

2013•2014
FACULTEIT BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN
master in de mobiliteitswetenschappen

Masterproef

Langere en zwaardere vrachtwagens (LZV's) in Vlaanderen: simulatie
onderzoek

Promotor :
Prof. dr. Tom BRIJS

Peter Hendrix

*Proefschrift ingediend tot het behalen van de graad van master in de
mobiliteitswetenschappen*

2013•2014
FACULTEIT BEDRIJFSECONOMISCHE
WETENSCHAPPEN
master in de mobiliteitswetenschappen

Masterproef

Langere en zwaardere vrachtwagens (LZV's) in Vlaanderen:
simulatie onderzoek

Promotor :
Prof. dr. Tom BRIJS

Peter Hendrix

*Proefschrift ingediend tot het behalen van de graad van master in de
mobiliteitswetenschappen*

Woord vooraf

Een thesis schrijven is de traditionele afronding van een academische masterstudie. Bij de opleiding Mobiliteitswetenschappen, afstudeerrichting Verkeersveiligheid, aan de Universiteit Hasselt is dit niet anders. Een thesis is een werk van lange adem, waaraan je een volledig jaar werkt. Gelukkig zijn er heel wat mensen die helpen bij het bereiken van het gewenste resultaat. Daarom start ik met al deze mensen te bedanken.

Om te beginnen een welgemeende dankjewel aan iedereen die met de rijsimulator is komen rijden. Ik heb heel wat mensen moeten mailen, bellen, sms'en en persoonlijk aanspreken vooralleer ik 50 *proefkonijnen* gevonden had die wilden en konden komen rijden met de simulator. Ik ga niet iedereen bij naam noemen, maar weet dat zonder jullie er helemaal geen sprake was van deze thesis.

Ook wil ik een aantal personen van het Instituut voor Mobiliteit bedanken. Om te beginnen natuurlijk mijn begeleider Joris, voor de enorme hulp de afgelopen twee jaar. Want Joris was niet alleen mijn begeleider tijdens deze thesis, maar ook vorig jaar tijdens de literatuurstudie. Ik heb altijd het gevoel gehad dat ik voor het minste probleem bij hem terecht kon. Ook heeft hij al het mogelijke gedaan om mij te helpen tijdens het afleggen van de testen en tijdens het schrijven van de thesis zelf. Daarom Joris, heel fel bedankt voor de afgelopen twee jaar, ik had mij geen betere begeleider kunnen wensen. Ook wil ik mijn promotor, professor Tom Brijs, bedanken voor zijn duidelijke en concrete feedback, zowel op vlak van de inhoud als de vorm van de thesis.

Tot slot wil ik nog een aantal zéér belangrijke mensen bedanken, namelijk mijn familie en vrienden. Dé belangrijkste zijn natuurlijk mijn ouders. Mama en papa hebben mij vanaf het eerste moment en voor de volle 100% gesteund tijdens de volledige opleiding. Zonder hen had ik nooit 50 testpersonen bij elkaar gekregen. Zij zijn de voorbije vijf jaar de grootste motivatie geweest om deze studie tot een goed einde te brengen. En kijk, bij dezen is het zonder al te veel vallen en opstaan gelukt. Ook wil ik mijn zus Katrien bedanken die altijd een voorbeeld is geweest voor mij. Ze was misschien wel mijn strengste beoordelaar, maar ik weet dat ze altijd het beste voor mij wil. Dan wil ik natuurlijk ook al mijn vrienden en vriendinnen van de Chiro bedanken. Zowel zij die zijn komen rijden met de simulator: Benjamin, Koent(je), Emmely, Frank, Pieter, Yannick, Bartelt, Anke, Kwinten, Chico, Dj Kings, Korneel, Tim, Michèle, JP, Ann, Dorien en Wim; als alle andere van Gewest Kroïnjel en Verbond Limburg. Last but not least wil ik ook nog iemand speciaal bedanken, ja jij Anke Pannemans! Bedankt voor de leuke berichtjes en grappige snapchats tijdens de iets wat saaie dagen in de rijsimulator, de steun tijdens het schrijven en om er gewoon te zijn wanneer ik je nodig had.

Bedankt!

Samenvatting

De Vlaamse regering heeft in het kader van een verbetering van de efficiëntie van het wegtransport op zowel economisch als ecologisch vlak een proefproject opgestart rond langere en zwaardere vrachtwagens (LZV's). Ze vroegen aan het Steunpunt Verkeersveiligheid om een onderzoek te voeren naar de invloed van deze LZV's op de verkeersveiligheid. Aan de hand van zowel een literatuurstudie als een simulatoronderzoek hebben we getracht om een objectieve uitspraak te doen over deze verkeersveiligheid.

Voor de simulatorstudie werd er een groep van 50 participanten samengesteld, waarvan er uiteindelijk 48 werden getest. We hebben ernaar gestreefd om een zo heterogeen mogelijke testgroep samen te stellen op basis van leeftijd, geslacht en rijervaring. Uiteindelijk zijn er meer mannen dan vrouwen komen rijden en was de groep van jonge bestuurders meer vertegenwoordigd dan de oudere, maar toch kunnen we spreken van een gevarieerde testgroep.

Tijdens de simulatorstudie hebben we het gedrag van automobilisten ten opzichte van LZV vergeleken met dat ten opzichte van SV. We hebben de participanten zowel een LZV als een SV laten voorbijsteken op de secundaire weg. Aan de hand van een analyse van de vijf hoofdparameters: snelheid, tijd, afstand, acceleratie en laterale positie werd er een uitspraak gedaan over de verkeersveiligheid. Dezelfde vijf parameters werden ook geanalyseerd tijdens de simulatieritten op de snelweg. Hier moesten de participanten zowel in- als uitvoegen bij een LZV en een SV. Belangrijk is ook dat alle participanten dezelfde test hebben ondergaan. Enkel de momenten waarop ze de drie verschillende testritten moesten rijden was anders. Deze randomisatie was nodig om toevalligheden in de resultaten uit te sluiten.

Uit deze resultaten bleek dat er weinig tot geen verschil is tussen de twee vrachtwagen types voor wat betreft de verkeersveiligheid. Hoewel enkele onderzocht parameters significant verschillend waren, had dit geen echte invloed op de verkeersveiligheid. Zeker wanneer bestuurders van personenwagens extra voorzichtig zijn in de buurt van een LZV. Toch zijn er ook een aantal aanbevelingen gedaan die ervoor moeten zorgen dat ook in de realiteit geen verkeersveiligheidsprobleem ontstaat wanneer LZV's worden ingevoerd. Zo moet de bevolking voldoende geïnformeerd worden over dit nieuw type vrachtwagen en moeten er duidelijke richtlijnen rond routes en LZV-vriendelijke wegen komen. Dit zijn vragen waar de overheid in de toekomst over moet beslissen.

Inhoud

Woord vooraf	1
Samenvatting	3
Hoofdstuk 1: Inleiding	7
1.1. Algemene inleiding	7
1.2. Probleemstelling.....	9
Hoofdstuk 2: Literatuuroverzicht	11
Hoofdstuk 3: Onderzoeksvraag en hypothese.....	19
3.1. Onderzoeksvraag	19
3.2. Hypothese.....	20
Hoofdstuk 4: Methodologie	23
4.1. Participanten	23
4.2. Rijsimulator.....	24
4.3. Scenario.....	25
4.4. Parameters.....	29
4.4.1. Parameters bij het inhalen.....	30
4.4.2. Parameters bij het invoegen en uitvoegen	32
4.5. Procedure.....	32
Hoofdstuk 5: Resultaten	35
5.1. Secundaire weg	35
5.2. Invoegen op de snelweg.....	40
5.3. Uitvoegen op de snelweg.....	41
5.4. Postbevraging	41
Hoofdstuk 6: Discussie	43
6.1. Secundaire weg	43
6.2. Invoegen op de snelweg.....	45
6.3. Uitvoegen op de snelweg.....	46

6.4. Globale uitspraak over de verkeersveiligheid: aannemen en verwerpen van de hypotheses	46
Hoofdstuk 7: Conclusie.....	49
Hoofdstuk 8: Beleidsaanbeveling en verder onderzoek	51
8.1. Beleidsaanbeveling	51
8.2. Verder onderzoek	53
References	55
Bijlage	57
Bijlage 1: Resultaten SPSS	57

Lijst met figuren

Figuur 1: Gemiddeld procentueel aandeel vrachtwagens (Vlaams Verkeerscentrum, 2013)	7
Figuur 2: Varianten LZV's (Komimo, 2012)	8
Figuur 3: Mogelijke configuraties LZV. Bron: (Brijs, Dreesen, & Daniels, 2007)	16
Figuur 4: Overzicht routes in Vlaanderen. Bron: (Brijs, Dreesen, & Daniels, 2007).....	17
Figuur 5: Rijsimulator Instituut voor Mobiliteit.....	24
Figuur 6: Scenario secundaire weg	25
Figuur 7: Voorbeeld scenario op de secundaire weg	25
Figuur 8: Inhalen LZV op secundaire weg	26
Figuur 9: Scenario's snelweg.....	26
Figuur 10: Invoegen voor en achter LZV en SV	27
Figuur 11: Uitvoegen voor en achter LZV en SV	27
Figuur 12: Voorbeeld in- en uitvoegen op de snelweg	28
Figuur 13: Inhaalzones secundaire weg	30

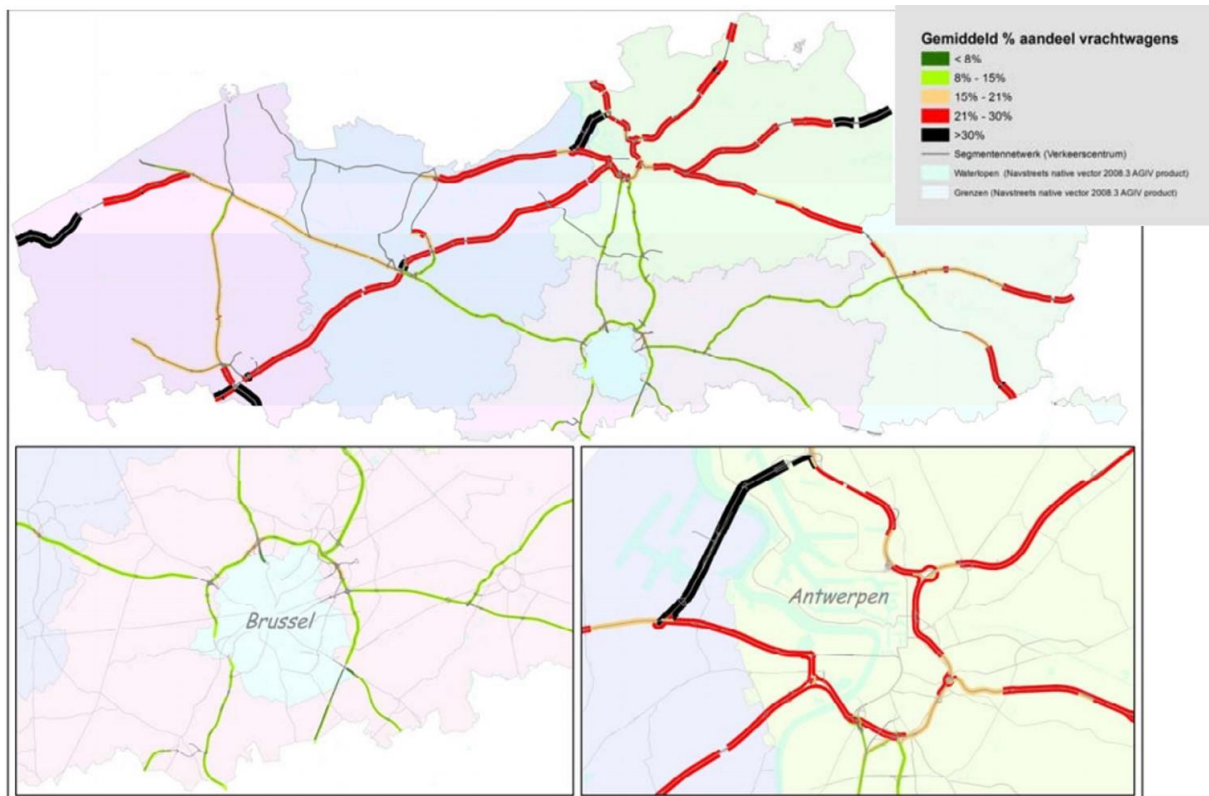
Lijst met tabellen

Tabel 1: Randomisatie testritten.....	29
Tabel 2: Parameters secundaire weg.....	31
Tabel 3: Resultaten zone 1 secundaire weg.....	36
Tabel 4: Resultaten zone 2 secundaire weg.....	37
Tabel 5: Resultaten zone 3 secundaire weg.....	39
Tabel 6: Resultaten invoegen	40
Tabel 7: Resultaten uitvoegen	41

Hoofdstuk 1: Inleiding

1.1. Algemene inleiding

België wordt door zijn centrale ligging dikwijls gezien als dé logistieke basis voor het Europese continent. Wereldsteden zoals Londen, Parijs en Amsterdam liggen dan ook op minder dan 300 kilometer van onze hoofdstad, waardoor België in de loop van de geschiedenis een echt transitland is geworden. Het goed uitgebouwde transportnetwerk via land, water en spoor zorgen ervoor dat vervoer van goederen en personen vlot kan verlopen (FOD, 2010). Deze positie van België en van Vlaanderen in het bijzonder biedt uiteraard veel economische kansen, maar brengt evenzeer een hele reeks valkuilen met zich mee. De druk van vrachtwagens op de Belgische wegen neemt jaarlijks toe. Vooral op de ringwegen rond Brussel (R0) en Antwerpen (R1) en op de snelwegen naar Gent (E17) en Antwerpen (E313 en E 19) merken we een groot aantal vrachtwagens.

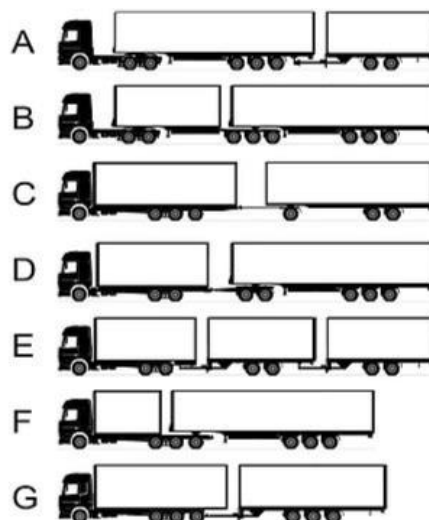


Figuur 1: Gemiddeld procentueel aandeel vrachtwagens (Vlaams Verkeerscentrum, 2013)

Er moet echter wel gekeken worden naar zowel het absoluut aantal vrachtwagens als het relatief aantal vrachtwagens om een juist beeld te krijgen van deze druk op ons wegennet. Dit komt doordat een groot aandeel vrachtverkeer zowel het gevolg kan zijn van een groot absoluut aandeel vrachtwagens, alsook van een klein absoluut aandeel niet-vrachtwagens op de weg. Wanneer er enkel naar het absoluut aandeel vrachtwagens en niet-vrachtwagens wordt gekeken, kan er een vertekend beeld ontstaan zowel in het

voor- als in het nadeel van de vrachtwagens. Dit kan tot verkeerde conclusies leiden en tot slechte oplossingen voor het verkeersprobleem. Uit onderzoek blijkt dat voor de meeste wegen met een groot aantal vrachtwagens, dit vooral te wijten is aan een groot aandeel vrachtwagen en niet door een klein aandeel niet-vrachtwagens (Vlaams Verkeerscentrum, 2013). Met andere woorden, er is wel degelijk een lokaal probleem van een te grote druk van vrachtwagens op het wegennet.

Om dit probleem in de toekomst niet nog groter te laten worden, zijn er vele oplossingen mogelijk. Zo kunnen alternatieve transportmodi over land en water worden gestimuleerd. De haven van Antwerpen heeft bijvoorbeeld de ideale ligging om zowel via het spoor als via de binnenvaart verschillende goederen te transporteren. Een uitbouw van (één van) beide netwerken kan de druk op het wegverkeer doen dalen. Deze oplossing heeft echter het nadeel dat verschillende bedrijven hun volledig transportplan moeten bijwerken. Dit heeft een grote financiële impact op deze bedrijven en kan uiteindelijk leiden tot een negatief economisch effect. Daarom zijn er andere oplossingen gezocht, waarbij het vervoer van de goederen toch nog over de weg kan gebeuren. In verschillende landen wordt er al lange tijd geëxperimenteerd met langere en zwaardere vrachtwagens (LZV's). In landen zoals Australië, De Verenigde Staten en Canada rijden al geruime tijd de zogenaamde *Road trains* op trajecten door zeer dunbevolkte gebieden. Maar ook in sommige Europese landen zoals Zweden, Finland, Denemarken en Nederland rijden ondertussen de zogenaamde LZV's rond. Ook in België kan het invoeren van dit relatief nieuw type voertuig een oplossing bieden voor het verkeersprobleem rond Brussel, Antwerpen en Gent. Maar voor we deze nieuwe vrachtwagens op de Belgische wegen zullen zien, moeten de beleidsmakers overtuigd worden door verschillende onderzoeken.



