

Hoofdrapport Differentiatie Verkeersveiligheid Spitsstroken



Verantwoording

Titel : Differentiatie Verkeersveiligheid Spitsstroken
Subtitel : Hoofdrapport
Referentienummer : GM-0162870
Revisie : D
Datum : 17 juli 2015

Uitgegeven door : Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud (GPO)
Informatie : Jurgen Koppen
E-mail adres : jurgen.koppen@rws.nl
Telefoon : 06 50 41 93 79

Uitgevoerd door : Grontmij Nederland B.V.
Informatie : Hans Drolenga
E-mail adres : hans.drolenga@grontmij.nl
Telefoon : 06 22 42 35 57

Inhoudsopgave

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Inleiding..... | 5 |
| 1.1 | Aanleiding | 5 |
| 1.2 | Doel..... | 5 |
| 1.3 | Leeswijzer | 5 |
| 2 | Differentiatie ongevalsrisico's naar verkeersdrukke | 6 |
| 2.1 | Inleiding..... | 6 |
| 2.2 | Spitsstrooktrajecten in open toestand vergeleken met reguliere trajecten | 7 |
| 2.2.1 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 7 |
| 2.2.2 | Spitsstrooktrajecten links | 9 |
| 2.3 | Spitsstrooktrajecten in gesloten toestand vergeleken met reguliere trajecten | 10 |
| 2.3.1 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 10 |
| 2.3.2 | Spitsstrooktrajecten links | 12 |
| 2.4 | Kort samengevat | 13 |
| 2.4.1 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 13 |
| 2.4.2 | Spitsstrooktrajecten links | 13 |
| 2.4.3 | Overzicht generieke ongevalsrisico's | 13 |
| 3 | Gebruik van en gereden snelheden op spitsstroken en reguliere stroken | 14 |
| 3.1 | Inleiding..... | 14 |
| 3.2 | Gebruik van spitsstroken en reguliere stroken | 15 |
| 3.2.1 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 15 |
| 3.2.2 | Spitsstrooktrajecten links | 17 |
| 3.3 | Gereden snelheden op spitsstroken en reguliere stroken | 18 |
| 3.3.1 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 18 |
| 3.3.2 | Spitsstrooktrajecten links | 20 |
| 3.4 | Correlatie-/regressie analyse | 21 |
| 3.4.1 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 21 |
| 3.4.2 | Spitsstrooktrajecten links | 21 |
| 3.5 | Kort samengevat | 22 |
| 3.5.1 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 22 |
| 3.5.2 | Spitsstrooktrajecten links | 22 |
| 4 | Verdere differentiatie naar verkeersveiligheidsgerelateerde variabelen | 23 |
| 4.1 | Inleiding..... | 23 |
| 4.2 | Reguliere trajecten | 24 |
| 4.3 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 25 |
| 4.4 | Spitsstrooktrajecten links | 27 |
| 4.5 | Spitsstrooktrajecten in open toestand vergeleken met reguliere trajecten | 29 |
| 4.5.1 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 29 |
| 4.5.2 | Spitsstrooktrajecten links | 31 |
| 4.6 | Spitsstrooktrajecten in gesloten toestand vergeleken met reguliere trajecten | 33 |
| 4.6.1 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 33 |
| 4.6.2 | Spitsstrooktrajecten links | 35 |
| 4.7 | Kort samengevat | 37 |
| 4.7.1 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 37 |
| 4.7.2 | Spitsstrooktrajecten links | 37 |

| | | |
|-----|--|----|
| 5 | Ontwikkeling openingsduur naar verkeersdrukke in de afgelopen jaren..... | 38 |
| 5.1 | Inleiding..... | 38 |
| 5.2 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 39 |
| 5.3 | Spitsstrooktrajecten links | 40 |
| 5.4 | Ontwikkeling openingsduur spitsstrooktrajecten..... | 41 |
| 6 | Conclusies, mogelijke verklaringen en aanbevelingen | 42 |
| 6.1 | Inleiding..... | 42 |
| 6.2 | Spitsstrooktrajecten rechts..... | 42 |
| 6.3 | Spitsstrooktrajecten links | 43 |
| 6.4 | Openingsduur spitsstroken | 44 |
| 6.5 | Aanbevelingen | 44 |

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Spitsstroken vergroten de capaciteit van de weg tijdens een deel van de dag. De snelweg wordt hierdoor beter benut en het verkeer kan vlotter doorstromen. Op spitsstrooktrajecten vinden net zoals op reguliere trajecten met een vluchtstrook (helaas nog) ongevallen plaats.

Het huidige kennisniveau over de relatie spitsstroken en verkeersveiligheid is niet toereikend om spitsstroken mee te laten wegen in de effectbepaling van en vergelijking tussen ontwerpalternatieven in beoordelingen van het verkeersveiligheidseffect. Er is onvoldoende inzicht in hoe een wegvak met spitsstrook scoort op verkeersveiligheid in vergelijking met een regulier wegvak met vluchtstrook. Dit inzicht is nodig om visie en beleid op te stellen en te zorgen voor een goede toepasbaarheid in de kaders en werkprocessen.

Uit onderzoek in 2007¹ kan worden gesteld dat het verkeersveiligheidsniveau op de spitsstrooktrajecten is toegenomen nadat er op deze trajecten een spitsstrook is opengesteld. Dit positieve effect is enerzijds een gevolg van de verbeterde doorstroming als gevolg van capaciteitstoename (eliminieren of grotendeels voorkomen van filevorming): hierdoor neemt het aantal kop-staart botsingen in de spitsperiodes af. Anderzijds zijn met het aanleggen van een spitsstrook compenserende maatregelen getroffen zoals een verlaagde maximumsnelheid, een inhaalverbod voor vrachtverkeer, de aanleg van vluchthavens en openbare verlichting en camerabewaking vanuit de verkeerscentrale met een verhoogd IM-niveau. Deze compenserende maatregelen hebben ook een positief effect.

1.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is het bepalen van het verkeersveiligheidsniveau van een spitsstrook, gedifferentieerd naar verkeersveiligheidsgerelateerde variabelen en het risicoverloop daarbinnen, in vergelijking met reguliere wegindelingen met vluchtstrook. Een voor- en nastudie naar de verkeersveiligheid op trajecten waar in de loop der tijd een spitsstrook is aangelegd heeft beperkte toegevoegde waarde op reeds in het verleden uitgevoerde onderzoeken en is daarom geen onderdeel van onderhavig onderzoek.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden ongevalsrisico's van spitsstrooktrajecten vergeleken met reguliere trajecten. Om te onderzoeken of er verschillen zijn in het gebruik van en de gereden snelheden op een spitsstrook ten opzichte van een reguliere rijstrook worden in hoofdstuk 3 de rijstrookverdeling en gereden snelheden geanalyseerd. Aanvullend op de in hoofdstuk 2 gepresenteerde ongevalsrisico's is onderzocht of er aanvullende verkeersveiligheidsgerelateerde variabelen zijn die een bijdrage leveren aan de verklaring van de verkeersveiligheid van spitsstrooktrajecten, deze analyse wordt in hoofdstuk 4 beschreven. Hoofdstuk 5 geeft inzicht in de tijdsduur gedifferentieerd naar verkeersdrukke dat spitsstroken geopend zijn. Hoofdstuk 6 bevat de conclusies en mogelijke verklaringen. Deze beschouwing vindt plaats door enerzijds feitelijke bevindingen uit het onderzoek met elkaar in lijn te brengen en deze anderzijds te verbinden met mogelijke verklaringen op basis van expert judgement. Het hoofdstuk sluit dit rapport af met een aantal aanbevelingen.

Voor een uitgebreide verantwoording en toelichting op de technische uitvoering van het onderzoek wordt verwezen naar een separaat rapport: de onderzoeksverantwoording GM-0162875.

¹ Spitsstroken, veilige stroken ?! Evaluatie verkeersveiligheid spitsstroken, 2007, Arcadis

2 Differentiatie ongevalsrisico's naar verkeersdrukte

2.1 Inleiding

Een belangrijk onderzoeksthema is de invloed van de verkeersdrukte (intensiteit ten opzichte van de capaciteit) op het verkeersveiligheidsniveau van spitsstroken. Om deze reden wordt het ongevalsrisico (het aantal ongevallen per miljoen voertuigkilometer) steeds grafisch weergegeven naar verkeersdrukte (naar Zhou & Sisiopiku²) zodat het risicoverloop van verkeersveiligheidsgerelateerde variabelen zichtbaar wordt. Het verloop van het ongevalsrisico naar verkeersdrukte kan voor een totale groep reguliere wegvakken en spitsstroken worden gemaakt maar ook in subgroepen op basis van bijvoorbeeld het aantal rijstroken, de ligging van de spitsstrook (rechts of links) of gesloten en geopende toestand et cetera.

In dit onderzoek zijn 10 I/C (intensiteit/capaciteit) klassen gebruikt, oplopend van de waarde 0,0 met stappen van 0,1 naar de waarde 1,0 toe. De I/C-verhouding is een verhoudingsgetal (ratio) tussen de verkeersintensiteit en de capaciteit van het betreffende wegvak en is een maat voor de drukte op de weg en hiermee een maat voor de kwaliteit van de verkeersafwikkeling.

Op basis van de I/C-verhouding zijn er vervolgens een drietal verkeerssituaties benoemd, te weten:

- rustige verkeerssituaties: situaties waarbij de I/C-verhouding tussen 0,0 en 0,3 ligt;
- middeldrukke verkeerssituaties: situaties waarbij de I/C-verhouding tussen 0,3 en 0,7 ligt;
- drukke verkeerssituaties: situaties waarbij de I/C-verhouding tussen 0,7 en 1,0 ligt.

In navolgende figuren worden de ongevalsrisico's van spitsstrooktrajecten³ steeds vergeleken met reguliere wegindelingen. Naast het verloop van het ongevalsrisico naar verkeersdrukte wordt ook steeds het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen getoond zodat de resultaten in het juiste perspectief kunnen worden geplaatst.

In de figuren zijn de door Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) berekende 95% betrouwbaarheidsintervallen voor de ongevalsrisico's geïntegreerd⁴. Hierdoor wordt in één oogopslag zichtbaar of vergeleken ongevalsrisico's al dan niet significant verschillen, dit op basis van overlappende 95% betrouwbaarheidsintervallen. Hoewel bij niet-overlappende 95% betrouwbaarheidsintervallen wel de conclusie kan worden getrokken dat er significant verschillen zijn, kan er bij wel overlappende 95% betrouwbaarheidsintervallen niet direct geconcludeerd worden dat er geen significant verschil is. Binnen één categorie wegtype gaat het in de relatie om dezelfde wegen. De resultaten zijn in dat geval niet onderling onafhankelijk. Dit houdt in dat verschillen op basis van die onafhankelijkheid mogelijk eerder significant zijn dan op grond van de betrouwbaarheidsmarges kan worden verondersteld. Het is dus mogelijk dat er nog meer significante verschillen optreden dan hier in deze rapportage genoemd.

² Relationship Between Volume-to-Capacity Ratios and Accident Rates. Zhou & Sisiopiku, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2007.

³ Gezien het geringe aantal spitsstrooktrajecten links met 3+1 rijstroken en mede daardoor een grillig verloop van het ongevalsrisico is deze vergelijking achterwege gelaten.

