

Onderzoeksrapport nr. 2018-R-13-NL

De impact van geassisteerd rijden op gedrag

Een oogbewegingsstudie op de weg naar de invloed van de positie van navigatiesystemen.

De impact van geassisteerd rijden op gedrag

Een oogbewegingsstudie op de weg naar de invloed van de positie van navigatiesystemen.

Onderzoeksrapport nr. 2018-R-13-NL

Auteurs: Desmet, C., Van Belle, G., Torfs, K., Teuchies, M. & Boets, S.

Verantwoordelijke uitgever: Karin Genoe

Uitgever: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid

Publicatiedatum: 16/05/2019

Wettelijk depot: D/2018/0779/93

Gelieve naar dit document te verwijzen als volgt: Desmet, C., Van Belle, G., Torfs, K., Teuchies, M. & Boets, S. (2019) De impact van geassisteerd rijden op gedrag. Een oogbewegingsstudie op de weg naar de invloed van de positie van navigatiesystemen. Brussel, België: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Ce rapport est également disponible en français sous le titre : 'L'impact de la conduite assistée sur le comportement. Une étude de poursuite oculaire sur route sur l'influence de la position des systèmes de navigation.'

This report includes a summary in English.

Dit onderzoek werd mogelijk gemaakt door de financiële steun van de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer.

Dankwoord

De auteurs en het Vias institute wensen de volgende personen en organisaties te bedanken voor hun zeer gewaardeerde bijdrage aan deze studie:

- Brecht Pelssers voor de programmatie van de vragenlijsten en zijn intensieve hulp bij het veldwerk.
- Peter Silverans, Kevin Diependaele en Wouter Van den Berghe voor hun constructieve input op het onderzoeksdesign.
- Kristel Verachtert voor de administratieve ondersteuning.
- Ilse Harms (Rijksuniversiteit Groningen) en Julie Delzenne, die instonden voor de externe en interne review van dit rapport, voor hun relevante adviezen en voorstellen om dit rapport nog beter te maken.

De exclusieve verantwoordelijkheid voor de inhoud van het rapport ligt echter bij de auteurs.

Inhoud

Tabellen- en figurenlijst	5
Samenvatting	6
Summary	10
1 Inleiding	14
2 Studies	17
2.1 Vragenlijststudie	17
2.1.1 Methodologie en steekproef	17
2.1.2 Resultaten	17
2.1.3 Discussie	22
2.2 Oogbewegingsstudie	23
2.2.1 Methode	23
2.2.2 Analyses	27
2.2.3 Resultaten	29
2.2.4 Discussie	34
3 Conclusies en aanbevelingen	37
3.1 Conclusies	37
3.2 Pistes voor verder onderzoek	38
3.3 Aanbevelingen	39
Referenties	41
Bijlagen	45
Bijlage 1: Overzicht van de stratificatiecellen	45
Bijlage 2: Volledige vragenlijst zoals gebruikt in de online vragenlijststudie	46
Bijlage 3: NASA Task load index	50
Bijlage 4: Vragenlijst aangeboden via een tablet aan het einde van de oogbewegingsstudie	51

Tabellen- en figurenlijst

Tabel 1	Percentage deelnemers dat beschikt over een navigatiesysteem per leeftijdscategorie. _____	18
Tabel 2	Percentages geassocieerd met het gebruik van verschillende navigatiemiddelen per leeftijdscategorie en gemiddeld. _____	19
Tabel 3	Overzicht van het aantal km en aantal instructies voor de twee gewenningsritten en de twee testritten. _____	24
Tabel 4	Overzicht van het aantal in de analyses opgenomen ritten binnen iedere cel van het design. ____	28
Tabel 5	Overzicht van het gemiddelde percentage totale kijktijd en aandeel fixaties, en de gemiddelde individuele fixatieduur, per interessegebied voor beide navigatieposities (raam, vast). Significante verschillen volgens de joint test methode zijn vetgedrukt, met significantieniveau $\leq .05$ '*' en randsignificantie $\leq .07$ '(*)'. _____	32
Figuur 1	A. Toegestane plaatsing (gearceerde zone) van een navigatietoestel volgens de wegcode van Luxemburg (Ministère du Développement Durable et des Infrastructures, 2016). B. Advies voor plaatsing van het navigatiesysteem volgens navigatiesysteemfabrikant TomTom (TomTom, 2013). _____	15
Figuur 2	Percentage bestuurders die een bevestigingssysteem gebruiken voor een draagbaar navigatiesysteem. _____	19
Figuur 3	Links: percentage bestuurders die een bevestigingssysteem plaatsen aan de voorruit, op het dashboard of op een andere plaats. Rechts: percentage bestuurders die hun draagbaar systeem bevestigen in vak 1-10 van de voorruit. _____	20
Figuur 4	Percentage bestuurders die een smartphone- of tablethouder gebruiken bij het gebruik van een navigatie-app. _____	20
Figuur 5	Links: percentage bestuurders die een smartphone/tablet houder plaatsen op verschillende locaties in de wagen. Rechts: percentage bestuurders die hun houder bevestigen in de 10 vakken van de voorruit. _____	21
Figuur 6	Afbeelding van de twee opstellingen 'RAAM' en 'VAST' die in de oogbewegingsstudie gebruikt werden. _____	23
Figuur 7	Links: opstelling met raampositie. Rechts: opstelling met vaste positie. Onder: Oogbewegingsbril 'pupil headset' _____	25
Figuur 8	Frequentiedistributie van de fixatieduur per navigatiepositie. Fixaties korter dan 150 ms en langer dan 609 ms werden niet in de analyses opgenomen. _____	29
Figuur 9	Percentage van de totaal geregistreerde fixatietijd die op elk interessegebied viel, afzonderlijk voor ritten waarbij de navigatie bevestigd werd in de vaste positie of aan het raam (Boxplots: Middenlijn: mediaan, Box: 1ste tot 3de kwartiel, Lijnen: spreidingsbreedte, Punten: uitschieters). Statistisch significante verschillen ($p \leq .05$) volgens de joint test methode worden aangeduid met '*'. _____	30
Figuur 10	Percentage fixaties per interessegebied en navigatiepositie (raam, vast), proportioneel ten opzichte van het totaal aantal geregistreerde fixaties (Boxplots: Middenlijn: mediaan, Box: 1ste tot 3de kwartiel, Lijnen: spreidingsbreedte, Punten: uitschieters). Statistisch significante verschillen ($p \leq .05$) volgens de joint test methode worden aangeduid met '*'. _____	31
Figuur 11	Duur van individuele fixaties per interessegebied en navigatiepositie (raam, vast) (Boxplots: Middenlijn: mediaan, Box: 1ste tot 3de kwartiel, Lijnen: spreidingsbreedte, Punten: uitschieters). Randsignificantie ($p \leq .07$) volgens de joint test methode wordt aangeduid met '(*)'. _____	32
Figuur 12	NASA taaklastscore per subschaal en navigatiepositie (raam, vast). (Boxplots: Middenlijn: mediaan, Box: 1ste tot 3de kwartiel, Lijnen: spreidingsbreedte, Punten: uitschieters). Randsignificantie ($p \leq .07$) volgens de joint test methode wordt aangeduid met '(*)'. _____	33

Samenvatting

Inleiding

Digitale navigatiesystemen zoals draagbare (of losse) navigatietoestellen, ingebouwde (of vaste) navigatie, en navigatie-apps op de smartphone of tablet zijn niet meer weg te denken uit de auto. Uit onderzoek is gebleken dat ze de rijprestaties over het algemeen gunstig beïnvloeden. De toestellen blijven echter een bron van afleiding, aangezien het gebruik ervan vereist dat de aandacht verdeeld wordt over het toestel en de weg. Die afleiding kan de veiligheid in het gedrang brengen. Veel onderzoek naar veilig gebruik van digitale navigatietoestellen, spitst zich toe op het design van het toestel zelf en/of de interactie van de gebruiker met het systeem.

Dit rapport focust op een derde factor waarvan geweten is dat het een invloed heeft op de veiligheid, namelijk de plaatsing van het systeem in de wagen. Die positie blijkt namelijk een invloed te hebben op zowel de rijperformantie als de aandachtsverdeling van bestuurders tussen het navigatiesysteem en de weg. Plaatsing van het systeem buiten het gezichtsveld vertraagt de reactie, vermindert de voertuigcontrole en verlaagt het gebruiksgemak.

Welke positie optimaal is kan echter niet uit de literatuur worden afgeleid. Volgens de richtlijnen die door auto- en navigatietoestelfabrikanten worden gebruikt dient het systeem gemakkelijk zichtbaar te zijn, zonder het zicht op de weg te belemmeren. In de Belgische wetgeving bestaan geen specifieke regels over het gebruik of de plaatsing van navigatietoestellen.

Het doel van de huidige studie was tweeledig: Enerzijds wilden we nagaan hoe digitale navigatiesystemen door de Belgische populatie worden gebruikt. Anderzijds wilden we de impact nagaan van de in België meest gebruikte posities op veiligheid en visuele aandachtsverdeling.

Vragenlijststudie

Een representatieve steekproef van 1182 Belgische automobilisten die minstens twee jaar over een rijbewijs beschikten en minstens 1500 km per jaar reden vervulde een online vragenlijst. De respondenten werden bevraagd over welke navigatiesystemen ze beschikken, welke types ze in de praktijk gebruiken, waar die bevestigd worden en wat hun attitude is ten opzichte van de systemen.

Uit de resultaten blijkt dat 87% van de autogebruikers één of meerdere digitale navigatiesystemen bezit. Daarvan beschikt de helft (50%) over een ingebouwd systeem. Eveneens ongeveer de helft (47%) bezit een draagbaar systeem en ongeveer een derde (34%) geeft aan een navigatieapp te hebben op de smartphone.

In de praktijk worden vooral ingebouwde systemen vaak gebruikt (43%). Draagbare systemen (32%) en apps (24%) worden minder vaak gebruikt. Verder blijkt dat veel bestuurders zich voor navigatie baseren op verkeersborden die richting aangeven (57%) en dat papieren kaarten en wegbeschrijvingen bijna niet meer gebruikt worden (10%).

Draagbare systemen worden door 80% van de gebruikers vaak of altijd met een bevestigingssysteem gebruikt. Bij de smartphone is dat maar bij 46% het geval. De voorruit (74%) is de populairste bevestigingspositie voor draagbare toestellen, waarbij het apparaat in 60% van de gevallen midden onderaan het raam wordt bevestigd. Wanneer bevestigd, bevindt de smartphone zich meestal aan het ventilatierooster (45%) of de voorruit (27%). Wanneer geen bevestigingssysteem wordt gebruikt, wordt het toestel vooral tussen de versnellingspook en de voorzijde van de wagen, of op de passagierszetel gelegd.

Verder maken de meeste gebruikers van digitale navigatiesystemen gebruik van zowel de visuele als de auditieve informatie (79%), vindt de meerderheid van de gebruikers hun navigatiesysteem betrouwbaar (89%) en duidelijk (69%) en vindt slechts 7% een navigatiesysteem/-app in de wagen onveilig.

Oogbewegingsstudie

Het tweede deel van de studie had als doel verschillen in aandachtsverdeling en gebruiksgemak na te gaan tussen de twee in België meest gebruikte bevestigingsposities voor het navigatiesysteem. De twee posities werden uit de vorige studie afgeleid: De middenconsole van de wagen waar ingebouwde toestellen en de smartphone vaak worden bevestigd (verder 'vaste' positie genoemd) en midden onderaan de voorruit (verder

positie aan het 'raam' genoemd), waar draagbare navigatietoestellen en eveneens smartphones vaak geplaatst worden (zie Figuur A).

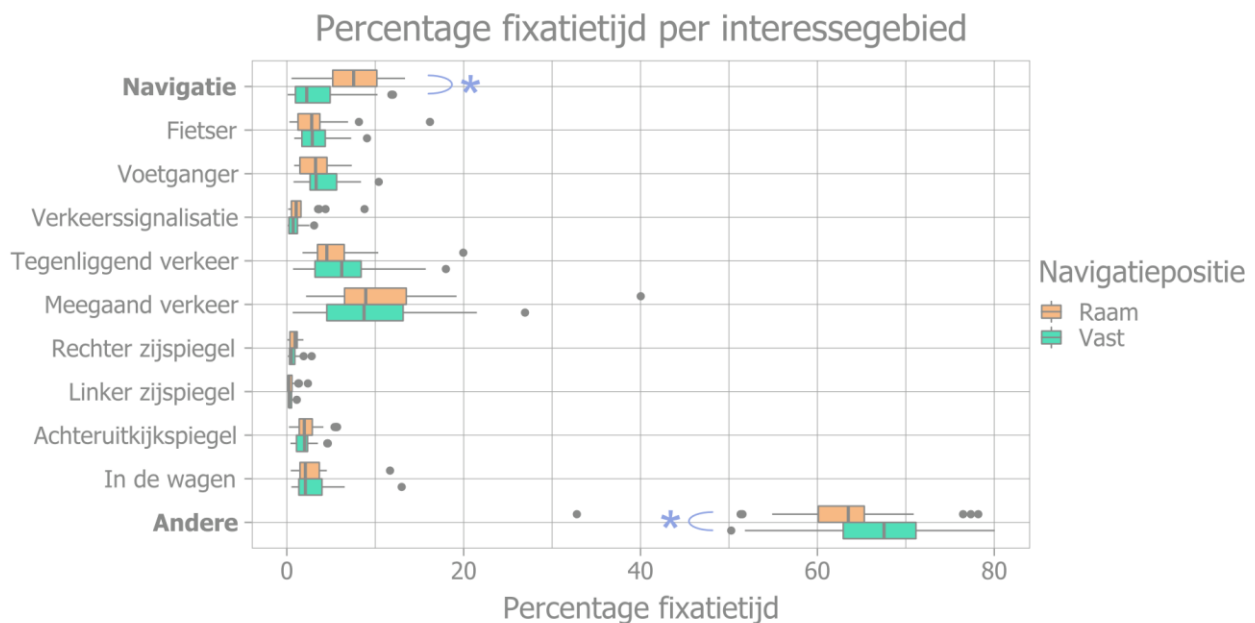
Figuur A Afbeelding van de opstellingen 'RAAM' en 'VAST' die in de oogbewegingsstudie gebruikt werden.



Een steekproef van 27 proefpersonen reed elk twee ritten op de openbare weg waarbij de positie van het navigatiesysteem werd gemanipuleerd. Elke proefpersoon was minstens twee jaar in het bezit van een rijbewijs, reed elk jaar minstens 1500 km en had ervaring met digitale navigatiesystemen. Tijdens de ene rit bevond het toestel zich aan de voorruit, en in de andere rit bevond het zich in de vaste positie. De volgorde van de ritten en van de positie van het navigatiesysteem werd gecontrabalanceerd. Tijdens de volledige rit werd via oogbewegingsregistratie continu gemonitord waar de bestuurder naar keek. Na elke rit gaven proefpersonen aan hoe belastend ze de rit vonden op zes subschalen van de NASA taaklast vragenlijst. Na de laatste rit vulden ze een vragenlijst in over hun eigen bezit en gebruik van navigatiesystemen, hoe ze die bevestigen, welke informatie ze gebruiken en wat hun attitudes zijn in verband met digitale navigatiesystemen.

Wanneer het navigatiesysteem aan het raam was bevestigd, spendeerden de proefpersonen ongeveer dubbel zoveel kijktijd (7,4%) op het toestel dan wanneer het zich in de vaste positie bevond (3,5%) (zie Figuur B).

Figuur B Percentage van de volledige geregistreerde fixatietijd dat op elk geselecteerd interessegebied viel, afzonderlijk voor ritten waarbij de navigatie bevestigd werd in de vaste positie of aan het raam (Boxplots: Middenlijn: mediaan, Box: 1ste tot 3de kwartiel, Lijnen: spreidingsbreedte, Punten: uitschieters). Statistisch significante verschillen ($p \leq .05$) volgens de joint test methode worden aangeduid met '*'.



Het aantal oogbewegingen naar het navigatiesysteem volgde hetzelfde significante patroon: de vaste positie kreeg maar half zoveel fixaties (3,5%) als de positie aan het raam (7,3%). Daarnaast duurden individuele fixaties op het navigatietoestel aan het raam gemiddeld iets langer (242 ms) dan in de vaste positie (225 ms).

Naast het groter aantal fixaties en de langere kijktijd naar de navigatie in de raampositie gaf ook 78% van de proefpersonen aan deze opstelling gemakkelijker te vinden om te navigeren dan de vaste positie. Wanneer het toestel zich in de vaste positie bevond, ervaren iets meer proefpersonen frustratie dan wanneer het toestel aan het raam bevestigd was.

Uit de resultaten kan niet afgeleid worden dat het navigatiesysteem aan het raam meer visuele afleiding veroorzaakt. De proefpersonen keken weliswaar langer en vaker naar het toestel in de raampositie, maar de individuele fixaties duurden ook iets langer, wat suggereert dat de fixaties bewust waren, en niet het gevolg van onvrijwillige visuele afleiding. Bovendien ervoeren proefpersonen met het toestel aan het raam minder frustratie en werd het navigeren met het systeem in de raampositie door de grote meerderheid van de proefpersonen ook gemakkelijker bevonden dan in de vaste positie.

In de vaste positie was er minder kijktijd naar het navigatietoestel en waren de fixaties beperkter en korter. Dit suggereert een compensatiemechanisme in het visueel gedrag van de proefpersonen om de grotere afstand van het navigatiesysteem in de vaste positie tot het centrale zicht op de baan te overbruggen.

De geobserveerde verschillen in oogbewegingspatronen, ervaring en voorkeur ondersteunen bijgevolg de hypothese dat een kleinere afstand van het toestel ten opzichte van het centrum van het gezichtsveld tijdens het rijden, de verplaatsing en verdeling van de visuele aandacht tussen de wegomgeving en het navigatiesysteem faciliteert.

De verschillen in fixatiepatroon tussen beide posities dienen echter met de nodige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd, aangezien onnauwkeurigheid van de registratie van de oogbewegingscoördinaten mogelijk een rol speelt. De werkelijke verschillen tussen beide posities kunnen dus groter of kleiner zijn dan hier waargenomen.

Conclusies en pistes voor verder onderzoek

De online bevraging wijst uit dat digitale navigatietoestellen goed ingeburgerd zijn. Ze worden echter niet altijd met een bevestigingssysteem gebruikt. Dat is vooral het geval bij smartphones. Opvallend hierbij is dat het toestel in dat geval vaak op een plaats buiten de normconforme zones geplaatst wordt. Houders voor draagbare systemen en smartphones worden op veel verschillende plaatsen in de wagen vastgemaakt, maar de positie midden onderaan de voorruit is de meest populaire.

De twee meest gebruikte posities voor digitale navigatiesystemen vallen binnen de zones die door fabrikanten worden aangeraden: midden onderaan de voorruit en bovenaan de middenconsole van de wagen. In de resultaten van de oogbewegingsstudie vinden we geen evidentie dat een positie binnen het visuele veld tijdens het rijden, wat het geval is aan de voorruit, storend of afleidend zou zijn. De resultaten geven ook niet aan dat plaatsing van het navigatiesysteem net buiten het centrale visuele veld tijdens het rijden, zoals bovenaan de middenconsole, tot minder kijkgedrag naar de geselecteerde verkeersrelevante zaken op de weg leidt. De iets grotere afstand (tussen de vaste navigatiepositie en de blik op de baan) lijkt gecompenseerd te worden door aangepast kijkgedrag (minder en kortere fixaties, kortere kijktijd) naar de navigatie. We kunnen bijgevolg uit de data niet afleiden dat één van beide posities (on)veiliger zou zijn dan de andere. Wat betreft gebruiksgemak lijkt de positie aan het raam de voorkeur te krijgen.

Verder onderzoek is nodig om de impact na te gaan van niet-normconforme, maar toch vaak gebruikte posities, al dan niet met een houder. Oogbewegingsdata worden idealiter aangevuld met rijparameters via een geïnstrumenteerde wagen om een vollediger interpretatie in termen van veiligheid toe te laten. De interactie tussen rijervaring, leeftijd en de positie van het navigatiesysteem, alsook interacties tussen navigatiepositie en complexiteit van wegsituaties zijn waardevolle onderzoekspistes. Verder zorgt de snelle opkomst van nieuwere navigatiemethoden zoals head-up displays voor een groeiende nood aan kennis over de impact van deze systemen op veiligheid en verdeling van de visuele aandacht. Tot slot dient in kaart gebracht te worden of, in welke mate en hoe het gebruik van navigatietoestellen al dan niet bijdraagt aan ongevallen.

Aanbevelingen

Op basis van de bevindingen in de literatuur en de resultaten van deze studie stelt Vias institute een aantal aanbevelingen voor.

Met betrekking tot regelgeving zouden normen en richtlijnen voor de positionering van niet-ingebouwde digitale navigatietoestellen in voertuigen nuttig zijn. Daarbij dient een zo klein mogelijke afstand tussen de navigatie en het centrale zicht op de baan, zonder interferentie van de navigatie met relevante delen van de baan of van de voertuuginstrumenten, nagestreefd te worden. Het gebruik van dergelijke toestellen zou moeten worden gelimiteerd tot posities conform deze normen.

Met betrekking tot sensibilisatie kan gewezen worden op het belang van het gebruik van een bevestigingssysteem voor alle niet ingebouwde navigatietoestellen. Dit geldt extra voor het navigeren met een

smartphone, aangezien veel Belgische bestuurders de smartphone los in de wagen leggen. Uit de literatuur blijkt dat een grotere afstand tussen het navigatietoestel en het centrale zicht op de baan een negatieve impact kan hebben op de verkeersveiligheid. Ook instructies met betrekking tot de optimale positie van de houder vormen nuttige informatie.

Daarnaast is algemeen aan te bevelen bestuurders te sensibiliseren over het belang van regelmatige kaartupdates aangezien wegen en infrastructuur veranderlijk zijn. Bij heel wat toestellen (wel en niet ingebouwd) en ook bij navigeer-apps wordt de kaart niet automatisch geüpdatet. Met betrekking tot infrastructuur wordt algemeen aangeraden de bewegwijzering duidelijk en goed zichtbaar op te stellen en veranderingen aan verkeerssituaties en weginfrastructuur tijdig door te geven aan providers van digitale navigatie-informatie.

Summary

Introduction

The use of digital navigation systems such as portable (or standalone) devices for navigation, built-in (or fixed) navigation, and smartphone and tablet apps for navigation has become an integral part of driving a car. Research has shown that these systems generally have a positive effect on driving performance. However, they remain a source of distraction, since their use requires dividing attention between the device and the road, which can compromise safety. Most research about the safe use of digital navigation devices focuses on the design of the device itself and/or the interaction between user and system.

This report focuses on a third factor known to influence safety, namely the position of the system in the car. The position of the navigation device has been shown to influence both driving performance and the driver's attention distribution between the navigation system and the road. Placement of the system outside the field of view increases reaction times, reduces vehicle control and diminishes the ease of use.

An optimal position cannot be deduced from the existing literature. According to the guidelines used by car and navigation unit manufacturers the system should be easily visible without obstructing the view of the road. Belgian traffic law does not specify rules regarding the use or placement of navigation devices.

The aim of the current study was twofold: On the one hand, we wanted to find out how digital navigation systems are used by the Belgian population. On the other hand, we wanted to examine the impact of the most frequently used positions for navigation devices by Belgian drivers on safety and visual attention distribution.

Survey study

A representative sample of 1182 Belgian car drivers who were in possession of a driving license for at least two years and who drove at least 1500 km per year, completed an online survey. The respondents were asked what kind of navigation systems they possess, which types they actually use and in which position, and what their attitude is towards the systems.

The results show that 87% of the drivers are in possession of one or more digital navigation systems. Half (50%) of them have a built-in system. Also about half (47%) of them have a portable system and about a third (34%) indicate having a navigation app on the smartphone.

In practice, mostly built-in systems are used (43%). Portable systems (32%) and apps (24%) are used less often. In addition, many drivers use road signs that indicate direction (57%) for navigation, while paper maps and route descriptions are almost no longer used (10%).

