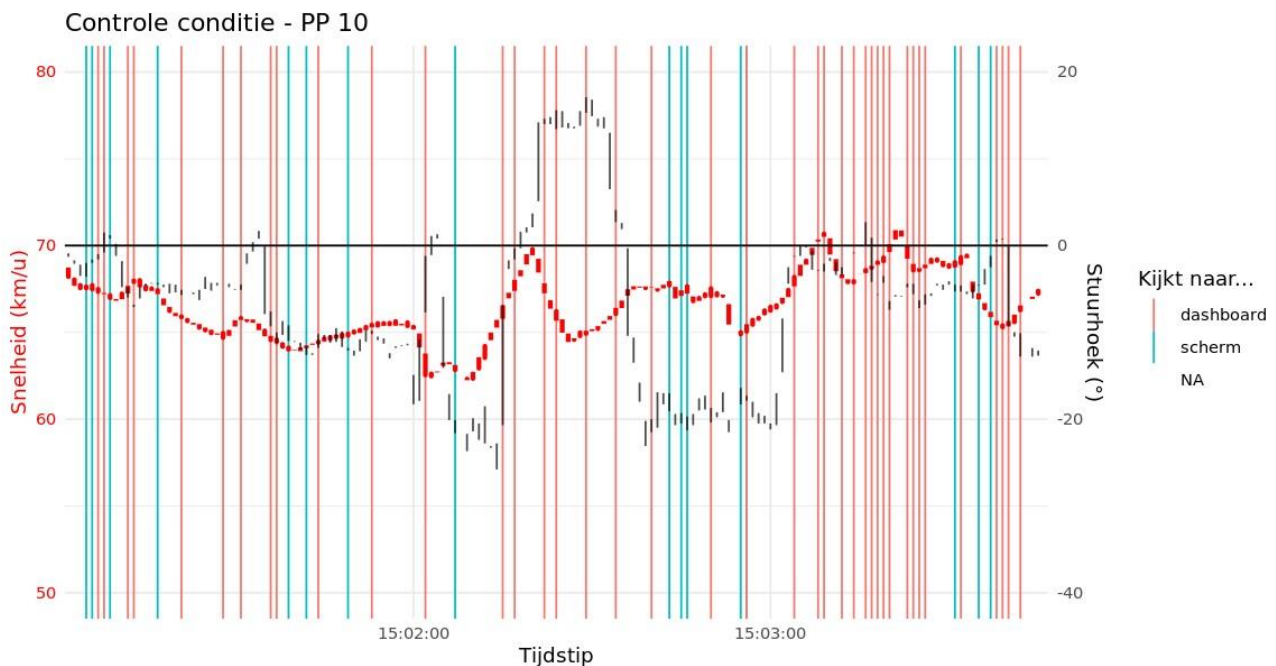
De spiegels werden tijdens geen enkele rit noemenswaardig bekeken. We laten ze daarom weg uit de figuren.

We zien dat in de Controle conditie (Figuur 23) er niet veel naar de schermen gekeken wordt (groene kleur), maar toch wel wat naar het dashboard (rode kleur). In de Phone Connect (Figuur 24) en in de Standalone Phone (Figuur 25) condities wordt veel meer naar het (smartphone)scherf gekeken. Dat is logisch want de presentatie werd in die condities zowel visueel als auditief aangeboden. We kunnen geen opvallende verschillen vinden tussen beide condities. In de Car Connect conditie (Figuur 26) zijn de fixaties op het scherm veelal de uitzondering. Hoewel er in deze conditie er niets te zien was op het scherm, werd dit nu en dan toch bekeken. In alle condities was het zo dat er in de bocht naar links bijna geen fixaties op de schermen waren. Dat is een gegeven voor alle geanalyseerde proefpersonen.

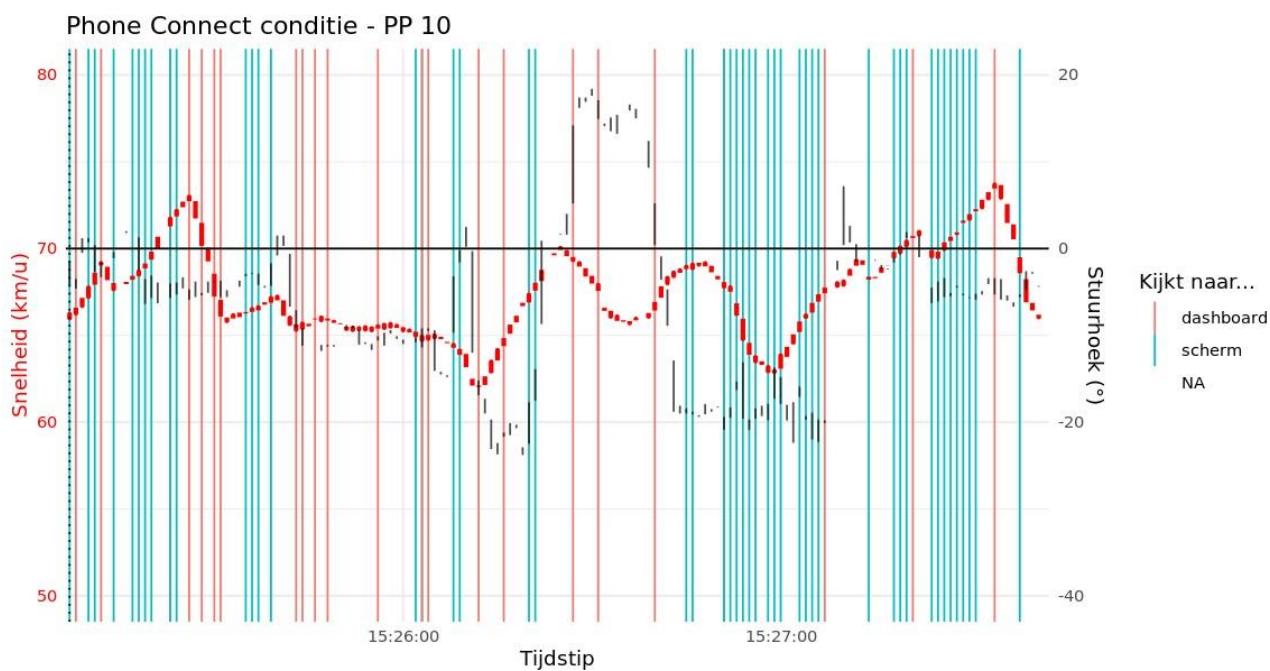
In de perioden dat de proefpersoon herhaaldelijk naar het scherm kijkt (de predominant 'groene zones' in de figuren) treden de snelheidsveranderingen en het instabiele stuurgedrag op. Het lijkt ook zo te zijn dat hoe meer het scherm bekeken wordt (hoe langer de 'groene periode duurt'), hoe groter de snelheids- en stuurhoekveranderingen zijn.

Voor wat de fixaties op het dashboard betreffen, zijn de gegevens veel minder eenduidig. Ze zijn ook niet zo talrijk aanwezig. Het lijkt bij de meeste proefpersonen zo te zijn dat het dashboard het meest bekeken werd in de Controle en de Car Connect conditie.

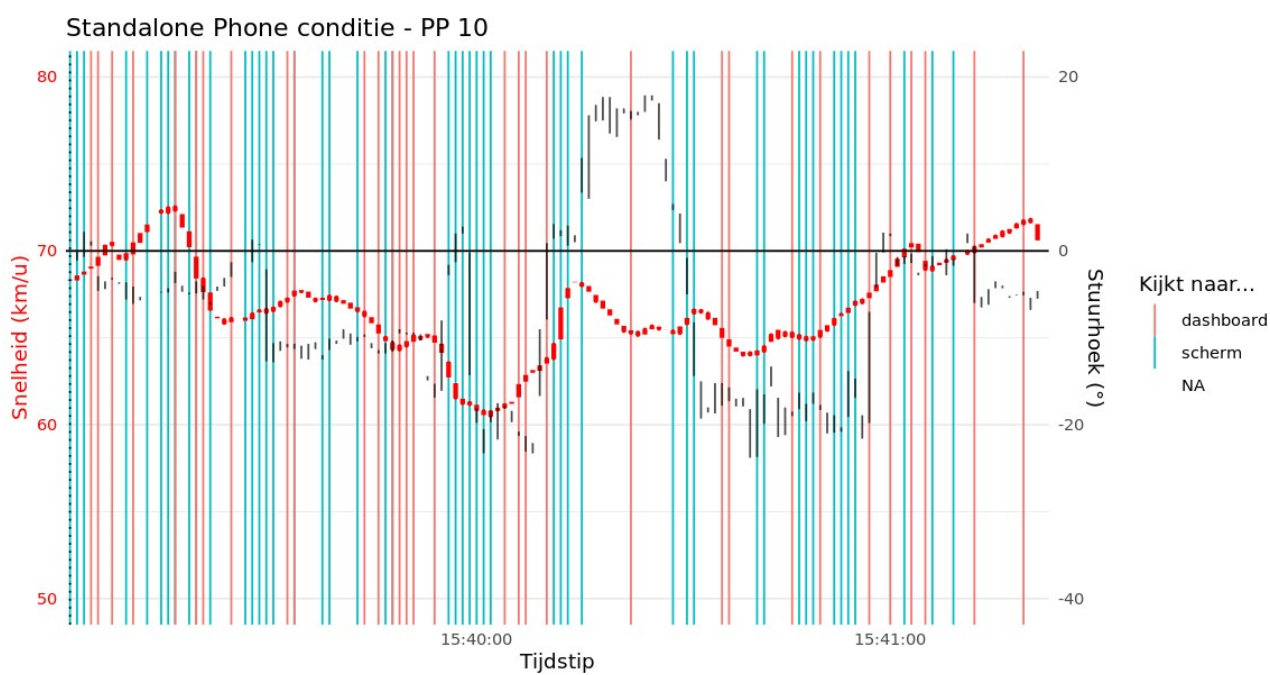
Het bovenstaande komt voor bij de meeste geanalyseerde proefpersonen. Echter, er zijn ook uitzonderingen (zie daarvoor de bijlage). Sommige proefpersonen besteden proportioneel veel minder kijktijd op de schermen dan andere.



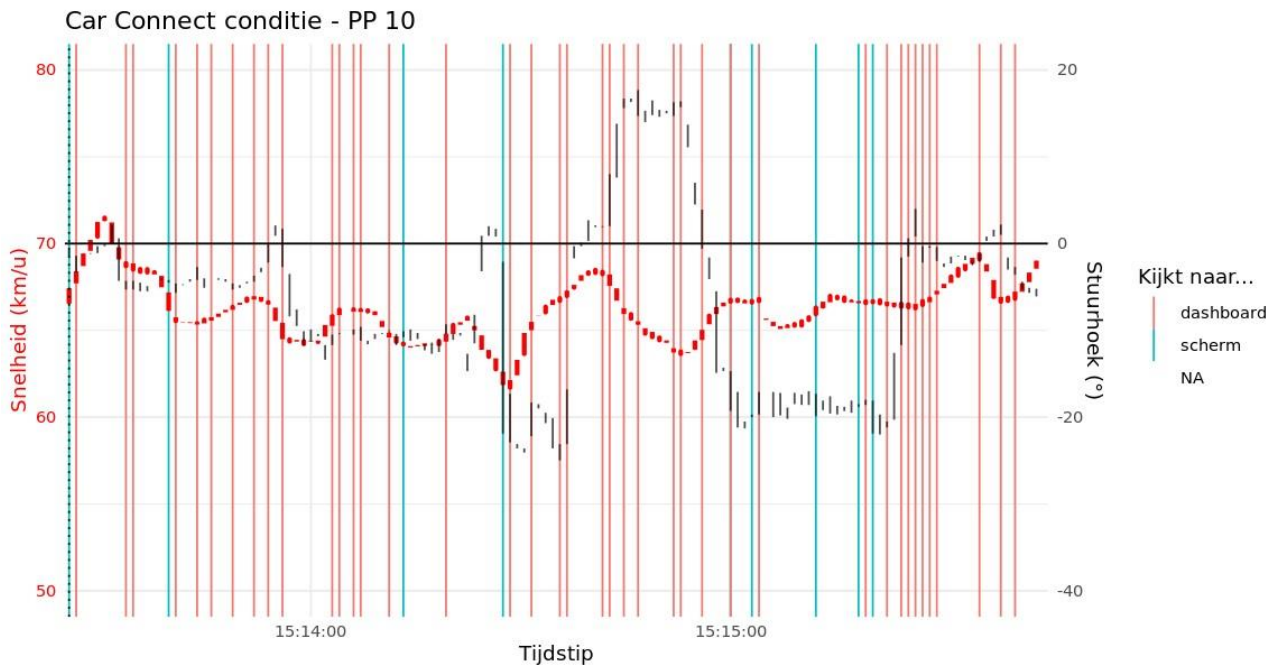
Figuur 23 Geobserveerde snelheid (km/u – rode stippellijn), stuurhoek (° – grijs) en fixaties in de Controle conditie.



Figuur 24 Geobserveerde snelheid (km/u – rode stippellijn), stuurhoek (° – grijs) en fixaties in de Phone Connect conditie.



Figuur 25 Geobserveerde snelheid (km/u – rode stippellijn), stuurhoek (° – grijs) en fixaties in de Standalone Phone conditie.



Figuur 26 Geobserveerde snelheid (km/u – rode stippellijn), stuurhoek (° – grijs) en fixaties in de Car Connect conditie.

5.4.1.8 Tussentijdse conclusie – Volgen van een Teams presentatie

Vanuit de bovenstaande analyses en observaties onthouden we dat tijdens het volgen van de Teams presentatie op het snelle stuk van de track de snelheid in de drie experimentele condities verschilt van die van de Controle conditie. Tijdens het volgen van de Teams presentatie wordt er in de experimentele condities ofwel sneller gereden ofwel met meer variabiliteit. De snelheid ligt het hoogst in de Car Connect conditie. Dit is de conditie waar er geen extra visuele informatie aangeboden werd. In de Phone Connect conditie werd er trager gereden. Echter, daar leek er een grotere variabiliteit te zijn. We zien dus in alle experimentele condities een invloed op de snelheid: ofwel een verhoging van de gemiddelde snelheid of een grotere variabiliteit in snelheid. Beide gevallen worden doorgaans beschouwd als indicatief voor onveiliger rijgedrag.

De conclusie op basis van de fysiologische maten (ademhalingsfrequentie en hartslag) gaat in dezelfde richting. Het patroon op basis van de ademhalingsfrequentie is zeer gelijkaardig aan dat van de snelheid. In de Phone Connect conditie ademt men trager dan in de Controle conditie. We zien er wel wat outliers. In beide andere experimentele condities ademt men sneller. Maar, in alle experimentele condities ligt de hartslag hoger dan in de Controle conditie. Een verhoging van ademhaling- en hartslagfrequentie wordt doorgaans geïnterpreteerd als het gevolg van een gestegen inspanning of stress. In de Standalone Phone conditie zijn deze maten het hoogst.

De interpretatie op basis van de SDLP is ingewikkelder. Hier zien we geen duidelijk verschil tussen de experimentele condities en de Controle conditie. De Car Connect conditie, waar er het snelst gereden werd, verschilt niet van de Controle conditie in termen van deze maat van variabiliteit in laterale positie. Beide andere condities (Standalone Phone en Phone Connect) waar er ook sneller gereden, doen dat wel. Meer slingergedrag vertonen, in combinatie met hogere snelheden, doen de mate van onveiligheid toenemen.

Het vinden van de fouten tijdens de PowerPoint presentatie gebeurt beter in de Car Connect conditie in vergelijking met de Standalone Phone en Phone Connect conditie. In deze laatste twee experimentele condities waren de fouten 'te zien', terwijl ze in de Car Connect conditie 'te horen' waren. Vanuit de pilootstudie bleek dat de visuele fouten inherent al moeilijker te vinden waren. Op basis van deze analyses besloten we dat er indicaties zijn dat de foutendetectie in alle experimentele condities lager ligt dan bij de controle proefpersonen. Echter, enkel het verschil van de Standalone Phone en Phone Connect conditie, met de visuele fouten dus, bleek statistisch significant. De visuele informatie uit de PowerPoint presentaties wordt dus minder goed opgepikt.

Op basis van het voorgaande kunnen we tussentijds stellen dat in de experimentele condities de (meeste) maten die duiden op onveilige of onwenselijke gevolgen, doorgaans toenemen. Op basis van de combinatie van de gemeten afhankelijke variabelen lijkt dit vooralsnog het minst het geval te zijn in de Car Connect conditie.

Een even complexe, maar een gelijkaardige conclusie trekken we uit de analyse van de combinatie van stuurhoek en snelheid. Relatief constante snelheden en stuurhoeken observeren we in de Controle conditie. Het rijgedrag lijkt er gestuurd te zijn door aannemelijke en strategisch bepaalde wetmatigheden, zoals de veranderingen in snelheid in functie van het stuurgedrag. Dit alles verandert echter in de experimentele condities. We zien er grotere variaties in snelheid en meer overschrijdingen van de maximumsnelheid. Het meest opvallend is dat voor de Phone Connect en voor de Standalone Phone conditie. We zien in de experimentele condities ook meer periodes van instabiel stuurgedrag. De eerder vastgestelde wetmatigheden (temporeel verband tussen verandering van stuurhoek en verandering in snelheid) zijn in de experimentele condities veel minder te onderkennen. Opnieuw lijkt het erop dat deze 'verstoring' van het patroon in mindere mate aanwezig is in de Car Connect conditie.

Uit de oogbewegingsdata blijkt dat de schermen in de condities waarin er ook visuele informatie geboden werd, soms zeer uitvoerig bekeken werden. In de Car Connect conditie (zonder beeldscherm informatie) was dat aanmerkelijk minder. In de perioden dat de proefpersoon herhaaldelijk naar het scherm kijkt treden de meest snelheidsveranderingen en het instabiele stuurgedrag op. Het lijkt ook zo te zijn dat hoe langer naar het scherm gekeken wordt, hoe groter de snelheids- en stuurhoekveranderingen zijn. De rijkwaliteit daalt dus bij verhoogd kijkgedrag op de schermen. De Car Connect conditie blijkt opnieuw het minst verstoord te zijn.

De fixaties op het dashboard zijn niet zo talrijk aanwezig. Het lijkt bij de meeste proefpersonen zo te zijn dat het dashboard het meest bekeken werd in de Controle conditie en de Car Connect conditie. Het bekijken van het dashboard, waar ook de snelheid kan afgelezen worden, heeft een belangrijke functie voor de snelheidsregulatie. Wanneer een substantieel deel van de kijktijd gespendeerd wordt op de schermen, blijft er proportioneel minder tijd over om naar het dashboard te kijken; de weg vóór het voertuig vereist immers een minimaal aantal fixaties.

Een aantal nuances zijn belangrijk. Ten eerste, de schermen werden niet door alle proefpersonen even veel bekeken. Er zijn duidelijke interpersoonlijke verschillen. Sommige proefpersonen vertonen dus een zekere mate van zelfregulatie. Ten tweede, de schermen werden doorgaans niet bekeken tijdens het nemen van de bocht. Het lijkt erop dat de proefpersonen in de 'moeilijke situatie' niet naar het scherm kijken, maar dat wel doen wanneer de rijtsituatie ogenschijnlijk makkelijker is. Tenslotte zien we dat, hoewel er in de Controle conditie en de Car Connect conditie niets op de schermen te zien was, er toch naar de schermen gekeken werd. Dit kan verschillende redenen hebben. Het kan wijzen op een soort 'schermverslaving'. Schermverslaving, digitale afhankelijkheid, onbewuste schermtijd of passieve schermtijd zijn termen die het gedrag beschrijven waarbij iemand zonder veel nadenken of bewuste controle naar een scherm staart (OpenAI, 2024). Het kunnen echter ook 'verdwaalde' fixaties zijn. Dit is plausibel zeker voor het smartphone scherm, gezien deze zich bevond in de kijkrichting van het zicht naar voor (op de weg).

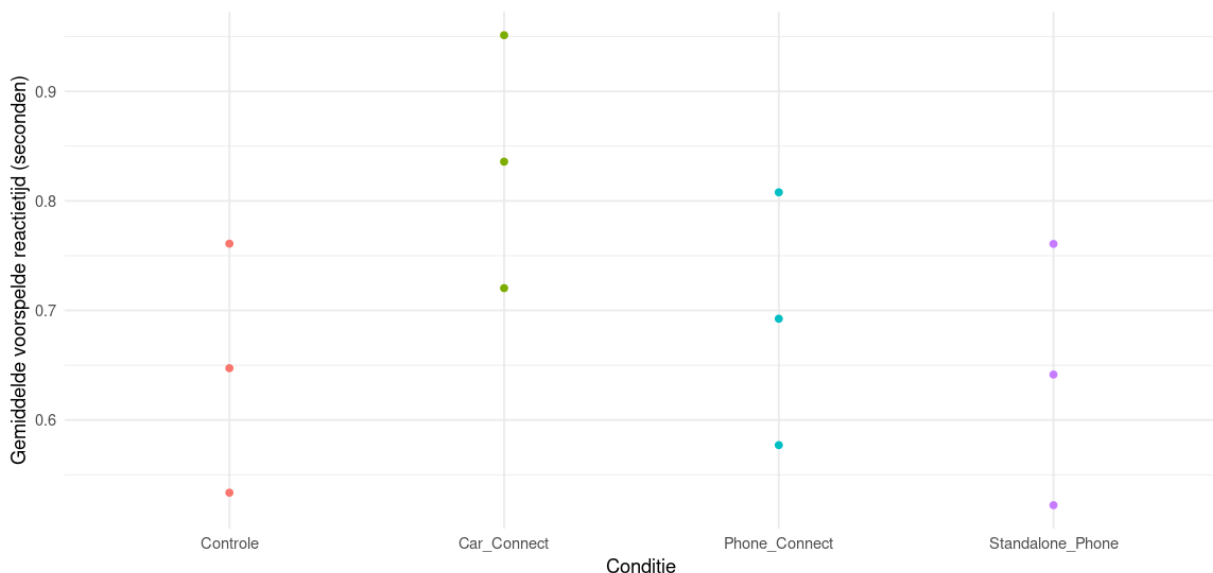
5.4.2 Gebruik van Whatsapp

De tweede taak bestond uit het gebruiken van de berichtenapp Whatsapp. We zijn niet geïnteresseerd in het succes van het uitvoeren van de taak, maar wel in de invloed van het uitvoeren ervan op verkeersveiligheidsparameters. Zoals gezegd, eerst werd de app geopend door de proefpersoon op het tweede, tragere deel van het circuit. Op een later moment tijdens de rit op dat deel van het circuit, werd gevraagd om een bericht te versturen aan een specifieke ontvanger. Dit gebeurde telkens op ongeveer dezelfde plaats op het circuit. In de Car Connect conditie is er door een technische (standaard) beperking geen virtueel toetsenbord beschikbaar en moest er dus gebruik gemaakt worden van stembesturing. Tijdens het opstellen van het bericht werd door de experimentator de LED-strip geactiveerd, waarna een noodstop moest uitgevoerd worden. Deze plaats en tijdstip verschillen dus (licht) van proefpersoon tot proefpersoon. De experimentator wachtte immers met drukken totdat de proefpersoon wel degelijk midden in het proces zat van het opstellen van het bericht.

5.4.2.1 Reactietijd op de LED-strip

De reactietijd op de LED-strip is een proxy voor de snelheid waarmee een noodstop uitgevoerd wordt. Enkel het verschil van de reactietijd in de Car Connect conditie met die van de Controle conditie benadert het vooropgestelde significantieniveau ($p = .0048$).

Uit de verdere analyse blijkt dat de geschatte gemiddelde reactietijden (Figuur 27) in de Standalone Phone conditie .006 seconden (ns) sneller en in de Phone Connect conditie .045 seconden trager (ns) zouden zijn dan de Controle conditie. In de Car Connect conditie vinden we een voorspelde gemiddelde reactietijd die .19 seconden trager is dan in de Controle conditie. Aan een gemiddelde snelheid van 70 km/u zou dit neerkomen op bijna 3.7 meter extra die een bestuurder zou afleggen vooraleer op het rempedaal gedrukt wordt. Dat de Car Connect conditie opvallend afwijkt van de overige experimentele condities kan verklaard worden. Immers, door de ingebouwde beperkingen van het systeem kan de proefpersoon het bericht niet opstellen met een virtueel toetsenbord en moest dus gebruikt gemaakt worden van stembediening. Dit lijkt eenvoudiger, maar door een technische storing in het voertuig werkte deze bediening niet perfect. De proefpersonen werden dus met een extra uitdaging geconfronteerd. In de Car Connect conditie bediende men dus een weerspanning IVIS en in die zin kan de vergelijking met de andere experimentele condities niet helemaal gemaakt worden.