⁴ In de figuren van het verloop van het ongevalsrisico naar verkeersdrukte is het 95% betrouwbaarheidsinterval weergegeven middels een gearceerd gebied rondom de lijn die het gemiddelde ongevalsrisico aangeeft, in de generieke ongevalsrisico's over alle I/C klassen heen middels error bars.

2.2 Spitsstrooktrajecten in open toestand vergeleken met reguliere trajecten

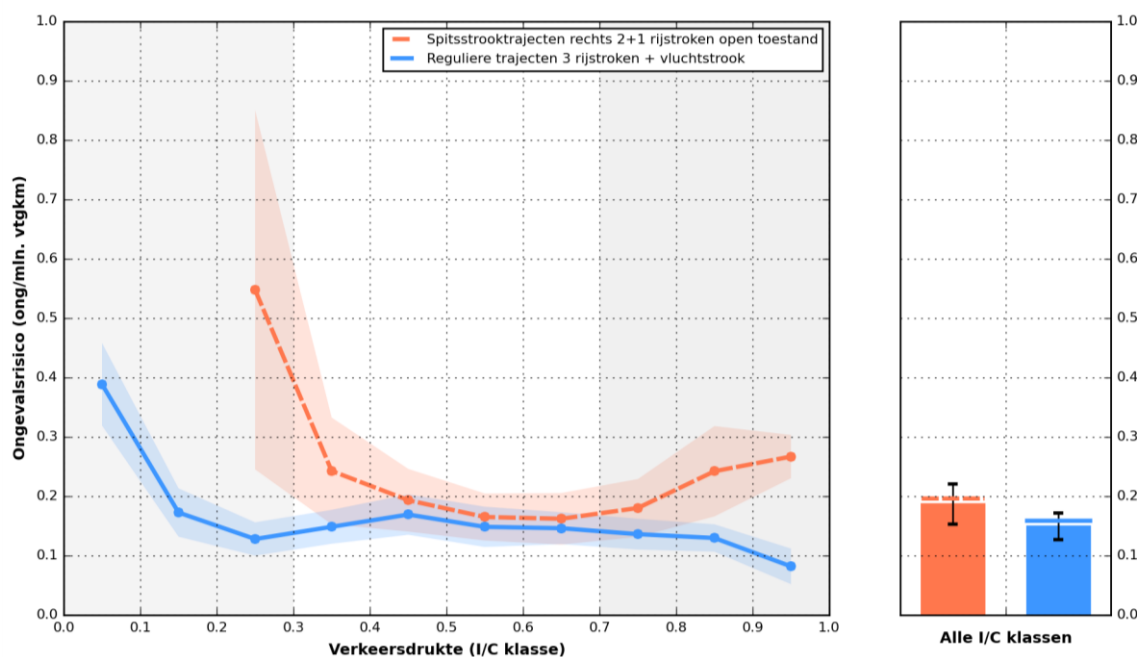
2.2.1 Spitsstrooktrajecten rechts

Figuur 1 vergelijkt de ongevalsrisico's van spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken in open toestand met de ongevalsrisico's van reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Niet kan worden aangetoond dat het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen voor spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken in open toestand significant hoger is dan voor reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.
- Zolang er sprake is van een middeldrukke verkeerssituatie (een I/C tussen de 0,3 en 0,7) eenzelfde beeld geldt: het ongevalsrisico voor spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken in open toestand is niet significant hoger dan voor reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.
- Wanneer er sprake is van een rustige verkeerssituatie (een I/C lager dan 0,3) het ongevalsrisico voor spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken in open toestand significant hoger is dan voor reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.
- Wanneer er sprake is van een drukke verkeerssituatie (een I/C hoger dan 0,7) het ongevalsrisico voor spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken in open toestand significant hoger is dan voor reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.

Figuur 1 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten rechts 2+1 rijstroken open toestand vergeleken met reguliere trajecten 3 rijstroken + vluchtstrook

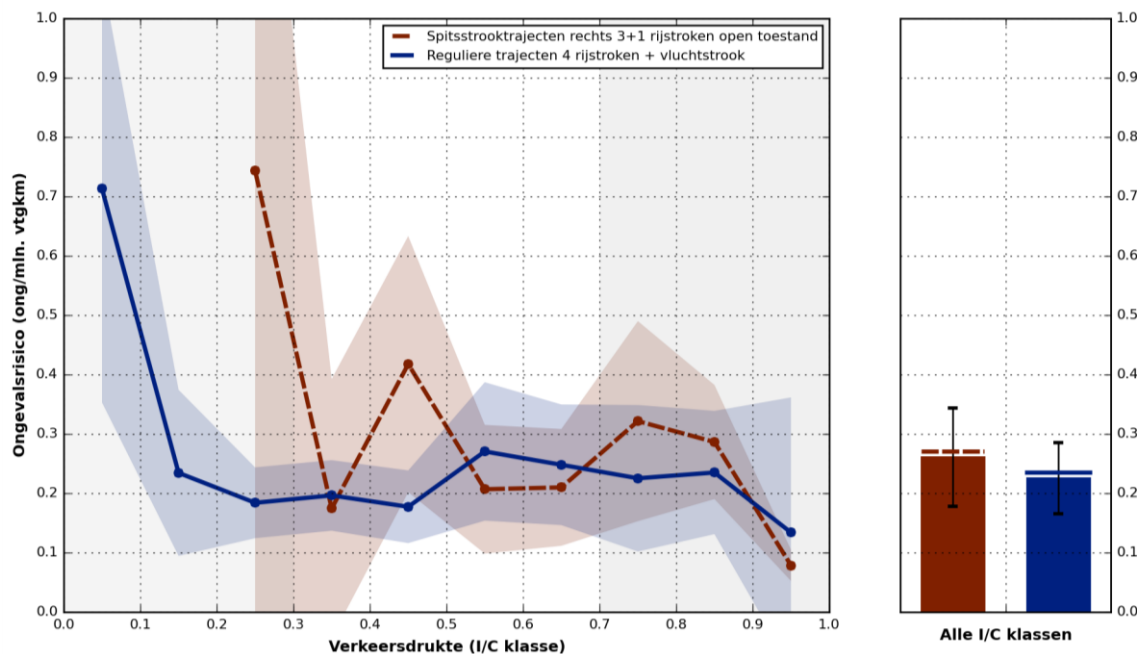


Figuur 2 vergelijkt de ongevalsrisico's van spitsstrooktrajecten rechts met 3+1 rijstroken in open toestand met de ongevalsrisico's van reguliere trajecten met 4 rijstroken en een vluchtstrook.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Niet kan worden aangetoond dat het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen voor spitsstrooktrajecten rechts met 3+1 rijstroken in open toestand significant hoger is dan voor reguliere trajecten met 4 rijstroken en een vluchtstrook.
- Het ongevalsrisico voor spitsstrooktrajecten rechts met 3+1 rijstroken in open toestand gedifferentieerd naar verkeersdrukke een grillig verloop kent en nergens significant verschilt van het ongevalsrisico voor reguliere trajecten met 4 rijstroken en een vluchtstrook.
- In rustige verkeerssituaties (een I/C lager dan 0,3) eenzelfde beeld waarneembaar lijkt (een oplopend ongevalsrisico) als bij spitsstrooktrajecten rechts 2+1 rijstroken in open toestand, al is het verschil hier niet significant aan te tonen.

Figuur 2 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten rechts 3+1 rijstroken open toestand vergeleken met reguliere trajecten 4 rijstroken + vluchtstrook



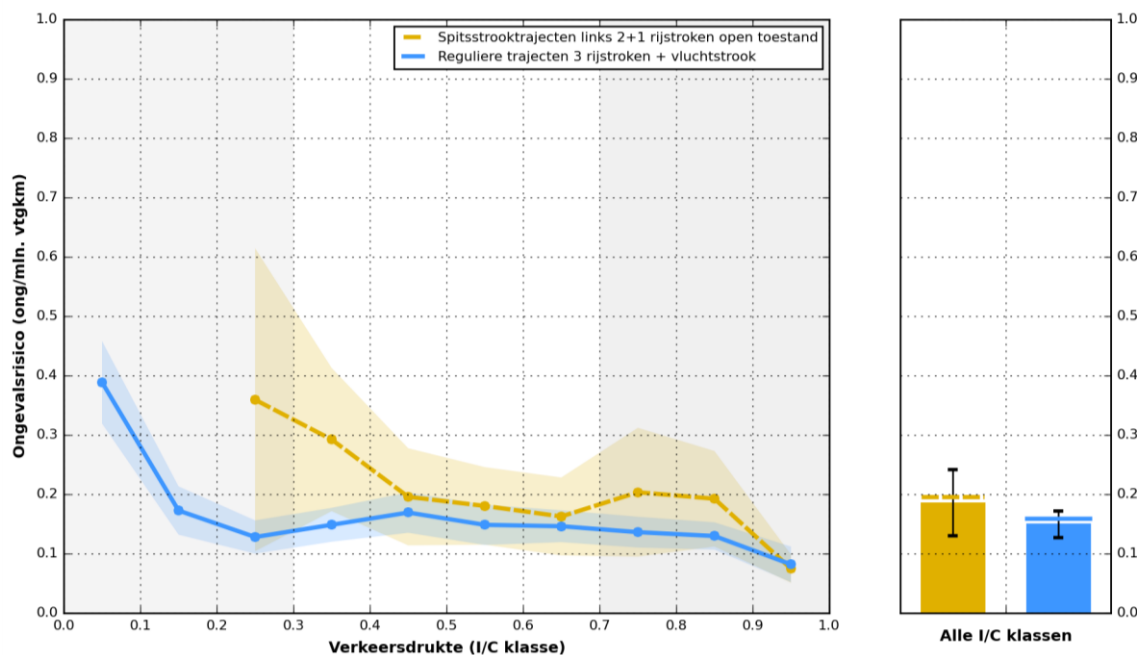
2.2.2 Spitsstrooktrajecten links

Figuur 3 vergelijkt de ongevalsrisico's van spitsstrooktrajecten links (dan is er recht gewoon een vluchtstrook aanwezig) met 2+1 rijstroken in open toestand met de ongevalsrisico's van reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Niet kan worden aangetoond dat het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen voor spitsstrooktrajecten links met 2+1 rijstroken in open toestand significant hoger is dan voor reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.
- Zolang er sprake is van een middeldrukke verkeerssituatie (een I/C tussen de 0,4 en 0,7) eenzelfde beeld geldt: het ongevalsrisico voor spitsstrooktrajecten links met 2+1 rijstroken in open toestand is niet significant hoger dan voor reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.
- In tegenstelling tot spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken ook voor drukke verkeerssituaties (een I/C hoger dan 0,7) eenzelfde beeld geldt: het ongevalsrisico voor spitsstrooktrajecten links met 2+1 rijstroken in open toestand is niet significant hoger dan voor reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.
- Wanneer er sprake is van een rustige verkeerssituatie (een I/C lager dan 0,4) het ongevalsrisico voor spitsstrooktrajecten links met 2+1 rijstroken in open toestand significant hoger is dan voor reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.

