

2010
2011

BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN

master in de verkeerskunde: verkeersveiligheid

Masterproef

Simulatoronderzoek signalisatie

Promotor :
Prof. dr. Gerhard WETS

Senne Deboeure
*Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van master in de verkeerskunde,
afstudeerrichting verkeersveiligheid*

2010

2011

BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN

master in de verkeerskunde: verkeersveiligheid

Masterproef

Simulatoronderzoek signalisatie

Promotor :
Prof. dr. Gerhard WETS

Senne Deboeure
*Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van master in de verkeerskunde ,
afstudeerrichting verkeersveiligheid*

Voorwoord

Om de studies Verkeerskunde af te sluiten en het Masterdiploma te behalen, moet een masterproef geschreven en met succes verdedigd worden. Daarvoor moeten we op zoek gaan in de literatuur, zelf een onderzoek opzetten en uitvoeren, de resultaten analyseren en interpreteren en de juiste conclusies trekken. Veel van wat we in de vijf jaar studie aan de Universiteit Hasselt leerden, komt daarbij aan bod. Dit werkstuk heeft als doel te tonen welke kennis en vaardigheden we vergaard hebben. Ik wil meteen alle proffen en assistenten bedanken voor alle boeiende lessen en discussies.

Aangezien ik de afstudeerrichting Verkeersveiligheid volg, hoeft het niet te verbazen dat ik een aan veiligheid gerelateerd onderwerp koos. Snelheid is een factor die heel duidelijk verweven is met veiligheid. Naast de veiligheid voor de verkeersdeelnemer en de andere weggebruikers, speelt ook de veiligheid van iedereen in de omgeving. Met wegenwerken gaat altijd een zekere onveiligheid gepaard, of ze nu een grote of een kleine ruimtelijke impact hebben. Bij wegenwerken wordt afgeweken van de vertrouwde situatie, wordt een nieuwe, onverwachte situatie gecreëerd. Weggebruikers moeten daardoor op korte tijd veel nieuwe informatie verwerken en daarop reageren.

Ondertussen werk ik fulltime voor een signalisatiebedrijf. Onze taak is het plaatsen van tijdelijke signalisatie bij wegenwerken, evenementen en incidenten. Hierdoor kreeg ik via de praktijk een verrassend beeld over hoe verschillende actoren met veiligheid omgaan. Of hoe veiligheid in het licht van economische factoren plots veel minder belangrijk wordt. Ik kreeg ook een ander beeld over hoe veiligheid door verschillende actoren aanvoeld en beleefd kan worden en hoe groot de rol is die snelheid daar in kan spelen. Mijn ervaringen uit de praktijk komen echter verder niet aan bod, omdat er geen meetgegevens verzameld werden om mijn indrukken te onderbouwen.

Ik hoop in elk geval voor u een nieuw licht te kunnen werpen op de relaties tussen signalisatie en snelheid in het kader van wegenwerken. Laat het vooral een groen licht zijn.

Veel leesplezier.

Samenvatting

Wegenwerken brengen altijd gevaarlijke situaties met zich mee, aangezien er onverwachte situaties gecreëerd worden. Aan het begin van dit onderzoek werd de hypothese gesteld dat het invoeren van een snelheidsreductie aan het begin van een werfzone, in plaats van al een bepaalde afstand voor het begin, zou leiden tot het beter opvolgen van de lagere snelheidslimiet. Verder werd onderzocht welke invloed de locatie van verkeersborden heeft op de zichtbaarheid ervan.

Uit de literatuurstudie kwam geen eenduidig antwoord naar voren wat betreft snelheid en naleving van verkeersborden in functie van de afstand tot de locatie van het gevaar of de hindernis. Wel kwamen elementen naar voor die bepalend zijn voor de opvallendheid en zichtbaarheid van verkeersborden. Zo zijn de afmetingen, de kleuren en de mate van reflecteren bepalend voor de zichtbaarheid. Meestal is een leesbaar bord ook een opvallend bord. Omgekeerd gaat de redenering minder vaak op.

Ook belangrijk is de ingesteldheid van de weggebruiker. Borden die informatie bevatten waar de weggebruiker naar op zoek is, vallen meer op dan borden met informatie die de bestuurder op dat moment niet nodig heeft. Dit is een belangrijke bedenking voor snelheidsborden, aangezien bestuurders niet vaak op zoek zijn naar deze informatie. Wettelijk gezien moeten snelheidsbeperkingen geleidelijk ingevoerd worden en 200m op voorhand worden aangekondigd, indien de toegelaten snelheid groter is dan 70km/h. Dat wil zeggen dat er een aankondiging moet staan op 200m voor de eerste reductie, tot 70km/h. Verder moet de snelheidslimiet in stappen van 20km/h verlaagd worden tot de gewenste snelheid bereikt is.

Verkeersborden worden enkel aan de rechterzijde van de weg voorzien. Ze kunnen echter links of boven de rijbaan herhaald worden, indien de situatie dat vereist.

Signalisatie aan de linkerkant van de weg wordt toegepast wanneer er meerdere rijstroken per rijrichting zijn. Signalisatie boven de rijbaan wordt enkel voorzien wanneer er meer dan twee rijstroken per rijrichting zijn, met name op autosnelwegen.

Voor het praktische deel van het onderzoek werd van de huidige wetgeving afgeweken en onderzocht of een snelheidsbeperking pas invoeren aan het begin van de werfzone tot lagere gereden snelheden zou leiden. Er werd ook gekeken of andere configuraties van verkeersborden beter zichtbaar zijn en zo kunnen bijdragen aan de veiligheid op de weg.

Het praktische deel van het onderzoek bestaat uit een simulatoronderzoek waarin deelnemers langs een aantal werfzones rijden, die gepaard gaan met een snelheidsreductie. De helft van de deelnemers reed een scenario waarin de snelheidsbeperking 1km voor de werken inging en ook tot 1km voorbij de werken duurde. De andere helft reed een scenario waarin de snelheidsbeperking op dezelfde plaats begon en eindigde als de werfzone zelf. Elke deelnemer doorkruiste drie werfzones. Bij elke werfzone werd de snelheidsbeperking door een andere configuratie van borden aangegeven: rechts van de weg, links en rechts van de weg, en boven de rijbaan. Snelheid en acceleratie werden gemeten en de afstand waarop de borden zichtbaar waren voor de deelnemer werd geregistreerd. Via een korte enquête werden een aantal socio-demografische gegevens verzameld.

De resultaten van het experiment ontkrachten te gestelde hypothese dat het veiliger zou zijn een snelheidsbeperking pas in te voeren aan het begin van een werfzone. Uit de metingen blijkt dat de snelheidsbeperking in dat geval zelfs minder goed nageleefd wordt. Daarbij komt dat bestuurders veel sterker afremmen bij het begin van de werfzone indien daar pas de snelheidsbeperking ingaat. Dit zorgt mogelijk voor gevaarlijke situaties.

Hoewel de verschillen niet significant zijn tot op 95%, is er wel een verschil merkbaar in de afstand waarop de borden waargenomen worden, indien ze langs de linkerzijde herhaald worden, of indien ze boven de rijbaan aangebracht zijn. De plaats van de borden in het straatbeeld heeft dus een, beperkte, invloed op hun zichtbaarheid en dus op de veiligheid.

Inhoud

Voorwoord	- 2 -
Samenvatting	- 3 -
Inhoud	- 5 -
Lijst van tabellen	- 7 -
Inleiding	- 9 -
1 Probleemstelling	- 11 -
2 Uit de literatuur	- 13 -
2.1 Onveiligheid bij wegenwerken	- 13 -
2.2 Verkeersborden	- 15 -
2.2.1 Wettelijk kader	- 20 -
2.3 Gerelateerd onderzoek	- 25 -
2.3.1 Registratie oogbewegingen	- 25 -
2.3.2 Ervaring	- 25 -
2.3.3 Herhaling van borden	- 25 -
2.3.4 Locatie van borden	- 26 -
2 Simulatorstudie	- 29 -
2.1 Design	- 29 -
2.1 Validiteit	- 31 -
2.1.1 Interne validiteit	- 31 -
2.1.2 Externe validiteit	- 31 -
2.1.3 Absolute & relatieve validiteit	- 32 -
2.2 Simulator	- 33 -
2.2.1 Hardware	- 33 -
2.2.2 Software	- 34 -
2.3 Verloop onderzoek	- 35 -
2.4 Beschrijving scenario's	- 37 -
2.4.1 Categorieën wegenwerken	- 37 -
2.4.2 Opbouw scenario's	- 40 -
2.4.3 Kritische bemerkingen	- 53 -
2.5 Data	- 55 -
2.5.1 Dataverzameling	- 55 -
2.5.2 Steekproef: alle testpersonen	- 57 -
2.5.3 Groep 1: snelheidsbeperking op afstand: 500m voor de werken	- 61 -
2.5.4 Groep 2: snelheidsbeperking op locatie	- 63 -
2.6 Analyse & resultaten	- 65 -
2.6.1 Normaliteit	- 65 -
2.6.2 Invloed socio-demografische verschillen	- 65 -
2.6.3 Snelheid	- 67 -
2.6.4 Acceleratie	- 76 -
2.6.5 Zichtbaarheid	- 77 -
3 Conclusies & Aanbevelingen	- 79 -
4 Verder onderzoek	- 81 -
5 Bronnen	- 83 -

Lijst van tabellen

Tabel 1: data voorrang verlenen aan oversteekplaats voor voetgangers; Ellis, Van Houten & Kim (2007)	- 27 -
Tabel 2: voor- en nadelen van verschillende methoden voor onderzoek van perceptie van verkeersborden; Martens (2000)	- 28 -
Tabel 3: Mixed factorial design voor het onderzoek.....	- 29 -
Tabel 4: overzicht scenario 1.1.....	- 40 -
Tabel 5: bordkenmerken scenario 1.1	- 42 -
Tabel 6: overzicht scenario 1.2.....	- 43 -
Tabel 7: bordkenmerken scenario 1.2	- 44 -
Tabel 8: overzicht scenario 1.3.....	- 45 -
Tabel 9: bordkenmerken scenario 1.3	- 46 -
Tabel 10: overzicht scenario 2.1.....	- 47 -
Tabel 11: bordkenmerken scenario 2.1.....	- 48 -
Tabel 12: overzicht scenario 2.2.....	- 49 -
Tabel 13: bordkenmerken scenario 2.2.....	- 50 -
Tabel 14: overzicht scenario 2.3.....	- 51 -
Tabel 15: bordkenmerken scenario 2.3.....	- 52 -
Tabel 16: verdeling testpersonen naar geslacht.....	- 57 -
Tabel 17: verdeling testpersonen naar leeftijd	- 57 -
Tabel 18: verdeling testpersonen naar rijervaring	- 58 -
Tabel 19: verdeling testpersonen naar jaarlijks afgelegde km	- 58 -
Tabel 20: verdeling testpersonen naar kwaliteit zicht	- 58 -
Tabel 21: beschrijvende statistieken alle testpersonen	- 59 -
Tabel 22: verdeling testpersonen naar testgroep	- 59 -
Tabel 23: socio-demografische verdeling groep 1: op afstand	- 61 -
Tabel 24: beschrijvende statistieken groep 1: op afstand	- 62 -
Tabel 25: socio-demografische verdeling groep 2: op locatie.....	- 63 -
Tabel 26: beschrijvende statistieken groep 2: op locatie.....	- 64 -
Tabel 27: snelheidslimiet per segment per scenario	- 68 -
Tabel 28: analyseresultaten gemiddelde snelheden per segment van 500m	- 69 -
Tabel 29: analyseresultaten maximum snelheden per segment van 500m	- 72 -
Tabel 30: Gemiddelde snelheden groep 1 i.v.m. snelheidslimiet 90km/h.....	- 74 -
Tabel 31: Gemiddelde snelheden groep 1 i.v.m. 70km/h	- 74 -
Tabel 32: Gemiddelde snelheden groep 2 i.v.m. snelheidslimiet 90km/h.....	- 74 -
Tabel 33: Gemiddelde snelheden groep 2 i.v.m. 70km/h	- 75 -
Tabel 34: Gemiddelde snelheden groep 1 i.v.m. snelheidslimiet 50km/h.....	- 75 -
Tabel 35: Gemiddelde snelheden groep 2 i.v.m. snelheidslimiet 50km/h.....	- 75 -
Tabel 36: Zichtbaarheid (Afstand) per configuratie	- 77 -
Tabel 37: Acceleratie i.f.v. configuratie.....	- 78 -

Inleiding

Als onderwerp voor een simulatorstudie heb ik gekozen voor variabele verkeersborden, en meer bepaald de locatie daarvan in het wegbeeld, en snelheid.

Variabele borden zijn niet alleen dynamisch in hun boodschap, maar kunnen ook dynamisch zijn in locatie. Tijdelijke signalisatie is ook nu al dynamisch in locatie, maar men zal in de toekomst meer en meer met variabele borden gaan werken, omdat ze meer opvallen. Daarom is het interessant dat nu al in onderzoek te gebruiken. Door variabele borden te gebruiken kan de boodschap aangepast worden aan de actuele verkeerssituatie. Maar ook dan blijft hun plaatsing belangrijk.

Wegenwerken betekenen inherent een minder veilige situatie. Het verkeer rijdt soms aan hoge snelheden vlak langs de wegenwerkers. Tijdelijke snelheidslimieten worden daarbij niet altijd gerespecteerd. Wegwerkzaamheden gaan steeds gepaard met tijdelijke signalisatie en een onderdeel daarvan is vaak een snelheidsreductie. Op die manier worden bestuurders sterk attent gemaakt op de bijzondere verkeerssituatie en wordt tegelijk de veiligheid voor wegenwerkers verhoogd. Bij lagere snelheden zijn de gevolgen van een ongeval aanzienlijk minder ernstig.

In deze masterproef zal ik een onderzoek voorbereiden en uitvoeren dat met behulp van een rijnsimulator de gedragingen van automobilisten nagaat als ze geconfronteerd worden met een snelheidsreductie aan wegenwerken. In het bijzonder wil ik het effect bestuderen van het plaatsen van variabele borden op verschillende afstand van de eigenlijke wegenwerken en op verschillende plaatsen in het wegbeeld.

De hypothese die ik wil toetsen is dat bestuurders eerder geneigd zijn om zich aan de snelheidsreductie te houden als ze meteen een reden voor die reductie kunnen afleiden uit het wegbeeld dan wanneer de wegenwerken nog niet als reden zichtbaar zijn.

Verder wil ik nagaan welke invloed verschillende locaties van de snelheidsborden in het wegbeeld hebben om op die manier aanbevelingen te doen welke locaties en welke soort variabele borden het meeste effect heeft.

1 Probleemstelling

Wegenwerken zijn bijzondere verkeerssituaties die gepaard gaan met aangepaste signalisatie en een verhoogd risico omdat de situatie niet voldoet aan wat 'normaal' is voor die bepaalde weg of aan wat de bestuurder op die plaats verwacht. Met de intrede van variabele borden in het straatbeeld worden deuren geopend naar verkeersmanagement toe. Er kan in real-time ingespeeld worden op actuele situaties. Maar ook op het gebied van verkeersveiligheid zijn er mogelijkheden. Niet alleen het soort borden speelt een rol, ook de locatie ervan kan een invloed uitoefenen op gebied van verkeersveiligheid. Als uitgangspunt voor deze thesis werd de vraag gesteld of snelheidslimieten beter gerespecteerd zouden worden als snelheidsreducties in het kader van wegenwerken pas ingaan ter hoogte van de werken zelf, in vergelijking met een snelheidsreductie die al vroeger opgelegd wordt. Het gaat in dit geval dus over de locatie van snelheidsborden ten opzichte van de werfzone. Verder wordt nagegaan of de locatie van verkeersborden in het straatbeeld een rol speelt. Er worden drie configuraties bekeken: een enkel bord aan de rechterkant van de weg, twee borden, een rechts en een links, en een bord boven de rijbaan. De vraag is welke configuratie het snelst opgemerkt wordt en welke configuratie, bewust of onbewust, leidt tot het beter respecteren van de snelheidslimiet.

Dit leidt tot volgende onderzoeksvragen:

- Welke elementen spelen een rol bij de zichtbaarheid van een verkeersbord?
- Waar moet een bord in het straatbeeld staan om opgemerkt te worden?
- Welke configuratie van snelheidsborden wordt het snelst opgemerkt?
- Is er een verschil in snelheidsgedrag als snelheidsborden dichterbij of verder weg van wegwerkzaamheden geplaatst worden?
 - Hoe goed wordt de snelheidslimiet nageleefd als de snelheidsreductie ter hoogte van de wegenwerken ingaat?
 - Hoe goed wordt de snelheidslimiet nageleefd als de snelheidsreductie al vroeger ingaat?

Op basis van de resultaten zullen aanbevelingen gedaan worden om de veiligheid rond werfzones te verbeteren.

2 Uit de literatuur

2.1 Onveiligheid bij wegenwerken

Wegwerkzaamheden kunnen bestaan uit onderhoud, reconstructie of nieuwbouw (langs een bestaande weg, zoals de aanleg van extra rijstroken). De meeste onderhoudswerkzaamheden keren jaarlijks terug, bijvoorbeeld onderhoud aan beplanting en het vegen van vluchtstroken en afwateringsgoten. Andere werkzaamheden aan de weg kunnen bestaan uit de schoonmaak van zeer open asfaltbeton, de aanleg van detectielussen, en het onderhoud aan bewegwijzering en kunstwerken. Daarnaast vindt er om de circa vijftien jaar grootschalig onderhoud plaats, zoals vernieuwing van het wegdek (asfalteren) of vervanging van de geleiderail.