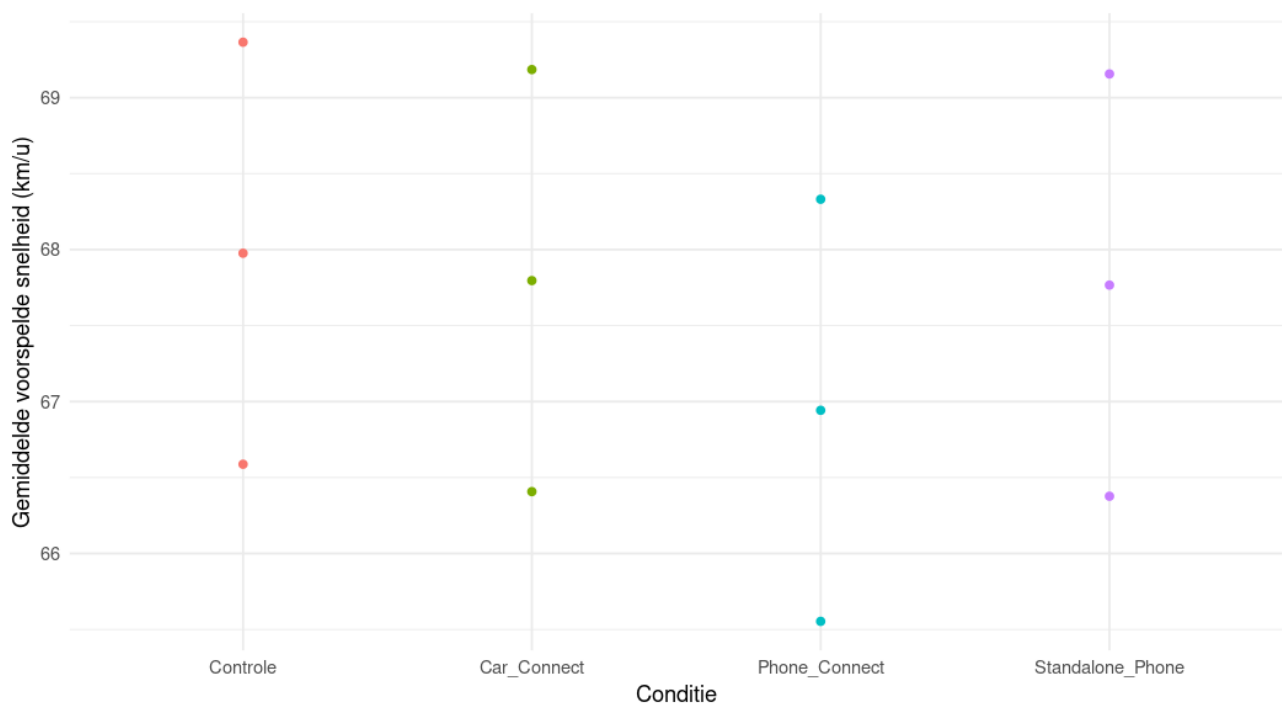
Figuur 27 Gemiddelde voorspelde reactietijd op noodstopsignaal (seconden) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbare interval.

5.4.2.2 Snelheid

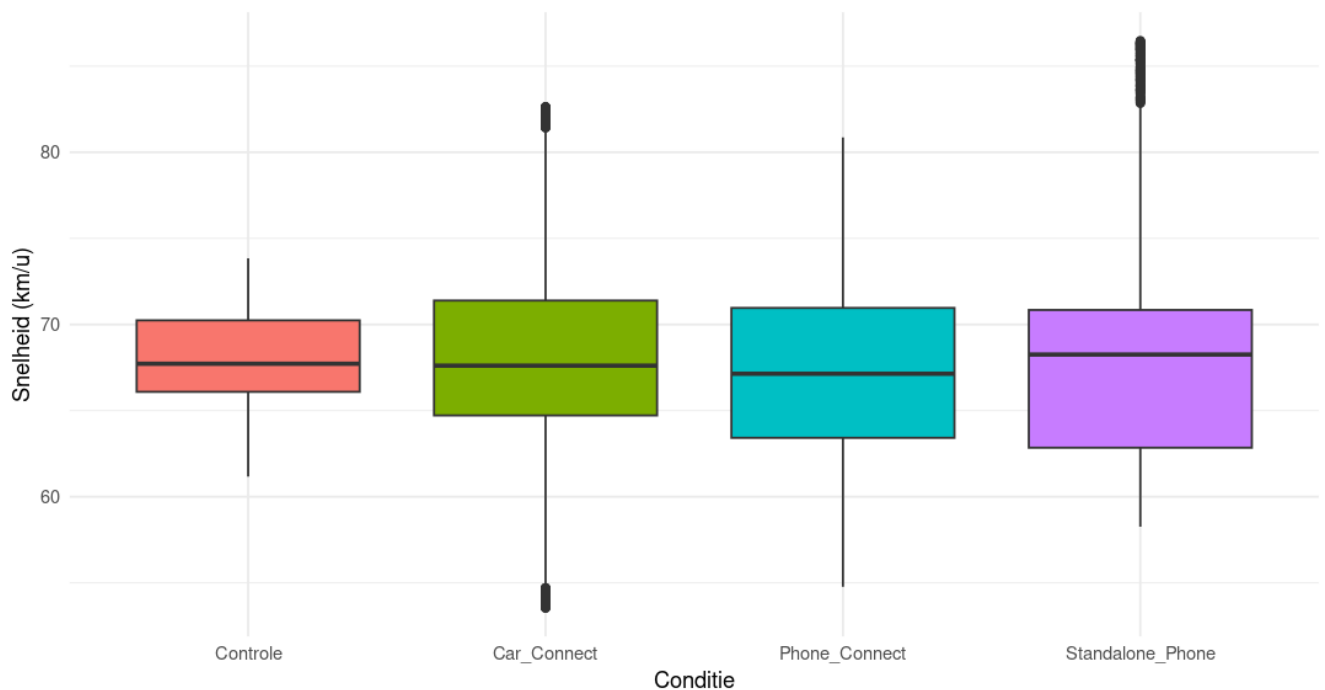
We analyseerden de snelheid vanaf drie seconden vóór het noodstopsignaal totdat de proefpersonen begonnen met remmen. De proefpersonen in de Phone Connect conditie hadden de laagste snelheid en ook enkel deze conditie verschilde significant van alle overige condities. Dat de snelheid in alle experimentele

condities lager lag dan in de Controle conditie, was dus slechts een trend: Standalone Phone en Car Connect condities verschilden immers niet significant van de Controle conditie. Uit de verdere analyse blijkt dat de gemiddelde voorspelde snelheid in de Phone Connect conditie 1 km/u lager ligt dan in de overige condities (Figuur 28).

Niet enkel de snelheid, maar ook de variatie daarvan is een verkeersveiligheidsindicator. Uit Figuur 29 blijkt dat de standaarddeviatie van geobserveerde snelheid in dat segment groter is in de experimentele condities dan in de Controle conditie. Echter, ook dit resultaat is slechts richtinggevend want enkel het verschil tussen de Standalone Phone en de Controle conditie was statistisch significant ($p = .0006$). De verschillen tussen Car Connect en de Controle conditie en tussen Phone Connect en de Controle conditie waren slechts randsignificant (resp. $p = .008$ en $p = .007$).

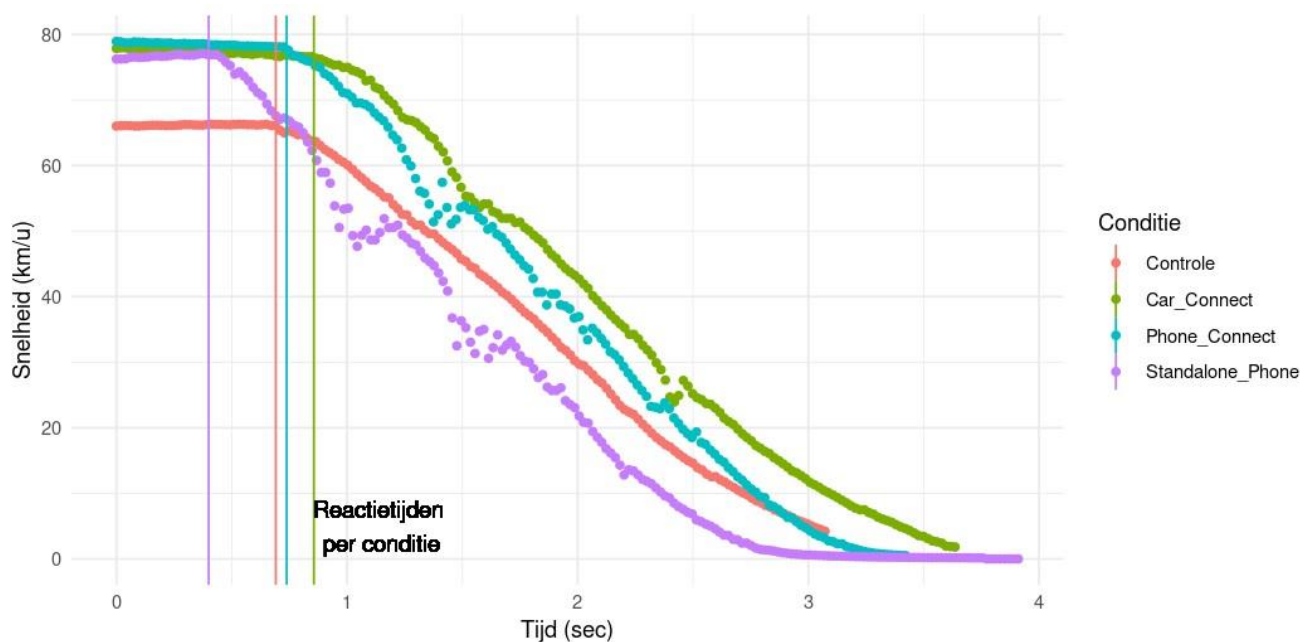


Figuur 28 Gemiddelde voorspelde snelheid (km/u) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.



Figuur 29 Spreiding van de geobserveerde snelheden (km/u) per conditie.

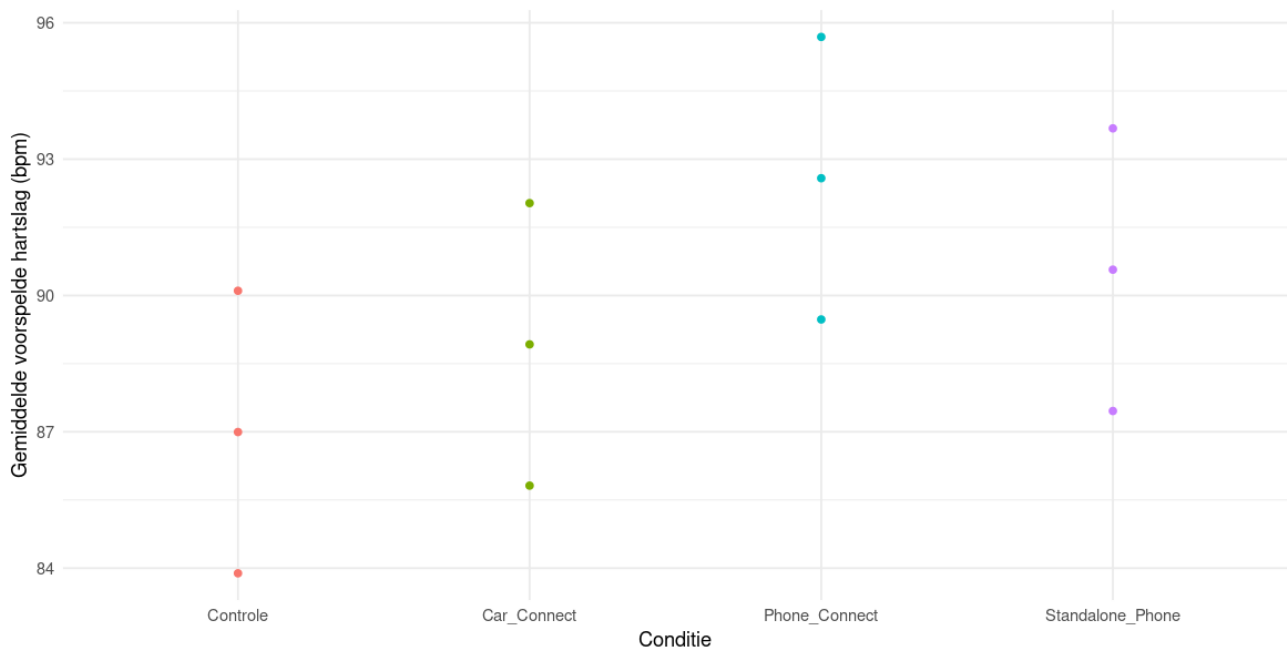
We bekeken ook de snelheid(sverandering) in functie van de tijd voor een aantal proefpersonen. In de meeste gevallen zien we een verschillend patroon in de experimentele condities ten opzichte van de Controle conditie. Zo zien we bijvoorbeeld in Figuur 30 dat die snelheid na het oplichten van de LED-strip geleidelijk aan afneemt. In deze figuur komt tijdstip 0 op de x-as overeen met het oplichten van het noodstopsignaal. Een duidelijk verschil is te zien met alle experimentele condities: het geleidelijke patroon wordt er minstens twee keer onderbroken. Het is een duidelijk verschillend vertragsingspatroon. Het patroon in de Car Connect conditie lijkt het minst verschillend van dat van de Controle conditie.



Figuur 30 Geobserveerde snelheid (km/u - stippelijnen) en reactietijd (seconden - verticale volle lijnen) per conditie voor een proefpersoon.

5.4.2.3 Hartslag

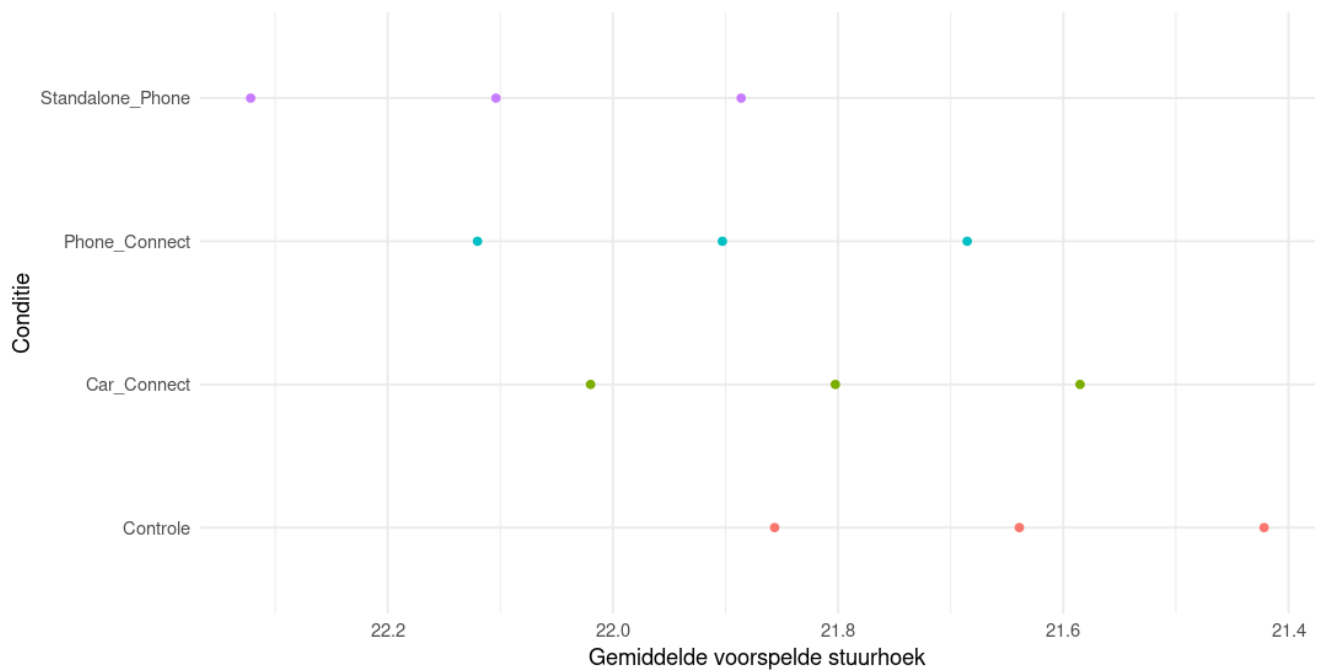
We analyseerden naast de snelheid ook de hartslag vanaf drie seconden vóór het noodstopsignaal totdat de proefpersonen begonnen met remmen. In alle experimentele condities is de gemiddelde voorspelde hartslag significant hoger dan in de Controle conditie (Figuur 31). De hoogste gemiddelde voorspelde hartslag observeren we in de Phone Connect conditie, 5.59 slagen per minuut hoger dan de Controle conditie. In de Standalone Phone conditie lag de gemiddelde voorspelde hartslag 3.57 slagen per minuut hoger dan in de Controle conditie. De Car Connect conditie verschilt het minst met de Controle conditie. De gemiddelde voorspelde hartslag lag er 1.93 slagen per minuut hoger. Uit de variabiliteit van de geobserveerde hartslagen konden we geen besluiten trekken. Ze worden daarom niet gerapporteerd.



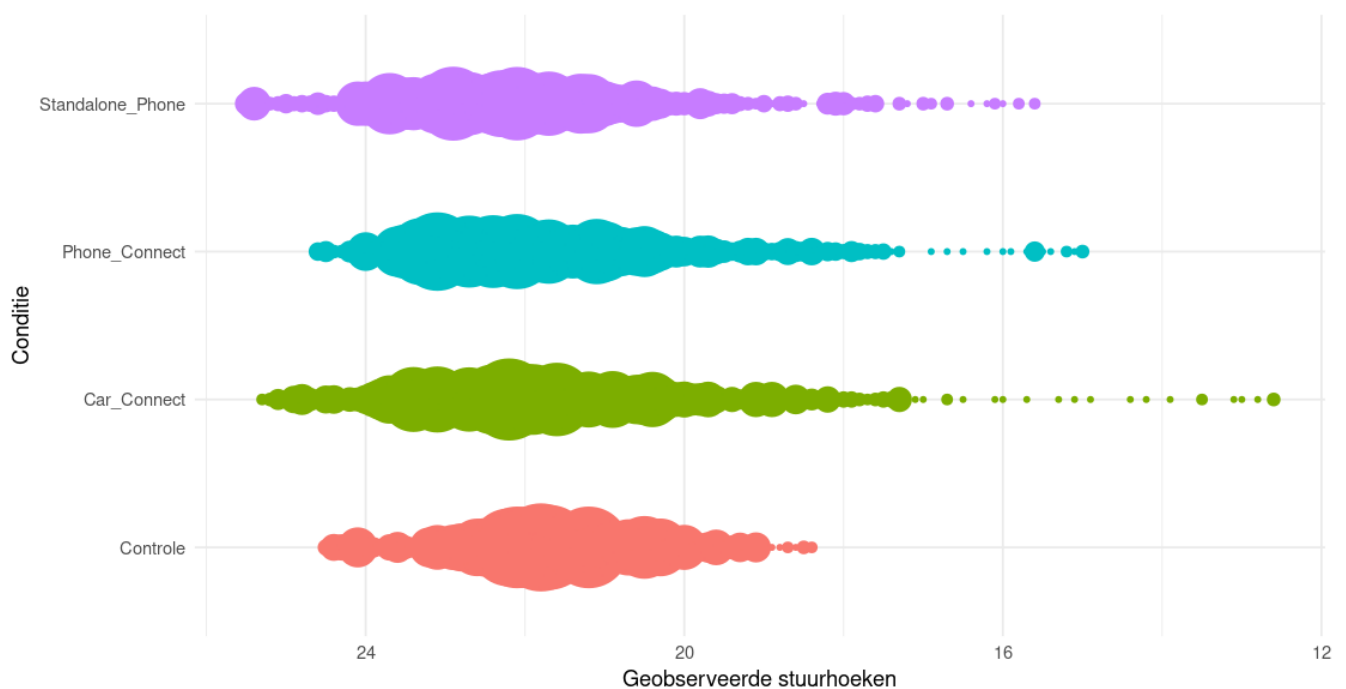
Figuur 31 Gemiddelde voorspelde hartslag (slagen per minuut) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

5.4.2.4 Stuurhoek

Uit de analyses van de stuurhoeken vanaf drie seconden vóór het noodstopsignaal totdat de proefpersonen begonnen met remmen, blijkt dat de verschillen tussen alle condities statistisch significant zijn. Herinner dat (in onze berekeningen) de positieve stuurhoeken (uitgedrukt in graden) overeenkomen met stuurposities naar links (0° is de rechthoekige stand van het stuur). Uit Figuur 32 blijkt enerzijds dat de stuurhoeken over het algemeen in alle condities naar links zijn (positieve stuurhoeken), maar anderzijds dat proefpersonen in alle experimentele condities meer stuurposities naar links hebben dan in de Controle conditie. Het meest extreem was dat in de Standalone Phone conditie, gevolgd door de Phone Connect conditie. De stuurhoeken in de Car Connect conditie verschillen het minst van die van de Controle conditie. Wanneer we de spreidingen van de geobserveerde stuurhoeken bekijken in Figuur 33 dan zien we dat deze het meest homogeen zijn in de Controle conditie. In de experimentele condities zijn de waarden meer verdeeld (verspreid over het linker spectrum), met vooral een grotere spreiding naar rechts (of anders gezegd: minder naar links).



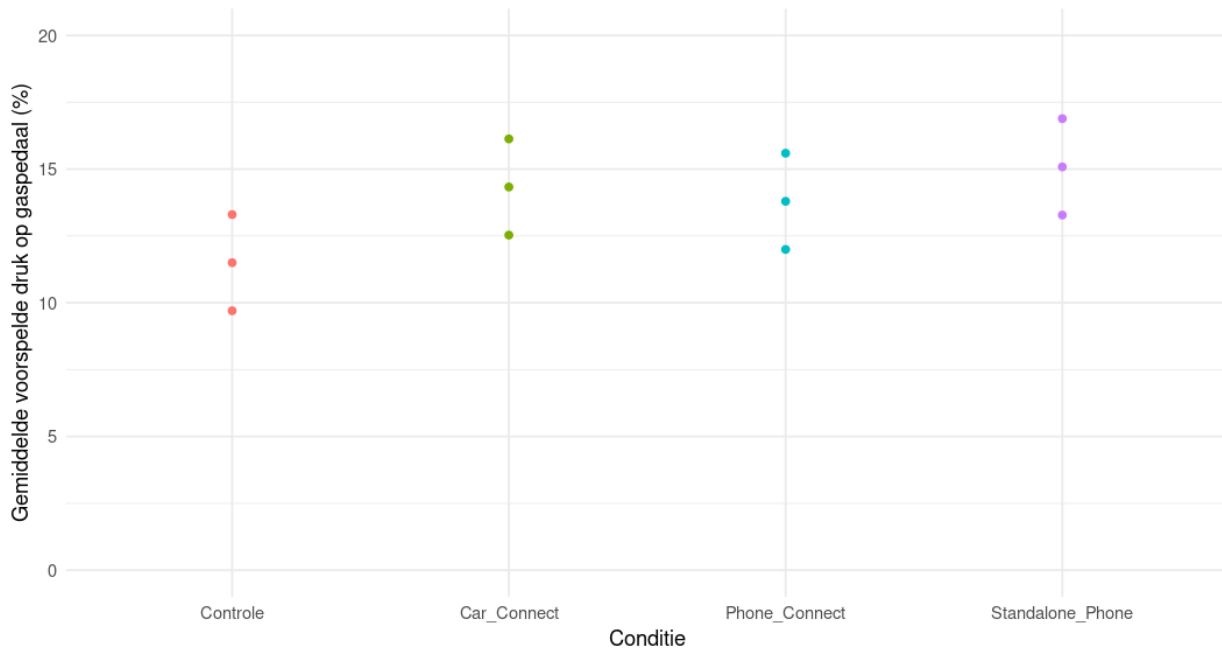
Figuur 32 Gemiddelde voorspelde stuurhoek (°) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.



