

Belgisch Wegencongres 2013

Luik, 11-13 september 2013

EEN RIJSIMULATORSTUDIE OVER HET EFFECT VAN HERHAALDE BLOOTSTELLING AAN SNELHEIDSVERLAGENDE MAATREGELEN

CAROLINE ARIËN, KRIS BRIJS, ELLEN M.M. JONGEN,
STIJN DANIELS, TOM BRIJS, GEERT WETS

Instituut voor Mobiliteit (IMOB) – Universiteit Hasselt

KRIS BRIJS, WESLEY CEULEMANS, GIOVANNI VANROELEN

XIOS Hogeschool Limburg – Departement Bouwkunde

Summary

In deze rijnsimulatorstudie wordt het effect van een herhaalde blootstelling aan twee snelheidsverlagende maatregelen onderzocht: namelijk (1) een poortconstructie aan de overgang tussen buiten en binnen de bebouwde kom en (2) transversale rumble strip markeringen op de tangent voor een gevaarlijke bocht.

Gedurende vijf opeenvolgende dagen namen zestien proefpersonen deel aan het onderzoek. De resultaten tonen aan dat beide maatregelen ook op langere termijn een snelheidsreductie genereren en dus de verkeersveiligheid verbeteren.

Desalniettemin zal de implementatie van de maatregelen afhangen van contextuele factoren, zoals het feit of de weg in hoofdzaak een verkeers- of verblijfsfunctie heeft.

Cette expérimentation à base d'un simulateur de conduite a examiné les effets d'une exposition répétitive à deux mesures de réduction de vitesse infrastructurelles à savoir (1) l'îlot séparateur à l'entrée de l'agglomération et (2) les bandes vibrantes latérales précédant des virages dangereux.

Seize sujets ont participé à l'étude pendant cinq jours consécutifs. Les résultats indiquent que les deux mesures génèrent une réduction de vitesse subsistante, contribuant ainsi à la sécurité routière. Cependant, l'application de telles mesures toujours dépendra de facteurs contextuels, comme la fonctionnalité primaire de la voirie en question.

1 Inleiding

Verkeersongevallenstatistieken tonen aan dat er een verhoogd ongevalsrisico is ter hoogte van de overgang van buiten de bebouwde kom naar binnen de bebouwde kom¹ en op de overgang van een tangent naar een bocht². Een onaangepaste snelheid en een beperktere mentale paraatheid van de bestuurder zouden vooral een rol spelen bij de overgang van een minder complexe landelijke omgeving met een hogere snelheid (70 km/u of 90 km/u buiten de bebouwde kom) naar een complexere stedelijke omgeving (50 km/u binnen de bebouwde kom)³. In het geval van de bochten blijkt naast een onaangepaste snelheid en aandachtsallocatie ook de suboptimale laterale wegpositie een rol te spelen⁴.

Voorgaande rijnsimulatorstudies hebben aangetoond dat een poortconstructie aan de overgang tussen buiten en binnen bebouwde kom³ en transversale rumble strip markeringen (TRS) die gelegen zijn op de tangent voor een gevaarlijke bocht⁵ een significante snelheidsreductie genereren.

In dit rijnsimulatorexperiment onderzochten we het effect van een herhaalde blootstelling aan deze twee snelheidsverlagende maatregelen. Gedurende vijf opeenvolgende dagen namen negenentwintig proefpersonen deel aan het onderzoek. Dagelijks moesten ze een 17 km lange simulatorrit afleggen waarin twee doortochten (één zonder en één met poortconstructie) en vier bochten (twee met TRS en twee zonder TRS, verdeeld over locatie A en B) aan bod kwamen. Het snelheidsgedrag van de proefpersonen werd vervolgens statistische geanalyseerd om uitspraak te kunnen doen over het al dan niet aanwezige snelheidsverlagende effect van de maatregelen en de duur van deze snelheidsaanpassing over een periode van vijf dagen.

2 Achtergrondliteratuur

In een aantal internationale veld- en simulatorstudies werd reeds een variëteit aan snelheidsverlagende maatregelen onderzocht. De context en het type van de maatregel hebben een

¹ Charlton, S.G. en O'Brien, T.G. (2002) Handbook of human factors testing and evaluation (2nd edition). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Galante, F.; Mauriello, F.; Montella, A.; Perneti, A.; Aria, M. en D'Ambrosio, A. (2010) Traffic calming along rural highways crossing small urban communities: Driving simulator experiment. Accident Analysis and Prevention, 42(6), 1585-2594.

² Safetynet (2009) Roads. Gedownload op 15 juli 2011.

Srinivasa, R.; Baek, J.; Carter, D.; Persaud, B.; Lyon, C.; Eccles, K.; Gross, F. en andere (2009) Safety evaluation of improved curve delineation. Publicatie FHWA-HRT-09-045. US Department of Transportation.

³ Ariën, C.; Jongen, E.M.M.; Brijs, K.; Brijs, T. & Wets, G. (in-press) A simulator study on the impact of traffic calming measures in urban areas on driving behavior and workload. Accident Analysis and Prevention.