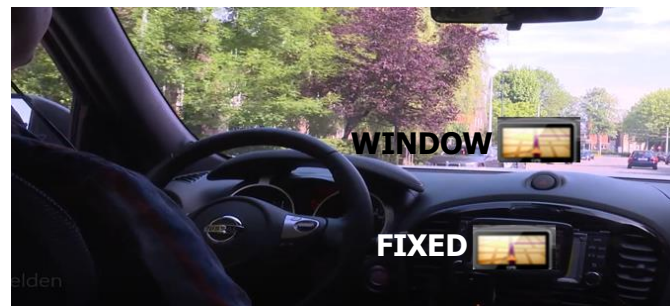
Portable devices are often or always used with an attachment system by 80% of the users. This is only in 46% the case for smartphone users. The windshield or front window (74%) is the most popular position to mount portable devices, with 60% of the respondents indicating the mid-bottom area of the window. When mounted, the smartphone is mainly fixed to an air vent (45%) or the front window (27%). When not mounted, the device is mainly placed between the gear lever and the front of the car, or laid on the passenger seat.

Furthermore, most users of digital navigation systems rely on both visual and auditory information (79%), the majority of users finds their navigation system reliable (89%) and clear (69%) and only 7% thinks a navigation system/app is unsafe in the car.

Eye-tracking study

The second part of the study aimed at identifying differences in visual attention distribution and ease of use between the two most frequently used mounting positions for navigation systems in Belgium. These two positions were derived from the aforementioned survey study. The first position was the centre console of the car, where built-in devices and smartphones are often attached (henceforth called 'fixed'). The second position was the mid-bottom area of the front window (henceforth called 'window'), where portable devices and smartphones are often attached (see Figure A).

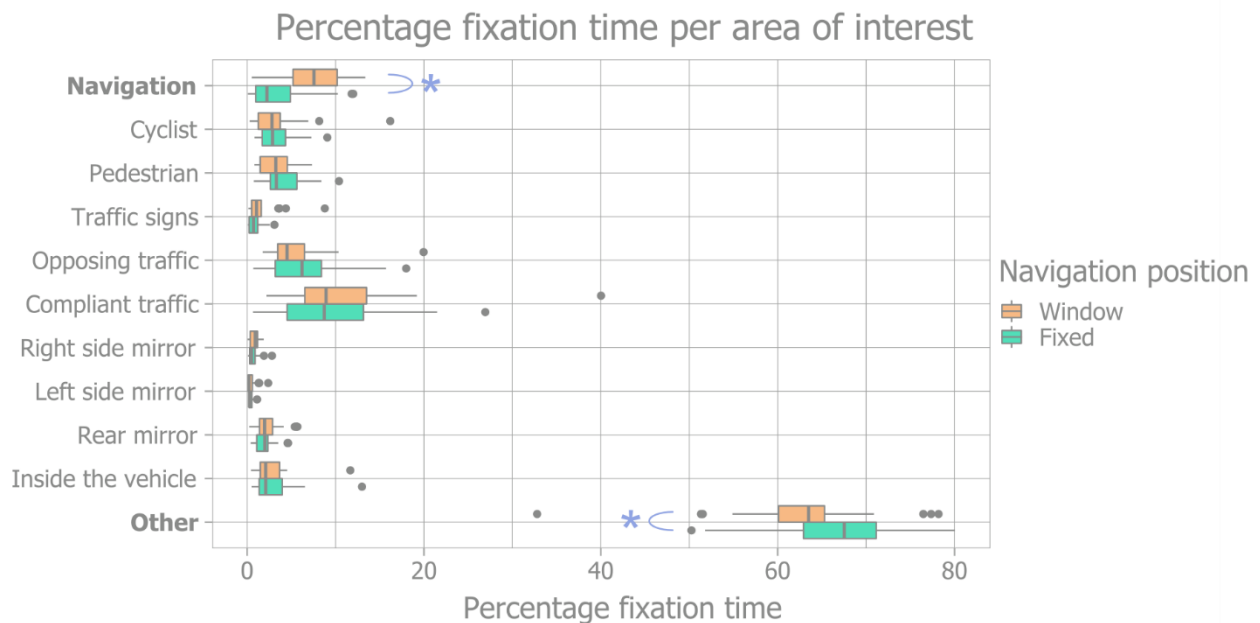
Figure A Image of the positions 'WINDOW' and 'FIXED' that were used in the eye-tracking study.



A sample of 27 subjects each drove two rides on the public road during which the position of the navigation system was manipulated. Each participant had at least two years a driving license, drove at least 1500 km per year and had experience with digital navigation systems. During one ride the device was attached to the windshield, and in the other ride it was attached in the position typically used for fixed devices. The order of the rides and the position of the navigation system were counterbalanced among the participants. Throughout the ride, eye-tracking registration allowed continuous monitoring of where the driver was looking. After each ride, subjects indicated how demanding they found the ride on six subscales of the NASA task load questionnaire. After the last ride they completed a questionnaire about their own possession and use of navigation systems, how they attach them, which information they use and what their attitudes are with respect to digital navigation systems.

When the navigation system was attached to the window, the subjects spent about twice as much viewing time (7,4%) on the device than when it was in the fixed position (3,5%) (See Figure B).

Figure B Percentage of the total registered fixation time on each selected area of interest, for rides with the navigation device in the fixed and window position separately (Boxplots: Centre line: median, Box: 1st till 3rd quartile, Lines: spread, Dots: outliers). Statistically significant differences ($p \leq .05$) according to joint test method are indicated with '*'.



The number of eye movements to the navigation system followed the same significant pattern: there were only half as many fixations on the navigation system in the fixed position (3,5%) compared to the window position (7,3%). Besides that, individual fixations on the navigation device attached to the front window lasted on average slightly longer (242 ms) than when it was attached in the fixed position (225 ms).

Besides the higher number of fixations and the longer total fixation time to the navigation in the window position, 78% of the subjects also indicated that they found this set-up easier to navigate than the fixed

position. When the device was in the fixed position, slightly more subjects felt frustration than when the device was attached to the window.

From the results it cannot be deduced that the navigation system in the window position causes more visual distraction. Although the subjects looked longer and more often at the navigation on the window, the individual fixations were also longer, suggesting that the fixations were conscious, and not the result of involuntary visual distraction. Moreover, subjects experienced less frustration when the device was positioned on the window and navigating in the window position condition was experienced as easier by the vast majority of the subjects.

In the fixed position, the total fixation time to the navigation was shorter and the fixations were less numerous and slightly shorter. This suggests a compensatory mechanism in the visual behaviour of the subjects to overcome the bigger distance of the navigation device to the central view on the road.

The observed differences in eye-tracking patterns, experiences and preference support thus the hypothesis that a smaller distance of the device relative to the centre of the visual field while driving facilitates the shift and division of attention between the road and the navigation device.

However, the differences in fixation pattern between both positions should be interpreted with caution, as inaccuracy in the eye-tracking registration may play a role. The actual differences between the two positions could therefore be larger or smaller than observed.

Conclusions and opportunities for further research

The online survey shows that digital navigation devices are now commonplace, nevertheless, they are not always used with a mounting system. This is especially the case for smartphones. Strikingly, smartphones are often placed at a location outside the norm-compliant zones. Specially designed holders for portable systems and smartphones are attached in many different places in the car, but the mid-bottom of the front window is the most popular position.

The two most frequently used positions for digital navigation systems are both located within the areas recommended by manufacturers: at the bottom centre of the front window and at the top of the central car console. The results of the eye-tracking study contain no evidence that a navigation position within the visual field during driving, such as the front window, would be disruptive or distracting. The results also do not indicate that placing the navigation device just outside the central visual field while driving, like on the top of the central car console, leads to less looking behaviour towards the selected traffic relevant areas. The slightly increased distance between the navigation device and the view on the road, seems to be compensated by adapted looking behaviour to the navigation (less and shorter fixations, shorter total fixating time). Thus, it cannot be inferred from the data that one of the two positions would be (un)safer than the other. In terms of ease of use, the position on the front window seems to be preferred.

Further research is needed to examine the impact of non-norm-compliant, yet frequently used positions, with or without a holder. The eye-tracking data are ideally supplemented with driving parameters through an instrumented car to allow a more complete interpretation in terms of safety. The interaction between driving experience, age and the position of the navigation system, as well as interactions between navigation position and complexity of traffic situations, are valuable research tracks. Furthermore, the rapid rise of new navigation methods such as head-up displays creates a growing need for knowledge about the impact of these systems on safety and division of visual attention. Finally, it should be analysed whether, to what extent and how the use of navigation devices does or does not contribute to the incidence of accidents.

Recommendations

Based on findings from literature and the results of this study, Vias institute proposes a number of recommendations.

With regard to regulations, norms and guidelines for the placement of non-built-in devices in vehicles would be useful. It would be good for users to keep the distance between the navigation device and the central view of the road as small as possible, taking care that the device does not block essential parts of the view of the road or the instruments on the dashboard. The use of such navigation devices should only be allowed when attached in positions that comply with these norms.

With regard to sensitisation, the importance of using a mounting system for all non-built-in navigation devices can be emphasized. This is especially relevant for navigation via a smartphone app, as many Belgian drivers lay their smartphone loose in the car. Based on the literature a larger distance between the navigation device

and the view of the road has been shown to negatively impact road safety. Instructions regarding the optimal position of that mounting system are also useful.

Furthermore, it can be generally recommended to sensitize drivers about the importance of road map updates as roads and infrastructure are constantly changing. This is important because a lot of navigation devices (built-in as well as non-built-in) and navigation-apps are not being updated automatically. With regard to infrastructure, it is generally recommended that the signposting is straightforward and clearly visible, and that changes to traffic situations and road infrastructure are communicated in time to providers of digital navigation information.

1 Inleiding

Digitale navigatiesystemen zijn niet meer weg te denken uit de auto. Veel automobilisten gebruiken regelmatig een van de vele smartphone applicaties (apps) of ingebouwde (vaste) dan wel draagbare (losse) navigatietoestellen om de snelste of kortste route naar hun bestemming te vinden (Katteler, Sombekke, & Van Mieghem, 2009; SWOV, 2010; Christoph, 2010). Hierdoor leggen automobilisten minder afstand af met de wagen en spenderen ze minder tijd in het verkeer, wat de verkeersveiligheid ten goede komt (Aichinger, Aigner-Brueuss, Aleksa, Kaiser, et al., 2014; Vonk, Van Rooijen, Hogema, & Feenstra, 2007). Navigatiesystemen vinden ook steeds vaker hun weg naar de rijkschool. Tijdens het rijexamen in het Vlaams en Brussels gewest mag een navigatiesysteem gebruikt worden om gedurende 10 à 15 minuten de vaardigheid om zelfstandig te rijden te kunnen beoordelen (Goca, 2019).

Ten opzichte van papieren wegenkaarten zijn digitale navigatiesystemen een verbetering qua gebruiksgemak en verkeersveiligheid. Met name de plaatsing van het navigatiesysteem in de auto is hierbij een belangrijke factor (Fuller & Tsimhoni, 2009; Itoh, Yamashita, & Kawakami, 2005). Uit onderzoek bleek dat de rijtaak veilig kan worden uitgevoerd mits het navigatiesysteem zich min of meer binnen het blikveld van de bestuurder bevond (Wittmann et al., 2006), wat met een papieren kaart of wegbeschrijving niet mogelijk is. Vergeleken met papieren kaarten letten gebruikers van navigatiesystemen hierdoor beter op de weg (Kun, Paek, Medinica, Oppelaar, & Palinko, 2009), reageren ze sneller op andere weggebruikers (Srinivasan & Jovanis, 1997; Haupt, Van Nes, & Risser, 2015) en ervaren ze een lagere mentale belasting en minder stress (Lee & Cheng, 2008).

Dit heeft een gunstig effect op de rijprestatie. Zo overschrijden gebruikers van navigatiesystemen weliswaar vaker de snelheidslimieten (Knapper, Van Nes, Christoph, Hagenzieker & Brookhuis, 2016), rijden ze gemiddeld iets sneller (gemiddeld 2 à 3 km/h), maar rijden ze wel rechter binnen hun rijstrook (Lee & Cheng, 2008; Haupt, Van Nes, & Risser, 2015). De hogere gemiddelde snelheid van navigatiesysteemgebruikers kan duiden op een verlaagde mentale werklast (Uchiyama, Kojima, Hongo, Terashima, & Wakita, 2002; Marciano & Yeshurun, 2015).

Qua kijkgedrag is er tevens een duidelijk voordeel van navigatiesystemen ten opzichte van papieren kaarten. Automobilisten die met papieren kaarten navigeren, kijken vaker en langer opzij dan gebruikers van navigatiesystemen om in de 'echte wereld' oriëntatiepunten te zoeken die overeenkomen met de informatie die ze krijgen van de papieren wegbeschrijving of wegenkaart (Haupt, Van Nes, & Risser, 2015). Gebruikers van navigatiesystemen vertonen een veel constanter kijkpatroon en wanneer zij opzij kijken is het eerder met de intentie om potentiële gevaren te detecteren dan om oriëntatiepunten te zoeken. Dit verschil in kijkgedrag maakt ook dat gebruikers van navigatiesystemen sneller reageren op hun omgeving en eerder stoppen voor overstekende voetgangers en fietsers dan gebruikers van papieren wegkaarten (Haupt, Van Nes, & Risser, 2015). Uit onderzoek is wel gebleken dat mensen iets langer naar hun navigatiesysteem kijken vlak nadat ze een auditieve instructie hebben gekregen, doordat automobilisten nieuwe auditieve instructies interpreteren en verwerken aan de hand van visuele informatie van het navigatiesysteem (Christoph, van Nes, & Wesseling, 2012).

In het verleden heeft onderzoek rond navigatiesystemen zich voornamelijk gefocust op het design van de navigatiesystemen (Haupt, Van Nes, & Risser, 2015; Burnett, 2000; Lee, Forlizzi, & Hudson, 2008; Lin, Wu, & Chien, 2010; Parkes & Coleman, 1990; Srinivasan, 1999) en op hoe het gebruik van navigatiesystemen (bijv. het ingeven van een nieuwe bestemming) de rijprestaties beïnvloedt (Dingus, Atin, Hulse, & Wierwille, 1989; Lee, Caven, Haake, & Brown, 2001; McCall, Achler, & Trivedi, 2004).

Hoewel navigeren met een navigatiesysteem veiliger blijkt dan met papieren wegenkaarten, blijft een navigatiesysteem een bron van afleiding in de auto die nooit helemaal uit te sluiten valt. De grootste afleiding wordt veroorzaakt door het navigatiesysteem in te stellen tijdens het rijden. Uit onderzoek blijkt dat een groot deel van de bestuurders (64%) het navigatiesysteem wel eens instelt tijdens het rijden, ondanks het feit dat de meerderheid van de mensen zich ervan bewust is dat dit extra risico's met zich meebrengt (Oei, 2002). In een recentere bevraging in Nederland geeft 32% van de automobilisten toe de navigatie wel eens in te stellen op de smartphone tijdens het rijden (SWOV, 2017).

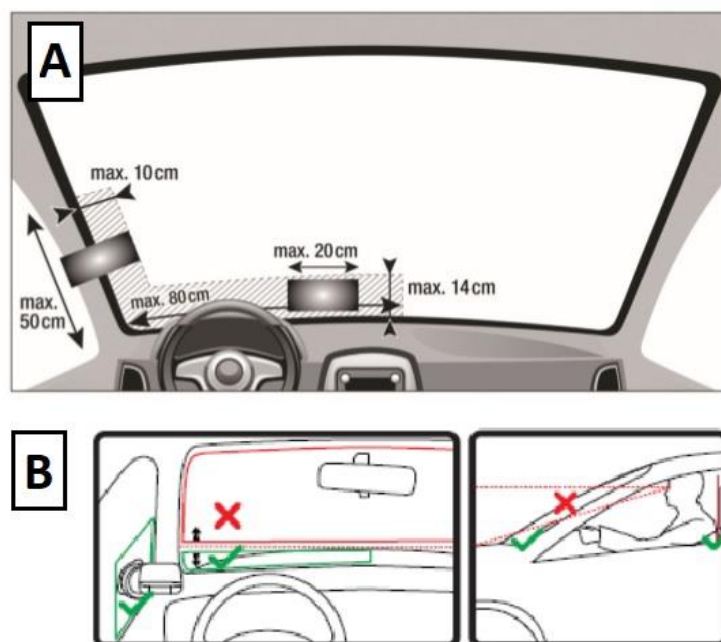
Voor dit rapport ligt de focus op de vraag hoe we de afleiding door navigatiesystemen zo laag mogelijk kunnen houden door het systeem strategisch te plaatsen in het voertuig. Er werd nog maar weinig onderzoek gedaan naar de optimale plaatsing van het navigatiesysteem, waardoor dit aspect van navigatiesystemen in de auto nog niet volledig duidelijk is.

De plaatsing van het navigatiesysteem is van belang omdat dit invloed heeft op hoe efficiënt gebruikers hun aandacht kunnen verdelen tussen de weg en het navigatiesysteem. Gezien de hoeveelheid informatie die tijdens de rijtaak moet worden verwerkt, kan een optimale plaatsing van het navigatiesysteem ervoor zorgen dat informatie die door het navigatiesysteem wordt verstrekt, sneller kan worden geïntegreerd met informatie uit de echte wereld. Dit heeft als voordeel dat de gebruiker minder risico loopt op verwarring, wat net als stress kan leiden tot irritatie en tot slechtere rijprestaties en besluitvorming (Ball & Rebok, 1994; Fernández, Usamentiaga, Carús, & Casado, 2016).

De Belgische wetgeving is vaag met betrekking tot de plaatsing van een (navigatie)toestel in de wagen. Het Koninklijk Besluit van 15 maart 1968 houdende algemeen reglement op de technische eisen waaraan de auto's, hun aanhangwagens en hun veiligheidstoebereiden moeten voldoen (Hoofdstuk VII: Inrichting Artikel 57. Bestuurdersruimte, bestuurderszitplaats, binnen- en buiteninrichting) stelt dat "§1. De bestuurder moet een vrij uitzicht hebben, zonder belemmering door enigerlei overtollig of niet-reglementair voorwerp of opschrift." Ervan uitgaande dat een navigatietoestel reglementair en 'niet overtollig' is, dient de bestuurders er dus steeds voor te zorgen dat hij/zij een vrij uitzicht heeft. Luxemburg heeft in de wegcode gespecificeerd dat een navigatiesysteem aan de bestuurderskant aan de voorruit mag worden bevestigd (zie Figuur 1A). Dit mag binnen een strook van 10 cm breed en 50 cm hoog aan de linkerkant van de voorruit, of 14 cm hoog en 80 cm breed aan de onderkant van de ruit. Het navigatietoestel zelf mag maximaal 20 cm breed zijn (Ministère du Développement Durable et des Infrastructures, 2016). Het Verenigd Koninkrijk hanteert het advies dat apparaten dusdanig aan de voorruit moeten worden bevestigd dat ze het wegzicht niet belemmeren. Verder is het verplicht om een zone van 290 mm vrij te houden gecentreerd boven het stuur (Department for Transport, 2010).

Daarnaast formuleren navigatiesysteemfabrikanten zelf ook algemene adviezen met betrekking tot de plaatsing van draagbare/losse systemen. TomTom bijvoorbeeld geeft aan dat het navigatiesysteem zo geplaatst dient te worden dat het geen belemmering vormt voor het zicht op de weg, de spiegels, de airbags, en voor het gebruik van de voertuiginstrumenten. Verder adviseert TomTom om het toestel zo laag mogelijk aan de voorruit te bevestigen, en niet direct onder de achteruitkijkspiegel (zie Figuur 1B) (TomTom, 2013). In handleidingen van Mio™ (2018) wordt erop gewezen het draagbaar toestel nooit zo te plaatsen dat het gezichtsveld van de bestuurder geblokkeerd wordt. De adviezen van navigatiesysteemfabrikanten zijn algemeen van aard en omvatten geen specificaties t.a.v. afstanden of vlakken die aan hun eigen advies voldoen.

Figuur 1 A. Toegestane plaatsing (gearceerde zone) van een navigatietoestel volgens de wegcode van Luxemburg (Ministère du Développement Durable et des Infrastructures, 2016). B. Advies voor plaatsing van het navigatiesysteem volgens navigatiesysteemfabrikant TomTom (TomTom, 2013).



Adviezen zijn ook terug te vinden binnen de automobiellindustrie. Deze hebben betrekking op de plaatsing van ingebouwde navigatiesystemen. De Alliance of Automobile Manufacturers (2002) adviseert dat een

navigatiesysteem zo hoog mogelijk op het instrumentenpaneel moet worden geplaatst en zo dicht mogelijk bij de gebruiker, liefst in de centrale console van het voertuig. Volgens de JAMA-richtlijnen (Japan Automobile Manufacturers Association Inc., 2004) mag een navigatiesysteem het gebruik van het stuur niet hinderen, het zicht op de instrumenten (bijv. de snelheidsmeter) en de weg niet belemmeren en moet het navigatiesysteem zichtbaar zijn zonder dat de gebruiker zijn houding hiervoor moet aanpassen tijdens het rijden. In het onderzoek dat werd uitgevoerd voor het opstellen van de JAMA-richtlijnen (Yoshitsugu, Ito, & Asoh, 2000) werd als uitgangspunt gebruikt dat een navigatiesysteem zodanig dient te worden gepositioneerd dat de gebruiker ondanks het kijken naar de display nog steeds op tijd kan reageren op een naderend object op de weg om een botsing te voorkomen. Tevens werd de hoogte waarop de gebruiker zich bevindt ten opzichte van de weg in overweging genomen.

Idealiter dient het scherm zich te bevinden binnen 30° van het centrum van het horizontale blikveld van de automobilist. Onderzoek laat zien dat hoe dichter het navigatiesysteem bij het centrum van het blikveld staat, hoe efficiënter er gebruik van kan worden gemaakt (Itoh et al., 2005). Zowel jonge als oudere automobilisten reageerden sneller wanneer het navigatiesysteem horizontaal 15° uit het centrum van het blikveld verwijderd stond tegenover 30° (Itoh et al., 2005).

De JAMA-richtlijnen specificeren tevens dat de maximale hoek op het verticale vlak eveneens 30° bedraagt. Dat wil zeggen dat, gezien vanuit het centrum van het blikveld van de automobilist, een navigatiesysteem niet lager dan 30° dient te worden geplaatst om er nog optimaal gebruik van te kunnen maken. Dit geldt voor voertuigen waarin voor de automobilist het oogpunt minder dan 1700 mm vanaf de grond is. Voor voertuigen waarin het oogpunt vanaf de grond 1700 mm of hoger is (zoals bij een vrachtwagen), kan de maximale verticale hoek gemeten worden met de volgende formule: $\text{hoek (graden)} = 0.013 \times \text{oogpunt vanaf de grond (mm)} + 15$.

Of een lager geplaatst navigatiesysteem nadeliger is dan een hoger geplaatst display is niet eenduidig aangetoond door eerder onderzoek. Een eerste mogelijkheid is dat automobilisten vaker kijken naar een display dat hoger (centraler in het blikveld) is geplaatst, omdat men meer subjectieve controle ervaart wanneer het display meer samenvalt met het blikveld op de weg (Zheng et al., 2016; National Highway Traffic Safety Administration, 2013; Alliance of Automobile Manufacturers, 2006). Wanneer bijvoorbeeld het gevoel van subjectieve controle toeneemt omdat men het idee heeft een beter overzicht op de weg te hebben (bijvoorbeeld in een hoger voertuig zoals een bestelwagen of een vrachtwagen), neemt het aantal langere blikken (>2 sec) op het navigatiesysteem ook toe (Larsson, Engström, & Wege, 2017). Een andere mogelijkheid is dat een lager geplaatst display lastiger te zien zou zijn, waardoor gebruikers meer blikken op het display moeten werpen om alle informatie te krijgen. Zo is uit onderzoek gebleken dat mensen vaker kijken naar een display dat lager in het blikveld is gepositioneerd ten opzichte van een hoger gepositioneerd display wanneer ze het navigatiesysteem moeten bedienen (Fuller & Tsimhoni, 2009). Andere onderzoekers vonden dat ervaren automobilisten die informatie moesten verwerken van een lager geplaatst display (38° onder het centrum van het blikveld) tot 30% minder laterale controle hadden (Summala, Nieminen, & Punto, 1996) en langzamer reageerden op stimuli buiten het voertuig (Summala, Lamble, & Laakso, 1998; Burns, Andersson, & Ekfjorden, 2000). Een andere studie die een aantal verschillende posities voor navigatiesystemen vergeleek, vond dat de rijprestaties verbeterden naarmate het display zich dichter bij de voorruit bevond, bij voorkeur bovenin de middenconsole van het voertuig en vlak boven het dashboard tegen de voorruit (Wittmann et al., 2006).