Figuur 2: Varianten LZV's (Komimo, 2012)

1.2. Probleemstelling

Op 24 januari 2012 liet federaal staatssecretaris voor Mobiliteit Wathélet een federaal kader uittekenen om een proefproject rond LZV's uit te voeren. Tot nu toe heeft enkel de Vlaamse regering een proefproject opgestart rond de zogenaamde langere en zwaardere vrachtwagens (Komimo, 2012). De regering wil nagaan of LZV's een verbetering van de efficiëntie van het wegtransport op zowel economisch als ecologisch vlak teweeg brengen. Om dit project in goede banen te leiden, vroegen ze aan het Steunpunt Verkeersveiligheid om een onderzoek te voeren naar de invloed van LZV's op de verkeersveiligheid. Na een korte beoordeling van een aantal mogelijke indicatoren en dataverzamelmethodeken, die op basis van een beknopte literatuurstudie tot stand waren gekomen, is gekozen om het onderzoek te voeren vanuit vier verschillende invalshoeken. De verkeersveiligheidsaspecten die verbonden zijn aan LZV's worden onderzocht via deze vier deelonderzoeken:

1. Ritinformatie
2. Bevraging van stakeholders
3. Analyse van verkeersongevallen
4. Simulatoronderzoek

In deze masterthesis zal via een simulatoronderzoek bekeken worden wat de invloed is van LZV's op de verkeersveiligheid. Omdat verkeersveiligheid dikwijls moeilijk te begrijpen is, wordt de LZV in deze studie vergeleken met de SV. De verkeersveiligheid van de SV wordt met name als vergelijkingspunt gezien om deze van de LZV aan te toetsen. Om na te gaan wat we nu precies moeten onderzoeken aangaande deze verkeersveiligheid, wordt er eerst naar de literatuur gekeken. We kunnen er van uitgaan dat de LZV ongeveer dezelfde gevaren en problemen met zich meebrengt als andere vrachtwagens. We denken hierbij aan problemen bij het inhalen van deze lange voertuigen, een grotere kans op dodelijke slachtoffers wanneer het tot een botsing komt, problemen bij het invoegen op de snelweg doordat de LZV een stuk langer is dan andere vrachtwagen en nog eventueel andere problemen die uit de literatuur naar voren komen. Na de literatuurstudie kunnen we overgaan tot het opstellen van de onderzoeksvragen die uiteindelijk de basis vormen van deze hele studie.

Hoofdstuk 2: Literatuuroverzicht

Voor het onderzoek zelf start, wordt er in de literatuur naar voorbeelden gezocht van landen en regio's waar LZV's al werden ingevoerd. Aangezien het proefproject in België nog moet worden opgestart, wordt er ook voor de randvoorwaarden naar buitenlandse voorbeelden gekeken. Ook de valkuilen bij het invoeren van LZV en de effecten van LZV's op het milieu, de verkeersveiligheid en de economie worden onderzocht.

Uit een Nederlands proefproject blijkt dat een brede gedragenheid bij de publieke opinie zeer belangrijk is voor het invoeren van LZV's. Dit is namelijk bij alle infrastructuurprojecten het geval. Aarts en Feddes (2008) stelden in hun rapport over het Nederlands proefproject dat de meeste draagkracht voor het invoeren van LZV's uit de transportsector zelf moet komen. Dit is zeker niet te verwonderen, aangezien uit berekeningen blijkt dat het gebruik van LZV's een kostenbesparing met zich meebrengt die kan oplopen tot 25% per trip. Maar waar er voorstanders zijn, zijn er natuurlijk ook tegenstanders. Een aantal niet-gouvernementele milieuorganisaties zijn de belangrijkste tegenstanders. Zij vrezen namelijk dat een invoer van LZV's een modal shift zal teweegbrengen in het voordeel van de vrachtwagen, die ervoor zal zorgen dat er eerder een toename dan een afname van de luchtvervuiling zal komen. Ook andere organisaties zoals Veilig Verkeer Nederland en de Fietsersbond staan kritisch tegenover de invoer van deze nieuwe soort vrachtwagens. Net zoals een aantal wegbeheerders stellen deze organisaties zich vragen bij de verkeersveiligheid op de Nederlandse wegen. Ze vinden dat er al genoeg problemen zijn met commerciële voertuigen en dat het wegontwerp van de Nederlandse wegen en het verkeersvolume niet verenigbaar is met de omvang van de LZV's. Dan is er nog een derde groep die zich eerder neutraal opstelt in het debat. Dit zijn de belangengroepen voor automobilisten en de rail transport operatoren. De rail transport verwacht geen groot effect op het volume vervoerde vracht per spoor. Deze drie grote groepen spelen in het Nederlandse verhaal een grote rol, maar er kan verwacht worden dat dit ook zo kan vertaald worden naar België. Dit komt door de vele gelijkenissen die beide landen vertonen, bijvoorbeeld op vlak van verkeersvolume en de organisatie van de transportsector. Deze inzichten uit de Nederlandse studie maken meteen ook duidelijk dat een open debat zeer belangrijk is voor er nog maar kan worden gesproken van het invoeren van LZV's. Toch moeten de beleidsmakers niet bang zijn om dit debat met de verschillende belangengroepen aan te gaan.

In Nederland concludeerde de projectgroep 'Langere en Zwaardere Vrachtwagens' al in 1997 dat de de risico-eigenschappen van een LZV niet verschillen van deze van een SV, indien er aan een aantal randvoorwaarden wordt voldaan. In eerste instantie ging het vooral over voertuigeralateerde randvoorwaarden die betrekking hadden op het

remsysteem, de stabiliteit van het voertuig en het gezichtsveld van de chauffeur. Pas tijdens een tweede proef tussen 2004 en 2006 werd de objectieve verkeersveiligheid op verschillende andere manieren onderzocht. Zo werd het aantal ongevallen met LZV's geïnterviewd, zijn er interviews gehouden met de verschillende betrokken partijen en werd het rijgedrag van de chauffeurs geobserveerd. Uit deze onderzoeken bleek dat LZV-chauffeurs tot de beste vrachtwagenchauffeurs van het land behoorden en dat ze veel meer beroepsernst hadden dan veel van hun collega's. De extra eisen¹ die aan LZV-chauffeurs gesteld werden bleek zijn vruchten af te werpen (Aarts, et al., 2010). Verder werden er ook vaste trajecten uitgewerkt waarbij potentiële knelpunten zoveel mogelijk werden weggewerkt. De samenvattende Nederlandse studie van Aarts et al. van de effecten van LZV's op de verkeersveiligheid wees uit dat de objectieve verkeersveiligheid van LZV's niet verschilde van deze van SV's. Tijdens de periode 2007 – 2009 hebben zich elf ongevallen voorgedaan waarbij een LZV betrokken was. Bij elk van deze ongevallen was er enkel sprake van materiële schade. Bij zeven van de elf ongevallen speelden één van de specifieke kenmerken van LZV's, namelijk de extra lengte of het zwenkgedrag, een rol. Toch waren ook deze zeven ongevallen typisch vrachtwagen-ongevallen, dit wil zeggen dat het allemaal type ongevallen waren die ook relatief veel voorkomen bij SV's. Aangezien de Nederlandse verkeerssituatie niet zo verschillend is van deze in België, kunnen we er van uitgaan dat ook hier de objectieve verkeersveiligheid niet zal verschillen tussen LZV's en SV's.

Toch moeten we ook even stilstaan bij die typische vrachtwagen-ongevallen. Uit onderzoek van De Ceuster (2003) blijkt dat op de Belgische snelwegen vooral kop-staartbotsingen een probleem zijn. Zowat 30% van alle kop-staartbotsingen op snelwegen worden veroorzaakt door een te korte volgafstand. Andere veel voorkomende ongevallen op snelwegen gebeuren aan op- en afritten, vooral ongevallen met opleggers met trekkers aan deze potentieel gevaarlijke punten. Zeker bij hoge verkeersintensiteiten of bij slechte zichtomstandigheden komt dit type ongevallen veel voor (Schoon, 1999). Op de secundaire wegen valt vooral op dat er veel frontale botsingen en kop-staartbotsingen zijn met vrachtwagens (Martensen, 2009). Dit komt vooral doordat automobilisten die op de secundaire weg inhalen een slecht inschatting maken van de afstand die ze op het linkerrijvak moeten overbruggen. Zeker wanneer ze een

¹ LZV-chauffeurs moeten een speciaal certificaat behalen en voldoen aan twee aanvullende voorwaarden:

- Minimaal vijf jaar ervaring met het besturen van vrachtautocombinatie;
- In de drie voorafgaande jaren mag de rijbevoegdheid van de chauffeur niet ontzegd zijn en mag het rijbewijs niet ongeldig verklaard of ingevorderd zijn wegens een overtreding of misdrijf.

vrachtwagen moeten inhalen, is het voor hen dikwijls moeilijk om in te schatten hoeveel tijd en ruimte ze nodig hebben om dit op een veilige manier te doen. Wanneer deze inschatting fout is, lopen ze het risico om in botsing te komen met het tegemoetkomend verkeer. De vele frontale botsingen met vrachtwagens gebeuren dus doordat automobilisten de inhaalbeweging verkeerd inschatten. Er moet dus verder onderzocht worden of LZV's hierdoor gevaarlijker zijn dan SV's op de secundaire weg.

Volgens Mazor et al. (2005) is de lengte van een LZV voor bestuurders van personenwagen dikwijls niet zichtbaar. Daardoor worden ze tijdens het inhalen dikwijls opgeschrikt door deze langere lengte, ook al werden ze gewaarschuwd door een aanduiding op de vrachtwagen. Dit resulteert in twee verschillende gevaarlijke situaties. Er zijn bestuurders die hierdoor te snel weer invoegen voor de LZV, waardoor deze bruusk moet remmen. Andere bestuurders breken hun inhaalbeweging af, waardoor ze zelf sterk moeten remmen en zo het verkeer achter hen in gevaar kunnen brengen. Wanneer er een bevraging gedaan wordt bij de chauffeurs van LZV's, horen onderzoekers dikwijls de klacht dat automobilisten onvoldoende afstand houden met LZV's. Volgens diezelfde vrachtwagenchauffeurs merken personenwagens die invoegen op de snelweg ook te laat op dat LZV's langer zijn dan normale vrachtwagens. Hierdoor moeten veel bestuurders versnellen en voegen ze op het einde van de oprit te kort in voor de LZV. Hierdoor moet deze dikwijls hevig in de remmen gaan, wat voor verkeersopstopping zorgt en soms zelf tot ongevallen leidt (Mazor, Nijhof, de Vlieger, & Verschuur, 2005).

Uit de Nederlandse situatie bleek ook dat het (beperkt) invoeren van LZV's een invloed had op het milieu en de modal split. Een eerste milieueffect dat in Nederland zichtbaar werd, was de verlaging in brandstofconsumptie. Door een betere prestatie per liter brandstof, was het zelfs mogelijk om tot 33% meer ton per kilometer te vervoeren met dezelfde hoeveelheid brandstof. Deze efficiëntere manier van transport resulteert natuurlijk ook in een lagere uitstoot van verschillende soorten emissies. Afhankelijk van het scenario dat gevolgd werd, was dit voor NOx: - 1477 kg tot -2825kg, voor PM10 en PM25: - 24 000kg tot - 46 000kg en voor CO₂ : - 197 052kg tot - 377 024kg. Het effect op de modal split is echter niet zo duidelijk als de milieueffecten. Volgens verschillende studies zou de binnenscheepvaart slechts 0,2% tot 0,3% vervoerde tonnage verliezen aan het wegtransport. Bij de spoorwegen loopt dit verlies op tot 1,4% à 2,7%, waardoor er eigenlijk enkel van een marginaal zijeffect kan worden gesproken (Aarts & Feddes, 2008). Uit een Zweeds onderzoek uit 2012 uitgevoerd door Haraldsson et al. blijkt dat de overschakeling van 60-ton voertuigen naar 90-ton voertuigen een aantal economische en milieuvoordelen met zich meebracht. Om te beginnen heeft een voertuig waarvan het totale gewicht hoger is een hogere laadcapaciteit. In theorie ligt dit verschil tussen een 90 ton zware vrachtwagen en een 60 ton zware vrachtwagen op 52 procent. Uitgedrukt

in voertuigkilometers, wil dit zeggen dat 90 ton zware vrachtwagens ongeveer 34 procent minder voertuigkilometers moeten afleggen om eenzelfde lading te vervoeren als een 60 ton zware vrachtwagen. Dit brengt een daling mee van de socio-economische kost, waarvan de grootte afhangt van de lading die wordt vervoerd. De kostbesparing bestaat uit een reductie van de transportkost voor de transportfirma's, de kosten voor CO₂ emissies, verkeersveiligheid en weginfrastructuur. Een kanttekening hierbij is wel dat de verkeersveiligheidskost niet zal verlagen, maar wel op eenzelfde niveau blijft. Uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken is namelijk gebleken dat de hypotese dat grotere voertuigen een hogere verkeersveiligheidskost met zich meebrengen niet juist is. In deze kostenbesparing is verder ook een positief milieueffect te bespeuren, namelijk een verlaging van de CO₂ emissies. Dit is natuurlijk het enige milieueffect dat positief wordt beïnvloed, aangezien bijvoorbeeld geluidsemissies op eenzelfde niveau blijven.

Naast de invloed op de objectieve verkeersveiligheid, het milieu en de modal split werd tijdens het testproject en Nederland ook het effect op wegconstructies, bruggen en congestie gemeten. Aarts en Feddes (2008) stelden in hun rapport vast dat LZV's zeker niet meer schade aan de weg veroorzaken dan vrachtwagens met standaard afmetingen, hetgeen ook in het Zweedse rapport van Haraldsson et al. naar voor kwam. Dit komt doordat het gewicht van de lading bij de LZV over relatief meer assen is verdeeld dan bij SV's. Het gewicht per as is daarmee lager dan normaal, waardoor de belasting op het wegdek ook lager is dan bij SV's. Een ander voordeel is dat door de invoer van LZV's het totaal aantal ritten verminderd, waardoor de belasting op het wegdek ook lager is. Toch zijn experts het nog niet volledig met elkaar eens wat het echte effect op de wegconstructies is. Want doordat LZV's veel meer assen hebben dan vrachtwagens met een standaard afmeting, zal het asfalt een kortere tijdsinterval hebben om te kunnen herstellen. Het effect hiervan wordt nog onderzocht.

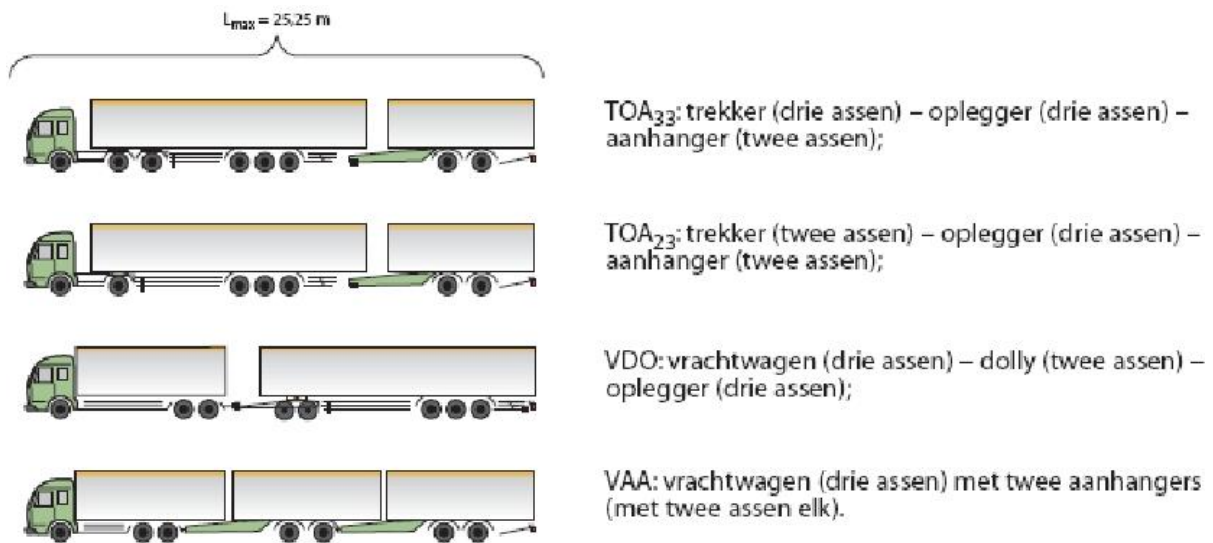
Zoals blijkt uit een heel aantal studies, zorgt de aanwezigheid van LZV's niet voor extra verkeersveiligheidsproblemen. Dit wil echter niet zeggen dat LZV's zomaar overal op het wegennet kunnen worden toegelaten. In Nederland heeft het Nationaal informatie en technologieplatform voor infrastructuur, transport en openbare ruimte (CROW) daarom een aantal richtlijnen uitgeschreven waaraan het wegontwerp moet voldoen vooralleer LZV's worden toegelaten (Aarts, et al., 2010). Op basis van deze richtlijnen werden de bestaande Nederlandse wegen opgedeeld in een aantal categorieën om zo tot een nieuw wegennetwerk te komen voor de LZV's. De drie categorieën waren: *het basisnetwerk*, *het kerngebied* en *de toegangsroutes*. Het basisnetwerk bestaat uit alle wegen waar LZV's zijn toegelaten en die dus aan de nodige structurele basisvereisten voldoen. Het kerngebied (meestal een industriële zone) bestaat dan weer uit een groep van van wegen waar LZV's mogen lossen en laden zonder er telkens een aanvraag voor te

moeten doen. Dit is belangrijk voor bedrijven die regelmatig leveringen krijgen van LZV's. Zij besparen door deze regel veel administratieve moeilijkheden en nog veel belangrijker veel kosten. Ten slotte zijn er ook de toegangsroutes, dit zijn wegen die transportfirma's verbinden met het basis wegennetwerk. Elk van deze routes moet door de bevoegde weginstantie goedgekeurd worden vooraleer ze door de LZV's van de transportfirma mag worden gebruikt (Aarts & Feddes, 2008). Dit is echter hoe de situatie er in Nederland voorstaat. In België en Vlaanderen kunnen we echter een soortgelijk systeem invoeren op basis van verschillende ruimtelijke structuurplannen en een studie van de (snel)wegen. Dit is zelfs noodzakelijk om problemen in de toekomst te voorkomen. De beleidsmakers moeten zich er echter wel bewust van zijn dat deze studie grondig moet gebeuren en dat er geen overhaaste beslissingen mogen gemaakt worden. Een klakkeloze overnamen van het Nederlands model lijkt ons ook niet opportuun, aangezien er toch nog altijd verschillen zijn tussen de ruimtelijke structuur in België en in Nederland.