⁴ Charlton, S.G. (2007) The role of attention in horizontal curves: A comparison of advance warning, delineation, and road marking treatments. Accident Analysis and Prevention, 39, p. 873-885.

⁵ Ariën, C.; Brijs, K.; Ceulemans, W.; Jongen, E.M.M.; Daniels, S.; Brijs, T. & Wets, G. (2012) The effect of pavement markings on driving behavior in curves: A driving simulator study. Gepresenteerd op de 91st Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington DC.

grote invloed op de bekomen resultaten. Aan de overgang tussen buiten en binnen de bebouwde kom werden snelheidsreducties tussen 2 en 17 km/u gemeten⁶. Daarnaast bleek uit de effectiviteitsstudie van Vlaamse doortochtherinrichtingen van Van Hout en Brijs⁷ dat “duidelijke poortconstructies bij het binnenrijden van de bebouwde kom een gunstige invloed hebben op de verkeersveiligheid”.

Om de verkeersveiligheid in bochten te verbeteren werden reeds een aantal bijkomende infrastructurele maatregelen voorgesteld zoals (dynamische) signalisatie en wegmarkeringen (zoals pijlen of rammelstroken op de kantlijn). De transversale rumble strips zoals deze geïmplementeerd worden in deze studie werden echter nog niet toegepast in combinatie met gevaarlijke bochten maar wel in combinatie met kruispunten of wegenwerken⁸. Het mechanisme achter de transversale markeringen is gebaseerd op een bewegingsimpressie die visueel opgewekt wordt door een sequentie van transversale lijnen die steeds dichter bij elkaar liggen naarmate men verder stroomafwaarts rijdt. In het geval van transversale rumble strips worden deze visuele stimuli versterkt door auditieve en tactiele feedback⁸.

3 Onderzoeksopzet

3.1 Proefpersonen

Negenentwintig proefpersonen namen vrijwillig deel aan het rijnsimulatoronderzoek. Dertien personen werden uitgesloten uit de data-analyse omwille van simulatorziekte (3), onvolledige datasets (8) en outliergedrag (2). Er zijn dus zestien proefpersonen (10 mannen, gemiddelde leeftijd 29 jaar) opgenomen in de definitieve dataset.

3.2 Rijnsimulator

Het onderzoek werd uitgevoerd in de medium-fidelity rijnsimulator (STISIM M400; Systems Technology Incorporated) van het Instituut voor Mobiliteit. Dit is een fixed-based (bestuurders krijgen geen kinetische feedback) rijnsimulator met stuurbevestiging en de mogelijkheid om met manuele of automatische schakeling te rijden. De simulatie omvat voertuigdynamica, visuele en auditieve feedback en een prestatie-meetsysteem. De virtuele wegomgeving wordt met behulp van drie projectoren (resolutie: 1024 x 768 pixels en een 60 Hz framerate) gepresenteerd op een 180° naadloos, gebogen scherm. Tijdens het

⁶ Hallmark, S.L.; Peterson, E.; Fitzsimmons, E.; Hawkins, N.; Resler, J. en Welch, T. (2007) Evaluation of gateway and low-cost traffic-calming treatments for major routes in small, rural communities. Iowa: Iowa Highway Research Board & Iowa Department of Transport.

Dixon, K.; Zue, H.; Ogle, J.; Brooks, J.; Hein, C.; Aklluir, P. en Crisler, M. (2008) Determining effective roadway design treatments for transitioning from rural areas to urban areas on state highways. FHWA-OR-RD-09-02. Corvallis, Oregon: Oregon State University.

⁷ Van Hout, K. en Brijs, T. (2008) Doortochtherinrichtingen. Effect op de verkeersveiligheid. Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken, spoor Verkeersveiligheid. RA-MOW-2008-011.

⁸ Godley, S.T. (1999) A driving simulator investigation of perceptual countermeasures to speeding. Monash University.

Montella, A.; Aria, M.; D'Ambrosio, A.; Galante, F.; Mauriello, F. en Perneti, M. (2010) Perceptual measures to influence operating speed and reduce crashes at rural intersections. Transportation Research Board, Nr. 2149, p. 11-20.

simulatoronderzoek wordt continu een verscheidenheid aan rijprestatieparameters gelogd zoals snelheid, laterale positie, acceleratie en deceleratie, en stuurgedrag. In deze studie wordt enkel het effect van de snelheidsverlagende maatregelen op de gemiddelde snelheid besproken.