Bij wegenwerken wordt het verwachtingspatroon van de weggebruiker verstoord en het rijgedrag beïnvloed. Dit kan leiden tot onveilige situaties voor zowel weggebruikers als voor wegwerkers. Daarnaast kan het de doorstroming van het verkeer hinderen. Bij de uitvoering van wegwerkzaamheden zijn daarom maatregelen en voorzieningen nodig om de nadelige effecten op de veiligheid en de doorstroming te beperken (SWOV Factsheet Verkeersveiligheid bij Werk in Uitvoering, 2008)

Bij grootschalige werkzaamheden is het mogelijk om allerlei veiligheidsmaatregelen te nemen die bij kleinere werkzaamheden niet worden toegepast. Op autosnelwegen kunnen bijvoorbeeld beschermingsconstructies worden geplaatst. Ook kunnen wegen tijdelijk geheel worden afgesloten. Bij kleinschalige en kortdurende werkzaamheden, vooral op wegen van lagere orde, is in bescherming vaak minder goed te voorzien, bijvoorbeeld door ruimtegebrek of door de relatief hoge kosten. Er wordt dan alleen bebakening geplaatst die echter geen fysieke bescherming biedt (Swuste & Heijer, 1999). Voor zeer kortdurende stationaire of dynamische werkzaamheden kunnen rijdende afzettingen worden gebruikt.

Wegenwerken brengen onvermijdelijk risico's mee, zowel voor de bestuurders als voor wegenwerkers. Om effectieve maatregelen te kunnen nemen om ongevallen te voorkomen is inzicht nodig in de oorzaken en omstandigheden van dergelijke ongevallen cruciaal. Het Nederlandse SWOV deed een literatuurstudie, analyseerde ongevalgegevens en bezocht verschillende wegwerkzaamheden om meer inzicht te krijgen in de materie (Weijermars & Spittje, 2008).

Uit de studie blijkt dat voor 2005 in Nederland 2procent van alle zware ongevallen gebeurde bij wegenwerken. Dat aandeel is over de laatste 2 decennia gestegen. Bij ongevallen op Rijkswegen, vergelijkbaar met onze gewestwegen, speelt snelheid een rol.

Wegenwerkers ervaren het werken bij nacht als gevaarlijk (Swuste & Heijer, 1999). Inderdaad blijkt uit de literatuur dat er 's nachts over het algemeen een verhoogde ongevalkans bij werk in uitvoering (WiU) is (Van Gent, 2007). Het *aantal* ongevallen bij WiU is overdag echter hoger: ruim twee derde van de WiU-ongevallen vindt bij daglicht plaats en ook het aandeel WiU-ongevallen is 's nachts nauwelijks hoger dan overdag. Waarschijnlijk komt dit doordat 's nachts minder aan de weg gewerkt wordt dan overdag.

Binnen het Europese project ARROWS is een uitgebreide literatuurstudie uitgevoerd naar het gedrag van weggebruikers bij wegwerkzaamheden (ARROWS, 1999). Binnen het Europese project PREVENT zijn de belangrijkste resultaten van deze studie samengevat en is meer recente literatuur beschouwd (PREVENT, 2003). De meest consistente uitkomst is dat er te hard gereden wordt bij wegwerkzaamheden, vaak zelfs 20km/h te snel. De meerderheid van de bestuurders nadert wegwerkzaamheden te hard. Bestuurders nemen vaak pas snelheid terug als de direct zichtbare verkeerssituatie daarom vraagt (vlak voor een abrupte verandering in de omstandigheden) en remmen vervolgens (te) hard af. Hoewel 'snelle' bestuurders (met hoge aanvangssnelheid) hun snelheid relatief meer reduceren dan 'langzame' bestuurders ligt hun eindsnelheid altijd nog hoger. Daarnaast wordt er vaak relatief laat van rijstrook gewisseld bij een rijstrookafsluiting (Schoorman, 1991). In het ARROWS rapport wordt aangehaald dat de meeste studies in Amerika werden uitgevoerd. Het zomaar overnemen van conclusies en implementeren van voorgestelde maatregelen wordt afgeraden. Er moet meer onderzoek verricht worden naar gedrag van weggebruikers, ook op andere dan autosnelwegen. Dit onderzoek is een stap in die richting.

Jammer genoeg zijn er te weinig gegevens over het aantal werkzaamheden om betrouwbare uitspraken te doen over het risico bij werkzaamheden. Toch vonden de meeste studies een verhoogd risico (Gundy, Road Work accident studies, Arrows Task 2.2, 1998; Arditi et al., 2007).

Onderzoek uit Japan wijst uit dat de meeste ongevallen bij wegenwerken overdag gebeuren. (Hirasawa, Takemoto, Asano & Takada, 2007). Dat is ook logisch: overdag is er veel meer verkeer dan 's nachts. Er werden geen significante seizoensverschillen gevonden. In 85% van de ongevallen is de voorbijrijdende bestuurder in fout. Het gaat dan om onoplettendheid (58%), een fout manoeuvre of een foute inschatting. Onoplettendheid is de oorzaak in meer dan 60% van de gevallen overdag, maar in minder dan 45% van de gevallen 's nachts.

Onderzoek wijst uit dat waarschuwingsborden op voorhand op zichzelf weinig tot geen invloed hebben op het snelheidsgedrag (Charlton, 2006).

2.2 Verkeersborden

Tijdens het rijden worden bestuurders overspoeld met informatie. Het is daarom niet ongewoon dat ze zich maar amper bewust zijn van een groot deel van die informatie. Bestuurders vertrouwen op ervaring en automatismen om relevante informatie te detecteren. Dat gaat goed zolang de omgeving aan de verwachtingen voldoet. Als dat niet zo is, zal de bestuurder meer aandacht nodig hebben voor de rijtaak en actiever op zoek gaan naar de nodige informatie.

Borden die informatie bevatten die van belang is voor elke bestuurder, moeten zo ontworpen worden dat ze de aandacht naar zich toe trekken, ook al zijn bestuurders niet op zoek naar de informatie die ze geven.

Een leesbaar en duidelijk bord langs de weg plaatsen wil niet automatisch zeggen dat bestuurders de boodschap zullen opmerken, registreren en er naar handelen. Er blijkt een duidelijk verschil tussen bestuurders die op zoek zijn naar bepaalde informatie en bestuurders die niet op zoek zijn naar bepaalde informatie (Martens, 2000). Martens maakte een overzicht van studies op dat gebied, dat als bron diende voor wat volgt. Als bestuurders op zoek zijn naar informatie zijn de afmetingen van verkeersborden en hun contrast met de omgeving belangrijke factoren. Dat noemt men zoek-opvallendheid (search conspicuity). Cooper (1988) stelde vast dat het contrast met de achtergrond belangrijker is dan de grootte van het bord. Als ze niet op zoek zijn naar informatie is het belang van de boodschap voor de bestuurder van belang en moet het bord de aandacht naar zich toe trekken. Dat noemt men de opvallendheid van het object (object of attention conspicuity). Hier is nog een onderscheid te maken tussen de opvallendheid van het bord zelf, omwille van fysieke kenmerken (sensory conspicuity) en opvallendheid door de boodschap en de ingesteldheid van de bestuurder (cognitive conspicuity) (Engel, 1976). Het begrip opvallendheid is op zichzelf al erg complex en wordt in verschillende betekenissen gebruikt.

Twee Australische studies over de opvallendheid overdag en twee uit de VS (een 's nachts en een overdag) hebben de eigenschappen van verkeersborden geïdentificeerd die de opvallendheid verbeteren. Andere studies hebben de omgevingskarakteristieken beschreven die de opvallendheid van verkeersborden verminderen. Hoewel er weinig data is, zijn de auteurs het eens:

Hughes en Cole (1986) besluiten dat de reservecapaciteit van de aandacht van een bestuurder niet snel aan verkeersborden zal geschonken worden, maar eerder aan voorwerpen die niet met het rijden te maken hebben. Om ervoor te zorgen dat verkeersborden toch opgemerkt worden, stellen ze voor de borden te vergroten, het contrast met de achtergrond te verhogen en storende elementen in de achtergrond te verwijderen. De borden kunnen van dikkere tekens (letters, cijfers en afbeeldingen) voorzien worden en zo geplaatst worden zodat ze dicht bij de verwachte kijkrichting van de chauffeurs staan. De informatie op het verkeersbord kan ook bepalend zijn voor de opvallendheid. Hughes en Cole (1986) suggereren dat borden met bekende, verwachte of overbodige informatie uitgefilterd worden op een 'pre-attentional' niveau. Dat wil zeggen dat ze als onbelangrijk of oninteressant afgedaan worden voor er bewust aandacht aan geschonken wordt. Die borden blijven dan deel van de storende elementen in de achtergrond die de zichtbaarheid van belangrijkere borden verminderen.

Een opvallend object kan geoperationaliseerd worden als een object dat, voor een gegeven achtergrond, met zekerheid gezien kan worden (meer dan 90% kan op detectie) binnen een korte observatieperiode (250 milliseconden) onafhankelijk van zijn locatie in het gezichtsveld (Cole & Jenkins, 1978). Mace en Pollack (1983) voegden motivatie en onzekerheid aan de definitie van opvallendheid, omdat ze concludeerden dat paradigma over drempels van perceptie niet gebruikt zouden moeten worden om de opvallendheid van verkeersborden te meten. Volgens hen is "opvallendheid geen observeerbare eigenschap van een verkeersbord, maar een model dat de mate van perceptievermogen in verband brengt met eigenschappen van de achtergrond, motivatie en onzekerheid van de bestuurder." Dat onderscheid zorgt ervoor dat de opvallendheid van een verkeersbord ook kan afhangen van de ingesteldheid van de chauffeur, in plaats van de eigenschappen van het bord of de locatie. Aanwijzingsborden zijn opvallender voor bestuurders die er naar op zoek zijn (het effect van een verhoogde motivatie) en stopborden na een waarschuwingbord zijn voor iedereen opvallend (het effect van verhoogde verwachtingen). Opvallendheid van verkeersborden kan dus beïnvloed worden door herhaling of aankondiging, maar ook door wijzigingen in grootte, contrast en plaatsing.

Om vergelijkbare redenen suggereren Cole en Hughes (1984) dat de opvallendheid van een doel afhangt van de instructies die aan de observator zijn gegeven. Ze geven aan dat "de waarschijnlijkheid dat een object opgemerkt wordt, hangt erg af van de observatiestrategie die gebruikt wordt, hoe de aandacht gericht wordt, en dat hangt op zijn beurt af van de nood aan informatie van de observator en de expliciete of impliciete instructies die de observator kreeg." In hun definitie van opvallendheid, maakten Cole en Hughes (1984) het verschil tussen 'search conspicuity' en 'attention conspicuity'. Dat

onderscheid helpt de rol van motivatie en onzekerheid van de bestuurder in opvallendheid te begrijpen. 'Attention conspicuity' is de capaciteit van een object om de aandacht naar zich toe te trekken als de motivatie van de chauffeur laag is en hij de informatie niet echt nodig heeft, of als de bestuurder erg onzeker is en de informatie onverwacht is. 'Search conspicuity' is gedefinieerd als een maat voor toegankelijk van een object als de bestuurder er specifiek naar op zoek is. De motivatie van de bestuurder is dan hoog en zijn onzekerheid laag.

Hoewel deze beschrijvingen van twee types opvallendheid handig zijn, nemen ze niet weg dat de motivatie en onzekerheid van de bestuurder een evenwicht vormen van de nood aan opvallendheid die varieert van het trekken van de aandacht van de nietsvermoedende bestuurder tot het helpen van de bestuurder bij het vinden van de informatie waarnaar hij op zoek is. Opvallendheid onderverdelen in twee klassen zou ook kunnen verhullen dat motivatie en onzekerheid onafhankelijk zijn. Onafhankelijk van de motivatie van een bestuurder om naar stopborden te zoeken, is er weinig onzekerheid dat stopborden aan de rechterkant van de weg aan kruispunten voorkomen.

Empirische gegevens in verband met de rol van onzekerheid komen van verschillende bronnen. Roper en Howard (1938) vonden "dat de gemiddelde bestuurder een onverwacht obstakel slechts van half zo ver opmerkt als een verwacht obstakel." Olson en Sivak (1986) verzamelden reactietijd data, gemeten van het punt waarop een object zichtbaar wordt in het wegbeeld tot het punt waarop het gaspedaal gelost werd, in een gecontroleerd veldonderzoek. Ze vonden een 95 percentiel perceptie-reactietijd van 1,6 seconde voor een onverwacht object, zowel voor jonge als oudere bestuurders. Oudere deelnemers hadden gemiddeld een iets langere opmerkingstijd bij een onverwacht obstakel, maar de reactietijdverdelingen waren ongeveer gelijk voor beide leeftijdsgroepen bij een verwacht obstakel.

Leesbaarheids- vs. Opvallendheidsvereisten

Er werd in het verleden minder aandacht geschonken aan opvallendheid dan aan leesbaarheid van borden, deels omdat algemeen aangenomen wordt dat wanneer de verlichting (of reflectie) van verkeersborden aan de vereisten voor leesbaarheid voldoet, dat dan aan de vereisten voor opvallendheid ook wel voldaan is. Hoewel dit vaak het geval kan zijn, kunnen een aantal factoren de vereisten van verlichting verhogen voor opvallendheid dan voor leesbaarheid. Borden met grote letters of symbolen produceren een grote hoeveelheid kritisch detail voor het oog van de bestuurder. Hoog kritisch detail verlaagt de vereisten voor verlichting en contrast tot niveaus die voor een minder opvallend bord kunnen zorgen. Bochten en hellingen kunnen voor situaties zorgen waar het niet praktisch is de reflectie te verhogen om een hogere opvallendheid te bereiken.

Bij grote hoeken is de intensiteit van de koplampen van auto's veel lager en kan een verkeersbord onopvallend blijven zelfs als een helder materiaal gebruikt wordt. Maar op het moment dat een auto genaderd is tot op een afstand waarop het bord leesbaar is, zijn die hoeken doorgaans veel kleiner en is de intensiteit van het licht veel hoger. Tot slot, een hoge visuele complexiteit op de locatie van een verkeersbord zal waarschijnlijk de opvallendheid van het bord verminderen, zodat meer verlichting nodig is voor het opmerken dan voor de leesbaarheid.

Visuele complexiteit

De rol van visuele complexiteit in de opvallendheid van verkeersborden is onderzocht in zowel nachtelijke omgevingen als overdag (Mace, Perchonok, and Pollack, 1982; Mace and Pollack, 1983; Jenkins, 1981). Deze studies vonden de complexiteit van de omgeving een significante determinant van detectie van verkeersborden. Algemeen kunnen landelijke omgevingen beschouwd worden als omgevingen met lage complexiteit en stedelijke omgevingen als omgevingen met hoge complexiteit. Toch tonen twee verschillende rapporten aan dat complexiteit van de omgeving niet unidimensionaal is, en dat simpele maatstaven zoals visuele storing slechte voorspellers zijn van detectie (Mace, Perchonok, and Pollack, 1982; Jenkins, 1981). Complexe nachtelijke omgevingen zijn omgevingen die veel van de rijtaak vragen (meerdere rijstroken, andere verkeersdeelnemers, verkeerslichten, enzovoort) en een grote hoeveelheid detail bevatten in de hele omgeving, niet alleen in de zones waar naar verkeersborden gezocht wordt (Mace, Perchonok, and Pollack, 1982). Voor omgevingen in daglicht zijn dergelijke eigenschappen niet beschikbaar.

Jenkins (1981) observeerde dat visuele storing even belangrijk is als de grootte van een verkeersbord in het bepalen van de opvallendheid overdag. Hij zegt: "Geen enkel object is opvallend per se. Het kan enkel opvallen tegenover een bepaalde achtergrond. Als de achtergrond wijzigt, kan het object opvallend blijven, of onopvallend worden." Vele auteurs hebben het belang van contrast voor nachtelijke opvallendheid van verkeersborden aangetoond, maar Mace et al. (1982) stelden dat het effect van contrast vermindert bij hoge visuele complexiteit. Als de visuele complexiteit laag is, is opvallendheid geen probleem en bepalen contrast en grootte van het doel het al dan niet opgemerkt worden.

Helderheid van verkeersborden

Dahlsted en Svenson (1976) registreerden detectieafstanden voor verkeersborden uit verschillende materialen en met verschillende kleuren in een omgeving zonder visuele ruis en tijdens een rijtaak met normaal risico. Omdat bestuurders geconcentreerd waren

op de detectietaak en er weinig tot geen onzekerheid bestond over de locatie van de doelen, werden eerder detectie grenswaarden gemeten dan opvallendheid. Het resultaat was een 90 percentiel afstand groter dan 305m voor het minst reflecterende materiaal en kleur. Perchonok en Pollack wezen er op dat om de nood aan opvallendheid in te vullen, detectie niet mag worden verward met visuele grenzen. Een gemiddeld verkeersbord wordt gedetecteerd van op een afstand van 914m (Perchonok & Pollack, 1981). Verkeerslichten zijn op die afstand wel detecteerbaar, maar niet opvallend.

Wat nachtelijke opvallendheid betreft, concludeerden Mace et al. (1982):

- Borden met zwarte letters op een witte achtergrond vallen minder hard op dan andere borden, zelfs op korte afstand.
- Ruitvormige borden met gele achtergrond vallen beter op dan andere borden op grote afstanden, hoewel ze minder helder zijn dan borden met witte achtergrond.
- De helderheid van borden verhogen kan het minder opvallen door een visueel complexere omgeving compenseren, maar dat geldt niet voor witte borden met zwarte letters.

Een iets recentere studie vond een significant effect van het materiaal waaruit de borden gemaakt zijn op de opvallendheid van groene borden met witte letters, maar het materiaal had geen significant effect voor zwart-witte borden (Mace, Garvey, and Hekard, 1994). Daarom werd besloten dat het verhogen van de helderheid van witte borden, die borden waarschijnlijk niet opvallender maakt.

Grootte van verkeersborden

Mace et al. (1994) voerden een studie uit over de effecten van de grootte van verkeersborden op hun opvallendheid 's nachts. De verzamelde data suggereert dat het manipuleren van de grootte van borden een alternatief kan zijn voor het meer helder maken van borden om ze opvallend te houden in complexe omgevingen.