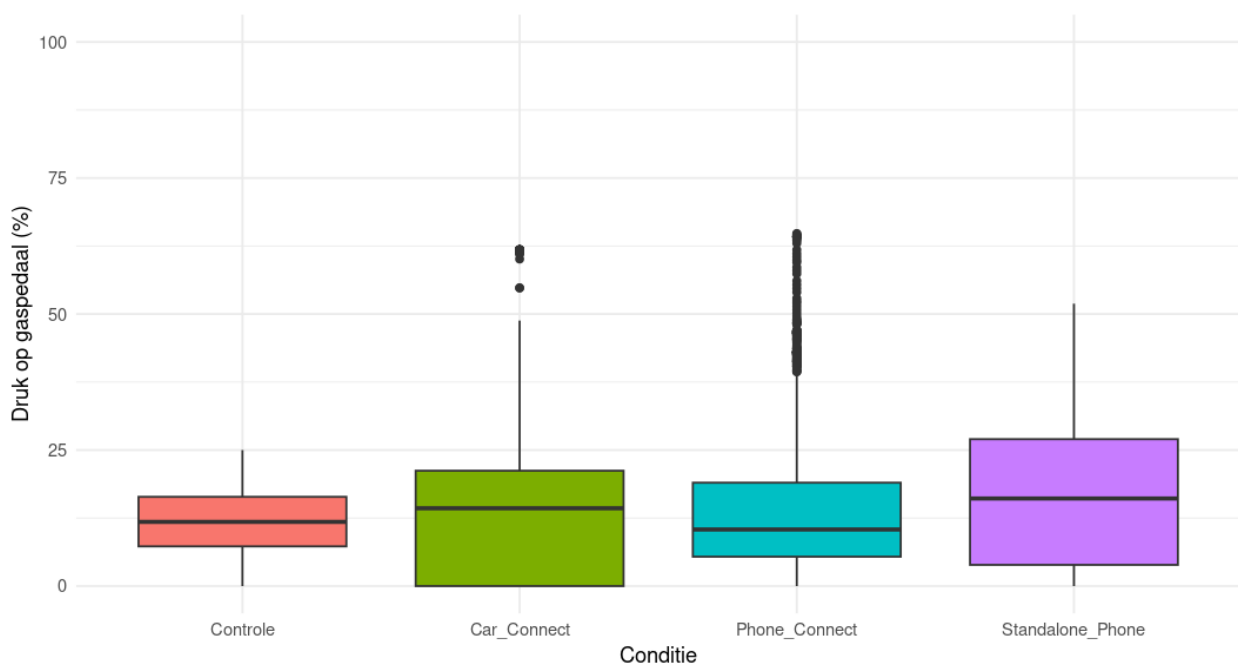
Figuur 33 Spreiding van de geobserveerde stuurhoeken (°) per conditie.

5.4.2.5 Druk op het gaspedaal

We analyseerden ook de kracht op het gaspedaal in de periode vanaf drie seconden vóór het noodstopsignaal totdat de proefpersonen begonnen met remmen (zie Figuur 34). In de Controle conditie wordt het minst hard gedrukt. Het hardst wordt gedrukt in de Standalone Phone conditie. Er was geen (of slechts een marginaal) statistisch significant verschil tussen de tussenliggende Car Connect en Phone Connect condities ($p = .011$). Verder zijn alle verschillen statistisch significant. Uit de inspectie van Figuur 35 blijkt dat de spreidingen van deze geobserveerde krachten in de experimentele condities groter zijn dan in de Controle conditie. Er zijn in de experimentele condities ook veel meer outliers.



Figuur 34 Gemiddelde voorspelde druk op het gaspedaal (%) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.



Figuur 35 Spreiding van de geobserveerde druk op het gaspedaal (%) per conditie.

5.4.2.6 Tussentijdse conclusie – Een bericht versturen

We waren niet geïnteresseerd in het succes van het versturen van het WhatsApp bericht, maar wel in de invloed van het versturen op het uitvoeren van een noodstop. Dat die invloed aanwezig is, blijkt uit de rij- en fysiologische parameters die we analyseerden van vanaf drie seconden vóór het noodstopsignaal tot de proefpersonen begonnen met remmen.

Significante indicaties van een verstoring van het 'normale' rijgedrag zien we bij de analyses van de snelheid, de hartslag, de stuurhoek en de kracht op het gaspedaal.

De algemene snelheid in de experimentele condities lijkt na inspectie van de figuren lager te liggen dan die in de Controle conditie. Dit duidt op een gedragsaanpassing door de proefpersonen in de experimentele condities. Echter, enkel de Phone Connect conditie was significant verschillend van de Controle conditie. Een gelijkaardige conclusie trekken we uit de variatie van de snelheid. Daar opnieuw zien we dat de snelheid meer lijkt te variëren in de experimentele condities. Echter, slechts één vergelijking is statistisch significant; de rest benadert het vooropgestelde significantieniveau. Het patroon van de snelheidsveranderingen na het oplichten van het LED-signaal lijkt duidelijk anders te zijn in de experimentele condities in vergelijking met de Controle conditie. De geleidelijke vertraging uit de Controle conditie wordt in de experimentele condities minstens twee keer onderbroken.

De analyse van de hartslag en de stuurhoek resulteert in dezelfde conclusie: de hartslag is het laagst in de Controle conditie. De hartslag in de Car Connect conditie is de laagste van de experimentele condities; en dus het minst afwijkend van de Controle conditie. De gemiddelde stuurhoek in de Controle conditie verschilt van alle experimentele condities. Het verschil is opnieuw het kleinste met de Car Connect conditie. De verandering in stuurhoeken zijn in alle experimentele condities groter dan in de Controle conditie.

Tenslotte, ook de kracht waarmee op het gaspedaal gedrukt wordt, verandert in de experimentele condities. Er wordt met name harder op het gaspedaal gedrukt in de experimentele condities. Deze drukken zijn ook veel homogener (minder variabel) in de Controle conditie.

Tegen de verwachting in, lijkt het versturen van het WhatsApp bericht geen invloed uit te oefenen op de reactietijd van de noodstop. De trend is echter wel in de verwachte richting, maar de verschillen zijn niet statistisch significant. Enkel in de Car Connect conditie wordt het vooropgestelde significantieniveau benaderd. Deze reactietijden wijken (visueel) duidelijk af van de overige experimentele condities. Een aannemelijke verklaring kan de ondervonden technische storing zijn. Immers, het versturen van het bericht in deze conditie werd extra bemoeilijkt. De vereiste stembediening werkte immers niet naar behoren. Er zijn dus indicaties dat bij een technisch falen van IVIS de (mogelijk) negatieve effecten versterkt kunnen worden. Dit is mogelijk te wijten aan extra stress en cognitieve inspanning.

5.4.3 Gebruik van Spotify

De derde taak bestond uit het gebruiken van Spotify op het tweede deel van het circuit. We zijn niet geïnteresseerd in het succes van het uitvoeren van de taak, maar wel in de invloed van het uitvoeren ervan op verkeersveiligheidsparameters. Zoals eerder gezegd, werden de app en de afspeellijst geopend door de experimentator vooraan. Telkens op ongeveer dezelfde plaats op het circuit werden de proefpersonen gevraagd een bepaald nummer in de lijst te zoeken en te selecteren. Tijdens het scrollen door de lijst werd door de experimentator de LED-strip geactiveerd, waarna een noodstop moest uitgevoerd worden. Deze plaats en tijdstip verschillen dus (licht) van proefpersoon tot proefpersoon. De experimentator wachtte immers met drukken totdat de proefpersoon wel degelijk midden in het proces zat van het zoeken van het album.

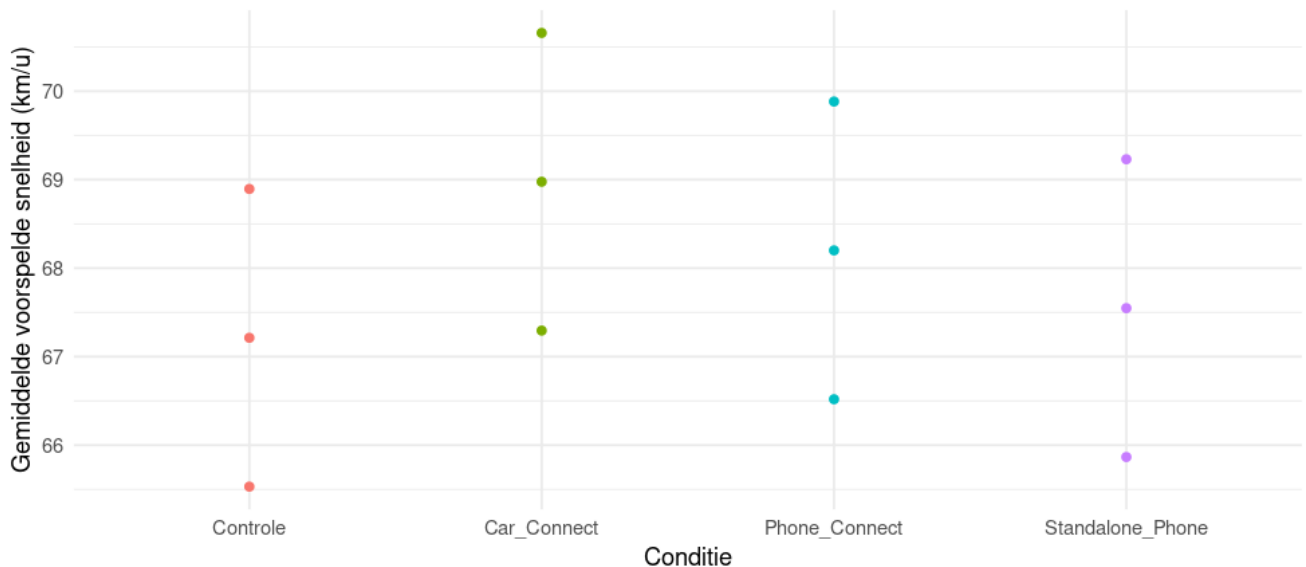
5.4.3.1 Reactietijd op de LED-strip

De reactietijd op de LED-strip is een proxy voor de snelheid waarmee een noodstop uitgevoerd wordt. We vinden geen significante verschillen tussen de condities ($p = 0.58$).

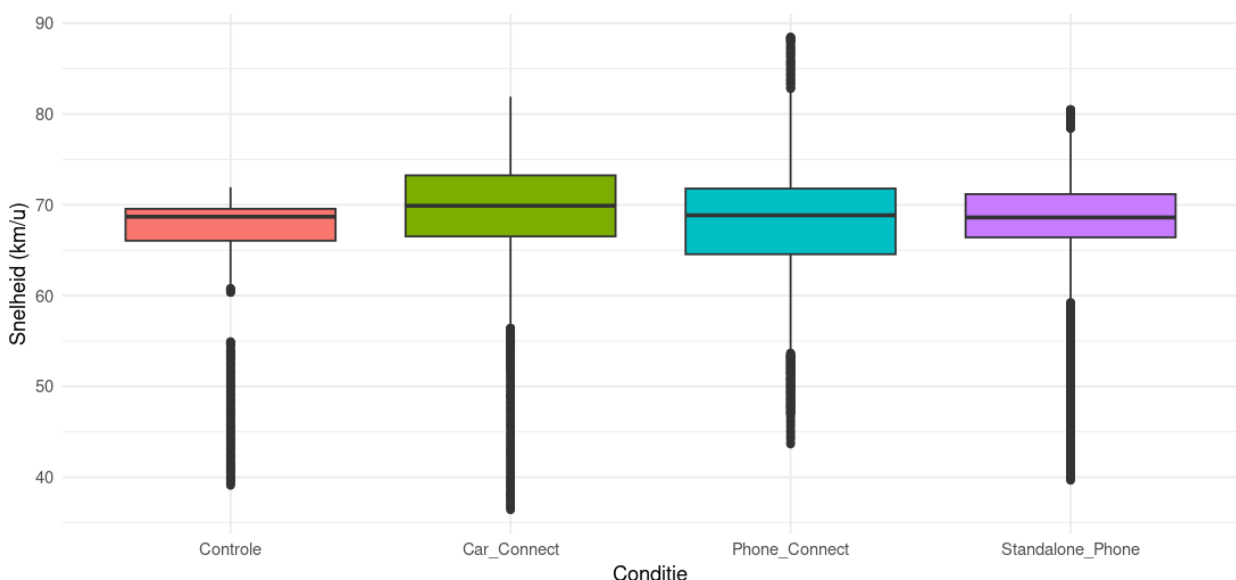
5.4.3.2 Snelheid

We analyseerden de snelheid in de periode vanaf drie seconden vóór het noodstopsignaal totdat de proefpersonen begonnen met remmen. De toetsen op de voorspelde gemiddelde snelheid tussen alle condities

zijn onderling statistisch tweezijdig significant. De voorspelde gemiddelde snelheid was hier het laagste in de Controle conditie. In de Car Connect conditie reden proefpersonen het snelst: gemiddeld gezien 1.76 km/u sneller dan in de Controle conditie. In de Phone Connect conditie was dit 0.99 km/u sneller en in de Standalone Phone conditie was dit 0.33 km/u sneller dan in de Controle conditie (Figuur 36). Bij de standaarddeviaties van de geobserveerde snelheid (Figuur 37) vinden we statistisch significante verschillen tussen de experimentele condities ten opzichte van de Controle conditie ($p < .001$). De experimentele condities onderling verschillen niet statistisch significant van elkaar. We zien hierbij dat de gemiddelde voorspelde standaarddeviatie in de Controle conditie (0.94 km/u) lager ligt dan in de experimentele condities (+ 0.96 km/u tot + 1.18 km/u).



Figuur 36 Gemiddelde voorspelde snelheid (km/u) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

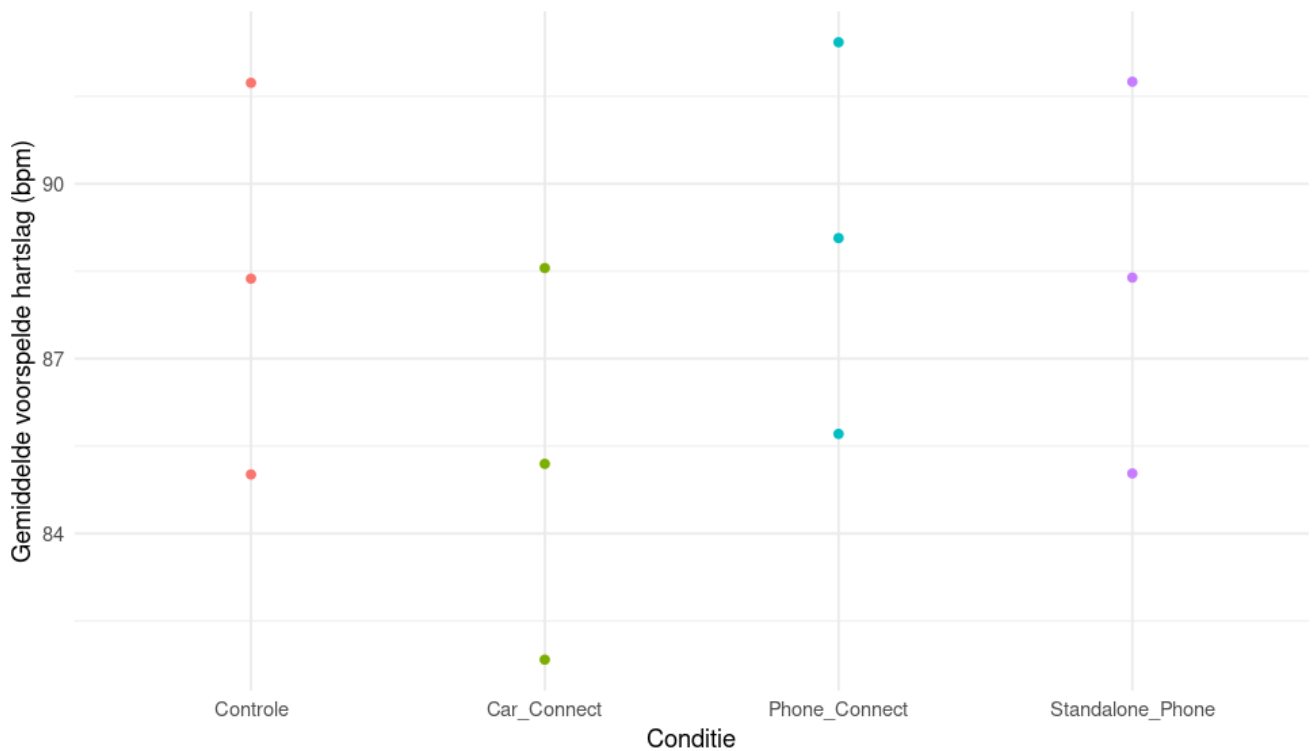


Figuur 37 Spreiding van de geobserveerde snelheden (km/u) per conditie.

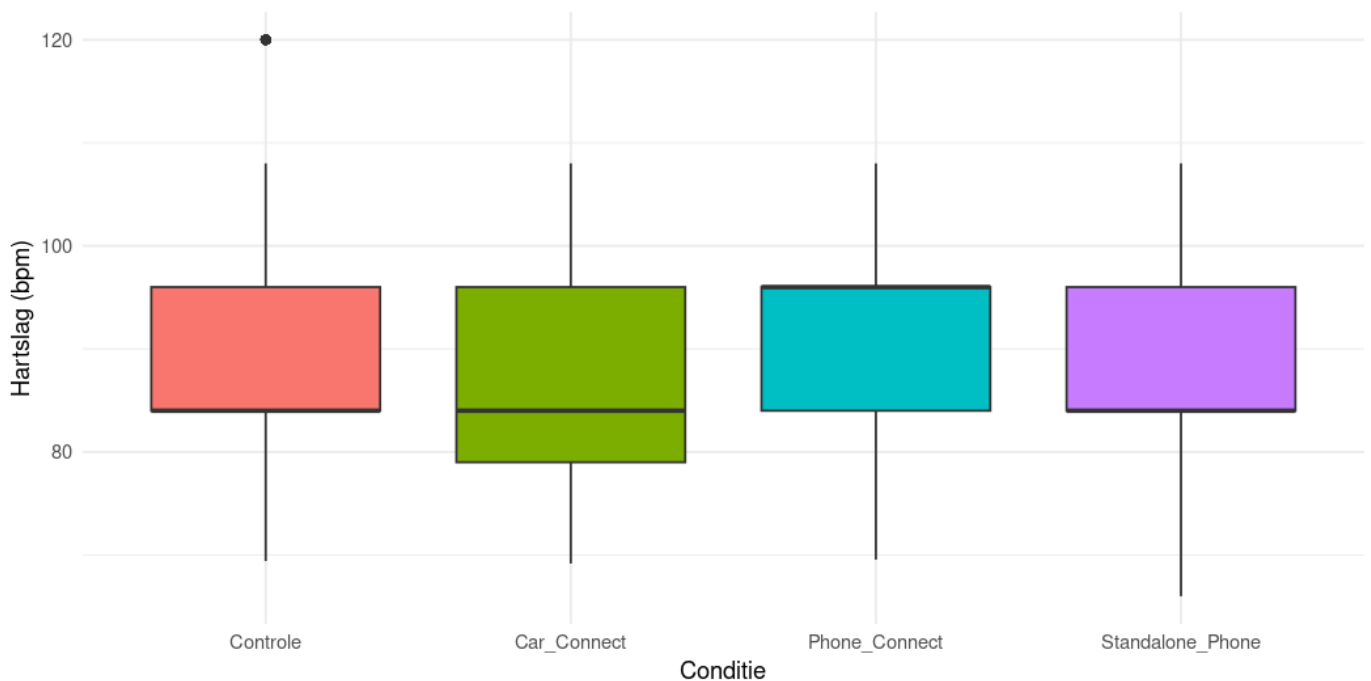
5.4.3.3 Hartslag

De analyse van de hartslag, in de periode vanaf drie seconden vóór het noodstopsignaal totdat de proefpersonen begonnen met remmen, toont aan dat alle condities tweezijdig significant van elkaar verschillen, behalve het verschil tussen de Controle en de Standalone Phone conditie ($p = .90$) (Figuur 38). De verbanden zijn echter complex. Immers, in de Phone Connect conditie ligt de gemiddelde voorspelde hartslag .70 slagen per minuut hoger dan in de Controle conditie; in de Car Connect conditie ligt de hartslag gemiddeld gezien

3.17 slagen per minuut lager ten opzichte van de Controle conditie. In deze conditie is de spreiding wel veel groter dan in de andere condities (Figuur 39).



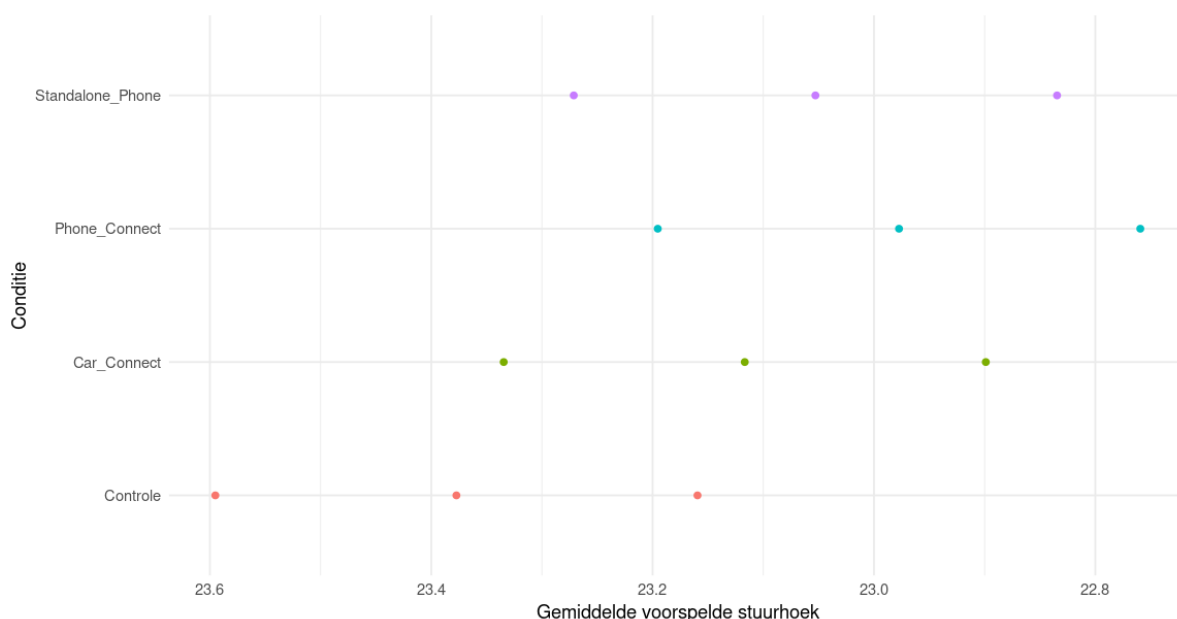
Figuur 38 Gemiddelde voorspelde hartslag (slagen per minuut) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.



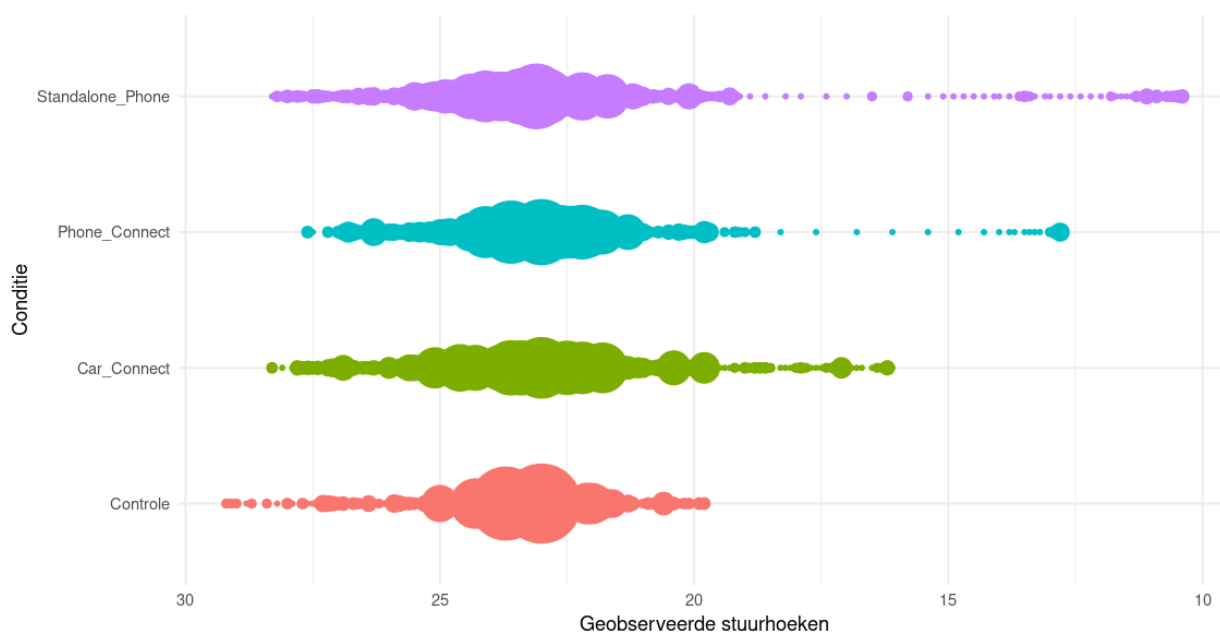
Figuur 39 Spreiding van de geobserveerde hartslag (slagen per minuut) per conditie.