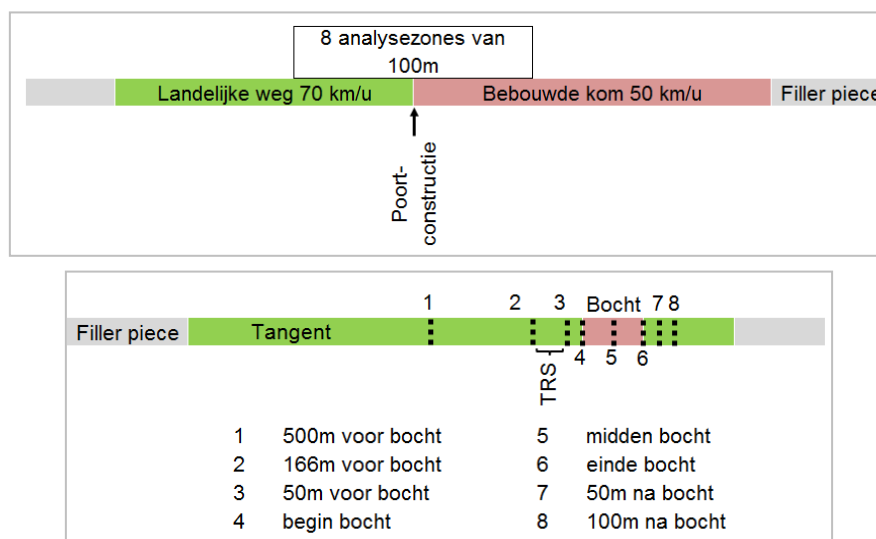
Figuur 1: Rijsimulator van het Instituut voor Mobiliteit

3.3 Procedure

De proefpersonen namen gedurende vijf opeenvolgende dagen (maandag tot vrijdag) deel aan het onderzoek. Op de eerste dag moesten ze een vragenlijst invullen met persoonlijke gegevens (leeftijd, geslacht, aantal jaren rijervaring ...) en kregen ze een introductie over de besturing van de rijsimulator. Na de twee opwarmingsritten (4 km en 7 km) volgde de experimentele rit (17 km). De daaropvolgende dagen moesten de proefpersonen één opwarmingsrit (7 km) en diezelfde experimentele rit rijden. Dagelijks werd hen ook volgende instructie meegegeven: “Rij zoals u normaal zou rijden met uw eigen wagen en pas de verkeerswetgeving toe zoals u deze in realiteit al dan niet zou toepassen”.

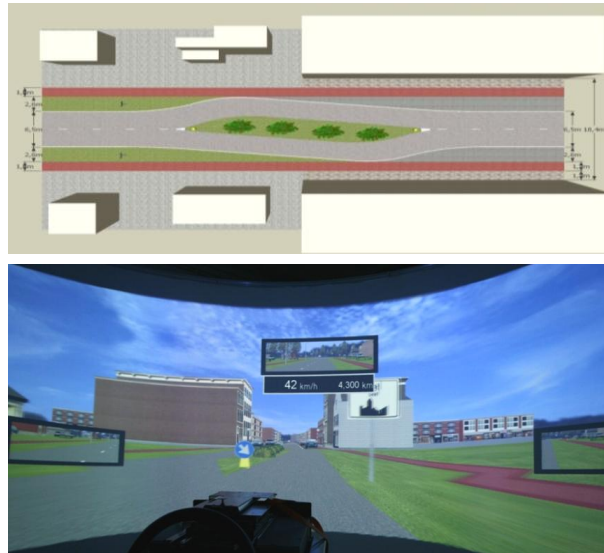
3.4 Scenario

De 17 km lange experimentele rit is opgebouwd uit een opeenvolging van doortochtsegmenten, bochtsegmenten en *filler pieces*.



Figuur 2: Overzicht van de opbouw van de simulatorrit met aanduiding van de analysesegmenten

Voor de doortochtsegmenten werd er uitgegaan van een fictief Vlaams wegsegment waar een 1 km lange landelijke weg met een snelheidslimiet van 70 km/u wordt gevolgd door een 1.2 km lange bebouwde kom (50 km/u). Tijdens de experimentele rit kwamen twee doortochtconfiguraties aan bod: één zonder de poortconstructie en één met de poortconstructie. Deze poortconstructie lag op de overgang van buiten naar binnen de bebouwde kom en is ontworpen volgens de richtlijnen van het CROW⁹.



Figuur 3 Bovenaanzicht en simulatorzicht van de poortconstructie

De bochtsegmenten in het onderzoek zijn gebaseerd op werkelijk bestaande bochten op het Vlaamse wegennet. Op basis van een analyse van de Belgische gelokaliseerde ongevallendata (1997-2007)¹⁰ werden twee gevaarlijke bochtsegmenten geselecteerd. Op deze twee locaties vonden veel letselongevallen plaats die gerelateerd zijn aan de aanwezigheid van de bocht en waarbij factoren zoals de aanwezigheid van kruispunten, alcohol, drugs of slechte weersomstandigheden geen rol in spelen. Om voldoende variatie te genereren, werden twee bochten geselecteerd die op vlak van geometrie, wegomgeving en snelheidslimiet van elkaar verschilden. De specifieke bochteigenschappen zijn weergegeven in Figuur 4a. Na terreinmetingen werden beide bochtsegmenten zo nauwkeurig mogelijk nagebouwd in de simulator volgens het principe van geospecific-database modelling¹¹. Beide bochtsegmenten werden voorgedaan voor een tangent van 1300 m. De TRS zijn gebaseerd op het ontwerp van Vanduyver en Depestel¹² en liggen tussen 150 en 66 m voor het begin van de bocht. Naast visuele stimuli geven de markeringen ook auditieve en tactiele feedback door middel van trillingen in het stuur. Figuur 4 toont de bochtsegmenten in realiteit en in de simulator en geeft een beeld van de TRS.