Figuur 3 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten links 2+1 rijstroken open toestand vergeleken met reguliere trajecten 3 rijstroken + vluchtstrook



2.3 Spitsstrooktrajecten in gesloten toestand vergeleken met reguliere trajecten

2.3.1 Spitsstrooktrajecten rechts

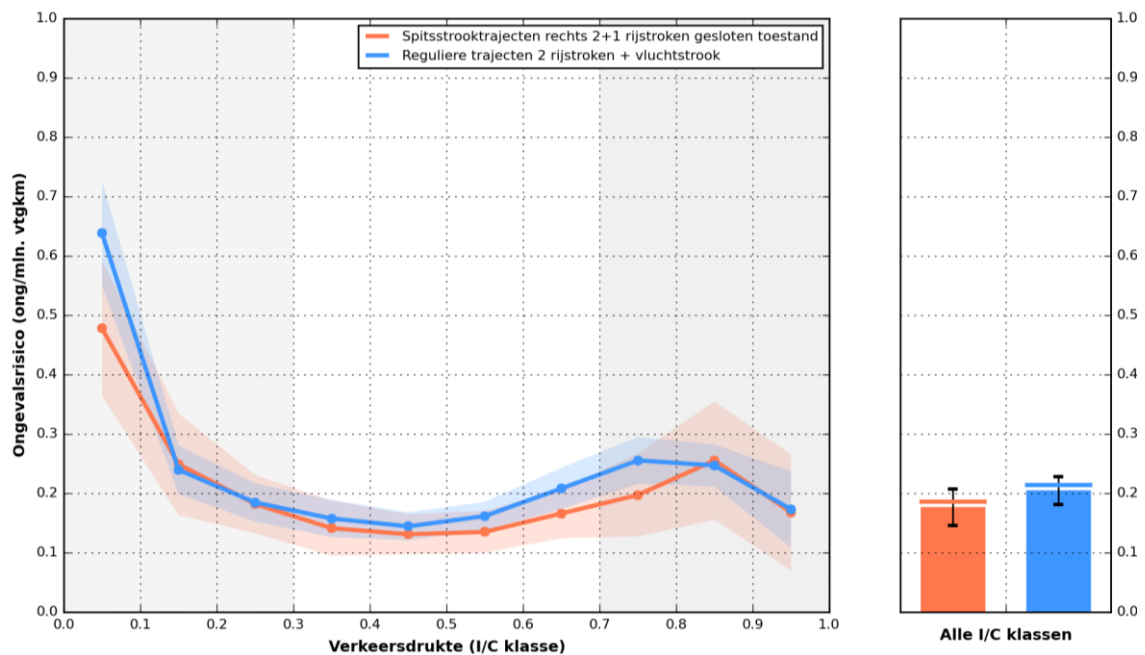
Op dezelfde manier als in paragraaf 2.2 voor geopende toestand is weergegeven, worden in deze paragraaf de ongevalsrisico's van spitsstrooktrajecten vergeleken met reguliere trajecten met een vluchtstrook maar dan voor spitsstrooktrajecten in gesloten toestand.

Figuur 4 vergelijkt de ongevalsrisico's van spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken in gesloten toestand met de ongevalsrisico's van reguliere trajecten met 2 rijstroken en een vluchtstrook.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen en de meeste ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke voor spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken in gesloten toestand weliswaar lager ligt als voor reguliere trajecten met 2 rijstroken en een vluchtstrook, maar dat dit niet significant kan worden aangetoond.

Figuur 4 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten rechts 2+1 rijstroken gesloten toestand vergeleken met reguliere trajecten 2 rijstroken + vluchtstrook

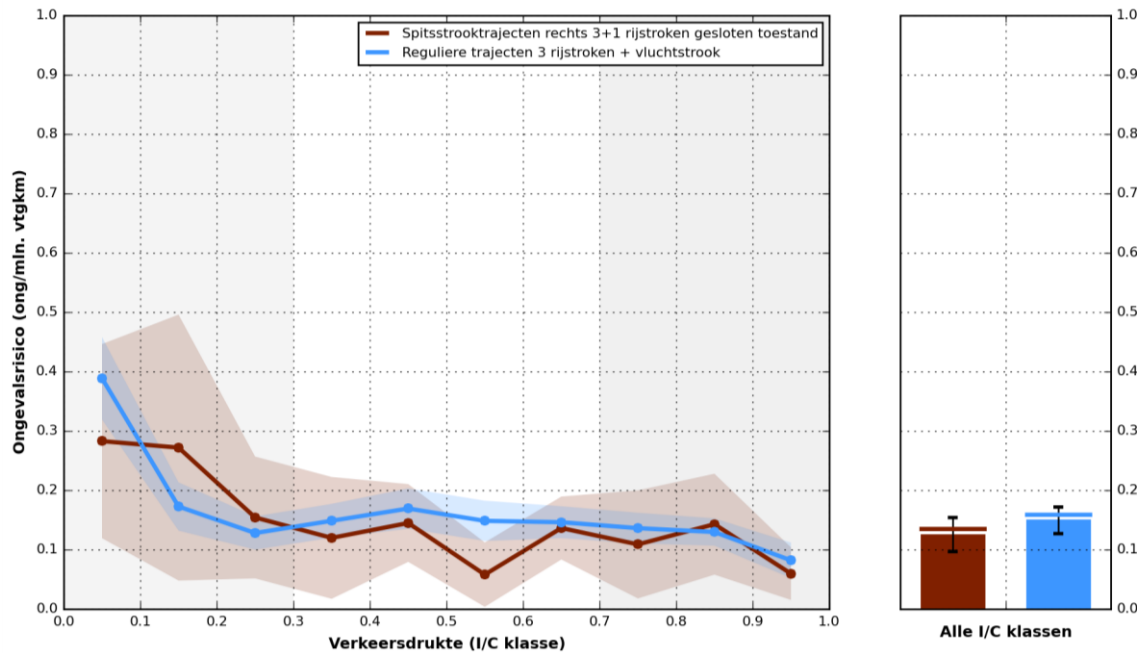


Figuur 5 vergelijkt de ongevalsrisico's van spitsstrooktrajecten rechts met 3+1 rijstroken in gesloten toestand met de ongevalsrisico's van reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen en de meeste ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke voor spitsstrooktrajecten rechts met 3+1 rijstroken in gesloten toestand weliswaar lager ligt als voor reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook, maar dat dit niet significant kan worden aangetoond.

Figuur 5 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten rechts 3+1 rijstroken gesloten toestand vergeleken met reguliere trajecten 3 rijstroken + vluchtstrook



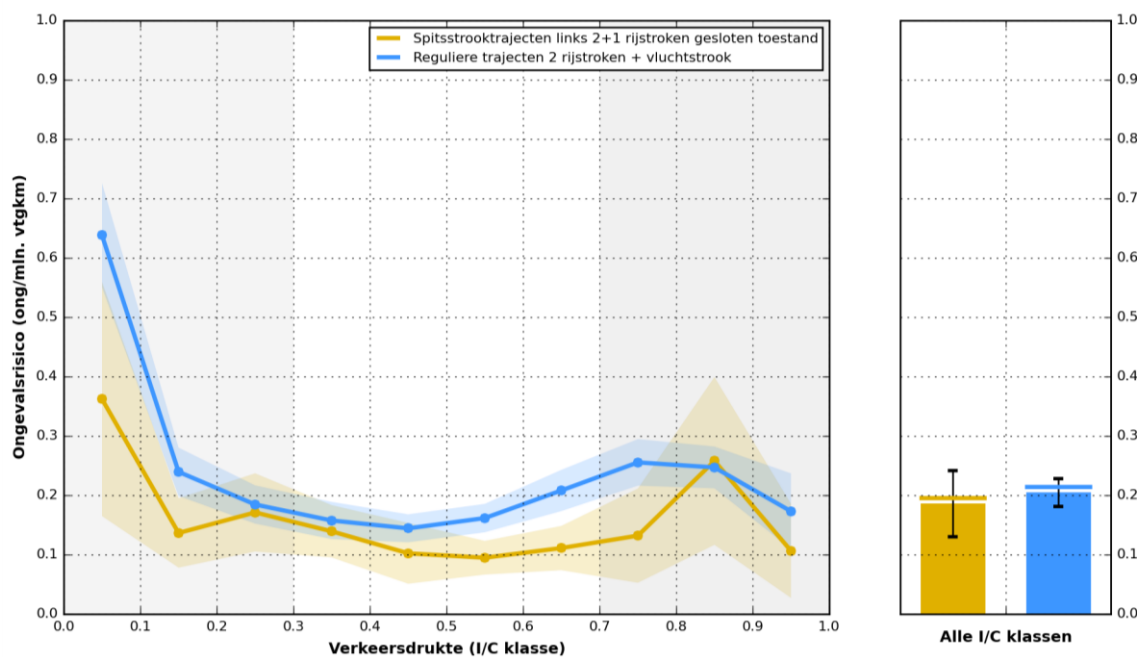
2.3.2 Spitsstrooktrajecten links

Figuur 6 vergelijkt de ongevalsrisico's van spitsstrooktrajecten links met 2+1 rijstroken in gesloten toestand met de ongevalsrisico's van reguliere trajecten met 2 rijstroken en een vluchtstrook.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen voor spitsstrooktrajecten links met 2+1 rijstroken in gesloten toestand weliswaar iets lager ligt als voor reguliere trajecten met 2 rijstroken en een vluchtstrook, maar dat dit niet significant kan worden aangetoond.
- Voor de meeste ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke in rustige en middel-drukke verkeerssituaties geldt dat deze voor spitsstrooktrajecten links met 2+1 rijstroken in gesloten toestand significant lager liggen dan voor reguliere trajecten met 2 rijstroken en een vluchtstrook.

Figuur 6 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten links 2+1 rijstroken gesloten toestand vergeleken met reguliere trajecten 2 rijstroken + vluchtstrook



2.4 Kort samengevat

2.4.1 Spitsstrooktrajecten rechts

Voor spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken in open toestand geldt dat het ongevalsrisico in rustige verkeerssituaties (een I/C lager dan 0,3) en drukke verkeerssituaties (een I/C hoger dan 0,7) significant hoger ligt dan voor reguliere trajecten met een vluchtstrook. Zolang er sprake is van middeldrukke verkeerssituaties (een I/C tussen de 0,3 en 0,7) kan niet worden aangetoond dat het ongevalsrisico significant hoger is dan voor reguliere trajecten met een vluchtstrook. Voor spitsstrooktrajecten rechts met 3+1 rijstroken is veelal eenzelfde beeld zichtbaar als bij spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken, maar hier zijn de verschillen kleiner en/of niet significant.

Voor spitsstrooktrajecten rechts in gesloten toestand geldt dat de meeste ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke weliswaar lager liggen als voor reguliere trajecten met een vluchtstrook, maar dat dit niet significant kan worden aangetoond.

2.4.2 Spitsstrooktrajecten links

Voor spitsstrooktrajecten links met 2+1 rijstroken in open toestand geldt dat het ongevalsrisico in rustige verkeerssituaties (een I/C lager dan 0,3) significant hoger ligt dan voor reguliere trajecten. Zolang er sprake is van middeldrukke verkeerssituaties (een I/C tussen de 0,3 en 0,7) en drukke verkeerssituaties (een I/C hoger dan 0,7), in tegenstelling tot spitsstrooktrajecten rechts, kan niet worden aangetoond dat het ongevalsrisico significant hoger is dan voor reguliere trajecten.

Voor spitsstrooktrajecten links in gesloten toestand geldt dat de meeste ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke in rustige en middeldrukke verkeerssituaties significant lager liggen dan voor reguliere trajecten.