Ook in Finland werd in 2013 een nieuw decreet gestemd waardoor vooral zwaardere vrachtwagens toegelaten werden op het wegennet. Het maximumgewicht van vrachtwagens in Finland ligt nu op 78 ton, zowel voor nieuwe als voor bestaande trucks. Verwacht wordt dat deze nieuwe maatregel een verlaging van het aantal voertuigkilometers met zich meebrengt van ongeveer 7,7% vergeleken met de situatie voordien. Dit zal een directe positieve invloed hebben op de hele verkeersstroom en dan vooral op de hoofdwegen. Men verwacht niet alleen het fileprobleem hiermee aan te pakken, ook de economie zal verschillende voordelen ondervinden. De Finse overheid verwacht een besparing van ongeveer 1,6 – 3,2 miljard euro op de logistieke kost over een periode van 20 jaar. De onderzoekers verwachten ook hier milieuvordelen door het invoeren van zwaardere vrachtwagens. Hoewel de brandstofconsumptie en emissie per kilometer zal verhogen door de zwaardere vrachtwagens, moet er rekening gehouden worden met een daling van het aantal voertuigkilometers van 7,7%. Verwacht wordt dan ook dat de emissie van een aantal broeikasgassen zoals NO_x en CO₂ met ongeveer 5% zal verlagen (Nykänen & Liimatainen, 2014). Net zoals in Nederland, verwachten de Finse onderzoekers vooral economische en ecologische voordelen met de invoer van de in dit geval zwaardere vrachtwagens.

Ten slotte worden de verschillende mogelijk configuraties voor de LZV's kort besproken. Uit het literatuuronderzoek van Brijs et al. (2007) zijn er vier types van LZV's naar voor gekomen die het meest gebruikt worden. Deze types werden ook door de afdeling Verkeerskunde van het Agentschap Infrastructuur gehanteerd in hun simulatietesten om de specifieke kenmerken van de voertuigen na te gaan. De vier combinaties die getest

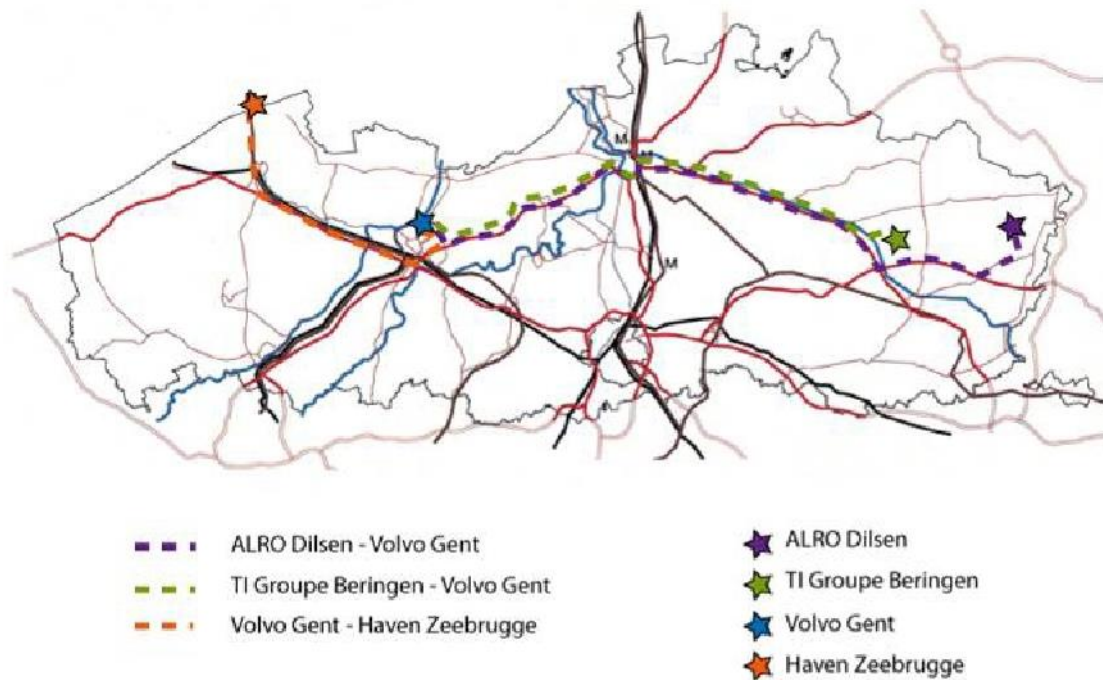
werden en bijgevolg ook in Vlaanderen zouden worden ingevoerd worden op onderstaande afbeelding weergegeven.



Figuur 3: Mogelijke configuraties LZV. Bron: (Brijs, Dreesen, & Daniels, 2007)

Uit de simulatietesten van het Agentschap Infrastructuur bleek dat de volgende combinaties het meest haalbaar zijn: trekker + oplegger + aanhangwagen (TOA), motorwagen met dolly en oplegger (MDO) en motorwagen met twee aanhangwagens (MAA). We zien dus dat deze drie types overeenkomen met de vier types beschreven door het OCW op de figuur hierboven. Welke LZV-types uiteindelijk zullen worden toegelaten in Vlaanderen is een probleem dat de overheid zal moeten oplossen.

Er is ook al gekeken naar een aantal routes voor het Vlaams proefproject. Er werden drie routes geselecteerd die hoofdzakelijk van het industrieterrein over de autosnelweg naar het ander industrieterrein / haven gaan. Het gaat hier over drie routes die reeds door Volvo Cars Gent gebruikt worden en deze gebruiken grotendeels het netwerk van snelwegen. Enkel om dit hoofdwegennet te bereiken wordt er van het onderliggend wegennet gebruik gemaakt (Brijs, Dreesen, & Daniels, 2007). Deze drie routes lopen doorheen heel Vlaanderen en worden op onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 4: Overzicht routes in Vlaanderen. Bron: (Brijs, Dreesen, & Daniels, 2007)

Uit deze literatuurstudie kunnen we besluiten dat LZV's niet noodzakelijk onveiliger zijn dan andere type vrachtwagens. Ook zien we dat ze een eerder positief effect hebben op zowel de economie als het milieu. De invloed op de modal split is zodanig klein dat ze eigenlijk te verwaarlozen is. Hoewel er nog voldoende vragen te beantwoorden zijn omtrent de verkeersveiligheid van LZV's is er ook al gekeken om het proefproject in de realiteit om te zetten. Zo is er al grondig nagedacht over de verschillende LZV-types die kunnen worden ingevoerd en over de verschillende routes die ze kunnen gebruiken.

Hoofdstuk 3: Onderzoeksvraag en hypothese

Uit de literatuur zijn geen specifieke verkeersveiligheidsproblemen voor de LZV naar voor gekomen. Toch lijkt het ons interessant om een aantal nog niet eerder onderzochte condities te testen, waarbij LZV's mogelijk een verkeersveiligheidsprobleem veroorzaken. Uit het literatuuronderzoek van Brijs et.al (2007) blijkt dat de volgende factoren een invloed kunnen hebben op het ongevalsrisico van LZV's: inhaalmanoeuvres, oversteektijd, zichtveld, vermoeidheid, invloed van wegtype en omgeving, stedelijkheid, op- en afritten, kruispunten middenberm of hogere snelheidslimiet, hellingen en weersomstandigheden.

Uit deze lijst hebben we twee factoren gekozen, namelijk inhaalmanoeuvres en op- en afritten, waarvan we denken dat ze de grootste invloed hebben op de verkeersveiligheid. Deze twee factoren gaan we dieper onderzoeken door ritten te rijden in rijnsimulator. We willen namelijk drie specifieke gedragingen van automobilisten ten opzichte van LZV's testen die te maken hebben met deze twee factoren. Om te beginnen wordt het inhaalgedrag op het onderliggend wegennet bestudeerd. Hier wordt rekening gehouden met de infrastructuur en met de mogelijke aanwezigheid van tegenliggers om een uitspraak te doen over de verkeersveiligheid. Mogelijk interessant gedrag is het afbreken van een inhaalmanoeuvre of een frontale botsing met het tegemoetkomend verkeer doordat de participant de inhaalafstand verkeerd inschat.

Het tweede en derde gedrag dat wordt onderzocht, is het in- en uitvoeggedrag op autosnelwegen. Uit de literatuur blijkt dat volgafstanden één van de grootste problemen zijn bij vrachtwagens. Daarom willen we nagaan of automobilisten hiermee rekening houden bij het in- en uitvoegen. Mogelijk ander interessant gedrag is het in- en uitvoegen voor of achter een LZV. Dit geeft ons namelijk ook een idee van hoe veilig de automobilisten zich voelen wanneer ze snelweg oprijden of weer verlaten.

Ten slotte wordt er achteraan de LZV een bordje voorzien met informatie over de lengte van het voertuig. Via de eye tracker wordt nagegaan of de testpersonen naar deze informatie kijken en ook hoe lang ze hiernaar kijken. Op basis van deze drie gedragingen van bestuurders wordt een uitspraak gedaan over de verkeersveiligheidsaspecten verbonden aan LZV's.

3.1. Onderzoeksvraag

Aangezien we drie specifieke gedragingen van bestuurders van personenwagens willen onderzoeken, hebben er ook voor gekozen om drie onderzoeksvragen op te stellen. Elke onderzoeksvraag heeft betrekking tot 1 specifiek gedrag en zal dan ook apart worden onderzocht en besproken.

De drie onderzoeksvragen zijn:

- **Is er een significant verschil in het inhaalgedrag van automobilisten bij LZV's en SV's op het onderliggend wegennet?**
- **Is er een significant verschil in het invoeggedrag van automobilisten bij LZV's en SV's?**
- **Is er een significant verschil in het uitvoeggedrag van automobilisten bij LZV's en SV's?**

Door een antwoord te formuleren op deze drie onderzoeksvragen kunnen we een objectieve uitspraak doen over de verkeersveiligheid van LZV's ten opzicht van de verkeersveiligheid van SV's. Wanneer blijkt dat er weinig tot geen verschil is tussen beide, kunnen we ervan uitgaan dat het invoeren van LZV's verdedigbaar is vanuit het standpunt van de verkeersveiligheid.

3.2. Hypothese

Er kunnen twee uitkomsten zijn op de vraag: 'Is er een verschil in verkeersveiligheid tussen LZV's en SV's?'. De eerste hypothese is dat er geen verschil is tussen beide vrachtwagentypes voor wat betreft de verkeersveiligheid. Op basis van de gevonden literatuur is dit de meest waarschijnlijke uitkomst voor deze studie. Verwacht wordt dat na analyse van de rijssimulatordata er geen significant verschil gevonden is. We kunnen aannemen dat zowel het inhaal- als het invoeg- en uitvoeggedrag van automobilisten bij LZV's en SV's niet veel van elkaar zal verschillen. Toch gaan we er ook van uit dat niet alle onderzochte parameters volledige met elkaar gaan overeenkomen. We vermoeden dat bijvoorbeeld de inhaalsnelheid bij de LZV groter zal zijn dan bij de SV, omdat de participanten waarschijnlijk willen anticiperen op de lengte van de LZV. Bij het invoegen en uitvoegen lijkt het ons logisch dat dezelfde trend zich voordoet. De participanten gaan waarschijnlijk aan een hogere snelheid invoegen bij de LZV dan bij de SV. Zeker wanneer we er van uit gaan dat de meeste participanten voor de LZV de snelweg willen oprijden. Of dit een invloed zal hebben op de afgelegde afstand op de oprit is nog niet heel zeker. Dit zal afhangen van hoeveel sneller de participanten rijden bij de LZV dan bij de SV. Wanneer dit verschil hoog genoeg is, zou het kunnen dat deze afstand niet veel gaat verschillen tussen beide vrachtwagens.

De nulhypothese kan dan statistisch als volgt worden geschreven:

$$H_0: \text{verkeersveiligheid}_{(LZV)} = \text{verkeersveiligheid}_{(SV)}$$

De alternatieve hypothese is dat er wel een verschil gevonden wordt voor de verkeersveiligheid. In dat geval gaan we er van uit dat er voor meer dan 50% van de parameters een significant verschil gevonden is. Belangrijk hierbij is wel dat deze verschillen in het nadeel spelen van de LZV, waardoor deze meer gevaarlijke situaties tot stand kan brengen. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer blijkt dat participanten veel meer tijd en veel meer afstand nodig hebben om een LZV in te halen dan ze nodig hebben om een SV in te halen. Wanneer bij het invoegen blijkt dat heel veel participanten een deel van de pechstrook nodig hebben om veilig te kunnen invoegen bij de LZV, is dit ook eenduidelijk signaal dat de verkeersveiligheid niet gegarandeerd is. Toch moeten we ook hier voorzichtig zijn om meteen conclusies ter trekken uit de gevonden resultaten. Zelfs wanneer de parameters significant verschillend zijn, moet er naar de exacte cijfers gekeken worden. Zeker wanneer blijkt dat deze exacte verschillen uiteindelijk niet zo groot zijn.

De alternatieve hypothese kan dan statistisch als volgt worden geschreven:

$$H_a: \text{verkeersveiligheid}_{(LZV)} \neq \text{verkeersveiligheid}_{(SV)}$$

Hoofdstuk 4: Methodologie

Om te onderzoeken of er bij automobilisten een verschil is in invoeg- en inhaalgedrag bij SV's en LZV's, wordt er zoals eerder aangehaald gebruik gemaakt van de rijsimulator. Voor deze simulatorstudie worden drie belangrijke methodologische aspecten besproken, namelijk: de participanten, de te meten parameters en de gevolgde procedure.

4.1. Participanten

Om een goed en geloofwaardig simulatieonderzoek te kunnen uitvoeren, moet er aan een aantal voorwaarden worden voldaan. Om te beginnen moet de dataset die geanalyseerd wordt voldoende groot zijn om representatief te zijn voor de werkelijkheid. Daarom moeten er voldoende testpersonen worden gevonden die de test in de rijsimulator willen ondergaan. Na onderzoek van een aantal andere simulatieonderzoeken uitgevoerd aan de Universiteit Hasselt (Cattersel, 2011; Janssens, 2010; Meex, 2009; Deboeure, 2011; Mollu, 2010), bleek dat 35 testpersonen voldoende is om een geloofwaardig onderzoek te kunnen voeren. Uiteindelijk hebben 50 participanten zich aangeboden om te testritten te rijden, waarvan er uiteindelijk 48² alle testritten hebben gereden. Het onderzoek is een within design, waarbij alle testpersonen dezelfde rit hebben afgewekt. Om toevalligheden in de dataset zoveel mogelijk te vermijden, werden de testritten gerandomiseerd³ over de verschillende participanten. Zo heeft elke participant dezelfde drie ritten gereden, maar telkens in een andere volgorde. Tijdens deze drie ritten werden in totaal zes verschillende condities getest. Tijdens de rit op de secundaire weg werden twee inhaalcondities getest, namelijk inhalen van een LZV en inhalen van een SV. Ook voor deze twee inhaalcondities werd een randomisatie opgesteld, waardoor de helft van de participanten eerst de LZV moesten inhalen en de andere helft eerst de SV. Ook deze randomisatie dient om toevalligheden in de dataset zoveel mogelijk te vermijden. Naast de rit op de secundaire weg, werden er ook twee ritten op de snelweg gereden. Hier moesten de participanten invoegen en uitvoegen bij zowel een LZV als een SV.

Wat de samenstelling van de groep participanten betreft, hebben we ernaar gestreefd om een zo heterogeen mogelijke groep samen te stellen. Het doel was om 50% mannen en 50% vrouwen te hebben, evenredig verdeeld over de volgende vier leeftijdscategorieën: 20 – 30 jaar, 31 – 45 jaar, 46– 60 jaar en 60+. Van de 48 participanten die de test volledig hebben ondergaan, waren er 31 mannen en 17 vrouwen. De verdeling over de verschillende leeftijdscategorieën wordt weergegeven op grafiek 1.

² 2 participanten hadden last van simulatorziekte en hebben de testritten niet kunnen afwerken. Voor hen zijn er geen resultaten beschikbaar.

³ Zie bijlage 1 voor de randomisatie



Grafiek 1: Verdeling participanten over de leeftijdscategorieën.

Er waren zowel ervaren als minder ervaren bestuurders die aan de test hebben deelgenomen met als enige voorwaarde dat ze minstens twee jaar hun rijbewijs hadden.

4.2. Rijsimulator

Deze studie werd uitgevoerd in de rij simulator van het Instituut voor Mobiliteit (IMOB) in Diepenbeek. Deze simulator is een medium-fidelity rij simulator (STISIM M400; Systems Technology Incorporated). Dit type is een fixed-based simulator (de bestuurder krijgt geen kinetische feedback) met stuurbevestiging en de mogelijkheid om zowel manueel als automatisch te schakelen. De simulatie omvat zowel voertuigdynamica, visuele en auditieve feedback als ook een prestatie-meetsysteem. De virtuele wegomgeving, samen met de achteruitkijkspiegel en de twee zijspiegels worden doormiddel van drie projectoren op een 180° naadloos, gebogen scherm geprojecteerd. De drie projectoren geven een resolutie van 1024 x 768 pixels en een framerate van 60Hz (Ariën, et al., 2013).