Samenvattend kan worden gesteld dat het gebruik van digitale navigatiesystemen een verbetering van de verkeersveiligheid betekent, maar tegelijk ook een bron van afleiding is voor de bestuurder. De bestuurder dient immers zijn/haar aandacht te verdelen tussen de rijtaak en de navigatietaak. Ons onderzoek richt zich daarom op de vraag hoe het afleidende effect van deze digitale navigatiesystemen kan geminimaliseerd worden. Uit de beschikbare literatuur blijkt dat de positionering van navigatiesystemen een effect heeft op de rijprestaties; een duidelijke optimale positie komt echter nog niet naar voren uit eerder onderzoek.

In dit project wilden we daarom in een eerste stap nagaan wat de meest voorkomende posities zijn voor het plaatsen van navigatiesystemen onder Belgische automobilisten. In een tweede stap werd onderzocht welke van de twee meest voorkomende posities de rijprestaties het minst beïnvloedde door middel van een speciale bril waarmee tijdens het rijden het kijkgedrag van een groep automobilisten kon worden gemeten. Concreet werden volgende onderzoeksvragen gesteld:

- Hoe gebruikt de Belgische populatie navigatiesystemen (hoe vaak gebruiken ze het, welke types gebruiken ze, waar plaatsen ze hun navigatiesysteem in de wagen,..)?
- Beïnvloedt de positie van het navigatiesysteem in de wagen het visueel gedrag en het rijgedrag?

2 Studies

2.1 Vragenlijststudie

Deze deelstudie van het onderzoek had als doel het gebruik van navigatiesystemen in de wagen bij de Belgische bevolking in kaart te brengen. Hiervoor werd een online vragenlijst bij een representatieve steekproef afgenomen. Hieronder bespreken we de methodologie en resultaten van deze studie. Aan de hand van de resultaten van deze studie werd de proefopzet van Studie 2 (oogbewegingsstudie) bepaald. We wilden namelijk weten wat de meest frequente plaatsen in de wagen zijn waar navigatiesystemen geplaatst worden. Vervolgens werd in de oogbewegingsstudie nagegaan of er een verschil is in afleidend effect tussen deze twee meest gebruikte opstellingen.

2.1.1 Methodologie en steekproef

Er waren drie criteria om deel te nemen aan de online vragenlijst: (1) minstens twee jaar in het bezit zijn van een rijbewijs B, (2) per jaar meer dan 1500 km rijden, (3) gebruik maken van een navigatiesysteem in de wagen. Van de 1598 autobestuurders die startten met de vragenlijst, voldeden 1182 aan de eerste twee criteria. Van deze 1182 respondenten gebruikten 149 respondenten geen navigatiesysteem in de wagen. De redenen die hiervoor werden opgegeven, kunnen gegroepeerd worden in twee categorieën: (1) het is niet nuttig voor de respondent om een systeem te gebruiken (voorbeelden van antwoorden: 'het is overbodig', 'ik heb het niet nodig', 'ik doe geen onbekende afstanden') en (2) de respondent wantrouwt een navigatiesysteem (voorbeelden van antwoorden: 'verkeerde informatie', 'werkt niet correct'). Van de 1033 respondenten die voldeden aan de drie criteria, vervolledigden 1002 bestuurders de vragenlijst. Deze respondenten vormden onze uiteindelijke steekproef ($n = 1002$).

De steekproef was gestratificeerd volgens geslacht, 4 leeftijdscategorieën (18-34j/ 25-39j/ 50-64j/ 65+j) en taal (NL/FR) met een niet gekruist extra quotum voor woonplaats in één van de drie gewesten. Aangezien zulke quota nooit 100% gerespecteerd kunnen worden, is achteraf ter correctie een wegingsfactor toegepast op de uiteindelijke steekproef. Zie Bijlage 1 voor een overzicht van de stratificatiecellen. Alle analyses gebeurden in IBM SPSS Statistics 25 met gebruik van wegingscoëfficiënten, teneinde resultaten te bekomen die representatief zijn voor de Belgische bestuurderspopulatie.

Respondenten vulden de vragenlijst online in (duurtijd ongeveer 10 minuten). De vragenlijst werd afgenomen tussen 23 november 2017 en 5 december 2017. De programmatie van de vragenlijst werd gedaan door Vias institute met behulp van KeySurvey software (<https://www.keysurvey.com/>). De respondenten werden gerekruteerd via een online panel van het marktonderzoeksbureau iVOX. Voor de volledige vragenlijst zie Bijlage 2.

2.1.2 Resultaten

Hierna volgt eerst een korte beschrijving van de demografische variabelen en het rijgedrag van de respondenten. Vervolgens zullen we bespreken wat de beschikbare en gebruikte navigatiesystemen zijn, waar de systemen doorgaans geplaatst worden in de wagen, welke informatie voornamelijk gebruikt wordt (visuele en/of auditieve informatie) en wat de attitudes zijn ten opzichte van navigatiesystemen.

2.1.2.1 Beschrijving demografische variabelen en rijgedrag

De steekproef bestaat voor 58% uit mannen (42% vrouwen). 66% is Nederlandstalig (44% Franstalig) en de gemiddelde leeftijd bedraagt 50 jaar (met een minimumleeftijd van 20 jaar en een maximumleeftijd van 89 jaar, $SD = 15$ jaar). Ruim de helft van de bestuurders behaalde minstens een bachelorsdiploma (36% is in het bezit van een bachelorsdiploma en 22% is in het bezit van een masterdiploma).

Wat betreft het rijgedrag

- hebben de respondenten gemiddeld genomen 29 jaar hun rijbewijs ($SD = 16$ jaar, min = 2 jaar, max = 68 jaar)
- bestuurt 93% meer dan één keer per week de wagen
- bestuurt 59% (bijna) dagelijks de wagen
- rijdt 76% tussen 1500 en 20.000 km per jaar
- hebben de meeste respondenten een eigen wagen (90%)

- is 30% minstens één keer per week beroepshalve op de baan (buiten vaste woon-werk verplaatsing)

2.1.2.2 Beschikbare navigatiemiddelen

De volgende meerkeuzevraag werd gesteld (meerdere antwoordmogelijkheden waren mogelijk op deze vraag).

Over welke van de onderstaande navigatiesystemen beschikt u?

- *ingebouwd/vast navigatiesysteem in de wagen*
- *draagbaar/portable navigatiesysteem (zoals bijvoorbeeld een TOMTOM)*
- *een navigatie-app op de smartphone of tablet*

Uit de resultaten (zie tabel 1) blijkt dat 22% van de respondenten over meer dan één navigatiesysteem in de wagen beschikt. Ongeveer de helft beschikt over een draagbaar (47%) en eveneens ongeveer de helft over een vast systeem (50%). 34% van de respondenten beschikt over een navigatie-app op zijn smartphone of tablet.

Er zijn echter duidelijke leeftijdsverschillen in het bezit van digitale navigatiesystemen. De jongste groep springt eruit wat betreft het hebben van een navigatie-app: 64% geeft aan over een app te beschikken. Dit percentage daalt sterk vanaf de leeftijd van 50 jaar. Het beschikken over een draagbaar systeem blijkt te stijgen met toenemende leeftijd. Voor ingebouwde systemen is er minder verschil tussen de leeftijdsgroepen.

Tabel 1 Percentage deelnemers dat beschikt over een navigatiesysteem per leeftijdscategorie.

Leeftijdscategorie	% respondenten die dit navigatiemiddel bezitten		
	Navigatie-app	Draagbaar systeem	Ingebouwd systeem
18-34	64	38	46
35-49	40	46	54
50-64	16	51	51
65+	14	56	49
Gemiddeld	34	47	50

2.1.2.3 Gebruikte navigatiemiddelen

Ten tweede werd gevraagd in welke mate bepaalde navigatiemiddelen gebruikt worden om naar een onbekende bestemming te rijden. Het gebruik van zes middelen werd als volgt bevraagd op een vierpuntschaal (nooit-soms-vaak-(bijna)altijd):

In welke mate gebruikt u volgende navigatiemiddelen als u zich dient te verplaatsen met de auto naar een onbekende bestemming?

- *verkeersborden die richting aangeven*
- *papieren kaart of een print-out van de route*
- *ik zoek mijn route op voor ik in de wagen stap en memoriseer die*
- *ingebouwd/vast navigatiesysteem in de wagen*
- *draagbaar systeem*
- *navigatie-apps op tablet of smartphone*
- *andere*

In Tabel 2 wordt het percentage weergegeven van respondenten dat 'bijna altijd' of 'vaak' antwoordden op bovenstaande vragen. Uit de tabel blijkt dat respondenten het meest gebruik maken van verkeersborden (57%). Wanneer we de drie technologische navigatiemiddelen vergelijken (ingebouwd navigatiesysteem, draagbaar systeem en navigatie-apps op smartphone of tablet), dan blijkt dat men het meest gebruik maakt van een ingebouwd systeem (43%), gevolgd door een draagbaar systeem (32%) en dat navigatie-apps het minst van de drie gebruikt worden (24%). Ook hier is er echter een leeftijdseffect: naarmate de leeftijd van de respondenten stijgt, worden meer draagbare systemen en minder apps gebruikt. Ongeveer de helft van de 18- tot 35-jarigen geeft aan vaak of (bijna) altijd een navigatie-app te gebruiken. Waze en Google Maps zijn hiervoor het populairst.

Tabel 2 Percentages geassocieerd met het gebruik van verschillende navigatiemiddelen per leeftijdscategorie en gemiddeld.

Navigatiemiddel	% respondenten die vaak of (bijna) altijd dit middel gebruiken				Gemiddeld
	18-34	35-49	50-64	65+	
verkeersborden die richting aangeven	52	65	57	54	57
ingebouwd navigatiesysteem	37	46	46	41	43
route opzoeken en memoriseren	27	33	33	44	34
draagbaar navigatiesysteem	26	27	37	40	32
navigatie-app op smartphone of tablet	51	24	9	7	24
papieren kaart of print-out van de route	4	7	15	18	10

2.1.2.4 Plaatsing van draagbare navigatiesystemen

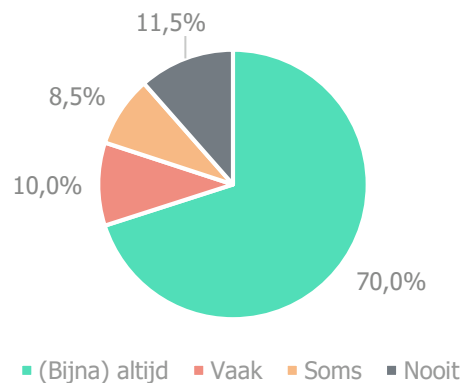
Indien respondenten aangaven dat ze gebruik maken van een draagbaar systeem werd gevraagd op een vierpuntschaal (nooit-soms-vaak-(bijna)altijd) aan te geven in welke mate ze een bevestigingssysteem gebruiken om het toestel in hun wagen te plaatsen:

Indien u een draagbaar navigatiesysteem gebruikt, gebruikt u dan een bevestigingssysteem?

Uit de resultaten blijkt dat 80% van de gebruikers van een draagbaar systeem, aangeeft (bijna) altijd of vaak een bevestigingssysteem te gebruiken (zie Figuur 2).

Figuur 2 Percentage bestuurders die een bevestigingssysteem gebruiken voor een draagbaar navigatiesysteem.

Indien u een draagbaar systeem gebruikt, gebruikt u dan een bevestigingssysteem?



Vervolgens werd gevraagd waar het draagbaar navigatiesysteem wordt gelegd indien geen bevestigingssysteem gebruikt wordt (n = 133), aan de hand van de volgende meerkeuzevraag:

Als u geen bevestigingssysteem gebruikt, waar plaatst of legt u dan meestal het systeem?

- op de schoot
- op de passagierszetel
- tussen het stuur en de snelheidsmeter
- tussen de versnellingspook en de voorzijde van de wagen
- ik plaats/leg het systeem op een andere plaats: ____

Indien geen bevestigingssysteem wordt gebruikt, wordt het systeem vooral tussen de versnellingspook en de voorzijde van de wagen gelegd (34%) of op de passagierszetel (27%). Antwoordmogelijkheden die in mindere mate gekozen werden, zijn: de schoot (6%) en de plek tussen het stuur en de snelheidsmeter (8%). 25% van de respondenten geeft aan het systeem op een andere plaats te leggen dan de plaatsen gespecificeerd in de meerkeuzevraag. Respondenten konden in dit geval zelf specificeren waar ze het systeem plaatsen. Vaak terugkerende antwoorden zijn 'de schoot van de passagier' of 'de passagier houdt het apparaat vast'.

Aan de respondenten die een bevestigingssysteem gebruiken, werd gevraagd waar ze dit navigatiesysteem bevestigen aan de hand van de volgende vraag:

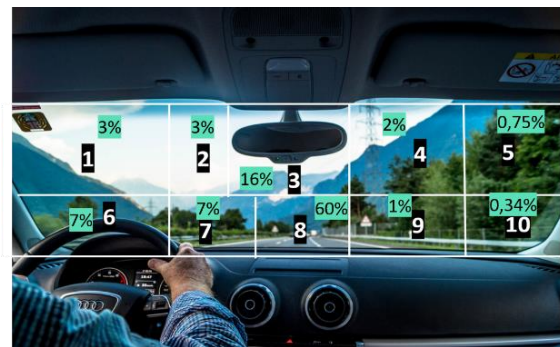
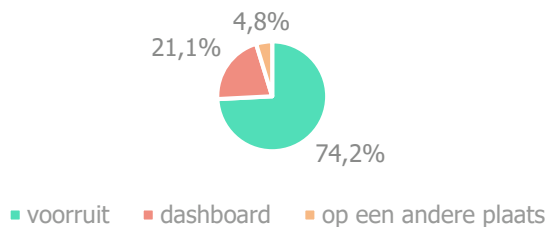
Waar bevestigt u dan meestal het systeem?

- aan de voorruit
- op het dashboard
- op een andere plaats

De populairste locatie om het systeem te bevestigen, is de voorruit (74%) (zie Figuur 3). Indien bestuurders aangaven het systeem aan de voorruit te bevestigen, werd gevraagd waar aan de voorruit het systeem wordt bevestigd. De respondenten kregen een foto van een voorruit te zien, ingedeeld in 10 vakken. Vervolgens moesten ze aanduiden in welk van deze 10 vakken ze het systeem meestal bevestigen. Zoals blijkt uit Figuur 3, wordt het systeem het meest bevestigd (60%) direct rechts van de bestuurder, zo laag mogelijk (= vak 8).

Figuur 3 Links: percentage bestuurders die een bevestigingssysteem plaatsen aan de voorruit, op het dashboard of op een andere plaats. Rechts: percentage bestuurders die hun draagbaar systeem bevestigen in vak 1-10 van de voorruit.

Indien u een bevestigingssysteem gebruikt, waar bevestigt u dan het systeem?



2.1.2.5 Plaatsing van tablets of smartphones met navigatie-app

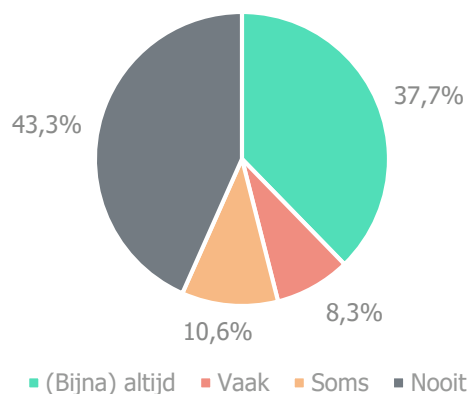
Indien respondenten aangaven dat ze gebruik maakten van een navigatie-app op hun smartphone of tablet werden dezelfde vragen als hierboven gesteld. Ten eerste werd gevraagd op een vierpuntschaal (nooit-soms-vaak-(bijna)altijd) in welke mate ze een bevestigingssysteem gebruiken om het toestel in hun wagen te plaatsen:

Indien u een navigatie-app gebruikt, gebruikt u dan een smartphone- of tablethouder om uw toestel te bevestigen?

Van alle respondenten die aangaven dat ze gebruik maken van een navigatie-app, gebruikt 46% (bijna) altijd of vaak een bevestigingssysteem (zie Figuur 4).

Figuur 4 Percentage bestuurders die een smartphone- of tablethouder gebruiken bij het gebruik van een navigatie-app.

Indien u een navigatie-app gebruikt, gebruikt u dan een smartphone of tablet houder om uw toestel te bevestigen?



Vervolgens werd gevraagd waar het app-navigatiesysteem wordt gelegd indien geen bevestigingssysteem gebruikt wordt, aan de hand van de volgende meerkeuzevraag:

Indien u geen houder gebruikt, waar plaatst/legt u dan meestal uw smartphone/tablet?

- op de schoot
- op de passagierszetel
- tussen het stuur en de snelheidsmeter
- tussen versnellingspook en de voorzijde van de wagen
- ik plaats/leg het systeem op een andere plaats: _____

Indien geen houder wordt gebruikt (n = 207), wordt de smartphone of tablet vooral tussen de versnellingspook en de voorzijde van de wagen gelegd (39%) of op de passagierszetel (27%). Minder populaire plaatsen om de smartphone of tablet te leggen, zijn de plek tussen het stuur en de snelheidsmeter (17%) of de schoot (3%). Wanneer respondenten aangeven het systeem op een andere plaats te leggen (13%), wordt vaak 'de passagier houdt het vast' ingevuld als antwoord.

Aan de respondenten die een bevestigingssysteem gebruiken (n = 188), werd gevraagd waar ze dit navigatiesysteem bevestigen aan de hand van de volgende vraag:

Waar bevestigt u meestal uw smartphone- of tablethouder?

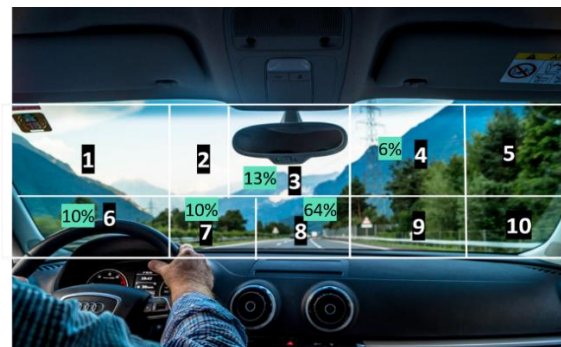
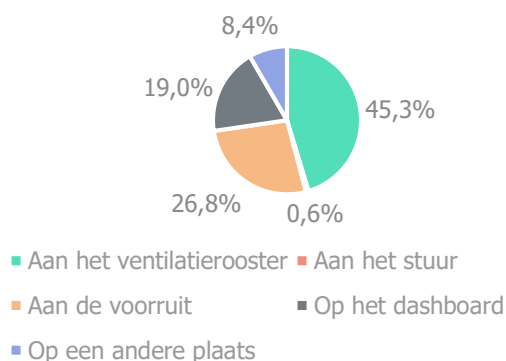
- aan het ventilatierooster
- aan het stuur
- aan de voorruit
- op het dashboard
- andere

De meest populaire locatie om een tablet of smartphone te bevestigen, is het ventilatierooster (45%), gevolgd door de voorruit (27%) en het dashboard (19%) (zie Figuur 5).

Indien bestuurders aangaven het systeem aan de voorruit te bevestigen, werd gevraagd waar aan de voorruit het systeem wordt bevestigd (n = 50). De respondenten kregen een foto van een voorruit te zien, ingedeeld in 10 vakken. Vervolgens moesten ze aanduiden in welk van deze 10 vakken ze het systeem meestal bevestigden. Zoals blijkt uit Figuur 5, wordt het systeem het meest bevestigd (64%) rechts van de bestuurder, zo laag mogelijk (= vak 8).

Figuur 5 Links: percentage bestuurders die een smartphone/tablet houder plaatsen op verschillende locaties in de wagen. Rechts: percentage bestuurders die hun houder bevestigen in de 10 vakken van de voorruit.

Waar bevestigt u meestal uw smartphone of tablet houder?



2.1.2.6 Gebruikte informatie

Om na te gaan van welk soort informatie het meest gebruik gemaakt wordt (visuele en/of auditieve informatie), diende de volgende vraag beantwoord te worden op een vierpuntschaal (nooit-soms-vaak-(bijna)altijd):

Van welke informatie op uw navigatiesysteem maakt u gebruik:

- ik gebruik zowel de visuele (bijv. kaartweergave) als de auditieve informatie

- *ik gebruik enkel de visuele informatie*
- *ik gebruik enkel de auditieve informatie*

79% van de respondenten gebruikt vaak of (bijna) altijd beide informatiebronnen (zowel de visuele als de auditieve). 38% geeft aan vooral gebruik te maken van visuele informatie (vaak + (bijna) altijd). Ten slotte zegt 25% vooral gebruik te maken van de auditieve informatie (vaak + (bijna) altijd).

2.1.2.7 Attitudes met betrekking tot navigatiesystemen

Tot slot werden vier vragen gesteld die peilen naar attitudes in verband met navigatiesystemen in de wagen. Elk van deze vragen diende beantwoord te worden aan de hand van een vijfpuntenschaal (voor de eerste drie vragen: niet akkoord, eerder niet akkoord, neutraal, eerder akkoord, akkoord, voor de laatste vraag: helemaal niet betrouwbaar, eerder niet betrouwbaar, neutraal, eerder betrouwbaar, heel betrouwbaar).

In welke mate gaat u akkoord met volgende uitspraken?

- *Navigatie geeft mij een zekerder gevoel in de auto.*
- *Ik begrijp altijd precies wat mijn navigatiesysteem/app bedoelt en wat ik moet doen.*
- *Ik vind een navigatiesysteem/app onveilig in de auto.*

Hoe betrouwbaar vindt u de informatie die u op uw navigatiesysteem krijgt?

71% van de respondenten gaat (eerder) akkoord (score 4 + score 5) met de stelling dat navigatie een zekerder gevoel geeft in de wagen. Verder is 69% (eerder) akkoord met de uitspraak dat ze precies begrijpen wat het systeem bedoelt. Slechts 7% is (eerder) akkoord met de uitspraak dat een navigatiesysteem onveilig is in de auto en 89% vindt de informatie op het navigatiesysteem (eerder) betrouwbaar.

2.1.3 Discussie

Op basis van de bovenstaande resultaten kunnen we een aantal conclusies trekken. Ten eerste is er een verschil tussen het 'bezit' en het 'gebruik' van digitale navigatiesystemen. Bestuurders zijn vaak in het bezit van meerdere systemen (22%). Hoewel ongeveer evenveel respondenten beschikken over een ingebouwd (50%) als over een draagbaar systeem (47%), wordt een ingebouwd systeem in de praktijk vaker gebruikt (43%) dan een draagbaar systeem (32%). Dit kan waarschijnlijk worden verklaard door het grotere gebruiksgemak van een ingebouwd systeem, terwijl de installatie en het opstarten van een draagbaar systeem meer tijd en inspanning vraagt. Gemiddeld genomen beschikken minder automobilisten over navigatie-apps (34%). Ze worden gemiddeld genomen dan ook het minst gebruikt (24%). Navigatie-apps zijn echter wel populair bij jongere gebruikers. 64% van de 18- tot 35-jarigen beschikt erover, en 51% gebruikt ze vaak tot (bijna) altijd.

Bij gebruik van een draagbaar systeem wordt meestal (80%) een bevestigingssysteem gebruikt. De populairste plaats om het systeem te bevestigen is vak 8 van de voorruit (onderaan in het midden) (zie Figuur 3). Opmerkelijk is dat bij het gebruik van navigatie-apps, veel minder vaak een bevestigingssysteem wordt gebruikt (46%). De populairste plaatsen om een tablet of smartphone met navigatie-app te bevestigen, zijn het ventilatierooster en de voorruit (vak 8).

De meeste respondenten maken zowel gebruik van de visuele als van de auditieve informatie van het systeem. Helaas kon niet uit deze data worden afgeleid of het relatieve gebruik van visuele en auditieve informatie beïnvloed werd door het type navigatiesysteem of het al dan niet gebruiken van een houder.

Over het algemeen heerst er een positieve attitude ten aanzien van navigatiesystemen in de wagen. Het gebruik van navigatiesystemen geeft een zekerder gevoel. Het is meestal duidelijk wat het systeem bedoelt. Het systeem wordt niet als onveilig gezien en de informatie wordt als betrouwbaar beschouwd.

Zoals eerder aangegeven, was een belangrijk doel van deze eerste studie om de proefopzet voor de oogbewegingsstudie te bepalen. We wilden namelijk met deze vragenlijststudie achterhalen wat de twee meest frequent gebruikte opstellingen van navigatiesystemen in de wagen zijn. Onze resultaten tonen aan dat

- (1) een ingebouwd systeem het vaakst gebruikt wordt
- (2) wanneer een bevestigingssysteem gebruikt wordt, dit voornamelijk aan de voorruit in vak 8 gehangen wordt
- (3) smartphones of tablets ook vaak aan het ventilatierooster worden bevestigd.