2.4.3 Overzicht generieke ongevalsrisico's

In Tabel 1 zijn de generieke ongevalsrisico's over alle I/C klassen heen naar configuratie en toestand weergegeven. Hierbij zijn de betrouwbaarheidsintervallen achterwege gelaten.

Tabel 1 – Ongevalsrisico's (aantal ongevallen per miljoen motorvoertuigkilometer) naar configuratie en toestand berekend over periode 2004-2013

| Configuratie | Open toestand | Gesloten toestand |
|---|---------------|-------------------|
| Spitsstrooktrajecten rechts 2+1 rijstroken | 0,187 | 0,176 |
| Spitsstrooktrajecten rechts 3+1 rijstroken | 0,261 | 0,125 |
| Spitsstrooktrajecten links 2+1 rijstroken | 0,186 | 0,134 |
| Reguliere trajecten 2 rijstroken + vluchtstrook | | 0,204 |
| Reguliere trajecten 3 rijstroken + vluchtstrook | | 0,150 |
| Reguliere trajecten 4 rijstroken + vluchtstrook | | 0,226 |

3 Gebruik van en gereden snelheden op spitsstroken en reguliere stroken

3.1 Inleiding

De verdeling van het verkeer over de verschillende rijstroken is afhankelijk van de verkeersdruk. In rustige verkeerssituaties zal het merendeel van het verkeer gebruik maken van de rechterrijstrook. Als het drukker wordt, neemt het aandeel verkeer op de linkerrijstroken geleidelijk toe. In drukke verkeerssituaties is het aandeel verkeer op de linkerrijstrook veelal groter dan op de rechterrijstrook.

Om te onderzoeken of er verschillen zijn in het gebruik van en de gereden snelheden op een spitsstrook rechts ten opzichte van een reguliere rechterrijstrook, respectievelijk een spitsstrook links en een reguliere linkerrijstrook, worden in dit hoofdstuk de rijstrookverdeling en gereden snelheden geanalyseerd. Deze analyse kan verschillen in het veiligheidsniveau tussen spitsstrooktrajecten en reguliere trajecten (mede) verklaren.

3.2 Gebruik van spitsstroken en reguliere stroken

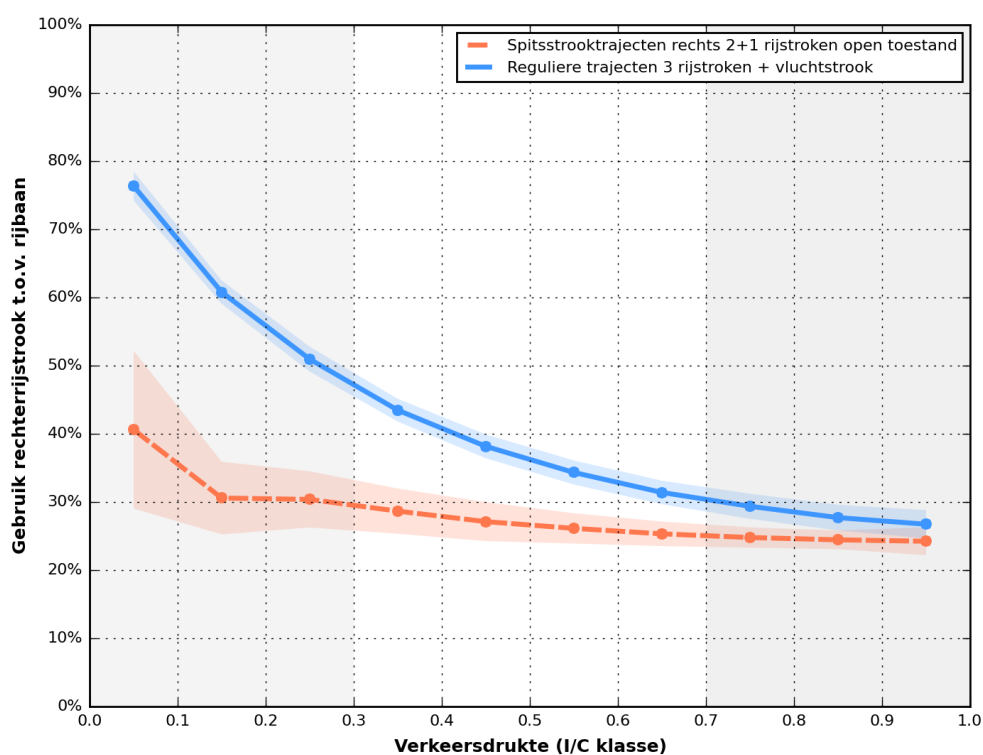
3.2.1 Spitsstrooktrajecten rechts

Figuur 7 vergelijkt het gebruik van de spitsstrook rechts ten opzichte van de gehele rijbaan op spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken in open toestand met het gebruik van een reguliere rechterrijstrook op reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het gebruik van de spitsstrook rechts op spitsstrooktrajecten rechts 2+1 in rustige verkeerssituaties ruimschoots significant lager en in middeldrukke verkeerssituaties significant lager is dan het gebruik van een reguliere rechterrijstrook op reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.
- Het gebruik van de spitsstrook rechts op spitsstrooktrajecten rechts 2+1 in drukke verkeerssituaties (nagenoeg) gelijk is aan het gebruik van een reguliere rechterrijstrook op reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.

Figuur 7 - Gebruik spitsstrook rechts ten opzichte van de gehele rijbaan op spitsstrooktrajecten rechts 2+1 rijstroken open toestand vergeleken met gebruik reguliere rechterrijstrook ten opzichte van gehele rijbaan op reguliere trajecten 3 rijstroken + vluchtstrook

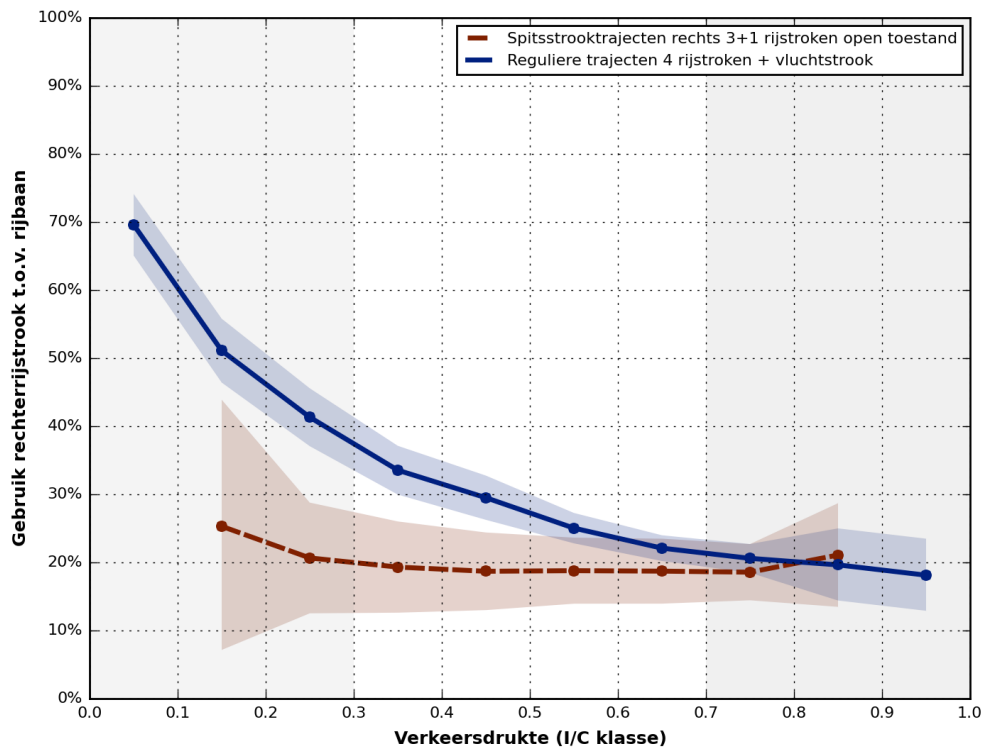


Figuur 8 vergelijkt het gebruik van de spitsstrook rechts ten opzichte van de gehele rijbaan op spitsstrooktrajecten rechts met 3+1 rijstroken in open toestand met het gebruik van een reguliere rechterraijstrook op reguliere trajecten met 4 rijstroken en een vluchtstrook.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Eenzelfde beeld zichtbaar is als bij spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken met dien verstande dat de verschillen kleiner zijn: het gebruik van de spitsstrook rechts op spitsstrooktrajecten rechts 3+1 in rustige verkeerssituaties en in middeldrukke verkeerssituaties is significant lager dan het gebruik van een reguliere rechterraijstrook op reguliere trajecten met 4 rijstroken en een vluchtstrook.
- Het gebruik van de spitsstrook rechts op spitsstrooktrajecten rechts 3+1 in drukke verkeerssituaties (nagenoeg) gelijk is aan het gebruik van een reguliere rechterraijstrook op reguliere trajecten met 4 rijstroken en een vluchtstrook.

Figuur 8 - Gebruik spitsstrook rechts ten opzichte van de gehele rijbaan op spitsstrooktrajecten rechts 3+1 rijstroken open toestand vergeleken met gebruik reguliere rechterraijstrook ten opzichte van gehele rijbaan op reguliere trajecten 4 rijstroken + vluchtstrook



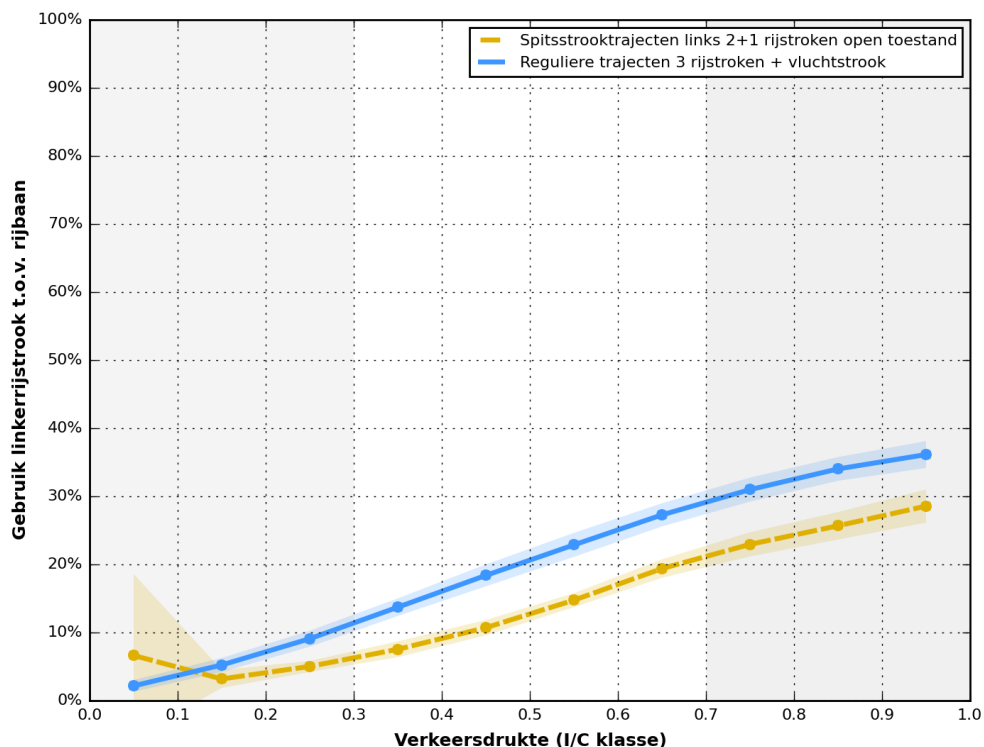
3.2.2 Spitsstrooktrajecten links

Figuur 9 vergelijkt het gebruik van de spitsstrook links ten opzichte van de gehele rijbaan op spitsstrooktrajecten links met 2+1 rijstroken in open toestand met het gebruik van een reguliere linkerrijstrook op reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het gebruik van de spitsstrook links op spitsstrooktrajecten links 2+1 in nagenoeg alle I/C klassen significant lager is dan het gebruik van een reguliere linkerrijstrook op reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.