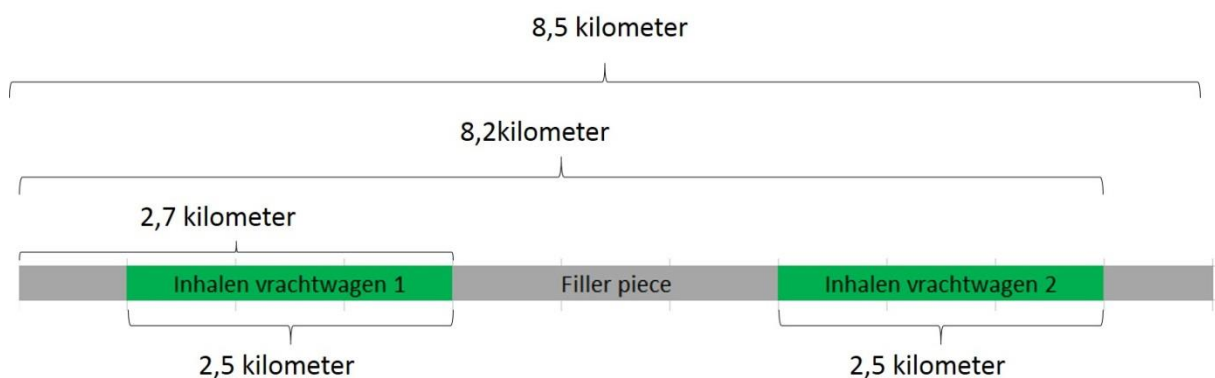
Figuur 5: Rij simulator Instituut voor Mobiliteit

4.3. Scenario

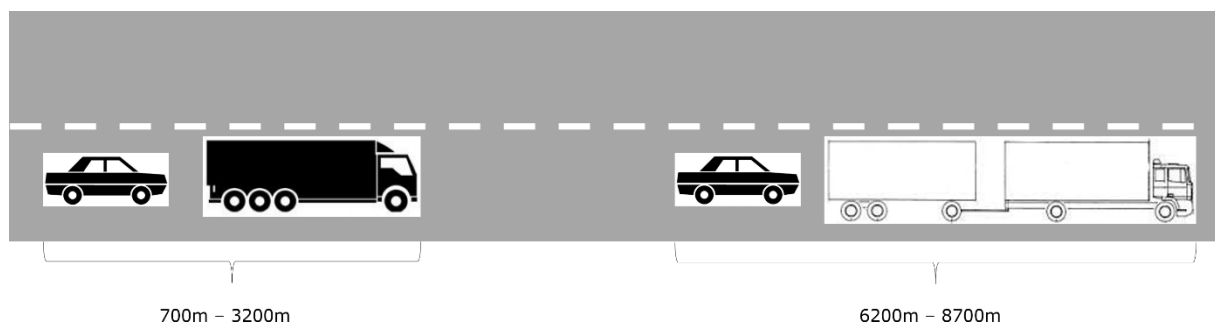
Dit subhoofdstuk bekijkt de drie verschillende scenario's van naderbij. Eerst bekijken we de rit op de secundaire weg, vervolgens de twee ritten op de snelweg. De ritten op de snelweg hebben ongeveer hetzelfde scenario en worden dan ook samen besproken. Nadat de scenario's zijn besproken, volgt de uitleg over de randomisatie van de scenario's.

Secundaire weg

Deze rit was 8,5 km lang en bevatte enkel segmenten buiten de bebouwde kom. De snelheidslimiet tijdens deze rit was overal dezelfde en lag op 70 km/u.



Figuur 6: Scenario secundaire weg



Figuur 7: Voorbeeld scenario op de secundaire weg

Zoals op bovenstaande figuren te zien is, moesten de participanten twee vrachtwagens inhalen tijdens de rit op de secundaire weg. Door de randomisatie moest de helft van de participanten eerst de SV inhalen en dan de LZV en de andere helft van de participanten eerst de LZV en pas dan de SV. De participanten kregen 2,5 kilometer de tijd om de vrachtwagen in te halen, daarna ging de vrachtwagen aan de kant staan en werden ze verplicht om deze voorbij te rijden. Op het middenstuk van 3 kilometer tussen de twee segmenten waar de vrachtwagens rijden, reden ook nog een aantal andere voertuigen die de participanten moesten inhalen. Het gaat hier over een vuilniswagen en een bezemwagen die beide na verloop van tijd ook aan de kant gingen staan zodat de

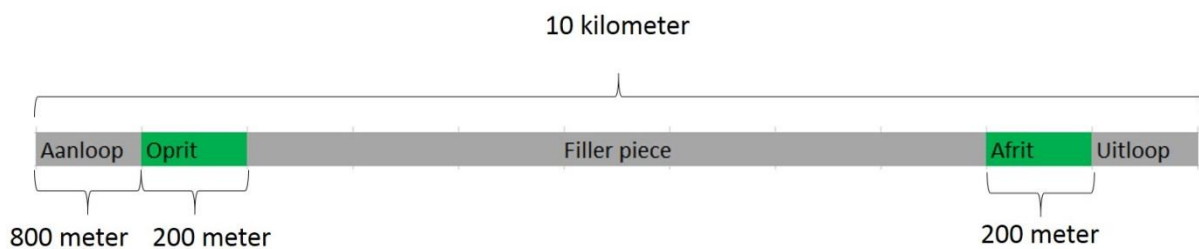
participanten verplicht werden om deze in te halen. Belangrijk bij dit scenario is dat de tegenliggers om de 500 meter aan een snelheid van 70 km/u kwamen aangereden. Dit wisten de participanten natuurlijk niet, maar dit zorgde er wel voor dat de participanten tijd en ruimte genoeg hadden om de vrachtwagens voorbij te steken.



Figuur 8: Inhalen LZV op secundaire weg

Snelweg

De scenario's van de twee ritten op de snelweg waren identiek wat betreft de opbouw en wegdetails, daarom worden ze hier ook samen besproken. Het enige verschil tussen de ritten is dat er bij de ene rit werd ingevoegd bij een LZV en uitgevoegd bij een SV, terwijl het bij de andere rit net omgekeerd is.



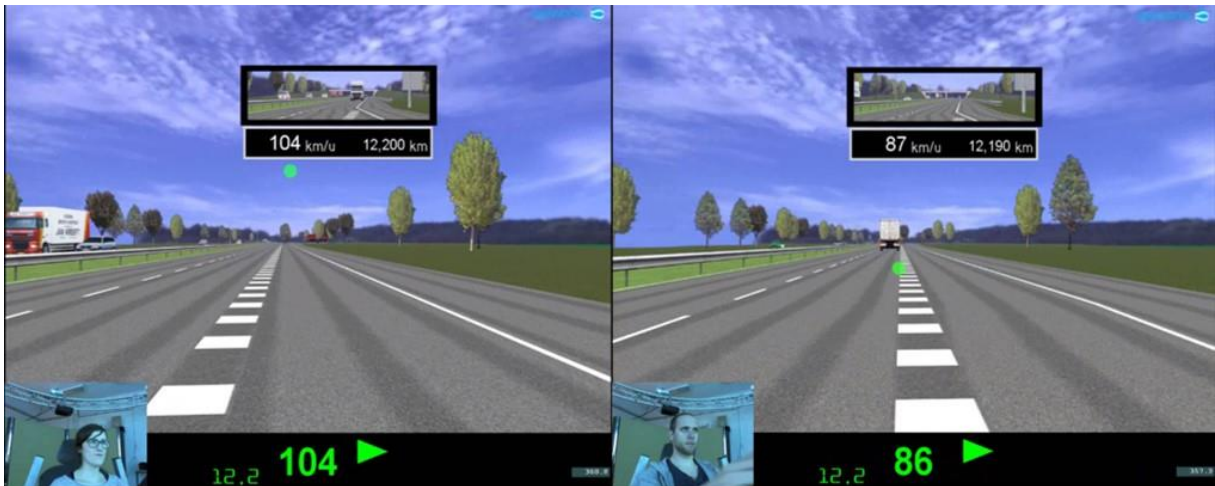
Figuur 9: Scenario's snelweg

Beide ritten waren 10 kilometer lang en er gold een snelheidsbeperking van 120 km/u. Voor de participanten op de oprit komen, kregen ze eerst een aanloopstrook van 800m om snelheid op te bouwen. De oprit zelf was in beide gevallen 200 meter lang en zowel de LZV als de SV hadden een snelheid van 80 km/u bij de invoegbeweging. Hierdoor was het voor de participanten mogelijk om zowel voor de vrachtwagens als achter de vrachtwagens in te voegen. Ander verkeer was er bij deze invoegbeweging niet.



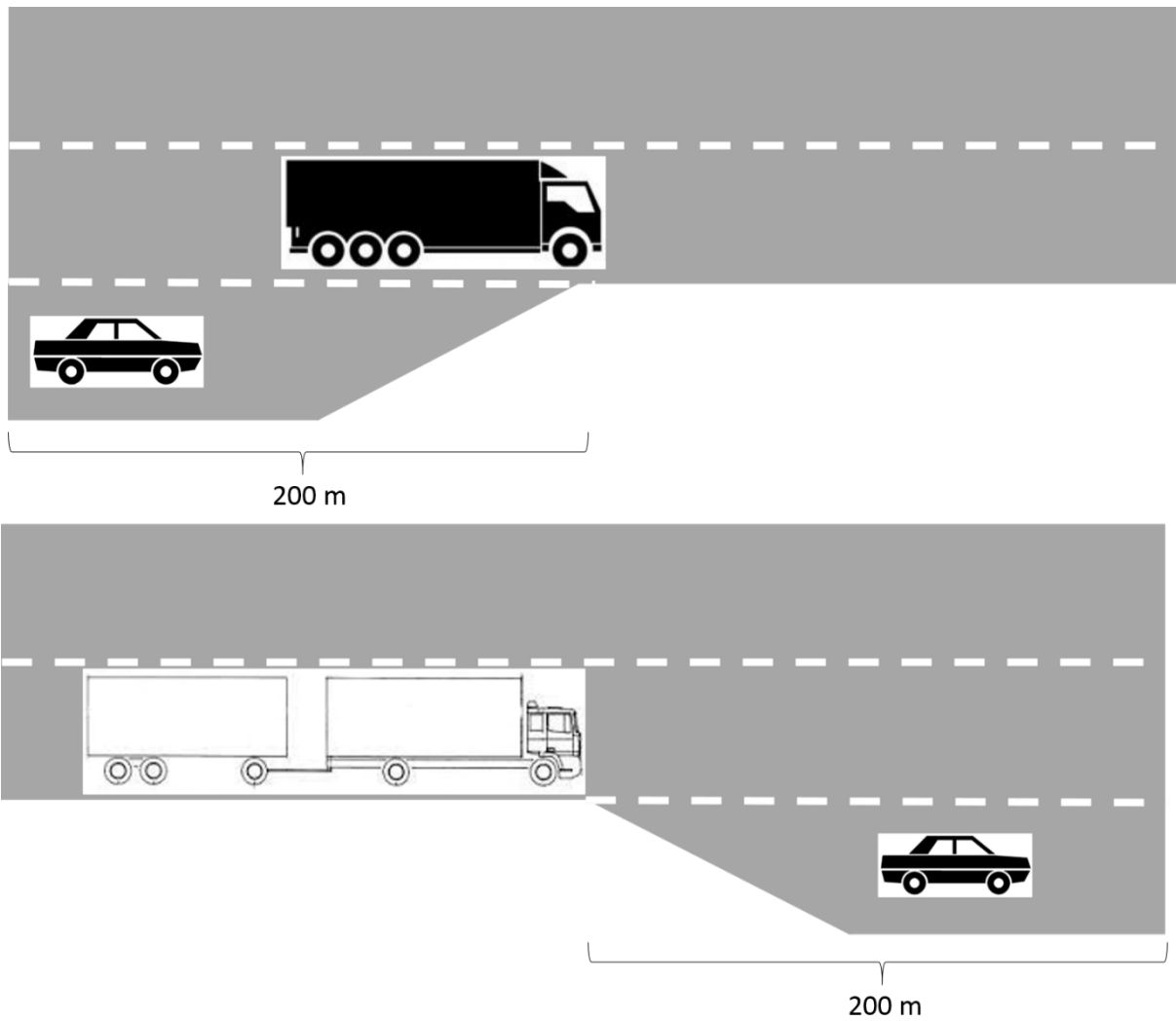
Figuur 10: Invoegen voor en achter LZV en SV

Nadat de participanten de snelweg zijn opgereden, moeten ze nog ongeveer 8,5 kilometer op een relatief rustige snelweg rijden. Op een afstand van 11,2 kilometer⁴ komt de LZV of de SV tevoorschijn en moeten de participanten beslissen of ze voor of achter de vrachtwagen uitvoegen. De uitrit heeft net zoals de oprit een lengte van 200 meter en situeert zich tussen 12150 meter en 12350 meter. Daarna is er nog een uitloop van 250 meter waar de participanten tot stilstand komen.



Figuur 11: Uitvoegen voor en achter LZV en SV

⁴ Het scenario is zo opgebouwd dat de participanten op 2000 meter vertrekken, dit komt doordat dit scenario eerst gebruikt werd voor een ander onderzoek en werd ingekort voor dit onderzoek.



Figuur 12: Voorbeeld in- en uitvoegen op de snelweg

Zoals eerder in dit hoofdstuk al werd aangehaald, worden de testritten gerandomiseerd over de verschillende participanten. We hebben er voor gekozen om 10 verschillende ritcombinaties in te voeren om toevalligheden zo veel mogelijk uit te schakelen. Deze combinaties zijn:

Ritcombinatie	Rit 1	Rit 2	Rit 3
1	Secundaire weg A	Snelweg 1	Snelweg 2
2	Secundaire weg A	Snelweg 2	Snelweg 1
3	Snelweg 1	Secundaire weg A	Snelweg 2
4	Snelweg 1	Snelweg 2	Secundaire weg A
5	Snelweg 2	Snelweg 1	Secundaire weg A

6	Secundaire weg B	Snelweg 1	Snelweg 2
7	Secundaire weg B	Snelweg 2	Snelweg 1
8	Snelweg 1	Secundaire weg B	Snelweg 2
9	Snelweg 1	Snelweg 2	Secundaire weg B
10	Snelweg 2	Snelweg 1	Secundaire weg B

Tabel 1: Randomisatie testritten

Het verschil tussen secundaire weg A en secundaire weg B, ligt in het moment wanneer de participanten de LZV en de SV tegenkomen. Bij het scenario *secundaire weg A* komen de participanten eerst de SV tegen na 700 meter en daarna de LZV na 6200 meter, terwijl dit bij het scenario *secundaire weg B* net andersom is.

4.4. Parameters

Tijdens de simulatieritten werden er een heel aantal parameters gemeten waarvan verwacht wordt dat ze invloed hebben op de verkeersveiligheid. Elke tiende van een seconden werden deze variabelen gelogd en opgeslagen. Uiteindelijk zijn er vijf hoofdparameters die belangrijk zijn bij zowel het inhalen als het in- en uitvoegen. Het zijn dan ook enkel deze parameters die uiteindelijk geanalyseerd worden om uiteindelijk een uitspraak te kunnen doen over de verkeersveiligheid van LZV's.

De vijf parameters die werden gemeten én geanalyseerd zijn:

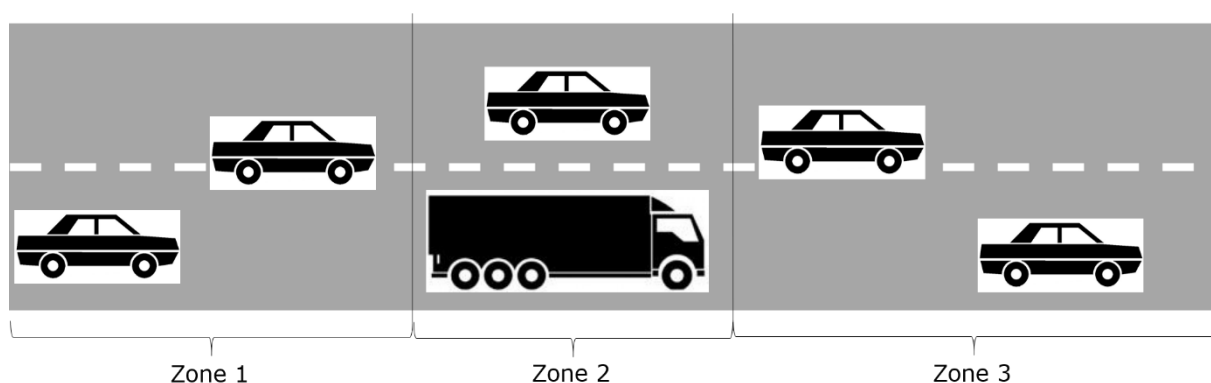
- Snelheid
- Tijd
- Versnelling/ acceleratie
- Afgelegde afstand
- Laterale positie

Vijf parameters die uiteindelijk mee bepalen of een nieuw vervoerssysteem wordt toegelaten lijkt weinig. Toch is het niet zo dat enkel deze vijf parameters bepalen of de LZV positief wordt beoordeeld. Er zijn namelijk 41 subparameters afgeleid van deze hoofdparameters. Een analyse hiervan zal het uiteindelijk resultaat bepalen en maakt het mogelijk om een uitspraak te doen over het toelaten van LZV's op de Vlaamse wegen. Deze resultaten zullen via de open source database *MySQL* worden bewerkt, waarna ze via het statistisch programma *SPSS* op hun gelijkheid tussen LZV en SV worden getest.

Naast de vijf hoofdparameters die met het STISIM-systeem werden gemeten, zijn er ook een aantal kijkparameters die van belang kunnen zijn. Met het *eye tracking* systeem⁵ werden het aantal fixaties en de duur van de fixaties naar bepaalde objecten geregistreerd. Dit wil zeggen dat het aantal keer dat een testpersoon naar een bepaald object kijkt werd geregistreerd, alsook de tijd dat men naar een object keek. Dit is interessante informatie om na te gaan of automobilisten bewust of onbewust kijken naar bepaalde visuele herkenningspunten achteraan op de LZV's (bijvoorbeeld een bordje achteraan de vrachtwagen). Deze data werd evenwel niet gebruikt om het gedrag van de participanten te analyseren. Met de 41 subparameters was er al genoeg data om een correcte uitspraak over de verkeersveiligheid van LZV's te doen. Toch is deze *eye tracking* data niet verloren, want deze kan nog altijd gebruikt worden in een later onderzoek over LZV's.