Odescalshi (1965) gebruikte een subjectieve schaal om absolute schattingen te bekomen voor de vereisten van de grootte van borden voor de opvallendheid van witte borden, en vergelijkbare schattingen voor de vereisten voor borden met een andere kleur om een gelijke opvallendheid met witte borden te hebben. Een gemiddelde observator vond dat van op een afstand van 228,6m of minder een wit bord minstens 4,87m² groot moest zijn om voldoende op te vallen. Een citroengeel bord kon 10 percent kleiner zijn dan een wit bord. Rode, groene, blauwe en zwarte borden moesten respectievelijk 15 percent, 20 percent, 40 percent en 125 percent groter zijn. In de schaduw of in minder verlichte omstandigheden moest de oppervlakte van witte borden tweemaal zo groot zijn. Tegen

een lichte achtergrond, zoals de lucht, zijn donkere borden opvallender dan lichte (wit en geel).

2.2.1 Wettelijk kader

In het voorgaande is al gesproken over de locatie van verkeersborden. In wat volgt komt het wetgevend kader rond de locatie van borden aan bod.

Snelheidsbeperkingen worden aangegeven met verbodsborden. De wetgeving daarover is dus van toepassing. Uit het Ministerieel Besluit van 11 oktober 1976 waarbij de minimum afmetingen en de bijzondere plaatsingsvoorwaarden van de verkeerstekens worden bepaald (bijgewerkt tot 07-05-2007):

Artikel 9.9. Verkeersbord C43. Vanaf het verkeersbord tot het volgend kruispunt, verbod te rijden met een grotere snelheid dan deze die is aangeduid.

1. Dit verkeersbord mag niet gebruikt worden op plaatsen waar:
 - a. de bijzondere plaatsgesteldheid duidelijk een snelheidsvermindering oplegt;
 - b. waar een gevaarsbord kan gebruikt worden (behalve wat betreft het gevaarsbord A23 wanneer het gevoegd is bij een verkeersbord F4a, gebeurlijk met veranderlijke informatie, conform het artikel 2.37 van het algemeen reglement op de politie van het wegverkeer en van het gebruik van de openbare weg en behalve wat betreft het gevaarsbord A51 wanneer het gevoegd is bij een verkeersbord F4a of zonale C43 met de vermelding 50 of zonale C43 met de vermelding 70). <MB 2004-04-26/32, art. 2, 015; Inwerkingtreding: 30-04-2004>

Wanneer de snelheidsbeperking is aangeduid door middel van signalisatie met veranderlijke informatie, mag ze slechts gebruikt worden tijdens de periodes van aankomst en vertrek van de kinderen aan de school.

Het mag niet bij het verkeersbord A23 worden geplaatst:

- wanneer de snelheid reeds beperkt is tot ten minste 30 km per uur;
- wanneer de maximum toegestane snelheid gelijk is aan of hoger is dan 70 km per uur.) <MB 2002-05-14/36, art. 2, 010; Inwerkingtreding: 31-05-2002>

2. In de bebouwde kommen die afgebakend zijn door verkeersborden F1 en F3 mogen geen verkeersborden C43 met snelheidsbeperking tot (50) km/u worden geplaatst of behouden. <MB 1991-12-19/32, art. 7,3°, 005; Inwerkingtreding: 01-01-1992>
Er moet evenwel een verkeersbord C43 met snelheidsbeperking tot (50) km/u, aangevuld door het onderbord van het type VI van bijlage 2 tot dit besluit, met de vermelding " Herhaling " worden geplaatst op het einde van het weggedeelte waarop een snelheid van meer dan (50) km/u werd toegelaten. Het wordt links herhaald op de rijbanen met éénrichtingsverkeer. <MB 1991-12-19/32, art. 7,3°, 005; Inwerkingtreding: 01-01-1992>
Verkeersborden C43 met op een onderbord de vermelding " Herhaling " mogen gebruikt worden indien de bijzondere plaatsgesteldheid het rechtvaardigt.
3. (Wanneer een snelheidsbeperking wordt opgelegd buiten de bebouwde kom, moet het eerste verkeersbord C43 aangekondigd worden door een gelijkaardig verkeersbord, aangevuld met een onderbord van het type Ia van bijlage 2 tot dit besluit, indien het verschil tussen de maximale toegelaten snelheid en de opgelegde snelheidsbeperking meer dan 20 km/u. bedraagt.) <MB 1998-10-09/30, art. 4, 4°, 008; Inwerkingtreding: 01-11-1998>
4. (Op openbare wegen waar de snelheid beperkt is overeenkomstig artikel 11.2.2° a) van het algemeen reglement op de politie van het wegverkeer mogen alleen verkeersborden C43 met de vermelding 90 km/uur gebruikt worden met een onderbord met de vermelding " Herhaling ". <MB 1998-10-09/30, art. 4, 5°, 008; Inwerkingtreding: 01-11-1998>
Deze verkeersborden mogen alleen worden gebruikt indien de bijzondere plaatsgesteldheid het rechtvaardigt.) <MB 1991-12-19/32, art. 7,3°, 005; Inwerkingtreding: 01-01-1992>
5. (Wanneer het verkeersbord C43 met de vermelding 30 (km) bij het bord F1 is gevoegd:
 - mag de bebouwde kom geen openbare wegen omvatten die voorrangswegen zijn doordat er borden B9 geplaatst zijn;
 - moet binnen deze bebouwde kom de snelheid teruggebracht worden tot 30 km per uur door maatregelen inzake organisatie van het verkeer of het parkeren, infrastructuur of door andere aanpassingen in het straatbeeld of door een combinatie van deze maatregelen.) <MB 2003-11-27/46, art. 3, 012; Inwerkingtreding: 01-01-2004>

(Artikel 9.10. Verkeersbord C45. Einde van de snelheidsbeperking opgelegd door het verkeersbord C43.

Dit verkeersbord wordt slechts geplaatst indien het einde van het verbod niet samenvalt met een kruispunt.

(Het mag vervangen worden door het verkeersbord C46.) <MB 1991-12-19/32, art. 7,4°, 005; Inwerkingtreding: 01-01-1992>

(Artikel 9.11. Verkeersbord C46. Einde van alle plaatselijke verbodsbepalingen opgelegd aan de voertuigen in beweging.

Dit verkeersbord mag slechts gebruikt worden om een einde te maken aan de verbodsbepalingen voorgeschreven door de verkeersborden C33, C35, C39 en C43 en uitsluitend wanneer het einde van het verbod niet samenvalt met een kruispunt of een toegang tot een autosnelweg.)

<Ingevoegd bij MB 1991-12-19/32, art. 7,5°, 005; Inwerkingtreding: 01-01-1992>

(Artikel 9.12. Verkeersbord C48. Vanaf het verkeersbord tot het volgende kruispunt, verbod de cruise control of kruissnelheidregelaar te gebruiken.

Een onderbord van het type VII van bijlage 2 bij dit besluit, aangebracht onder het verkeersbord C48 beperkt het verbod tot de bestuurders van voertuigen waarvan de maximale toegelaten massa hoger is dan de aangeduide.) <MB 2004-04-26/32, art. 3, 015; Inwerkingtreding: 30-04-2004>

Uit de wegcode (Ministerieel Besluit van 1 december 1975 houdende het algemeen reglement op de politie van het wegverkeer van het gebruik van de openbare weg; bijgewerkt tot 29/01/2008):

Artikel 68. - Verbodsborden.

68.1. De verbodsborden worden rechts geplaatst; wanneer de plaatsgesteldheid het evenwel niet toelaat mogen zij boven de rijbaan geplaatst worden. Zij mogen herhaald worden op de plaatsen waar het verkeer het rechtvaardigt.

68.2. Een verbodsbord mag aangekondigd worden door een gelijkaardig verkeersbord, aangevuld met een onderbord dat bij benadering de afstand aanduidt waarop het verbod begint.

Er is dus geen wettelijk kader om borden boven de rijbaan te plaatsen. De wet bepaalt wel dat op wegen met meerdere rijstroken per richting, signalisatie mag aangebracht worden boven de rijstroken. Deze rijstrooksignalisatie is dan van toepassing op de rijstrook waarboven ze hangen. Maar voor wegen met een rijstrook per richting zijn er dus geen wettelijke bepalingen die het plaatsen van borden boven de rijbaan voorzien of verbieden. Men zal dus vooral naar de praktische kant moeten kijken, die bestaat uit het bewaren van een minimale vrije doorrijhoogte, met vrachtwagens in het achterhoofd.

Borden mogen aan de linkerkant van de weg herhaald worden als de situatie dat vraagt.

2.3 Gerelateerd onderzoek

2.3.1 Registratie oogbewegingen

Beijer, Smiley en Eizenman (2004) bestudeerden de oogbewegingen van bestuurders bij het kijken naar borden langs de weg. Ze concludeerden dat de kant van de weg waar het bord staat geen invloed heeft op het aantrekken van de focus. Hoewel ze het kijken naar reclameborden onderzochten, is er geen reden om een verschil met andere borden, en dus ook verkeersborden, te veronderstellen. Verkeersborden zijn relevant voor de rijtaak, dus zullen minder snel weg gefilterd worden.

2.3.2 Ervaring

Borowsky, Shinar en Parmet (2008) onderzochten of ervaring ook negatieve effecten kan hebben. Bestuurders scannen de omgeving naar relevante informatie tijdens het rijden en kijken daarbij eerst op locaties waar ze de informatie verwachten. De onderzoekers vonden dat bestuurders een bord aan de linkerkant van de weg minder snel opmerkten dan aan de rechterkant, waar de borden verwacht worden. In dit onderzoek waren de borden aan de linkerkant de enige borden, en waren ze dus geen herhaling van borden die ook aan de rechterkant stonden. Het dubbel voorkomen van borden op dezelfde locatie kan dus andere effecten hebben.

2.3.3 Herhaling van borden

Inman, Miller, Tackett, Molino en Zineddin (2008) deden een simulatorstudie naar snelheid in relatie tot het opeenvolgend herhalen van snelheidsborden. De resultaten tonen aan dat de ruimte tussen de herhalingen geen significante invloed heeft op de snelheid of het respecteren van snelheidslimieten. De hoofdconclusie van deze studie was dat 20 procent van de snelheidsborden niet opgemerkt werd. Volgens de onderzoekers moet er meer onderzoek gebeuren naar de effectiviteit van verschillende maatregelen om bestuurders te wijzen op snelheidslimieten.

De resultaten van dit onderzoek geven aan dat het opeenvolgend herhalen van snelheidsborden weinig invloed heeft, en het dus niet nodig is snelheidsborden te herhalen in de scenario's voor het simulatoronderzoek dat volgt.

2.3.4 Locatie van borden

Huang et al. (2000) bestudeerden de effecten van verschillende vormen van signalisatie bij oversteekplaatsen voor voetgangers op het gedrag van automobilisten. Er werd gekeken in welke mate bestuurders stopten om voetgangers over te laten en naar hoeveel voetgangers zich moesten haasten, moesten versnellen, of hun oversteekbeweging moesten afbreken. De onderzoekers concluderen dat zowel een bord op de weg als een bord boven de rijweg succesvolle maatregelen zijn. Hoewel er heel wat andere elementen kunnen meespelen dan enkel de locatie van het verkeersbord, geeft het onderzoek toch aan dat borden boven de rijweg opgemerkt worden en dat de boodschap doordringt tot bij de bestuurder. Toch concludeerden de onderzoekers dat borden op de weg effectiever zijn. Het gaat dan over borden die op de middellijn van de rijweg, op een middeneiland, zijn geplaatst.

Ellis, Van Houten en Kim (2007) onderzochten de invloed van de afstand van verkeersborden ten opzichte van een oversteekplaats voor voetgangers op het stoppen voor overstekende voetgangers. De onderzoekers maakten gebruik van borden in het midden van de rijweg, zoals in het onderzoek van Huang et al. (2000). Ze vergeleken de invloed van drie verschillende afstanden voor de oversteekplaats op het gedrag van bestuurders. Een locatie was vlak aan de oversteekplaats, en de twee andere locaties waren op 20 en 40 voet (6 en 12 meter) voor de oversteekplaats. Ze kwamen tot twee conclusies: het plaatsen van een bord vlak aan de oversteekplaats had evenveel of zelfs meer effect dan het plaatsen van een bord op een afstand voor de oversteekplaats en het plaatsen van drie borden had evenveel effect als het plaatsen van een bord enkel aan de oversteekplaats zelf.

Tabel 1: data voorrang verlenen aan oversteekplaats voor voetgangers; Ellis, Van Houten & Kim (2007)

	Baseline	0 ft	20 ft	40 ft	Three Signs
Collins Avenue and 6th Street					
<i>N</i>	400	440	240	240	240
Mean (%)	32	78	75	70	79
Z score (<i>p</i>)		12.93 (.01)	10.18 (.01)	8.65 (.01)	11.52 (.01)
Collins Avenue and 9th Street					
<i>N</i>	400	240	240	240	240
Mean (%)	21	65	63	54	56
Z score (<i>p</i>)		10.39 (.01)	9.93 (.01)	7.87 (.01)	8.23 (.01)
Collins Avenue and 13th Street					
<i>N</i>	1,360	200	400	400	160
Mean (%)	34	69	43	43	52
Z score (<i>p</i>)		11.22 (.01)	6.26 (.01)	6.26 (.01)	6.03 (.01)

De baselinesituatie is de oversteekplaats zonder aanvullende borden.

Uit de data valt af te leiden dat een verkeersbord op locatie meer effect heeft dan een bord dat een eind voor de locatie staat waar het op van toepassing is. In tegenstelling tot het onderwerp van deze thesis ging het bij Ellis et al. om een stedelijke omgeving. Daarom blijven de afstanden en snelheden beperkt. Maar de conclusies die uit het onderzoek naar voren komen geven aanleiding tot het onderzoeken of dezelfde effecten ook spelen op grotere afstanden en bij hogere snelheden.

Toch is er ook onderzoek (Van Houten et al., 2001) dat net het tegenovergestelde aantoont: dat het toevoegen van borden 10, 15 of 25m voor een oversteekplaats positieve effecten heeft op het voorrang verlenen aan overstekende voetgangers. Het blijft natuurlijk de vraag wat het effect is van het vroeg instellen van een snelheidslimiet op de naleving daarvan.

Martens (2000) beschreef verschillende methoden om onderzoek te doen naar de perceptie van verkeersborden: het bestuderen van oogbewegingen, het verbaal laten rapporteren van opgemerkte verkeersborden en hun betekenis tijdens het rijden, het vragen naar het herinneren van verkeersborden die men tijdens het rijden is tegengekomen en het analyseren van gedrag tijdens het rijden. Elke methode heeft voor- en nadelen. Deze staan samengevat in tabel 2:

Tabel 2: voor- en nadelen van verschillende methoden voor onderzoek van perceptie van verkeersborden; Martens (2000)

	<i>Advantages</i>	<i>Drawbacks</i>
Eye movements	Almost completely beyond drivers' control Knowledge about what attracts the eye	Do not know what is perceived Almost always needs to be combined with another method
Verbal reports while driving	Insight into what drivers consciously consider to be important	Interfering with eye movements Incomplete reports under high workload No insight into higher order mental processes
Drivers' recall	Reveals something about filtering process (together with eye movements) Measures conscious perception only	Not recalled may mean not perceived or perceived and forgotten Problem of how to ask for recall (stop drivers, have passenger in car?)
Driving behavior	Purest measure of action preparedness Possibility of using unalerted drivers Possibility of collecting many data points (by traffic observation)	Have to carefully control for other speed-reducing factors Not all signs have to result in a change in driving behavior

In het kader van dit onderzoek wordt de methode van het analyseren van gedrag gehanteerd. Via een simulatorstudie zal het gedrag van deelnemers in relatie tot locatie van verkeersborden geanalyseerd worden. Zoals bovenstaande tabel aangeeft is er een minder directe link met de oorzaak, maar een directere link met gevolg. Door gedrag te analyseren kan niet achterhaald worden waarom bepaald gedrag vertoond wordt. Er alt niet af te leiden waar een bestuurder juist naar gekeken heeft of wat tot de deelnemer is doorgedrongen. Er wordt gekeken naar het effect dat het geheel aan omgevingsfactoren heeft op het gedrag. Door voor de meeste van die omgevingsfactoren te controleren en ze dus constant te houden, kan het effect van bepaalde maatregelen toch achterhaald worden. Op die manier kan een link gelegd worden met de oorzaken van het gedrag.

2 Simulatorstudie

2.1 Design

In het simulatoronderzoek wordt het effect van de locatie van variabele borden op de snelheid nagegaan. De plaatsing van dynamische route informatie panelen (DRIP's) of variabele verkeersborden kan een invloed hebben op de zichtbaarheid en leesbaarheid ervan. Dat kan een invloed hebben op de naleving van de voorschriften die er op staan.

Er worden 2 locatievariabelen gebruikt: de locatie van de borden langs de weg: enkel aan de rechterkant, aan de rechter- en de linkerkant, en boven de weg; en de locatie ten opzichte van de werken: enkel ter hoogte van de werken, of een afstand vooraf.

De hypothese achter de tweede variabele is dat bestuurders sneller geneigd zijn een snelheidsreductie op te volgen, wanneer ze ook kunnen zien dat er iets aan de hand is. Als al een kilometer op voorhand een snelheidsreductie doorgevoerd wordt, zijn weinig bestuurders geneigd zich daar aan houden.

Het mixed factorial design is dan het meest aangewezen voor dit type van onderzoek. Er wordt gewerkt met 2 groepen

Tabel 3: Mixed factorial design voor het onderzoek

Subgroep 1	1	Op voorhand	Rechts
	2	Op voorhand	Links & rechts
	3	Op voorhand	Boven
Subgroep 2	1	Op locatie	Rechts
	2	Op locatie	Links & rechts
	3	Op locatie	Boven

2.1 Validiteit

2.1.1 Interne validiteit

Het aantal metingen is van belang voor de interne validiteit van simulatoronderzoek. De randomisering van de testcondities moet ook gewaarborgd worden. De testpersonen moeten ad random aan een subgroep toegewezen worden en moeten de verschillende testcondities ook in willekeurige volgorde voorgelegd krijgen zodat leer- of volgorde-effecten zo veel mogelijk vermeden worden. Er worden twee scenario's voorzien: een met snelheidsreductie op locatie en een met snelheidsreductie op voorhand. Deze twee scenario's worden willekeurig afgewisseld onder de deelnemers.