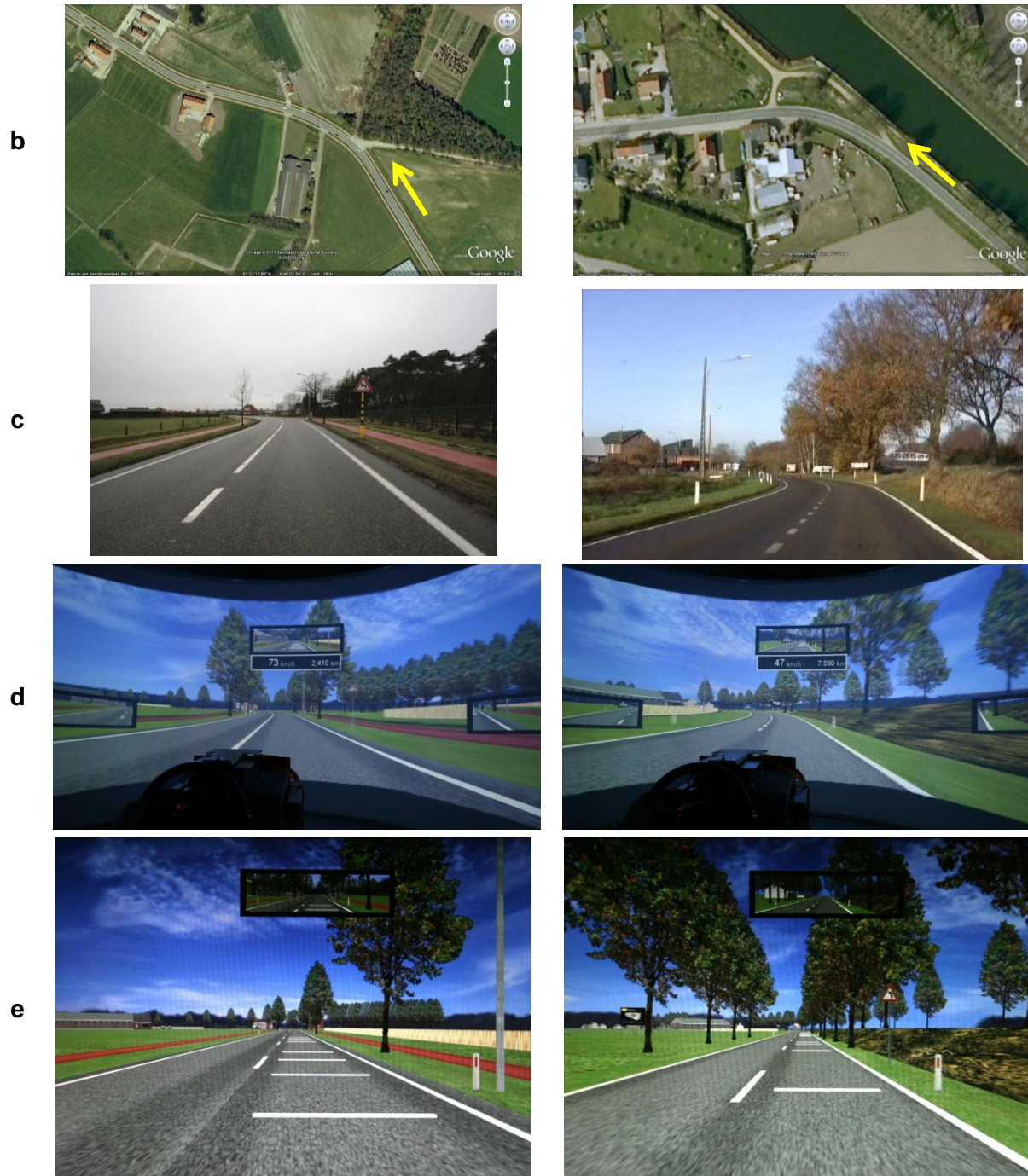
⁹ CROW (2004) Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom. Ede: CROW.

¹⁰ FOD Economie, ADSEI (2010) Gelokaliseerde Belgische ongevallendata.

¹¹ Yan, X.; Abdel-Aty, M.; Radwan, E.; Wang, X. en Chilakapati (2008) Validating a driving simulator using surrogate safety measures. *Accident Analysis and Prevention*, 40(1), 274-288.

¹² Vanduyver, A. en Depestele, R. (2002) Verkeerssignalisatie. Brugge: Uitgeverij Vanden Broele.