5.4.3.4 Stuurhoek

We analyseerden ook de stuurhoeken vanaf drie seconden vóór het noodstopsignaal totdat de proefpersonen begonnen met remmen. Herinner dat (in onze berekeningen) positieve stuurhoeken (uitgedrukt in graden) overeenkomen met stuurposities naar links (0° is de rechte stand van het stuur). De stuurhoeken in de Controle conditie verschillen tweezijdig significant van alle experimentele condities. Uit Figuur 40 blijkt dat de stuurhoeken in alle condities overwegend naar links zijn (positieve hoeken). Die uit de Controle conditie zijn het meest naar links. Het minst verschillend van de Controle conditie is de Car Connect conditie. Wanneer we de spreidingen van de geobserveerde stuurhoeken bekijken in Figuur 41 dan zien we dat deze het meest homogeen zijn in de Controle conditie. In de experimentele condities zijn de waarden meer verdeeld (verspreid over het linker spectrum), met vooral een grotere spreiding naar rechts (of anders gezegd: minder naar links).



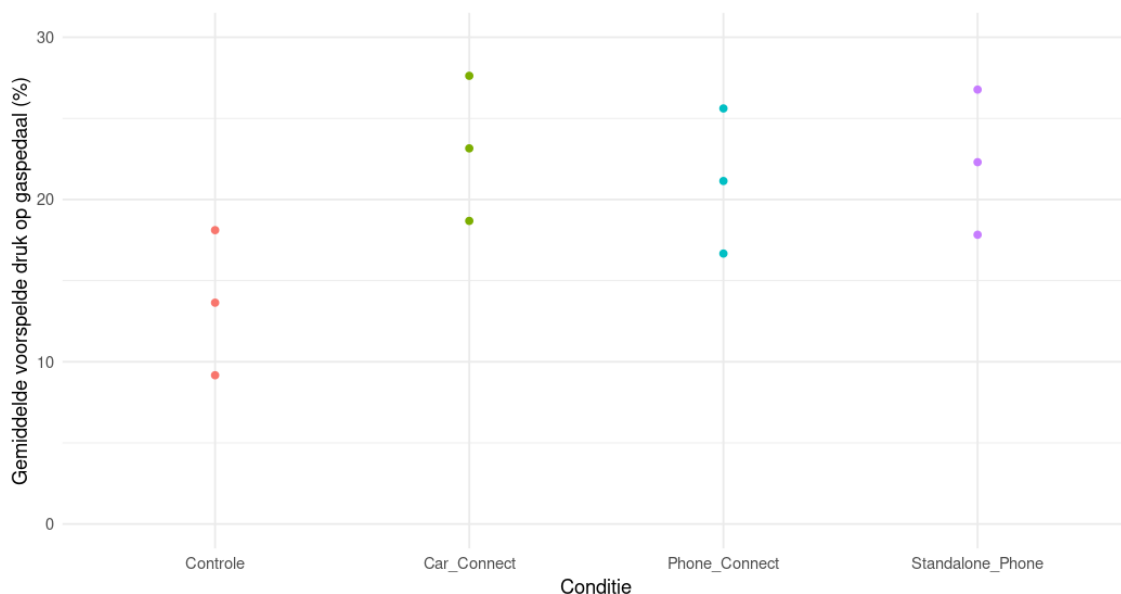
Figuur 40 Gemiddelde voorspelde stuurhoek ($^\circ$) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.



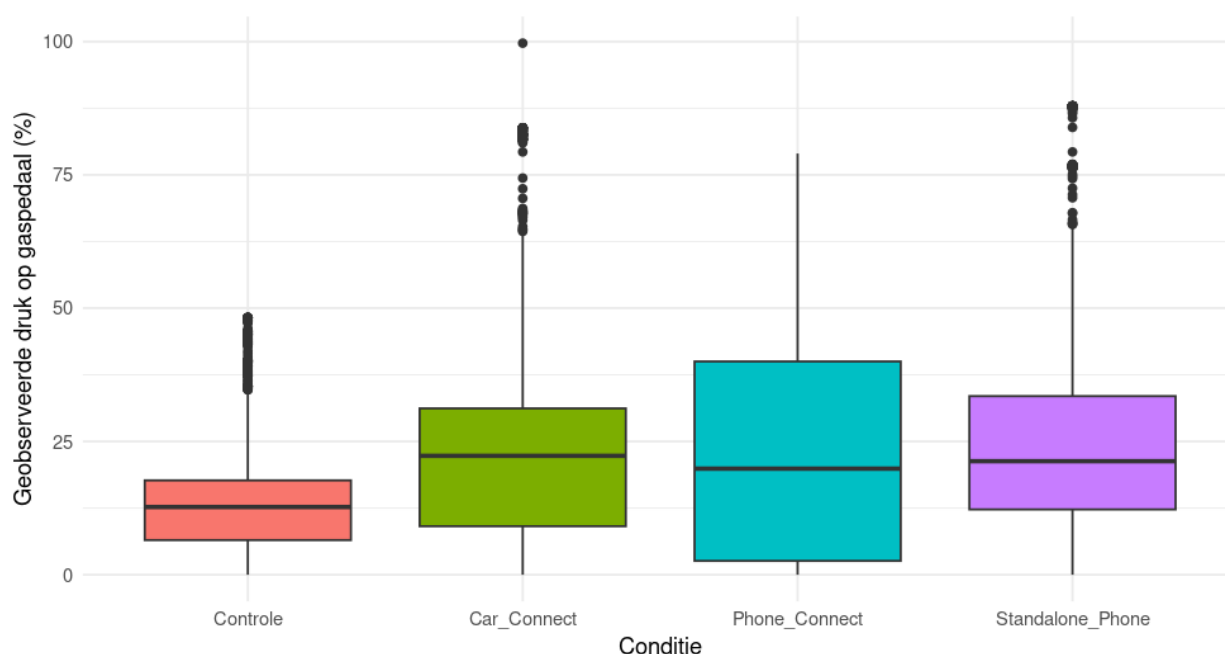
Figuur 41 Spreiding van de geobserveerde stuurhoeken ($^\circ$) per conditie.

5.4.3.5 Druk op gaspedaal

We analyseerden ook de kracht op het gaspedaal in de periode vanaf drie seconden vóór het noodstopsignaal totdat de proefpersonen begonnen met remmen (zie Figuur 42). Alle condities verschillen tweezijdig significant van elkaar. Enkel het verschil tussen Car Connect en Standalone Phone conditie benadert het vooropgestelde significantieniveau ($p = .0038$). In de Controle conditie wordt het minst hard gedrukt. Het hardst wordt gedrukt in de Car Connect conditie, nabij gevolgd door de Standalone Phone conditie. De Phone Connect conditie verschilt het minst van de Controle conditie. Uit de inspectie van Figuur 43 blijkt dat de spreidingen van deze geobserveerde krachten in de experimentele condities groter zijn dan in de Controle conditie.



Figuur 42 Gemiddelde voorspelde druk op het gaspedaal (%) per conditie met boven- en ondergrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.



Figuur 43 Spreiding van de geobserveerde druk op het gaspedaal (%) per conditie.

5.4.3.6 Tussentijdse conclusie – Een nummer zoeken in een Spotify afspeellijst

We waren niet geïnteresseerd in het succes van in de Spotify afspeellijst op zich, maar wel in de invloed van het zoeken op het uitvoeren van een noodstop. Die invloed is er. Dat blijkt uit enkele de rij- en fysiologische parameters die we analyseerden van vanaf drie seconden vóór het noodstopsignaal totdat de proefpersonen begonnen met remmen.

Significante indicaties van een verstoring van het 'normale' (rij)gedrag zien we bij de analyses van de snelheid, de hartslag, de stuurhoek en de kracht op het gaspedaal.

De algemene snelheid is in de experimentele condities hoger dan in de Controle conditie. Dit interpreteren we als een gedragsaanpassing door de proefpersonen in de experimentele condities. Een gelijkaardige conclusie trekken we uit de variatie van de snelheid. Ook de variaties in snelheid verschillen tussen de experimentele en Controle conditie. De snelheid meer lijkt te variëren in de experimentele condities.

De analyse van de hartslag en de stuurhoek resulteert in dezelfde conclusie: er is een impact van de meeste experimentele condities. De verbanden zijn echter complex, zeker voor wat de hartslag betreft. Immers, in de Car Connect conditie was de hartslag lager en in de Phone Connect conditie was die hoger dan in de Controle conditie. In die eerste experimentele conditie werken de proefpersonen met een groter scherm. De hypothese zou dus kunnen zijn dat proefpersonen in deze conditie meer relaxt waren dan wanneer ze de taak op een kleiner scherm moesten doen (vergelijking met de overige experimentele condities). Dit lijkt aannemelijk. Echter, dat proefpersonen meer relaxt zouden zijn in de Car Connect in vergelijking met de Controle conditie, is dan weer moeilijker te verklaren. Een nuance is wel dat in de Car Connect conditie de spreiding van de gemiddelde geobserveerde hartslag veruit het grootst was.

De experimentele condities verschillen ook van de Controle conditie in gemiddelde stuurhoek. Het verschil met de Controle conditie is het kleinst voor de Car Connect conditie en het grootst voor de Phone Connect conditie. De verandering in stuurhoeken zijn in alle experimentele condities groter dan in de Controle conditie.

Tenslotte, ook de kracht waarmee op het gaspedaal gedrukt wordt, verandert in de experimentele condities. Er wordt met name harder op het gaspedaal gedrukt in de experimentele condities. De gemiddelde voorspelde druk op het gaspedaal ligt het hoogste in de Car Connect conditie. In de Controle conditie is de druk op het gaspedaal ook homogener (minder variabel).

Tegen de verwachting in, lijkt het zoeken in de Spotify-lijst geen invloed uit te oefenen op de reactietijd van de noodstop.

6 Discussie

Uit de drie geanalyseerde scenario's concluderen we dat de meeste rijparameters veranderen in de experimentele condities. Het gebruik van IVIS verandert dus wel degelijk het rijgedrag. We baseren ons hiervoor op de observatie dat zowel rij- als fysiologische parameters in de Car Connect en/of Phone Connect en/of Standalone Phone conditie (meestal) verschillen van de Controle conditie. In een aantal gevallen zijn de verbanden relatief duidelijk te interpreteren: de veranderde parameters worden geassocieerd met een onveiliger rijgedrag of een minder wenselijke fysiologische toestand. In een aantal andere gevallen is die interpretatie complexer. De parameters veranderen, maar we doen geen uitspraken over de impact van de absolute grootte van de gevonden verschillen. De interpretatie van absolute cijfers heeft enkel zin wanneer de gehele rij-context in rekening gebracht wordt. Een instabiel stuurgedrag is onveiliger, maar wordt extra onveilig bijvoorbeeld met een toenemende snelheid. Bij de interpretatie van de individuele parameters hanteren we dus het voorzorgsbeginsel: elke verandering van de situatie ten opzichte van de Controle conditie (onafhankelijk van de richting) beschouwen als een afwijking van een 'normale', lees 'optimale', situatie. De afwijking beschouwen we als indicatief voor potentieel 'minder verkeersveilig'. We evalueren immers niet het succes van een rijhulpsysteem (ADAS), waardoor de veiligheid kan verbeteren, maar wel van een infotainment systeem (IVIS) dat op zich niet als doel heeft veiligheidsverhogend te zijn. We interpreteren de veranderingen dus als een 'verstoring van de toestand tijdens het normale rijden'. Die verandering kan enerzijds geobserveerd worden in absolute waarden, bijvoorbeeld een verhoging of verlaging van de respectievelijke gemiddelden. Anderzijds kan de verandering ook geduid worden in termen van consistentie, bijvoorbeeld een grotere spreiding of variabiliteit van de geobserveerde waarden. Die verandering van toestand kan zich manifesteren voor verschillende variabelen, met name in termen van fysiologie en/of in termen van rij- of kijkgedrag.

Snelheid is een belangrijke verkeersveiligheidsparameter. De veranderingen in snelheid in de experimentele condities wordt in elk van de drie geanalyseerde scenario's gevonden. Tijdens het volgen van de Teams presentatie wordt er in de experimentele condities ofwel sneller gereden ofwel is er meer variabiliteit in de snelheid. De snelheid ligt er het hoogst in de Car Connect conditie. Dit is de conditie waar er enkel auditieve informatie aangeboden werd. Een verhoging van de gemiddelde snelheid in een situatie van hogere belasting kan niet als veiliger beschouwd worden. De verhoging van de snelheid kan het gevolg zijn van een gebrek aan verificatiemomenten waarop de huidige snelheid gecontroleerd wordt. In de Phone Connect conditie werd er trager gereden. Echter, daar leek er een grotere variabiliteit te zijn. We zien dus in alle experimentele condities tijdens de Teams meeting een invloed op de snelheid: ofwel een verhoging van de gemiddelde snelheid of een grotere variabiliteit in snelheid. Beide parameters worden doorgaans geassocieerd met onveiliger rijgedrag (Batabyal, 2021; Papantoniou et al., 2017). Er is ook een invloed op de snelheidsafname in de experimentele condities: we vonden indicaties van een verschil in het patroon van de snelheidsafname na het oplichten van de LED-strip. Het geleidelijke patroon uit de Controle conditie lijkt onderbroken te worden in de experimentele condities. De vertraging gebeurt dus op een andere manier, niet langer geleidelijk en ononderbroken.

Een verlaging van de snelheid, intentioneel of niet, zoals in de Phone Connect conditie tijdens de Teams meeting, kan een indicatie zijn van het instellen van een compensatiemechanisme voor een toegenomen (gepercipieerde of ervaren) complexiteit. Anders gezegd, trager rijden kan dus een indicatie zijn voor een toegenomen inspanning. Het kan een bewuste keuze zijn wanneer men ervaart dat de combinatie van alle taken een te grote belasting vormt. Een dergelijke daling in snelheid in de experimentele condities zien we ook als trend tijdens het versturen van het WhatsApp bericht. Dit verschil was enkel statistisch significant voor de Phone Connect conditie. Doordat de opdracht werd gegeven om het WhatsApp bericht te versturen, verkoos men kennelijk om de rijtaak 'eenvoudiger' te maken door minder snel te rijden. Om deze hypothese hard te maken, zouden we ook de efficiëntie van de WhatsApp taak moeten analyseren. Deze gegevens hebben we echter niet. Men zou kunnen argumenteren dat deze gedragsaanpassing een poging is om te compenseren voor de extra inspanning geleverd tijdens het uitvoeren van de IVIS-taak. Echter, samen met de gedaalde snelheid, nam ook de variabiliteit in snelheid toe, wat dan weer een verkeersonveiligheidsindicator is (Batabyal, 2021; Papantoniou et al., 2017). Het potentieel 'gewonnen' veiligheidseffect door de snelheidsvermindering wordt dan (potentieel) ongedaan gemaakt door de toegenomen variabiliteit. We kunnen dus niet stellen dat de gedragsaanpassing (trager rijden) altijd volledig adequaat de gevaarlijkere situatie neutraliseert.

Dat de vermindering in snelheid als eventueel compensatiemechanisme geen universeel gegeven is, bleek al uit de analyses van de snelheid tijdens de Teams meeting, waar in twee van de drie experimentele condities sneller gereden werd. Ook tijdens het scrollen door de Spotify afspeellijst werd in alle experimentele condities sneller gereden dan in de Controle conditie. Dit zou een volgorde effect kunnen zijn, want de Spotify taak was

de laatste van de IVIS-taken. De hypothese is dan dat proefpersonen al meer 'gewoon' zijn om IVIS te gebruiken tijdens het rijden. Maar ook daar observeerden we de toegenomen variabiliteit in snelheid in de experimentele condities, en dus potentieel een grotere onveiligheid. Dezelfde indicaties van een grotere variabiliteit in snelheid in de experimentele condities zien we ook in de analyses van de snelheid tijdens het versturen van het WhatsApp bericht.

Verbonden met de (variabiliteit van de) snelheid is de druk op het gaspedaal. De druk op het gaspedaal werd geanalyseerd tijdens de drie seconden die voorafgingen aan de noodstop tijdens het uitvoeren van de WhatsApp- en Spotify-taak. De resultaten zijn er duidelijk: tijdens beide taken verandert (i.c. verhoogt) de kracht waarmee op het gaspedaal gedrukt wordt in de experimentele condities in vergelijking met de Controle conditie. Deze drukken zijn ook veel homogener (minder variabel) in de Controle conditie. Ook bij deze variabele zien we enerzijds een verschil in absolute waarden tussen Controle en experimentele condities, én een verschil in consistentie ten nadele van de experimentele condities.

Overige variabelen die verband houden met rijgedrag zijn het stuurgedrag en de ruimte op de weg die de proefpersonen gebruikten tijdens de ritten, respectievelijk gemeten door de stuurhoek en SDLP. Ook op basis van deze variabelen kunnen we besluiten dat we doorgaans een verandering van deze parameters vinden in de experimentele condities. De interpretatie op basis van de SDLP is complex, in die zin dat we dat verschil, tijdens het volgen van de Teams meeting, niet in elke experimentele conditie zien. Immers, de Car Connect conditie verschilt niet van de Controle conditie; beide andere condities (Standalone Phone en Phone Connect) doen dat wel. We merken wel op dat er in alle experimentele condities sneller gereden werd. Dus in twee van de drie experimentele condities werd er én sneller gereden én was er meer variabiliteit in laterale positie. Een verhoging van beide parameters apart worden doorgaans beschouwd als indicaties van onveilig rijgedrag (Papantoniou et al., 2017); de combinatie van de twee dus nog meer. De interpretatie op basis van de gemeten stuurhoeken lijkt eenvoudiger. Zowel tijdens het versturen van het WhatsApp bericht als tijdens het scrollen door de Spotify afspeellijst zien we dat de stuurhoeken van de experimentele condities significant verschillend zijn van de stuurhoeken uit de Controle conditie. Opnieuw interpreteren we dat elke verandering van gedrag uit de referentieconditie een indicatie is van de invloed van het gebruik van IVIS. Niet enkel de gemiddelde stuurhoeken veranderen. In de experimentele condities is er een grotere variatie in die stuurhoeken, terwijl we in de Controle condities relatief homogene waarden terugvinden. Dat we indicaties hebben van een negatieve invloed van IVIS-gebruik, besluiten we dus opnieuw uit de observatie dat we, in de experimentele condities, enerzijds een verandering van de absolute waarden vaststellen, én anderzijds een grotere variabiliteit observeren in de gemeten variabelen.

Daarenboven kunnen we ook op basis van de analyses van de fysiologische maten eveneens besluiten dat er over het algemeen een verschil is tussen de Controle en de experimentele condities. Elke verandering in respons van het lichaam in vergelijking met de Controle conditie, die we beschouwen als de referentie, wordt geïnterpreteerd als het 'verstoren van het normale patroon'. Bij het versturen van het WhatsApp bericht en tijdens de Teams meeting bleek het patroon eenvoudig te interpreteren. Immers, in alle experimentele condities is de hartslag verhoogd, indicatief voor een toegenomen inspanning, stress of werklust (Papantoniou et al., 2017). Tijdens het scrollen in de Spotify afspeellijst is het hartslagpatroon moeilijker te interpreteren. Namelijk, enkel in de Phone Connect conditie was de hartslag hoger dan in de Controle conditie. Maar, in de Car Connect conditie was de hartslag lager. Dit lijkt een vreemde bevinding, want het zou suggereren dat in deze conditie de proefpersonen als het ware meer relaxt waren of minder mentaal belast, dan in de Controle conditie. We moeten echter voorzichtig zijn met de interpretatie van dit resultaat. Immers, de spreidingen van de geobserveerde hartslagen waren in deze conditie veel groter dan in de andere condities. Dit suggereert dus dat de hartslag interindividueel sterk kan verschillen in één bepaalde conditie, hier bijvoorbeeld in de Car Connect conditie bij het scrollen in Spotify. Dat een bepaalde fysiologische maat nogal interindividueel kan verschillen in één bepaalde conditie bleek ook uit de ademhalingsanalyse tijdens de Teams meeting. Het patroon op basis van de ademhalingsfrequentie was er zeer gelijkaardig aan dat van de snelheid tijdens deze IVIS-taak. Namelijk, in de twee experimentele condities waar men sneller reed, ademde men ook sneller. Een verhoogde ademhalingsfrequentie wordt doorgaans geassocieerd met een toegenomen inspanning of stress (Papantoniou et al., 2017). In de Phone Connect conditie reed men niet alleen trager dan in de Controle conditie, men ademde er ook trager. Dezelfde nuancerings in interpretatie kunnen we hier aanbrengen. De snelheid lag dan misschien wel lager, de variabiliteit ervan was hoger. Gelijkaardig, de ademhalingsfrequentie

lag dan wel lager, maar er waren in die conditie wel duidelijk wat outliers. Dit kan bijvoorbeeld een indicatie zijn van verstoorde of bemoeilijkte metingen, of van een van nature uit irreguliere respons.

In het voorgaande beschreven we de meeste variabelen als onafhankelijk van elkaar. Echter, het rijgedrag, en meer bepaald de veiligheid ervan, is het gevolg van het complexe samenspel van vele factoren. Een aantal daarvan brachten we in kaart. Opnieuw concluderen we dat dat samenspel verandert in de experimentele condities, ten nadele van die experimentele condities. Een voorbeeld hiervan zagen we tijdens het volgen van de Teams meeting. We observeerden er relatief constante snelheden en stuurhoeken in de Controle conditie. Het rijgedrag leek een aantal aannemelijke en strategisch bepaalde wetmatigheden te volgen, zoals de veranderingen in snelheid in functie van het stuurgedrag. Naast de grotere variaties in snelheid, stuurgedrag en bijvoorbeeld ook meer overschrijdingen van de maximumsnelheid (vooral in Phone Connect en Standalone Phone conditie), vinden we de eerder vermelde wetmatigheden, met name de temporele verbanden tussen verandering van stuurhoek en verandering in snelheid, veel minder opvallend terug in de experimentele condities.

Een ander voorbeeld van het complexe samenspel van factoren bleek uit de analyse van het kijkgedrag tijdens het volgen van de Teams meeting. We concludeerden dat de meeste snelheidsveranderingen en het instabiele stuurgedrag optraden in de perioden dat de proefpersoon herhaaldelijk naar de schermen in de auto keken. Het leek daarenboven ook zo te zijn dat hoe langer naar de schermen gekeken werd, hoe groter de snelheids- en stuurhoekveranderingen waren. We besloten dus dat een verhoogd kijkgedrag naar de schermen samengaat met verandering in andere rijparameters die indicatief zijn voor een daling van de rijkwaliteit.

Het kijkgedrag naar de schermen tijdens de Teams meeting was zoals verwacht het minst aanwezig in de Car Connect conditie. Immers, door technisch ingestelde beperkingen werd er in die conditie geen visuele informatie aangeboden: de meeting verliep enkel via gesproken boodschap. Er zijn indicaties dat in die conditie het dashboard, waar zich ook de snelheidsmeter bevindt, meer bekeken werd dan in de andere experimentele condities. De snelheidsmeter biedt de mogelijkheid om de snelheid te reguleren en desgevallend bij te stellen. Wanneer een substantieel deel van de kijktijd gespendeerd wordt op de schermen, blijft er proportioneel minder tijd over om naar het dashboard te kijken; de weg vóór het voertuig vereist immers een minimaal aantal fixaties.

Vanuit de voorgaande bespreking en resultaten lijkt de Car Connect conditie (zonder beeldscherm-informatie dus) de minst interfererende experimentele conditie te zijn. Dit besluit trokken we ook uit andere parameters. Immers, tijdens de Teams meeting lag de SDLP en het kijkgedrag het dichtst bij dat van de Controle conditie. Dat was ook het geval voor de ademhaling- en hartslagfrequentie. Bijkomend besloten we ook (vanuit visuele inspectie) dat de verstoring van het temporeel verband tussen verandering van stuurhoek en verandering in snelheid het minst kon vastgesteld worden in de Car Connect conditie. Ook tijdens de andere IVIS-taken stelden we meestal vast, wanneer er significante verschillen gevonden werden tussen Controle en experimentele condities, dat de Car Connect conditie het minst afwijkend was. Dat was bijvoorbeeld zo voor de hartslag en stuurhoek tijdens het versturen van het WhatsApp en voor de stuurhoek tijdens het scrollen in de Spotify afspeellijst. In een aantal andere condities bleken andere experimentele condities significant verschillend van de Controle conditie en niet de Car Connect conditie. Dit was bijvoorbeeld zo voor de SDLP tijdens de Teams vergadering en voor de snelheid tijdens het versturen van het WhatsApp bericht. Dat deze conditie de minst verstorende conditie is, kan verklaard worden vanuit de theoretische modellen die we gepresenteerd hebben. Tijdens de PowerPoint presentatie werden geen beelden gebruikt: de input voor de bestuurder was enkel auditief van aard. Gegeven dat de informatie die we gebruiken in het verkeer vooral visueel van aard is (Sivak, 1996), worden dus tijdens deze conditie de te verwerken informatiestromen verdeeld over verschillende modaliteiten en wordt daardoor het 'visuele kanaal' minder extra belast. Het verdelen van de informatiestromen werd door Scerra en Brill (2012) aangehaald als minder aanleiding gevend tot taakinterferentie. Ook in situaties waar in de Car Connect conditie wel het scherm gebruikt werd (tijdens het versturen van het bericht en scrollen door de Spotify afspeellijst) leek deze conditie minder verstorend te zijn in vergelijking met de andere experimentele condities. Het belangrijkste verschil hier is de grootte van het scherm en de opgelegde restricties door ofwel de auto of de smartphone. Een groter scherm is minder belastend voor het visuele systeem omdat de details makkelijker te zien zijn (gegeven dezelfde hoeveelheid aan informatie op het scherm).