Daarom hebben we de twee locaties die afgebeeld worden in Figuur 6 gebruikt in de proefopzet van de oogbewegingsstudie. De locatie die aangegeven is met 'VAST' komt overeen met de locatie van een ingebouwd systeem en met de positie van een systeem dat aan het ventilatierooster bevestigd wordt. De locatie die aangegeven is met 'RAAM' komt overeen met vak 8 van de voorruit.

Figuur 6 Afbeelding van de twee opstellingen 'RAAM' en 'VAST' die in de oogbewegingsstudie gebruikt werden.



2.2 Oogbewegingsstudie

2.2.1 Methode

2.2.1.1 Steekproef

In totaal namen 39 proefpersonen (19 mannen en 20 vrouwen) deel aan het experiment. Vijf proefpersonen werden gerekruteerd via onderzoekers van Vias institute (kennissen van de onderzoekers). De overige 34 proefpersonen werden gerekruteerd via het extern marktonderzoeksbureau GfK (<https://www.gfk.com/en-be/>).

Omwille van technische redenen (zie verderop) werden de analyses uitgevoerd op de data van 27 van deze proefpersonen (16 mannen, 11 vrouwen).

Vooraleer proefpersonen konden deelnemen, werden een aantal criteria afgetoetst. Ten eerste dienden proefpersonen tussen 30 en 55 jaar te zijn. Ten tweede werden enkel rechtshandige¹ autobestuurders die minstens twee jaar in het bezit waren van een autorijbewijs B, minstens 1500 km/jaar en minstens één keer per week met de wagen reden, toegelaten. Verder dienden proefpersonen ervaring te hebben met het gebruik van één van de volgende navigatiemiddelen in de wagen: een vast systeem, een draagbaar systeem of een navigatie-app op hun smartphone of tablet. Voor de oogbewegingsregistratie was het ook belangrijk dat proefpersonen geen bril of lenzen droegen en geen oogmake-up op hadden.

Aan de proefpersonen die aangaven een draagbaar systeem of een navigatie-app te gebruiken, werd gevraagd of ze deze systemen bevestigden met een houder en indien dit het geval was, werd gevraagd op welke plaats ze dit dan meestal deden.

De voorkeurspositie van de proefpersonen werd gecodeerd als volgt: proefpersonen die hun eigen systeem in hun eigen wagen aan het ventilatierooster bevestigden, werden ingedeeld in de categorie 'VOORKEUR VAST'. Proefpersonen die hun eigen systeem in hun eigen wagen aan de voorruit (in vak 8, zie Figuur 3) bevestigden, werden ingedeeld in de categorie 'VOORKEUR RAAM'. Proefpersonen die een vast navigatietoestel in de eigen wagen hadden, werden ook ingedeeld in de categorie 'VOORKEUR VAST'.

De gemiddelde leeftijd van de 27 proefpersonen van wie de data in de analyses werd opgenomen was 42 jaar (met een minimum leeftijd van 31 jaar en een maximum leeftijd van 56 jaar, SD = 7 jaar). 15 proefpersonen hadden een voorkeur voor de vaste positie, en de overige 12 voor het raam.

¹ Bij linkshandige proefpersonen is er een grotere waarschijnlijkheid dat ze een navigatiesysteem (draagbaar of smartphone/tablet) aan hun linkerzijde zullen bevestigen zodat ze het systeem met hun linkerhand kunnen bedienen. In deze studie werd het navigatiesysteem steeds rechts van de proefpersoon bevestigd. Om tegen te gaan dat effecten in deze studie te wijten zijn aan verschillen tussen de positie die zelf gebruik wordt, en de positie die gebruik wordt in deze studie, hebben we als extra criterium vooropgesteld dat proefpersonen rechtshandig moesten zijn.

2.2.1.2 Onderzoeksdesign

Er werd een onderzoeksopzet gebruikt met een herhaalde meting per proefpersoon: iedere proefpersoon legde een rit af met het navigatiesysteem in de RAAM positie en een rit met het navigatiesysteem in de VASTE opstelling (zie Figuur 6 voor de twee opstellingen). De positie van het navigatiesysteem (RAAM of VAST) werd gebalanceerd tussen proefpersonen over de heen- en de terugrit. De helft van de proefpersonen reed dus tijdens de heenrit met het navigatiesysteem in de RAAM opstelling en tijdens de terugrit met het navigatiesysteem in de VASTE opstelling. De andere helft van de proefpersonen reed tijdens de heenrit met het navigatiesysteem in de VASTE opstelling en tijdens de terugrit met het navigatiesysteem in de RAAM opstelling. Hetzelfde toestel werd gebruikt voor beide posities en ook de instructies in de RAAM en VASTE positie waren identiek.

Er waren twee mogelijke startlocaties voor het experiment: de parking van hypermarket Carrefour in Oostakker (CARREFOUR) en de parking van sporthal Driebeek in Gentbrugge (DRIEBEEK). Indien de startlocatie CARREFOUR was, werd tijdens de heenrit van de parking van hypermarket Carrefour naar de parking van sporthal Driebeek in Gentbrugge gereden. Tijdens de terugrit werd dan van de parking van sporthal Driebeek naar de parking van hypermarket Carrefour gereden (CARREFOUR – DRIEBEEK – CARREFOUR). Indien de startlocatie DRIEBEEK was, werden de ritten in omgekeerde volgorde gereden (DRIEBEEK – CARREFOUR – DRIEBEEK).

De startlocatie (CARREFOUR of DRIEBEEK), het geslacht van de proefpersoon, de startpositie (= de positie tijdens de heenrit) van het navigatiesysteem (RAAM of VAST) en de voorkeurspositie (VOORKEUR RAAM of VOORKEUR VAST) werden zo goed mogelijk gebalanceerd over alle proefpersonen heen.

2.2.1.3 Route, materiaal en vragenlijsten

Het veldwerk ging door op weekdays tussen 9u30 en 16u; spitsuren werden op deze manier vermeden. Er waren maximum drie proefpersonen per dag. Voor iedere proefpersoon werd een tijdslot ingepland van 2 uur. Mogelijke starttijden waren: 9u30, 11u30 en 13u30. Het veldwerk startte op 7 mei 2018 en eindigde op 26 juni 2018.

De route werd aangegeven door middel van een draagbaar **navigatiesysteem** (TOMTOM start 52). Dit navigatiesysteem werd bevestigd met behulp van het bijgeleverde bevestigingssysteem. Afhankelijk van de positie (RAAM of VAST) werd het systeem in vak 8 van de voorruit of naast het stuur bevestigd, zie Figuur 6 voor een voorbeeld van de twee opstellingen.

Er waren twee verschillende **testroutes**, namelijk een route van DRIEBEEK naar CARREFOUR en één route van CARREFOUR naar DRIEBEEK. De bevraging na het experiment toonde aan dat tien proefpersonen (delen van) de route vaak aflegden en dat zeven proefpersonen (delen van) de route nog nooit eerder aflegden. De anderen legden soms al eens (delen van) de route af. De routes bevonden zich in een stedelijke omgeving met gemiddelde verkeersdrukke en hoofdzakelijk binnen de bebouwde kom met snelheidsregimes 30 km/u en 50 km/u. Deze omgeving kent ook een goede mengeling van weggebruikers (zoals fietsers, voetgangers, personenauto's, maar ook bestelwagens en openbaar vervoer).

Vóór het experiment van start ging, werd eerst een korte gewenningsrit afgelegd. Afhankelijk van de startlocatie werd deze gewenningsrit gereden in de buurt van CARREFOUR of in de buurt van DRIEBEEK. Deze vier verschillende routes (twee testroutes en twee gewenningsritten) werden op voorhand door de testleider gereden en via de opnamefunctie van het navigatiesysteem bewaard. De aanwijzingen die gegeven werden per route waren op die manier steeds dezelfde en werden telkens op hetzelfde moment in de route aangeboden door een mannenstem in het Nederlands. In onderstaande tabel wordt per route de afstand in km en het aantal instructies van het navigatiesysteem weergegeven.

Tabel 3 Overzicht van het aantal km en aantal instructies voor de twee gewenningsritten en de twee testritten.

Route	Afstand (in km)	Aantal instructies
Gewenningsrit CARREFOUR	1,7	7
Gewenningsrit DRIEBEEK	3,2	8
Testrit CARREFOUR → DRIEBEEK	7,0	12
Testrit DRIEBEEK → CARREFOUR	7,1	13

De **oogbewegingsbril** die gebruikt werd tijdens deze studie was de 'pupil headset' bril van pupil-labs (<https://pupil-labs.com>). Deze bril was uitgerust met twee soorten camera's. De zogenaamde omgevingscamera bevond zich aan de voorzijde van de bril en registreerde het beeld dat proefpersonen door de bril zagen. Met deze camera werden 60 beelden per seconde geregistreerd met een resolutie van 1280 x 720 pixels per beeld. De reikwijdte van het gezichtsveld dat geregistreerd werd door de camera bedroeg diagonaal 100°.

Naast deze omgevingscamera was de bril uitgerust met twee oogbewegingscamera's (één per oog). Deze camera's bevonden zich aan de binnenzijde van de bril en registreerden de oogbewegingen van de proefpersoon. De bepaling van de kijkrichting van de ogen werd gedaan aan de hand van infrarood licht dat op het oog geprojecteerd werd. De reflecties van dit licht op de pupil resulteerden in een contrastbeeld dat werd gefilmd door de oogbewegingscamera's. De beelden werden verkregen met een sampling rate van 200 Hz. Door het toepassen van specifieke algoritmes op dit contrastbeeld werd de kijkrichting van beide ogen berekend.

Figuur 7 Links: opstelling met raampositie. Rechts: opstelling met vaste positie. Onder: Oogbewegingsbril 'pupil headset'



Twee **vragenlijsten** werden afgenomen. Ten eerste werd na iedere testrit de 'NASA Task Load Index' afgenomen. Dit is een veelgebruikte Engelstalige vragenlijst die een algemene taaklastscore weergeeft (Hart & Staveland, 1988). De vragenlijst bestond uit zes items. Drie van deze zes items verwezen naar de taaklast die de proefpersoon ervaarde: 'mentale belasting', 'fysieke belasting' en 'temporele belasting'. De overige drie items verwezen naar de interactie tussen de proefpersoon en de taak: 'prestatie', 'inspanning' en 'frustratie'. Proefpersonen gaven hun antwoord op ieder van deze zes items aan door een kruisje te plaatsen op een bipolaire as (e.g. very low/very high) met 20 onderverdelingen. Bij moeite met het Engels werden de vragen mondeling vertaald. Zie bijlage 3 voor de volledige vragenlijst.

Ten tweede vulden proefpersonen aan het einde van het experiment een vragenlijst in via een tablet. Deze vragenlijst bestond uit 26 items (voor de volledige vragenlijst zie bijlage 4). De vragen die gesteld werden, kwamen grotendeels overeen met de vragen die gesteld werden tijdens de eerste studie (vragenlijststudie). Meer bepaald werd gevraagd naar (1) de beschikbare en gebruikte navigatiesystemen, (2) hoe proefpersonen deze systemen bevestigden in hun eigen wagen, (3) welke informatie ze gebruikten (visuele en/of auditieve) en (4) wat hun attitudes ten aanzien van navigatiesystemen in de wagen waren. In vergelijking met de vragenlijststudie werden nog een aantal bijkomende vragen gesteld die peilden naar de beleving van de proefpersoon tijdens het experiment zelf en meer bepaald naar de vergelijking tussen de twee ritten (RAAM en VAST). Het invullen van deze vragenlijst nam maximum 10 minuten in beslag.

2.2.1.4 Verloop van het experiment

De proefpersoon werd verwelkomd door twee testleiders (onderzoekers van Vias institute) op de parking van de startlocatie (CARREFOUR of DRIEBEEK). Proefpersonen wisten niet wat het doel van het onderzoek was, zodat hun gedrag hierdoor niet beïnvloed zou worden. Er werd hen enkel op voorhand verteld dat hun oogbewegingen zouden geregistreerd worden en dat ze door middel van een navigatiesysteem naar een bepaalde bestemming zouden moeten rijden. Wel werd aangegeven dat het mogelijk was om aan het einde van de deelname verdere uitleg te krijgen omtrent de specifieke onderzoeksvragen.

Vóór de start van het experiment ondertekenden alle proefpersonen een geïnformeerd toestemmingsformulier. Hierna namen ze plaats in de testwagen (witte Nissan Juke dieselwagen). Proefpersonen kregen de mogelijkheid om hun stoel en spiegels aan te passen. Er werd gevraagd om hun GSM (smartphone) uit te schakelen. Vervolgens werd de oogbewegingsbril opgezet. Eén van de testleiders positioneerde de omgevingscamera van de bril zo dat de overlap tussen wat de proefpersoon zag en wat de camera filmde zo groot mogelijk was. Vervolgens werd de bril gekalibreerd. Hiervoor werd aan de proefpersoon gevraagd om uit de wagen te stappen en een zonnepet op te zetten. Op die manier werd de lichtinval verkleind wat de kalibratieprocedure vergemakkelijkte. Eén van de testleiders positioneerde beide oogcamera's zodat beide ogen goed in beeld gebracht werden. Hierna startte de kalibratieprocedure: de tweede testleider ging op een afstand van ongeveer 3 meter voor de proefpersoon staan met een visuele marker. De visuele marker werd op verschillende posities gehouden. Er werd gevraagd aan de proefpersoon om het hoofd stil te houden en met de ogen deze visuele marker te volgen. Hierna werd gevraagd aan de proefpersoon om naar specifieke objecten in de omgeving te kijken. De eerste testleider verifieerde op de beelden van de omgevingscamera of de kijkrichting die de software aangaf overeenkwam met de objecten op het beeld. Indien dit niet het geval was, werd de kalibratieprocedure herhaald.

Vóór het experiment van start ging, werd een korte gewenningsrit gereden (zie Tabel 3 voor details in verband met de routes). Deze gewenningsrit diende om de proefpersoon te laten wennen aan het rijden met de huurwagen, de bril en het navigatiesysteem. Aan het einde van deze rit werd gevraagd of de proefpersoon zich voldoende comfortabel voelde om te starten met het experiment. Indien dit niet het geval was, kon de gewenningsrit verlengd worden. Alle proefpersonen voelden zich voldoende comfortabel na de gewenningsrit om te starten met het experiment.

Er werd verteld aan de proefpersonen dat ze moesten doen alsof ze alleen in de wagen aanwezig waren en er werd benadrukt dat er niet zou gecommuniceerd worden tussen de testleiders onderling en tussen de testleiders en de proefpersoon. Verder werd duidelijk gemaakt aan de proefpersonen dat ze het navigatiesysteem niet moesten bedienen en dat ze zich moesten houden aan de verkeersregels.

De oogbewegingsbril was bevestigd aan een laptop. De tweede testleider zat op de achterbank van de wagen, achter de bestuurder met deze laptop en kon op die manier meevolgen of de oogbewegingen goed geregistreerd werden. De eerste testleider zat naast de proefpersoon op de passagierszetel.

Aan het einde van de heenrit parkeerde de proefpersoon de wagen op de parking van DRIEBEEK of CARREFOUR (afhankelijk van de startlocatie). De proefpersoon vulde een papieren versie in van de NASA taaklast-index. Terwijl de proefpersoon de NASA taaklast-index invulde, werd het navigatiesysteem op de andere positie bevestigd. Om het doel van het experiment te verhullen, werd dit als volgt gedaan: De testleider vooraan in de wagen vroeg aan de andere testleider of het navigatiesysteem goed zichtbaar was achteraan in de wagen. Hierop antwoordde de andere testleider (1: in het geval dat het systeem moest verhangen worden naar de positie VAST) dat er te veel lichtinval was en dat het systeem beter wat lager zou geplaatst worden of (2: in het geval dat het systeem moest verhangen worden naar de positie RAAM) dat het systeem wat te laag hing en dat de route makkelijker te volgen zou zijn indien het systeem aan de voorruit werd gehangen. Hierop verplaatste de testleider die vooraan in de wagen zat, het navigatiesysteem. De nieuwe route werd vervolgens opgestart in het navigatiesysteem. Ter controle vroeg de testleider op de achterbank of de proefpersoon in de drie spiegels van de wagen wou kijken. Op die manier werd geverifieerd of de oogbewegingen nog correct werden geregistreerd. Indien dit het geval was, werd de terugrit aangevat. Indien dit niet het geval was, werd een nieuwe kalibratieprocedure uitgevoerd.

Aan het einde van de terugrit parkeerde de proefpersoon de wagen opnieuw op de parking van de startlocatie (CARREFOUR of DRIEBEEK). De NASA taaklast-index werd opnieuw ingevuld, maar nu met betrekking tot de terugrit. Hierna werd de oogbewegingsbril afgezet en werd gevraagd aan de proefpersoon om de postvragenlijst in te vullen via een tablet. Na het invullen van de vragenlijst werden proefpersonen bedankt voor hun

deelname. Indien gewenst, kregen zij bijkomende uitleg over het doel en de onderzoeksvragen van het experiment. Proefpersonen kregen een vergoeding van 30 euro in ruil voor hun deelname.

De twee testritten duurden elk ongeveer 15-20 minuten. Een totale deelname nam ongeveer 1 uur tot 1u30 in beslag.

2.2.2 Analyses

2.2.2.1 Omzetting ruwe data

Om fixaties tijdens de testritten te bepalen werden de beelden van de omgevingscamera en de oogbewegingsbeelden gecombineerd tot één video met behulp van de Pupil Player software van Pupillabs (versie 0.9.14.7). Vervolgens werden uit al deze beelden fixaties afgeleid op basis van 'dispersion-based' algoritmes (Salvucci & Goldberg, 2000). Deze algoritmes identificeren fixaties als een groep van opeenvolgende kijkpunten die binnen een bepaalde afstand liggen en een minimale duur hebben. In deze studie werden de standaard instellingen van Pupillabs gebruikt: de maximale afstand tussen alle kijkpunten van één fixatie bedroeg maximaal 1° (visuele hoek) en er werd een minimum duurtijd van 150 ms gehanteerd om een groep van kijkpunten als fixatie te definiëren. Algemeen wordt namelijk aangenomen dat kortere fixaties niet resulteren in betekenisvolle verwerking van de visuele informatie die tijdens de fixatie op het netvlies viel (Rayner, Smith, Malcolm, & Henderson, 2009).

2.2.2.2 Codering interessegebieden

De video's werden vervolgens bekeken en iedere fixatie werd manueel gecodeerd als behorende tot 1 van de 10 interessegebieden die relevant zijn voor het verkeer of tot een restcategorie 'andere' (fixaties die niet op één van de geselecteerde verkeersrelevante interessegebieden vallen; dit sluit echter niet uit dat ook hier geen verkeersrelevante zaken bekeken werden, bijv. de algemene wegomgeving).

De relevante interessegebieden voor het verkeer die we in deze studie definieerden zijn de volgende:

- (1) het navigatiesysteem
- (2) fietser
- (3) voetganger
- (4) verkeerssignalisatie
- (5) tegenliggend gemotoriseerd verkeer
- (6) meegaand gemotoriseerd verkeer
- (7) de rechterzijspiegel
- (8) de linkerzijspiegel
- (9) de achteruitkijkspiegel
- (10) fixaties in de wagen, niet naar het navigatiesysteem
- (11) andere (fixaties buiten de wagen, maar niet naar één van voorgaande geselecteerde interessegebieden).

Op basis van deze codering was het vervolgens mogelijk om het totale aantal fixaties op een relevant interessegebied en de duurtijd van deze fixaties te berekenen.

2.2.2.3 Inclusiecriteria ruwe data

Van de 39 proefpersonen die initieel tot het experiment werden toegelaten werd nog één persoon uit de data geweerd wegens roekeloos rijgedrag. Verder leverden 25 ritten (waarvan 12 in de 'raam'-conditie, 11 tijdens de heenrit) vanwege technische problemen met de oogbewegingsregistratie onvoldoende bruikbare data op. De analyses werden uitgevoerd op de overige 51 ritten (27 heenritten en 24 terugritten), gereden door 27 verschillende proefpersonen. In 26 ritten was het navigatiesysteem aan het raam bevestigd, en in de overige 25 ritten in de vaste positie.

Zie Tabel 4 voor een overzicht van de verdeling van de uiteindelijk in de analyses opgenomen ritten over de volgende vier variabelen: startpositie (RAAM/VAST) x startlocatie (CARREFOUR/DRIEBEEK) x geslacht (MAN/VROUW) x voorkeurspositie (RAAM/VAST).

Tabel 4 Overzicht van het aantal in de analyses opgenomen ritten binnen iedere cel van het design.

				Startpositie				
RAAM				RAAM totaal	VAST		VAST totaal	Totaal
Startlocatie								
geslacht	Voorkeur	CARREFOUR	DRIEBEEK	CARREFOUR		DRIEBEEK		
Man	RAAM	5	4	9	5	4	9	18
	VAST	3	3	6	3	3	6	12
Man totaal		8	7	15	8	7	15	30
Vrouw	RAAM	1	2	3	1	1	2	5
	VAST	5	3	8	5	3	8	16
Vrouw totaal		6	5	11	6	4	10	21
TOTAAL		14	12	26	14	11	25	51

Bij twee proefpersonen zijn achteraf stukken van de route uit de analyse verwijderd. Bij één proefpersoon werd de weg versperd door een busongeval en werd een alternatieve weg genomen om terug op de testroute te komen. Bij een andere proefpersoon was er een wegomlegging op de testroute. Hierdoor werd wederom een alternatieve weg gevolgd om terug op de testroute te komen. Bij beide proefpersonen waren de instructies van het navigatiesysteem niet meer correct gedurende de alternatieve weg daarom zijn deze delen van de route uit de analyses gehaald.

Aangezien de wegomlegging duurde tot na het einde van het veldwerk hebben we de routes licht gewijzigd. De routes werden opnieuw opgenomen via de opnamefunctie van het navigatiesysteem en proefpersonen 26 tot en met 40 reden deze licht aangepaste routes. Hierdoor werden beide testritten 500 meter langer.

2.2.2.4 Analyses

De oogbewegingen werden telkens geregistreerd gedurende de volledige rit. Enkel de eerste en laatste meters (= het op- en afrijden van de parkings) werden niet opgenomen in de analyses. Zowel de oogbewegingsdata als de scores op de NASA taaklast-vragenlijst werden geanalyseerd via mixed models. Voor analyse van de oogbewegingsdata werden de positie van de navigatie en de interessegebieden steeds in het model opgenomen als fixed effects factor, soms in een interactieterm gecombineerd met 'eigen voorkeur' of 'rit' (heen vs. terug). Voor de NASA taaklast-vragenlijst werden de navigatiepositie en de zes subschalen als fixed effects in het model opgenomen. Het intercept van proefpersonen werd altijd gebruikt als random variabele. Wanneer het effect van 'rit' niet als fixed factor werd opgenomen, werd het intercept eveneens gebruikt als random factor. De analyses werden uitgevoerd in R (versie R6 v3.2.0, R Core Team, 2018). De data werden geanalyseerd op basis van een maximum likelihood procedure met lineaire mixed effects modellen. Hiervoor werd in R gebruik gemaakt van de lmer-procedure uit de lmeTest library (Kuznetsova, Brockhoff, & Christensen, 2017). Het verschil tussen de twee navigatieposities werd via de joint tests-methode uit de emmeans library (Russell, 2018) bepaald voor elk gebied afzonderlijk.

De oogbewegingsdata per interessegebied worden grafisch weergegeven in boxplots. De middellijn geeft de mediaan aan. De box zelf omsluit de datapunten die vallen tussen het eerste en het derde kwartiel. De enkelvoudige lijnen markeren de spreidingsbreedte van de data. De onderste lijn eindigt op het laatste datapunt dat valt binnen anderhalve keer de breedte van de boxplot zelf onder het eerste kwartiel. De bovenste lijn eindigt op het laatste datapunt dat valt binnen anderhalve keer de breedte van de boxplot boven het derde kwartiel. Waarden die daar onder of boven vallen, worden individueel afgebeeld als punten en beschouwd als uitschieters in de data. Wanneer verschillen tussen waarden een significantieniveau van $p \leq .05$ bereiken, wordt dit aangeduid met een '*'. Randsignificantie (significantieniveau tussen .05 en .07) wordt aangeduid met '(*)'.