Figuur 9 - Gebruik spitsstrook links ten opzichte van de gehele rijbaan op spitsstrooktrajecten links 2+1 rijstroken open toestand vergeleken met gebruik reguliere linkerrijstrook ten opzichte van gehele rijbaan op reguliere trajecten 3 rijstroken + vluchtstrook



3.3 Gereden snelheden op spitsstroken en reguliere stroken

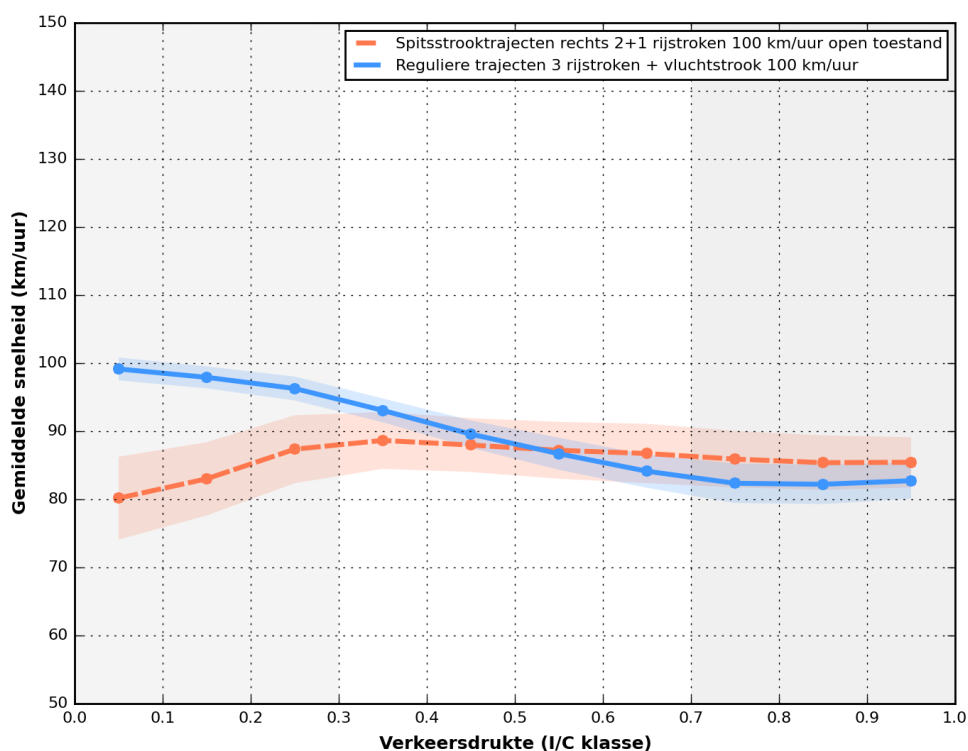
3.3.1 Spitsstrooktrajecten rechts

Figuur 10 vergelijkt de gemiddelde snelheid op de spitsstrook rechts op spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken in open toestand met de gemiddelde snelheid op een reguliere rechterrijstrook op reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook. Voor beide groepen geldt een snelheidslimiet van 100 km/uur.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- De gemiddelde snelheid op de spitsstrook rechts op spitsstrooktrajecten rechts 2+1 in rustige verkeerssituaties significant lager ligt dan de gemiddelde snelheid op een reguliere rechterrijstrook op reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.
- De gemiddelde snelheid op de spitsstrook rechts op spitsstrooktrajecten rechts 2+1 in middeldrukke en drukke verkeerssituaties niet significant verschilt van de gemiddelde snelheid op een reguliere rechterrijstrook op reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook.

Figuur 10 - Gemiddelde snelheid op spitsstrook rechts op spitsstrooktrajecten rechts 2+1 rijstroken open toestand met een snelheidslimiet van 100 km/uur vergeleken met gemiddelde snelheid op rechterrijstrook op reguliere trajecten 3 rijstroken + vluchtstrook met een snelheidslimiet van 100 km/uur

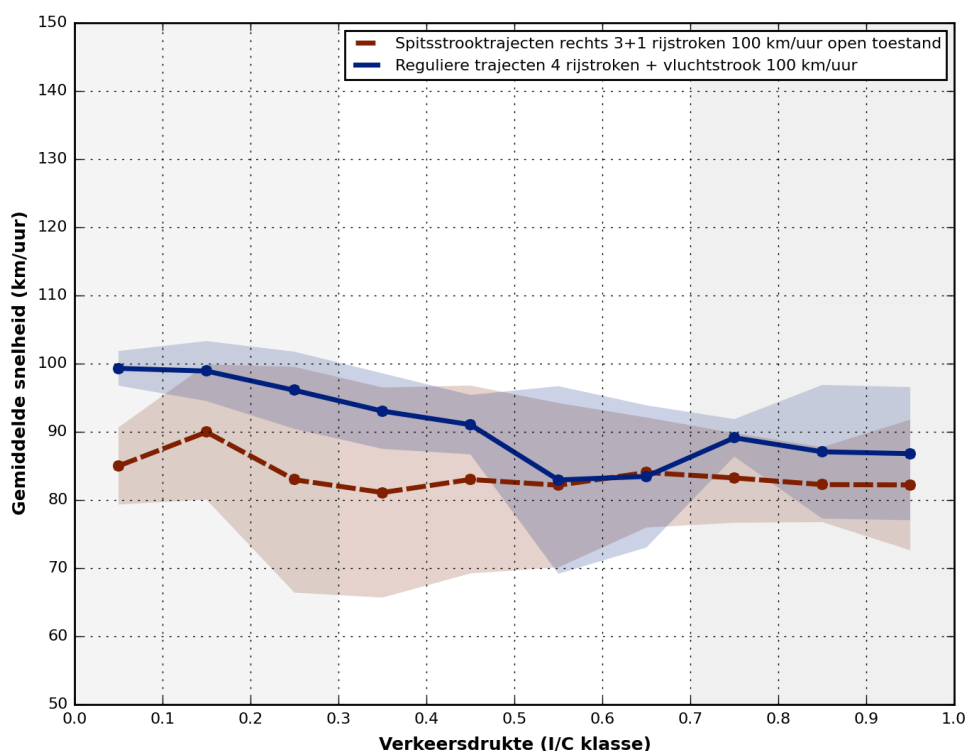


Figuur 11 vergelijkt de gemiddelde snelheid op de spitsstrook rechts op spitsstrooktrajecten rechts met 3+1 rijstroken in open toestand met de gemiddelde snelheid op een reguliere rech-
terrijstrook op reguliere trajecten met 4 rijstroken en een vluchtstrook. Voor beide groepen geldt een snelheidslimiet van 100 km/uur.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- De gemiddelde snelheid op de spitsstrook rechts op spitsstrooktrajecten rechts 3+1 nage-
noeg in elke I/C klasse lager ligt dan de gemiddelde snelheid op een reguliere rech-
terrijstrook op reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook, maar dat dit op de I/C
klasse 0.0 – 0.1 na niet significant aan te tonen is.

*Figuur 11 - Gemiddelde snelheid op spitsstrook rechts op spitsstrooktrajecten rechts 3+1 rijstro-
ken open toestand met een snelheidslimiet van 100 km/uur vergeleken met gemiddelde snel-
heid op rechterrijstrook op reguliere trajecten 4 rijstroken + vluchtstrook met een snelheidslimiet
van 100 km/uur*



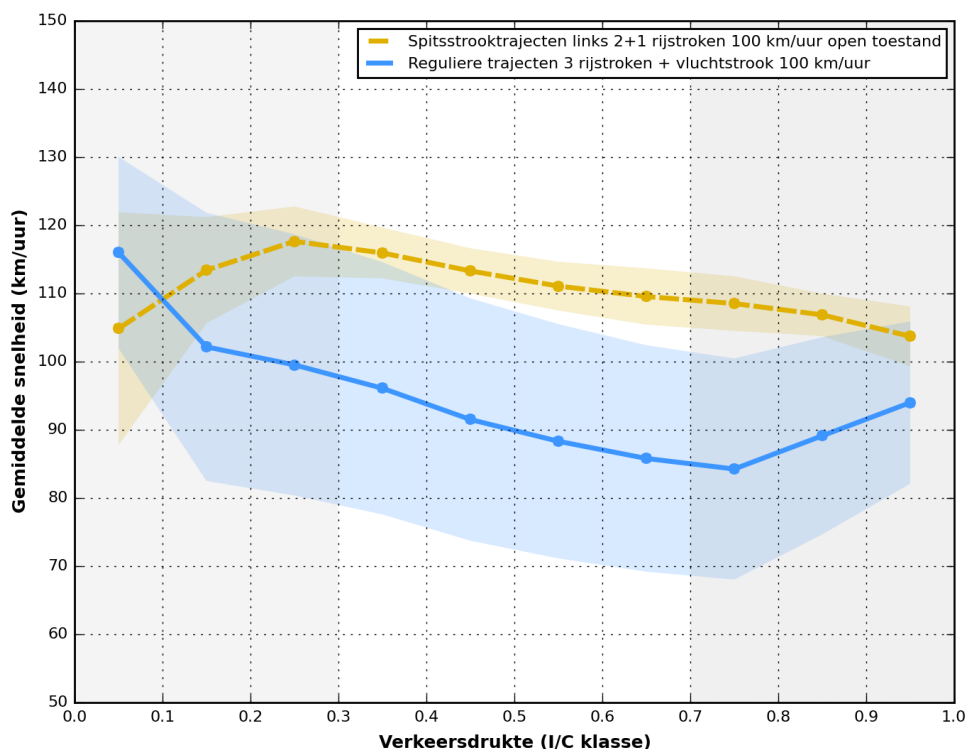
3.3.2 Spitsstrooktrajecten links

Figuur 12 vergelijkt de gemiddelde snelheid op de spitsstrook links op spitsstrooktrajecten links met 2+1 rijstroken in open toestand met de gemiddelde snelheid op een reguliere linkerrijstrook op reguliere trajecten met 3 rijstroken en een vluchtstrook. Voor beide groepen geldt een snelheidslimiet van 100 km/uur.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- De gemiddelde snelheid op de spitsstrook links op spitsstrooktrajecten links 2+1 nagenoeg in alle I/C klassen hoger ligt, waarvoor geldt dat deze verschillen in de middeldrukke en drukke verkeerssituaties significant zijn.