	Locatie A	Locatie B
a	Boogradius 1:	170 m
	Boogradius 2:	94 m
	Boogradius 3:	161 m
	Boogradius 4:	219 m
	Totale booglengte:	130 m
	Snelheidslimiet:	90 km/u
	Rijstrookbreedte:	3.2 m
	Fietsvoorzieningen:	ja
		nee



Figuur 4: Situering bochten op locatie A en B: (a) satellietbeeld, (b) bochteigenschappen, (c) foto van de werkelijkheid, (d) simulatorbeeld en (e) TRS

Tot slot worden de doortocht- en bochtsegmenten afgewisseld met *filler pieces*. Deze wegsegmenten worden niet gebruikt voor analyse en maken het mogelijk om dagelijks variërende verkeerssituaties aan te bieden, zonder dat ze de analysesegmenten beïnvloeden. Enkele voorbeelden van verkeerssituaties zijn verkeerslichten die op rood, oranje of groen springen, geparkeerde voertuigen, wegenwerken, een schoolomgeving, een ambulance die inhaalt, etc.

4 Resultaten

4.1 Effect van de poortconstructie

Om het effect van de poortconstructie te bepalen wordt het wegsegment van 400 m voor tot 400 m na de overgang naar de bebouwde onderverdeeld in 8 opeenvolgende analysezones van 100 m (zie Figuur 2). Het wegsegment dat wordt ingenomen door de poortconstructie (40 m) wordt niet meegenomen in de analyse. Voor iedere analysezone wordt de gemiddelde snelheid berekend. Met behulp van een ANOVA analyse bepalen we of de gereden snelheid in een bepaalde analysezone in de omgeving van de overgang van buiten naar binnen de bebouwde kom significant beïnvloed wordt door de aanwezigheid van de poortconstructie en of de dag hierin een rol speelt¹³. Er wordt steeds gewerkt met een significantieniveau van 95% ($p \leq 0.05$)¹⁴.

Figuur 5 toont de gemiddelde snelheid in de 8 analysezones opgesplitst naar de af- of aanwezigheid van een poortconstructie en opgesplitst naar de dag. De overgang tussen buiten en binnen de bebouwde kom situeert zich op 0 m (poortconstructie tussen 0 en 40 m). Op de figuur is duidelijk te zien dat de proefpersonen vanaf 300 m voor het begin van de bebouwde kom beginnen te vertragen van 73 km/u naar de nieuwe snelheidslimiet van 50 km/u binnen de bebouwde kom. Eenmaal in de bebouwde kom houden ze een gemiddelde snelheid van ongeveer 52 km/u aan. De statistische analyses tonen echter aan dat dit snelheidsverloop varieert in functie van het al dan niet aanwezig zijn van een poortconstructie¹⁵, maar niet in functie van de dag¹⁶. Het effect dat de poortconstructie uitoefent op de gemiddelde snelheid is dus onafhankelijk van de dag waarop het experiment plaatsvond en zal dus ook stand houden over een periode van minstens 5 dagen. Vandaar dat in Figuur 6 de gemiddelde snelheid wordt weergegeven voor de 8 analysezones opgesplitst naar de af- of aanwezigheid van de poortconstructie, maar onafhankelijk van de dag. De statistische analyses tonen aan dat vanaf 200 m voor de overgang van buiten naar binnen de bebouwde kom tot 100 m na de overgang de gemiddelde snelheid significant lager is wanneer er een poortconstructie aanwezig is. Deze snelheidsreductie varieert van 1 tot 4 km/u. In de zone van 140 tot 240 m na de overgang stellen we echter vast dat de snelheid

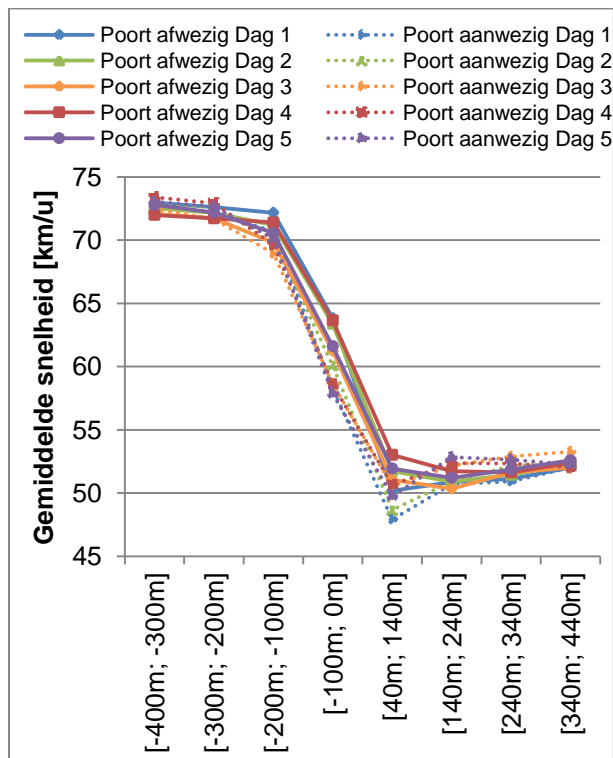
¹³ De ANOVA voor de effectbepaling van poortconstructies op gemiddelde snelheid gebeurt op basis van een 2 (poort: afwezig of aanwezig) x 5 (dagen) x 16 (analysezones) within-subjects design.