4.4.1. Parameters bij het inhalen

Zoals hierboven aangehaald zijn er 41 subparameters afgeleid van de hoofdparameters snelheid, tijd, acceleratie, afgelegde afstand en laterale positie. De parameters voor het inhalen worden opgedeeld in drie categorieën. Dit komt doordat de inhaalbeweging is onderverdeeld in drie zones. De eerste zone, ook wel de zone voor het inhalen, begint van zodra de participant een eerste maal de middellijn heeft overschreden. Vanaf dat moment heeft deze participant de intentie om de vrachtwagen in te halen. Zone twee is dan de zone waar de vrachtwagen effectief wordt ingehaald. Deze start van zodra de participant volledig op het linkerrijvak rijdt en eindigt van zodra hij voorbij de vrachtwagen weer op zijn eigen rijvak komt. Dan begint de derde zone die voor elke participant doorloopt tot 300 meter na het overschrijden van de middellijn.



Figuur 13: Inhaalzones secundaire weg

⁵ Belangrijk bij het selecteren van testpersonen is dat er rekening wordt gehouden met het dragen van een bril. Dit kan namelijk voor problemen zorgen om het *eye tracking* systeem juist gekalibreerd te krijgen.

De eerste parameter die we onderzoeken is natuurlijk of de testpersoon de vrachtwagen inhaalt of niet. Hiervoor maken we gebruik van de chi-kwadraatverdeling (X^2 -verdeling), aangezien het hier gaat over een aselechte steekproef uit een normale verdeling. De andere parameters voor elke zone worden in onderstaande tabel weergegeven:

<u>Zone 1</u>	<u>Zone 2</u>	<u>Zone 3</u>
Snelheid bij overschrijden middellijn	Gemiddelde snelheid	Snelheid bij overschrijden middellijn
Aantal keer de middellijn overschreden voor inhalen	Standaardafwijking snelheid	Acceleratie bij overschrijden middellijn
Distance headway bij overschrijden middellijn	Tijd (in seconden) nodig om in te halen	Standaardafwijking acceleratie bij overschrijden middellijn
Acceleratie bij overschrijden middellijn	Lengte (in meter) nodig om in te halen	Gebruik richtingsaanwijzer
Standaardafwijking acceleratie bij overschrijden middellijn	Gemiddelde laterale positie	Laterale positie: meest rechtse positie na inhalen
Gebruik richtingsaanwijzer	Standaardafwijking laterale positie	Distance headway bij overschrijden middellijn
Aantal tegenliggers laten passeren na 1 ^e maal overschrijden middellijn en voor inhalen	Acceleratie op de linkerrijstrook	
Laterale positie: meest linkse laterale positie voor het inhalen	Standaardafwijking acceleratie	
Tijd (in seconden) voor het inhalen: begin = 1 ^e maal middellijn overschrijden		
Lengte (in meter) voor het inhalen: begin = 1 ^e maal middellijn overschrijden		
Distance headway bij 1 ^e maal middelijn overschrijden		

Tabel 2: Parameters secundaire weg

Bijna alle parameters worden met de *independent sample t-test* onderzocht op de gelijkheid van hun gemiddelde waarden. Enkel het gebruik van de richtingsaanwijzer wordt met de *X²-test* onderzocht. Voor elke parameter worden dus de gemiddelde waarden, de standaardafwijkingen en het significantieniveau van het 95% betrouwbaarheidsinterval onderzocht. Deze waarden worden in het hoofdstuk *Resultaten* weergegeven.

4.4.2. Parameters bij het invoegen en uitvoegen

Bij het invoegen en uitvoegen zijn er zowel parameters die op de op-/uitrit zijn gemeten als parameters die specifiek bij de invoegbeweging zijn gemeten. Deze parameters worden in onderstaande tabel weergegeven:

<u>Parameters invoegen</u>	<u>Parameters uitvoegen</u>
Snelheid bij invoegen	Snelheid bij uitvoegen
Longitudinale afstand bij invoegen	Longitudinale afstand bij uitvoegen
Gemiddelde acceleratie oprit	Gemiddelde snelheid uitrit
Standaardafwijking acceleratie oprit	Standaardafwijking snelheid uitrit
Headway distance bij invoegen	Gemiddelde acceleratie uitrit
Gemiddelde laterale positie oprit	Standaardafwijking acceleratie uitrit
Standaardafwijking laterale positie oprit	Headway distance bij uitvoegen
Gemiddelde snelheid oprit	
Standaardafwijking snelheid oprit	

Ook deze parameters worden met een *independent sample t-test* op de gelijkheid van hun gemiddelde waarden onderzocht. Bij al deze parameters gaat het namelijk over twee onafhankelijke steekproeven (een bij de SV en een bij de LZV), waardoor de independent sample t-test de beste manier is om na te gaan of er een verschil is tussen deze beide onafhankelijken.

4.5. Procedure

Elke testpersoon heeft voor, tijdens en na de simulatierit dezelfde procedure doorlopen. Nadat de testpersonen via mail gevonden waren, werden ze uitgenodigd op de universitaire campus Diepenbeek van de Universiteit Hasselt. Ze werden op voorhand niet ingelicht over het doel van de test, om hen zo min mogelijk te beïnvloeden en de test zo waarheidsgetrouw als mogelijk is te laten verlopen. Bij aankomst werd een instemmingformulier overhandigd, met een korte inleiding van het onderzoek, de

waarschuwing voor de kans op 'simulatorziekte' en de vraag tot toestemming voor deelname. Tegelijkertijd werd een korte vragenlijst ingevuld met enkele persoonlijke gegevens van de bestuurders zoals bv. geboortedatum, geslacht en de datum van het behalen van het rijbewijs.

Na deze inleiding werd de testpersoon naar de rijnsimulator gebracht. Daar volgde een kort introductie met de simulator zelf waarbij het stuur, de richtingaanwijzers, de pedalen, de kilometerteller en de toerenteller werden voorgesteld. Op het scherm wordt ook gewezen waar de linker, rechter en centrale achteruitkijkspiegels zich bevinden.

Daarna volgden de verschillende ritten in de simulator. Eerst werden twee opwarmingsritten (1 op de secundaire weg en 1 op de snelweg) van elk 4 kilometer gereden. Deze ritten werden niet geanalyseerd, aangezien ze enkel dienden om de participanten te laten kennismaken met de rijnsimulator. Vervolgens kwamen de drie testritten, die zoals eerder aangehaald werden gerandomiseerd over de verschillende participanten. Na de verschillende ritten werd aan de participanten gevraagd om op een schaal aan te duiden hoeveel inspanning de zopas gereden rit van hen vergde. Op het einde van de test werd een laatste korte vragenlijst overlopen over de ervaringen van de participanten in de rijnsimulator.

Hoofdstuk 5: Resultaten

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van de 48 testen die volledig zijn afgerond. Om het overzicht te bewaren, wordt dit hoofdstuk verder onderverdeeld in drie sub-hoofdstukken: *secundaire weg*, *invoegen op de snelweg* en *uitvoegen op de snelweg*. Voor elk van de verschillende parameters onderzoeken we of er een significant verschil is tussen de SV en de LZV. Aan de hand hiervan gaan we in een later hoofdstuk na of een LZV onveiliger is dan een SV. De parameters die significant verschillend zijn tussen SV en LZV worden in de discussie uitvoerig besproken. Dit wil echter niet zeggen dat de niet-significante parameters minder interessant zijn. Er kan namelijk ook bij deze parameters een verschil zijn tussen SV en LZV dat groot genoeg is om er een uitspraak over te doen in verband met de verkeersveiligheid. Deze laatste parameters worden kort in dit hoofdstuk besproken.

5.1 Secundaire weg

Het subhoofdstuk *secundaire weg* behandelt de inhaalbewegingen van de testritten op de secundaire weg. Belangrijk hierbij is dat enkel de inhaalbewegingen die volledig zijn uitgevoerd worden meegenomen in dit onderdeel van het onderzoek. Van de 96 potentiële inhaalbewegingen, zijn er uiteindelijk 41 ook effectief uitgevoerd. Dit waren er 20 bij de LZV en 21 bij de SV. Het eerste wat we onderzoeken is het verband tussen het type vrachtwagen en het al dan niet inhalen van de vrachtwagen. De X^2 -test die dit verband meet is gelijk aan 0.837 met één vrijheidsgraad. Deze uitslag wijst erop dat er geen verband is tussen het type vrachtwagen en het inhalen van de vrachtwagen. De rest van de resultaten worden onderverdeeld in de drie zones zoals ze in hoofdstuk vier werden voorgesteld.

Zone 1:

Voor zone 1 worden de volgende 11 parameters geanalyseerd:

Parameter	Gemiddelde		Standaardafwijking		T-test
	SV	LZV	SV	LZV	
1: Snelheid (in km/u) bij overschrijden middellijn	62.06	64.33	5.44	7.70	t (df) = 39; p = 0.287
2: Aantal keer de middellijn overschrijden voor inhalen	0.57	0.50	1.12	0.76	t (df) = 39; p = 0.818
3: Distance headway bij overschrijden van middellijn	27.41	35.32	7.59	8.79	t (df) = 39; p = 0.004
4: Acceleratie bij overschrijden van middellijn	0.38	0.34	0.49	0.37	t (df) = 39; p = 0.789

5: Standaardafwijking acceleratie bij overschrijding middellijn			0.49	0.37	
6: Aantal tegenliggers laten passeren na 1e maal overschrijden middellijn	0.33	0.25	0.58	0.44	t (df) = 39; p = 0.609
7: Meest linkse laterale positie voor inhalen	-1.75	-1.78	0.24	0.27	t (df) = 39; p = 0.666
8: Tijd (in sec) tussen 1e maal middellijn overschrijden en inhalen	5.91	5.64	14.58	8.16	t (df) = 39; p = 0.944
9: Lengte (in m) tussen 1e maal middellijn overschrijden en inhalen	93.49	92.05	226.86	128.53	t (df) = 39; p = 0.98
10: Distance headway bij 1e maal middellijn overschrijden	30.60	40.10	6.74	11.30	t (df) = 39; p = 0.002

Tabel 3: Resultaten zone 1 secundaire weg

De laatste parameter die in zone 1 wordt onderzocht, is het gebruik van de richtingsaanwijzer. De *Pearson* $X^2 = 0.972$ met één vrijheidsgraad. Dit wil zeggen dat er geen significant verschil is in het gebruik van de richtingsaanwijzer bij het inhalen van LZV's of SV's.

Enkel voor de twee *distance headway*-parameters is er een significant verschil tussen de gemiddelde waarde voor beide type vrachtwagens. Als we afgaan op die gemiddelde waarden, zien we dat mensen meer afstand bewaren met de LZV dan met de SV wanneer ze voorbijsteken of een poging doen om voorbij te steken. Voor de andere parameters is er geen significant verschil tussen LZV en SV.

Hoewel er dus geen significant verschil is tussen de SV en de LZV voor de overige parameters, zijn er wel een aantal interessante vaststellingen. Zo zien we voor de parameter 'snelheid bij het overschrijden van de middellijn' dat er gemiddeld een verschil is van meer dan 2 km/u tussen beide types vrachtwagens. De participanten anticiperen gemiddeld gezien dus wel op de lengte van de LZV, door aan een iets hogere snelheid hun inhaalbeweging in te zetten. Wanneer we kijken naar de spreiding over alle participanten, valt op dat voor de parameter de standaardafwijking hoger is bij de LZV. Hieruit leiden we af dat zeker niet alle participanten hun inhaalbeweging met een hogere snelheid inzetten bij de LZV dan bij de SV. Een andere interessante vaststelling is dat de participanten blijkbaar minder moeite hebben bij het inhalen van de LZV dan bij het inhalen van de SV. Dit leiden we af uit de parameters: 'aantal keer de middellijn overschrijden voor het inhalen' en 'aantal tegenliggers laten passeren na 1^e maal overschrijden van de middellijn'. Voor beide parameters zien we dat zowel het gemiddelde als de standaardafwijking kleiner is bij de LZV. Dit maakt duidelijk dat het

inhalen van eender welk type vrachtwagen eerder afhankelijk is van het tegemoetkomend verkeer dan van de vrachtwagen.

Zone 2:

De parameters bij het inhalen zelf worden hieronder in tabel 4 weergegeven.

Parameter	Gemiddelde		Standaardafwijking		T-test
	SV	LZV	SV	LZV	
1: Gemiddelde snelheid (in km/u) bij inhalen	74.99	76.93	4.97	5.11	t (df) = 38; p = 0.230
2: Standaardafwijking snelheid	6.66	6.23	3.20	3.56	t (df) = 38; p = 0.696
3: Tijd (in seconden) nodig om in te halen	11.54	12.79	2.51	2.24	t (df) = 38; p = 0.107
4: Lengte (in meter) nodig om in te halen	238.89	271.28	46.83	38.94	t (df) = 38; p = 0.023
5: Gemiddelde laterale positie	-0.71	-0.88	0.30	0.25	t (df) = 38; p = 0.063
6: Standaardafwijking laterale positie	0.82	0.84	0.09	0.09	t (df) = 38; p = 0.632
7: Acceleratie linkerrijstrook	0.58	0.46	0.34	0.30	t (df) = 38; p = 0.252
8: Standaardafwijking acceleratie	0.53	0.57	0.21	0.24	t (df) = 38; p = 0.621

Tabel 4: Resultaten zone 2 secundaire weg

Hier zien we dat er enkel voor de parameter 'lengte nodig om in te halen' een significant verschil is tussen het gemiddelde van de SV en het gemiddelde van de LZV. De participanten hebben duidelijk een significant langere afstand nodig om de LZV in te halen in vergelijking met de SV.

Wanneer we in de tabel echter kijken naar de parameter: 'de tijd die nodig is om in te halen', zien we geen significant verschil tussen SV en LZV. Dit heeft natuurlijk te maken met de gemiddelde inhaalsnelheid, die ongeveer 2 km/u hoger ligt bij de LZV dan bij de SV. Dat de snelheid waarmee de participanten de vrachtwagen voor zich inhalen hoger ligt bij de LZV dan bij de SV is normaal. De participanten willen namelijk anticiperen op de lengte van de LZV om de inhaalbeweging zo kort mogelijk te houden. Dat de snelheid bij de LZV daardoor 7 km/u hoger ligt dan de toegelaten snelheid heeft weinig invloed op de verkeersveiligheid. Toch moet ook hier rekening mee gehouden worden wanneer bepaald wordt op welke wegen de LZV's worden toegelaten. Een andere parameters waar men rekening mee moet houden bij het bepalen van de secundaire wegen waar LZV's mogen rijden, is 'de gemiddelde laterale positie op het linkerrijvak'. Deze

parameter was namelijk net niet-significant verschillend voor LZV en SV, maar het verschil tussen beide types vrachtwagens was wel opvallend groot. De participanten hielden namelijk opvallend meer afstand van de LZV dan van de SV. De secundaire wegen waar LZV's op toegelaten worden, zullen dus voldoende breed moeten zijn. Hierdoor zullen bestuurders de LZV op een veilige en comfortabele manier kunnen inhalen. Toch mogen de wegen ook niet te breed zijn, zodat er nog een zekere barrière blijft om de LZV in te halen. Dit zal de verkeersveiligheid mee verhogen, aangezien bestuurders meer op hun hoeden gaan zijn wanneer ze de LZV gaan voorbijsteken.

Een andere interessante niet-significante parameter is 'de acceleratie op de linkerrijstrook'. De gemiddelde acceleratie op de linkerrijstrook is kleiner bij de LZV dan bij de SV. Dit is vrij onverwacht, maar waarschijnlijk te verklaren doordat veel testpersonen die beide vrachtwagens inhaalden toevallig eerst de SV moesten inhalen. Uit de resultaten blijkt dat de snelheid en de acceleratie van de participanten bij de eerste vrachtwagen die ze inhaalden hoger was dan bij de tweede vrachtwagen. Ondanks de randomisatie blijkt nu toch dat meer participanten eerst de SV hebben ingehaald en pas dan de LZV. Dit is echter niet heel erg bepalend voor de uitkomst, aangezien het verschil niet significant is tussen beide types vrachtwagens. Er moet wel in het achterhoofd gehouden worden dat de snelheid en acceleratie in de realiteit hoger kan liggen dan bij deze simulatiestudie het geval was.

Zone 3

Voor de laatste zone op de secundaire weg, worden er zes parameters onderzocht. De eerste vijf parameters worden met de t-test op hun significantie getest en zijn weergegeven in onderstaande tabel. De zesde en laatste parameter wordt met de X^2 onderzocht.

Parameter	Gemiddelde		Standaardafwijking		T-test
	SV	LZV	SV	LZV	
1: Snelheid (in km/u) bij overschrijden middellijn	81,50	81,22	9,76	7,38	t (df) = 38; p = 0.917
2: Acceleratie bij overschrijden van de middellijn	-0,0043	0,0053	0,40	0,50	t (df) = 38; p = 0.947
3: Standaardafwijking acceleratie bij overschrijden van de middellijn			0,40	0,50	
4: Meest rechtse laterale positie na inhalen	1,81	1,95	0,17	0,21	t (df) = 38; p = 0.033

5: Distance headway bij overschrijden van de middellijn	-41,17	-45,72	11,28	9,95	t (df) = 38; p = 0.186
--	--------	--------	-------	------	---------------------------

Tabel 5: Resultaten zone 3 secundaire weg

Ook voor zone 3 wordt het gebruik van de richtingsaanwijzer geanalyseerd. De *Pearson X²* voor deze parameter heeft een waarde van 0.942 met één vrijheidsgraad en is daardoor ook niet significant verschillend voor LZV's en SV's. Na het inhalen zien we dat er enkel een significant verschil is bij de parameter 'meest rechtse laterale positie na het inhalen'. De participanten rijden meer aan de rechter kant van de weg na het inhalen van de LZV dan na het inhalen van de SV.