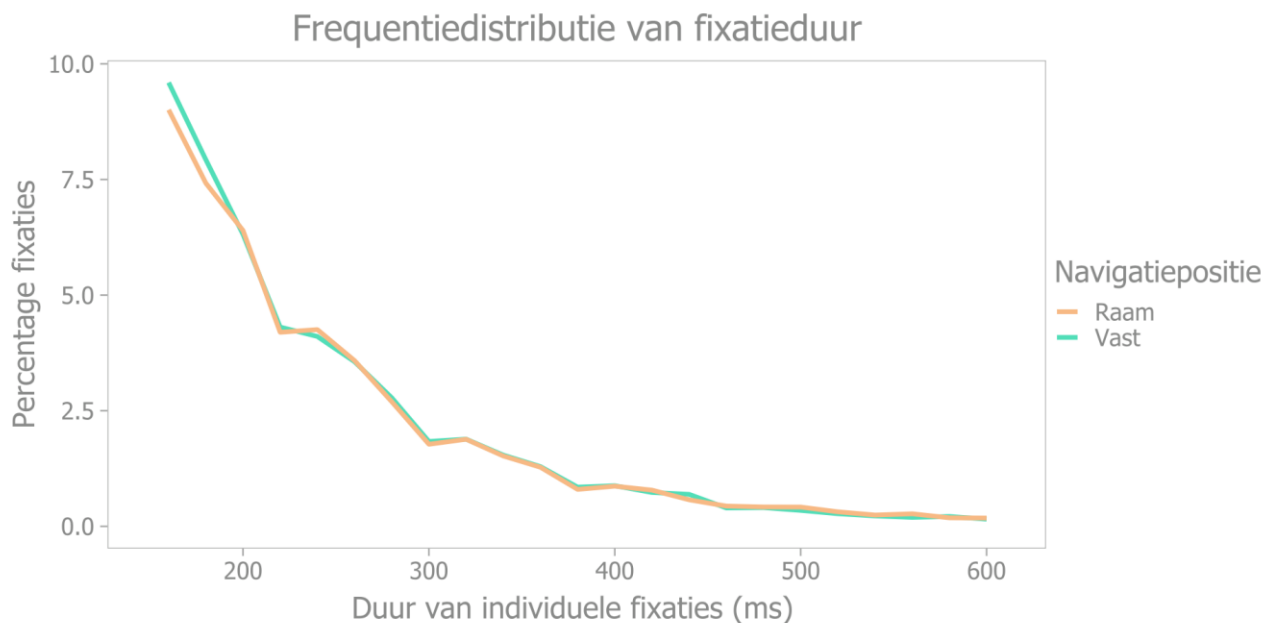
2.2.3 Resultaten

Tabel 5, op het einde van het oogbewegingsgedeelte van dit hoofdstuk biedt een overzicht van alle resultaten per interessegebied.

2.2.3.1 Beschrijving ruwe data

Per rit werden gemiddeld 826 individuele fixaties geregistreerd (min. 279, max. 1.867). Figuur 8 toont de frequentiedistributie van de fixatieduur van alle fixaties - of hoeveel fixaties van elke fixatieduur er procentueel voorkwamen in de data - die voor de analyses werden gebruikt, onderscheiden naargelang de navigatiepositie (raam en vast). De frequenties werden berekend voor intervallen van 20 ms. Fixaties duurden gemiddeld 247 ms. Fixaties met een duurtijd boven het 97,5^{de} percentiel (= 609 ms) werden als uitschieters beschouwd en dus niet in de analyses opgenomen.

Figuur 8 Frequentiedistributie van de fixatieduur per navigatiepositie. Fixaties korter dan 150 ms en langer dan 609 ms werden niet in de analyses opgenomen.



Op de frequentiedistributie is te zien dat individuele fixaties met een duurtijd van 150 tot 170 ms proportioneel het vaakst geregistreerd werden. Het aantal fixaties daalt exponentieel met toenemende fixatieduur. Het grootste aandeel van de individuele fixaties (80%) had zoals verwacht een fixatieduur tussen 150 en 300 ms. De piek van de proportie geregistreerde fixaties op de cut-off van 150 ms van het detectie-algoritme doet echter vermoeden dat een aanzienlijke proportie van de werkelijk gemaakte fixaties toch korter was dan 150 ms. Deze werden zoals eerder vermeld niet in de analyses opgenomen.

Voor fixaties boven de 200 ms is er geen verschil in fixatieduur tussen de twee navigatieposities. Er lijken proportioneel wel iets meer fixaties van minder dan 200 ms voorgekomen te zijn in de vaste positie dan in de raampositie.

2.2.3.2 Kijktijd per interessegebied

De kijktijd is de totale tijd waarin een interessegebied gedurende een volledige rit werd bekeken (zie Figuur 9). Deze werd voor elke rit afzonderlijk berekend op basis van de totale fixatietijd op een gebied tegenover de totale geregistreerde fixatietijd in die rit. Het is dus een proportionele maat waarbij de kijktijd van alle interessegebieden samen overeenkomt met de totale geregistreerde fixatietijd. Op die manier was de kijktijd onafhankelijk van het aantal gedurende die rit geregistreerde fixaties. Die laatste week namelijk af van het werkelijke aantal uitgevoerde fixaties, bijvoorbeeld door dataverlies. Voor elk interessegebied werd geëvalueerd of de kijktijd met de navigatie in de raampositie significant verschilde van die met de navigatie in de vaste positie.

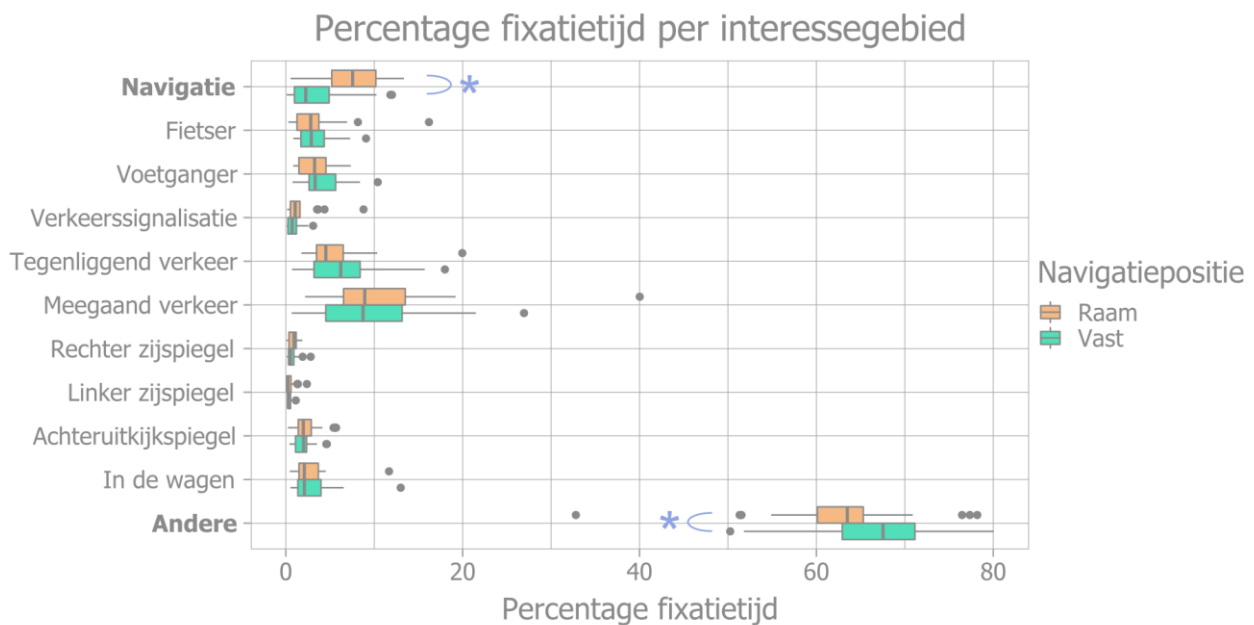
Wanneer het navigatiesysteem aan het raam bevestigd was, ging 7,4% van de totale kijktijd hier naartoe. Wanneer de navigatie zich op de vaste positie bevond, was dit slechts 3,5%. Dit verschil was significant ($F(1,$

515.8)=10.69, $p=.001$). De fixatietijd naar 'andere', wat overeenkomt met gebieden buiten de wagen, maar niet naar een gecodeerd relevant gebied, was dan weer hoger met de navigatie in de vaste positie dan aan het raam (66,2% vs. 62,6%; $F(1, 509.6)=9.00$, $p=.003$). In geen van de andere specifieke interessegebieden was het verschil in kijktijd tussen de twee bevestigingsposities significant ($p>.1$).

Een overzicht van het gemiddelde percentage kijktijd naar elk interessegebied in beide ritten (raam vs. vast) is te vinden in Tabel 5.

Het effect van navigatiepositie was onafhankelijk van de voorkeurspositie van de proefpersoon ($p>.1$). Er werd proportioneel ook niet langer naar de navigatie gekeken tijdens de heen- dan tijdens de terugrit ($p>.1$).

Figuur 9 Percentage van de totaal geregistreerde fixatietijd die op elk interessegebied viel, afzonderlijk voor ritten waarbij de navigatie bevestigd werd in de vaste positie of aan het raam (Boxplots: Middenlijn: mediaan, Box: 1ste tot 3de kwartiel, Lijnen: spreidingsbreedte, Punten: uitschieters). Statistisch significante verschillen ($p\leq.05$) volgens de joint test methode worden aangeduid met '*'.



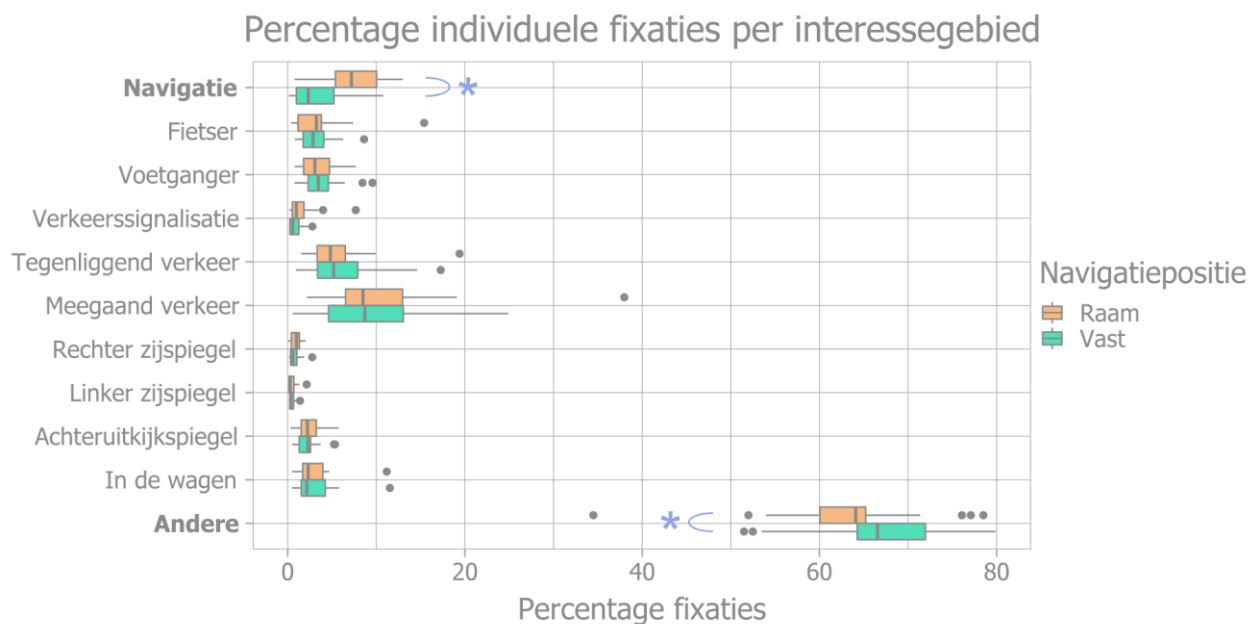
2.2.3.3 Aantal fixaties per interessegebied

Het aantal fixaties per interessegebied, of het aantal oogbewegingen dat naar het interessegebied werd gemaakt (zie Figuur 10) werd voor elke rit afzonderlijk gedeeld door het totale aantal fixaties dat gedurende die rit werd geregistreerd. Het aantal fixaties per interessegebied is dus proportioneel ten opzichte van het totaal aantal geregistreerde fixaties om effecten uit te sluiten van dataverlies. Het effect van de positie van de navigatie werd voor elk interessegebied nagegaan.

In de raamconditie vielen significant meer fixaties op de navigatie dan in de vaste positie ($F(1, 515.8)=11.00$, $p=.001$). Het navigatiesysteem kreeg 7,3% van de fixaties wanneer deze aan het raam was bevestigd, tegenover slechts 3,5% in de vaste positie. In de vaste positie gingen dan weer meer fixaties naar de restcategorie 'andere' dan aan het raam (66,7% vs. 63,0%; $F(1, 509.6)=10.89$, $p=.001$). In geen van de geselecteerde interessegebieden viel een verschil op te tekenen tussen beide posities ($p>.1$).

Een overzicht van het aandeel individuele fixaties naar elk interessegebied in beide ritten (raam vs. vast) is te vinden in Tabel 5.

Figuur 10 Percentage fixaties per interessegebied en navigatiepositie (raam, vast), proportioneel ten opzichte van het totaal aantal geregistreerde fixaties (Boxplots: Middenlijn: mediaan, Box: 1ste tot 3de kwartiel, Lijnen: spreidingsbreedte, Punten: uitschieters). Statistisch significante verschillen ($p \leq .05$) volgens de joint test methode worden aangeduid met '*'.



Er was geen effect van de voorkeurspositie van de proefpersoon zelf ($p > .1$). Er was ook geen verschil in het aantal fixaties op de navigatie tussen de heen- en de terugrit ($p > .1$).

2.2.3.4 Fixatieduur per interessegebied

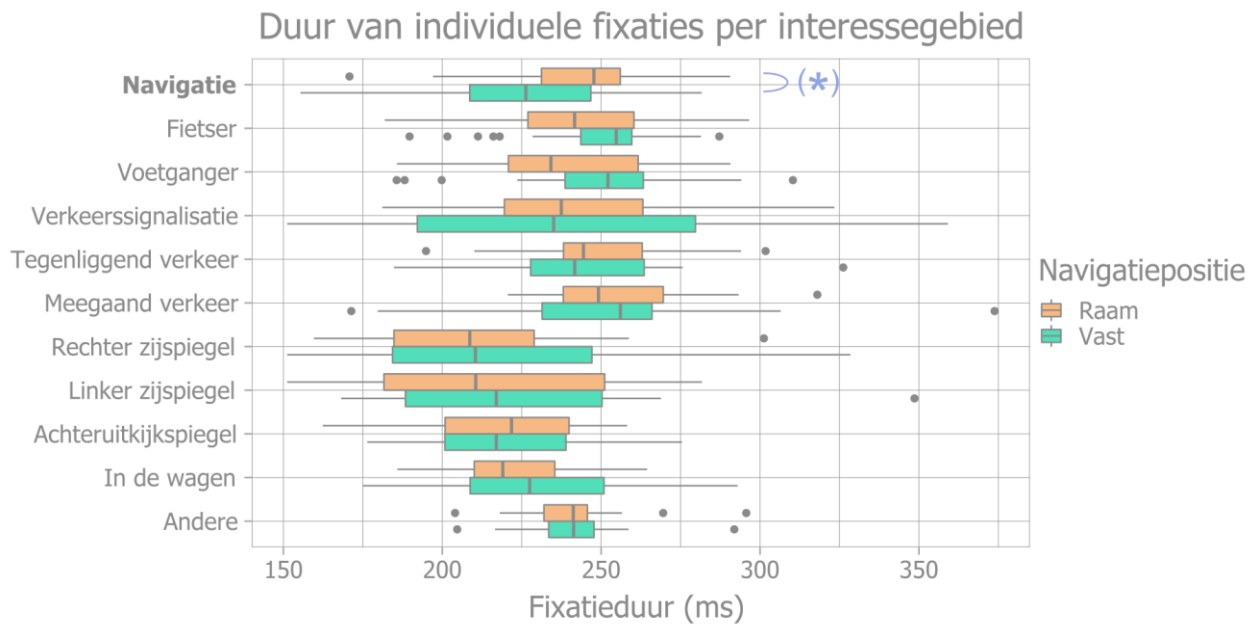
De duur van individuele fixaties (zie Figuur 11) werd voor elke rit en elk interessegebied afzonderlijk berekend. Op die manier kreeg elke rit hetzelfde gewicht in de analyses, onafhankelijk van verschillen in het totaal aantal geregistreerde fixaties gedurende die rit. Voor elk interessegebied werd het effect van de navigatiepositie geanalyseerd.

Fixaties op de navigatie duurden in de raampositie gemiddeld 242 ms. Dat was iets langer dan in de vaste positie waar ze gemiddeld 225 ms duurden. Het verschil was echter slechts randsignificant ($F(1, 508.2) = 3.63$, $p = .057$). In geen van de andere interessegebieden verschilde de fixatieduur tussen beide bevestigingsposities ($p > .1$).

Een overzicht van de gemiddelde duur van de individuele fixaties naar elk interessegebied in beide ritten (raam vs. vast) is te vinden in Tabel 5.

De voorkeurspositie van de individuele proefpersoon had geen effect op de fixatieduur of het verschil tussen posities ($p > .1$). Er was ook geen verschil in duurtijd van fixaties op de navigatie tussen de heen- en de terugrit ($p > .1$).

Figuur 11 Duur van individuele fixaties per interessegebied en navigatiepositie (raam, vast) (Boxplots: Middenlijn: mediaan, Box: 1ste tot 3de kwartiel, Lijnen: spreidingsbreedte, Punten: uitschieters). Randsignificantie ($p \leq .07$) volgens de joint test methode wordt aangeduid met '(*)'.



Tabel 5 Overzicht van het gemiddelde percentage totale kijktijd en aandeel fixaties, en de gemiddelde individuele fixatieduur, per interessegebied voor beide navigatieposities (raam, vast). Significante verschillen volgens de joint test methode zijn vetgedrukt, met significantieniveau $\leq .05$ '*' en randsignificantie $\leq .07$ '(*)'.

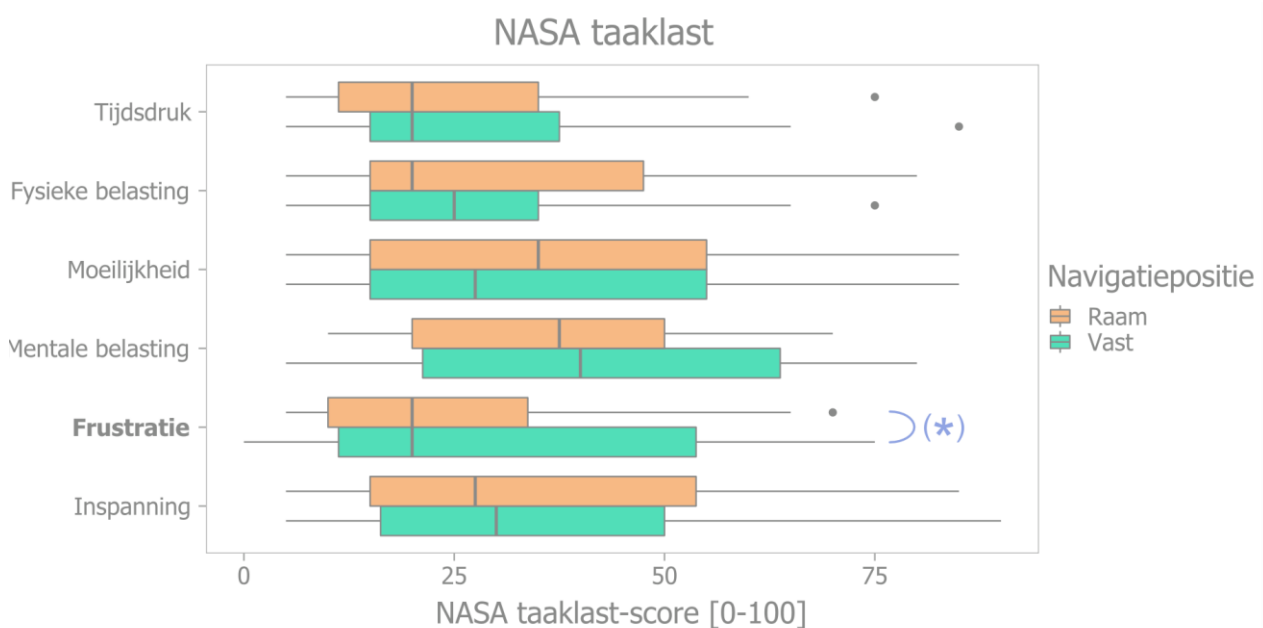
Interessegebied	Totale kijktijd		Aandeel individuele fixaties		Individuele fixatieduur	
	Raam	Vast	Raam	Vast	Raam	Vast
Navigatie	7,4%	* 3,5%	7,3%	* 3,5%	242 ms	(*) 225 ms
Fietser	3,4%	3,4%	3,3%	3,3%	242 ms	248 ms
Voetganger	3,2%	4,0%	3,3%	3,8%	238 ms	251 ms
Verkeerssignalisatie	1,7%	0,9%	1,7%	0,9%	242 ms	239 ms
Tegenligger	5,7%	6,6%	5,6%	6,4%	247 ms	245 ms
Voorligger	11,3%	10,0%	10,8%	9,6%	254 ms	253 ms
Rechter zijspiegel	0,8%	0,7%	0,9%	0,8%	210 ms	219 ms
Linker zijspiegel	0,5%	0,4%	0,5%	0,5%	213 ms	224 ms
Achteruitkijkspiegel	2,3%	2,1%	2,5%	2,3%	221 ms	220 ms
In de wagen	2,7%	3,0%	2,9%	3,1%	222 ms	229 ms
Andere	62,6%	* 66,2%	63,0%	* 66,7%	241 ms	241 ms

2.2.3.5 NASA taaklast score

Analyse van de afzonderlijke subschalen van de NASA taaklast-vragenlijst leverde een randsignificant verschil op tussen beide navigatieposities in de 'frustratie'-subschaal ($F(1, 397.3)=3.44, p=.064$): iets minder proefpersonen voelden zich gefrustreerd (i.e. onzeker, ontmoedigd, geïrriteerd, gestresseerd of verveld) tijdens ritten waarin de navigatie aan het raam was bevestigd, dan tijdens ritten waarin de navigatie zich op de vaste positie bevond. Het effect van de voorkeurspositie, noch de interactie tussen voorkeurspositie en navigatiepositie waren significant ($p>.1$).

Voor geen enkele andere subschaal, noch voor de volledige taaklast was er een verschil tussen de bevestigingsposities ($p>.1$). Ook werd voor geen enkele subschaal, noch voor de volledige taaklast een verschil gevonden tussen de heen- en de terugrit ($p>.1$).

Figuur 12 NASA taaklastscore per subschaal en navigatiepositie (raam, vast). (Boxplots: Middenlijn: mediaan, Box: 1ste tot 3de kwartiel, Lijnen: spreidingsbreedte, Punten: uitschieters). Randsignificantie ($p\leq.07$) volgens de joint test methode wordt aangeduid met '(*)'.



2.2.3.6 Postvragenlijst

Enkel de antwoorden van de proefpersonen waarvan de oogbewegingen in de analyses werden opgenomen werden geanalyseerd. Van deze 27 proefpersonen maakten er 19 ten minste wekelijks beroepshalve gebruik van de auto. 17 proefpersonen gebruikten soms een vast navigatiesysteem. Een los toestel werd soms of regelmatig gebruikt door 19 proefpersonen. Deze groepen gebruikers overlappen: 9 proefpersonen gaven voor beide types toestellen aan ze soms te gebruiken. Slechts 2 daarvan gebruikten nooit een bevestigingssysteem. Bij gebruik van een houder werd deze in 15 van de 17 gevallen aan de voorruit bevestigd.

Veertien proefpersonen gebruikten minstens soms een app. Daarvan gebruikten slechts 5 proefpersonen minstens soms een houder. Bij 3 van die proefpersonen werd de houder aan de voorruit bevestigd, bij 1 proefpersoon aan het ventilatierooster en bij 1 proefpersoon aan het dashboard. Proefpersonen die geen houder gebruikten bij het navigeren via een app legden de smartphone meestal op de schoot of op de passagierszetel.

Van de 27 proefpersonen vonden 23 de navigatie tijdens de ritten in het experiment gemakkelijk tot heel gemakkelijk. De overige 4 waren neutraal. De meeste proefpersonen volgden zowel de visuele als auditieve informatie ($n=20$). Slechts 3 proefpersonen gebruikten enkel de visuele, en 4 proefpersonen enkel de auditieve informatie.