¹⁴ De ANOVA wordt gecorrigeerd voor *sphericity* via de Greenhouse-Geisser epsilon correctie.

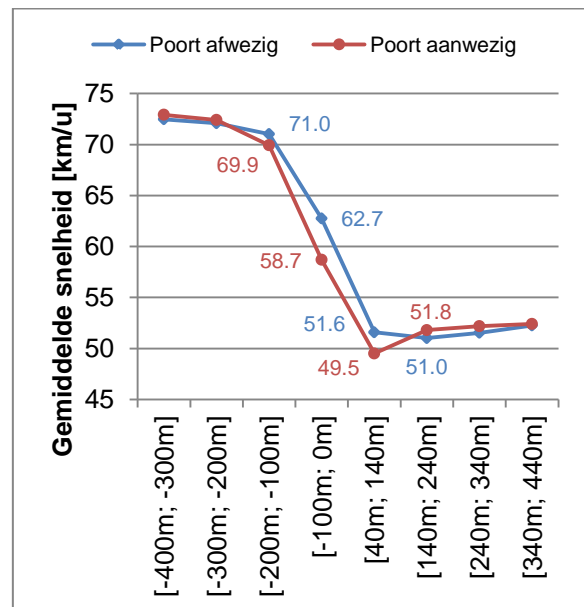
¹⁵ Gebaseerd op het significante interactie-effect van Poort x Zone ($F_{(3;47)} = 14.3$; $p < .0005$).

¹⁶ Er is nergens een significante interactie tussen de factor 'Dag' en de factor 'Poort' (zie cursieve rijen in bijlage 6.1).

lichtjes hoger is wanneer een proefpersoon net de poortconstructie is gepasseerd dan wanneer deze niet poortconstructie er niet lag. Daarna blijkt de poortconstructie geen significante invloed meer te hebben op de gemiddelde snelheid.



Figuur 5: Gemiddelde snelheid in de 8 analysezones opgesplitst naar de af- of aanwezigheid van een poortconstructie en naar de dag



Figuur 6: Gemiddelde snelheid in de 8 analysezones opgesplitst naar de af- of aanwezigheid van een poortconstructie, maar onafhankelijk van de dag

4.2 Effect van transversale rumble strips (TRS)

Het effect van de TRS op de gemiddelde snelheid wordt berekend op basis van een ANOVA analyse waarin de gemiddelde snelheid op 8 analysepunten wordt meegenomen (zie Figuur 2)¹⁷. Naast het effect van de TRS op de gemiddelde snelheid wordt er ook nagegaan of de dag en de locatie van de bocht (A of B) een invloed hebben. Er wordt opnieuw gewerkt met een 95% significantieniveau ($p \leq 0.05$)¹⁸.

De statistische analyses voor de bochtsegmenten tonen twee significante effecten aan.

1. De gemiddelde snelheid verschilt – ongeacht de af- of aanwezigheid van de TRS markeringen – tussen de twee locaties, tussen de verschillende dagen en tussen de acht analysepunten¹⁹.

¹⁷ De ANOVA voor de effectbepaling van TRS op gemiddelde snelheid gebeurt op basis van een 2 (locatie: A of B) x 2 (markering: TRS afwezig of TRS aanwezig) x 5 (dagen) x 8 (analysepunten) within-subjects design.

¹⁸ De ANOVA wordt gecorrigeerd voor *sphericity* via de Greenhouse-Geisser epsilon correctie.

¹⁹ Gebaseerd op de significante driewegsinteractie van Locatie x Dag x Analysepunt ($F_{(8;113)} = 2.4$; $p = 0.021$).

2. De gemiddelde snelheid is – ongeacht de locatie en ongeacht de dag – op 166 m en op 50 m voor de bocht significant lager wanneer de TRS aanwezig zijn dan wanneer deze niet aanwezig zijn²⁰.

Figuur 7 toont de gemiddelde snelheid op de 8 analysepunten opgesplitst per locatie en per dag, maar onafhankelijk van de af- of aanwezigheid van de TRS. Op de 8 analysepunten ligt de gemiddelde snelheid gedurende alle dagen hoger op locatie A dan op locatie B²¹. Dit verschil kan voornamelijk toegeschreven worden aan de hogere snelheidslimiet op locatie A (90 km/u; locatie B: 70 km/u). Op locatie A daalt de gemiddelde snelheid tot een minimum in het midden van de bocht, terwijl proefpersonen op locatie B reeds een constante lage snelheid aannemen vanaf het begin van de bocht. Op beide locaties versnellen de proefpersonen opnieuw na het midden van de bocht. Wat de grootte van deze vertraging bij het naderen van de bocht betreft, zien we dat op locatie A een sterkere vertraging vereist is om de bocht te kunnen nemen dan op locatie B. Omdat het snelheidsverschil tussen de tangent en de bocht op locatie A meer dan 20 km/u bedraagt, kunnen we op basis van Lamm, Mailander en Psarianos²² concluderen dat deze bocht een slechtere ontwerp kwaliteit heeft. Daarnaast blijkt het aantal dagen blootstelling ook een invloed te hebben op de gemiddelde snelheid op bepaalde analysepunten. Vanaf het einde van de bocht rijden proefpersonen op beide locaties in het begin van de week (dag 1 en 2) trager dan aan het einde van de week (dag 4 en 5). Op locatie B zien we deze trend ook optreden vanaf 50 m voor de bocht. De verschillen tussen locatie A en B op vlak van geometrie, wegomgeving en snelheidslimiet vertalen zich dus duidelijk in een verschillend snelheidsgedrag op beide locaties.