Zowel de snelheid als de acceleratie bij het overschrijden van de middellijn zijn vrijwel gelijk voor de LZV en de SV. De gemiddelde snelheid bij het overschrijden van de middellijn ligt voor beide types vrachtwagens op ongeveer 81 km/u. Dit is 11 km/u hoger dan de toegelaten snelheid en meer dan 4 km/u hoger dan de gemiddelde snelheid over de hele inhaalbeweging. Dit wil zeggen dat de participanten tijdens het inhalen steeds sneller gaan rijden en dat zowel bij de LZV als bij de SV. Doordat deze gemiddelde snelheden ongeveer gelijk zijn voor beide types, kunnen we concluderen dat de participanten in beide gevallen veilig hebben kunnen voorbijsteken. Wanneer dit voor de LZV bijvoorbeeld niet het geval zou zijn, zouden we zien dat de gemiddelde snelheid in zone 3 voor de LZV veel hoger zou liggen dan voor de SV. Dit zou betekenen dat de participanten bij de LZV op het laatste zouden moeten versnellen om een botsing met het tegemoetkomend verkeer te vermijden. Dit zou zich ook vertalen in een veel grotere acceleratie in zone 3. Nu is er echter bijna geen acceleratie, wat erop wijst dat de meeste participanten zich gewoon laten uitrollen totdat ze weer de correcte snelheid van 70 km/u hebben bereikt. Ze doen dit zowel bij de LZV als bij de SV.

De distance headway bij het overschrijden van de middellijn in zone 1 was significant verschillend, maar in zone 3 is dit niet het geval. De participanten voegen gemiddeld wel ongeveer vier meter verder in bij de LZV dan bij de SV. De participanten houden dus wel (onbewust) rekening met de langere remafstand van de LZV door verder weer in te voegen. Wanneer de LZV voor een bepaald obstakel moeten remmen, geven ze hem iets meer ruimte om dit te doen. Extra onderzoek moet echter wel nog uitwijzen of deze vier meter extra voldoende is om potentiële ongelukken te vermijden.

5.2 Invoegen op de snelweg

Na de rit op de secundaire weg moesten de participanten twee ritten op de snelweg afleggen. Hiervoor moesten ze zowel bij een LZV als bij een SV invoegen. De snelheid van zowel de LZV als de SV bij het invoegen was 80 km/u, dit is belangrijk om de resultaten van een aantal van de parameters goed te kunnen begrijpen. De resultaten van de parameters voor het invoegen op de snelweg worden in onderstaande tabel weergegeven.

Parameter	Gemiddelde		Standaardafwijking		T-test
	SV	LZV	SV	LZV	
1: Snelheid (in km/u) bij invoegen	92.16	87.88	24.62	31.25	t (df) = 94; p = 0.460
2: Longitudinale afstand bij invoegen	2873.03	2892.13	32.85	43.30	t (df) = 94; p = 0.017
3: Gemiddelde acceleratie op de oprit	0.30	0.39	0.67	0.84	t (df) = 94; p = 0.555
4: Standaardafwijking acceleratie op de oprit	0.60	0.64	0.52	0.43	t (df) = 94; p = 0.722
5: Headway distance bij het invoegen	2.02	10.41	28.02	40.90	t (df) = 94; p = 0.244
6: Gemiddelde laterale positie op de oprit	12.46	12.57	0.26	0.24	t (df) = 94; p = 0.034
7: Standaardafwijking laterale positie op de oprit	0.48	0.47	0.13	0.10	t (df) = 94; p = 0.763
8: Gemiddelde snelheid (in km/u) op de oprit	88.42	83.84	25.67	31.39	t (df) = 94; p = 0.434
9: Standaardafwijking snelheid op de oprit	3.24	4.18	2.92	3.60	t (df) = 94; p = 0.166

Tabel 6: Resultaten invoegen

Er zijn slechts twee parameters waarvoor er een significant verschil is tussen de SV en de LZV, namelijk 'de longitudinale afstand bij het invoegen' en 'de gemiddelde laterale positie op de oprit'. Een andere opvallende vaststelling is dat invoegsnelheid bij de SV gemiddeld hoger is dan bij de LZV. Men kan verwachten dat het omgekeerde logischer zou zijn. Maar wanneer we de headway distance bij het invoegen erbij nemen, wordt meteen duidelijk waarom de gemiddelde invoegsnelheid hoger is bij de SV. Om te beginnen zien we aan deze parameter dat de participanten vooral achter de type vrachtwagens invoegen. Zowel bij de SV als bij de LZV is de gemiddelde headway distance namelijk positief. Ook zien we dat de headway distance voor de SV kleiner is dan voor de LZV. Dit wil zeggen dat de participanten sneller en dus ook korter bij de SV invoegen dan bij de LZV, wat de hogere invoegsnelheid bij de SV verklaart. De

participanten houden dus ook bij het invoegen rekening dat de LZV door zijn lengte en gewicht minder wendbaar is dan een SV.

5.3 Uitvoegen op de snelweg

Voor het uitvoegen op de snelweg zien we dat er voor geen enkele van de zeven parameters een significant verschil wordt gevonden.

Parameter	Gemiddelde		Standaardafwijking		T-test
	SV	LZV	SV	LZV	
1: Snelheid (in km/u) bij uitvoegen	86.11	86.40	14.04	13.03	t (df) = 94; p = 0.921
2: Longitudinale afstand bij uitvoegen	12206.76	12205.29	42.49	35.02	t (df) = 94; p = 0.854
3: Gemiddelde snelheid (in km/u) op de uitrit	84.42	87.66	18.72	12.35	t (df) = 93; p = 0.318
4: Standaardafwijking snelheid op de uitrit	0.76	0.86	1.01	1.30	t (df) = 93; p = 0.608
5: Gemiddelde acceleratie op de uitrit	-0.12	-0.23	0.49	0.37	t (df) = 93; p = 0.192
6: Standaardafwijking acceleratie op de uitrit	0.11	0.09	0.21	0.15	t (df) = 93; p = 0.192
7: Headway distance bij uitvoegen	77.00	75.34	114.33	105.50	t (df) = 94; p = 0.941

Tabel 7: Resultaten uitvoegen

Het meest opvallende resultaat is dat de headway distance bij de SV groter is dan deze van de LZV. Dit wil zeggen dat de participanten gemiddelde gezien korter bij de LZV uitvoegen dan bij de SV, wat bij het invoegen nog omgekeerd was. De overige parameters verschillen zo minimaal van elkaar dat er eigenlijk geen verschil is tussen de LZV en de SV.

5.4 Postbevraging

Zoals eerder werd aangehaald, moesten de participanten na het rijden van de testritten op een aantal vragen antwoord geven. Naast een aantal standaardvragen zoals de vraag naar het doel van het onderzoek, zijn er ook een aantal specifieke vragen gesteld over de LZV. De belangrijkste uitkomsten hiervan worden besproken.

Zo zien we dat 27 van de 48 participanten een ander soort vrachtwagen dan de SV heeft opgemerkt. Deze 27 participanten hebben ook allemaal het waarschuwingsbord achteraan de LZV opgemerkt. Op de vraag of de participanten het moeilijker vonden om de LZV in te halen dan de SV, antwoordden 12 van de 27 die de LZV hebben opgemerkt positief. Minder dan de helft van de participanten die de LZV opmerkte vond het ook effectief moeilijker om deze in te halen. Bij het invoegen op de snelweg, hadden 40 participanten

opgemerkt dat ze bij twee verschillende vrachtwagens hadden ingevoegd. Van deze 40 participanten vond de helft het moeilijker om bij de LZV in te voegen. Het uitvoegen ten slotte was slechts voor 4 participanten moeilijker bij de LZV dan bij de SV.

Voor wat betreft het nut van de LZV op economisch en ecologisch vlak zijn de participanten vrij eensgezind. Zo denken 39 participanten dat de LZV ecologisch beter zal zijn dan de SV en 44 participanten denken dat de LZV economisch een grotere meerwaarde heeft dan de SV. Wanneer er specifiek naar de verkeersveiligheid gevraagd werd, vonden slecht 15 participanten de LZV niet gevaarlijker is dan de SV. Vijf participanten vonden de LZV veel gevaarlijker en 28 personen vonden de LZV slechts een beetje gevaarlijker dan de SV.

Ten slotte werden er ook vragen gesteld over het waarschuwbord achteraan de LZV. Zoals eerder aangehaald, hebben 27 participanten dit bord ook effectief waargenomen. Toch zijn 46 participanten ervan overtuigd dat dit waarschuwbord nuttig is voor de bestuurders die achter een LZV rijden. Van de 48 participanten zijn er 39 die vinden dat een waarschuwbord de verkeersveiligheid gaat verhogen. De meest voorkomende opmerking bij dit waarschuwbord was wel dat het duidelijk en leesbaar moet zijn. Het bord dat nu op de LZV was bevestigd met enkel de afmetingen op was voor sommige participanten niet duidelijk genoeg.

Hoofdstuk 6: Discussie

Nu de resultaten voor de drie verschillende testritten bekend zijn, kan er een uitspraak worden gedaan over de verkeers-(on)veiligheid van LZV's. Om het overzicht te bewaren, zal er net zoals in het vorige hoofdstuk met drie subhoofdstukken worden gewerkt. In dit hoofdstuk worden enkel de parameters besproken die significant verschillend zijn voor LZV en SV. Daarnaast wordt er ook een globale uitspraak gedaan over de verkeersveiligheid van LZV's. Dit zal gebeuren door verschillende parameters met elkaar te vergelijken en alle parameters terug te koppelen naar de vijf oorspronkelijke hoofdparameters namelijk: snelheid, tijd, afstand, acceleratie en longitudinale positie.

6.1. Secundaire weg

Bij het inhalen op de secundaire weg, zien we dat er 'slechts' vier van de 25 parameters significant verschillend zijn voor de LZV en de SV. Dit kan erop duiden dat de LZV op de secundaire weg niet (veel) verkeersonveiliger is dan de SV. Maar om hier een objectieve uitspraak over te doen, worden deze vier resultaten van naderbij bekeken.

Zone 1

In de zone voor het inhalen waren er twee parameters die significant verschillend waren, namelijk 'de distance headway bij de eerste overschrijding van de middellijn' met: $t(df) = 39$; $p = \mathbf{0.002}$ en 'de distance headway bij het overschrijden van de middellijn' met: $t(df) = 39$; $p = \mathbf{0.004}$. Het is niet heel onverwacht dat net deze twee parameters significant verschillend zijn voor LZV en SV. De distance headway is namelijk de afstand in meters tussen de twee voertuigen. En het is niet onlogisch dat de participanten (onbewust) meer veiligheidsruimte laten tussen zichzelf en de LZV, dan tussen zichzelf en de SV. Dit komt hoogstwaarschijnlijk door het waarschuwbord achteraan de vrachtwagen, waarop de lengte van de LZV wordt weergegeven. Bij de postbevraging bleek dan ook dat 27 participanten het waarschuwbord hebben gezien. Ook vonden 46 participanten het nuttig dat er een waarschuwbord op de LZV hangt en 39 participanten zijn van mening dat dit bord de verkeersveiligheid gaat verhogen. We mogen er dus van uitgaan dat het waarschuwbord achteraan de LZV er mee voor zorgt dat bestuurders die een LZV inhalen meer afstand bewaren. Dit is zeer belangrijk omdat het er voor zorgt dat de verkeersveiligheid wel degelijk verhoogd wordt. Wanneer bestuurders meer afstand bewaren met de voorligger hebben ze namelijk meer overzicht op het andere verkeer. Voldoende afstand bewaren is echter altijd heel belangrijk bij vrachtwagens en dus zeker bij LZV's. Bijna 15% van de dodelijke ongevallen met vrachtwagens op secundaire wegen gebeuren door onvoldoende afstand tussen de

voertuigen (Martensen, 2009). Daarom is het dus heel belangrijk dat zowel de automobilisten als de vrachtwagenchauffeurs voldoende afstand bewaren.

Wanneer we de standaardafwijking bekijken, zien we dat de spreiding over de verschillende participanten groter is bij de LZV dan bij de SV. Dit hoeft echter niet te betekenen dat de LZV automatisch verkeersonveiliger is dan de SV. Doordat de participanten meer afstand bewaren met de LZV dan met de SV, hebben ze een beter zicht op het tegemoetkomend verkeer en kunnen ze ook bij de LZV op een veilige manier inschatten of ze de vrachtwagen voorbijsteken of niet. Deze langere distance headway is bijgevolg een teken dat de LZV niet verkeersonveiliger is dan de SV, maar er moet wel rekening worden gehouden met het feit dat bestuurders verder van de LZV gaan rijden dan van de SV.

Zone 2

De lengte die de participanten nodig hebben om de verschillende types vrachtwagens in te halen is wel significant verschillend van elkaar (t (df) = 38; $p = \mathbf{0.023}$). De participanten rijden meer dan 32 meter langer op de linkerrijstrook wanneer ze de LZV inhalen dan wanneer ze de SV inhalen. Dit verschil kan dan wel significant zijn tussen beide type vrachtwagens, maar dit wil niet zeggen dat de LZV daarom verkeersonveiliger is dan de SV. Zoals eerder aangehaald zal alles afhangen van het tegemoetkomend verkeer en het inschattingsvermogen van de persoon die de vrachtwagen inhaalt. Wanneer de inhalende bestuurder echter geen rekening houdt met deze langere inhaallengte, zijn potentieel gevaarlijke verkeerssituaties onvermijdelijk. Hoewel er zich tijdens de testritten geen potentieel gevaarlijke verkeerssituaties hebben voorgedaan, kunnen we uit de testen ook niet afleiden dat de participanten er zich van bewust waren dat ze meer afstand op de linkerrijstrook gingen afleggen. Het is dus niet onverstandig om de bevolking voldoende te sensibiliseren voordat de LZV's worden toegelaten op de Vlaamse wegen. Ook een uitbreiding van het waarschuwingsbord achteraan de LZV met naast de lengte van de vrachtwagen ook de inhaaltijd en -afstand is een piste die zeker kan worden gevolgd. Deze extra maatregelen zorgen er enkel voor dat de verkeerssituatie veiliger wordt.

Zone 3

Ook de meest rechtse positie na het inhalen is gemiddeld gezien significant verschillend voor de LZV en de SV (t (df) = 38; $p = \mathbf{0.033}$). Bij de LZV rijden de participanten gemiddeld 14 centimeter meer naar rechts wanneer ze terug op de rechterrijstrook invoegen dan bij de SV. Dit kan voor veiligheidsproblemen zorgen voor fietsers op wegen zonder fietspad of op wegen met een aanliggend fietspad. Wanneer bestuurders op die plaatsen een LZV inhalen en (te) ver naar rechts uitzwaaien bij het terugkeren op de

rechterrijstrook, kunnen zij de fietsers in gevaar brengen. Ook dit is een element om rekening mee te houden bij het selecteren van de wegen waarop de LZV worden toegelaten. Bij voldoende brede wegen en wegen met een afgescheiden fiets- en voetpad zullen er geen problemen met de verkeersveiligheid ontstaan.

Uit voorgaande bespreking van de significant verschillende parameters voor de secundaire weg kunnen we besluiten dat de LZV op dit type weg niet gevaarlijker is dan de SV. Van de 25 onderzochte parameters waren er namelijk 'slechts' vier die significant verschillend waren. Er zijn dus slechts vier parameters waar we met 95% zekerheid kunnen zeggen dat ze verschillend zullen zijn voor beide types. Ook kunnen we besluiten dat bestuurders een vrachtwagen inhalen op de secundaire weg vooral rekening moeten houden met het tegemoetkomend verkeer. Bestuurders moeten zowel bij SV's als bij LZV's de juiste inhaalafstand en -tijd inschatten om zo te vermijden dat ze in botsing komen met het verkeer dat uit de andere richting komt. Uit de simulatiestudie blijkt niet dat dit voor de LZV moeilijker is dan voor de SV, waardoor we kunnen aannemen dat er geen verschil is in verkeersveiligheid tussen beide types van vrachtwagens.

6.2. Invoegen op de snelweg

Het invoegen op de snelweg gebeurt voor of achter de vrachtwagen. Voor de verkeersveiligheid speelt dit niet echt een rol, maar om een idee te geven van hoe de participanten reageren op de twee types voertuigen zijn hier toch nog de resultaten. Bij de SV zijn er 20 participanten die voor de vrachtwagen de snelweg zijn opgereden, terwijl dit bij de LZV 18 participanten zijn.

Zoals uit de resultaten bleek, zijn er twee parameters die significant verschillend zijn voor de LZV en de SV. De eerste en belangrijkste is 'de longitudinale afstand' die afgelegd wordt door de participanten voor ze invoegen op de snelweg. Deze afstand is belangrijk om de minimale lengte van de oprit te bepalen die bestuurders nodig hebben om veilig in te voegen bij een LZV. We zien dat er een significant verschil is in longitudinale afgelegde afstand tussen de LZV en de SV ($t(df) = 94; p = \mathbf{0.017}$). De lengte oprit die in de simulator was geprogrammeerd, bedroeg 200m. Uit de resultaten blijkt dat de participanten gemiddeld na 122 meter invoegen. Een minimale opritlengte van 200 meter is dus zeker te verdedigen met het oog op de verkeersveiligheid. Hierdoor blijkt nogmaals dat er goed moet onderzocht worden op welke (snel)wegen de LZV worden toegelaten.