Naast de algemene trends observeerden we ook een aantal bijkomende interessante bevindingen. Bij de analyse van de oogbewegingspatronen vonden we toch opmerkelijke verschillen tussen de proefpersonen. In de Phone Connect en Standalone Phone conditie werden de schermen tijdens de Teams meeting meestal

uitvoerig bekeken. Echter, bij een aantal proefpersonen was dit in veel mindere mate het geval. We interpreteren dit als een vorm van zelfregulatie. In welke mate deze zelfregulatie van invloed was op de kwaliteit van de Teamstaak (of andere parameters) hebben we niet geanalyseerd. Daarvoor is een vergelijking van het scanpatroon nodig met de kwaliteit van de inhoudelijke antwoorden op de vragen na de Teams meeting of met andere parameters. Een andere indicatie van zelfregulatie concludeerden we uit het feit dat de schermen tijdens de Teams meeting (bijna) niet bekeken werden tijdens het nemen van de bocht. Dit kan gezien worden als een vorm van risico homeostase (Graham, 1998). Het basisprincipe van risico homeostase is, als mensen denken dat het risico afgenomen of laag is, dat ze hun gedrag aanpassen en dus meer risico nemen. En omgekeerd, een hoger gepercipieerd risico resulteert dan in minder risicovol gedrag. Vanuit die optiek zouden we kunnen besluiten dat het erop lijkt dat de proefpersonen het nemen van de bocht waarschijnlijk als moeilijker of gevaarlijker percipiëren en daarom niet, of toch veel minder, naar de schermen kijken. Vanuit het verkeersveiligheidsperspectief zou men kunnen akkoord gaan met de stelling dat het nemen van een bocht een inherent moeilijkere situatie is. Maar, dat wil daarom niet zeggen dat de risico's bij de andere wegsecties te verwaarlozen zijn en een hogere risicobereidheid rechtvaardigen.

Tijdens het volgen van de Teams meeting vonden we ook mogelijke indicaties van schermverslaving. Schermverslaving, digitale afhankelijkheid, onbewuste schermtijd of passieve schermtijd zijn termen die het gedrag beschrijven waarbij iemand zonder veel nadenken of bewuste controle naar een scherm staart (OpenAI, 2024). We besloten dit omdat we zagen dat proefpersonen naar de schermen keken (in de Controle conditie en de Car Connect conditie) terwijl daar niets op te zien was. Een alternatieve verklaring kan echter zijn dat dit slechts 'verdwaalde' fixaties waren. Ook dit is plausibel want het aantal van dergelijke fixaties was niet hoog en de schermen bevonden zich in de kijkrichting van het zicht naar voor (op de weg). Er zijn ook nog andere alternatieve verklaringen voor de gevonden interindividuele verschillen. Het verschil in rij-ervaring en de vertrouwdheid met de gebruikte IVIS-toepassingen beïnvloeden mogelijk ook de gevonden effecten. We hebben deze invloed proberen te beperken door proefpersonen te gebruiken met een minimum aan rij-ervaring (tussen de 2 en 31 jaar in het bezit van het rijbewijs), door relatief gekende IVIS-toepassingen te gebruiken, en door een keuze aan te bieden in het soort van smartphone. Hiermee controleren we natuurlijk niet alles: de handigheid kan verschillen tussen proefpersonen en een proefpersoon kan handig zijn met één van onze IVIS-toepassingen en niet met het ander. Hiervoor hebben we niet gecontroleerd.

We concludeerden ook iets over de efficiëntie van het volgen van een Teams meeting. We vonden dat de fouten die getoond worden tijdens een presentatie moeizamer gevonden worden dan de fouten die gezegd worden. Hier verder op bouwend, zouden we kunnen stellen dat het volgen van een vergadering tijdens het rijden om meerdere redenen geen goede zaak is. Ten eerste, het volgen op zich, onafhankelijk van de manier waarop, verstoort het gewone kijk- en rijgedrag. Ten tweede, indien er fouten gepresenteerd worden, dan is de kans klein dat dit opgemerkt wordt, zeker als het een visuele fout betreft. Het volgen van een Teams meeting blijkt om die redenen niet enkel meer gevaarlijk, het is ook niet efficiënt.

We besloten eerder dat, van alle experimentele condities, de Car Connect conditie het minst leek af te wijken van de Controle conditie. Hier was één opvallende uitzondering op, namelijk tijdens het versturen van het WhatsApp bericht. Het verschil met de Controle conditie benaderde slechts het vooropgestelde significantieniveau, maar de absolute waarden waren visueel sterk verschillend van de overige experimentele condities. Het toeval wil dat in die conditie de techniciteit niet als gepland verliep. De vereiste stembediening werkte immers niet naar behoren. We interpreterden hieruit dat er indicaties zijn dat bij een technisch falen van IVIS de (mogelijk) negatieve effecten versterkt kunnen worden. Dit is mogelijks te wijten aan extra stress en cognitieve inspanning die ermee gepaard kan gaan. Hierbij aansluitend merken we op dat we in deze studie de effecten onderzocht hebben van het uitvoeren van de desbetreffende IVIS-taken, en niet van het opstarten ervan. In een aantal gevallen kan het opstarten van een bepaalde IVIS-toepassing mogelijk een grotere belasting betekenen dan het (goede) gebruik ervan. In deze situaties verwachten we dan ook een toename van de negatieve effecten.

Vanuit de theoretische denkkaders over de informatieverwerking, de taakinterferentie en afleiding kunnen we concluderen dat het gebruik van IVIS tijdens het rijden een grotere belasting van het informatieverwerkingssysteem met zich meebrengt. Dit geeft aanleiding tot taakinterferentie, of minstens tot een verandering het normale patroon, en dus tot afleiding. De afleiding is het minst wanneer het door het rijden meest belaste kanaal (het visuele) ontzien wordt. Dit is enerzijds wanneer auditieve informatie verkozen wordt boven de visuele. We zagen immers dat enkele belangrijke rijparameters en patronen veranderden tijdens het kijken naar de IVIS-schermen. Dit is ook wanneer het minder inspanning vereist om de extra visuele informatie te verwerken. Dit is bijvoorbeeld wanneer de informatie op grotere schermen gebracht wordt. De

bevestiging van de taakinterferentie, en dus de afleiding, heeft een aantal consequenties. Ten eerste, personen met een verminderd informatieverwerkingssysteem zijn dus extra gevoelig voor de negatieve effecten. Cooper en collega's (2020) toonden bijvoorbeeld aan dat met de stijgende leeftijd ook de aandachtscapaciteit kan afnemen. Hieruit volgt dat de oudere bestuurder mogelijk kwetsbaarder is. Hetzelfde geldt voor de personen met een aandachtsstoornis of verminderde aandachtscapaciteit. Deze komen voor bij tal van medische aandoeningen, bijvoorbeeld bij dementiële en psychiatrische toestandsbeelden (Ballard et al., 2001; Barry et al., 2015; Chiaravalloti & DeLuca, 2008; Duckworth et al., 1997; Fulda & Schulz, 2001; Keller et al., 2019; Luck & Gold, 2008; Park & Ingles, 2001; Sahu et al., 2022; Thompson et al., 2010). Ook in die gevallen zullen de negatieve effecten sterker tot uiting komen. De effecten van een extra taak zijn, paradoxaal genoeg, niet bij elke aandachtsstoornis dezelfde. Er is immers evidentie dat bij personen met ADHD en ADD, waar de aandachtsmechanismen ook verstoord zijn, door de extra stimulatie echter beter gaan presteren, vooral dan in relatief eentonige situaties. De parallel kan getrokken worden met de klinische praktijk: dikwijls behandelt men deze aandoeningen ook met stimulerende medicatie (Fone & Nutt, 2005). Ook personen met een visuele aandoening zijn in het nadeel. Gegeven dat de meeste informatie die tijdens het rijden verwerkt moet worden visueel van aard is (Sivak, 1996) en dat dit informatieverwerkingskanaal bij hen dus minder optimaal werkt, is de rijtaak op zich al meer belastend dan voor de 'goed ziende' persoon. Elke extra belasting van dat kanaal moet dus vermeden worden. Als door de IVIS dus extra visuele informatie te verwerken valt, dan zal dat ook een extra negatieve impact hebben voor deze populatie. Meer nadruk leggen op de auditieve modaliteit kan dit tenminste gedeeltelijk verhelpen, of een strategisch gekozen locatie om de visuele informatie aan te bieden (in het geval van bijvoorbeeld stoornissen in het gezichtsveld). Om diezelfde reden zijn ook personen met een auditieve beperking in het nadeel. Zij zijn immers gebonden (lees 'veroordeeld') tot het visuele kanaal en kunnen de eventuele extra visuele belasting moeilijker ontlopen.

Deze studie heeft een aantal beperkingen. Ten eerste, door de keuze van het gebruik van een echte auto op een echt circuit verliezen we de absolute controle op een aantal variabelen en elementen. Zo bijvoorbeeld zijn er kleine locatie-, maar ook andere, verschillen in wanneer de noodstop gebeurde. Het initiëren van de noodstop werd beslist door de experimentator vooraan. De beslissing hing o.a. af van de snelheid van het moment en de mate waarin de proefpersoon met de IVIS-taak in kwestie bezig was. Deze verschillen compliceren de vergelijkende data-analyse. Ten tweede kunnen we met ons huidige opzet niet uitsluiten dat oefen- of volgorde effecten de gevonden resultaten beïnvloeden. In dat opzicht zou de rijprestatie bijvoorbeeld kunnen verbeteren naarmate er meer gereden werd. We randomiseerden echter wel de experimentele condities over de proefpersonen, maar de Controle conditie was altijd de eerste conditie. Dit was een bewuste keuze. Immers, als de verwachting is dat rijparameters verbeteren in de tijd, dan is een verslechtering van rijparameters in de experimentele condities een grotere indicatie van het negatieve experimentele effect. De invloed van oefen- of verwachtingseffecten zou wel kunnen verklaren waarom we geen significante effecten vinden op de metingen van de reactietijd. Gegeven de noodstop enkel en telkens gebeurde in hetzelfde segment konden de proefpersonen voorspellen wanneer die ongeveer zou plaatsvinden. Hierdoor waren ze mogelijk 'mentaal' voorbereid. We onderzochten ook enkel het gebruik van de IVIS-systemen en niet het opstarten ervan. Het argument voor deze keuze was dat het opstarten eigenlijk kan gebeuren voordat men vertrekt. In welke mate dit in realiteit gebeurt, weten we eigenlijk niet. Maar, op basis van de te verwachten cognitieve belasting, nemen we aan dat het opstarten, zeker als design onvoldoende ergonomisch doordacht is, minstens evenveel inspanning kan vergen als het gebruik ervan. Ten derde kunnen we de invloed niet volledig uitsluiten van verschillen in rij-ervaring, in ervaring van het IVIS-gebruik, in ervaring van IVIS-gebruik tijdens het rijden, de interindividuele verschillen in ervaring met de gekozen IVIS-toepassingen, noch bijvoorbeeld de leeftijd, interindividuele cognitieve verschillen en persoonlijkheidskarakteristieken. Uit het literatuuroverzicht blijkt dat al deze variabelen hun invloed kunnen uitoefenen op de taakprestatie. Tenslotte hebben we gemerkt dat het verwerken van 'in real time' verkregen data, met in het bijzonder de eyetracking data, zeer arbeidsintensief is en zowel hard- als software vereist met een meer dan gebruikelijke rekencapaciteit. Door de ondervonden beperkingen zijn we er niet in geslaagd al deze data te verwerken en te integreren in dit rapport binnen het afgesproken tijds- en financieel bestek. We zijn er echter wel in geslaagd op basis van de data die we verwerkt hebben, om een aantal conclusies te trekken die om bovenvermelde redenen soms slechts een indicatief karakter hebben. Hieraan gerelateerd kan de vraag gesteld worden of voor dit proefopzet, met een relatief beperkte steekproefgrootte (N=27), niet beter een niet-parametrische statistische test zou gebruikt worden of een parametrische test met getransformeerde waarden. We verkozen voor de parametrische versie omdat in gelijkaardige studies gelijkaardige technieken werden gebruikt. Daarenboven wordt het statistische 'probleem' van niet-normaal verdeelde data iets minder prominent doordat we met een 'within-subjects' design werken.

7 Conclusies

Op basis van dit onderzoek concluderen we dat het gebruik van IVIS een invloed heeft op het rijgedrag. Tijdens het uitvoeren van drie IVIS-taken, namelijk het volgen van een Teams meeting, het versturen van een WhatsApp bericht en het scrollen in een Spotify afspeellijst veranderen een aantal belangrijke parameters ten opzichte van de Controle conditie. Deze parameters beschrijven zowel aspecten van het rijgedrag, het kijkgedrag en de toestand van het lichaam die in verband gebracht worden met rij-veiligheid. In een aantal gevallen en situaties zijn de verbanden relatief duidelijk en ook eenduidig te interpreteren: de verandering in de gemeten parameters wordt geassocieerd met een onveiliger rijgedrag of een minder wenselijke fysiologische toestand tijdens het IVIS-gebruik. In een aantal andere gevallen en situaties is die interpretatie complexer. Maar, in de meeste gevallen verandert er minstens één maat van de desbetreffende parameters tijdens één of meer IVIS-taken tijdens één of meer manieren van IVIS-gebruik: ofwel de absolute waarde, ofwel de variantie ervan. Beide kunnen geïnterpreteerd worden als een verandering van de optimale situatie en wordt dus als ongunstig geïnterpreteerd. We beschouwen de veranderingen dus als een mogelijke indicator van een afgenomen rijveiligheid. Deze veranderingen situeren zich op het vlak van gemiddelde snelheid, snelheidsvariabiliteit en snelheidsregulatie, hartslag en – variabiliteit, ademhalingsfrequentie, stuurhoek, SDLP en kijkgedrag. Uit de analyse van enkele combinaties van deze parameters besloten we ook dat ook het (veronderstelde optimale) rijpatroon kan verstoord worden: logische en strategische wetmatigheden die een veilig rijgedrag typeren, lijken te verdwijnen tijdens het gebruik van IVIS.

De effecten van het gebruik van IVIS kunnen complex zijn en van veel factoren afhangen. Immers, niet iedereen is even onderhevig aan de negatieve effecten van het gebruik van IVIS tijdens het rijden. We observeerden een belangrijke mate van verschil tussen de proefpersonen. Dat kan een indicatie zijn een bepaalde mate van zelfregulatie. Ook verschillen in cognitieve vaardigheden, rij- en gebruikservaring kunnen deze verschillen tenminste gedeeltelijk verklaren. We interpreteerden sommige resultaten in termen van compensatorisch gedrag, bijvoorbeeld door trager te rijden tijdens meer uitdagende omstandigheden. Echter, samen met de daling in snelheid steeg de variabiliteit van de snelheid. Hierdoor kan de eventuele winst in veiligheid weer ongedaan gemaakt worden en is de winst niet meer dan illusie. We gaven ook aan dat zelfregulatie en compensatorisch gedrag uiteraard een veiligheidsverhogend effect kunnen hebben. Maar, dan moet men het moeilijkheids- en gevaarsgehalte van de situatie wel adequaat kunnen inschatten. Kennelijk schat men dit relatief hoog in tijdens het nemen van een bocht. Dit betekent echter niet noodzakelijk dat in de andere rij-omstandigheden het moeilijkheids- en gevaarsgehalte in een belangrijke mate lager ligt; misschien schuilt het gevaar op andere vlakken. Dus, het is niet omdat het nemen van de bocht extra gevaar inhoudt, dat de overige rij-situaties inherent 'gemakkelijker' zijn en dus meer 'afleiding' zouden toelaten.

Vanuit de theoretische denkkaders over de informatieverwerking, de taakinterferentie en afleiding concluderen we dat het gebruik van IVIS tijdens het rijden een grotere belasting van het informatieverwerkingssysteem met zich meebrengt. Dit geeft aanleiding tot taakinterferentie, of minstens tot een verandering van het normale patroon, en dus tot afleiding. Deze denkkaders verklaren het effect als volgt: onze aandachtsvermogens zijn beperkt. Het verkeer vereist een bepaalde hoeveelheid aan aandachtscapaciteit. Elke bijkomende taak vereist een bijkomende capaciteit en wanneer deze opgebruikt is, ontstaat vermindering in prestatie en dus afleiding. Die afleiding kan zich op verschillende manieren uiten: het minder stellen van bepaalde gedragingen (bijvoorbeeld naar het dashboard kijken), een verandering van een lichamelijke toestand (bijvoorbeeld hartslag), het anders gaan sturen en remmen. De afleiding kan verminderd worden wanneer, tijdens het rijden, het meest belaste kanaal (het visuele) ontzien wordt. Dit is enerzijds wanneer auditieve informatie verkozen wordt boven de visuele. Dit is ook wanneer het minder inspanning vereist om de extra visuele informatie te verwerken door bijvoorbeeld de informatie op grotere schermen aan te bieden. Dit komt overeen met onze Car Connect conditie: de situatie waarin de smartphone verbonden wordt met het infotainment systeem van de auto. Hierdoor kan het grotere autoscherm gebruikt worden. Sommige technische mogelijkheden worden dan soms ook beperkt, waardoor de mogelijke afleidingsoorzaken kunnen afnemen. Echter, soms kan de belasting van het informatieverwerkingssysteem voor iedereen toenemen, bijvoorbeeld wanneer het IVIS-systeem niet naar behoren werkt. In dat geval spreken we van een extra cognitieve of mentale belasting die de negatieve invloeden nog kunnen versterken.

De bevestiging van de taakinterferentie, en dus de afleiding, heeft een aantal consequenties. Ten eerste, het niet gebruiken van IVIS lijkt dus altijd beter, in termen van veiligheid, dan het wel gebruiken. IVIS gebruik moet dus niet aangemoedigd worden. Zeker de bewering als zou IVIS-gebruik de rijveiligheid verhogen, kunnen we vanuit deze studie niet bevestigen. Het heeft een negatieve invloed op rij-, kijk- en op

lichaamsparameters. Het was niet de bedoeling van deze studie om op een kwantitatieve manier de veranderingen in kaart te brengen. We gaven wel een indicatie hiervan bij het gebruik van WhatsApp. Door de tragere reactietijd in de Car Connect conditie (over het algemeen als 'de minst verstorende conditie' beschouwd) wordt aan 70 km/u (de huidige snelheid op dat moment) pas 3,7 meter later op het rempedaal gedrukt dan in de Controle conditie. Dat komt overeen met de lengte van een kleine auto. We kunnen ook niet bevestigen dat IVIS-gebruik zou leiden tot een verhoging in efficiëntie op andere vlakken. We concludeerden immers dat het volgen van de Teams meeting niet efficiënt verliep. Ten tweede, het negatieve effect is voor sommige populaties groter dan voor andere: we kunnen veronderstellen dat personen met een verminderd informatieverwerkingssysteem (pathologische of niet) extra gevoelig zijn voor de negatieve effecten. Dit is ook zo voor personen met een visuele of auditieve beperking. Ten derde, zich blootstellen aan afleiding kan een keuze zijn; of anders gezegd: sommige personen weerstaan aan de verleiding van de afleiding. We maakten wel de opmerkingen dat het instellen van een compensatiestrategie tijdens ogenschijnlijk 'uitdagende momenten' uiteraard een goed zaak is. Dat betekent echter niet dat buiten deze momenten de aandacht ongebreideld kan verdeeld worden over niet-verkeersrelevante zaken. We maakten de bijkomende opmerking dat naar de schermen kijken misschien niet altijd een keuze is: misschien worden onze ogen soms automatisch naar de schermen 'getrokken'. We verwezen hiervoor naar het concept van de schermverslaving.

8 Aanbevelingen

Het is duidelijk dat het gebruik van IVIS in een aantal gevallen de rij-veiligheid niet ten goede komt. We bevelen aan om de impact van afleiding te verminderen door middel van (de combinatie van) handhaving en regulering, campagnes en voorlichting, zowel met betrekking tot de bestuurder, het voertuig als de infrastructuur. Sommige van die inspanningen zijn eerder voor het nationale en lokale beleidsniveau, voor andere zijn internationale initiatieven vereist. De thema's zijn de volgende: techniek, evaluatie en ontwikkeling, infrastructuur, opleiding, betrokkenheid, en handhaving. Deze onderwerpen komen hieronder aan bod. Sommige aanbevelingen vallen onder meerdere thema's.

Op het vlak van de techniek en langs de kant van de producenten zou men, zoals nu al in een bepaalde mate het geval is, een aantal functies moeten onbruikbaar maken tijdens het rijden. In onze proefopzet was het vooral de visuele afleiding die de normale processen verstoort. Beperking in visuele functionaliteiten lijken dus zeker te verantwoorden. Beleidsmakers zouden moeten beslissen, bij voorkeur op basis van wetenschappelijke evidentie, of deze technische beperkingen al dan niet door de gebruiker kunnen opgeheven worden en desgevallend onder welke omstandigheden. We kunnen ons voorstellen dat de (bepaalde) restricties zouden opgeheven kunnen worden bijvoorbeeld wanneer een voertuig in parkeermodus staat. Het doet ook vragen rijzen over de toelaatbaarheid van applicaties die alle technische restricties opheffen en over de reclameboodschappen als zou IVIS-gebruik de verkeersveiligheid verhogen.

Een dergelijke 'regulering' is bij voorkeur niet enkel van toepassing op de individuele IVIS-producten. Idealiter is ze van toepassing op alle aanwezige IVIS-producten die samen actief zijn in het voertuig. Immers, vele kleine '(visuele) belastingen' maken samen één groot. Dit pleit voor een soort registratie- en reguleringssysteem in het voertuig. Er zou bijvoorbeeld bewerkstelligd moeten worden, indien een bepaald IVIS reeds een visuele belasting met zich meebrengt, dat een ander IVIS dat niet doet en dus een andere modus gebruikt, of bijvoorbeeld dat één bepaald IVIS een ander gelijktijdig uitsluit. Technisch en functioneel gezien, lijkt dit op één of meerdere van de nieuw verplichte systemen in de nieuwe 'General Safety Regulation' (Regulation (EU) 2019/2144 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2019, 2024). Zo wordt er immers gesteld dat alle nieuwe voertuigen vanaf juli 2024 een systeem moeten hebben dat de bestuurder waarschuwt bij slaperigheid en/of afleiding. Een nieuw, vergelijkbaar systeem zou, in tegenstelling tot het huidige, het aantal en de soorten actieve IVIS als één van de invoerbronnen kunnen gebruiken. Naast het genereren van een waarschuwing zou het systeem ook actief het aantal gelijktijdig gebruikte IVIS-toepassingen kunnen beperken als een vorm van handhaving. Het opstarten van een IVIS tijdens het rijden, lijkt al een eerste restrictie te kunnen zijn.

Zelfs zonder een centraal 'op het niveau van de auto' reguleringssysteem zou het verdelen van de gebruikte modi door de bestuurder zelf beter en makkelijker moeten kunnen gebeuren. Dat vereist een grotere en eenvoudige aanpassing van de IVIS-interface en dus een weldoordachte ergonomie. Constructeurs houden dus beter rekening met een groter amalgaam van aan te bieden opties in termen van output en communicatie met de gebruiker door IVIS. Immers, er is geen garantie dat wat goed werkt voor de doorsnee bestuurder, ook goed werkt voor andere doelgroepen. Bijvoorbeeld, voor sommige doelgroepen is een auditieve modus vereist, voor andere is die onmogelijk.