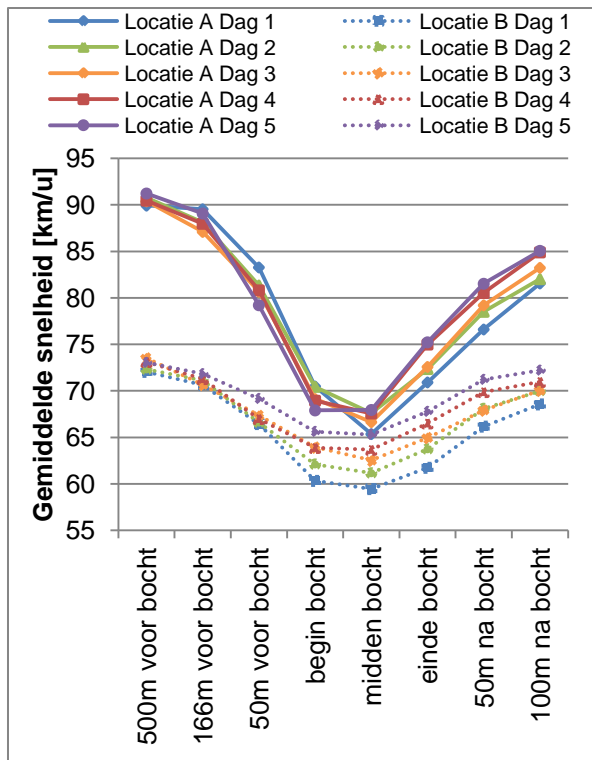
Figuur 8 toont de gemiddelde snelheid op de 8 analysepunten opgesplitst naar de af- of aanwezigheid van de TRS markeringen, maar onafhankelijke van de locatie of de dag. De statistische analyses²³ tonen immers aan dat de locatie en de dag geen invloed hebben op de gemiddelde snelheid wanneer we het effect van de TRS bekijken. Ongeacht de locatie en de dag genereren de TRS een significante snelheidsverlaging van 3.5 à 4 km/u op 166 m en 50 m voor de bocht in vergelijking met de situatie wanneer er geen TRS aanwezig zijn. Deze 2 analysepunten liggen respectievelijk op 16 m voor en na de TRS. Aan het begin van de bocht blijken de TRS dus geen significante snelheidsreductie meer te genereren maar dit impliceert niet dat de TRS geen verbetering voor de verkeersveiligheid kunnen betekenen. Door de lagere snelheid op de tangent voor de bocht moeten bestuurders net voor de bocht immers niet meer zo sterk afremmen en hebben ze meer tijd om een goede inschatting te maken van de naderende bocht. Omdat de hierboven beschreven resultaten onafhankelijk zijn van de locatie en de dag kunnen we veronderstellen dat het snelheidsverlagende effect van de TRS behouden blijft doorheen te tijdsperiode van vijf dagen.

²⁰ Gebaseerd op het significante interactie-effect van Markering x Dag ($F_{(2;32)} = 5.8$; $p = 0.006$).

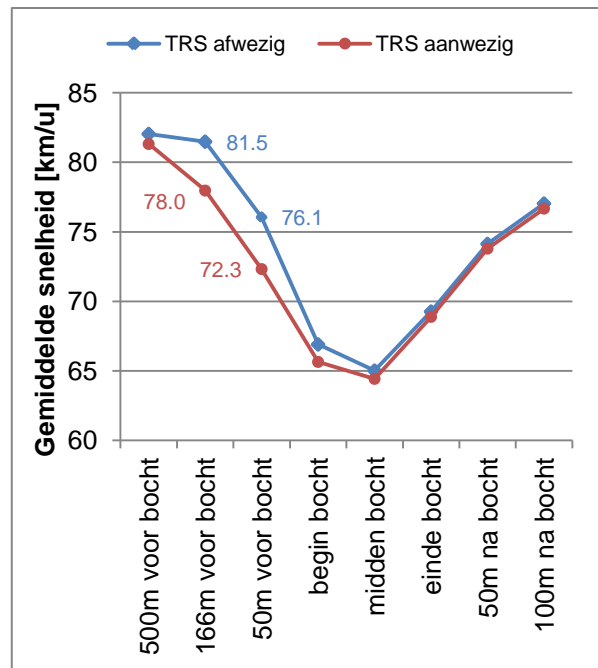
²¹ Met uitzondering van dag 5 waarop de gemiddelde snelheid aan het begin van de bocht niet significant verschilt tussen locatie A en B.