Slechts 2 proefpersonen gaven aan afgeleid te zijn van het verkeer wanneer de navigatie zich aan het raam bevond, terwijl 11 proefpersonen aangaven afgeleid te worden door de navigatie wanneer die zich in de vaste positie bevond. Op de vraag welke opstelling van het navigatiesysteem ze zelf het gemakkelijkst vonden om te volgen, gaven slechts 3 proefpersonen aan een voorkeur te hebben voor de vaste positie, terwijl 21 proefpersonen de positie aan de voorruit het gemakkelijkst vonden.

Veertien proefpersonen konden het doel van het experiment raden.

2.2.4 Discussie

2.2.4.1 Belangrijkste bevindingen

Er werd proportioneel significant vaker en langer naar het navigatiesysteem gekeken wanneer het aan het raam hing, dan op de vaste positie. Bovendien duurden ook individuele fixaties op het navigatiesysteem langer wanneer het zich aan het raam bevond dan in de vaste positie (randsignificant).

Proefpersonen rapporteerden een iets hogere taaklast tijdens ritten met de navigatie in de vaste positie tegenover de raampositie. Wanneer gevraagd werd welke positie men prefereerde, verkoos de grote meerderheid van de proefpersonen de bevestiging aan het raam boven die in de vaste positie.

De hogere fixatiefrequentie en -tijd op de navigatie wanneer die zich aan het raam bevond, kan zowel het gevolg zijn van een (groter) afleidend effect van de navigatie in het gezichtsveld, als van het gemak waarmee de aandacht kan verschoven worden naar, en verdeeld worden over, alle gelijktijdig uit te voeren taken (kijken naar het verkeer en naar de navigatie). Verder kan niet worden uitgesloten dat (een deel van) het effect het gevolg is van onnauwkeurigheid in de registratie van de oogbewegingsposities.

2.2.4.2 Afleidend karakter van een navigatiesysteem

De aanwezigheid van het navigatiesysteem aan het raam zou afleidend kunnen werken. De fixatietijd en het aantal fixaties op het navigatiesysteem zouden dus groter kunnen zijn omdat de aandacht ongewild vaker en langer naar het navigatiesysteem wordt getrokken. Het navigatiesysteem bevindt zich in dat geval namelijk binnen het gedeelte van het gezichtsveld dat het belangrijkste is voor het rijden zelf en is een object met een hoge visuele "opvallendheid" (visual "saliency").

Visuele "opvallendheid" wordt in grote mate bepaald door kleur (Itti, Koch, & Niebur, 1998; Jost, Ouerhani, von Wartburg, Muri, & Hugli, 2005; Engmann, Hart, Sieren, Onat, König, & Einhäuser, 2009), contrast (Reinagel & Zador, 1999) en beweging (Abrams & Christ, 2003). Het navigatiesysteem scoort met het verlichte scherm vol felle kleuren en bewegend beeld hoog op deze drie factoren. Het is dus een visueel aantrekkelijke stimulus. We weten dat stimuli met een hoge visuele "opvallendheid" in een scène de aandacht trekken en dus meer fixaties krijgen (Itti & Koch, 2000; Reinagel & Zador, 1999).

De rol van visuele opvallendheid voor de aantrekking van oogbewegingen is bovendien groter naarmate het object zich centraler in het gezichtsveld bevindt (Itti, 2006). Het afleidende effect van "opvallendheid" zal dus groter zijn wanneer het navigatiesysteem aan de voorruit is bevestigd, dan op de vaste positie.

Een hogere fixatiefrequentie enkel omwille van een bottom-up aandachtseffect en niet omwille van top-down taakspecifieke redenen, zou echter resulteren in kortere, vluchtigere fixaties dan fixaties die minder gedreven worden door "opvallendheid", maar meer door bewuste taakspecifieke strategieën. De fixatieduur is namelijk afhankelijk van de hoeveelheid informatie die moet worden verwerkt tijdens de fixatie zelf (Rayner, 2009). Bij een onterechte oogbeweging naar een visueel opvallende, maar voor de taak irrelevante stimulus, zal de hoeveelheid te verwerken informatie kleiner zijn. De oogbeweging zal dan snel worden gecorrigeerd.

Dit was echter niet het geval wanneer het navigatiesysteem aan het raam was bevestigd, eerder integendeel. Fixaties op het navigatiesysteem waren korter in de vaste positie dan wanneer het navigatiesysteem aan het raam was vastgemaakt. De langere fixatieduur op het navigatiesysteem aan het raam maakt het onwaarschijnlijk dat het hogere aantal fixaties op het navigatiesysteem te wijten is aan het afleidend karakter van het navigatiesysteem zelf.

Hierbij moet worden opgemerkt dat fixaties korter dan 150 ms niet in de data werden opgenomen. Algemeen wordt namelijk aangenomen dat kortere fixaties niet resulteren in betekenisvolle verwerking van de visuele informatie die tijdens de fixatie op het netvlies valt (Rayner, Smith, Malcolm, & Henderson, 2009). Kortere fixaties, vanaf slechts 40 ms, kunnen de kijker echter wel al een algemeen beeld van de scène opleveren die 'gist' wordt genoemd (Castelhano & Henderson, 2008). Er kan dus niet volledig worden uitgesloten dat de aanwezigheid van het navigatiesysteem in het visuele veld in de raamconditie omwille van bottom-up aandachtstrekkende kenmerken toch resulteerde in meer van dergelijke heel korte, niet geregistreerde fixaties naar het navigatiesysteem.

De kwalitatieve data uit de NASA-taaklast vragenlijst en de voorkeursdata uit de postvragenlijst spreken de verklaring voor de grotere fixatietijd op basis van bottom-up opvallendheid echter tegen. Indien het navigatiesysteem aan het raam ongewild fixaties zou uitlokken, zouden we verwachten dat proefpersonen deze positie als storend zouden ervaren en dat de voorkeur zou uitgaan naar een positie buiten het dominante

gezichtsveld. Dit was niet het geval. Integendeel, de raampositie kreeg veruit de voorkeur boven de vaste positie en werd als minder frustrerend en minder afleidend ervaren dan de vaste positie.

De hypothese dat het navigatiesysteem in de raampositie enkel meer aandacht krijgt omdat hij afleidend werkt is op basis van de data dus eerder onwaarschijnlijk.

2.2.4.3 Verschuiven en verdelen van aandacht tussen controle over het voertuig, het verkeer en navigatie

De twee navigatieposities verschillen in het gemak waarmee de visuele aandacht kan verschoven worden naar, en verdeeld worden over de informatie nodig voor alle tegelijk uit te voeren taken: navigatie, controle van het voertuig en interactie met het verkeer. Dat gemak van simultane verwerking wordt namelijk sterk beïnvloed door de fysieke nabijheid van alle visuele informatiebronnen die hiervoor worden gebruikt.

Het gedeelte van het visuele veld dat tijdens een fixatie wordt verwerkt, is groter dan het foveale, gefixeerde gebied zelf (Rayner, 2009). Kijkers kunnen binnen één fixatie hun aandacht verschuiven naar andere posities in het visuele veld dan het gefixeerde, centrale object (Posner, 1980). Hoe verder objecten zich echter in de periferie bevinden, hoe trager en moeilijker ze worden gedetecteerd (Williams, 1982; Chan & Courtney, 1993; Recarte and Nunes, 2003, Strasburger and Rentschler, 1996).

Geoefende bestuurders houden tijdens het rijden hun ogen meestal gefixeerd op een centraal punt op de weg, enkele visuele graden onder de horizon (Harbluk, Noy, & Eizenman, 2002; Recarte & Nunes, 2000; Rockwell, 1972; Wierwille, 1993a, 1993b; Wann & Swapp, 2001). Dat centrale fixatiepunt is het zwaartepunt van alle visuele informatie die tijdens het rijden tegelijk moet worden verwerkt. Het laat toe om zowel de positie van het voertuig op de weg te controleren, als te reageren op veranderende verkeerssituaties in de periferie. Oogbewegingen naar posities met informatie voor een secundaire taak (spiegels, navigatiesysteem, radio, etc.) zullen dus starten vanaf dat punt en na fixatie op de secundaire locatie ook terugkeren naar dat punt.

Een verschuiving van de aandacht tussen twee visuele objecten is gemakkelijker naarmate het nieuwe object zich dichterbij de huidige gefixeerde positie bevindt. Bovendien worden objecten die zich vóór een oogbeweging in al het gezichtsveld bevonden, tijdens de nieuwe fixatie sneller verwerkt dan objecten die voor de oogbeweging nog niet zichtbaar waren (Henderson, 1992; Henderson, Pollatsek, & Rayner, 1989; Pollatsek, Rayner, & Henderson, 1990). De excentriciteit waarop de visuele informatie nodig voor een secundaire taak zich bevindt, is dan ook negatief gecorreleerd met de mate van controle over het voertuig en de reactiesnelheid op veranderingen in de verkeerssituatie. Met andere woorden, hoe groter de afstand tussen de navigatie en de centrale blik op het verkeer, hoe minder kijkgedrag naar het verkeer, met tragere reacties in het verkeer tot gevolg (Wittmann et al., 2006; Summala et al., 1996, 1998; Burns, et al., 2000). Dit effect is bovendien groter op de verticale as (plaatsing van de navigatie op een plaats boven of onder de centrale blik op het verkeer) dan op de horizontale as (plaatsing van de navigatie op een plaats links of rechts van de centrale blik op het verkeer) (Summala et al., 1998; Burns, et al., 2000).

Bij een fixatie op het navigatiesysteem aan het raam bevindt de optimale fixatiepositie, en dus ook de objecten die relevant zijn voor controle van het voertuig en reactie op veranderingen in het verkeer, zich minder ver in de periferie dan wanneer het navigatiesysteem zich in de vaste positie bevindt. Ze zullen bij een verschuiving van de aandacht dus gemakkelijker en sneller kunnen worden verwerkt. Bovendien heeft een fixatie op het navigatiesysteem in de vaste positie door haar grotere excentriciteit als gevolg dat de terugkeer van de oogbeweging naar het optimale punt meer moeite kost dan een fixatie op het navigatiesysteem aan het raam.

In vergelijking met de vaste positie, zorgt de lagere excentriciteit van het navigatiesysteem aan het raam dus voor een hogere continuïteit in de verwerking van de visuele rij-informatie. Hiervan werd aangetoond dat het gevoel van subjectieve controle verhoogt (Zheng et al., 2016, National Highway Traffic Safety Administration, 2013, Alliance of Automobile Manufacturers, 2006), wat in een studie van Larsson, Engström, & Wege (2017) net zoals in de huidige data, resulteerde in een hoger aantal lange fixaties op het navigatiesysteem.

Ook de verschillen in fixatieduur tussen de twee posities steunen de verklaring dat kijken naar het navigatiesysteem minder disruptief is voor de rijtaak wanneer het zich aan het raam bevindt. Fixatieduur is namelijk gecorreleerd met de hoeveelheid informatie die binnen dezelfde fixatie wordt verwerkt. Fixaties op het navigatiesysteem aan het raam duren gemiddeld iets langer dan fixaties op het navigatiesysteem in de vaste positie. Aangezien de informatie op het navigatiesysteem zelf niet afhankelijk is van diens positie, kan het verschil in fixatieduur enkel worden verklaard door de totale hoeveelheid informatie die tijdens een fixatie wordt verwerkt. Dit zou kunnen betekenen dat de aandacht bij fixaties op het navigatiesysteem aan het raam verdeeld wordt over een groter deel van het visuele veld en dat dus een gedeelte van de aandacht tijdens een fixatie op het navigatiesysteem naar de weg of andere voor de rijtaak relevante gebieden binnen het gezichtsveld blijft gaan.

In dezelfde lijn kan het kleinere aantal en de kortere duur van fixaties naar het systeem in de vaste positie worden verklaard door compensatie van de bestuurder voor het risico dat het afwenden van de blik van de weg met zich meebrengt. Bestuurders zullen dan minder vaak en korter weggijken van het verkeer, wat overeenkomt met de data.

Ook de duidelijke voorkeur voor de raampositie in de postvragenlijst en de hogere taaklast scores op de frustratieschaal in de NASA vragenlijst bij de vaste positie bieden steun voor de hypothese dat de bevestiging van het navigatiesysteem in een gebied dat in het gezichtsveld valt tijdens de dominante taak, namelijk het rijden zelf, minder moeite kost dan de bevestiging in een gebied buiten het gezichtsveld. Eerder onderzoek toonde daarenboven al aan dat de efficiëntie waarmee het navigatiesysteem kan worden gebruikt toeneemt naarmate het systeem zich centraler in het gezichtsveld van de gebruiker bevindt (Itoha et al., 2005).

2.2.4.4 Impact van registratie van fixatiecoördinaten

Interpretaties van de verschillen in fixatiefrequentie en -tijd tussen beide navigatieposities steunen op de assumptie dat de spatiale nauwkeurigheid van de fixatiecoördinaten garandeert dat fixaties toegewezen aan een gebied, ook in werkelijkheid op dat object vielen.

De oogbewegingsregistratie werd uitgevoerd met een apparaat met een nauwkeurigheid van minimaal 2,5 visuele graden (= 2,5 cm op een afstand van 57 cm) (<https://docs.pupil-labs.com/#calibration>). Deze spatiale resolutie geldt echter voor optimale meetomstandigheden, wat in veldwerk per definitie niet het geval is. De kalibratie van het apparaat verliep moeizaam omwille van storende lichtinval, en gebeurde noodgedwongen niet in dezelfde omstandigheden als de registraties zelf. Het dataverlies was dan ook aanzienlijk. Bovendien gebeurden de registraties zelf in dynamische omstandigheden, waarbij de bestuurder niet alleen vrij het hoofd en het lichaam bewoog, maar zich ook in een bewegend voertuig bevond. Hierdoor kon verschuiven van het apparaat tegenover de ogen van de proefpersoon niet volledig worden uitgesloten.

Aangezien de spatiale nauwkeurigheid van oogbewegingsregistratie sterk afhangt van kalibratie- en registratieomstandigheden, kan niet uitgesloten worden dat (een deel van) de fixaties op gecodeerde interessegebieden in werkelijkheid gericht waren naar een punt in de buurt van, maar niet op het interessegebied zelf. Het is dus mogelijk dat sommige fixaties in de buurt van het navigatiesysteem ten onrechte gecodeerd werden als vallend op het navigatiesysteem (en omgekeerd).

Aangezien het grootste deel van de fixaties tijdens de rit op de voorruit vielen, zou die onnauwkeurigheid meer fixaties op het navigatiesysteem tot gevolg hebben in de raampositie, en minder in de vaste positie, waarbij het navigatiesysteem zich verder weg van de meest gebruikte fixatiepositie bevond. De data volgen dat patroon, waar de stijging van de fixatietijd en -frequentie in de raampositie tegenover de vaste positie ten koste ging van fixaties in de restcategorie 'andere', wat in de praktijk meestal het doorheen de voorruit naar andere zaken dan de verkeersrelevante categorieën kijken, betekende.

Dezelfde onnauwkeurigheid zou in de vaste conditie fixaties op het dashboard of andere plaatsen in de buurt van de vaste positie van het navigatiesysteem ten onrechte als op het navigatiesysteem classificeren. In dat geval zouden we een daling van de fixatiefrequentie en -tijd verwachten in het interessegebied 'in de auto'. Dit verschil werd echter niet geobserveerd. Hierbij moet opgemerkt worden dat er in totaal veel minder fixaties in het interessegebied 'in de auto' vielen dan in de restcategorie 'andere', wat dan weer een verklaring zou kunnen zijn voor het gebrek aan een verschil.

Onnauwkeurigheid in de registratie van fixatieposities kan dus niet volledig worden uitgesloten als (gedeeltelijke) verklaring voor de gevonden verschillen in oogbewegingsparameters tussen beide navigatieposities.

3 Conclusies en aanbevelingen

3.1 Conclusies

Navigeren vormt een essentieel onderdeel van autorijden. Wanneer de route niet gekend is of memoriseerd kan worden, zijn hiervoor externe hulpmiddelen nodig. Het doel van deze studie was tweevoudig. Ten eerste werd nagegaan op welke manier navigatiesystemen door Belgische gebruikers worden gebruikt. Meer bepaald werd onderzocht welk soort systeem het meest wordt gebruikt, in welke mate het toestel in de wagen wordt bevestigd, en op welke positie. Ten tweede werd onderzocht wat de impact van de twee meest gebruikte bevestigingsposities was op het gebruiksgemak, en op het kijkgedrag van de gebruiker tijdens een natuurlijke rijtsituatie.

Uit de online bevraging bij een representatieve steekproef van Belgen kwam naar voren dat digitale navigatiesystemen goed ingeburgerd zijn. De meeste bestuurders (87%) gebruiken ze in één of andere vorm. Daarnaast maakt meer dan de helft van de bestuurders (57%) gebruik van verkeersborden die de richting aangeven om te navigeren. Papieren kaarten en wegbeschrijvingen worden nog zelden gebruikt.

Van de digitale systemen worden ingebouwde en draagbare/losse navigatietoestellen het vaakst gebruikt. Navigatie-apps op de smartphone of tablet zijn nieuwer, en worden voornamelijk door jongere bestuurders gebruikt. Hoewel draagbare systemen en navigatie-apps op een vergelijkbare manier worden gebruikt, is er een opvallend verschil in positionering tussen beide systemen.

De grote meerderheid van de gebruikers van een draagbaar navigatiesysteem gebruikt een bevestigingssysteem. Hierbij is de voorruit de populairste bevestigingsplaats. Van de gebruikers van een navigatie-app gebruikt daarentegen slechts ongeveer een derde een bevestigingssysteem. Mogelijk heeft dit te maken met het feit dat bij draagbare navigatiesystemen standaard een bevestigingssysteem hoort, terwijl gebruikers van een smartphone dit systeem zelf nog dienen aan te schaffen. Wanneer een bevestigingssysteem wordt gebruikt, wordt de smartphone in de helft van de gevallen op een gelijkaardige positie als de meeste ingebouwde systemen bevestigd (ventilatierooster, dashboard), en in een kwart van de gevallen aan de voorruit. Wanneer het apparaat zonder bevestigingssysteem wordt gebruikt, wordt het toestel in de meeste gevallen los in de auto gelegd. De passagierszetel en de ruimte voor de versnellingspook zijn hiervoor de populairste plaatsen. Dit zijn posities met een hoge excentriciteit tegenover de optimale kijkpositie voor voertuigcontrole en verwerking van het verkeer. Dat is verontrustend aangezien eerder werd aangetoond dat het gebruik van een display in een dergelijke positie resulteert in een sterk verminderde reactietijd en voertuigcontrole (Burns, et al., 2000).

In de oogbewegingsstudie werden de twee meest gebruikte bevestigingsposities met elkaar vergeleken: midden onderaan de voorruit, overeenkomstig met de populairste bevestigingspositie van een draagbaar systeem, en bovenaan de middenconsole, overeenkomstig met de positie van de meeste ingebouwde toestellen en met het ventilatierooster dat vaak voor navigatie-apps wordt gebruikt. Het doel van de studie was tweevoudig. Enerzijds werd nagegaan of bevestiging van het toestel aan het raam, nog binnen het visuele veld tijdens het kijken door de voorruit, afleiding veroorzaakt en dus storend werkt voor het rijden zelf. Anderzijds werd nagegaan of de verwerving en verwerking van de visuele informatie nodig voor controle van het voertuig en reactie op het verkeer meer in het gedrang kwam wanneer de navigatie zich verder van het optimale fixatiepunt bevond.

Bestuurders keken proportioneel langer en vaker naar het navigatiesysteem wanneer dit aan het raam bevestigd was, tegenover wanneer het zich op de vaste positie bevond. Bovendien duurden ook individuele fixaties op het navigatiesysteem aan het raam langer dan in de vaste positie. De positie aan de voorruit werd door de meeste deelnemers geprefereerd boven de vaste positie en als minder frustrerend ervaren.

Zowel de bevindingen uit de oogbewegingsstudie als de ervaringen van de deelnemers zelf spreken tegen dat het navigatiesysteem aan het raam storend of afleidend zou zijn voor de rijtaak zelf. Er waren geen significante verschillen in het kijkgedrag naar de geselecteerde verkeersrelevante interessegebieden (buiten het navigatiesysteem) tussen de vaste en raampositie. De grotere afstand tussen de navigatie en de centrale blik op het verkeer in de vaste positie blijkt dus ook geen grotere impact gehad te hebben op het kijkgedrag naar deze gebieden. Het kijkgedrag naar de navigatie was wel significant verschillend, waarbij de grotere afstand van de navigatie in de vaste positie gecompenseerd blijkt te worden door minder frequente en kortere fixaties naar het scherm. De positie aan het raam lijkt daarentegen door haar kleinere afstand met de gebruikelijke

voorwaartse blik op het verkeer iets minder te interfereren met de verwerving van visuele informatie nodig voor voertuigcontrole en reageren op het verkeer. Ze zorgt voor een betere continuïteit in de informatieverwerking met minder oogbewegingen naar een positie buiten het optimale visuele veld voor het rijden. De gevonden verschillen zijn echter beperkt: voor de geselecteerde interessegebieden (buiten de navigatie zelf) was er geen verschil tussen beide condities. Op basis van deze resultaten kunnen dus geen harde conclusies worden getrokken over de relatieve veiligheid van de twee posities.

Er zijn enkele beperkingen aan de huidige studie die de interpretatie van de data bemoeilijken.

Ten eerste werd voor de vaste positie een hoogte gekozen die zo representatief mogelijk was voor ingebouwde systemen. De afstand tussen het raam en het ingebouwde navigatiesysteem of het ventilatierooster waar de smartphone vaak wordt vastgemaakt is echter heel variabel. Het is op basis van deze data ook niet mogelijk om de maximale excentriciteit te bepalen zonder effect op de gebruiksvriendelijkheid. Het is dus niet mogelijk om de hier gevonden verschillen tussen de vaste positie en de voorruit te generaliseren naar ingebouwde systemen in het algemeen.

Ten tweede kan de nauwkeurigheid van de oogbewegingsregistraties door de aard van de studie niet worden gegarandeerd. Dataverlies en verminderde registratienauwkeurigheid zijn namelijk intrinsiek aan de minder gecontroleerde omstandigheden bij veldwerk en kan dus moeilijk worden vermeden. Hierdoor zijn fixaties door de voorruit mogelijk foutief aan het navigatiesysteem toegewezen wanneer die zich aan het raam bevond. Mogelijk zijn de verschillen in oogbewegingskarakteristieken tussen beide bevestigingsposities dus kleiner dan hier waargenomen. Dit zou betekenen dat de vaste positie minder nadelig is ten opzichte van de voorruit conditie dan de data doen vermoeden.

Ten derde waren veel proefpersonen vertrouwd met de omgeving waarin de ritten plaats vonden. Geen van de deelnemers kende echter de af te leggen route zelf. Hierdoor werd vermeden dat proefpersonen zich zouden baseren op hun eigen kennis van de weg in plaats van op de instructies van het navigatiesysteem. Er kan echter niet worden uitgesloten dat kennis van de omgeving een effect had op de noodzaak om visuele informatie van het navigatiesysteem te gebruiken.

Ten slotte kon een groot deel van de proefpersonen in de oogbewegingsstudie het doel van het experiment correct raden. Het kan niet worden uitgesloten dat proefpersonen die het doel van de experimentele manipulatie door hadden zich anders gedroegen dan normaal en hun kijkgedrag al dan niet bewust aanpasten. Er kan echter van uit gegaan worden dat het doel van het experiment pas werd geraden wanneer de positie van de navigatie werd veranderd. In dat geval zou de invloed van het kennen van het doel zich pas laten merken tijdens de terugrit. Omdat de verdeling van navigatiepositie over de heen- en terugrit werd gerandomiseerd zou dit echter geen gevolgen mogen hebben op het verschil in oogbewegingskarakteristieken tussen beide posities.

3.2 Pistes voor verder onderzoek

Interessant zou zijn om in verder onderzoek na te gaan of bepaalde andere karakteristieken van het display (grootte, helderheid, ...) of de manier waarop de informatie wordt weergegeven een invloed hebben op het effect van bevestigingspositie. Er zijn bijvoorbeeld aanwijzingen (Lin, Wu, & Chien, 2010) dat het aanbieden van route-details in kleinere sub-vensters een gunstig effect heeft op zowel het navigeren als de rijprestaties. Ook de vergelijking met andere vaak gebruikte posities waarin de houder wordt vastgemaakt die uit de bevraging naar voren kwamen zou interessant zijn. Sommige daarvan vallen buiten de zones die door de normen van auto- en navigatiesysteemproducenten werden gedefinieerd. Aangezien ze in de praktijk wel worden gebruikt zou het interessant zijn om de impact op de veiligheid hiervan te kennen. Middels rijsimulatorstudies kan bovendien worden nagegaan wat het effect is van het gebruik van een los navigatietoestel zonder houder op verschillende posities die door opvallend veel gebruikers in de huidige studie werden aangegeven. Hierbij gaat het om posities zoals de passagierszetel, voor de versnellingspook of op de schoot.