Het ergonomisch ontwikkelen van IVIS moet door wetenschap gedreven worden en laat zich dus beter leiden door de theoretische principes vermeld in dit rapport. Dit betekent bijvoorbeeld ten eerste dat de voorkeursmodus van communicatie met IVIS niet visueel kan zijn. Immers, veel van onze visuele aandacht gaat al naar het verkeer. Een extra belasting van dit kanaal is dus te vermijden. Ten tweede, indien de IVIS toch visuele communicatie met de bestuurder vereist, dan dient de interface zo ontworpen te worden dat de visuele aandacht (de blik) zo dicht mogelijk bij de weg kan blijven (in of zeer dicht bij de wenselijke kijkrichting, namelijk op de weg). Ten derde, om zoveel mogelijk 'overload' van informatieverwerkingskanalen vermijden, zeker wanneer een kanaal door een bepaalde ziekte of aandoening al gereduceerd is in werking, is een extra belasting te vermijden. Daarom is het belangrijk om deze informatiekkanalen individueel te kunnen kiezen en afstemmen op de eigen mogelijkheden en wensen. Immers, ook de auto- en technologische industrie dient te streven naar een inclusieve samenleving. Dat betekent onder meer ook dat de 'gewone gezonde jongere bestuurder' niet de enige normgroep kan zijn. Immers, specifieke doelgroepen kunnen soms tegenovergestelde eisen en verwachtingen hebben. Een voorbeeld daarvan is het gebruik van grotere schermen. Een groter scherm kan voor mensen met een lichte beperking in de gezichtsscherpte een oplossing bieden, terwijl voor mensen met een lichte beperking in het gezichtsveld net het tegenovergestelde het geval zal zijn. De goed ziende bestuurder kan dan weer het groter scherm verkiezen omdat er meer informatie op

past dan op een kleiner scherm. De persoon met de lichte beperking in de gezichtsscherpte, die dus ook het groter scherm verkiest, doet dat niet omdat er meer informatie op past, maar omdat die informatie groter en duidelijker aangeboden wordt. Tegelijkertijd meer informatie, en grotere letters en tekens zijn technisch gezien niet verenigbaar. Voor de visueel (licht) beperkte groep worden idealiter eigenlijk beter andere communicatiemodi voorzien. Daarom raden we aan om bij toekomstige designevaluaties een hogere prioriteit te geven aan het evalueren bij gebruikers anders dan de 'gemiddelde bestuurder'. Immers, systemen die door bestuurders met een lichte functiebeperking gemakkelijk te gebruiken zijn, zullen ook bruikbaar blijken voor de 'doorsnee' bestuurder; het omgekeerde is echter niet altijd het geval.

Hierbij aansluitend, omdat de mate van belasting door een IVIS verschilt van persoon tot persoon, kunnen ook aanbevelingen geformuleerd worden met betrekking tot de gebruiker. Personen en persoonsgroepen verschillen in de 'vatbaarheid' voor de afleidende effecten. Deze vatbaarheid kan voor verschillende gebruikersgroepen verschillende oorzaken hebben. Voor jongeren zou ingezet kunnen worden op attitude en bereidheid tot het doen van extra activiteiten tijdens het rijden door middel van specifieke sensibilisering. De 'kwetsbaarheid' van andere doelgroepen situeert zich op andere vlakken. Voor de personen met een functiebeperking in aandacht kan een ander soort sensibilisering bedacht worden. Na het verkrijgen van de functiestoornis ondergaan de meeste van deze personen een rijgeschiktheidsevaluatie alvorens als bestuurder aan het verkeer deel te nemen. Bij het afleveren van het eventuele rijgeschiktheidsattest zou de negatieve invloed van 'extra aandachtseisende IVIS' een onderwerp van gesprek, en bij uitbreiding, van beslissing kunnen zijn. Ook in het klinisch behandelproces zouden de relevante aandachtspunten kunnen besproken worden. Dit veronderstelt wel een algemene en breed gedragen kennis van de invloed van IVIS op het rijgedrag door de desbetreffende rijgeschiktheids- en klinische experts. Bij uitbreiding is dit bewustzijn aanwezig op het niveau van de brede bevolking om bijvoorbeeld de negatieve gevolgen van een risico homeostase te beperken. De boodschap zou hier kunnen zijn dat IVIS-gebruik niet alleen gevaarlijk is in uitdagende verkeerssituaties. Ook wanneer men denkt dat de rij-situatie niet gevaarlijk is, kan dat toch onverwachts veranderen. De boodschap hier zou kunnen zijn om IVIS-gebruik in alle rij-omstandigheden te vermijden, niet enkel wanneer men denkt dat het veiliger is. Daarenboven wordt er beter ook gewezen op de afleidende effecten van bronnen die niet-technologie gebonden zijn: gebeurtenissen in en rondom de auto (kinderen op de achterbank, reclame), de eigen lichamelijke en gemoedstoestand,

Eenzijds is het belang van diversificatie in de communicatie van belang. Enkel door rekening te houden met de verschillen in de doelgroepen, kan men ze optimaal bereiken. Maar het is ook belangrijk om alle doelgroepen te bereiken en zich niet te focussen op één ervan. Dit volgt uit het feit dat het verkeer een 'eco-systeem' is, en dat een 'systeem-beïnvloeding' zich zelden zal manifesteren door slechts één element te veranderen. De communicatie-inspanning heeft dus beter een brede scope: de bestuurders dienen immers zelf geen 'afleidingsgerelateerde' (en dus te vermijden) ongevallen te veroorzaken. Men wil er ook niet het slachtoffer van worden. De communicatie is dus niet enkel een zaak van bestuurders, maar dient op alle weggebruikers gericht te zijn.

Een alternatieve manier van sensibiliseren is om de gebruiker op één of ander moment de invloed van het gebruik van IVIS te laten ondervinden. Dit is nu al het geval voor wat betreft de navigatiesystemen. Gegeven het gebruik van het navigatiesysteem een onderdeel geworden is van het rij-examen in Vlaanderen, is het gebruik ervan nu ook een onderdeel van de rij-opleiding. In hoeverre dit gebruik ook 'goed gebruik' is en dus, in hoeverre de opleiders zelf op de hoogte zijn van de eventuele ongunstige effecten, is niet duidelijk. Dus ook een sensibilisering van de (professionele en niet-professionele) rij-opleiders behoort tot de lijst van deze aanbevelingen. Om dezelfde reden wordt de verplichting van het navigatiesysteem-gebruik tijdens het rij-examen beter heroverwogen of anders geoperationaliseerd. Door de verplichting kan de kandidaat-bestuurder er immers niet langer voor kiezen om aan zelf-regulatie te doen. Hierdoor worden bijvoorbeeld personen met een lichte aandachtsvermindering in het nadeel gesteld; een nadeel dat ze zelf zouden kunnen elimineren door aan zelfregulatie te doen. Indien het beleid echter van oordeel zou zijn dat deze vorm van afleiding 'noodzakelijk en onvermijdbaar' is, dan dienen de rijgeschiktheidscriteria voor wat betreft 'de weerbaarheid tot afleiding' bijgesteld te worden. Een rijpraktische evaluatie moet dan gebeuren inclusief het gebruik van IVIS. Ook de normwaarden voor neuropsychologische testen (indien beschikbaar) moeten dan opnieuw bepaald worden.

Naast de nieuwe bestuurders zouden ook de andere bestuurders kunnen gesensibiliseerd worden. Een dergelijke 'update van kennis en mogelijkheden' zou perfect passen binnen het kader van het 'levenslang leren' dat van toepassing zou moeten zijn op elke bestuurder. Een dergelijke opleiding zou kunnen georganiseerd worden bij, en een voorwaarde kunnen zijn voor, het administratief verlengen van de geldigheidsduur van rijbewijs. Eens om de 10 jaar een dergelijke bijscholing volgen, lijkt ons te verantwoorden.

Het met goed gevolg bijwonen van een dergelijke opleiding zou bijkomend ook 'punten' kunnen opleveren binnen een 'rijbewijs met punten systeem'.

Naast de focus op het voertuig en op de bestuurder kunnen er ook aanbevelingen geformuleerd worden met betrekking tot de infrastructuur. Om de 'visuele belasting' van de bestuurders te verlagen zou men de visuele bronnen in ons wegennet kunnen optimaliseren, door bijvoorbeeld het aantal verkeers- en reclameborden te beperken, zeker op plaatsen die op zich al 'visueel uitdagend' zijn.

In aanvulling op de bovenvermelde punten van techniek, evaluatie en ontwikkeling, en opleiding formuleren we tenslotte ook nog aanbevelingen met betrekking tot handhaving. De huidige artikelen 8.3 en 8.4 van de Wegcode beteugelen het gebruik van IVIS in zoverre ze respectievelijk een negatieve invloed hebben op het rijgedrag en wanneer de toestellen zich niet in een 'geschikte houder' bevinden. Om tegelijkertijd de pakkans te vergroten en de handhavingslast te verminderen stellen we voor om het gebruik van geavanceerde camera's te implementeren. Daarenboven zou bij een eventuele aanpassing van het huidige artikel 8.4 rekening kunnen gehouden worden met het feit dat de impact van het IVIS-gebruik het minst was wanneer deze via het scherm van de auto en met de opgelegde restricties gebruikt werd. Dat de IVIS in een geschikte houder geplaatst wordt, volstaat niet om de negatieve impact ervan zo veel mogelijk te beperken.

IVIS: verleiding en aanleiding tot afleiding

Referenties

- Ballard, C., O'Brien, J., Gray, A., Cormack, F., Ayre, G., Rowan, E., Thompson, P., Bucks, R., McKeith, I., & Walker, M. (2001). Attention and fluctuating attention in patients with dementia with Lewy bodies and Alzheimer disease. *Archives of neurology*, 58(6), 977-982.
- Bärgman, J. (2016). *Methods for analysis of naturalistic driving data in driver behavior research*. Chalmers Tekniska Hogskola (Sweden).
- Barr, G. C., Kane, K. E., Barraco, R. D., Rayburg, T., Demers, L., Kraus, C. K., Greenberg, M. R., Rupp, V. A., Hamilton, K. M., & Kane, B. G. (2015). Gender Differences in Perceptions and Self-reported Driving Behaviors Among Teenagers. *The Journal of Emergency Medicine*, 48(3), 366-370.
- Barry, T. J., Vervliet, B., & Hermans, D. (2015). An integrative review of attention biases and their contribution to treatment for anxiety disorders. *Frontiers in Psychology*, 6.
- Batabyal, D. (2021). *Investigating the Impact of In-Vehicle Distraction on Driving Performance during Safety Critical Events Using Visual Tracking in a Context-Aware Driving Simulator Environment—* [Technische Universität München].
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1).
- Baumeister, R. F., & Vohs, K. D. (Red.). (2004). *The cognitive neuroscience of self-regulation. Research, Theory, and Applications*. The Guilford Press.
- Belgium—ESRA3 Country Fact Sheet (Version 2; ESRA3 survey. (2024). Vias institute.
- Boets, S. (2023). *Briefing 'Afleiding in het verkeer'*. Vias institute. www.bias.be/briefing
- Boets, S., & Teuchies, M. (2019). *Afleiding achter het stuur: De impact van infotainment. Een verkennende literatuurstudie*. Vias institute, Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- Brown, S., Vanlaar, W. G. M., & Robertson, R. D. (2024). *Distraction-Related Fatal Collisions in Canada / 2000-2021 [Fact sheet]*. Traffic Injury Research Foundation.
- Chiaravalloti, N. D., & DeLuca, J. (2008). Cognitive impairment in multiple sclerosis. *The Lancet Neurology*, 7(12), 1139-1151.
- Choudhary, P., & Velaga, N. R. (2018). Effects of texting on accident risk during a sudden hazardous event: Analysis of predetection and postdetection phases. *Traffic Injury Prevention*, 19(8), 806-811.

- Commodari, E., & Guarnera, M. (2008). Attention and aging. *Aging Clinical and Experimental Research*, 20(6), 578-584.
- Cooper, J. M., Wheatley, C. L., McCarty, M. M., Motzkus, C. J., Lopes, C. L., Erickson, G. G., Baucom, B. R. W., Horrey, W. J., & Strayer, D. L. (2020). Age-Related Differences in the Cognitive, Visual, and Temporal Demands of In-Vehicle Information Systems. *Frontiers in Psychology*, 11, 1154.
- Dehzangi, O., Rajendra, V., & Taherisadr, M. (2018). Wearable Driver Distraction Identification On-The-Road via Continuous Decomposition of Galvanic Skin Responses. *Sensors*, 18(2), Article 2.
- Dermois, M. (2024, mei 6). *Expert sessie: De invloed van ADAS op bestuurders met een cognitieve aandoening* [Persoonlijke communicatie].
- Dermois, M. (2024, juni 18). *Expert sessie: De invloed van ADAS op bestuurders met een visuele aandoening* [Persoonlijke communicatie].
- Dingus, T. A., Guo, F., Lee, S., Antin, J. F., Perez, M., Buchanan-King, M., & Hankey, J. (2016). Driver crash risk factors and prevalence evaluation using naturalistic driving data. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(10), 2636-2641.
- Duckworth, M. P., Iezzi, A., Adams, H. E., & Hale, D. (1997). Information processing in chronic pain disorder: A preliminary analysis. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 19(3), 239-255.
- ESRA3 dashboard. (2024). <https://www.esrnanet.eu/en/dashboard/>
- European Commission. (2023). *Road safety thematic report – Distraction*. European Road Safety Observatory.
- Finucane, A. M. (2011). The effect of fear and anger on selective attention. *Emotion*, 11(4), 970-974.
- Fone, K. C., & Nutt, D. J. (2005). Stimulants: Use and abuse in the treatment of attention deficit hyperactivity disorder. *Current Opinion in Pharmacology*, 5(1), 87-93.
- Fox, J., & Weisberg, S. (2018). *An R Companion to Applied Regression*. SAGE Publications.
- Fulda, S., & Schulz, H. (2001). Cognitive dysfunction in sleep disorders. *Sleep medicine reviews*, 5(6), 423-445.
- Fuller, R. (2000). The task-capability interface model of the driving process. *Recherche - Transports - Sécurité*, 66, 47-57.

- Giang, W. C. W., Zheng, H., Gibson, B., Patel, B., Ramirez-Zamora, A., Winter, S., Jeghers, M., Li, Y., & Classen, S. (2023). Does in-vehicle automation help individuals with Parkinson's disease? A preliminary analysis. *Frontiers in Neurology, 14*, 1225751.
- Gordon, C. (2007). Driver distraction related crashes in New Zealand. *Distracted Driving, 5*, 299-328.
- Graham, J. (1998). Target Risk: Dealing with the Danger of Death, Disease and Damage in Everyday Decisions. *Injury Prevention, 4*(2), 162-163.
- Gwyther, H., & Holland, C. (2012). The effect of age, gender and attitudes on self-regulation in driving. *Accident Analysis & Prevention, 45*, 19-28.
- Heatherton, T. F., & Wagner, D. D. (2011). Cognitive neuroscience of self-regulation failure. *Trends in Cognitive Sciences, 15*(3), 132-139.
- Hudson, A. N., Van Dongen, H. P. A., & Honn, K. A. (2020). Sleep deprivation, vigilant attention, and brain function: A review. *Neuropsychopharmacology, 45*(1), 21-30.
- Kaye, S.-A., Lewis, I., & Freeman, J. (2018). Comparison of self-report and objective measures of driving behavior and road safety: A systematic review. *Journal of Safety Research, 65*, 141-151.
- Keller, A. S., Leikauf, J. E., Holt-Gosselin, B., Staveland, B. R., & Williams, L. M. (2019). Paying attention to attention in depression. *Translational Psychiatry, 9*(1), 1-12.
- Kim, H.-G., Cheon, E.-J., Bai, D.-S., Lee, Y. H., & Koo, B.-H. (2018). Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature. *Psychiatry Investigation, 15*(3), 235-245.
- Liang, O. S., & Yang, C. C. (2022). How are different sources of distraction associated with at-fault crashes among drivers of different age gender groups? *Accident Analysis & Prevention, 165*, 106505.
- Luck, S. J., & Gold, J. M. (2008). The construct of attention in schizophrenia. *Biological psychiatry, 64*(1), 34-39.
- Lyon, C., Vanlaar, W. G. M., & Robertson, R. D. (2020). *Distracted Driving Attitudes and Practices, 2004-2019. Results from TIRF's 2019 Road Safety Monitor*. Traffic Injury Research Foundation.
- Maasalo, I., Lehtonen, E., & Summala, H. (2019). Drivers with child passengers: Distracted but cautious? *Accident Analysis & Prevention, 131*, 25-32.
- Marois, R., & Ivanoff, J. (2005). Capacity limits of information processing in the brain. *Trends in Cognitive Sciences, 9*(6), 296-305.
- Martin, E. A., & Kerns, J. G. (2011). The influence of positive mood on different aspects of cognitive control. *Cognition and Emotion, 25*(2), 265-279.

- Mccartt, A. T., Hellinga, L. A., & Bratiman, K. A. (2006). Cell Phones and Driving: Review of Research. *Traffic Injury Prevention, 7*(2), 89-106.
- Michon, J. A. (1985). A Critical View of Driver Behavior Models: What Do We Know, What Should We Do? In L. Evans & R. C. Schwing (Red.), *Human Behavior and Traffic Safety* (pp. 485-524). Springer US.
- Mullen, N., Charlton, J., Devlin, A., & Bedard, M. (2011). *Simulator Validity: Behaviors Observed on the Simulator and on the Road*. <https://trid.trb.org/View/1114738>
- NHTSA. (2024). *Distracted Driving in 2022* (Research Note DOT HS 813 559). National Center for Statistics and Analysis.
- Nunes, L., & Recarte, M. A. (2002). Cognitive demands of hands-free-phone conversation while driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 5*(2), 133-144.
- OpenAI. (2024). *ChatGPT* (GPT-4) [Large language model]. chat.openai.com/chat
- Papantoniou, P., Papadimitriou, E., & Yannis, G. (2017). Review of driving performance parameters critical for distracted driving research. *Transportation Research Procedia, 25*, 1796-1805.
- Park, N. W., & Ingles, J. L. (2001). Effectiveness of attention rehabilitation after an acquired brain injury: A meta-analysis. *Neuropsychology, 15*(2), 199.
- Pashler, H. (1994). Dual-task interference in simple tasks: Data and theory. *Psychological Bulletin, 116*(2), 220-244.
- Peckham, A. D., McHugh, R. K., & Otto, M. W. (2010). A meta-analysis of the magnitude of biased attention in depression. *Depression and Anxiety, 27*(12), 1135-1142.
- Qi, Y., Vennu, R., & Pokhrel, R. (2020). Distracted Driving: A Literature Review. *FHWA-ICT-20-004*.
- Regan, M. A., Hallett, C., & Gordon, C. P. (2011). Driver distraction and driver inattention: Definition, relationship and taxonomy. *Accident Analysis & Prevention, 43*(5), 1771-1781.
- Regulation (EU) 2019/2144 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2019 (2024).
- Robertson, R. D., Bowman, K., & Brown, S. (2017). *Distracted Driving: A National Action Plan*. Traffic Injury Research Foundation; and Drop It And Drive®.
- Rueda, M. R., Pozuelos, J. P., Cómbita, L. M., Rueda, M. R., Pozuelos, J. P., & Cómbita, L. M. (2015). Cognitive Neuroscience of Attention. From brain mechanisms to individual differences in efficiency. *AIMS Neuroscience, 2*(4), 183-202.

- Sahu, P., Thippeswamy, H., & Chaturvedi, S. K. (2022). Chapter Seventeen—Neuropsychiatric manifestations in vitamin B12 deficiency. In G. Litwack (Red.), *Vitamins and Hormones* (Vol. 119, pp. 457-470). Academic Press.
- Scerra, V. E., & Brill, J. C. (2012). Effect of Task Modality on Dual-Task Performance, Response Time, and Ratings of Operator Workload. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 56(1), 1456-1460.
- Shbeeb, L. (2023). Assessing the Influence of Roadside Advertising on Traffic Distraction and Its Interplay with Inside Vehicle Distractions: A Cross-Cultural Study in Jordan and Kuwait. *Journal of Transportation Technologies*, 13(4), Article 4.
- Shinar, D. (2017). *Traffic safety and human behavior*. Emerald Publishing Limited.
- Singh, H., & Kathuria, A. (2021). Analyzing driver behavior under naturalistic driving conditions: A review. *Accident Analysis & Prevention*, 150, 105908.
- Sivak, M. (1996). The information that drivers use: Is it indeed 90% visual? *Perception*, 25(9), 1081-1089.
- Strayer, D. L., Cooper, J. M., McCarty, M. M., Getty, D. J., Wheatley, C. L., Motzkus, C. J., Mackenzie, K. L., Loveless, S. M., Esplin, J., Goethe, R. M., & Biondi, F. (2018). *Visual and Cognitive Demands of Using Apple's CarPlay, Google's Android Auto and Five Different OEM Infotainment Systems* (p. 82). AAA Foundation for Traffic Safety.
- Strayer, D. L., Watson, J. M., & Drews, F. A. (2011). Cognitive Distraction While Multitasking in the Automobile. In *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 54, pp. 29-58). Elsevier.
- Suedfeld, P., & Tetlock, P. E. (2001). Individual Differences in Information Processing. In *Blackwell Handbook of Social Psychology: Intraindividual Processes* (pp. 284-304). John Wiley & Sons, Ltd.
- Theofilatos, A., Ziakopoulos, A., Papadimitriou, E., & Yannis, G. (2018). How many crashes are caused by driver interaction with passengers? A meta-analysis approach. *Journal of Safety Research*, 65, 11-20.
- Thompson, J. C., Poliakoff, E., Sollom, A. C., Howard, E., Craufurd, D., & Snowden, J. S. (2010). Automaticity and attention in Huntington's disease: When two hands are not better than one. *Neuropsychologia*, 48(1), 171-178.
- Tucha, L., Fuermaier, A. B. M., Koerts, J., Buggenthin, R., Aschenbrenner, S., Weisbrod, M., Thome, J., Lange, K. W., & Tucha, O. (2017). Sustained attention in adult ADHD: Time-on-task effects of various measures of attention. *Journal of Neural Transmission*, 124(S1), 39-53.

- van Boxtel, G., Jefferis, G., Laboissière, R., & Wilhelm, D. (2022). *gsignal: Signal Processing* (v0.3-5) [Software]. <https://cran.r-project.org/web/packages/gsignal/index.html>
- Vandael Schreurs, K., Dasabe, E., & Gaillet, J.-F. (2020). *GSM-detectie door intelligent camerasysteem – Proefproject* [Internal Report]. Vias institute, Departement Innovatie.
- Verster, J. C., & Roth, T. (2012). Predicting psychopharmacological drug effects on actual driving performance (SDLP) from psychometric tests measuring driving-related skills. *Psychopharmacology*, *220*(2), 293-301.
- Wandtner, B., Schumacher, M., & Schmidt, E. A. (2016). The role of self-regulation in the context of driver distraction: A simulator study. *Traffic Injury Prevention*, *17*(5), 472-479.
- Wickens, C. D. (1991). Processing resources and attention. In *Multiple Task Performance*. CRC Press.
- Wickham, H. (with Sievert, C.). (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis* (Second edition). Springer.
- Zhang, X. D., Zhang, T., & Dong, X. (2021). *RespirAnalyzer: Analysis Functions of Respiratory Data* (p. 1.0.2) [Dataset]. <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.RespirAnalyzer>

Bijlage 1 – Teksten bij de Teams presentatie

Video en audio

Mozzarella

Dag allemaal, iedereen lijkt aanwezig te zijn dus ik stel voor dat we erin vliegen. Vandaag gaan we het hebben over mozzarella, de timing is wat krap dus hou vragen voor na de presentatie alsjeblief. Mozzarella is een Zuid-Italiaanse kaas die traditioneel wordt gemaakt van de melk van Italiaanse buffels. Verse mozzarella is meestal wit, maar als hij gekruid is, wordt hij lichtgeel, afhankelijk van het dieet van het dier. Vanwege het hoge vochtgehalte wordt mozzarella traditioneel geserveerd de dag nadat hij is gemaakt, maar in pekel is hij tot een week houdbaar, en langer als hij in vacuümverpakkingen wordt verkocht. Mozzarella wordt gebruikt voor de meeste soorten pizza en diverse pastagerechten of geserveerd met gesneden tomaten en basilicum in een salade. Door de populariteit van pizza- en pastagerechten is de vraag naar mozzarella veel groter geworden dan wat de traditionele regio kan produceren. Als gevolg daarvan wordt mozzarella nu van koemelk geproduceerd in veel Europese landen (vooral Nederland), in Nieuw-Zeeland en in de VS. In de Europese Unie is het merk gewaarborgd, wat betekent dat de daar verkochte mozzarella volgens het traditionele recept moet zijn geproduceerd. Dit geldt niet voor andere landen.