Per scenario zijn er drie configuraties voorzien voor de snelheidsborden: een bord rechts, zowel een bord links als rechts, en een bord boven de rijweg. De volgorde van die drieconfiguraties wordt willekeurig afgewisseld telkens een scenario gereden wordt.

2.1.2 Externe validiteit

De externe validiteit is afhankelijk van het realisme van de simulatie, de simulator en de scenario's. Die moeten dus zo gedetailleerd mogelijk uitgewerkt worden.

Eenzijds kan men dan spreken over fysieke validiteit. Dat is de mate waarin de simulator mockup lijkt op een echte auto. Een simulator met een beweegbare basis kan dan realistischer genoemd worden, omdat bewegingen van de auto ook echt weergegeven kunnen worden. Dergelijke simulatoren hebben dus een hogere fysieke validiteit.

Maar de fysieke validiteit is onbelangrijk als er geen validiteit te bereiken is wat het gedrag betreft. Die fysieke validiteit moet dus voorrang verlenen aan de gedragsvaliditeit. De scenario's en de softwarematige reacties van de simulator op de input moeten zo realistisch mogelijk zijn of zo realistisch mogelijk geprogrammeerd kunnen worden om die validiteit te kunnen bereiken.

2.1.3 Absolute & relatieve validiteit

Absolute validiteit betekent dat data die in een simulatoronderzoek verkregen worden ook meteen in de realiteit toegepast kunnen worden. De absolute waarden komen met andere woorden overeen met waarden uit de realiteit.

Relatieve validiteit betekent dat verschillen, relaties en verbanden die in simulatoronderzoek zijn vastgesteld ook in de realiteit gelden, maar dat de absolute gegevens niet in de praktijk te gebruiken zijn. Er zit met andere woorden een afwijking op. Als een aantal maatregelen onderzocht worden kan de onderlinge verhouding dus wel vastgesteld worden, maar de absolute verschillen mogen niet weerhouden worden om conclusies uit te trekken. Onderzoek toont aan dat voor mid-level simulatoren relatieve validiteit geldt voor snelheidsonderzoek (Kaptein et al. 1996). De STISIM Drive simulator die gebruikt wordt in het kader van dit onderzoek is een mid-level simulator. Routekeuze is een voorbeeld van een variabele waarvoor dergelijke simulatoren absolute validiteit kunnen bereiken.

Wat wegenwerken betreft is er nog een bemerking te maken. Uit onderzoek blijkt dat bestuurders meer risico ervaren bij wegenwerken in de realiteit dan in een simulator (McAvoy, Schattler en Datta, 2007). Daarom zal absolute validiteit zeker niet gelden voor dit onderzoek. De relatieve validiteit blijft normaal gezien intact, maar de afwijking ten opzichte van de realiteit zal groter zijn.

2.2 Simulator

2.2.1 Hardware

De simulator bestaat uit een onbeweegbare mockup, een stuureenheid met een stuurwiel, een gas-, rem- en koppelingspedaal, een snelheidsmeter, en hendel voor de richtingaanwijzers, een analoge snelheidsmeter, enkele bijkomende knoppen, een versnellingspook en versnellingsbak met vijf versnellingen (en achteruit) en een verschuifbare autozetel. Verder bestaat de simulator uit drie projectoren die een beeld van 180° projecteren op een 180° scherm. De projectoren geven elk een eigen beeld weer, die deels overlappen. De projector in het midden projecteert wat de bestuurder recht voor zich ziet. De twee andere projectoren geven weer wat de bestuurder kan zien in de periferie. De projectoren zijn achter de mockup opgehangen aan een cirkelvormig frame. De andere helft van de cirkel, voor de stuureenheid, wordt ingenomen door het scherm waarop geprojecteerd wordt.

Dat de mockup onbeweegbaar is, wil zeggen dat het om een fixed-based simulator gaat. De stuureenheid met de bestuurderszetel kan dus niet bewegen om bewegingen van het voertuig te simuleren. Hoewel dit het realisme van de simulatie beperkt, blijkt uit onderzoek dat een meer realistische simulatie leidt tot meer gevallen van simulatorziekte. De verzamelde data zijn dan onbruikbaar.

De rekenkracht komt van drie pc's en de onderzoeker kan volgen op drie LCD schermen die weergeven wat de drie projectoren projecteren.

De analoge snelheidsmeter heeft twee schalen. De buitenste schaal is in mijl per uur (mph) en staat in witte tekens. De binnenste schaal staat in oranje tekens en is in kilometer per uur (km/h). In een verduisterde ruimte, zoals de onderzoeksruimte tijdens het onderzoek, is de oranje schaal, die in het onderzoek gebruikt wordt, moeilijker waar te nemen. Omdat snelheid onderzocht wordt is dat een belangrijk element. Het moeilijk aflezen van de snelheidsmeter kan de resultaten beïnvloeden. Hoewel elke deelnemer met hetzelfde probleem geconfronteerd wordt, moet dat zeker in het achterhoofd gehouden worden bij de interpretatie van de resultaten.

2.2.2 Software

De software die gebruikt werd is de rijnsimulator van Systems Technology Inc., de STISIM Drive™ rijnsimulator.

Bij een simulator hoort een bibliotheek met elementen en objecten die in scenario's gebruikt kunnen worden. In dit onderzoek wordt gewerkt rond wegenwerken. Bij het ontwerpen van de scenario's trad een beperking op in de zin dat in de STISIM bibliotheek geen werfelementen beschikbaar zijn: geen bergen zand, graafmachines, kranen, enzovoort. De enige suggestie van wegenwerken die ingebouwd kon worden zijn de rood-witte borden langs de weg, en enkele werfwagens en voetgangers die wegenwerkers voorstellen. Hoewel verondersteld wordt dat dit geen invloed heeft op de resultaten, moet het toch vermeld worden als een beperking in het design van het onderzoek.

De remsterkte van de simulator blijkt niet helemaal realistisch te zijn, waardoor remafstanden over- of onderschat kunnen worden. Dat heeft vooral invloed bij het vermijden van aanrijdingen. Omdat aanrijdingen binnen het opzet van dit onderzoek niet belangrijk zijn, heeft dat geen invloed op de resultaten, maar om volledig te zijn wordt de bemerking wel gemaakt.

2.3 Verloop onderzoek

Nadat de deelnemers de onderzoeksruimte binnengeleid zijn, krijgen ze de tijd om de ruimte en de mockup van de simulator op te nemen, terwijl de computers opstarten en het eerste scenario ingeladen wordt. Ze krijgen een verklaring te ondertekenen waarin staat dat ze vrijwillig deelnemen aan het onderzoek en worden gebriefd over wat van hen verwacht wordt. Ze worden wegwijs gemaakt in de mockup: hoe de zetel goed te zetten, waar de verschillende besturingselementen zich bevinden en hoe deze werken. Er wordt hen ook gewezen op de twee schalen op de analoge snelheidsmeter en welke ze moeten gebruiken. Er wordt hen ook op het hart gedrukt hun bril of lenzen op te zetten of in te doen als ze die normaal ook voor het rijden gebruiken.

De deelnemers krijgen in totaal vijf ritten voorgeschoteld, elk verschillend in ontwerp. De eerste vier ritten zijn ritten waarin gradueel aan de simulator gewend kan worden en waarin de deelnemers vertrouwd raken met de verschillende taken die ze tijdens het onderzoek moeten uitvoeren.

De eerste rit duurt ongeveer twee minuten en verloopt in een eenvoudige omgeving. De bedoeling is dat de deelnemer tijdens de rit vertrouwd raakt met de besturing van de simulator: de reacties op stuurbewegingen, bediening van de pedalen en de versnellingspook.

De tweede rit duurt ook ongeveer twee minuten en houdt een bijkomende opdracht in: een divided attention task. De deelnemer moet nu niet alleen aandacht besteden aan de rijtaak, maar ook aan symbolen die in de zijspiegels verschijnen. Hij of zij moet dus reageren op visuele cues. Wanneer een rode pijl in de linkerspiegel verschijnt, moet de deelnemer even de linker richtingaanwijzer gebruiken. Als een pijl in de rechterspiegel verschijnt, moet de rechter richtingaanwijzer even geactiveerd worden. Als een luidspreker in een van beide spiegels verschijnt, moet de deelnemer claxonneren. Het reageren op de visuele cue moet zo snel mogelijk gebeuren.

In de derde rit, die weer ongeveer twee minuten duurt, moet de deelnemer opnieuw de aandacht verdelen tussen de rijtaak en het reageren op visuele cues. Bijkomend element is hier dat er onderweg hindernissen zijn: stilstaande voertuigen, tegemoetkomend verkeer en overstekende voetgangers. Het is de bedoeling dat de deelnemer die hindernissen ontwijkt door te remmen en in dien nodig uit te wijken. Als de deelnemer in een ongeval betrokken raakt, wordt de rit voortgezet na een kort oponthoud.

In de vierde en laatste opwarmingsrit rijdt de deelnemer door een complexere omgeving waarin elementen uit de drie vorige ritten aan bod komen: de rijtaak, de divided attention task en de hindernissen. Deze rit is aanzienlijk langer: 14km.

De vijfde rit is dan de uiteindelijk experimentele rit. Voor aanvang van de rit krijgt de deelnemer een foto van een variabel bord te zien en wordt de instructie geven zo snel mogelijk te claxonneren telkens een dergelijk bord in zicht komt, ongeacht de betekenis. Er wordt ook een foto getoond van het bord C46 en gevraagd of de betekenis duidelijk is. Tijdens deze rit doorloopt de deelnemer een van twee mogelijke scenario's. Die zijn hieronder beschreven.

Als een deelnemer tijdens het rijden met de simulator duizelig, misselijk of onwel wordt, wordt de rit meteen stopgezet en worden de gegevens niet gebruikt in de analyse. Er wordt de deelnemers op het hart gedrukt dat meteen te signaleren. Op die manier wordt ook het ongemak voor de deelnemers zo kort mogelijk gehouden. Doorbijten heeft geen zin, omdat de gegevens niet gebruik mogen worden.

Na afloop van het onderzoek wordt de deelnemer gevraagd een formulier met socio-demografische gegevens in te vullen. Daarop moeten volgende gegevens ingevuld worden:

- Geslacht
- Leeftijd
- Aantal jaren in bezit van rijbewijs
- hoeveel kilometer gemiddeld per jaar gereden worden
- kwaliteit van het zicht, voor beide ogen

Verder wordt genoteerd welk scenario gereden werd, en wat de oorzaak zou kunnen zijn geweest als niet gereageerd werd op een variabel bord.

en wordt gevraagd wat er volgens hem of haar onderzocht werd. Als een van de onderzoeksvragen van dit onderzoek daarbij naar voor komt, moeten er van uit gegaan worden dat die kennis het gedrag van de deelnemer en dus ook de resultaten beïnvloed hebben. De gegevens kunnen dan niet gebruikt worden.

2.4 Beschrijving scenario's

2.4.1 Categorieën wegenwerken

Wegenwerken in België worden onderverdeeld in verschillende categorieën:

- Categorie 1: werken ingeplant op autosnelwegen en op openbare wegen waar de maximum toegelaten snelheid hoger is dan 90km/h;
- Categorie 2: werken ingeplant op openbare wegen waar de maximum toegelaten snelheid hoger is dan 50km/h en lager dan of gelijk aan 90km/h;
- Categorie 3: werken ingeplant op openbare wegen waar de maximum toegelaten snelheid lager is dan of gelijk aan 50km/h;
- Categorie 4: werken die ingeplant zijn buiten de rijbaan maar die een gevaar betekenen voor de voetgangers, de fietsers en de bestuurders van tweewielige bromfietsen;
- Categorie 5: werken die uitgevoerd worden tussen het aanbreken van de dag en het vallen van de avond en wanneer het mogelijk is duidelijk te zien tot op een afstand van ongeveer 200m ;
- Categorie 6: mobiele werken die vanwege hun relatief lage verplaatsingssnelheid of vanwege hun veelvuldig stilstaan voor het uitvoeren van werken slechts kortstondig het verkeer hinderen.

De werken in deze simulatorstudie zijn werken die in de 2^{de} categorie vallen. Elke categorie wordt nog eens onderverdeeld in werken die het verkeer sterk hinderen en werken die het verkeer niet erg hinderen. In deze studie gaat het om werken van die tweede soort.

Het Ministerieel Besluit van 7 mei 1999 legt in dat geval volgende bepalingen vast met betrekking tot het plaatsen van signalisatie bij wegenwerken (de bijlagen bij dit besluit worden in bijlage toegevoegd):

3.2. Werken die het verkeer weinig hinderen.

Het betreft de werken die op welke plaats ook, zo breed zijn dat minder dan een rijstrook of minder dan de breedte van een rijstrook onttrokken wordt aan het verkeer op de rijbaan, alsook deze die ingeplant zijn buiten de rijbaan maar die het verkeer op die rijbaan beïnvloeden.

3.2.1° Signalisatie op afstand:

a) De hierna vermelde afstanden zijn benaderend en worden gemeten vanaf de inrichting geplaatst op de plaats waar het werk begint; zij mogen aangepast worden aan de plaatsgesteldheid.

b) Het verkeersbord A31 wordt geplaatst op 300m en aangevuld met een onderbord van het type I van bijlage 1 bij het besluit.

c) Het verkeersbord A31 of een beter aangepast gevaarsbord wordt geplaatst op 150m. Een verkeersbord C43 dat de snelheid tot 50km/h beperkt, mag onder het gevaarsbord aangebracht worden indien tenminste de plaatsgesteldheid niet voordien reeds een lagere snelheid vereiste.

Dit verkeersbord C43 dat de snelheid tot 50km/h beperkt, wordt op 200m aangekondigd door een identiek verkeersbord, aangevuld met een onderbord van het type I van bijlage 1 bij het besluit.

d) De inrichting van type I van bijlage 3 bij het besluit mag worden geplaatst. In dit geval worden de verkeersborden A31, of een beter aangepast gevaarsbord, en C43 opgenomen in de inrichting.

3.2.2° Signalisatie ter plaatse aan het begin van het werk:

Een inrichting van bijlage 4 bij het besluit wordt geplaatst aan het begin van het werk.

Indien minstens een gedeelte van het werk op de rijbaan ligt, wordt een verkeersbord D1 waarvan de pijl onder een hoek van ongeveer 45° naar beneden gericht is, geplaatst boven de inrichting; de onderrand van het verkeersbord bevindt zich op ten minste 1,50m boven de grond. Een oranjegeel knipperlicht wordt boven dit verkeersbord geplaatst.

Over de ganse breedte van het hek worden oranjegele knipperlichten vastgemaakt met een tussenafstand van ten hoogste 1,00m. Het aantal lichten mag niet kleiner zijn dan drie.

Deze inrichting mag worden vervangen door of aangevuld met de inrichting van type II van bijlage 3 bij het besluit.

3.2.3° Zijdelingse signalisatie:

a) De zijdelingse afbakening wordt aangebracht door een van de middelen van type II van bijlage 2 bij het besluit.

Deze afbakeningsmiddelen zijn ten hoogste 30m van elkaar verwijderd; zij zijn voorzien van een verlichting met witte of geelachtige lampen.

b) Indien de inplanting van het werk de voetgangers, de fietsers en de bestuurders van tweewielige bromfietsen noodzaakt het trottoir of het fietspad te verlaten en de rijbaan te volgen, wordt langsheen het werk een gang aangebracht van:

- ten minste 1,50m wanneer slechts één van de categorieën van weggebruikers er moet gebruik van maken;

- ten minste 2m wanneer zowel voetgangers, fietsers als bestuurders van tweewielige bromfietsen er samen moeten gebruik van maken. Wanneer in uitzonderlijke omstandigheden de plaatsgesteldheid dit niet toelaat, mag de breedte van de gang teruggebracht worden tot 1m.

In dit geval wordt:

- de afbakening die het verkeer van de voetgangers, de fietsers en de bestuurders van tweewielige bromfietsen scheidt van dat van de andere weggebruikers, aangebracht en verlicht overeenkomstig de bepalingen van a) hierboven;
- de afbakening die het verkeer van de voetgangers, de fietsers en de bestuurders van tweewielige bromfietsen scheidt van het werk zelf, aangebracht over de volledige lengte, hetzij door een voldoende stevige inrichting, hetzij door een beschermnet, en op gepaste manier verlicht.

3.2.4° Signalisatie van het einde van het werk:

a) Het verkeersbord F47 en de verkeersborden die het einde van een verbod aanduiden worden geplaatst op ongeveer 25m voorbij het einde van het werk of voorbij het laatste afbakeningsmiddel.

b) Tussen 50m en 100m voorbij het werk plaatst de aannemer een bord waarop in het geel, op een zwarte achtergrond, de naam staat van de verantwoordelijke voor de signalisatie en diens telefoonnummer.

De letters en cijfers op dit bord hebben een hoogte van ten minste 0,12m.

Voor het onderzoek werden twee scenario's ontwikkeld. Een met een snelheidsreductie die een eind voor de wegenwerken ingaat en een waar de snelheidsreductie pas ingaat op de locatie van de wegenwerken. In elk scenario bevinden zich drie werfzones. Bij elke werfzone is de configuratie van de verkeersborden anders. Een keer staat enkel een snelheidsbord aan de rechterkant van de weg, een keer staat zowel links als rechts een bord en in een derde geval hangt het snelheidsbord boven de rijbaan. De volgorde waarin deze drie configuraties in het scenario aan bod komen, wordt afgewisseld. Deelnemers aan het onderzoek rijden telkens een rit, dus een scenario. Er wordt geprobeerd elk scenario even vaak aan bod te laten komen. Elk scenario is 9km lang en bestaat uit drie delen van elk 3km. Elk deel is nog eens onderverdeeld in drie zones van elk 1km lang. De werfzone is telkens 1km lang en is de middelste van de drie zones. De kilometer voor en na de werfzone zijn nodig om de snelheidsreductie op een afstand voor de werken te kunnen invoeren.