Het zou interessant zijn te onderzoeken of de verschillen in fixatieduur en -frequentie tussen beide navigatieposities beïnvloed worden door leeftijd en/of rijervaring. Kunnen jonge en onervaren bestuurders het relatief hogere risico van de aandachtsverplaatsing naar een positie verder weg van het optimale fixatiepunt voor het verkeer al dan niet minder goed compenseren? Die compensatie zou eveneens beïnvloed kunnen worden door externe factoren als complexiteit van de navigatie-instructies en van het verkeer. Mogelijk is het verschil in veiligheid tussen beide posities namelijk groter naarmate de cognitieve belasting voor de bestuurder toeneemt. Daarnaast zou het interessant zijn na te gaan of het relatieve gebruik van visuele en auditieve

informatie afhankelijk is van de positie van het toestel. Mogelijk compenseren gebruikers voor het verhoogde veiligheidsrisico van een meer perifere display door meer intensief gebruik van auditieve informatie.

In deze studie werden uitsluitend fixatiecoördinaten gebruikt als indicator voor afleiding en veiligheid. In verder onderzoek zou via een geïnstrumenteerde wagen de verdeling van de visuele aandacht kunnen gekoppeld worden aan rijparameters zoals snelheid, laterale positie op de weg, snelheidsvariaties en remgedrag. Op die manier kunnen sterkere conclusies getrokken worden over de impact van de plaatsing van het navigatietoestel op veiligheid en rijperformantie.

Om na te gaan welke bevestigingspositie voor de gebruiker het meest efficiënt is, zou het huidige experiment herhaald kunnen worden met bevestiging van twee systemen tegelijk. Proefpersonen zullen vooral oogbewegingen maken naar het systeem waarop de visuele informatie het efficiëntst kan worden verworven.

Verder moet de impact van nieuwere methoden van navigatie worden onderzocht. Een extreem voorbeeld van aanbidding van navigatie-informatie waarbij de bestuurder de aandacht niet hoeft te verschuiven van de weg naar het navigatiesysteem zijn head-up displays (HUD), waarbij navigatie instructies worden geprojecteerd op de voorruit, overlappend met de visuele informatie van de weg. HUDs worden nu al gebruikt in motorhelmen en in sommige high-end modellen van bepaalde merken van personenwagens. Ze vormen een belangrijke evolutie in de manier waarop navigatie-instructies in de toekomst zouden kunnen worden aangeboden. Een belangrijk verschil tussen het gebruik van een navigatiesysteem met aparte display en een HUD is de mate van controle van de gebruiker over het al dan niet verwerken van navigatie-instructies op een bepaald moment in de tijd. Waar bij een traditioneel navigatiesysteem de gebruiker zelf beslist of en wanneer hij of zij de aandacht verschuift naar de navigatie-instructies, wordt bij een HUD de informatie op elk moment van de tijd simultaan aangeboden met de informatie nodig voor voertuigcontrole en verkeersinzicht. Dat heeft als voordeel dat de gebruiker de aandacht niet hoeft te richten naar een aparte bron van visuele informatie, maar stelt anderzijds cognitieve uitdagingen in de vorm van selectie en verwerking van een grotere hoeveelheid simultaan aangeboden informatie. Oh, Ko & Ji (2016) toonden al aan dat het soort informatie en de manier waarop die wordt aangeboden een negatieve invloed kan hebben op de rijperformantie. Een belangrijke vraag voor verder onderzoek is dan ook in welke mate de aanwezigheid van de navigatie-informatie interfereert met de verwerking van informatie nodig voor het rijden zelf. Er zou moeten worden onderzocht of bestuurders in staat zijn deze informatie te negeren ten voordele van belangrijke veranderingen in de verkeerssituatie en welke eigenschappen van de aangeboden informatie de rijervaring verbeteren of juist verstoren.

Ten slotte kan worden nagegaan in welke mate het gebruik van navigatietoestellen in de praktijk bijdraagt aan ongevallen en welke factoren hierbij een rol spelen. Hierbij kan bijzondere aandacht worden besteed aan een eventueel onaangepaste positie van het toestel en/of aan het instellen van het toestel tijdens het rijden (manuele afleiding).

3.3 Aanbevelingen

Hieronder staan enkele specifieke aanbevelingen die gemaakt kunnen worden op basis van de literatuur en/of de resultaten van deze studie.

Maatregelen met betrekking tot regelgeving:

- In tegenstelling tot bijvoorbeeld Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk heeft België geen wetgeving met betrekking tot het gebruik van digitale navigatiesystemen in de wagen. Het Koninklijk Besluit hieromtrent is beperkt en vaag. Het zou interessant zijn om ook in België normen voor de positionering van navigatiesystemen op te nemen in de wetgeving.
- Zowel de literatuur als de data in deze studie tonen aan dat een hogere excentriciteit (grotere afstand) van de navigatie-informatie tegenover de optimale kijkpositie op de weg storend is voor de rijprestatie. Toch blijkt dat opvallend veel bestuurders, en dan vooral gebruikers van apps op de smartphone, het toestel gebruiken terwijl het zich op een positie ver van de voorruit bevindt. Het gebruik van digitale toestellen zoals draagbare navigatiesystemen en smartphones in de wagen zou kunnen gelimiteerd worden tot toestellen die correct bevestigd zijn op een positie conform de normen voor ingebouwde of draagbare navigatiesystemen. Het gebruik van een digitaal toestel op een andere positie zou dan verboden kunnen worden net als het niet handenvrij gebruik van een gsm of smartphone tijdens het rijden. De auto-industrie speelt hier intussen op in door moderne systemen aan te bieden die geconnecteerd kunnen worden met de smartphone en waarbij de informatie van de navigatie-app weergegeven wordt op het ingebouwd display in de wagen (bijv. App Connect). In dergelijke gevallen is geen houder nodig.

Maatregelen met betrekking tot infrastructuur:

- Uit de huidige studie is gebleken dat meer dan de helft van de automobilisten gebruik maakt van wegwijzers om te navigeren. Bewegwijzering kan de afhankelijkheid van navigatiesystemen verminderen en verwarring vermijden in situaties waarbij de infrastructuur veranderd werd of waarin navigatiesystemen niet up-to-date zijn. Ze kunnen eveneens de mate van afleiding door navigatiesystemen zelf verminderen. Het is dus belangrijk dat de informatie op wegwijzers steeds betrouwbaar en correct is en dat de borden goed zichtbaar aangebracht zijn. Ze dienen bovendien duidelijk zichtbaar te zijn op posities waarop beslissingen in verband met navigatie worden genomen.
- Complementair met aandacht voor snelle aanpassing van bewegwijzering is het bij veranderingen van de verkeerssituatie of de weginfrastructuur noodzakelijk dat deze zo snel mogelijk worden doorgeven aan de providers van navigatie-informatie voor navigatiesystemen, zodat gebruikers correcte informatie ontvangen en er geen verwarring ontstaat bij het gebruik van de digitale toestellen.

Maatregelen met betrekking tot sensibilisatie:

- Uit de resultaten volgen geen aanbevelingen in termen van veiligheid voor wat betreft een voorkeur voor één van beide geteste posities. De posities zijn bovendien beide conform de meeste beschikbare positioneringsaanbevelingen zoals in de inleiding vermeld. Een opvallende vaststelling is echter wel dat een groot percentage van de respondenten aangeeft geen bevestigingssysteem te gebruiken voor de smartphone, en in mindere mate voor het draagbaar toestel. Via sensibilisatie kunnen bestuurders gewezen worden op de risico's van het gebruik van een los toestel. Behalve een suboptimale positionering heeft dit namelijk een bijkomend risico van manuele afleiding wanneer het apparaat wegschuift of valt.
- Aangezien verouderde weginformatie tot verwarring en dus gevaarlijke situaties kan leiden, valt aan te bevelen aan gebruikers van digitale navigatiesystemen om de kaarten van het systeem regelmatig bij te werken. Dit geldt in het bijzonder voor de ingebouwde en draagbare systemen, maar ook opgeslagen kaarten van smartphone-apps kunnen verouderd zijn. Idealiter gebeurt een dergelijke update automatisch.
- Weggebruikers dienen zich ervan bewust te zijn dat hun digitale navigatiekaart verouderd kan zijn. De verkeersborden blijven steeds een belangrijke bron van informatie ter ondersteuning en verificatie van de digitale informatie.
- Verder blijkt dat een groot aantal bestuurders het navigatiesysteem, al dan niet met een houder, positioneert op een suboptimale positie. Het is aan te bevelen gebruikers te sensibiliseren met betrekking tot de beste positie van het navigatietoestel. Het toestel dient bevestigd te worden dicht genoeg bij de centrale kijkrichting voor het verkeer, zonder relevante delen van het gezichtsveld in te nemen of te verhinderen.

Referenties

- Abrams, R.A., & Christ, S.E. (2003). Motion onset captures attention, *Psychological Science* 14(5), 427-432.
- Aichinger, C. Aigner-Brueuss, E., Aleksa, M., Kaiser, S. et al. (2014). Evaluation of Navigation Systems from a Road Safety Perspective. Proceedings of European Conference on Human Centered Design for Intelligent Transport Systems, Vienna, June 4-5, 2014.
- Alliance of Automobile Manufacturers (2006). Statement of Principles, Criteria and Verification Procedures on Driver-Interactions with Advanced In-Vehicle Information and Communication Systems. Driver Focus-Telematics Working Group June 26, 2006 Version. Washington, DC.
- Ball, K., & Rebok, G. (1994). Evaluating the driving ability of older adults. *Journal of Applied Gerontology*, 13, 20-38.
- Burnett, G.E. (2000). Turn right at the traffic lights – The requirement for landmarks in vehicle navigation systems. *The Journal of Navigation*, 53, 499-510.
- Burns, P.C., Andersson, H., & Ekfjorden, A. (2000). Placing visual displays in vehicles: where should they go? In: International Conference on Traffic and Transport Psychology, Berne, Switzerland.
- Castelhano, M.S., & Henderson, J.M. (2008). The influence of color on the perception of scene gist. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(3), 660-675.
- Chan, H., & Courtney, A. (1993). Effects of Cognitive Foveal Load on a Peripheral Single-Target Detection Task. *Perceptual and Motor Skills*, 77(2), pp.515-533.
- Christoph, M.W.T. (2010). Schatting van verkeersveiligheidseffecten van intelligente voertuigsystemen; Een literatuurstudie. R-2010-8. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Department for Transport (2010). Information sheet: View to the Front and Windscreen Obscuration. Available at:
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/669653/view-to-front-and-windscreen-obscuration.pdf [20/12/2018].
- Dingus, T.A., Atin, J.F., Hulse, M.C., & Wierwille, W.W. (1989). Attentional demand requirements of an automobile moving-map navigation system. *Transportation Review*, 23, 301-315.
- Engmann, S., Hart, B., Sieren, T., Onat, S., König, P., & Einhäuser, W. (2009). Saliency on a natural scene background: Effects of color and luminance contrast add linearly. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71 (6), 1337-1352.
- Fernández, A., Usamentiaga, R., Carús, J.L., & Casado, R. (2016). Driver Distraction Using Visual-Based Sensors and Algorithms. *Sensors*, 16, 1805.
- Fuller, H., & Tsimhoni, O. (2009). Glance Strategies for Using an In-Vehicle Touch-Screen Monitor. The University of Michigan, Transportation Research Institute. Report No. UMTRI-2009-5.
- GOCA (n.d.). Praktijkexamen B. Beschikbaar op: <http://goca.be/nl/p/praktijkexamen-B> [21/01/2019]
- Hart, S.G., & Staveland, L.E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. *Advances in Psychology*, 52, 139-183.
- Haupt, J., Van Nes, N., & Risser, R. (2015). Look where you have to go! A field study comparing looking behaviour at urban intersections using a navigation system or a printed route instruction. *Transportation Research, Part F* 34, 122-140.
- Harbluk, J.L., Noy, Y.I., & Eizenman, M. (2002). The impact of cognitive distraction on driver visual behaviour and vehicle control. Transport Canada Technical Report. Available at:
<http://www.tc.gc.ca/roadsafety/tp/tp13889/en/menu.htm>.
- Henderson, J.M. (1992). Identifying objects across saccades: Effects of extrafoveal preview and flanker object context. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 521- 530.

- Henderson, J.M., Pollatsek, A., & Rayner, K. (1989). Covert visual attention and extrafoveal information use during object identification. *Perception & Psychophysics*, 45, 196–208.
- Itoh, N., Yamashita, A., & Kawakami, M. (2005). Effects of car-navigation display positioning on older drivers' visual search. *International Congress Series*, 1280, 184–189.
- Itti, L. (2006). Quantitative modelling of perceptual salience at human eye position. *Visual Cognition*, 14, 959–984.
- Itti, L., & Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention, *Vision Research* 40, 1489–1506.
- Itti, L., Koch, C., & Niebur, E. (1998). A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20 (11), 1254–1259.
- Japan Automobile Manufacturers Association Inc. (2004). Guidelines for In-Vehicle Display Systems, Version 3.0. Available at: http://www.jama-english.jp/release/release/2005/jama_guidelines_v30_en.pdf [20/11/2018].
- Jost, T., Ouerhani, N., von Wartburg, R., Muri, R., & Hugli, H. (2005). Assessing the contribution of color in visual attention. *Computer Vision & Image Understanding*, 100 (1–2), 107–123.
- Katteler, H., Sombekke, E. & Van Mieghem, R. (2009). *Bewegwijzering en navigatiesystemen*. Arane / ITS, Nijmegen.
- Knapper, A., Van Nes, N., Christoph, M., Hagenzieker, M., & Brookhuis, K. (2016). The use of navigation systems in naturalistic driving, *Traffic Injury Prevention*, 17 (3), 264–270.
- Koninklijk Besluit van 15 maart 1968 houdende algemeen reglement op de technische eisen waaraan de auto's, hun aanhangwagens en hun veiligheidstoebehoren moeten voldoen. Beschikbaar op: <https://wegcode.be/wetteksten/secties/kb/tech/336-art57> [20/12/2018].
- Kun, A.L., Paek, T., Medinica, Z., Oppelaar, J., & Palinko, O. (2009). The effect of in-car navigation aids on driving performance and visual attention. Technical report EVE.
- Kuznetsova A., Brockhoff P.B., & Christensen, R.H.B. (2017). "lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models." *Journal of Statistical Software*, 82(13), 1–26.
- Larsson, P., Engström, J., & Wege, C. (2017). Virtual eye height and display height influence visual distraction measures in simulated driving conditions. *Advanced Technology & Research, Volvo Group Trucks Technology, Göteborg, Sweden*. http://www.ifsttar.fr/collections/ActesInteractifs/AII2/pdfs/DDI2017_Paper_9A-3.pdf [5/12/2018].
- Lee, J.D., Caven, B., Haake, S., & Brown, T.L. (2001). Speech-based interaction with in-vehicle computers: The effect of speech-based e-mail on drivers' attention to the roadway. *Human Factors*, 43, 631.
- Lee, W.-C., & Cheng, B.-W. (2008). Effects of using a portable navigation system and paper map in real driving. *Accident Analysis & Prevention*, 40, 303–308.
- Lee, J., Forlizzi, J., & Hudson, S.E. (2008). Iterative design of MOVE: A situationally appropriate vehicle navigation system. *International Journal of Human–Computer Studies*, 66, 198–215.
- Lin, C.-T., Wu, H.-C., & Chien, T.-Y. (2010). Effects of e-map format and sub-windows on driving performance and glance behavior when using an in-vehicle navigation system. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40, 330–336.
- Marciano, H., & Yeshurun, Y. (2015). Perceptual Load in Different Regions of the Visual Scene and Its Relevance for Driving. *Human Factors*, 57, 701–716.
- McCall, J.C., Achler, O.O., & Trivedi, M.M. (2004). Design of an instrumented vehicle test bed for developing a human centered driver support system. USA: IEEE Country of Publication (pp. 483–488). USA: IEEE Country of Publication.
- Mio (2018). Mio Reference Guide. Available at: http://download.mio.com/Support/Downloads/Manuals/Mio_Pilot_15/Mio%20Pilot%20Series_User%20Manual_P1.8E_NL.pdf [05/03/2019].

- National Highway Traffic Safety Administration (2013). Visual-Manual NHTSA Driver Distraction Guidelines for In-Vehicle Electronic Devices, Version 1.01 Docket No. NHTSA-2010-0053, 2013. Available at: [http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Distractio NPF%2002162012.pdf](http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Distractio%20NPF%2002162012.pdf) [3/12/2018]
- Oei, H.L. (2002). Mogelijke veiligheidseffecten van navigatiesystemen. Een literatuurstudie, enkele eenvoudige effectberekeningen en resultaten van een enquête. R-2002-30. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam.
- Oh, H.J., Ko, S.M., & Ji, Y.G. (2016). Effects of Superimposition of a Head-Up Display on Driving Performance and Glance Behavior in the Elderly. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32, 143-154.
- Parkes, A.M., & Coleman, N. (1990). Route guidance systems: A comparison of methods of presenting directional information to the driver. In E. J. Lovesey (Ed.), *Contemporary ergonomics 1990* (pp. 480-485). London: Taylor & Francis.
- Pollatsek, A., Rayner, K., & Henderson, J.H. (1990). Role of spatial location in integration of pictorial information across saccades. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 199-210.
- Posner, M.I. (1980). Orienting of Attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Rayner, K. (2009). The 35th Sir Frederick Bartlett Lecture: Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8), 1457-1506.
- Rayner, K., Smith, T.J., Malcolm, G., & Henderson, J.M. (2009). Eye movements and encoding during scene perception. *Psychological Science* 20, 6-10.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- Recarte, M.A., & Nunes, L.M. (2000). Effects of verbal and spatial-imagery tasks on eye fixations while driving. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 6(1), 31-43.
- Recarte, M., & Nunes, L. (2003). Mental workload while driving: effects on visual search, discrimination, and decision making. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9, 119-137.
- Ministère du Développement Durable et des Infrastructures - Luxembourg (2016) Recueil de législation routière. Disponible : <http://data.legilux.public.lu/file/eli-etat-leg-code-route-20161028-fr-pdf.pdf> [20/12/2018].
- Reinagel, P., & Zador, A. (1999). Natural scene statistics at the center of gaze, *Network: Computation in Neural Systems* 10, 341-350.
- Rockwell, T.H. (1972). Eye movement analysis of visual information acquisition in driving: An overview. *Proceedings of the 6th biennial conference of the Australian road research board*, 6, 316-331.
- Russell, L. (2018). emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.2.4. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>
- Salvucci, D.D., & Goldberg, J.H. (2000). Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols. In: *Proceedings of the 2000 symposium on Eye tracking research & applications*, 71-78.
- Srinivasan, R. (1999). Overview of some human factors design issues for in-vehicle navigation and route guidance systems. *Transportation Research Record*, 1694(99-0884), 20-29.
- Srinivasan, R., & Jovanis, P. (1997). Effect of selected in-vehicle route guidance systems on driver reaction times. *Human Factors: The Journal of Human Society*, 39, 200-215.
- Strasburger, H., & Rentschler, I. (1996). Contrast-dependent dissociation of visual recognition and detection fields. *European Journal of Neuroscience*, 8, 1787-1791.
- Summala, H., Nieminen, T., & Punto, M. (1996). Maintaining lane position with peripheral vision during in-vehicle tasks. *Human Factors*, 38, 442-451.
- Summala, H., Lamble, D., & Laakso, M. (1998). Driving experience and perception of the lead car's braking when looking at in-car tasks. *Accident Analysis & Prevention*, 30, 401-407.

SWOV Institute for Road Safety Research (2010). SWOV Fact Sheet - Safety effects of navigation systems, Leidschendam, the Netherlands. Available at: <https://www.swov.nl/publicatie/safety-effects-navigation-systems> [5/12/2018].

SWOV Institute for Road Safety Research (2013). Interpolis Barometer 2017 - Vragenlijststudie mobiel telefoongebruik in het verkeer. Leidschendam, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid.

TomTom (2013). TomTom Reference Guide. Available at: <http://download.tomtom.com/open/manuals/LIVE/refman/TomTom-US-LIVE-RG-en-us.pdf> [20/12/2018].

Uchiyama, Y., Kojima, S., Hongo, T., Terashima, R., & Wakita, T. (2002). Voice Information System Adapted to Driver's Mental Workload. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 46, 1871–1875.

Vonk, T., Van Rooijen, T., Hogema, J., & Feenstra, P. (2007). Do navigation systems improve traffic safety? TNO, Delft, The Netherlands, TNO-report 2006-D-R-0549.

Wann, J.P., & Swapp, D.K. (2001). Where do we look when we steer and does it matter? Journal of Vision, 1(3), 185a.

Wierwille, W.W. (1993a). Visual and manual demands of in-car controls and displays. In B. Peacock & W. Karwowski (Eds.), Automotive ergonomics (pp. 299–320). London: Taylor and Francis. T.W. Victor et al. / Transportation Research Part F 8 (2005), 167–190.

Wierwille, W.W. (1993b). An initial model of visual sampling of in-car displays and controls. In: A. G. Gale, I. D. Brown, C. M. Haslegrave, H. W. Kruysse, & S. P. Taylor (Eds.), Vision in vehicles 4, 271–282. Amsterdam: North-Holland.

Williams, L. (1982). Cognitive load and the functional field of view. Human Factors, 24, 683–692.

Wittmann, M., Kiss, M., Gugg, P., Steffen, A., Fink, M., Pöppel, E., & Kamiya, H. (2006). Effects of display position of a visual in-vehicle task on simulated driving. Applied Ergonomics, 37, 187–199.

Yoshitsugu, N., Ito, T., & Asoh, T. (2000) JAMA's Safety Guideline on In-vehicle Display Systems. The study of monitor location of in-vehicle Displays. Japan Automobile Manufacturers Association, 2000.

Zheng, R., Nakano, K., Ishiko, H., Hagita, K., Kihira, M., & Yokozeki, T. (2016). Eye-Gaze Tracking Analysis of Driver Behavior While Interacting With Navigation Systems in an Urban Area. IEEE transactions on human-machine systems, 46, 1–11.

Bijlagen

Bijlage 1: Overzicht van de stratificatiecellen

leeftijd	geslacht	regio	taal	aantal in steekproef	respondenten na weging
18-34	man	Brussel	Frans	3	4
18-34	man	Brussel	Nederlands	4	5
18-34	man	Vlaanderen	Frans	0	0
18-34	man	Vlaanderen	Nederlands	37	103
18-34	man	Wallonië	Frans	22	41
18-34	man	Wallonië	Nederlands	0	0
18-34	vrouw	Brussel	Frans	2	5
18-34	vrouw	Brussel	Nederlands	1	2
18-34	vrouw	Vlaanderen	Frans	0	0
18-34	vrouw	Vlaanderen	Nederlands	50	73
18-34	vrouw	Wallonië	Frans	23	22
18-34	vrouw	Wallonië	Nederlands	0	0
35-49	man	Brussel	Frans	4	8
35-49	man	Brussel	Nederlands	0	0
35-49	man	Vlaanderen	Frans	0	0
35-49	man	Vlaanderen	Nederlands	51	97
35-49	man	Wallonië	Frans	41	49
35-49	man	Wallonië	Nederlands	0	0
35-49	vrouw	Brussel	Frans	4	6
35-49	vrouw	Brussel	Nederlands	4	6
35-49	vrouw	Vlaanderen	Frans	0	0
35-49	vrouw	Vlaanderen	Nederlands	81	86
35-49	vrouw	Wallonië	Frans	27	37
35-49	vrouw	Wallonië	Nederlands	0	0
50-64	man	Brussel	Frans	9	9
50-64	man	Brussel	Nederlands	3	3
50-64	man	Vlaanderen	Frans	0	0
50-64	man	Vlaanderen	Nederlands	113	102
50-64	man	Wallonië	Frans	70	47
50-64	man	Wallonië	Nederlands	0	0
50-64	vrouw	Brussel	Frans	2	1
50-64	vrouw	Brussel	Nederlands	1	0
50-64	vrouw	Vlaanderen	Frans	0	0
50-64	vrouw	Vlaanderen	Nederlands	79	58
50-64	vrouw	Wallonië	Frans	27	33
50-64	vrouw	Wallonië	Nederlands	0	0
65+	man	Brussel	Frans	9	5
65+	man	Brussel	Nederlands	1	1
65+	man	Vlaanderen	Frans	2	1
65+	man	Vlaanderen	Nederlands	134	67
65+	man	Wallonië	Frans	72	35
65+	man	Wallonië	Nederlands	0	0
65+	vrouw	Brussel	Frans	7	4
65+	vrouw	Brussel	Nederlands	0	0
65+	vrouw	Vlaanderen	Frans	0	0
65+	vrouw	Vlaanderen	Nederlands	67	55
65+	vrouw	Wallonië	Frans	52	38
65+	vrouw	Wallonië	Nederlands	0	0

Bijlage 2: Volledige vragenlijst zoals gebruikt in de online vragenlijststudie

Q1

Heeft u een autorijbewijs (rijbewijs B)?