Figuur 12 - Gemiddelde snelheid op spitsstrook links op spitsstrooktrajecten links 2+1 rijstroken open toestand met een snelheidslimiet van 100 km/uur vergeleken met gemiddelde snelheid op linkerrijstrook op reguliere trajecten 3 rijstroken + vluchtstrook met een snelheidslimiet van 100 km/uur



3.4 Correlatie-/regressie analyse

Voor alle trajectkenmerken, uitgezet tegen het gebruik van en de gemiddelde snelheid op de spitsstroken, zijn correlatiecoëfficiënten bepaald. De gevonden correlatiecoëfficiënten hebben een waarde tussen -1,0 en 1,0. Relaties waarvoor een sterke correlatie is gevonden, worden navolgend toegelicht.

3.4.1 Spitsstrooktrajecten rechts

- In rustige verkeerssituaties is er een sterke correlatie (-0.72) tussen het percentage vrachtverkeer op de weg en de gemiddelde snelheid van het verkeer op de spitsstrook. Bij een toename van het vrachtverkeer, neemt de gemiddelde snelheid op de spitsstrook af. Omdat de maximum snelheid voor vrachtwagens op Nederlandse snelwegen 80 [km/uur] is, neemt de gemiddelde snelheid op de spitsstrook logischerwijs af bij een toename van het vrachtverkeer op deze strook.
- In drukke verkeerssituaties is er een sterke correlatie (-0.58) tussen het percentage vrachtverkeer op de weg en het gebruik van de spitsstrook. Bij een toename van het vrachtverkeer neemt het gebruik van de spitsstrook af. Vrachtverkeer rijdt rechts en dus voornamelijk op de spitsstrook. Wanneer er veel vrachtverkeer is zal het overige verkeer overwegend op de naastgelegen stroken rijden.
- Ook is er een sterke correlatie (0,65) tussen het percentage vrachtverkeer op de weg en het gemiddelde snelheidsverschil van het verkeer op de spitsstrook en de naastgelegen rijstrook.

3.4.2 Spitsstrooktrajecten links

- In drukke verkeerssituaties is er een sterke correlatie (0,72) tussen het percentage vrachtverkeer op de weg en het percentage gebruik van de spitsstrook. Bij een toename van het vrachtverkeer neemt het percentage verkeer wat de spitsstrook gebruikt ook toe. Vrachtverkeer rijdt voornamelijk rechts. Bij veel vrachtverkeer is het overige verkeer meer geneigd om op de naastgelegen stroken te rijden.

3.5 Kort samengevat

3.5.1 *Spitsstrooktrajecten rechts*

Voor spitsstrooktrajecten rechts in open toestand geldt dat het gebruik van de spitsstrook in rustige verkeerssituaties en in middeldrukke verkeerssituaties (ruimschoots) significant lager is dan het gebruik van een reguliere rechterrijstrook op reguliere trajecten met een vluchtstrook. Deze constatering geldt zowel voor spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken als met 3+1 rijstroken met dien verstande dat de verschillen bij 3+1 rijstroken kleiner zijn. In drukke verkeerssituaties is er een sterke correlatie tussen het percentage vrachtverkeer op de weg en het gebruik van de spitsstrook. Bij een toename van het vrachtverkeer neemt het gebruik van de spitsstrook af.

De gemiddelde snelheid op de spitsstrook rechts ligt in rustige verkeerssituaties significant lager dan de gemiddelde snelheid op een reguliere rechterrijstrook op reguliere trajecten met een vluchtstrook. De gemiddelde snelheid op de spitsstrook in middeldrukke en drukke verkeerssituaties verschilt niet significant van de gemiddelde snelheid op een reguliere rechterrijstrook. In rustige verkeerssituaties is er een sterke correlatie tussen het percentage vrachtverkeer op de weg en de gemiddelde snelheid van het verkeer op de spitsstrook. Bij een toename van het vrachtverkeer, neemt de gemiddelde snelheid op de spitsstrook af. Ook is er een sterke correlatie tussen het percentage vrachtverkeer op de weg en het gemiddelde snelheidsverschil van het verkeer op de spitsstrook en de naastgelegen rijstrook.

3.5.2 *Spitsstrooktrajecten links*

Voor spitsstrooktrajecten links in open toestand geldt dat het gebruik van de spitsstrook in nagenoeg alle I/C klassen significant lager is dan het gebruik van een reguliere linkerrijstrook maar dat de onderbenutting kleiner is dan de onderbenutting van spitsstroken rechts. In drukke verkeerssituaties is er een sterke correlatie tussen het percentage vrachtverkeer op de weg en het percentage gebruik van de spitsstrook. Bij een toename van het vrachtverkeer neemt het percentage verkeer wat de spitsstrook gebruikt ook toe.

De gemiddelde snelheid op de spitsstrook ligt nagenoeg in alle I/C klassen hoger dan de gemiddelde snelheid op een reguliere linkerrijstrook, waarvoor geldt dat deze verschillen in de middeldrukke en drukke verkeerssituaties significant zijn.

4 Verdere differentiatie naar verkeersveiligheidsgerelateerde variabelen

4.1 Inleiding

Aanvullend op de in hoofdstuk 2 gepresenteerde ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, aantal rijstroken, ligging van de spitsstrook (rechts of links) en de toestand (open of gesloten) is onderzocht of er aanvullende verkeersveiligheidsgerelateerde variabelen zijn die een bijdrage leveren aan de verklaring van de verkeersveiligheid van spitsstrooktrajecten. Deze aanvullende variabelen zijn op basis van literatuuronderzoek geselecteerd. Per variabele zijn steeds een aantal klassen gedefinieerd. Voor deze klassen zijn vervolgens op dezelfde wijze als in hoofdstuk 2, generieke ongevalsrisico's over alle I/C klassen heen berekend, het verloop van het ongevalsrisico naar verkeersdrukke bepaald en betrouwbaarheidsmarges berekend.

Uit de analyse van deze resultaten blijkt dat de variabelen inhaalverbod vrachtverkeer, pechhavendichtheid en percentage vrachtverkeer geen significante aanvullende bijdrage leveren aan de differentiatie van de verkeersveiligheid van spitsstrooktrajecten. De variabele segmenttype levert echter wel een significante aanvullende bijdrage. In dit hoofdstuk worden daarom alleen de resultaten van de aanvullende variabele segmenttype weergegeven. In de separate onderzoeksverantwoording (GM-0162875) zijn de resultaten van de aanvullende variabelen opgenomen die geen significante aanvullende bijdrage leveren.

Tabel 2 – Verdere differentiatie naar verkeersgerelateerde variabelen

| Aanvullende variabele | Resultaat | Leeswijzer |
|---|--|---------------------------------------|
| Inhaalverbod vrachtverkeer | Geen significante aanvullende bijdrage | Onderzoeksverantwoording (GM-0162875) |
| Pechhavendichtheid (alleen voor spitsstrooktrajecten rechts) | Geen significante aanvullende bijdrage | Onderzoeksverantwoording (GM-0162875) |
| Segmenttype (rondom aansluitingen of tussen aansluitingen in) | Significante aanvullende bijdrage | Paragraaf 4.2 en verder |
| Percentage vrachtverkeer | Geen significante aanvullende bijdrage | Onderzoeksverantwoording (GM-0162875) |

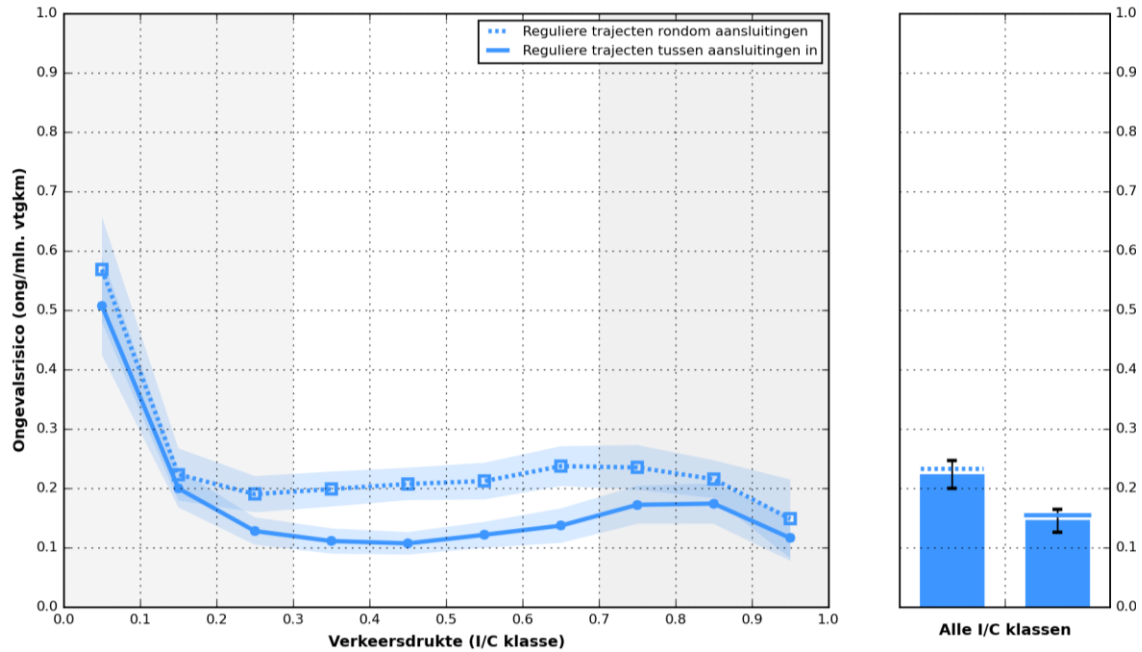
4.2 Reguliere trajecten

Figuur 13 vergelijkt het ongevalsrisico op reguliere trajecten rondom aansluitingen met het ongevalsrisico op reguliere trajecten tussen aansluitingen in.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en de ongevalsrisico's in middeldrukke verkeerssituaties, voor reguliere trajecten rondom aansluitingen significant hoger ligt als voor reguliere trajecten tussen aansluitingen in.

Figuur 13 - Ongevalsrisico's reguliere trajecten rondom aansluitingen vergeleken met reguliere trajecten tussen aansluitingen in



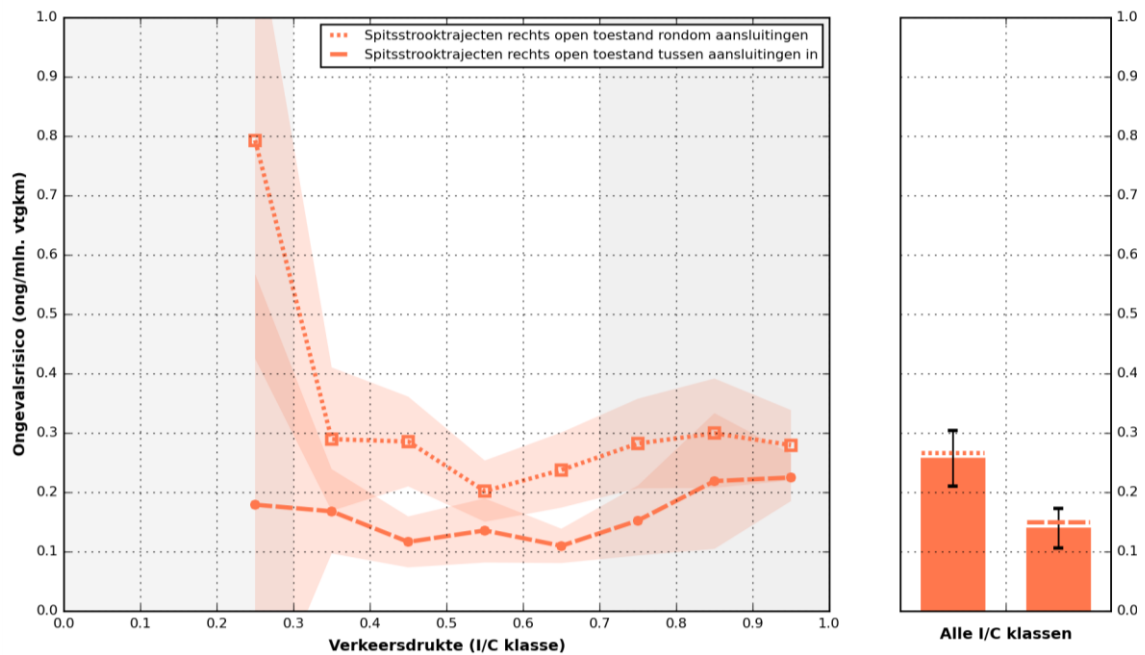
4.3 Spitsstrooktrajecten rechts

Figuur 14 vergelijkt het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten rechts in open toestand rondom aansluitingen met het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten rechts in open toestand op reguliere wegdelen tussen aansluitingen in.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en de meeste ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten rechts in open toestand rondom aansluitingen significant hoger ligt als voor spitsstrooktrajecten rechts in open toestand voor reguliere wegdelen tussen aansluitingen in. Deze verschillen zijn groter als de verschillen bij reguliere trajecten.