In onderstaande tabellen wordt de structuur van de scenario's duidelijk:

2.4.2 Opbouw scenario's

Tabel 4: overzicht scenario 1.1

	Scenario 1 - Opstelling 1		
	Km 1	Km 2	Km 3
Weer	Zonnig	zonnig	zonnig
Tijdstip	dag	dag	dag
Wegtype	Secundaire (type 3) 2x1 (totale breedte 6m30)	Secundaire (type 3) 2x1 (totale breedte 6m30)	Secundaire (type 3) 2x1 (totale breedte 6m30)
Aantal baanvakken	2	2	2
Verloop	recht	Op 700m bocht 30° naar rechts	Op 600m bocht 40° naar links
Rijrichtingen	2	2	2
Markeringen op wegdek	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen
Ruimtelijke Ordening	Landelijke omgeving	Landelijke omgeving, wegenwerken aan de RECHTERKANT	Landelijke omgeving
Andere weggebruikers	Ja	Ja	Ja
Doorstroming	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 75km/h – 55km/h 10% zwaar verkeer	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 55km/h 10% zwaar verkeer	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 55km/h - 75km/h 10% zwaar verkeer
Kruispunten	Op 300m, lichtengeregeld, lichten op groen beweging: RECHTDOOR		Op 200m, voorrangregeling beweging RECHTDOOR, voorrangsweg
Verkeersborden	Op 500m: RECHTS Bord 1 + Bord 4	Aan de rechterkant: Bord 2 (herhaald)	Op 500m: RECHTS Bord 3 + bord 5

BORDKENMERKEN

De afmetingen van de dynamische panelen (borden 1 en 3) komen van een fabrikant: Steur-Egghe¹. De berichtenborden zijn 1150x1150mm en bevinden zich op een hoogte van 2200mm. De ledmatrix is 980x980mm en elk led heeft een diameter van 15mm. De borden staan op een aanhangwagen met afmetingen L 3,46 x B 1,30 x H 2,32m (rijstand; H 3,55m werkstand).

Deze aanhangwagen kan het paneel niet boven de rijbaan doen uitkomen. Hoewel er in Nederland 4 fabrikanten / leveranciers (Traffic Service Van Strien N.V.², VIOSS B.V.³, Verdegro B.V.⁴ en Koninklijke Saan B.V.⁵) zijn van mobiele rijstrooksignalisatie, werden aanvankelijk geen afmetingen gevonden van de constructies⁶. Daarvoor moeten we dus zelf een constructie 'bouwen'. De arm naar links, over de rijbaan, moet dan minstens op 5,28m hoogte hangen om het paneel hoger dan 4,70m boven het wegdek te krijgen. Die zijdelingse arm moet 2m lang zijn om het bord ongeveer midden boven het rijvak te krijgen. De zijdelingse arm komt dan aan de linkerkant net niet achter het paneel uit. Zo blijft er aan weerskanten nog ongeveer 1m over. Het bord zal zo iets meer naar rechts hangen.

De afmetingen van de borden die op de dynamische panelen weergegeven worden, komen uit het Ministerieel Besluit van 11 oktober 1976 waarbij de minimumafmetingen en de bijzondere plaatsingsvoorwaarden van de verkeerstekens worden bepaald.

De afmetingen van bord 2 komen uit het Ministerieel Besluit van 7 mei 1999 betreffende het signaleren van werken en verkeersbelemmeringen op de openbare weg.

¹ <http://www.stuer-egghe.be/nederlands/signalisatie/signa%20aanh%20LED%201150%20NL.pdf>

² http://tsvs.nl/Bek_Grafische_Producties_C01/Modules/PaginaA/PaginaA_Module.asp?SessionID=73499276056446888568182252173&CustID=619&ComID=46&ModID=3620&ItemID=0







³ <http://viooss.nl/signalering.html>

⁴ <http://www.verdegro.nl/default.asp?ID=33>

⁵ http://www.saan.nl/dynamicdata/data/docs/mrs_leaflet_mobiele_rijstroken_signalering.pdf

⁶ Afmetingen werden later wel gevonden via www.hoeflake.nl

Tabel 5: bordkenmerken scenario 1.1

Bord C43		
Grootte/Hoogte	diameter 700mm, hoogte 1200mm	
Lettergrootte	500mm	
Kleur	Witte achtergrond, rode rand (50mm), zwarte cijfers	
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm	
Tekst	30, 50, 70, 90 of 100km/h	
Bord 1: dynamische snelheidsbeperking		
Grootte/Hoogte	diameter 700mm	
Lettergrootte	500mm	
Kleur	Zwarte achtergrond, rode en gele leds	
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm	
Tekst	50km/h (geel) in rode cirkel (zie bord C43)	
Bord 2: geleideborden wegwerkzaamheden		
Grootte/Hoogte	1000x300mm, 200mm hoogte	
Kleur	Rood – wit diagonaal gearceerd, hoek 45°, bandbreedte 185mm	
Afstand t.o.v. rijweg	500mm	
Tussenruimte	5000mm	
Bord 3: dynamische snelheidsbeperking		
Grootte/Hoogte	diameter 700mm	
Lettergrootte	500mm	
Kleur	Zwarte achtergrond, gele leds	
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm	
Tekst	Einde snelheidsbeperking 50km/h	
Bord 4: A31		
Grootte/Hoogte	Zijde 900mm, hoogte 1200mm	
Lettergrootte	n.v.t.	
Kleur	Witte achtergrond, rode rand (50mm), zwarte tekening	
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm	
Afbeelding	Wegenwerken	
Bord 5: F47		
Grootte/Hoogte	900x600mm, hoogte 1200mm	
Lettergrootte	n.v.t.	
Kleur	Blauwe achtergrond, witte rand (25mm), witte tekening, rode diagonale streep (50mm)	
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm	
Afbeelding	Einde wegenwerken	

Tabel 6: overzicht scenario 1.2

	Scenario 1 - Opstelling 2		
	Km 1	Km 2	Km 3
Weer	zonnig	zonnig	zonnig
Tijdstip	dag	dag	dag
Wegtype	Secundaire (type 3) 2x1	Secundaire (type 3) 2x1	Secundaire (type 3) 2x1
Aantal baanvakken	2	2	2
Verloop	recht	Op 700m bocht 20° naar links	Op 600m bocht 40° naar links
Rijrichtingen	2	2	2
Markeringen op wegdek	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen
Ruimtelijke Ordening	Landelijke omgeving	Landelijke omgeving, wegenwerken aan de RECHTERKANT	Landelijke omgeving
Andere weggebruikers	Ja	Ja	Ja
Doorstroming	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 75km/h - 55km/h 10% zwaar verkeer	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 55km/h 10% zwaar verkeer	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 55km/h - 75km/h 10% zwaar verkeer
Kruispunten	Op 300m, lichtengeregeld, lichten op groen; oranje bij passage (als auto stopstreep overschrijdt) beweging: RECHTDOOR		Op 700m, lichtengeregeld, lichten op rood, groen bij naderen (na 5s in zicht) beweging RECHTDOOR
Verkeersborden	Op 500m: RECHTS & LINKS Bord 1 + bord 4	Aan de rechterkant: Bord 2 (herhaald)	Op 500m: RECHTS & LINKS Bord 3 + bord 5

BORDKENMERKEN

Tabel 7: bordkenmerken scenario 1.2

	Bord: C43
Grootte/Hoogte	diameter 700mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Witte achtergrond, rode rand (50mm), zwarte cijfers
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Tekst	30, 50, 70, 90 of 100km/h
	Bord 1: dynamische snelheidsbeperking
Grootte/Hoogte	diameter 700mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Zwarte achtergrond, rode en gele leds
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Tekst	50km/h (geel) in rode cirkel
	Bord 2: geleideborden wegwerkzaamheden
Grootte/Hoogte	1000x300mm, 200mm hoogte
Kleur	Rood - wit diagonaal gearceerd, hoek 45°, bandbreedte 185mm
Afstand t.o.v. rijweg	500mm
Tussenruimte	5000mm
	Bord 3: dynamische snelheidsbeperking
Grootte/Hoogte	diameter 700mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Zwarte achtergrond, gele leds
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Tekst	Einde snelheidsbeperking 50km/h
	Bord 4: A31
Grootte/Hoogte	Zijde 900mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	n.v.t.
Kleur	Witte achtergrond, rode rand (50mm), zwarte tekening
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Afbeelding	Wegenwerken
	Bord 5: F47
Grootte/Hoogte	900x600mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	n.v.t.
Kleur	Blaauwe achtergrond, witte rand (25mm), witte tekening, rode diagonale streep (50mm)
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Afbeelding	Einde wegenwerken

Tabel 8: overzicht scenario 1.3

	Scenario 1 - Opstelling 3		
	Km 1	Km 2	Km 3
Weer	zonnig	zonnig	zonnig
Tijdstip	dag	dag	dag
Wegtype	Secundaire (type 3) 2x1	Secundaire (type 3) 2x1	Secundaire (type 3) 2x1
Aantal baanvakken	2	2	2
Verloop	na 300m bocht 20° naar links	Op 700m bocht 30° naar rechts	recht
Rijrichtingen	2	2	2
Markeringen op wegdek	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen
Ruimtelijke Ordening	Landelijke omgeving	Landelijke omgeving, wegenwerken aan de RECHTERKANT	Landelijke omgeving
Andere weggebruikers	Ja	Ja	Ja
Doorstroming	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 75km/h – 55km/h 10% zwaar verkeer	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 55km/h 10% zwaar verkeer	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 55km/h – 75km/h 10% zwaar verkeer
Kruispunten	Op 300m, lichtengeregeld, lichten op groen beweging: RECHTDOOR		Op 200m, ongeregeld beweging RECHTDOOR, voorrangsweg
Verkeersborden	Op 500m: OVERHANGEND Bord 1 + Rechts bord 4	Aan de rechterkant: Bord 2 (herhaald)	Op 500m: OVERHANGEND Bord 3 + rechts bord 5

BORDKENMERKEN

Tabel 9: bordkenmerken scenario 1.3

	Bord: C43
Grootte/Hoogte	diameter 700mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Witte achtergrond, rode rand (50mm), zwarte cijfers
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Tekst	30, 50, 70, 90 of 100km/h
	Bord 1: dynamische snelheidsbeperking
Grootte/Hoogte	diameter 700mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Zwarte achtergrond, rode en gele leds
Afstand t.o.v. rijweg	500mm (steunvoet); via arm overhangend over rechterrijstrook
Tekst	50km/h (geel) in rode cirkel
	Bord 2: geleideborden wegwerkzaamheden
Grootte/Hoogte	1000x300mm, 200mm hoogte
Kleur	Rood - wit diagonaal gearceerd, hoek 45°, bandbreedte 185mm
Afstand t.o.v. rijweg	500mm
Tussenruimte	5000mm
	Bord 3: dynamische snelheidsbeperking
Grootte/Hoogte	diameter 700mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Zwarte achtergrond, gele leds
Afstand t.o.v. rijweg	500mm (steunvoet); via arm overhangend over rechterrijstrook
Tekst	Einde snelheidsbeperking 50km/h
	Bord 4: A31
Grootte/Hoogte	Zijde 900mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	n.v.t.
Kleur	Witte achtergrond, rode rand (50mm), zwarte tekening
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Afbeelding	Wegenwerken
	Bord 5: F47
Grootte/Hoogte	900x600mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	n.v.t.
Kleur	Blauwe achtergrond, witte rand (25mm), witte tekening, rode diagonale streep (50mm)
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Afbeelding	Einde wegenwerken

Tabel 10: overzicht scenario 2.1

	Scenario 2 - Opstelling 1		
	Km 1	Km 2	Km 3
Weer	zonnig	zonnig	zonnig
Tijdstip	dag	dag	dag
Wegtype	Secundaire (type 3) 2x1	Secundaire (type 3) 2x1	Secundaire (type 3) 2x1
Aantal baanvakken	2	2	2
Verloop	recht	Op 700m bocht 30° naar rechts	Op 600m bocht 40° naar links
Rijrichtingen	2	2	2
Markeringen op wegdek	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen
Ruimtelijke Ordening	Landelijke omgeving	Landelijke omgeving, wegenwerken aan de RECHTERKANT	Landelijke omgeving
Andere weggebruikers	Ja	Ja	Ja
Doorstroming	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 75km/h 10% zwaar verkeer	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 55km/h 10% zwaar verkeer	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 55km/h 10% zwaar verkeer
Kruispunten	Op 300m, lichtengeregeld, lichten op groen beweging: RECHTDOOR		Op 200m, ongeregeld beweging RECHTDOOR, voorrangsweg
Verkeersborden	Op 1000m: RECHTS bord 1 + bord 4	Aan de rechterkant: Bord 2 (herhaald)	Op 0m: RECHTS bord 3 + bord 5

BORDKENMERKEN

Tabel 11: bordkenmerken scenario 2.1

	Bord: C43
Grootte/Hoogte	diameter 700mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Witte achtergrond, rode rand (50mm), zwarte cijfers
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Tekst	30, 50, 70, 90 of 100km/h
	Bord 1: dynamische snelheidsbeperking
Grootte/Hoogte	diameter 700mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Zwarte achtergrond, rode en gele leds
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Tekst	70km/h (geel) in rode cirkel
	Bord 2: geleideborden wegwerkzaamheden
Grootte/Hoogte	1000x300mm, 200mm hoogte
Kleur	Rood - wit diagonaal gearceerd, hoek 45°, bandbreedte 185mm
Afstand t.o.v. rijweg	500mm
Tussenruimte	5000m
	Bord 3: dynamische snelheidsbeperking
Grootte/Hoogte	diameter 700mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Zwarte achtergrond, gele leds
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Tekst	Einde snelheidsbeperking 50km/h
	Bord 4: A31
Grootte/Hoogte	Zijde 900mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	n.v.t.
Kleur	Witte achtergrond, rode rand (50mm), zwarte tekening
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Afbeelding	Wegenwerken
	Bord 5: F47
Grootte/Hoogte	900x600mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	n.v.t.
Kleur	Blaauwe achtergrond, witte rand (25mm), witte tekening, rode diagonale streep (50mm)
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Afbeelding	Einde wegenwerken

Tabel 12: overzicht scenario 2.2

	Scenario 2 - Opstelling 2		
	Km 1	Km 2	Km 3
Weer	zonnig	zonnig	zonnig
Tijdstip	dag	dag	dag
Wegtype	Secundaire (type 3) 2x1	Secundaire (type 3) 2x1	Secundaire (type 3) 2x1
Aantal baanvakken	2	2	2
Verloop	recht	Op 700m bocht 20° naar links	Op 600m bocht 40° naar links
Rijrichtingen	2	2	2
Markeringen op wegdek	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen
Ruimtelijke Ordening	Landelijke omgeving	Landelijke omgeving, wegenwerken aan de RECHTERKANT	Landelijke omgeving
Andere weggebruikers	Ja	Ja	Ja
Doorstroming	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 75km/h 10% zwaar verkeer	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 55km/h 10% zwaar verkeer	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 55km/h 10% zwaar verkeer
Kruispunten	Op 300m, lichtengeregeld, lichten op groen; oranje bij passage (als auto stopstreep overschrijdt) beweging: RECHTDOOR		Op 700m, lichtengeregeld, lichten op rood, groen bij naderen (na 5s in zicht) beweging RECHTDOOR
Verkeersborden	op 1000m: RECHTS & LINKS Bord 1 + bord 4	Aan de rechterkant: Bord 2 (herhaald)	Op 0m: RECHTS & LINKS Bord 3 + bord 5

BORDKENMERKEN

Tabel 13: bordkenmerken scenario 2.2

	Bord: C43
Grootte/Hoogte	diameter 700mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Witte achtergrond, rode rand (50mm), zwarte cijfers
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Tekst	70km/h
	Bord 1: dynamische snelheidsbeperking
Grootte/Hoogte	diameter 700mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Zwarte achtergrond, rode en gele leds
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Tekst	50km/h (geel) in rode cirkel
	Bord 2: geleideborden wegwerkzaamheden
Grootte/Hoogte	1000x300mm, 200mm hoogte
Kleur	Rood – wit diagonaal gearceerd, hoek 45°, bandbreedte 185mm
Afstand t.o.v. rijweg	500mm
Tussenruimte	5000m
	Bord 3: dynamische snelheidsbeperking
Grootte/Hoogte	diameter 700mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Zwarte achtergrond, gele leds
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Tekst	Einde snelheidsbeperking 50km/h
	Bord 4: A31
Grootte/Hoogte	Zijde 900mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	n.v.t.
Kleur	Witte achtergrond, rode rand (50mm), zwarte tekening
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Afbeelding	Wegenwerken
	Bord 5: F47
Grootte/Hoogte	900x600mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	n.v.t.
Kleur	Blauwe achtergrond, witte rand (25mm), witte tekening, rode diagonale streep (50mm)
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Afbeelding	Einde wegenwerken

Tabel 14: overzicht scenario 2.3

	Scenario 2 - Opstelling 3		
	Km 1	Km 2	Km 3
Weer	zonnig	zonnig	zonnig
Tijdstip	dag	dag	dag
Wegtype	Secundaire (type 3) 2x1	Secundaire (type 3) 2x1	Secundaire (type 3) 2x1
Aantal baanvakken	2	2	2
Verloop	na 300m bocht 20° naar links	Op 700m bocht 30° naar rechts	recht
Rijrichtingen	2	2	2
Markeringen op wegdek	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen	Volle lijn zijkant Onderbroken lijn tussen rijrichtingen
Ruimtelijke Ordening	Landelijke omgeving	Landelijke omgeving, wegenwerken aan de RECHTERKANT	Landelijke omgeving
Andere weggebruikers	Ja	Ja	Ja
Doorstroming	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 75km/h 10% zwaar verkeer	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 55km/h 10% zwaar verkeer	40 tegenliggers, 25 voertuigen in eigen richting; snelheid 55km/h 10% zwaar verkeer
kruispunten	Op 300m, lichtengeregeld, lichten op groen beweging: RECHTDOOR		Op 200m, ongeregeld beweging RECHTDOOR, voorrangsweg
Verkeersborden	Op 1000m: OVERHANGEND Bord 1 + rechts bord 4	Aan de rechterkant: Bord 2 (herhaald)	Op 0m: OVERHANGEND Bord 3 + rechts bord 5

BORDKENMERKEN

Tabel 15: bordkenmerken scenario 2.3

	Bord: C43
Grootte/Hoogte	diameter 700mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Witte achtergrond, rode rand (50mm), zwarte cijfers
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Tekst	70km/h
	Bord 1: dynamische snelheidsbeperking
Grootte/Hoogte	diameter 700mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Zwarte achtergrond, rode en gele leds
Afstand t.o.v. rijweg	500mm (steunvoet); via arm overhangend over rechterrijstrook
Tekst	50km/h (geel) in rode cirkel
	Bord 2: geleideborden wegwerkzaamheden
Grootte/Hoogte	1000x300mm, 200mm hoogte
Kleur	Rood – wit diagonaal gearceerd, hoek 45°, bandbreedte 185mm
Afstand t.o.v. rijweg	500mm
Tussenruimte	5000mm
	Bord 3: dynamische snelheidsbeperking
Grootte/Hoogte	diameter 700mm
Lettergrootte	500mm
Kleur	Zwarte achtergrond, gele leds
Afstand t.o.v. rijweg	500mm (steunvoet); via arm overhangend over rechterrijstrook
Tekst	Einde beperking snelheid 50km/h
	Bord 4: A31
Grootte/Hoogte	Zijde 900mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	n.v.t.
Kleur	Witte achtergrond, rode rand (50mm), zwarte tekening
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Afbeelding	Wegenwerken
	Bord 5: F47
Grootte/Hoogte	900x600mm, hoogte 1200mm
Lettergrootte	n.v.t.
Kleur	Blauwe achtergrond, witte rand (25mm), witte tekening, rode diagonale streep (50mm)
Afstand t.o.v. rijweg	1000mm
Afbeelding	Einde wegenwerken

2.4.3 Kritische bemerkingen

Bij wegenwerken worden nog andere maatregelen gebruikt dan enkel het invoeren van een snelheidsreductie. Die reductie wordt doorgaans gecombineerd met versmalde rijstroken. Die hebben het effect dat bestuurders hun snelheid automatisch al gaan aanpassen. Ze helpen dus het naleven van de snelheidslimiet af te dwingen of te faciliteren. In dit onderzoek zijn de rijstroken niet versmald om het netto effect van de locatie en de configuratie van de borden te kunnen meten.