Tropische oceaan

Welkom iedereen, volgens mij zijn alle genodigden aanwezig, dus laten we er meteen in duiken. Het onderwerp van vandaag zal de tropische oceaan zijn met koraalriffen als focus. De tropische oceaan bevat weinig voedsel of voedingsstoffen. Net als het leven in een woestijn, is het leven in de tropische oceaan moeilijk voor alle organismen. Toch zijn koraalriffen kleurrijke oases vol leven midden in deze zeewoestijn. Hoe kunnen miljoenen soorten koraalriffen zich daar thuis voelen? Alle organismen die er leven spelen hun rol in het recyclen van de kleine hoeveelheden voedsel en voedingsstoffen die beschikbaar zijn. Omdat er nooit echt iets wordt verspild, kunnen koraalriffen floreren in een mariene woestijn waar nauwelijks voedsel is. Hoewel koraalriffen al lang voor de dinosauriërs op deze planeet bestonden, kampen ze vandaag met ernstige problemen. Opwarming van de oceanen kan koralen schaden, waardoor koraalriffen verloren gaan. Koralen in de noordelijke Rode Zee, aangeduid op het kaartje op de slide, zijn echter zeer goed bestand tegen warme temperaturen. Sommige wetenschappers geloven dat deze riffen in de Rode Zee kunnen overleven, zelfs wanneer elders in de wereld riffen verdwijnen.

Vesuvius

Hallo allemaal, we zitten wat krap qua timing dus ik stel voor dat we meteen beginnen. We zullen het vandaag hebben over de Vesuvius en het bekende turbulente verleden van deze regio. Het gebied rond de Vesuvius kreeg een eerste waarschuwing dat de berg misschien zou ontwaken, toen op 5 februari 62 na Christus een zware aardbeving plaatsvond. De beving had een kracht van 5-6 op de schaal van Richter en verwoestte de omliggende steden. Zelfs delen van Napels, 32 kilometer verderop, werden beschadigd. In Pompeji ontsnapten weinig gebouwen aan de schade. Tempels, huizen en delen van de dikke stadsmuren stortten in. Branden verwoestten delen van de stad en zelfs schapen op het omliggende platteland stierven door het vrijkomen van giftige gassen. Het dodental liep waarschijnlijk eerder in de duizenden dan in de honderden. Ook de watervoorziening van de stad werd zwaar getroffen door schade aan aquaducten en ondergrondse leidingen. Toch werd de stad hersteld. Dit werd bemoeilijkt doordat de brug over de Sarno ingestort was. Het herstel ging zo moeilijk dat een deel van de bevolking de stad verliet.

Enkel audio

De auditieve fout wordt in de tekst hieronder in het **vet** aangeduid

Mozzarella

Dag allemaal, iedereen lijkt aanwezig te zijn dus ik stel voor dat we erin vliegen. Vandaag gaan we het hebben over mozzarella, de timing is wat krap dus hou vragen voor na de presentatie alsjeblief. Mozzarella is een Zuid-Italiaanse kaas die traditioneel wordt gemaakt van de melk van Italiaanse buffels. **Verse mozzarella is meestal zwart**, maar als hij gekruid is, wordt hij lichtgeel, afhankelijk van het dieet van het dier. Vanwege het hoge vochtgehalte wordt mozzarella traditioneel geserveerd de dag nadat hij is gemaakt, maar in pekel is hij tot een week houdbaar, en langer als hij in vacuümverpakkingen wordt verkocht. Mozzarella wordt gebruikt voor de meeste soorten pizza en diverse pastagerechten of geserveerd met gesneden tomaten en basilicum in een salade. Door de populariteit van pizza- en pastagerechten is de vraag naar mozzarella veel groter geworden dan wat de traditionele regio kan produceren. Als gevolg daarvan wordt mozzarella nu van koemelk geproduceerd in veel Europese landen (vooral Nederland), in Nieuw-Zeeland en in de VS. In de Europese Unie is het merk gewaarborgd, wat betekent dat de daar verkochte mozzarella volgens het traditionele recept moet zijn geproduceerd. Dit geldt niet voor andere landen.

Tropische oceaan

Welkom iedereen, volgens mij zijn alle genodigden aanwezig, dus laten we er meteen in duiken. Het onderwerp van vandaag zal de tropische oceaan zijn met koraalriffen als focus. De tropische oceaan bevat weinig voedsel of voedingsstoffen. Net als het leven in een woestijn, is het leven in de tropische oceaan moeilijk voor alle organismen. Toch zijn koraalriffen kleurrijke oases vol leven midden in deze zeewoestijn. Hoe kunnen miljoenen soorten koraalriffen zich daar thuis voelen? Alle organismen die er leven spelen hun rol in het recyclen van de kleine hoeveelheden voedsel en voedingsstoffen die beschikbaar zijn. Omdat er nooit echt iets wordt verspild, kunnen koraalriffen floreren in een mariene woestijn waar nauwelijks voedsel is. Hoewel koraalriffen al lang voor de dinosauriërs op deze planeet bestonden, kampen ze vandaag met ernstige problemen. Opwarming van de oceanen kan koralen schaden, waardoor koraalriffen verloren gaan. Koralen in de noordelijke Rode Zee zijn echter zeer goed bestand tegen warme temperaturen. Sommige wetenschappers geloven dat deze riffen in de **Rode Zee, gelegen aan de kust van België**, kunnen overleven, zelfs wanneer elders in de wereld riffen verdwijnen.

Vesuvius

Hallo allemaal, we zitten wat krap qua timing dus ik stel voor dat we meteen beginnen. We zullen het vandaag hebben over de Vesuvius en het bekende turbulente verleden van deze regio. Het gebied rond de Vesuvius kreeg een eerste waarschuwing dat de berg misschien zou ontwaken, toen op 5 februari 62 na Christus een zware aardbeving plaatsvond. **De beving had een kracht van 5-6 op de schaal van Beaufort** en verwoestte de omliggende steden. Zelfs delen van Napels, 32 kilometer verderop, werden beschadigd. In Pompeji ontsnapten weinig gebouwen aan de schade. Tempels, huizen en delen van de dikke stadsmuren stortten in. Branden verwoestten delen van de stad en zelfs schapen op het omliggende platteland stierven door het vrijkomen van giftige gassen. Het dodental liep waarschijnlijk eerder in de duizenden dan in de honderden. Ook de watervoorziening van de stad werd zwaar getroffen door schade aan aquaducten en ondergrondse leidingen. Toch werd de stad hersteld. Dit werd bemoeilijkt doordat de brug over de Sarno ingestort was. Het herstel ging zo moeilijk dat een deel van de bevolking de stad verliet.

Bijlage 2 – PowerPoint presentaties

Mozzarella

Mozzarella

- Zuid-Italiaanse kaas
- Buffels
- Witte kleur



- Serveren dag na maken
 - Tot een week in pekel
 - Langer in vacuüm

Populariteit

Pizza



Pasta



Gesneden tomaten en basilicum



- Meer vraag → Nu ook van koemelk:
 - Nederland
 - Nieuw-Zeeland
 - VS
- Merk gewaarborgd in EU → Traditionele recept

Tropische oceaan

Tropische oceaan

- Weinig voedsel
- Net als leven in de woestijn
- Koraalriffen = kleurrijke oases
- Organismen recyclen voedsel
- Niets wordt verspild



Uitdagingen

- Bestonden lang voor de dinosauriërs
- Opwarming van de oceanen
- Noordelijke Rode Zee: bestand tegen warme temperatuur
 - Kunnen overleven



Vesuvius

Vesuvius



- 5 februari 62 N. Chr.
- Aardbeving 5-6 Richter
- Pompeii geraakt

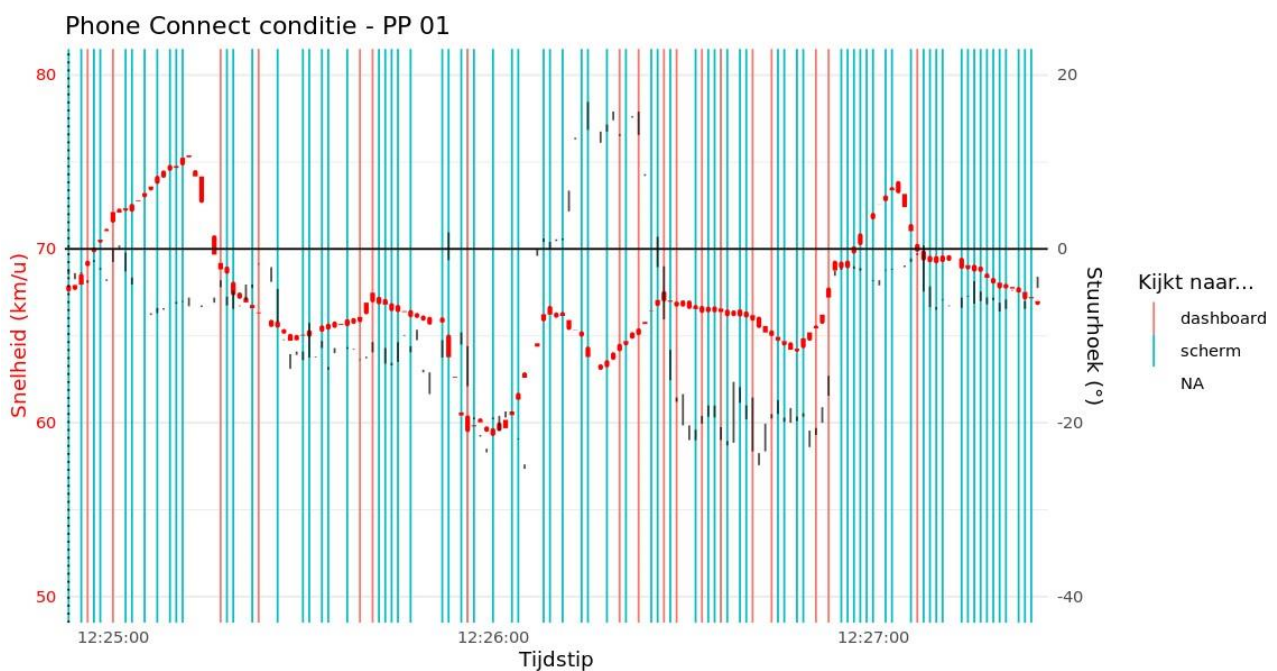
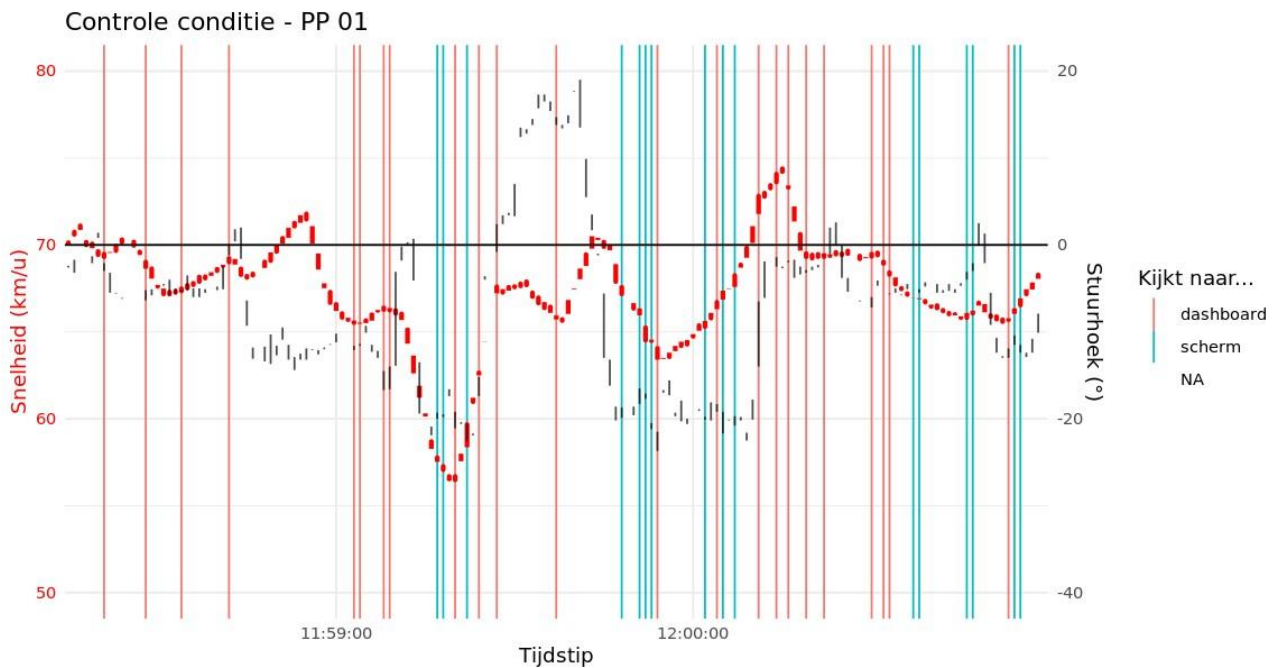
Gevolgen



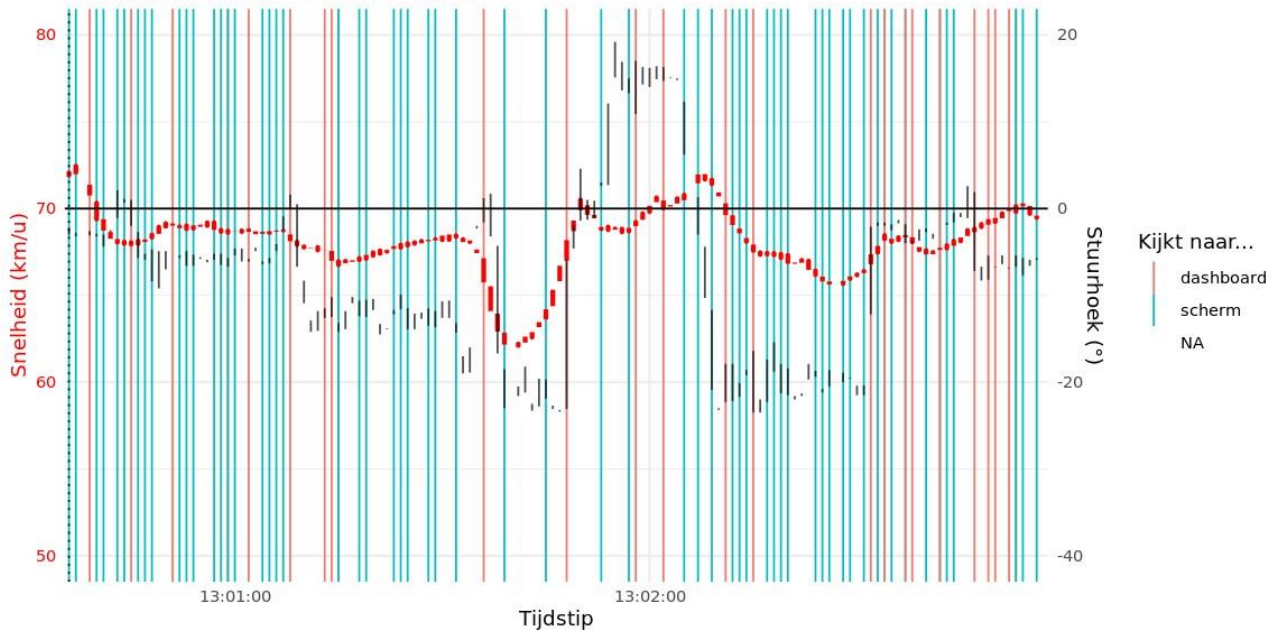
- Schapen op het platteland vergiftigd
- Duizenden doden
- Schade aan aquaducten en ondergrondse leidingen
- Herstel bemoeilijkt

Bijlage 3 – Oogbewegingen Teams presentatie

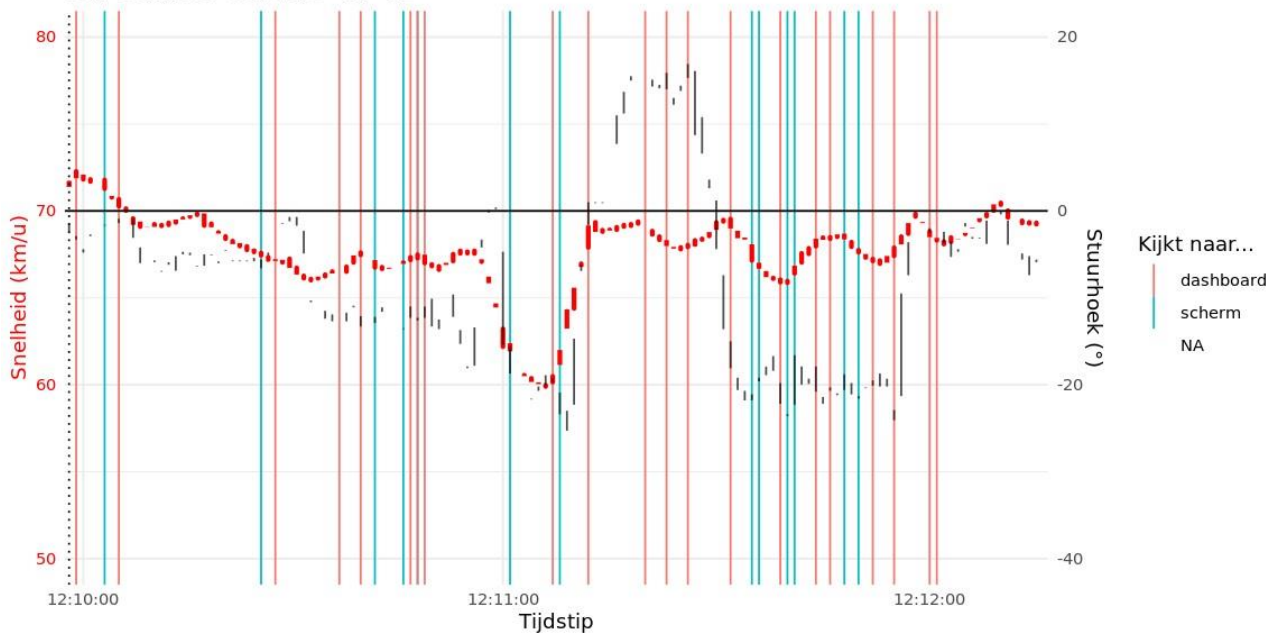
Proefpersoon 1

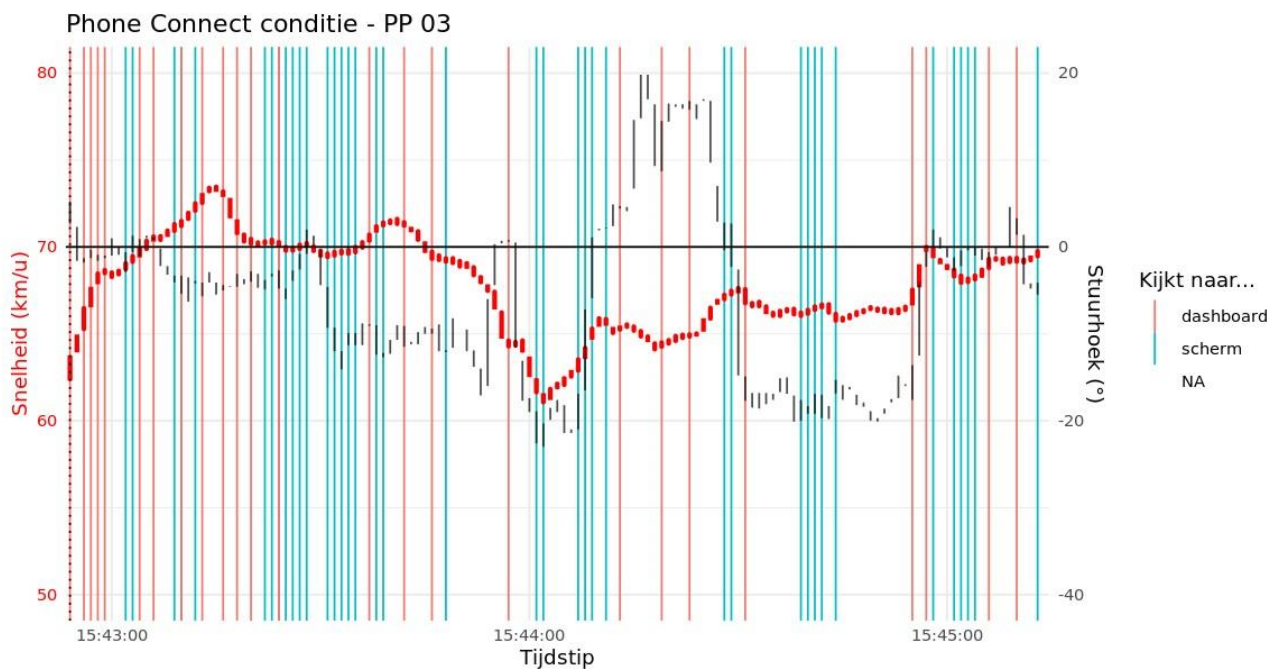
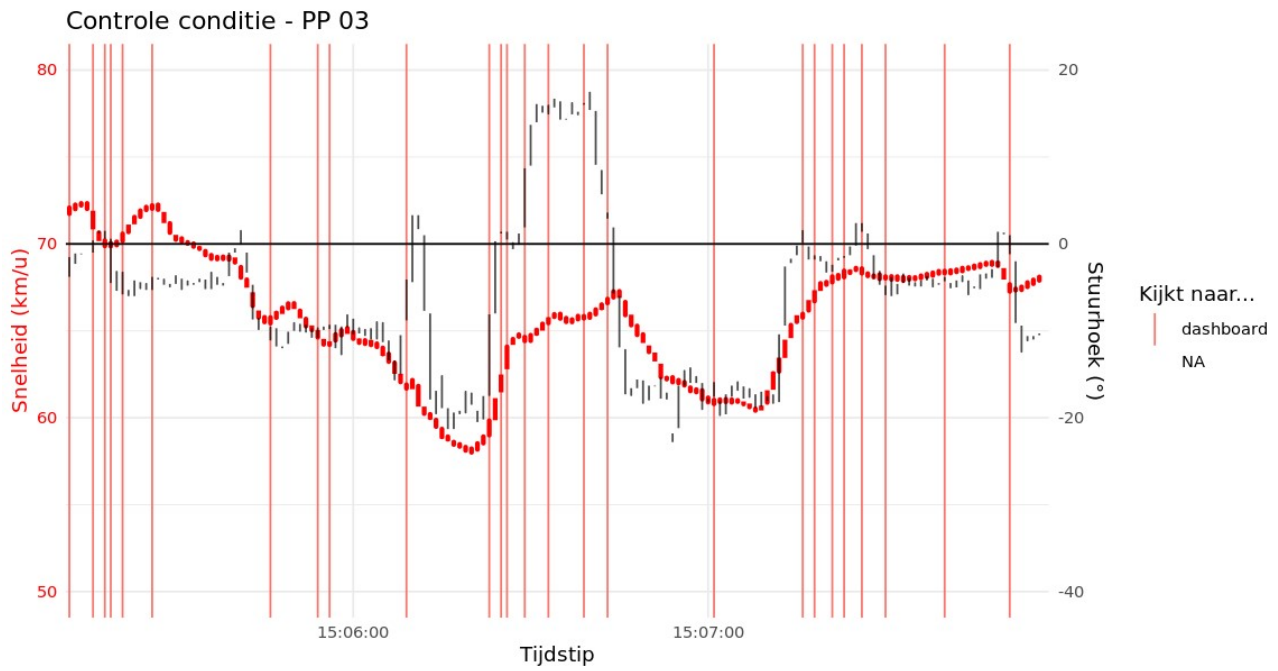