Figuur 14 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten rechts rijstroken open toestand rondom aansluitingen vergeleken met spitsstrooktrajecten rechts rijstroken open toestand tussen aansluitingen in

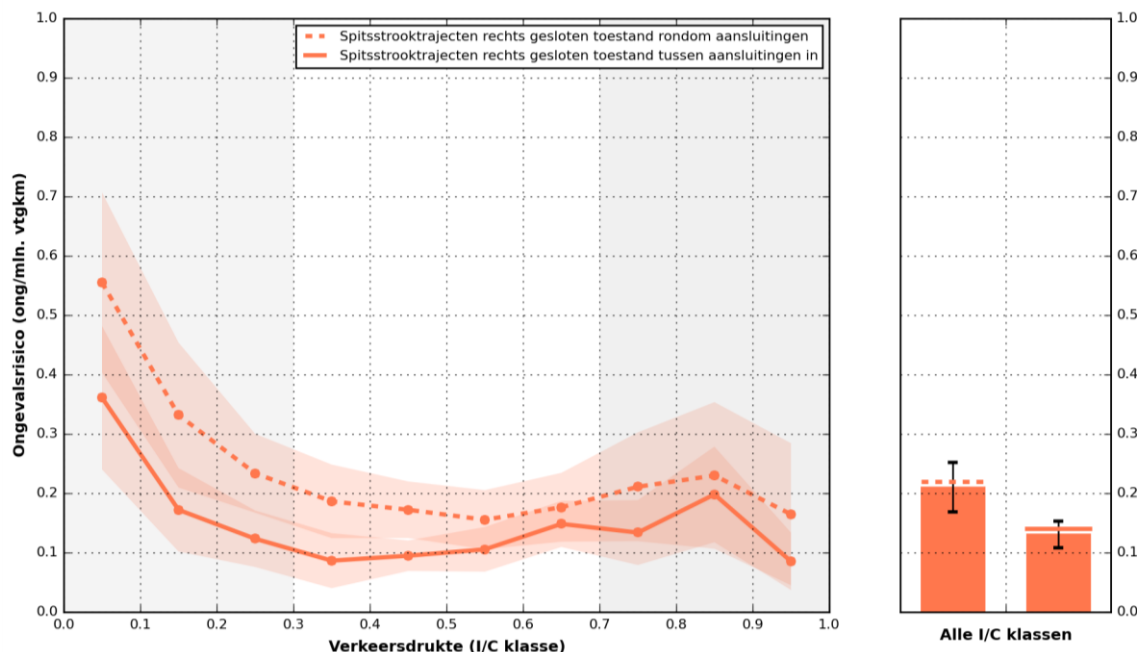


Figuur 15 vergelijkt het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten rechts in gesloten toestand rondom aansluitingen met het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten rechts in gesloten toestand op reguliere weggedelen tussen aansluitingen in.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en de meeste ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten rechts in gesloten toestand rondom aansluitingen significant hoger ligt als voor spitsstrooktrajecten rechts in gesloten toestand voor reguliere weggedelen tussen aansluitingen in.

Figuur 15 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten rechts rijstroken gesloten toestand rondom aansluitingen vergeleken met spitsstrooktrajecten rechts rijstroken gesloten toestand tussen aansluitingen in



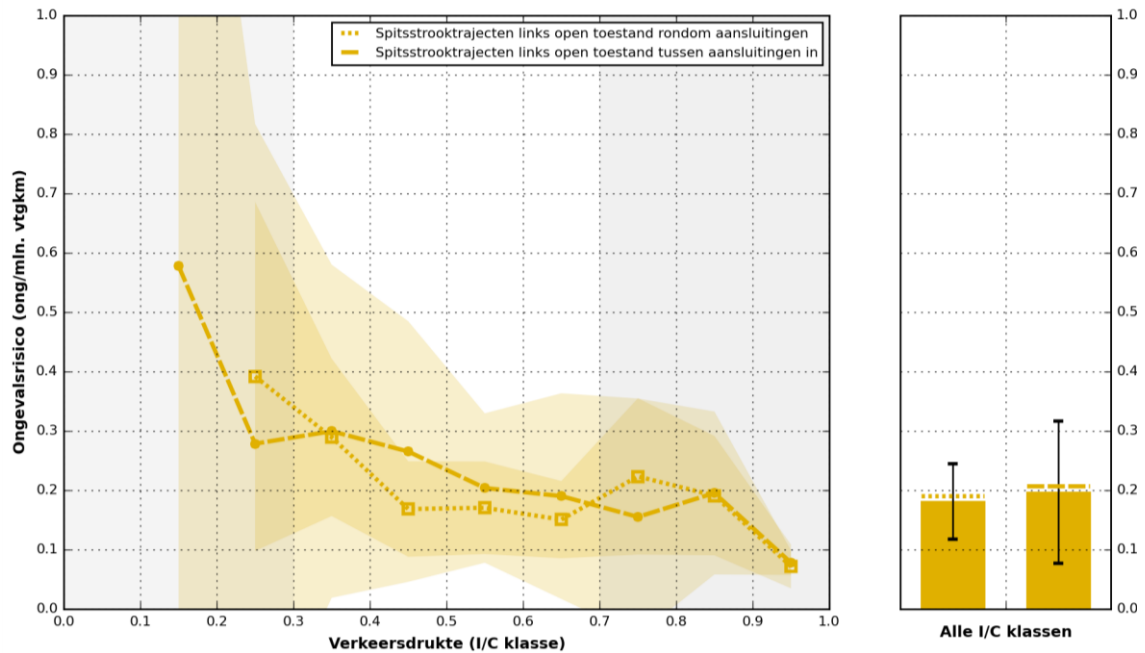
4.4 Spitsstrooktrajecten links

Figuur 16 vergelijkt het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten links in open toestand rondom aansluitingen met het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten links in open toestand op reguliere wegdelen tussen aansluitingen in.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Niet kan worden aangetoond dat het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en alle ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten links in open toestand rondom aansluitingen significant verschilt van die van spitsstrooktrajecten links in open toestand voor reguliere wegdelen tussen aansluitingen in.

Figuur 16 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten links rijstroken open toestand rondom aansluitingen vergeleken met spitsstrooktrajecten links rijstroken open toestand tussen aansluitingen in

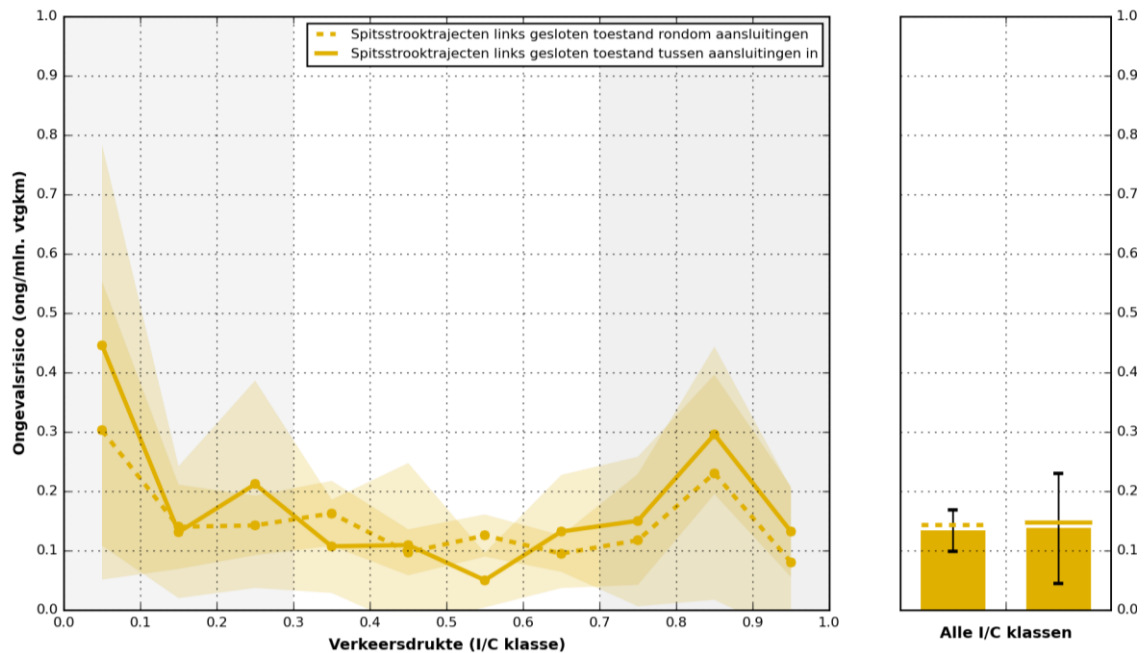


Figuur 17 vergelijkt het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten links in gesloten toestand rondom aansluitingen met het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten links in gesloten toestand op reguliere wegdelen tussen aansluitingen in.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Niet kan worden aangetoond dat het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en alle ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten links in gesloten toestand rondom aansluitingen significant verschilt van die van spitsstrooktrajecten links in gesloten toestand voor reguliere wegdelen tussen aansluitingen in.