- Ja → **Q2**
- Ja, een voorlopig rijbewijs → **einde**
- neen → **einde**

Q2

In welk jaar behaalde u uw rijbewijs B?

Q3

Hoeveel km/jaar rijdt u zelf als bestuurder met de auto?

- Minder dan 1.500 km/jaar → **einde**
- Tussen 1.500 km/jaar en 10.000 km/jaar
- Tussen 10.000 km/jaar en 20.000 km/jaar
- Tussen 20.000 km/jaar en 30.000 km/jaar
- Meer dan 30.000 km/jaar

Q4

Gebruikt u een navigatiesysteem in de wagen? (met navigatiesysteem bedoelen we zowel draagbare systemen (zoals bijvoorbeeld een TOMTOM), vaste of ingebouwde systemen in de auto of het gebruik van navigatie-apps op de smartphone of tablet)

- Ja → **Q5**
- neen --> **waarom niet + einde**

Q5

Over welke van de onderstaande navigatiesystemen beschikt u?

- ingebouwd/vast navigatie-systeem in de wagen → **Q6**
- draagbaar/portable navigatie-systeem (zoals bijvoorbeeld een TOMTOM) → **Q7**
- een navigatie-app op de smartphone of tablet → **Q7**

Q6

Heeft u een extra kost moeten betalen om dit systeem in de wagen te hebben?

- Ja, ik betaalde een extra kost om het systeem in mijn wagen te hebben
- Neen, er waren geen extra kosten nodig om het systeem te hebben in mijn wagen
- Ik weet niet

Q7

In welke mate gebruikt u volgende navigatiemiddelen als u zich dient te verplaatsen met de auto naar een onbekende bestemming? (schaal: nooit-soms-vaak-(bijna)altijd, subvraag 4-6 gefilterd op de systemen die aangekruist werden in Q5)

- verkeersborden die richting aangeven
- papieren kaart of een print-out van de route
- ik zoek mijn route op voor ik in de wagen stap en memoriseer die
- ingebouwd/vast navigatie-systeem in de wagen
- draagbaar systeem
- navigatie-apps op tablet of smartphone
- Andere: specificeer → **vrij veld**

Q8

Van welke informatie op uw navigatie-systeem maakt u gebruik: (schaal: nooit-soms-vaak-(bijna)altijd)

- ik gebruik zowel de visuele (vb. kaartweergave) als de auditieve informatie
- ik gebruik enkel de visuele informatie
- ik gebruik enkel de auditieve informatie

Q9

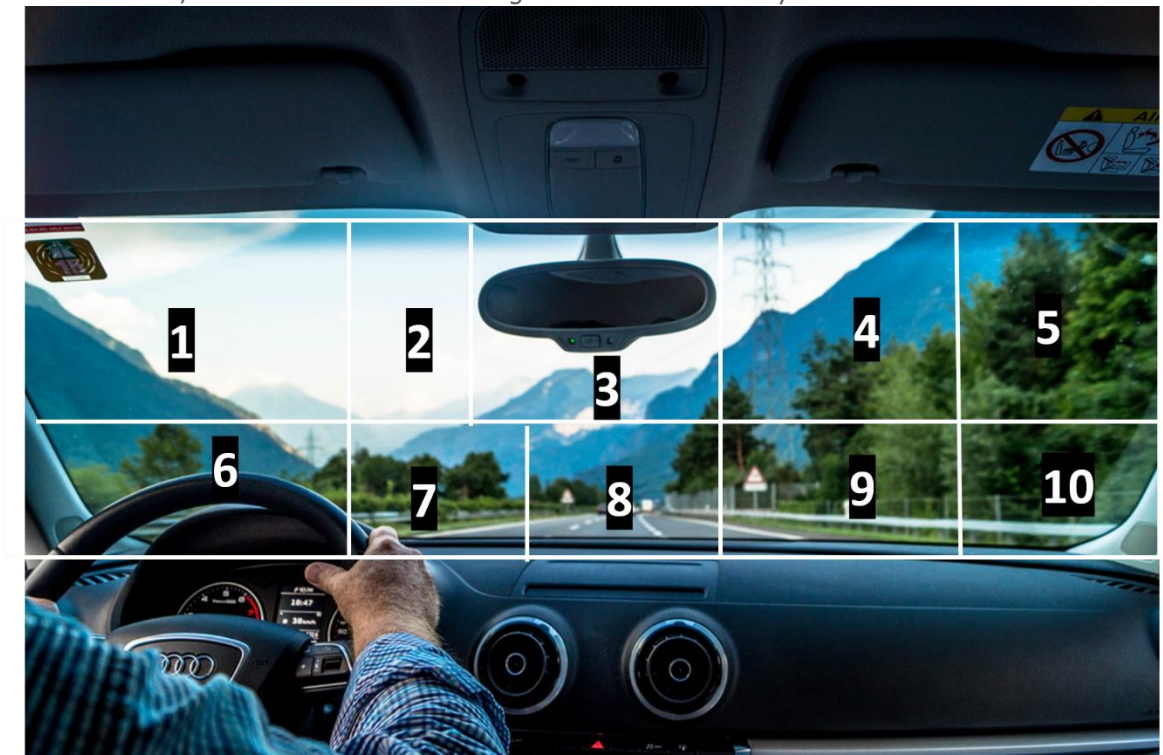
Indien u een draagbaar navigatie-systeem gebruikt, gebruikt u dan een bevestigingssysteem? (Enkel voor antwoorden 'soms'-'vaak'-'(bijna)altijd' op Q7-subvraag 5)

- bijna (altijd) → **Q10**
- vaak → **Q10 en dan naar Q11**
- soms → **Q10 en dan naar Q11**
- Nooit → **Q11**

10

Waar bevestigt u dan meestal het systeem?

- aan de voorruit: Gelieve aan te duiden met het overeenkomstige nummer, waar u uw systeem doorgaans bevestigt. Indien uw keuze zich op de grens van twee (of meerdere) vakken bevindt, kies dan het vak waar het grootste deel van uw systeem zich bevindt.



- op het dashboard
- op een andere plaats: specificeer → **vrij veld**

Q11

Als u geen bevestigingssysteem gebruikt waar plaatst of legt u dan meestal het systeem?

- op de schoot
- op de passagierszetel
- tussen het stuur en de snelheidsmeter
- tussen de versnellingspook en de voorzijde van de wagen
- Ik plaats/leg het systeem op een andere plaats: specificeer → **vrij veld**

Q12

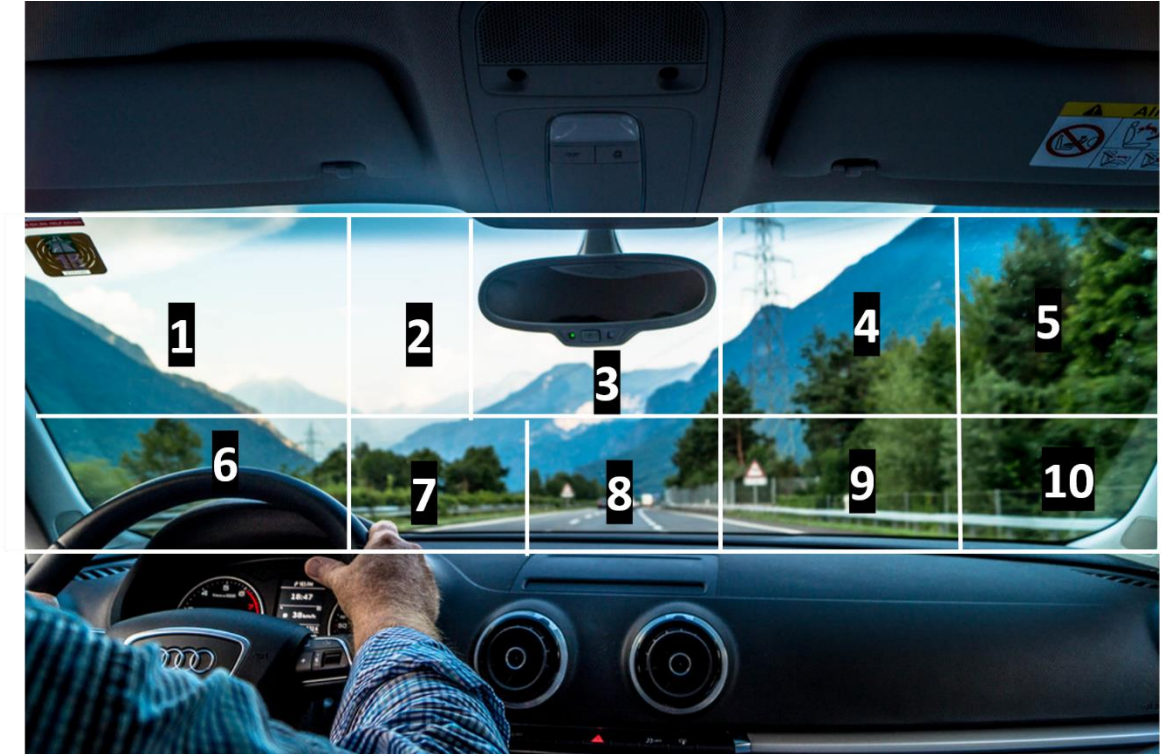
Indien u een navigatie-app gebruikt, gebruikt u dan een smartphone of tablet houder om uw toestel te bevestigen? (Enkel voor antwoorden 'soms'-'vaak'-'(bijna)altijd' op Q7-subvraag 6)

- (bijna) altijd → **Q13**
- vaak → **Q13 en dan naar Q14**
- soms → **Q13 en dan naar Q14**
- Nooit → **Q14**

Q13

Waar bevestigt u meestal uw smartphone of tablet houder?

- aan het ventilatierooster
- aan het stuur
- aan de voorruit: Gelieve aan te duiden met het overeenkomstige nummer, waar u uw systeem doorgaans bevestigt. Indien uw keuze zich op de grens van twee (of meerdere) vakken bevindt, kies dan het vak waar het grootste deel van uw systeem zich bevindt.



- op het dashboard
- Andere: specificeer → **vrij veld**

Q14

Indien u geen houder gebruikt, waar plaatst/legt u dan meestal uw smartphone/tablet?

- op de schoot
- op de passagierszetel
- tussen het stuur en de snelheidsmeter
- tussen versnellingspook en de voorzijde van de wagen
- Ik plaats/leg het systeem op een andere plaats: specificeer → **vrij veld**

Q15

Indien u gebruik maakt van navigatie-apps: van welke onderstaande apps maakt u dan gebruik? (Enkel voor antwoorden 'soms'-'vaak'-'(bijna)altijd' op Q7-subvraag 6)

- Google maps
- standaard-kaarten app die al op de smartphone/tablet stond
- TOMTOM app
- Andere: specificeer → **vrij veld**

Q16

Indien u gebruik maakt van een navigatie-app, in welke oriëntatie plaatst u dan uw smartphone/tablet. (Enkel voor antwoorden 'soms'-'vaak'-'(bijna)altijd' op Q7-subvraag 6)

- horizontaal
- verticaal

Q17

In welke mate gaat u akkoord met volgende uitspraken? (schaal: niet akkoord, eerder niet akkoord, neutraal, eerder akkoord, akkoord)

- Navigatie geeft mij een zekerder gevoel in de auto
- Ik begrijp altijd precies wat mijn navigatie-systeem/app bedoelt en wat ik moet doen
- Ik vind een navigatie-systeem/app onveilig in de auto

Q18

Hoe betrouwbaar vindt u de informatie die u op uw navigatiesysteem krijgt? (schaal: helemaal niet betrouwbaar – eerder niet betrouwbaar – neutraal – eerder betrouwbaar – heel betrouwbaar)

Q19

U bent een

- man
- vrouw

Q20

Hoe vaak bestuurt u een wagen?

- (bijna) dagelijks
- Verschillende keren per week
- 1 keer per week
- Minder dan 1 keer per week
- Nooit

Q21

Beschikt u over een bedrijfswagen?

- Ja, ik beschik enkel over een bedrijfswagen
- Neen, ik heb een eigen wagen
- Ik heb zowel een bedrijfswagen als een eigen wagen
- Ik heb geen wagen

Q22

Hoe frequent bent u beroepshalve op de baan (vaste woon – werkverplaatsingen niet meegerekend)?

- (bijna) dagelijks
- Verschillende keren per week
- 1 keer per week
- Minder dan 1 keer per week
- Nooit

Q23

Hoe oud bent u?

Q24

Wat is het hoogste diploma of getuigschrift dat u behaald heeft?

- Geen
- Lager onderwijs
- Lager secundair onderwijs
- Hoger secundair onderwijs
- Bachelor (*i.e., hoger niet-universitair onderwijs/ kandidaturen / A1*)
- Master (*i.e., (post) universitair onderwijs / licentiaat / manama / doctoraat*)

Q25

Wat is de postcode van de gemeente waar u woont?

Bijlage 3: NASA Task load index

NASA Task Load Index

Hart and Staveland's NASA Task Load Index (TLX) method assesses work load on five 7-point scales. Increments of high, medium and low estimates for each point result in 21 gradations on the scales.

Name	Task	Date
------	------	------

Mental Demand
How mentally demanding was the task?

Very Low
Very High

Physical Demand
How physically demanding was the task?

Very Low
Very High

Temporal Demand
How hurried or rushed was the pace of the task?

Very Low
Very High

Performance
How successful were you in accomplishing what you were asked to do?

Perfect
Failure

Effort
How hard did you have to work to accomplish your level of performance?

Very Low
Very High

Frustration
How insecure, discouraged, irritated, stressed, and annoyed were you?

Very Low
Very High

Bijlage 4: Vragenlijst aangeboden via een tablet aan het einde van de oogbewegingsstudie

1. Wat denkt u dat het doel van dit experiment was?

.....

.....

.....

.....

.....

2. Over welke van de onderstaande navigatiesystemen beschikt u?

- ☐ ingebouwd/vast navigatiesysteem in de wagen
- ☐ draagbaar/portable navigatiesysteem (zoals bijvoorbeeld een TOMTOM)
- ☐ een navigatie-app op de smartphone of tablet

3. Heeft u voornamelijk zelf geïnvesteerd in de aankoop van dit (deze) navigatiesyste(e)(men) of hebt u deze beroepshalve in uw bezit?

- ☐ Ik heb voornamelijk zelf geïnvesteerd
- ☐ Ik heb het systeem beroepshalve in mijn bezit

4. In welke mate gebruikt u volgende navigatiemiddelen als u zich dient te verplaatsen met de auto naar een onbekende bestemming?

	nooit	soms	vaak	(bijna) altijd
ingebouwd/vast navigatiesysteem in de wagen	☐	☐	☐	☐
draagbaar systeem	☐	☐	☐	☐
navigatie-apps op tablet of smartphone	☐	☐	☐	☐

5. Van welke informatie op uw navigatiesysteem maakt u gebruik

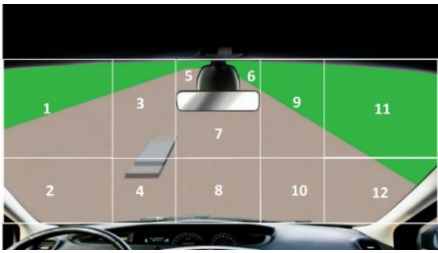
	nooit	soms	vaak	(bijna) altijd
ik gebruik zowel de visuele (vb. kaartweergave) als de auditieve informatie	☐	☐	☐	☐
ik gebruik enkel de visuele informatie	☐	☐	☐	☐
ik gebruik enkel de auditieve informatie	☐	☐	☐	☐

6. Indien u een draagbaar navigatiesysteem gebruikt, gebruikt u dan een bevestigingssysteem? (Enkel voor antwoorden 'soms'-'vaak'-'(bijna)altijd' op vraag 4, subvraag 2)

- nooit
- soms
- vaak
- (bijna)altijd

7. Indien u een bevestigingssysteem gebruikt voor uw draagbaar navigatiesysteem, waar bevestigt u dan het systeem? (Enkel voor antwoorden 'soms'-'vaak'-'(bijna)altijd' op vraag 6)

- ☐ aan de voorruit: Gelieve het overeenkomstige nummer, waar u uw systeem doorgaans bevestigt, te omcirkelen



- op het dashboard
- op een andere plaats namelijk:.....

8. Als u geen bevestigingssysteem gebruikt waar plaatst of legt u dan meestal het systeem? (Enkel voor antwoorden 'soms'-'vaak'-'(bijna)altijd' op vraag 4, subvraag 2)

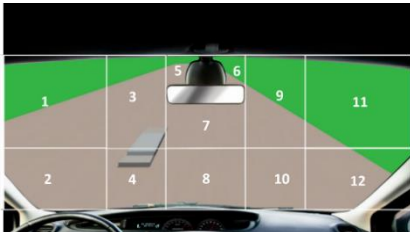
- op de schoot
- op de passagierszetel
- tussen het stuur en de snelheidsmeter
- tussen de versnellingspook en de voorzijde van de wagen
- Ik plaats/leg het systeem op een andere plaats namelijk:.....
- Ik gebruik altijd een bevestigingssysteem

9. Indien u een navigatie-app gebruikt, gebruikt u dan een smartphonehouder of tablethouder om uw toestel te bevestigen? (Enkel voor antwoorden 'soms'-'vaak'-'(bijna)altijd' op vraag 4, subvraag 3)

- nooit
- soms
- vaak
- (bijna)altijd

10. Indien u een houder gebruikt om uw smartphone of tablet te bevestigen, waar bevestigt u dan het systeem? (Enkel voor antwoorden 'soms'-'vaak'-'(bijna)altijd' op vraag 9)

- aan de voorruit: Gelieve het overeenkomstige nummer, waar u uw systeem doorgaans bevestigt, te omcirkelen



- aan het ventilatierooster
- aan het stuur
- op het dashboard
- op een andere plaats namelijk:.....

11. Indien u geen houder gebruikt, waar plaatst/legt u dan meestal uw smartphone/tablet? ? (Enkel voor antwoorden 'soms'-'vaak'-'(bijna)altijd' op vraag 4, subvraag 3)

- op de schoot
- op de passagierszetel
- tussen het stuur en de snelheidsmeter
- tussen versnellingspook en de voorzijde van de wagen
- Ik plaats/leg het systeem op een andere plaats namelijk:.....
- Ik gebruik altijd een houder

12. Indien u gebruik maakt van navigatie-apps: van welke onderstaande apps maakt u dan gebruik?

- Google maps

- standaard-kaarten app die al op de smartphone/tablet stond
- TOMTOM app
- Waze
- Andere namelijk:.....

13. Indien u gebruik maakt van een navigatie-app, in welke oriëntatie plaatst u dan uw smartphone/tablet?

- horizontaal
- verticaal

14. In welke mate gaat u akkoord met volgende uitspraken?

	niet akkoord	eerder niet akkoord	neutraal	eerder akkoord	akkoord
Navigatie geeft mij een zekerder gevoel in de auto	☐	☐	☐	☐	☐
Ik begrijp altijd precies wat mijn navigatiesysteem/navigatie-app bedoelt en wat ik moet doen	☐	☐	☐	☐	☐
Ik vind een navigatiesysteem/navigatie-app onveilig in de auto	☐	☐	☐	☐	☐

15. Hoe betrouwbaar...

	helemaal niet betrouwbaar	eerder niet betrouwbaar	neutraal	eerder betrouwbaar	heel betrouwbaar
vindt u de informatie die u op uw <u>eigen</u> navigatiesysteem krijgt?	☐	☐	☐	☐	☐

16. In dit experiment heeft u met twee verschillende opstellingen voor navigatiesystemen gereden. In de 'voorruij-opstelling' werd het systeem aan de voorruit bevestigd. Heeft u ooit al eens met eenzelfde opstelling gereden. Hiermee bedoelen we de plaats of locatie van het systeem. Dus als u een ander navigatiesysteem (zoals vb een smartphone met navigatie-app) op deze plaats bevestigt telt dit ook mee.

- ☐ Ik heb deze opstelling nog nooit gebruikt
- ☐ Ik gebruik deze opstelling soms
- ☐ Ik gebruik deze opstelling vaak
- ☐ Ik gebruik deze opstelling (bijna) altijd

17. In de andere opstelling ('stuur-opstelling') werd het systeem naast het stuur bevestigd. Heeft u ooit al eens met eenzelfde opstelling gereden. Hiermee bedoelen we opnieuw de plaats of locatie van het systeem. Dus als u een ander navigatiesysteem gebruikt (zoals een ingebouwd systeem of een smartphone met navigatie app) op deze plaats, telt dit ook mee.

- ☐ Ik heb deze opstelling nog nooit gebruikt
- ☐ Ik gebruik deze opstelling soms
- ☐ Ik gebruik deze opstelling vaak
- ☐ Ik gebruik deze opstelling (bijna) altijd

18. Heeft u de afgelegde route (of delen hiervan) al eerder afgelegd?

- ☐ Ik heb (delen van) deze route nog nooit eerder afgelegd
- ☐ Ik heb soms al eens (delen van) deze route afgelegd
- ☐ Ik leg vaak (delen van) deze route af

19. Hoe gemakkelijk vond u het om de aanwijzingen van het navigatiesysteem te volgen in deze studie?

- ☐ Heel gemakkelijk
- ☐ Gemakkelijk
- ☐ Neutraal
- ☐ Moeilijk
- ☐ Heel moeilijk

20. Tijdens het experiment volgde ik voornamelijk

- ☐ de auditieve aanwijzingen van het navigatiesysteem
- ☐ de visuele aanwijzingen van het navigatiesysteem
- ☐ zowel de auditieve als de visuele aanwijzingen van het navigatiesysteem

21. In welke mate was u...

	helemaal niet	eerder niet	neutraal	eerder afgeleid	heel afgeleid
afgeleid van het verkeer door het navigatiesysteem dat <u>aan de voorruit</u> was bevestigd?	☐	☐	☐	☐	☐
In welke mate was u afgeleid van het verkeer door het navigatiesysteem dat <u>naast het stuur</u> was bevestigd?	☐	☐	☐	☐	☐

22. Welke opstelling van het navigatiesysteem vond u zelf het gemakkelijkste om te volgen?

- ☐ De opstelling waarbij het systeem aan de voorruit werd bevestigd
- ☐ De opstelling waarbij het systeem naast het stuur werd bevestigd
- ☐ Ik vond dat er geen verschil was tussen beide opstellingen

23. Beschikt u over een bedrijfswagen?

- ☐ Ja, ik beschik enkel over een bedrijfswagen
- ☐ Neen, ik heb een eigen wagen
- ☐ Ik heb zowel een bedrijfswagen als een eigen wagen
- ☐ Ik heb geen wagen

24. Hoe frequent bent u beroepshalve op de baan? (vaste woon – werkverplaatsingen niet meegerekend)

- ☐ (bijna) dagelijks
- ☐ Verschillende keren per week
- ☐ 1 keer per week
- ☐ Minder dan 1 keer per week
- ☐ Nooit

25. Wat is het hoogste diploma of getuigschrift dat u behaald heeft?

- ☐ Geen
- ☐ Lager onderwijs
- ☐ Lager secundair onderwijs
- ☐ Hoger secundair onderwijs
- ☐ Bachelor (i.e., hoger niet-universitair onderwijs/ kandidaturen / A1)
- ☐ Master (i.e., (post) universitair onderwijs / licentiaat / manama / doctoraat)

26. Indien u nog algemene vragen/opmerkingen in verband met dit experiment heeft. Kan u deze hieronder noteren.

.....

.....

.....

.....

.....

**U bent aan het einde gekomen van dit experiment.
Heel erg bedankt voor uw deelname!**