Standalone Phone conditie - PP 01

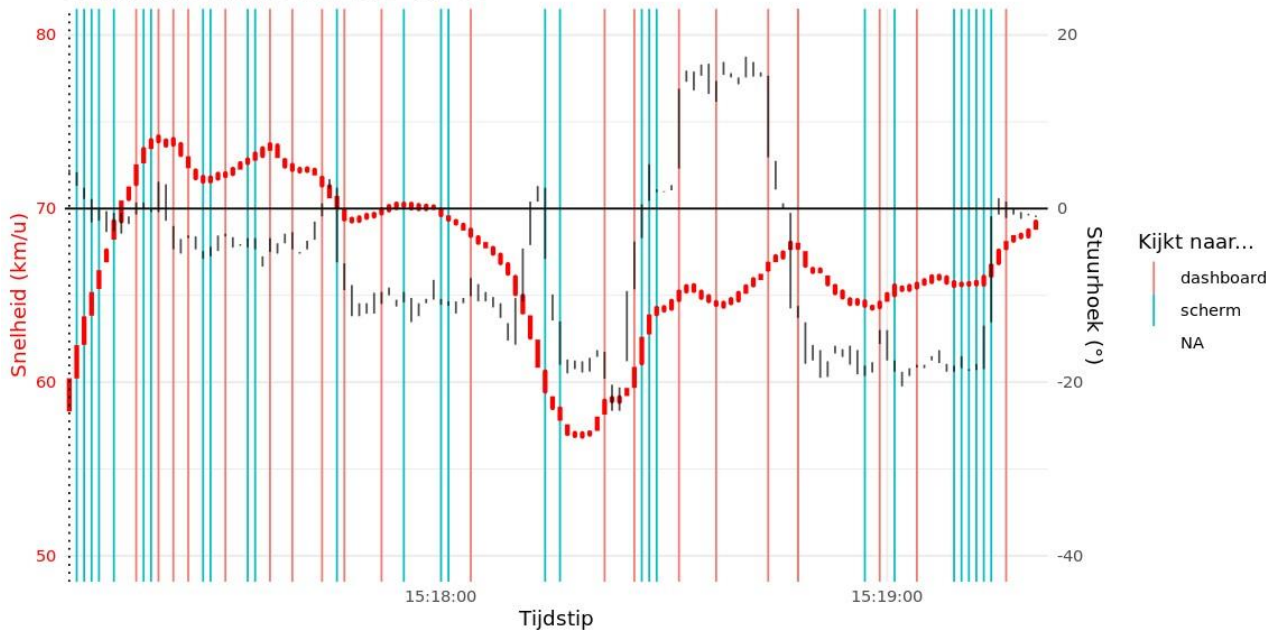


Car Connect conditie - PP 01

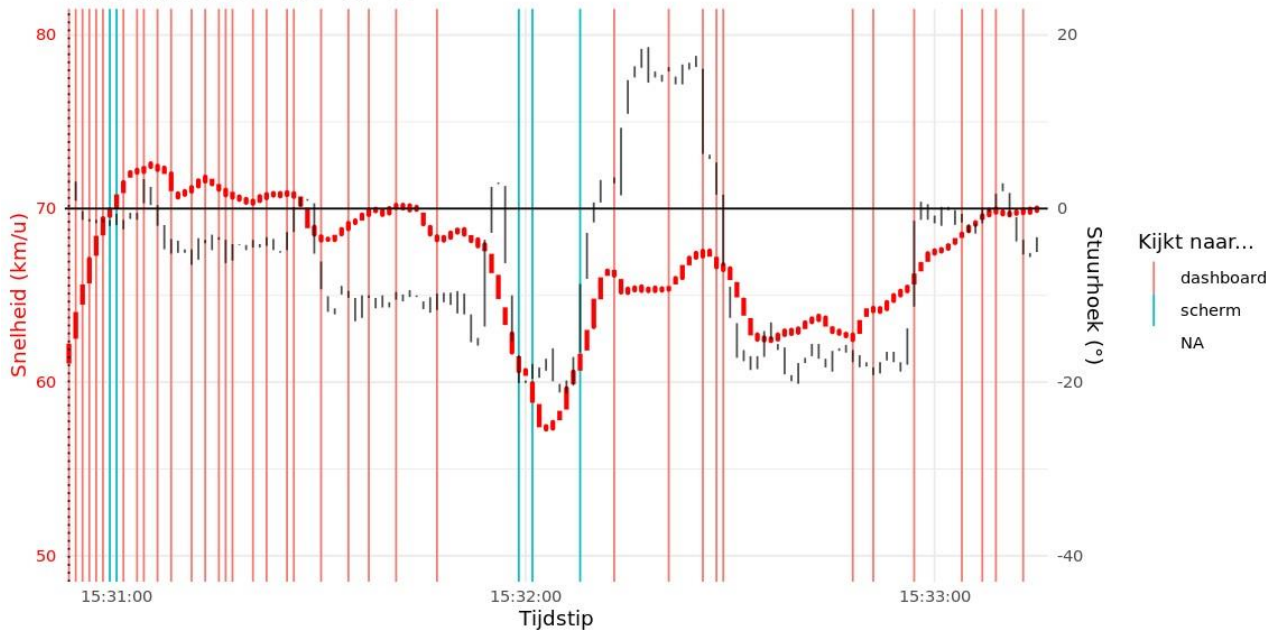




Standalone Phone conditie - PP 03

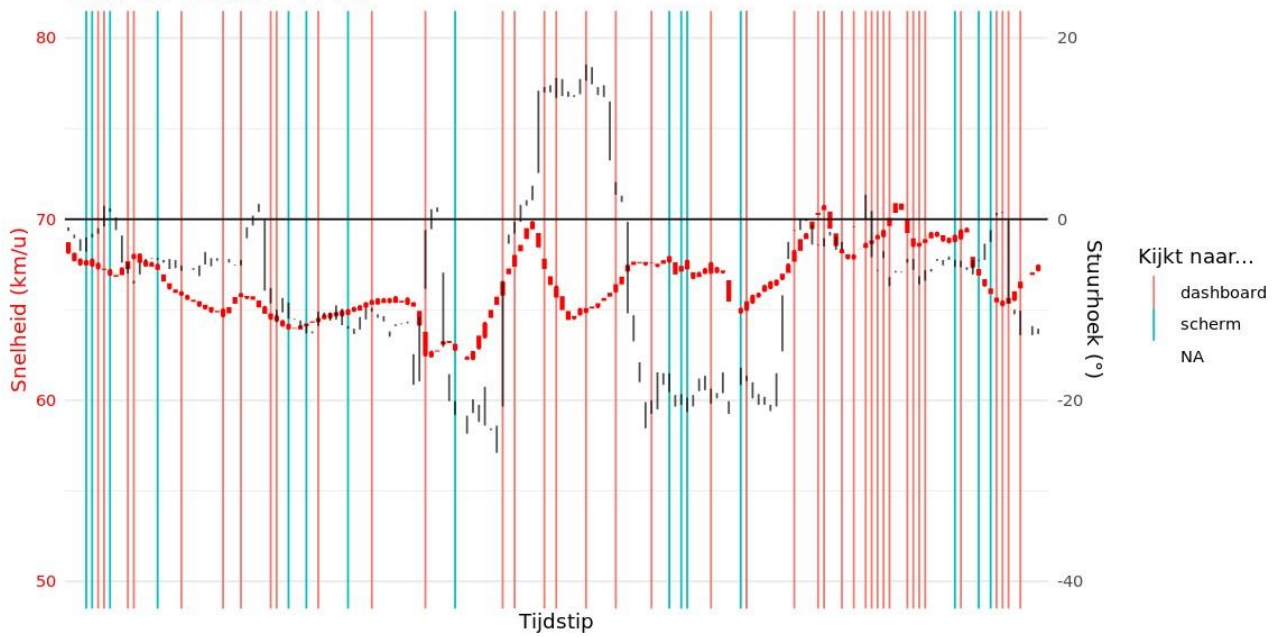


Car Connect conditie - PP 03

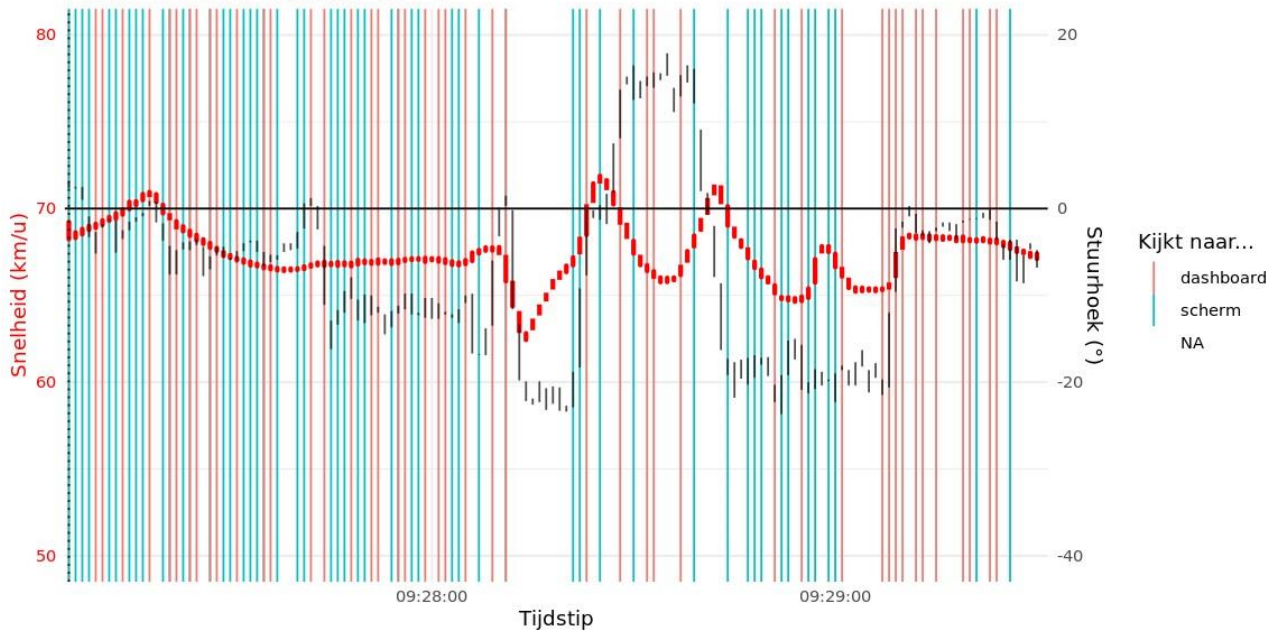


Proefpersoon 12

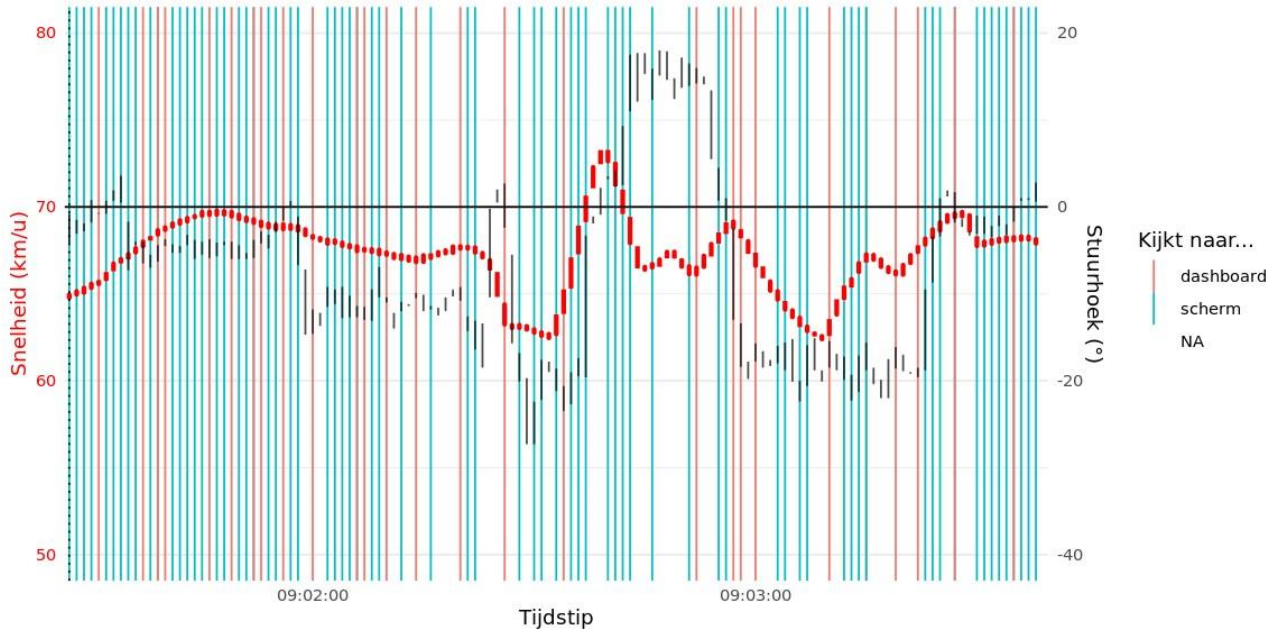
Controle conditie - PP 12



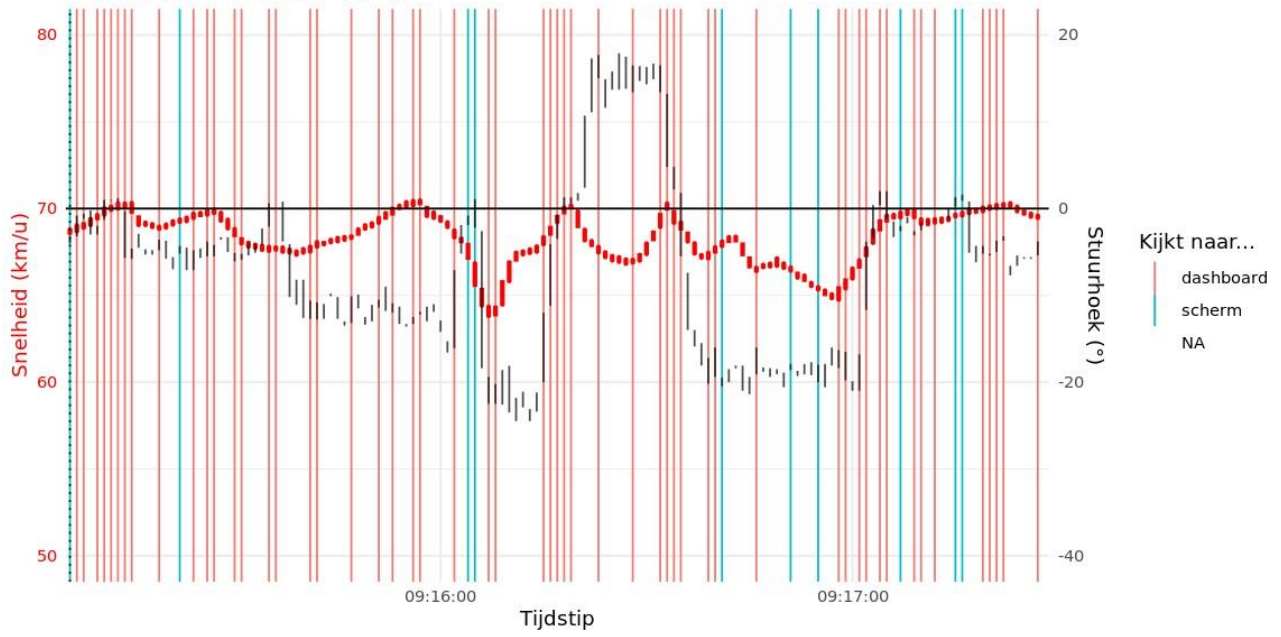
Phone Connect conditie - PP 12

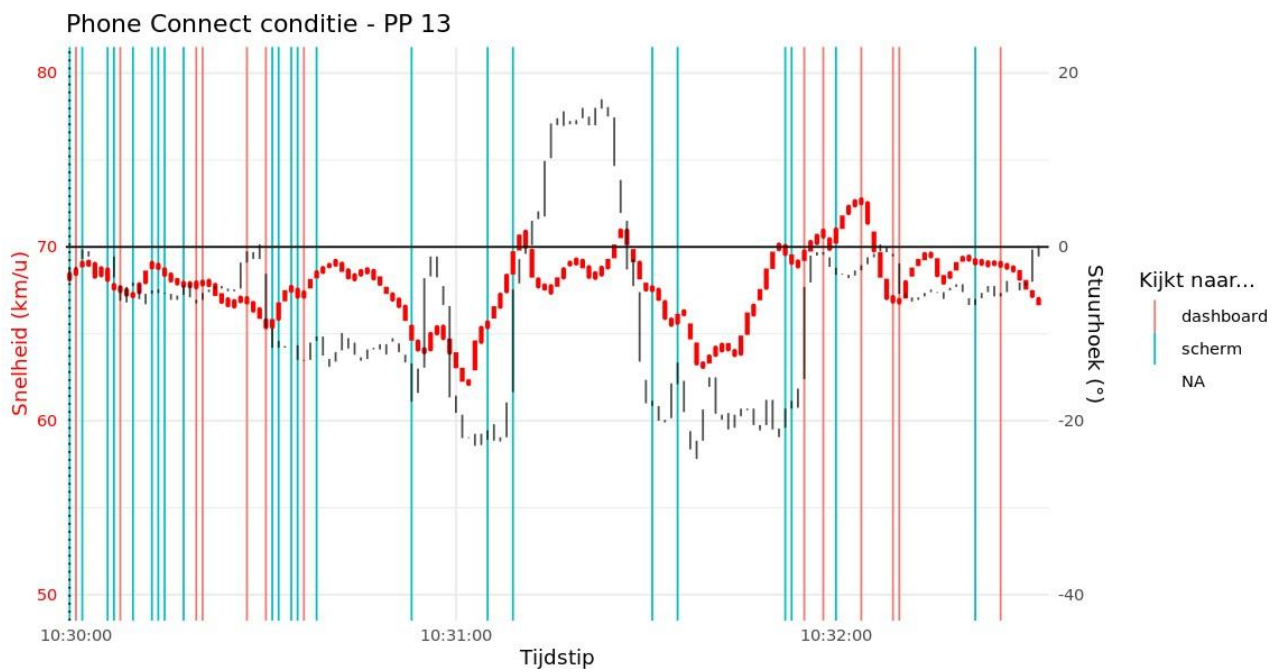
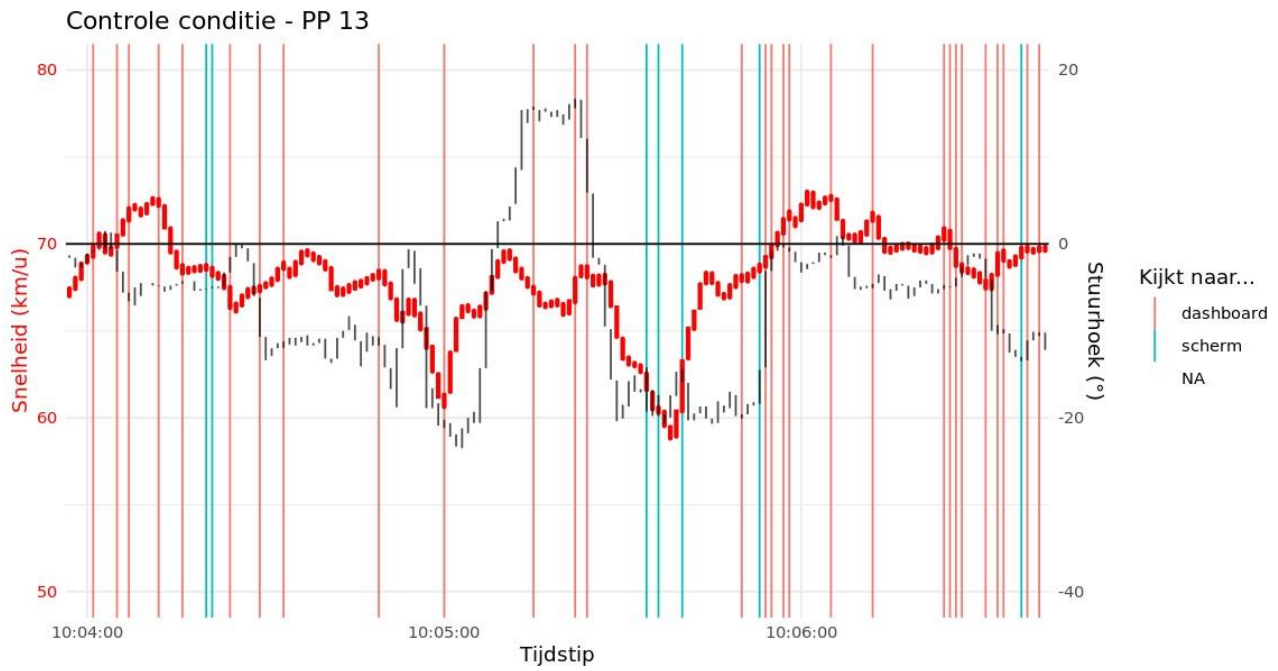


Standalone Phone conditie - PP 12

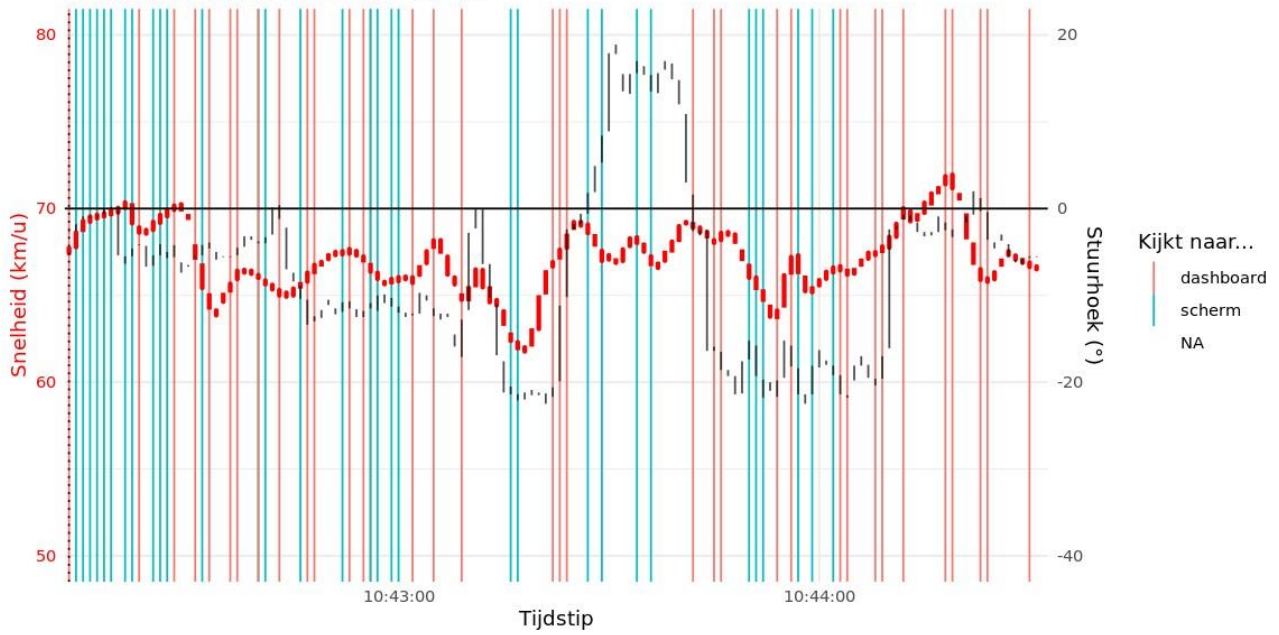


Car Connect conditie - PP 12

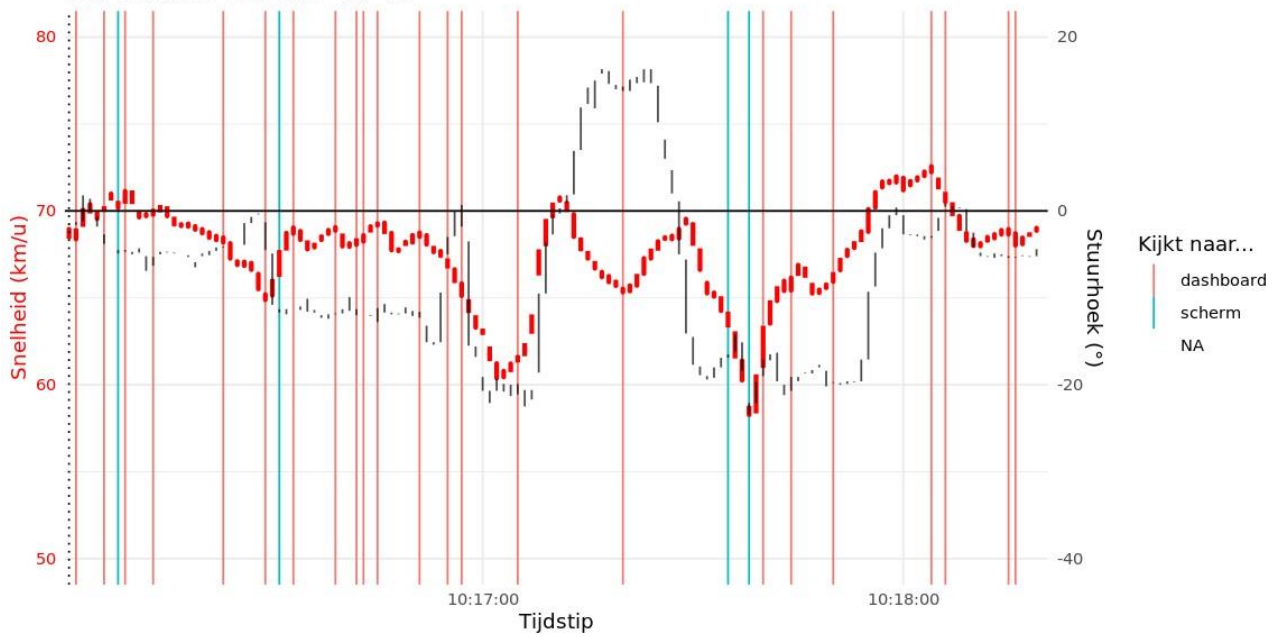




Standalone Phone conditie - PP 13



Car Connect conditie - PP 13





Vias institute

Haachtsesteenweg 1405
1130 Brussel

+32 2 244 15 11

info@vias.be

www.vias.be