De gemiddelde laterale positie op de oprit is ook significant verschillend voor beide type vrachtwagens ($t(df) = 94; p = \mathbf{0.034}$). Bij de LZV zien we dat de participanten zich meer rechts positioneren op de oprit en dus verder van de vrachtwagen rijden dan bij de

SV. Dit valt te verklaren doordat de participanten langer langs de LZV rijden dan langs de SV en zo de indruk krijgen dat ze er korterbij rijden. Veel participanten hebben dan ook de neiging om iets meer naar de rechterkant te rijden. Dit hoeft echter geen probleem te zijn voor de verkeersveiligheid, zolang de bestuurders niet te ver naar rechts uitwijken natuurlijk en zich op tijd naar links begeven om veilig in te voegen.

6.3. Uitvoegen op de snelweg

Voor het uitvoegen op de snelweg worden zeven parameters geanalyseerd. Het verschil tussen LZV en SV is voor alle parameters niet significant, waardoor we kunnen stellen dat er eigenlijk geen echt verschil is tussen beide types vrachtwagen voor wat betreft het uitvoegen. Dit wil eigenlijk zeggen dat de participanten evenveel moeite hadden om uit te voegen bij een LZV als bij een SV en dat er geen verschil is voor de verkeersveiligheid in dit geval. Dit is ook niet geheel onverwacht, aangezien de participanten al op één kilometer voor de afrit wisten waar ze moesten uitvoegen. Hierdoor konden ze ruim op tijd anticiperen op zowel de SV als de LZV die voor hen reed. De participanten hadden dus voldoende tijd om te beslissen of ze de vrachtwagen nog gingen voorbijsteken voor de afrit of niet. In de werkelijkheid is dit meestal ook het geval. Veel automobilisten weten ruim op voorhand welke afrit ze moeten nemen, zeker met de moderne GPS-systemen. Hierdoor kunnen ze ook in echte verkeerssituaties ruim op tijd beslissen of ze voor of achter een LZV willen uitvoegen. Het enige probleem dat er zich in dit verband kan voordoen is dat automobilisten die op de linkerrijstrook rijden niet op tijd kunnen uitvoegen doordat er (te veel) LZV's op de rechterrijstrook rijden. Dit zou kunnen leiden tot onveilige situaties wanneer deze automobilisten toch nog willen uitvoegen. Toch is het helemaal niet zeker dat LZV's deze situaties meer in de hand werken dan SV's dat nu al doen, zeker wanneer een waarschuwingsbord op de LZV het achteropkomend verkeer informeert over de lengte van de vrachtwagen.

6.4. Globale uitspraak over de verkeersveiligheid: aannemen en verwerpen van de hypothesen

Wanneer we alle onderzochte parameters terugbrengen naar de oorspronkelijke vijf hoofdparameters kunnen we een correcte uitspraak doen over de verkeersveiligheid van de LZV. Deze vijf hoofdparameters waren: snelheid, tijd, afstand, acceleratie en laterale positie.

De snelheid is bij de drie onderzocht condities nooit significant verschillend geweest met de controlecondities. Zoals werd verwacht was de snelheid bij het inhalen op de secundaire weg hoger bij de LZV dan bij de SV. Toch was dit verschil in alle drie de onderzocht zones niet significant. Het gevonden verschil was maximaal slechts 2 km/u,

wat verwaarloosbaar klein is bij de snelheden die de participanten reden. Bij het invoegen en uitvoegen speelt de snelheid een kleinere rol dan bij het inhalen op de secundaire weg. Toch zien we ook hier dat er slechts een minimaal verschil is. Deze parameter in acht genomen, verwerpen we de alternatieve hypothese en nemen we aan dat er geen verschil is in de verkeersveiligheid tussen LZV's en SV's.

De tweede hoofdparameter is de tijd, hiermee wordt de distance headway of ook wel de volgfafstand berekend. Uit de literatuur is gebleken dat dit een belangrijke parameter is, aangezien veel LZV-chauffeurs erover klagen dat bestuurders van personenwagens de correcte volgfafstand niet respecteren. Gelukkig blijkt uit de resultaten dat dit bij de simulatorstudie niet het geval was. Enkel bij het uitvoegen was de distance headway kleiner bij de LZV dan bij de SV. Dit wil dus zeggen dat de participanten zowel bij het inhalen als bij het invoegen meer tijd en ruimte lieten tussen zichzelf en de LZV dan tussen zichzelf en de SV. Dit is een heel positieve uitkomst en zorgt er mee voor dat de verkeersveiligheid gegarandeerd is. Ook de tijd die nodig is om een LZV of SV in te halen werd met behulp van deze parameter berekend. Ook hier zien we slechts een klein verschil. Bij deze parameter kunnen we dus besluiten dat de alternatieve hypothese kan worden verworpen, doordat de automobilisten op een correcte manier omgaan met de LZV.

De volgende parameter is afstand. Wanneer we naar het inhalen op de secundaire weg kijken, drukt deze parameter de afgelegde afstand uit van het begin tot het einde van de inhaalbeweging. Met andere woorden kunnen we aan de hand hiervan berekenen hoe lang de wagen op het linkerrijvak heeft gereden. Bij de ritten op de snelweg kunnen we aan de hand van deze parameter berekenen hoe ver op de op- en afrit er wordt in- en uitgevoerd. Dit geeft ons een goed beeld van hoe veilig de bestuurders van personenwagens kunnen in en uitvoegen. De parameter afstand is zoals misschien wel te verwachten was, degene waar de LZV het minst goed op scoort. Zowel bij het inhalen als bij het invoegen zien we dat er een significant verschil is tussen beide types vrachtwagen. Zo hebben de participanten meer afstand nodig om een LZV in te halen en voegen ze ook verder in bij de LZV. Wanneer we de exacte cijfers echter analyseren, zien we dat dit zowel bij het inhalen als bij het invoegen geen extra risico's met zich meebrengt, waardoor we de alternatieve hypothese weer kunnen verwerpen.

De vierde hoofdparameter is iets minder belangrijk voor wat betreft de verkeersveiligheid. De acceleratie is dan ook nergens significant verschillend tussen LZV en SV. De laatste parameter, de laterale positie, is enkel na het invoegen en op de oprit significant verschillend. Dit geeft enkel verkeersveiligheidsproblemen voor de zwakke weggebruiker indien deze zich op de rijweg bevinden. Dit moet worden meegenomen in

de analyse van de wegen waar LZV's worden toegelaten. Ook op basis van deze laatste twee hoofdparameters kunnen we de alternatieve hypothese verwerpen.

Hoofdstuk 7: Conclusie

Algemeen kunnen we stellen dat er weinig verschil is tussen LZV's en SV's voor wat betreft de verkeersveiligheid. Zowel uit de literatuurstudie als uit de simulatorstudie is gebleken dat op de meest cruciale veiligheidspunten de LZV's en SV's vergelijkbaar zijn. Er is dus geen fundamenteel probleem dat de invoer van de LZV's op de Vlaamse wegen in de weg staat. De nulhypothese: $H_0: verkeersveiligheid_{(LZV)} = verkeersveiligheid_{(SV)}$ wordt dan ook aangenomen.

Uit de simulatorstudie is duidelijk gebleken dat noch op de secundaire weg noch op de snelweg grote veiligheidsproblemen zullen optreden wanneer LZV's worden toegelaten. Van de in totaal 41 onderzochte parameters zijn er uiteindelijk zes die fundamenteel verschillend waren voor LZV's en SV's. Vier van die zes parameters kwamen uit de analyse van de rit op de secundaire weg. Dit is niet verwonderlijk, aangezien er tijdens deze rit 25 parameters onderzocht werden. De parameter 'Lengte (in meter) nodig om in te halen' is hierbij de belangrijkste en meest relevante voor wat betreft de verkeersveiligheid. Deze inhaallengte was bij de LZV gemiddeld ruim 32 meter langer dan bij de SV. Dit brengt natuurlijk consequenties met zich mee wat betreft de verkeersveiligheid van de automobilisten die deze LZV's inhalen en van de chauffeurs die in de tegenovergestelde richting rijden. Wanneer iemand 32 meter langer op het 'verkeerde' rijvak rijdt, heeft hij namelijk meer kans om in botsing te komen met het tegemoetkomend verkeer. Daarom is het bij de LZV nog veel belangrijker dan bij de SV dat de inhalende chauffeurs goed inschatten hoe lang ze nodig hebben om de vrachtwagen in te halen. Het verkeersveiligheidsprobleem situeert zich dus niet uitsluitend bij de LZV, maar vooral ook bij de automobilisten die willen inhalen. Toch zien we ook dat de participanten hierop anticiperen. Vooralleer ze inhalen zien we dat ze meer afstand bewaren tot de LZV dan tot de SV. Zo zijn de twee distance headways⁶ die werden gemeten significant groter bij de LZV dan deze bij de SV. Dit geeft duidelijk weer dat de participanten in elk geval voorzichtiger zijn wanneer ze de LZV voorbijsteken. Door meer ruimte te laten tussen hun eigen voertuig en de LZV die voor hen rijdt, geven ze zichzelf meer tijd en ruimte om hun inhaalbeweging in te zetten. Dit brengt twee voordelen met zich mee. Ten eerste hebben ze meer zicht op het aankomend verkeer, waardoor ze beter kunnen inschatten of ze voldoende ruimte hebben om in te halen. Ten tweede kunnen ze hun inhaalbeweging nog tijdig afbreken en weer veilig achter de LZV invoegen wanneer ze zien dat ze de vrachtwagen toch niet veilig kunnen inhalen. De laatste parameter die significant verschillend was, is 'De meest rechtse laterale positie na

⁶ Zowel de distance headway bij het 1^e maal overschrijden van de middellijn als de distance headway bij het overschrijden van de middellijn.

het inhalen'. Deze parameter is dan weer vrij belangrijk voor de verkeersveiligheid van de zwakke weggebruiker. We zien namelijk dat de participanten opvallend meer naar rechts uitwijken nadat ze een LZV hebben ingehaald dan wanneer ze een SV hebben ingehaald. Deze uitkomst is belangrijk voor de verkeersveiligheid van de zwakke weggebruiker omdat deze zich net aan de zijkant van de weg bevindt en moet dus zeker worden meegenomen in de selectie van de secundaire wegen waar LZV worden toegelaten.

De LZV's zullen dus op bepaalde secundaire wegen zeker niet verkeersonveiliger zijn dan andere types vrachtwagens. Maar misschien nog belangrijker is de vraag of ze ook op de snelwegen minder gevaarlijk zijn, want we gaan er wel van uit dat ze vooral op dit wegtype hun meeste kilometers zullen rijden. Op de snelweg zelf rijden is in principe niet zo heel gevaarlijk, er zijn geen kruispunten waar conflicterend verkeer is, ook zwakke weggebruikers zijn er niet. Gevaarlijk op de snelweg is het in- en het uitvoegen, aangezien dit weefbewegingen met zich meebrengt. Daarom is er bij deze studie gekeken of er problemen kunnen optreden wanneer automobilisten moeten invoegen en uitvoegen bij een LZV. Bij het uitvoegen kunnen we heel kort zijn, hier zullen geen moeilijkheden ontstaan of toch geen andere moeilijkheden dan degene die er al zijn bij standaard vrachtwagens. Geen van de zeven onderzochte parameters waren dan ook significant verschillend voor beide types vrachtwagens. Bij het invoegen echter zien we wel twee verschillen die significant zijn. De eerste is 'De gemiddelde laterale positie op de oprit' en heeft eigenlijk weinig invloed op de verkeersveiligheid. We zien enkel dat de participanten op de oprit zelf meer naar rechts rijden bij de LZV dan bij de SV. Dit is in principe niet gevaarlijker, zolang de invoegende automobilisten voldoende zicht behouden op het achteropkomend verkeer. De tweede parameter, namelijk 'De longitudinale afstand bij het invoegen' is echter wel belangrijk. We zien namelijk dat de participanten langer op de oprit rijden bij de LZV dan bij de SV. Dit is belangrijk omdat deze afstand de minimumlengte van de oprit bepaalt die automobilisten nodig hebben om veilig in te voegen bij een LZV. Uit deze testen bleek dat een oprijstrook van 200 meter ruim voldoende was om zowel bij de SV als bij de LZV veilig in te voegen. Uit alle andere parameters kunnen we afleiden dat er weinig tot geen verschil is tussen het invoegen bij een LZV of bij een SV.

Hoofdstuk 8: Beleidsaanbeveling en verder onderzoek

Dit laatste hoofdstuk is opgesplitst in twee delen. Eerst wordt er een beleidsaanbeveling geschreven voor de bevoegde overheid. Hierin komen een aantal randvoorwaarden aan bod die moeten worden meegenomen bij het toelaten van LZV's op de Vlaamse wegen. Het gaat hier zowel over maatregelen die vooraf moeten worden genomen als over regels omtrend het gebruik van LZV's. Om af te ronden gaan we iets dieper in op het verder onderzoek dat gevoerd kan worden aangaande de verkeersveiligheid van LZV's. Er worden een aantal suggesties gedaan om een aantal specifieke bijkomende onderzoeken te voeren.

8.1. Beleidsaanbeveling

Wat moet de overheid nu doen met de LZV, toelaten of niet? Als er puur naar de economische en ecologische aspecten uit buitenlandse voorbeelden wordt gekeken, mag er verwacht worden dat het invoeren van de LZV in Vlaanderen vooral positieve effecten heeft. Het effect op de modal split is normaal gezien ook minimaal. Er zal wel een kleine verschuiving zijn van spoor- en watervervoer naar wegvervoer, maar als we de buitenlands voorbeelden doortrekken naar ons land blijft deze verschuiving minimaal. Ook de invloed van de LZV op de verkeersveiligheid is minimaal vergeleken met de invloed van andere type vrachtwagens. Dit blijkt zowel uit buitenlandse voorbeelden, als uit de resultaten van de simulatorstudie die we zelf hebben uitgevoerd. Ongenuanceerd kunnen we dus zeggen dat de LZV enkel voordelen heeft en moet worden ingevoerd.

Toch is het niet zo eenvoudig als het lijkt. Er zijn namelijk zoals hierboven reeds aangehaald een aantal randvoorwaarden die in rekening moeten worden gebracht. Een eerste randvoorwaarde is er één op economisch vlak. Hier zullen vooral de logistieke kosten voor verschillende bedrijven dalen. Dit komt doordat ze minder ritten nodig hebben om evenveel of zelfs meer goederen te vervoeren. Belangrijk is echter wel dat de overheid erop toeziet dat transportfirma's hierdoor geen chauffeurs zomaar ontslaan. Er moeten dus de nodige economische afspraken gemaakt worden die ervoor zorgen dat (transport) firma's kunnen investeren in deze voor Vlaanderen nieuwe technologie, zonder dat dit ten koste gaat van de tewerkstelling van de Vlaamse chauffeurs.

Ook op vlak van de verkeersveiligheid moeten goede regels en afspraken gemaakt worden. Om te beginnen moeten de chauffeurs die met de LZV's gaan rijden goed opgeleid worden. Een speciaal certificaat zoals in Nederland al bestaat is zeker een goede oplossing om ervoor te zorgen dat enkel de beste chauffeurs met deze nieuwe type vrachtwagens gaan rijden. Hiervoor moeten natuurlijk de nodige juridische en beleidsmatige stappen ondernomen worden om dit certificaat conform de geldende

wetgeving te maken. Naast de chauffeurs van de LZV's moeten ook de andere weggebruikers geïnformeerd worden over deze nieuwe vrachtwagens. Automobilisten moeten in eerste instantie weten dat ze deze 'monsters van de weg' kunnen tegenkomen op de Vlaamse wegen. Een duidelijke en vooral volledige informatiecampagne die via verschillende mediakanalen wordt verspreid is een manier om de 'mobiele' bevolking voor te bereiden op de LZV. Het is echt heel belangrijk dat de informatie die aangeboden wordt volledig is. Hiermee bedoelen we dat er zowel informatie over het voertuig zelf wordt gegeven, als informatie over hoe op een verkeersveilige manier te reageren op deze voertuigen. De automobilisten moeten dus weten dat deze vrachtwagens een langere remafstand hebben dan hun kleinere soortgenoten. Dat ze een grotere draaicircel hebben, dat ze (nog) minder snel optrekken, dat ze een grotere dode hoek hebben enzovoort. Aan de hand van deze informatie weten veel automobilisten al hoe ze moeten reageren in verschillende verkeerssituaties, maar dit is zeker niet voor iedereen het geval. Daarom moet de overheid ook voorzien in een campagne die laat zien hoe automobilisten in bepaalde verkeerssituaties moeten reageren op de LZV. Dit kan vrij eenvoudig, maar zeer efficiënt gebeuren met een aantal voorlichtingsfilmpjes die langs alle media verspreid worden.

Het allerbelangrijkste dat de overheid moet doen vooraleer ze de LZV's kan toelaten, is de wegen selecteren die aangepast zijn aan de LZV's. Hiervoor moeten ze een grondige studie doen van alle snelwegen en grote secundaire verbindingswegen. Zoals uit de simulatiestudie blijkt, moet er bij het selecteren van de snelwegen vooral gekeken worden naar de op- en afritten. Deze moeten namelijk voldoende lang zijn, zodat zowel automobilisten als LZV's op een veilige manier kunnen in- en uitvoegen. Een minimum lengte van 200 meter voor de op- en afritten is zeker wenselijk. Voor de secundaire wegen is het niet zo eenvoudig om deze selectie te maken. Hier spelen veel meer factoren een rol. Zo moet er in eerste instantie gekeken worden naar de zwakke weggebruiker. Als er op de secundaire weg geen gescheiden fietspad aanwezig is, wordt het ten sterkste afgeraden om LZV's toe te laten. Uit de testen bleek namelijk dat automobilisten die een LZV voorbijsteken veel meer naar rechts uitwijken dan bij een SV. Dit kan de fietsers op een aanliggend fietspad in gevaar brengen en dat risico is niet verdedigbaar. Een andere voorwaarde is dat de rijstroken voldoende breed moeten zijn. Zowel voor de LZV's zelf als voor de inhalende automobilisten is dit belangrijk. Inhalende bestuurders rijden namelijk meer naar links wanneer ze de LZV inhalen. Een laatste voorwaarde om LZV's toe te laten op de secundaire weg, is dat er voldoende zicht en voldoende inhaal mogelijkheden zijn voor de automobilisten. Dit wil zeggen dat secundaire wegen met veel bochten of veel onoverzichtelijke heuvels extra moeten onderzocht worden.