In dit onderzoek is geen gebruik gemaakt van eye-tracking. Eye-tracking is een onderzoeksmethode waarbij de bewegingen van de ogen geregistreerd worden. Zo kan de kijkrichting bepaald worden en gemeten worden hoe lang de focus van de bestuurder op een bepaald object blijft rusten. Deze technologie kan vooral meer inzicht bieden in het effect van het toevoegen van een herhaling van een snelheidsbord aan de linkerkant van de weg. Via eye-tracking kan met zekerheid vastgesteld worden of er naar het bord gekeken wordt, dan wel of het helemaal genegeerd wordt. Hoewel het kijken naar een bord niet expliciet inhoudt dat het bord ook geregistreerd wordt, kan er toch al een extra inzicht verkregen worden.

Een technologie die in dit kader ook een belangrijke invloed kan hebben is die van de radarborden. Dat zijn variabele borden die met behulp van radargolven de snelheid van aankomende wagens meten en die op het bord tonen. Dergelijke borden in combinatie met snelheidsborden kunnen bestuurders meer bewust maken van hun gereden snelheid en hun eventuele overschrijding van de snelheidslimiet. Het is ongetwijfeld interessant om te onderzoeken welk effect dergelijke borden in de praktijk hebben op snelheid en de naleving van tijdelijke, bijzondere snelheidslimieten.

2.5 Data

2.5.1 Dataverzameling

Tijdens het rijden in de simulator werden elke tiende van een seconde een aantal variabelen gelogd, aan de hand waarvan het gedrag van de deelnemers geanalyseerd kan worden. Deze variabelen zijn:

- Tijd (s)
- Afgelegde afstand (m)
- Snelheid
- Versnelling (acceleratie)

Van zodra een variabel bord in beeld kwam, begon, onzichtbaar voor de deelnemer, een timer te lopen om vast te leggen hoe lang het duurde voor de bestuurder het bord gezien had. Dat moesten ze aangeven door het geluidssignaal (de claxon) van de mockup, de auto, te gebruiken. Wanneer ze dat deden, werd gelogd hoeveel tijd verstreken was sinds het begin van de timer en het begin van de rit. Dankzij die tweede waarde kon het signaal gelinkt worden aan de afstand die sinds het begin was afgelegd. De borden staan op vooraf vastgestelde plaatsen, afstanden, en zo kan het verschil berekend worden om te bepalen van welke afstand het bord opgemerkt werd.

De timer liep echter tot maximaal 35 seconden. Wanneer een deelnemer pas later het bord opmerkte en dat registreerde met behulp van het geluidssignaal, werd het bord als gemist beschouwd in de automatische registratie van de simulator. Het aantal seconden dat verstreken was sinds het begin van de timer, en dus ook sinds het begin van de rit, moest dan manueel ingevoerd worden, achteraf bij het verwerken van de data. Zo kon slechts een benadering van de afstand waarop het bord opgemerkt werd, verkregen en gebruikt worden. De resultaten zullen met deze bedenking in het achterhoofd geïnterpreteerd moeten worden.

De socio-demografische gegevens werden verzameld met behulp van de korte vragenlijst aan het einde van de sessie.

De data-bestanden van de simulator werden via Excel geïmporteerd in SPSS. In de tussenstap in Excel werd de data al een eerste keer verwerkt en klaargemaakt voor analyse in SPSS.

Van elke rit is een aparte datafile opgeslagen. Deze databestanden werden allemaal geïmporteerd in Excel, zodat de data van elke deelnemer op een apart tabblad bijgehouden werd.

Om te beginnen werden alle lijnen die te maken hebben met het programmeren en uitvoeren van het scenario in de simulator, verwijderd, zodat enkel geregistreeerde data overbleef. Vervolgens werd een extra kolom gemaakt waarin de snelheidsgegevens omgerekend werden van mijl per uur naar kilometer per uur.

Aan de hand van aantekeningen, gemaakt tijdens de ritten, werden 'missing values' aangevuld voor wat betreft het opmerken van verkeersborden, zodat de afstand waarop dat gebeurde bepaald kon worden. De geregistreeerde waarden voor deze bijkomende rijtaak zijn de tijd sinds het genereren van het verkeersbord in het scenario en de tijd sinds het begin van de rit. Op basis van deze laatste waarde werd de afgelegde afstand sinds het begin van de rit opgezocht. Deze afstand werd afgetrokken van de locatie van het bord of de borden ten opzichte van het begin van de rit. Zo kon de afstand tot de borden bepaald worden.

Per segment van 500m werd een gemiddelde en maximum snelheid opgezocht of berekend. Aan elk begin of einde van een snelheidsreductiezone werden gemiddelde en minimum of maximum (voor respectievelijk begin en einde van een zone met 50km/h als limiet) acceleratie berekend over een afstand van 200m: 100m voor en 100m voorbij de borden. Indien het interval groter gekozen werd, zou het gemiddelde geen goede benadering meer zijn. Indien het interval kleiner gekozen werd, viel in veel gevallen een deel van de vertraging of versnelling, die hoort bij de overgang, verloren.

Vervolgens werden klassenvariabelen en socio-demografische data toegevoegd, die voor- en na de rit werden verzameld aan de hand van een kleine enquête. De klassenvariabelen maken het mogelijk de data te verdelen in groepen en analyses per groep uit te voeren.

Via een afzonderlijk tabblad werden afstandsgegevens gekoppeld aan de configuratie van de borden. Hierna werden alle relevante gegevens uit elk tabblad gehaald en naar een nieuw tabblad gekopieerd en getransformeerd zodat elke lijn alle data van een individuele deelnemer bevat. In deze vorm kon de data gebruikt worden in SPSS.

2.5.2 Steekproef: alle testpersonen

Aan het onderzoek namen dertig mensen deel, achttien mannen en twaalf vrouwen. Zeventien personen waren jonger dan dertig jaar, dertien waren ouder (veertien waren jonger dan vijftientig, zestien ouder).

Tabel 16: verdeling testpersonen naar geslacht

		GeslachtCat			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Man	18	60,0	60,0	60,0
	Vrouw	12	40,0	40,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Om een onderverdeling te kunnen maken op basis van leeftijd, werd Philip et al. Gevolgd en de grens gelegd op dertig jaar. Daarmee werden de deelnemers ook ongeveer gelijk verdeeld over de twee categorieën.

Tabel 17: verdeling testpersonen naar leeftijd

		Leeftijdscategorie			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Jonger dan 30j	17	56,7	56,7	56,7
	30j en ouder	13	43,3	43,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Naar analogie met Verwey (1991) werden de deelnemers in twee groepen ingedeeld wat hun rijervaring betreft, in aantal jaar rijbewijsbezit enerzijds en gemiddeld aantal kilometer per jaar anderzijds. Wat het rijbewijs betreft horen deelnemers die hun rijbewijs tot 5 jaar geleden behaalden tot de eerste groep. Wie al langer een rijbewijs heeft, hoort tot de tweede. Voor het jaarlijkse aantal kilometer ligt de grens op tienduizend kilometer.

Tabel 18: verdeling testpersonen naar rijervaring

		Categorie rijbewijs			Cumulative Percent
		Frequency	Percent	Valid Percent	
Valid	Onervaren	13	43,3	43,3	43,3
	Ervaren	17	56,7	56,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabel 19: verdeling testpersonen naar jaarlijks afgelegde km

		Categorie jaarlijkse km			Cumulative Percent
		Frequency	Percent	Valid Percent	
Valid	Minder dan 10.000km	13	43,3	43,3	43,3
	Meer dan 10.000km	17	56,7	56,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

In de vragenlijst werd de deelnemers gevraagd naar de toestand van hun ogen. Of ze een verminderd zicht hebben, en of ze dat in het dagelijkse leven, tijdens het autorijden, en dus ook tijdens de test, corrigeren. Daar kwamen volgende antwoorden uit:

Tabel 20: verdeling testpersonen naar kwaliteit zicht

		Categorie Oogcorrectie			Cumulative Percent
		Frequency	Percent	Valid Percent	
Valid	Bril of lenzen	12	40,0	40,0	40,0
	Geen bril of lenzen	4	13,3	13,3	53,3
	Geen correctie nodig	14	46,7	46,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabel 21 beschrijvende statistieken alle testpersonen

Descriptive Statistics									
	N	Min.	Max.	Mean	Std. Dev.	Skewness		Kurtosis	
	Stat.	Stat.	Stat.	Stat.	Stat.	Stat.	Std. Error	Statistic	Std. Error
Leeftijd	30	19	55	31,50	11,843	,600	,427	-1,223	,833
# jaar rijbewijsbezit	30	1	37	12,93	11,828	,658	,427	-1,136	,833
Afgelegde km per jaar	30	900	49000	17953,33	14489,514	,643	,427	-,786	,833
GeslachtCat	30	1	2	1,40	,498	,430	,427	-1,950	,833
Categorie Oogcorrectie	30	1	3	2,07	,944	-,140	,427	-1,943	,833
Valid N (listwise)	30								

De gemiddelde leeftijd van de deelnemers is 31,5 jaar. Men heeft gemiddeld ongeveer 13 jaar een rijbewijs in bezit en legt gemiddeld ongeveer 17954km af per jaar.

Veertien deelnemers reden een scenario met vroege snelheidsreducties, bij zestien mensen viel de snelheidsbeperking samen met het begin van de werfzone.

Tabel 22: verdeling testpersonen naar testgroep

GROEP					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Op 500m	14	46,7	46,7	46,7
	Op locatie	16	53,3	53,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

2.5.3 Groep 1: snelheidsbeperking op afstand: 500m voor de werken

Per groep worden hieronder de socio-demografische gegevens opgelist, zoals die ook voor de volledige groep testpersonen aangegeven werden. In de eerste groep zijn de testpersonen mooi verdeeld over de verschillende categorieën, behalve wat de rijervaring betreft. Er zitten in deze groep beduidend meer ervaren chauffeurs.

Tabel 23: socio-demografische verdeling groep 1: op afstand

Geslacht	
Man	8
Vrouw	6
Leeftijd	
Jonger dan 30j	7
Ouder dan 30j	7
Rijbewijs	
Onervaren	5
Ervaren	9
Jaarlijks aantal km	
Minder dan 10.000km	7
Meer dan 10.000km	7
Oogcorrectie	
Bril of lenzen	5
Geen bril of lenzen	3
Geen correctie nodig	6

Tabel 24: beschrijvende statistieken groep 1: op afstand

	N	Min.	Max.	Mean	Std. Dev.	Skewness		Kurtosis	
	Stat.	Stat.	Stat.	Stat.	Stat.	Stat.	Std. Error	Stat.	Std. Error
Leeftijd	14	20	55	34,86	13,716	,183	,597	-1,983	1,154
# jaar rijbewijsbezit	14	1	37	16,61	13,970	,175	,597	-1,991	1,154
Afgelegde km per jaar	14	2000	49000	18428,57	15334,548	,708	,597	-,696	1,154

De gemiddelde leeftijd voor deze groep is net geen 35 jaar. De leeftijden variëren tussen 20 en 55 jaar. De testpersonen hadden hun rijbewijs gemiddeld 16,5 jaar in bezit, variërend van net behaald (1 jaar) tot 37 jaar. De testpersonen leggen gemiddeld 18.430km per jaar af, variërend van 2000 tot 49.000km.

2.5.4 Groep 2: snelheidsbeperking op locatie

In de tweede groep zijn de testpersonen minder goed verdeeld over de verschillende categorieën. De testpersonen werden willekeurig aan een groep toegewezen, waardoor deze verschillen mogelijk zijn. Indien veel meer testpersonen in het onderzoek betrokken waren, was de kans kleiner dat een dergelijke ongelijke verdeling zich voordoet. Opvallend is dat deze groep wel evenwichtig is qua rijervaring.

Tabel 25: socio-demografische verdeling groep 2: op locatie

Geslacht	
Man	10
Vrouw	6
Leeftijd	
Jonger dan 30j	10
Ouder dan 30j	6
Rijbewijs	
Onervaren	8
Ervaren	8
Jaarlijks aantal km	
Minder dan 10.000km	6
Meer dan 10.000km	10
Oogcorrectie	
Bril of lenzen	7
Geen bril of lenzen	1
Geen correctie nodig	8

Tabel 26: beschrijvende statistieken groep 2: op locatie

	N	Min.	Max.	Mean	Std. Dev.	Skewness		Kurtosis	
	Stat.	Stat.	Stat.	Stat.	Stat.	Stat.	Std. Error	Stat.	Std. Error
Leeftijd	16	19	46	28,56	9,402	,792	,564	-,688	1,091
# jaar rijbewijsbezit	16	1	26	9,72	8,817	,811	,564	-,847	1,091
Afgelegde km per jaar	16	900	45000	17537,50	14202,294	,637	,564	-,749	1,091

In de tweede groep ligt de gemiddelde leeftijd op 28,5 jaar en varieert deze tussen 19 en 46 jaar. De deelnemers in deze groep zijn dus beduidend jonger dan in de eerste groep. Het aantal jaar dat men een rijbewijs in bezit heeft, varieert tussen 1 en 26 jaar en is gemiddeld net geen 10 jaar. Dit is logischerwijs lager dan in de eerste groep, omdat meer jongere mensen in deze groep vallen. Wat het aantal afgelegde kilometers per jaar betreft, is het verschil kleiner: gemiddeld 17.540km, variërend tussen 900 en 45.000km.

2.6 Analyse & resultaten

2.6.1 Normaliteit

De meeste analyses in SPSS gaan uit van een Normale verdeling binnen een testgroep. Om betrouwbare conclusies te kunnen trekken uit de analyses die gemaakt worden, moet dus eerst vastgesteld worden dat de verdelingen binnen de groepen Normaal verdeeld zijn, of toch de Normale verdeling benaderen. Dit kan gedaan worden aan de hand van de Skewness en Kurtosis statistieken. Algemeen wordt aangenomen dat een Normale verdeling voldoende wordt benaderd, als deze beide statistieken tussen -2 en +2 liggen. In tabellen 21, 24 en 26 is te zien dat dit geldt zowel voor alle deelnemers samen als voor de beide groepen. Wat de Kurtosis test betreft, voldoet groep 1 echter maar net. De resultaten zullen voor deze groep dus met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd moeten worden.

2.6.2 Invloed socio-demografische verschillen

Omdat er een verschil is in samenstelling over de verschillende socio-demografische categorieën tussen de twee groepen, moet eerst en vooral vastgesteld worden of deze aspecten een invloed uitoefenen op de resultaten.

Om vast te stellen of er een significant verschil is tussen de gemeten resultaten, volgens de verschillende socio-demografische parameters, worden ANOVA-tabellen uit SPSS gebruikt. De SPSS output wordt bijgevoegd in de bijlagen. De tabellen zijn te lang om hier in te voegen en toch het overzicht te behouden. Er wordt gekeken naar de significantie van de F-waarde.

Voor de meeste gemeten variabelen worden geen significante verschillen gevonden tussen mannen en vrouwen. Enkel bij de maximum snelheden voor de eerste 2 segmenten van 500m en de gemiddelde snelheid voor de eerste 500m ligt die snelheid bij de mannen significant hoger. Mannen beginnen blijkbaar met meer zelfvertrouwen aan het experiment.

Wat leeftijd betreft, worden voor slechts enkele gemeten variabelen significante verschillen gevonden tussen de leeftijdscategorieën. Aangezien er voor de overige

variabelen duidelijk geen verschil is, en de verschillen voor die enkele variabelen maar niet significant zijn, zal het om toevallige variaties gaan, en kan aangenomen worden dat leeftijd in dit onderzoek geen invloed heeft op de gemeten variabelen.