²² Lamm, R.; Mailaender, T. en Psarianos, B. (1999) Highway design and traffic safety engineering handbook. McGraw-Hill.

²³ Er is nergens een significante interactie tussen de factor 'Dag' en de factor 'Markering' (zie cursieve rijen in bijlage 6.2).



Figuur 7: Gemiddelde snelheid op de 8 analysepunten opgesplitst per locatie en dag, maar onafhankelijk van de af- of aanwezigheid van TRS



Figuur 8: Gemiddelde snelheid op de 8 analysepunten opgesplitst naar de af- of aanwezigheid van TRS, maar onafhankelijk van de locatie of de dag

5 Conclusie en praktische aanbevelingen

In deze rijnsimulatorstudie wordt het effect van een herhaalde blootstelling aan twee snelheidsverlagende maatregelen onderzocht: namelijk (1) een poortconstructie aan de overgang tussen buiten en binnen de bebouwde kom en (2) transversale rumble strip markeringen op de tangent voor een gevaarlijke bocht. Op basis van de statistische analyses kunnen we concluderen dat beide maatregelen een snelheidsreductie opwekken in de directe omgeving van de maatregel: namelijk van 200 m voor tot 100 m na de poortconstructie en op 166 en 50 m voor de gevaarlijke bochten. We stellen echter ook een lichte snelheidstoename vast op 100 m na de poortconstructie. Deze snelheidsreducties blijken bovendien stand te houden over de periode van minstens 5 dagen.

Indien de kinetische wetten van Nilsson²⁴ toegepast worden op de gegeneerde snelheidsreductie, stellen we vast dat een poortconstructie in staat is om plaatselijk het aantal doden te laten afnemen met 23%. De TRS zouden het aantal verkeersdoden met 16% kunnen laten dalen in de directe omgeving van een gevaarlijke bocht.

Aangezien de snelheidsreducties zich beperken tot de directe omgeving van de maatregelen is het belangrijk dat er goed overwogen wordt waar deze maatregelen worden toegepast. Indien de verblijfsfunctie in een doortocht de bovenhand heeft of wanneer aan het begin van

²⁴ SWOV (2009) Factsheet – De relatie tussen snelheid en ongevallen.

de bebouwde kom enkele belangrijke functies zoals een school, ziekenhuis, rusthuis of winkels liggen, is het aangewezen om de implementatie van een poortconstructie te overwegen. De toepassing van TRS kan aanbevolen worden in combinatie met gevaarlijke bochten omdat deze een duidelijke snelheidsreductie teweeg brengen. Er moet echter op toegezien worden dat de maatregelen niet te pas en te onpas toegepast worden omdat een overaanbod aan deze maatregelen misschien voor een gewenning bij de weggebruiker zorgt. Een selectie van potentieel gevaarlijke bochten is hierin dus essentieel. Verder moet er voor beide maatregelen op toegezien worden dat het concept van *forgiving roads* wordt toegepast bij implementatie. Tot slot kan de effectiviteit van beide maatregelen verhoogd worden wanneer ze gecombineerd worden met andere snelheidsverlagende maatregelen verderop het traject.

6 Bijlage

6.1 ANOVA voor poortconstructies

Factor	Vrijheidsgraden	F-waarde	p-waarde
Poort	1; 15	4.1	0.062
Dag	2; 29	<1	0.610
Analysezone	2; 31	364.0	<.0005
<i>Poort x Dag</i>	<i>3; 41</i>	<i><1</i>	<i>0.426</i>
Poort x Analysezone	3; 47	14.3	<.0005
Dag x Analysezone	7; 112	1.7	0.122
<i>Poort x Dag x Analysezone</i>	<i>7; 99</i>	<i><1</i>	<i>0.653</i>

6.2 ANOVA voor TRS

Factor	Vrijheidsgraden	F-waarde	p-waarde
Locatie	1; 15	408.6	<.0005
Markering	1; 15	5.4	0.034
Dag	3; 38	2.6	0.074
Analysepunt	2; 29	85.7	<.0005
Locatie x Markering	1; 15	1.0	0.329
Locatie x Dag	3; 47	1.5	0.228
<i>Markering x Dag</i>	<i>3; 43</i>	<i>1.4</i>	<i>0.257</i>
<i>Locatie x Markering x Dag</i>	<i>2; 37</i>	<i>1.1</i>	<i>0.357</i>
Locatie x Analysepunt	3; 46	55.8	<.0005
Markering x Analysepunt	2; 32	5.8	0.006
Locatie x Markering x Analysepunt	3; 39	2.3	0.106
Dag x Analysepunt	6; 97	3.0	0.008
Locatie x Dag x Analysepunt	8; 113	2.4	0.021
<i>Markering x Dag x Analysepunt</i>	<i>7; 106</i>	<i>1.5</i>	<i>0.164</i>
<i>Locatie x Markering x Dag x Analysepunt</i>	<i>7; 100</i>	<i><1</i>	<i>0.609</i>