8.2. Verder onderzoek

De Amerikaanse schrijver Mark Twain zei ooit het volgende: "Tot mijn groot genoegen kon ik onmiddellijk antwoord geven en ik deed het ook. Ik zei dat ik het niet wist". Deze uitspraak geeft duidelijk weer dat er zelfs na dit onderzoek nog vragen zijn over de verkeersveiligheid van LZV waar geen antwoord op gegeven is. Dit wil echter ook zeggen dat er nog ruimte is om verder onderzoek te voeren rond LZV's. Zo is er bijvoorbeeld geen onderzoek gevoerd naar inhaalgedrag op snelwegen. Reageren automobilisten anders wanneer ze een LZV moeten inhalen op de snelweg dan wanneer ze een SV moeten inhalen? Een ander nuttig onderzoek dat nog kan gevoerd worden heeft betrekking tot het invoegen van LZV op de snelweg. Nu is er al onderzocht wat de minimumlengte van de oprit is zodat automobilisten veilig kunnen invoegen, maar interessant is ook om te weten wat deze minimumlengte is voor LZV's om veilig in te voegen. Uit een literatuurstudie in opdracht van het Steunpunt Mobiliteit en Openbare werken is gebleken dat deze invoegstroken 'voldoende lang' moeten zijn voor LZV's. Hier werd er gesteld de invoegstrook minstens 250 meter lang moet zijn om LZV's de nodige ruimte te geven om veilig in te voegen (Brijs, Dreesen, & Daniels, 2007). Maar wetenschappelijk onderzoek is hier nog niet naar gevoerd. Dit zijn twee van de vele onderzoeken die nog kunnen gevoerd worden en die nuttig kunnen zijn voor de selectie van de snelwegen waar LZV's worden toegelaten. Want zoals de zegswijze het zegt: "Meten is weten" en dat is in het geval van verkeersveiligheid zeker geen overbodige luxe.

References

- Aarts, L., & Feddes, G. (2008). Experiences with longer and heavier vehicles in the Netherlands. *in Proc. of the International Conference on Heavy Vehicle-HVTT 10* (pp. 123 - 136). Parijs: ISTE/ J. Wiley.
- Aarts, L., Honer, M., Davydenko, I., Quak, H., van Staalduinen, J., & Verweij, K. (2010). *Langere en Zwaardere Vrachtauto's in Nederland*. Den Haag: Rijkswaterstaat - Dienst Verkeer en Scheepvaart.
- Ariën, C., Brijs, K., Jongen, E., Daniels, S., Brijs, T., Wets, G., et al. (2013). Een rijnsimulatorstudie over het effect van herhaalde blootstelling aan snelheidsverlagende maatregelen. *Belgisch Wegencongres*, (p. 12). Luik.
- Brijs, T., Dreesen, A., & Daniels, S. (2007). *Proefproject langere en zwaardere vrachtwagens (LZV's) in Vlaanderen: impact op verkeersveiligheid. Literatuurstudie naar randvoorwaarden voor Vlaanderen en eerste evaluatie voorgestelde routes*. Diepenbeek: Steunpunt Mobiliteit & Openbare Werken.
- Cattersel, M. (2011). *Masterproef. Het testen van rijvaardigheid bij 75-plussers aan de hand van zelfevaluatie, klinische testen en een rijnsimulator*. Diepenbeek: Universiteit Hasselt.
- De Ceuster, M. (2003). *Incident management op autosnelwegen in België*. Heverlee: Transport & Mobility Leuven.
- Deboeure, S. (2011). *Masterproef: Simulatoronderzoek signalisatie*. Diepenbeek: Universiteit Hasselt.
- FOD, K. v. (2010). *Transport en Logistiek*. Retrieved from Business.belgium.be: http://business.belgium.be/nl/investeren_in_belgie/sleutelsectoren/transport_en_logistiek/
- Haraldsson, M., Jonsson, L., Karlsson, R., Vierth, I., Reza Yahya, M., & Ögren, M. (2012). *Cost benefit analysis of round wood transports using 90-tonne vehicles*. Linköping: VTI .
- Janssens, B. (2010). *Risicogedrag en neurologische onvolwassenheid bij jonge adolescenten . Een simulatorstudie naar het effect van impulsiviteit en gevoeligheid voor aanwezigheid van leeftijdsgenoten als passagiers. .* Diepenbeek: Universiteit Hasselt.
- Komimo. (2012). *Langere en Zwaardere vrachtwagens (LZV's) in België*. Gent: Koepel milieu en mobiliteit.

- Martensen, H. (2009). *Themarapport vrachtwagenongevallen: ongevallen met minstens één vrachtwagen*. Brussel: Derweduwen Patric.
- Mazor, L., Nijhof, M., de Vlieger, J., & Verschuur, W. (2005). *Reacties op Lange Zware Vrachtwagens (LZV's) in het verkeer. Integrale rapportage*. TNS NIPO consult in opdracht van Ministerie van verkeer en Waterstaat, Directoraat Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer.
- Meex, N. (2009). *Simulatoronderzoek signalisatie*. Diepenbeek: Universiteit Hasselt.
- Mollu, K. (2010). *Simulator study on the effects of sign typology, distraction and time on driving*. . Diepenbeek: Universiteit Hasselt.
- Nykänen, L., & Liimatainen, H. (2014). Possible impacts of increasing maximum truck weight - Case Finland. *Transport Research Arena* (p. 10). Paris: TRA.
- Schoon, C. C. (1999). *Advies over de praktijkproef met lange en zware voertuigen (R-99-6)*. Leischendam: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, SWOV.
- Vlaams Verkeerscentrum. (2013). *Verkeersindicatoren hoofdwegennet Vlaanderen 2012*. Antwerpen.: Departement Mobiliteit en Openbare Werken Verkeerscentrum.

Bijlage

Bijlage 1: Resultaten SPSS

Secundaire weg

1. Inhalen of niet inhalen SV - LZV

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,043 ^a	1	,837		
Continuity Correction ^b	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,043	1	,837		
Fisher's Exact Test				1,000	,500
N of Valid Cases	96				

Zone 1:

2. Snelheid overschrijden middellijn zone 1

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Snelheid overschrijden middellijn zone 1	Equal variances assumed	2,059	,159	-1,080	39	,287	-,62324	,57715	-1,79063	,54415
	Equal variances not assumed			-1,071	34,076	,292	-,62324	,58197	-1,80585	,55938

3. Aantal keer de middellijn overschrijden voor inhalen

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
# middellijn overschrijden vóór inhalen	,558	,459	,231	39	,818	,0714	,3090	-,5536	,6964
Equal variances assumed			,234	34,618	,817	,0714	,3059	-,5498	,6927

4. DH overschrijden middellijn

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
DH (in meter) overschrijden middellijn	,193	,663	-3,090	39	,004	-7,91495	2,56169	-13,09645	-2,73345
Equal variances assumed			-3,079	37,571	,004	-7,91495	2,57103	-13,12168	-2,70822

5. Acceleratie overschrijden middellijn

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
Acceleratie overschrijden middellijn	Equal variances assumed	1,216	,277	,270	39	,789	,03669	,13601	-,23841	,31179
	Equal variances not assumed			,272	36,905	,787	,03669	,13504	-,23694	,31032

6. SD ACC overschrijden middellijn:

SV	LZV
0.49	0.37

7. Gebruik richtingsaanwijzer:

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,001 ^a	1	,972		
Continuity Correction ^b	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,001	1	,972		
Fisher's Exact Test				1,000	,744
N of Valid Cases	41				

8. Aantal tegenliggers laten passeren:

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Aantal tegenliggers laten passeren	Equal variances assumed	1,439	,237	,516	39	,609	,0833	,1615	-,2433	,4099
	Equal variances not assumed			,519	37,387	,607	,0833	,1604	-,2416	,4083

9. Meest links LP voor inhalen:

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Meest links LP voor inhalen	,177	,677	,435	39	,666	,03486	,08019	-,12733	,19705
			,434	38,104	,667	,03486	,08039	-,12788	,19759

10. Tijd 1^e maal middellijn overschrijden tot inhalen:

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Tijd 1e maal middellijn overschrijden	,505	,482	,071	39	,944	,26407	3,71582	-7,25188	7,78002
			,072	31,697	,943	,26407	3,66749	-7,20917	7,73731

11. Long. Afstand 1^e maal middellijn overschrijden:

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Long. Afstand 1e maal middellijn overschrijden	,486	,490	,025	39	,980	1,43514	57,98345	-115,84745	118,71774
Equal variances assumed			,025	31,935	,980	1,43514	57,24284	-115,17404	118,04432

12. DH 1^e maal middellijn overschrijden

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
DH 1 ^e maal middellijn overschrijden	2,206	,145	-3,288	39	,002	-9,50150	2,88972	-15,34650	-3,65650	
			-3,249	30,716	,003	-9,50150	2,92426	-15,46780	-3,53520	

Zone 2

13. Gemiddelde snelheid inhalen

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
Gemiddelde snelheid	,131	,719	-1,219	38	,230	-,54081	,44349	-1,43862	,35699	
			-1,218	37,391	,231	-,54081	,44406	-1,44025	,35863	

14. SD snelheid

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
SD snelheid	Equal variances assumed	,290	,594	,393	38	,696	,11677	,29703	-,48455	,71808
	Equal variances not assumed			,391	36,354	,698	,11677	,29873	-,48888	,72241

15. Tijd nodig om in te halen:

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Tijd nodig om in te halen	Equal variances assumed	,189	,666	-1,650	38	,107	-1,24742	,75615	-2,77817	,28333
	Equal variances not assumed			-1,659	37,996	,105	-1,24742	,75181	-2,76938	,27454

16. Lengte nodig om in te halen:

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Lengte nodig om in te halen	,866	,358	-2,364	38	,023	-32,38832	13,70160	-60,12575	-4,65089
Equal variances assumed			-2,386	37,751	,022	-32,38832	13,57387	-59,87315	-4,90349

17. Gemiddelde laterale positie

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Gemiddelde Positie inhalen	,271	,605	1,919	38	,063	,16940	,08830	-,00935	,34815
lat. Equal variances assumed			1,934	37,878	,061	,16940	,08758	-,00792	,34672

18. SD laterale positie

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
SD lat. Positie inhalen	,101	,753	Equal variances assumed	-,483	38	,632	-,01405	,02905	-,07286	,04477
Equal variances not assumed			-,482	37,154	,632	-,01405	,02913	-,07305	,04496	

19. ACC linkerrijsstrook

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
ACC linkerrijsstrook	,908	,347	Equal variances assumed	1,163	38	,252	,11819	,10159	-,08746	,32385
Equal variances not assumed			1,170	37,999	,249	,11819	,10103	-,08633	,32271	

20. SD ACC

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
SD ACC Equal variances assumed linkerrijstrook	1,333	,255	-,498	38	,621	-,03512	,07054	-,17793	,10768
Equal variances not assumed			-,494	36,009	,624	-,03512	,07103	-,17917	,10893

Zone 3:

21. Snelheid overschrijden middellijn (zone 3)

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Snelheid overschrijden middellijn (zone 3) bij Equal variances assumed	1,777	,190	,105	38	,917	,08090	,76736	-1,47253	1,63434
Snelheid overschrijden middellijn (zone 3) bij Equal variances not assumed			,107	36,903	,915	,08090	,75673	-1,45252	1,61433

22. ACC overschrijden middellijn (zone 3)

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
ACC overschrijden middellijn (zone 3) bij Equal variances assumed	1,838	,183	-,067	38	,947	-,00955	,14270	-,29844	,27934
ACC overschrijden middellijn (zone 3) bij Equal variances not assumed			-,066	34,296	,948	-,00955	,14439	-,30289	,28379

23. SD ACC bij overschrijden middellijn

SV	LZV
0.40	0.50

24. Gebruik richtingsaanwijzer

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,005 ^a	1	,942		
Continuity Correction ^b	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,005	1	,942		
Fisher's Exact Test				1,000	,731
N of Valid Cases	40				

25. Meest rechtse lat. Positie

	Levene's Test for		t-test for Equality of Means							
	Equality of Variances								95% Confidence Interval of the	
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper	
Meest rechtse LP zone 3	Equal variances assumed	,267	,609	-2,217	38	,033	-,13541	,06108	-,25906	-,01177
	Equal variances not assumed			-2,196	35,112	,035	-,13541	,06166	-,26058	-,01024

26. DH overschrijden middellijn zone 3

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
DH overschrijden middellijn	Equal variances assumed	,417	,522	1,346	38	,186	4,54877	3,38004	-2,29376	11,39131
	Equal variances not assumed			1,354	37,981	,184	4,54877	3,35848	-2,25023	11,34777

Invoegen

1. Snelheid bij invoegen

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
Snelheid bij invoegen Equal variances assumed	2,742	,101	,743	94	,460	1,18500	1,59557	-1,98305	4,35305	
Equal variances not assumed			,743	89,139	,460	1,18500	1,59557	-1,98530	4,35530	

2. Long. Afstand invoegen

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Long. Afstand invoegen	Equal variances assumed	2,390	,125	-2,435	94	,017	-19,10000	7,84430	-34,67503	-3,52497
	Equal variances not assumed			-2,435	87,636	,017	-19,10000	7,84430	-34,68979	-3,51021

3. Gemiddelde ACC

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Gemiddelde ACC oprit	Equal variances assumed	1,539	,218	-,592	94	,555	-,09182	,15497	-,39952	,21588
	Equal variances not assumed			-,592	89,248	,555	-,09182	,15497	-,39973	,21609

4. SD ACC oprit

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
SD ACC Equal variances assumed	,596	,442	-,357	94	,722	-,03504	,09815	-,22992	,15984
Equal variances not assumed			-,357	90,902	,722	-,03504	,09815	-,23001	,15992

5. HD invoegen

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
HD bij Equal variances assumed	4,998	,028	-1,173	94	,244	-8,39333	7,15566	-22,60106	5,81439
Equal variances not assumed			-1,173	83,157	,244	-8,39333	7,15566	-22,62525	5,83858

6. Gemiddelde laterale positie oprit

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Gemiddelde lat. Positie oprit	,086	,770	-2,152	94	,034	-,10943	,05085	-,21039	-,00848
Equal variances assumed			-2,152	93,622	,034	-,10943	,05085	-,21040	-,00847

7. SD lat. Positie oprit

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
SD lat. Positie oprit	2,489	,118	,303	94	,763	,00717	,02366	-,03980	,05414
Equal variances assumed			,303	85,207	,763	,00717	,02366	-,03987	,05420

8. Gemiddelde snelheid oprit

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Gemiddelde snelheid oprit	Equal variances assumed	,981	,325	,786	94	,434	1,27710	1,62571	-1,95079	4,50499
	Equal variances not assumed			,786	90,437	,434	1,27710	1,62571	-1,95245	4,50665

9. SD snelheid oprit

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
SD snelheid oprit	Equal variances assumed	1,995	,161	-1,396	94	,166	-,25999	,18621	-,62972	,10974
	Equal variances not assumed			-1,396	90,135	,166	-,25999	,18621	-,62993	,10995

Uitvoegen

1. Snelheid bij uitvoegen

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Snelheid bij Equal variances uitvoegen assumed	,235	,629	,099	94	,921	,07625	,76801	-1,44864	1,60114
Equal variances not assumed			,099	93,455	,921	,07625	,76801	-1,44876	1,60126

2. Long. Afstand bij uitvoegen

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Long. Afstand bij uitvoegen Equal variances assumed	,362	,549	-,185	94	,854	-1,46937	7,94706	-17,24845	14,30970
Equal variances not assumed			-,185	90,693	,854	-1,46937	7,94706	-17,25596	14,31721

3. Gemiddelde snelheid uitrit

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Gemiddelde snelheid uitrit	Equal variances assumed	1,290	,259	1,004	93	,318	,90537	,90184	-,88551	2,69625
	Equal variances not assumed			1,000	79,357	,320	,90537	,90564	-,89713	2,70788

4. SD snelheid uitrit

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
SD snelheid uitrit	Equal variances assumed	,092	,762	,515	93	,608	,03399	,06597	-,09701	,16500
	Equal variances not assumed			,517	88,010	,607	,03399	,06579	-,09675	,16474

5. Gemiddelde ACC uitrit

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Gemiddelde ACC uitrit	,121	,728	-1,314	93	,192	-,11730	,08929	-,29461	,06001
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			-1,310	85,790	,194	-,11730	,08954	-,29532	,06071

6. SD ACC uitrit

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
SD ACC Equal variances assumed	1,342	,250	-,565	93	,573	-,02126	,03760	-,09593	,05340
Equal variances not assumed			-,563	80,709	,575	-,02126	,03775	-,09637	,05385

7. HD bij uitvoegen

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
HD bij Equal variances uitrit assumed	,102	,750	-,074	94	,941	-1,66250	22,45406	-46,24556	42,92056
Equal variances not assumed			-,074	93,399	,941	-1,66250	22,45406	-46,24930	42,92430

Auteursrechtelijke overeenkomst

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

Langere en zwaardere vrachtwagens (LZV's) in Vlaanderen: simulatie onderzoek

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

Jaar: **2014**

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,

Hendrix, Peter

Datum: **30/05/2014**