Het aantal jaar dat een testpersoon in het bezit is van een rijbewijs levert maar voor een enkele variabele (gemiddelde snelheid over het vierde segment van 500m) significant verschil op. Voor alle andere variabelen is er duidelijk geen verschil. Daarom kan aangenomen worden dat ook voor die ene variabele het significant verschil een toevalstreffer is.

Het aantal kilometer dat een deelnemer per jaar aflegt heeft geen invloed op de gemeten variabelen. Er wordt voor slechts een segment een significant in gemiddelde snelheid opgetekend en voor twee segmenten een significant verschil in maximum snelheid. De andere variabelen zijn duidelijk niet verschillend over de categorieën van rijervaring.

Wat de kwaliteit van het zicht betreft, zijn er twee variabelen waarvoor een significant verschil gemeten wordt. Het gaat om de afstand van waar de variabele borden waargenomen en geregistreerd worden, meer bepaald over de afstand tot het bord C46 dat enkel rechts staat en het bord C43 dat boven de rijweg hangt. Het is geen verrassing dat de kwaliteit van het zicht niet deze variabelen beïnvloed. Het is wel opvallend dat slechts twee van de zes mogelijke afstandsvariabelen een significant verschil vertonen op basis van de kwaliteit van het zicht.

Uit het voorgaande kan besloten worden dat, hoewel de twee groepen deelnemers socio-demografisch niet helemaal evenwichtig verdeeld zijn, deze scheve verdelingen geen invloed hebben op de uiteindelijke resultaten. Geen enkel verschil was significant tot op het niveau 0,01.

2.6.3 Snelheid

Nu vastgesteld is dat de socio-demografische elementen geen invloed uitoefenen, moet nagegaan worden of er verschillen zijn tussen beide groepen, en waar deze zich situeren. In tweede instantie moet gekeken worden wat de eventuele effecten zijn van de verschillende opstellingen van borden in de scenario's.

Alvorens met de analyse verder te gaan, is het belangrijk enkele variabelen te definiëren, om verwarring te vermijden. Elk scenario is verdeeld in 18 segmenten, waarover de gemiddelde en maximum snelheid gemeten werden. Om vergelijking mogelijk te maken, wordt hieronder aangegeven welke snelheidsbeperking er per segment geldt, voor elke groep van scenario's. De segmenten waarvoor de snelheidslimiet verschilt, zijn aangegeven met blauw. Voor deze segmenten zouden de gemeten snelheden significant moeten verschillen, indien de limieten gerespecteerd worden. De segmenten met een beperking zijn aangegeven in het groen. Voor deze segmenten zou een significant verschil betekenen dat er een duidelijk verschillend gedrag is tussen beide scenario's. De overige segmenten kunnen eventueel dienen als controlesegmenten. Voor deze segmenten wordt geen significant verschil verwacht. Het eerste segment moeten buiten beschouwing gelaten worden. Het gaat om de eerste 500m van de rit, waarbij de gemeten snelheden sterk afhankelijk zijn van het individuele rijgedrag, namelijk hoe snel een deelnemer optrekt. Verschillen in dit segment kunnen niet toegewezen worden aan elementen in de scenario's.

Tabel 27: snelheidslimiet per segment per scenario

Segment	Limiet scenario op locatie	Limiet scenario op afstand
1	90	90
2	90	50
3	50	50
4	50	50
5	90	50
6	90	90
7	90	90
8	90	50
9	50	50
10	50	50
11	90	50
12	90	90
13	90	90
14	90	50
15	50	50
16	50	50
17	90	50
18	90	90

Hieronder staan de statistische resultaten van de analyse van de gemiddelde snelheden per segment. De overbodige gegevens werden weggelaten.

Tabel 28: analyseresultaten gemiddelde snelheden per segment van 500m

Segment	Scenario	Gemiddelde snelheid (km/h)	Significantie t-test
1	Op afstand	42,50671999000000	,008
	Op locatie	48,92543489437500	
2	Op afstand	54,69739361000000	,000
	Op locatie	84,89051331812500	
3	Op afstand	53,21881030142860	,048
	Op locatie	61,01575399062500	
4	Op afstand	54,07399316571430	,576
	Op locatie	55,84141956812500	
5	Op afstand	57,01708560000000	,000
	Op locatie	72,70136458437500	
6	Op afstand	70,02078675642860	,131
	Op locatie	76,27548218500000	
7	Op afstand	66,52090434071430	,026
	Op locatie	76,82801023937500	
8	Op afstand	54,1389372978571	,000
	Op locatie	80,6868110968750	
9	Op afstand	55,14213428214290	,331
	Op locatie	59,60906869750000	
10	Op afstand	55,32681166285720	,240
	Op locatie	60,82376265062500	
11	Op afstand	55,08667221071430	,000
	Op locatie	79,84164614250000	
12	Op afstand	68,29075055285710	,000
	Op locatie	82,45364781500000	
13	Op afstand	67,74265264785710	,000
	Op locatie	82,56673244812500	
14	Op afstand	55,13418447214290	,000
	Op locatie	84,95359617312500	
15	Op afstand	55,46801427642860	,149
	Op locatie	58,33166204437500	
16	Op afstand	55,81487044785710	,310
	Op locatie	57,68065833250000	
17	Op afstand	60,55429297428570	,000
	Op locatie	81,04697793562500	
18	Op afstand	79,62154318428570	,019
	Op locatie	89,85469109375000	

De Segmenten 2, 5, 8, 11, 14 en 17 hebben in de verschillende scenario's een verschillende snelheidslimiet. Er is dus een significant verschil tussen de gemiddelde snelheden te verwachten. Aan de hand van een T-test voor onafhankelijke groepen (independent samples t-test), worden de verschillen en hun significantie bepaald. Het gaat hier inderdaad om twee onafhankelijke groepen: deelnemers maken slechts van een groep deel uit. Er is dus geen vermenging tussen de groepen.

Uit de t-test blijkt dat voor de segmenten 2, 5, 8, 11, 14 en 17 er een erg duidelijk significant verschil is in gemiddelde snelheid. Dit bevestigt de verwachting.

Voor de segmenten met gelijke, gereduceerde limiet, is het moeilijker voorspellingen te maken. De hypothese aan het begin van deze masterproef luidde dat de snelheidsreductie beter nageleefd zou worden, indien ze pas aan het begin van de werfzone zou worden ingevoerd.

Van de segmenten 3-4, 9-10 en 15-16, is enkel het verschil voor segment 3 significant.

Bij vergelijking van de gemiddeld gereden snelheden blijkt dat de gemiddelde snelheden boven de limiet liggen en dat de deelnemers in de scenario's met een beperking op afstand de limiet beter benaderden dan deelnemers in scenario's met een snelheidsbeperking op locatie. Dit is net het omgekeerde van wat verwacht werd bij aanvang van het onderzoek. Dit is een erg belangrijke conclusie, die bepalend zal zijn voor de eindconclusies van dit onderzoek.

De reden voor het significante verschil in segment 3 is dat de deelnemers in de scenario's op locatie nog niet voldoende afgeremd hadden, terwijl de deelnemers in de scenario's op afstand al trager reden. Voor de overige segmenten kan gezegd worden dat een soort van leereffect optreedt, waardoor het verschil kleiner en daardoor niet significant is.

Voor de segmenten 6-7, 12-13 en 18, is enkel het verschil in segment 6 niet significant. Deze segmenten hebben een gelijke, ongereduceerde snelheidslimiet van 90km/h. Vergelijking van de gemiddelde snelheden leert dat de snelheden in de scenario's op afstand gevoelig lager liggen dan de gemiddelde snelheden in de scenario's op locatie. Blijkbaar treed per scenario een soort van gewenning op aan de meest voorkomende snelheidslimiet.

Opvallend is dat de gemiddelde snelheden nergens de limiet van 90km/h bereiken. Ook dit is te verklaren door een vorm van gewenning: in de praktijk werden op de meeste plaatsen snelheidsbeperkingen van 70km/h ingevoerd, daar waar men vroeger 90km/h mocht rijden. Dat is zeker het geval voor gewestwegen, zoals gemodelleerd in de scenario's. Er werd na de opheffing van de beperkingen aan het einde van de werfzones geen snelheidslimiet opgegeven. In theorie mag dus 90km/h gereden worden. Nu blijkt dat men al gewend is aan de limiet van 70km/h op vrijwel alle wegen waar sneller gereden mag worden dan 50km/h (met uitzondering van snelwegen).

Met dit in het achterhoofd kan opgemerkt worden dat voor elk segment met snelheidslimiet 50km/h de gemiddelde snelheden systematisch hoger liggen en dat voor de segmenten met limiet 90km/h de limiet van 70km/h in hoofde van de deelnemers slechts in 3 segmenten gerespecteerd werd. Uiteraard gaat het hier slechts om gemiddelden, maar het is mogelijk een uiting van een kenmerk dat eigen is aan de Belg: namelijk de behoefte om de kantjes er van af te lopen. Hier wordt echter geen enkel wetenschappelijk bewijs voor geleverd in deze studie.

Voor de maximum snelheden kan een gelijkaardige analyse uitgevoerd worden. Let wel: het gaat hier om gemiddelde maximum snelheden per groep.

Tabel 29: analyseresultaten maximum snelheden per segment van 500m

Segment	Scenario	Maximum snelheid (km/h)	Significantie t-test
1	Op afstand	67,7679	.001
	Op locatie	84,0305	
2	Op afstand	60,838839	.000
	Op locatie	92,659766	
3	Op afstand	56,744196	.000
	Op locatie	77,352344	
4	Op afstand	56,6330357	.094
	Op locatie	63,6636719	
5	Op afstand	64,25804	.000
	Op locatie	81,42344	
6	Op afstand	77,0299107	.305
	Op locatie	82,3457031	
7	Op afstand	75,050446	.127
	Op locatie	83,182422	
8	Op afstand	60,0098214	.000
	Op locatie	86,0781250	
9	Op afstand	58,3861607	.039
	Op locatie	69,1519531	
10	Op afstand	58,0004464	.099
	Op locatie	66,4410156	
11	Op afstand	60,141071	.000
	Op locatie	87,457813	
12	Op afstand	76,7388393	.010
	Op locatie	88,7429688	
13	Op afstand	75,517411	.000
	Op locatie	89,146094	
14	Op afstand	63,59821	.000
	Op locatie	92,38203	
15	Op afstand	58,8334821	.002
	Op locatie	68,7000000	
16	Op afstand	58,876	.014
	Op locatie	64,232	
17	Op afstand	72,13527	.000
	Op locatie	92,65664	
18	Op afstand	86,646429	.009
	Op locatie	96,980078	

Opnieuw zijn de segmenten 2, 5, 8, 11, 14 en 17 duidelijk significant verschillend wat betreft de maximum snelheden. Dit strookt met de verwachtingen.

Wat de segmenten 3-4, 9-10 en 15-16 betreft, zijn de verschillen voor segmenten 4 en 10 niet significant. De anderen wel. Ook hier liggen de waarden voor de scenario's met snelheidsbeperking op locatie HOGER dan die van de scenario's met snelheidsbeperking op voorhand.

Van de segmenten 6-7, 12-13 en 18 zijn de verschillen voor segmenten 6-7 niet significant, voor de overige segmenten wel. Toch is ook voor segmenten 6-7 een verschil te zien in de gemiddelde waarden. De trend is dezelfde: na het opheffen van de snelheidsreducties versnellen deelnemers in de scenario's met reductie op locatie meer dan de deelnemers met een snelheidsreductie op afstand.

Het algemene besluit uit het voorgaande is dat de hypothese die aan de start van het onderzoek geformuleerd werd, door de resultaten formeel tegengesproken wordt: een snelheidsreductie enkel ter hoogte van de werken, doet de gereden snelheden minder sterk afnemen dan wanneer de snelheidsreductie ook voor de werken ingevoerd wordt. Een veiligheidszone rond de werfzone verhoogt dus ook objectief de veiligheid in termen van snelheid.

Via een one-samples T-test kan per groep nagegaan worden in hoeverre de snelheidslimieten gerespecteerd werden. In de tabellen hieronder is te zien of er een significant verschil is tussen de gemiddelde snelheden en de snelheidslimiet voor elk wegsegment. Per groep worden de wegsegmenten opgedeeld volgens de twee geldende limieten. De opdeling per groep is nodig om de segmenten met een verschillende snelheidslimiet voor beide groepen, juist te kunnen beoordelen. De gemiddelde gereden snelheden worden vergeleken met de snelheidslimiet als testwaarde, om zo te bepalen of er een significant verschil is.

In tabel 30 is te zien dat voor de segmenten waar in het scenario met snelheidsbeperking op locatie 90km/h toegelaten is, de gemiddelde snelheden significant lager liggen, met drie uitzonderingen waar het verschil niet significant is. De gemiddelde snelheid voor segment 1 moet genegeerd worden, aangezien in dit segment van stilstand vertrokken wordt.

Een mogelijke verklaring voor het feit dat de snelheden lager liggen dan de toegestane 90km/h kan liggen in de huidige context in Vlaanderen: de gewestwegen met 1 rijstrook per richting worden systematisch teruggebracht naar een 70km/h regime. Dit is

ondertussen de verwachte snelheidslimiet geworden bij bestuurders. Men gedraagt zich dan ook naar deze verwachting.

Tabel 30: Gemiddelde snelheden groep 1 i.v.m. snelheidslimiet 90km/h

Segment	Significantie t-test	Gemiddeld verschil
GemV1	,000	-41,074565105625
GemV2	,127	-5,109486681875
GemV5	,000	-17,298635415625
GemV6	,000	-13,724517815000
GemV7	,000	-13,171989760625
GemV8	,007	-9,313188903125
GemV11	,008	-10,158353857500
GemV12	,004	-7,546352185000
GemV13	,017	-7,433267551875
GemV14	,053	-5,046403826875
GemV17	,000	-8,953022064375
GemV18	,962	-0,145308906250

Als de gemiddelde snelheden vergeleken worden met testwaarde 70km/h, blijkt dat er voor de eerste groep een significant verschil is, maar nu liggen de gemiddelde snelheden significant hoger dan de testwaarde. Er zijn twee uitzonderingen: in het eerste segment ligt het gemiddelde significant lager, maar zoals eerder vermeld moet dit segment genegeerd worden. In een segment, segment 5, is het verschil niet significant (tabel 31).

Tabel 31: Gemiddelde snelheden groep 1 i.v.m. 70km/h

Segment	Significantie t-test	Gemiddeld verschil
GemV1	,000	-21,07456510562500
GemV2	,000	14,890513318125000
GemV5	,296	2,701364584374990
GemV6	,032	6,275482185000000
GemV7	,035	6,828010239375000
GemV8	,003	10,68681109687500
GemV11	,010	9,841646142500030
GemV12	,000	12,453647815000000
GemV13	,000	12,566732448125000
GemV14	,000	14,953596173125000
GemV17	,000	11,046977935625000
GemV18	,000	19,854691093750000

Voor groep 2 is de analyse gelijklopend. Als de gemiddelde snelheden vergeleken worden met de limiet van 90km/h, liggen die significant lager (tabel 32).

Tabel 32: Gemiddelde snelheden groep 2 i.v.m. snelheidslimiet 90km/h

Segment	Significantie t-test	Gemiddeld verschil
GemV1	,000	-47,493280010000000
GemV6	,000	-19,979213243571400
GemV7	,000	-23,479095659285700
GemV12	,000	-21,709249447142900
GemV13	,000	-22,257347352142900
GemV18	,003	-10,378456815714300

Wanneer de gemiddelde snelheden vergeleken worden met 70km/h, komt een heel ander beeld naar boven. In dit geval zijn de verschillen niet significant. De gemiddelde snelheden liggen dus rond 70km/h. Dit staaft het vermoeden dat bestuurders eerder 70km/h dan 90km/h in het achterhoofd houden als snelheidslimiet op een typische gewestweg.

Tabel 33: Gemiddelde snelheden groep 2 i.v.m. 70km/h

Segment	Significantie t-test	Gemiddeld verschil
GemV1	,000	-27,49328001000000
GemV6	,995	0,02078675642856
GemV7	,307	-3,47909565928572
GemV12	,509	-1,70924944714285
GemV13	,298	-2,25734735214286
GemV18	,004	9,62154318428570

Als de snelheidszones, waar voor groep 1 een limiet van 50km/h gold, bekeken worden, blijkt dat hier de gereden snelheden significant hoger liggen dan de limiet. Bij een snelheidsbeperking op locatie wordt dus duidelijk sneller gereden dan toegestaan.

Tabel 34: Gemiddelde snelheden groep 1 i.v.m. snelheidslimiet 50km/h

Segment	Significantie t-test	Gemiddeld verschil
GemV3	,005	11,015753990625000
GemV4	,041	5,841419568125000
GemV9	,033	9,609068697500010
GemV10	,018	10,823762650625000
GemV15	,000	8,331662044374990
GemV16	,000	7,680658332500000

Bij groep 2 is de conclusie hetzelfde:

Tabel 35: Gemiddelde snelheden groep 2 i.v.m. snelheidslimiet 50km/h

Segment	Significantie t-test	Gemiddeld verschil
GemV2	,005	4,697393610000000
GemV3	,013	3,218810301428570
GemV4	,018	4,073993165714280
GemV5	,000	7,017085600000010
GemV8	,008	4,13893729785713
GemV9	,001	5,142134282142860
GemV10	,002	5,326811662857150
GemV11	,002	5,086672210714290
GemV14	,003	5,134184472142860
GemV15	,001	5,468014276428580
GemV16	,001	5,814870447857140
GemV17	,000	10,554292974285700

Uit het voorgaande kan besloten worden dat snelheidsbeperkingen, in het bijzonder de lage limieten, nauwelijks worden nageleefd. Er wordt duidelijk sneller gereden dan toegestaan. In termen van verkeersveiligheid is dat een negatieve conclusie. Positief is dan weer dat 70km/h blijkbaar aanvaard en ingeburgerd is als standaard snelheidslimiet op gewestwegen. Hoewel de limiet nog vaak overschreden wordt, passen bestuurders hun gedrag toch aan deze nieuwe standaard aan.

2.6.4 Acceleratie

Een tweede variabele die gemeten werd, naast snelheid, is acceleratie. Er wordt nagegaan of de locatie van de borden een invloed hebben op de acceleratie (positief of negatief) van de deelnemers bij de overgang van het ene naar het volgende segment. Ook hiervoor wordt een independent samples t-test gebruikt.

De acceleratie werd bijgehouden voor elke configuratie. De volgorde van de configuraties werd willekeurig afgewisseld bij de verschillende deelnemers.

Verandering limiet + configuratie	Scenario	Gemiddelde acceleratie	Significantie t-test
90-50 enkel rechts	Op afstand	-0,440339403250000	0,165
	Op locatie	-0,243930396285714	
50-90 enkel rechts	Op afstand	0,283782834000000	0,901
	Op locatie	0,272990749000000	
90-50 links & rechts	Op afstand	-0,462479914000000	0,402
	Op locatie	-0,281641606000000	
50-90 links & rechts	Op afstand	0,33642443518750	0,155
	Op locatie	0,22965303935714	
90-50 boven rijweg	Op afstand	-0,3832164986	0,422
	Op locatie	-0,2787350026	
50-90 boven rijweg	Op afstand	0,30886015612500	0,853
	Op locatie	0,29225079828571	

Hoewel de verschillen niet significant zijn, is er in de gemiddelde acceleratie bij het ingaan van de snelheidsbeperking toch een verschil merkbaar tussen beide groepen: de deelnemers die pas bij het begin van de werfzone met de snelheidsreductie geconfronteerd werden, remden wat sterker af dan de deelnemers die al vroeger met de

snelheidsbeperking te maken kregen. Dit effect werd verwacht, maar leidt tot iets gevaarlijkere situaties. Sterker afremmen vraagt immers een grotere reactie van eventuele achterliggers. Uit de resultaten komt dus een tweede element om een snelheidsbeperking niet pas in te voeren aan het begin van de werfzone, maar beter al op voorhand.

Deelnemers met een snelheidsbeperking op locatie trekken ook harder op na het opheffen van de plaatselijke beperking, in vergelijking met de deelnemers uit de andere groep.

2.6.5 Zichtbaarheid

Om de zichtbaarheid van de verschillende opstellingen te testen, werd de deelnemers gevraagd te signaleren wanneer een bord in zicht kwam. De afstand tot het bord werd op dat moment geregistreerd. Via een Anova tabel is te achterhalen of er een significant verschil is in gemiddelde afstand waarop de borden opgemerkt werden, voor de drie mogelijke opstellingen. Uit de tabel hieronder blijkt dat er wel een verschil is in gemiddelde afstand tussen enerzijds enkel borden aan de rechterkant en anderzijds borden links en rechts en een bord boven de rijweg. Het verschil is echter net niet significant op significantieniveau 0,05. Er is niet met 95%, maar wel met 90% zekerheid te zeggen dat er een verschil is in zichtbaarheid tussen de verschillende opstellingen.

Tabel 36: Zichtbaarheid (Afstand) per configuratie

Configuratie	Gemiddelde	Standaard Afwijking
Rechts	183,4035	126,41655
Links & Rechts	229,5192	126,48111
Boven	227,5968	114,23793
Anova	F-waarde	Significantie
Between Groups	2,721	,069

De traditionele plaats van verkeersborden, rechts langs de weg, valt minder op dan onverwachte opstellingen. Een herhaling aan de linkerkant is een eenvoudige ingreep die niet veel hoeft te kosten, maar verhoogt de zichtbaarheid, opvallendheid van de verkeerstekens. Hoewel de verschillen niet significant zijn, kan dit in bepaalde gevallen de veiligheid verhogen, door belangrijke verkeersborden te accentueren. Over het algemeen wordt dit momenteel enkel gedaan op wegen met meerdere rijstroken per

richting. Deze resultaten tonen aan dat het ook op kleinere wegen een positief effect kan hebben.

Het gedrag ter hoogte van de verkeersborden, gemeten door het registreren van de acceleratie, ondervindt geen invloed van de verschillende configuraties. De verschillen zijn duidelijk niet significant. Het zou echter kunnen dat eventuele effecten niet naar boven komen in de resultaten, omdat de acceleratie gemeten is over een afstand van 200m: 100m voor en 100m na de borden. Aangezien de borden gemiddeld van op een afstand van rond de 200m opgemerkt werden, valt het grootste deel van de afstand waarin gereageerd kan worden, buiten het gebied waar geregistreerd werd.

Tabel 37: Acceleratie i.f.v. configuratie

Configuratie	Gemiddelde	Standaard Afwijking
Rechts	-0,34868186666667	,383269745125504
Links & Rechts	-0,37808870360000	,577895823797545
Boven	-0,33445846710000	,348499080216502
Anova	F-waarde	Significantie
Between Groups	,074	,929

Voor deze tabel werden enkel de acceleratiecijfers gebruikt bij het ingaan van de snelheidsbeperkingen. Die plaatsen vormden het onderwerp van de studie. Indien men geïnteresseerd is in het gedrag aan het einde van een snelheidszone, zou dit onderzoek geen antwoord bieden. Indien bestuurders veel vroeger zouden beginnen accelereren, voor het einde van een beperking, zou dat in dit onderzoek, gezien de manier van registreren, niet naar boven komen.

3 Conclusies & Aanbevelingen

De belangrijkste conclusie is dat de hypothese die aanvankelijk gesteld werd, ontkracht wordt door de onderzoeksresultaten: een snelheidsreductie pas invoeren aan het begin van de werfzone heeft een minder groot snelheidsverlagend effect dan het invoeren van dezelfde snelheidsbeperking op enige afstand voor de werken. Hoewel de verschillen qua gemiddelde snelheden over het algemeen niet significant zijn, wordt deze trend wel significant bevestigd in de maximum snelheden.

Het feit dat de snelheidsbeperkingen systematisch overschreden worden en eerder als richtwaarden dan wel als limieten gehanteerd worden bij het rijden, wijst er op dat overdreven snelheid een mentaliteitsprobleem is. Een mentaliteitswijziging tot stand brengen in een domein dat erg emotioneel geladen is – “mijn auto, mijn vrijheid” – lijkt echter erg moeilijk.

Een tweede argument om een snelheidsbeperking al op voorhand in te voeren is het feit dat bestuurders die pas aan het begin van de werfzone geconfronteerd worden met een snelheidsbeperking, sterker afremmen dan de bestuurders uit de andere groep. Sterker afremmen kan het risico op kop-staart aanrijdingen verhogen.

Verder blijkt dat de configuratie, de opstelling van de borden een klein, niet significant, effect heeft op de zichtbaarheid ervan. In sommige gevallen kan het herhalen van borden aan de linkerkant van de weg, zelfs op wegen met een rijstrook per rijrichting, een verbetering van de zichtbaarheid en opvallendheid van de borden met zich meebrengen, waardoor bestuurders ze eerder opmerken. Zo kunnen ze zich voorbereiden op gevaarlijke of onverwachte situaties. Zeker in het kader van signaleren van wegenwerken is dit een belangrijke conclusie. Wegenwerken brengen altijd onverwachte situaties met zich mee voor de weggebruiker.

Wat de invloed op gedrag, met name acceleratie, van de verschillende configuraties is, kon in dit onderzoek niet vastgesteld worden.

De aanbevelingen naar beleidsmakers toe liggen voor de hand, na het lezen van voorgaande conclusies. Het aankondigen van snelheidsbeperkingen en een veiligheidszone voorzien tussen het invoeren van de beperking en het begin van de werfzone, is een element dat zeker behouden moet worden in de richtlijnen voor signalisatie. Deze studie heeft aangetoond dat het invoeren van een snelheidsbeperking aan het begin van de werfzone tot onveilige situaties leidt en dus zeker niet overwogen moet worden.

Daartegenover staat dat het herhalen van signalisatie links van de weg, of zelfs boven de rijbaan wel een positief effect kan hebben. In het kader van wegenwerken is deze conclusie zeker het overwegen waard. Het herhalen van verkeersborden aan de linkerkant van de weg is een kostenvriendelijke maatregel. Het aanbrenge van signalisatie boven de rijweg brengt grotere kosten met zich mee, en is, zeker als het om tijdelijke signalisatie gaat, enkel efficiënt als de borden voor langere tijd geplaatst worden. Het plaatsen van verkeersborden boven de rijweg heeft vooral voordelen wanneer er meer dan twee rijstroken per richting zijn. Een herhaling aan de linkerzijde is dan ook vaak niet meer voldoende.

4 Verder onderzoek

Om het onderwerp van snelheid aan werfzones in combinatie met variabele borden nog verder uit te diepen, kan onderzocht worden of het aan- en uitschakelen van de variabele borden, om de snelheidsreductie rond werfzones in te voeren of weg te nemen, ook daadwerkelijk een gunstige invloed heeft op het naleven ervan, zoals in onderzoeken wordt aangegeven (o.a. Arrows). Vooral het onderscheid tussen de reductie tijdens de werken, en geen reductie als er niet gewerkt wordt ('s nachts of in het weekend) is daarbij belangrijk.

Verder is het ongetwijfeld interessant om dit onderzoek te herhalen met een grotere groep respondenten, om te kijken of de resultaten hierboven bevestigd worden.

Een ander uitgangspunt voor verder onderzoek kan zijn na te gaan welke afstand tot de werfzone het beste effect geeft als het gaat om naleving van een snelheidsbeperking. Ook het effect van herhaling van verkeersborden is zeker interessant om te onderzoeken. Een vierde insteek voor nieuw onderzoek is het zoeken naar manieren om snelheidsbeperkingen beter af te dwingen of beter te doen opvolgen. Er kan gezocht worden naar manieren om een mentaliteitswijziging rond snelheidsgedrag te realiseren of uit te lokken. Dit soort sociologisch onderzoek is erg intensief en vraagt heel wat tijd, terwijl beleidsmakers op resultaten van onderzoeken als deze zitten te wachten, om richting te geven aan hun beleidskeuzes.

5 Bronnen

- Allen, Park, Rosenthal & Aponso. (April 2004). A Process for developing scenarios for driving simulations, System Technology Inc, Paper 632
- Analysis of Covariance, via http://en.wikipedia.org/wiki/Analysis_of_covariance (geraadpleegd op 21/04/2009)
- ANOVA, via <http://www.physics.csbsju.edu/stats/anova.html> (geraadpleegd op 21/04/2009)
- Anova / Manova – Statsoft Electronic Statistics Textbook, via <http://www.statsoft.com/textbook/anova-manova/>
- *Arditi, D, Lee, D. & Polat, G. (2007). Fatal accidents in nighttime vs. daytime highway construction work zones, Journal of Safety Research, 2007(38), 399–405, doi:10.1016/j.jsr.2007.04.001*
- ARROWS: Advanced research on road work zone safety standards in Europe (1999).
- ASVV 2004 Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom, CROW, 2004
- Belgisch Instituut voor Verkeersveiligheid. (oktober 2005). Dimensionering van rijstroken, BIVV (i.o.v. Brussels Hoofdstedelijk Gewest)
- Borowsky, A., Shinar, D., & Parmet, Y. (2008). *Sign location, sign recognition, and driver expectancies, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Volume 11(Issue 6 November 2008), 459–465
- Cooper, B.R. (1988). *A comparison of different ways of increasing traffic sign conspicuity, Transport and Road Research Laboratory vol. 157 1 – 8*

- Department for Transport (UK), Safety at Street Works and Road Works, via <http://www.dft.gov.uk/pgr/roads/network/local/streetworks/cop/safetyatstreetworksandroadworks?page=19>
- Description of Research Need, Safety at the heart of road design (09/02/2009)
- Dorn, L. (2003). Driver Behaviour and Training
- Dorn, L. (2005). Driver Behaviour and Training, Volume II: Human Factors in Road and Rail Transport
- Dutta, Fisher & Noyce. (2004). *Use of a driving simulator to evaluate and optimise factors affecting understandability of variable message signs*, *Transportation Research Part F(7)* 209–227
- Factorial Designs, Research Methods Knowledge Database, via <http://www.socialresearchmethods.net/kb/expfact.php>
- Factorial Design analysis, Research Methods Knowledge Database, via <http://www.socialresearchmethods.net/kb/statfact.php>
- Factorial Design Variations, Research Methods Knowledge Database, via <http://www.socialresearchmethods.net/kb/expfact2.php>
- Field, A. (2008). Analysis of Covariance (Ancova), Research methods in Psychology, via <http://www.statisticshell.com/ancova.pdf>
- French, Macedo, Poulsen, Waterson & Yu. Multivariate Analysis of Variance, via <http://userwww.sfsu.edu/~efc/classes/biol710/manova/manovanew.htm>
- Groeger, J.A. (2000). Applying cognitive psychology to a complex everyday task
- Groeger, J.A. (2000). Understanding Driving, applying cognitive psychology to a complex everyday task

- Gundy, C.M. Road work zone accident studies, ARROWS Task 2,2 Internal report (z.j.)
- Hofmann, Rinkenauer & Gude. (2008). Head-Up-Displays Support Response Preparation in a Lane Change Task, HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY 52nd ANNUAL MEETING 2008
- Inman, V.W., Miller, S., Tackett, S.D., Molino, J.A. & Zineddin, A.Z. (2007). *Exploration of appropriate intervals for locating speed limit signs*. Transportation Research Board Annual Meeting 2007 Paper #08-2390
- Koninklijk Besluit van 1 december 1975: Algemeen reglement op de politie van het wegverkeer en het gebruik van de openbare weg, versie 29/01/2008
- Lesch, M.F. (2007). *Comprehension and memory for warning symbols: Age-related differences and impact of training*, *Journal of Safety Research*, 2003(34), 495–505, doi:10.1016/j.jsr.2003.05.003
- Luoma, Rämä, Penttinen & anttila. (2000). *Effects of variable message signs for slippery road conditions on reported driver behaviour*, *Transportation Research Part F(3)* 75–84
- Martens, M.H. (2000). *Assessing Road Sign Perception: A methodological review*, *Transportation Human Factors*, 2(4) 347–357
- Ministerieel Besluit van 11 OKTOBER 1976: minimumafmetingen en bijzondere plaatsingsvoorwaarden van de verkeerstekens, Hoofdstuk II Verkeersborden, Artikel 6: Inleidende bepalingen en afmetingen, via http://verkeerweb.be/verk_Tekns-Borden/Verkbord_Inleiding.htm
- Ministerieel Besluit van 7 mei 1999: het signaleren van werken en verkeersbelemmeringen op de openbare weg, via <http://www.mobiliteit.fgov.be/data/route/regcir/AM1999N.pdf> (geraadpleegd op 05/01/2009)

- Mobiele Rijstrook Signalering, Traffic Service Nederland, via http://www.tsvs.nl/Bek_Grafische_Producties_C01/Modules/PaginaA/PaginaA_Module.asp?SessionID=73499276056446888568182252173&CustID=619&ComID=46&ModID=3620&ItemID=0 (geraadpleegd op 08/01/2009)
- Mobiele Rijstrook Signalering, Vioss, via <http://www.vioss.nl/index.php/11/4> (geraadpleegd op 08/01/2009)
- Multivariate GLM, Manova and Mancova, via <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/manova.htm> (geraadpleegd op 21/04/2009)
- Ng, A.W.Y. & Chan A.H.S. (2008). *The effects of driver factors and sign design features on the comprehensibility of traffic signs*, *Journal of Safety Research*, 2008(39), 321–328, doi:10.1016/j.jsr.2008.02.031
- Philip, P., Taillard, J., Klein, E., Sagaspe, P., Charles, A., Davies, W.L., Guilleminault, C. & Bioulac; B. (2003). *Effect of fatigue on performance measured by a driving simulator in automobile drivers*, *Journal of psychosomatic research* 2003(55) 197–200
- Rämä & Kulmala. (2000). *Effects of variable message signs for slippery road conditions on driving speed and headways*, *Transportation Research Part F(3)* 85–94
- Standaardbestek 250 versie 2.1, Vlaamse Overheid; Administratie Wegen en Verkeer, april 2006. via http://www.wegen.vlaanderen.be/documenten/sb250/dl_v21.php
- Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid. (2008) SWOV-Factsheet “Verkeersveiligheid bij Werk in Uitvoering”
- Theorie Statistiek, hoofdstuk VIII Variantie Analyse, via <http://minf.vub.ac.be/~rbuyl/cursus/H8.pdf> (geraadpleegd op 21/04/2009)

- Vademecum Veilige Wegen en Kruispunten, Vlaamse Overheid, Administratie Wegen en Verkeer (mei 2009).
- Variable Message Signs, Telegra, via <http://telegra-europe.com/productsAndServices/signsnbspofnbspintelligence-nbspnbsplinenbspofnbsplednbssppanelsnbspandnbspvmsnbspproducts/28> (geraadpleegd op 08/01/2009)
- Variable Speed Limits Through Roadworks, via <http://www.transporttech.mottmac.com/sampleprojects/variablespeedlimitsthoug hroadworks/>
- Variantie-analyse, via <http://nl.wikipedia.org/wiki/Variantie-analyse> (geraadpleegd op 21/04/2009)
- Weijermars & Spittje. (2008). Analysis of Traffic Safety at Road Works, Association for European Transport and contributors, via <http://www.etcproceedings.org/paper/analysis-of-traffic-safety-at-road-works>
- Weller, G., Schlag, B., Gatti, G., Jorna, R. & van de Leur, M. (2006). RiPCORD / iSEREST – human factors in road design (11/04/2006)
- Yan, X., Abdel-Aty, M., Radwan, E., Wang, X. & Chilakapati, P. (2007). *Validating a driving simulator using surrogate safety measures, Accident Analysis and Prevention, 2008(40), 274–288, doi:10.1016/j.aap.2007.06.007*

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Simulatoronderzoek signalisatie

Richting: **master in de verkeerskunde-verkeersveiligheid**

Jaar: **2011**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Deboeure, Senne

Datum: **29/08/2011**