Figuur 17 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten links rijstroken gesloten toestand rondom aansluitingen vergeleken met spitsstrooktrajecten links rijstroken gesloten toestand tussen aansluitingen in



4.5 Spitsstrooktrajecten in open toestand vergeleken met reguliere trajecten

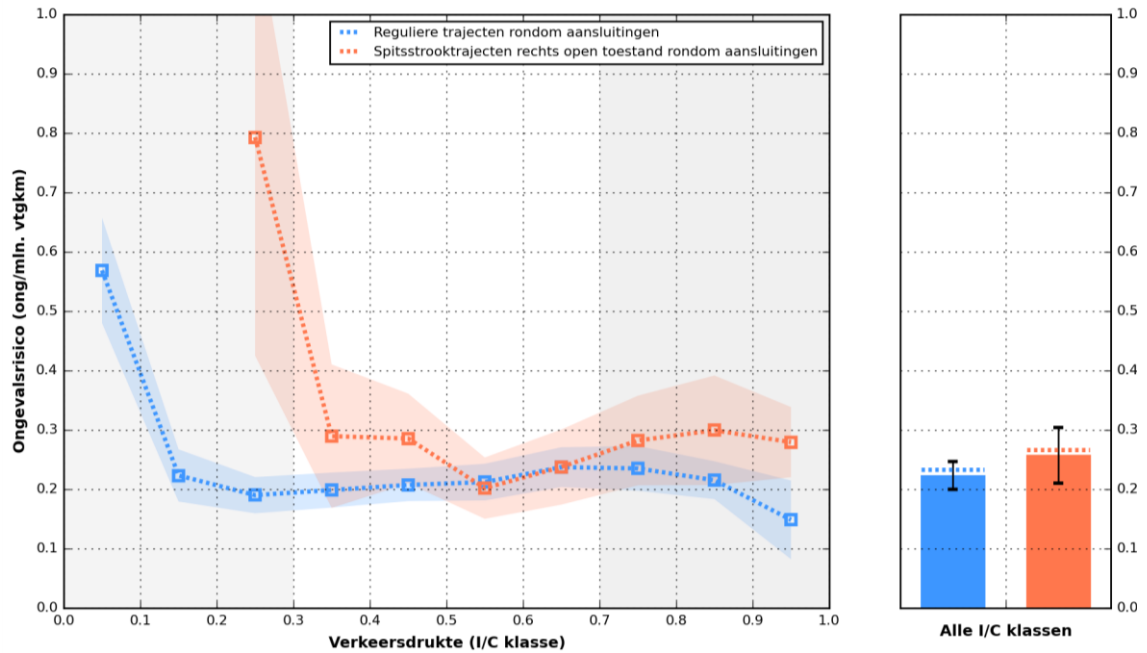
4.5.1 Spitsstrooktrajecten rechts

Figuur 18 vergelijkt het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten rechts in open toestand rondom aansluitingen met het ongevalsrisico op reguliere trajecten rondom aansluitingen.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en de meeste ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten rechts in open toestand rondom aansluitingen hoger ligt als voor reguliere trajecten rondom aansluitingen maar dat deze verschillen niet altijd significant zijn.

Figuur 18 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten rechts rijstroken open toestand rondom aansluitingen vergeleken met reguliere trajecten rondom aansluitingen

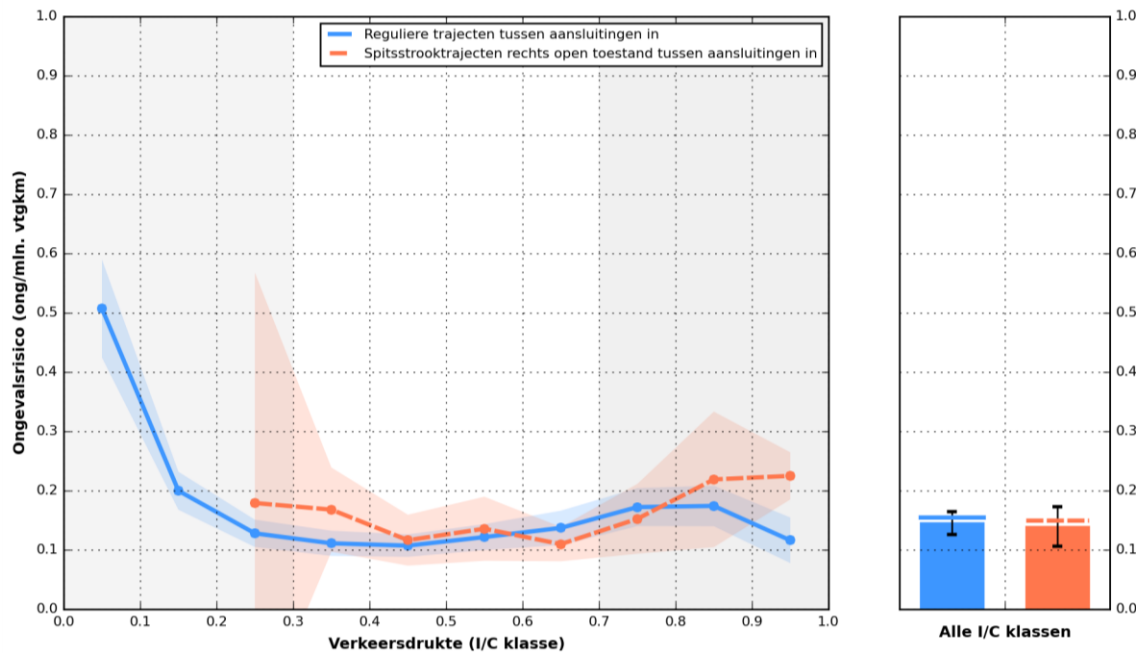


Figuur 19 vergelijkt het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten rechts in open toestand op wegvakken tussen aansluitingen in met het ongevalsrisico op reguliere trajecten op wegvakken tussen aansluitingen in.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en de ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten rechts in open toestand op wegvakken tussen aansluitingen in niet significant verschillen met die voor reguliere trajecten op wegvakken tussen aansluitingen in.

Figuur 19 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten rechts rijstroken open toestand op wegvakken tussen aansluitingen in vergeleken met reguliere trajecten op wegvakken tussen aansluitingen in



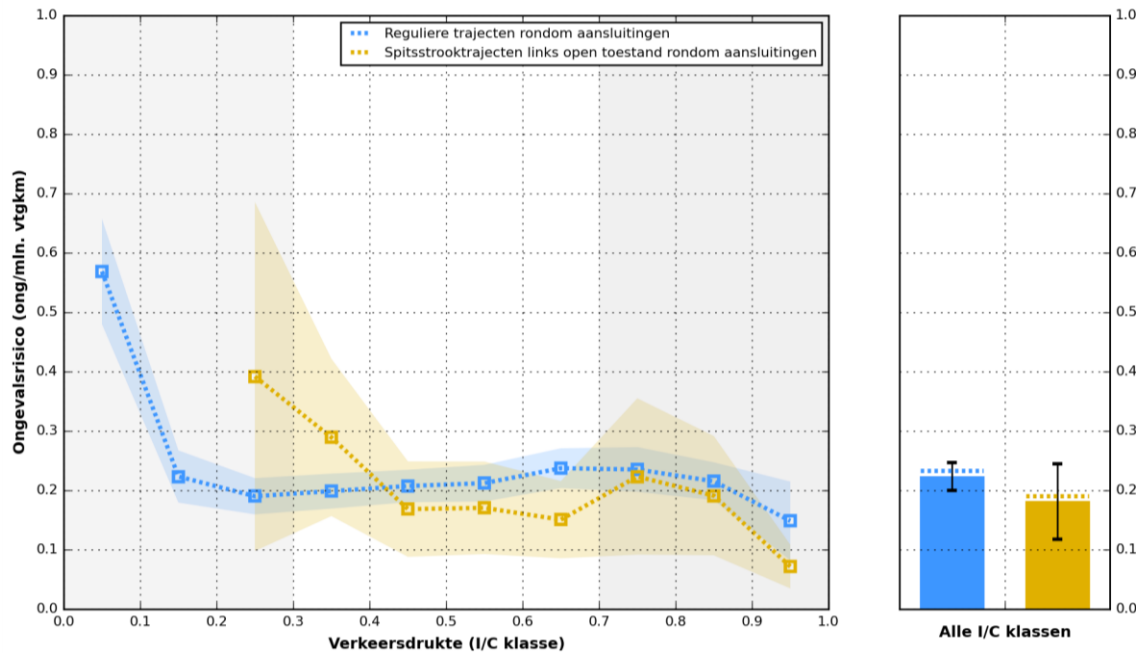
4.5.2 Spitsstrooktrajecten links

Figuur 20 vergelijkt het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten links in open toestand rondom aansluitingen met het ongevalsrisico op reguliere trajecten rondom aansluitingen.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Niet kan worden aangetoond dat het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en alle ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten links in open toestand rondom aansluitingen significant verschilt van die van reguliere trajecten rondom aansluitingen.

Figuur 20 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten links rijstroken open toestand rondom aansluitingen vergeleken met reguliere trajecten rondom aansluitingen

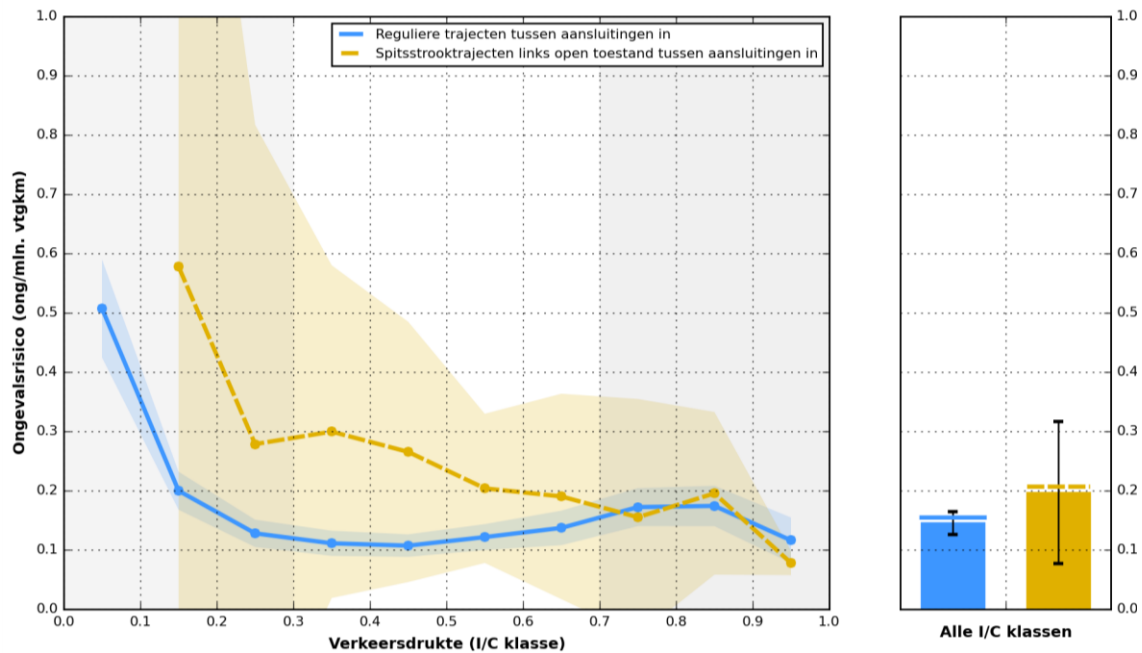


Figuur 21 vergelijkt het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten links in open toestand op wegvakken tussen aansluitingen in met het ongevalsrisico op reguliere trajecten op wegvakken tussen aansluitingen in.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en de ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten links in open toestand op wegvakken tussen aansluitingen in niet significant verschillen met die voor reguliere trajecten op wegvakken tussen aansluitingen in.

Figuur 21 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten links rijstroken open toestand op wegvakken tussen aansluitingen in vergeleken met reguliere trajecten op wegvakken tussen aansluitingen in



4.6 Spitsstrooktrajecten in gesloten toestand vergeleken met reguliere trajecten

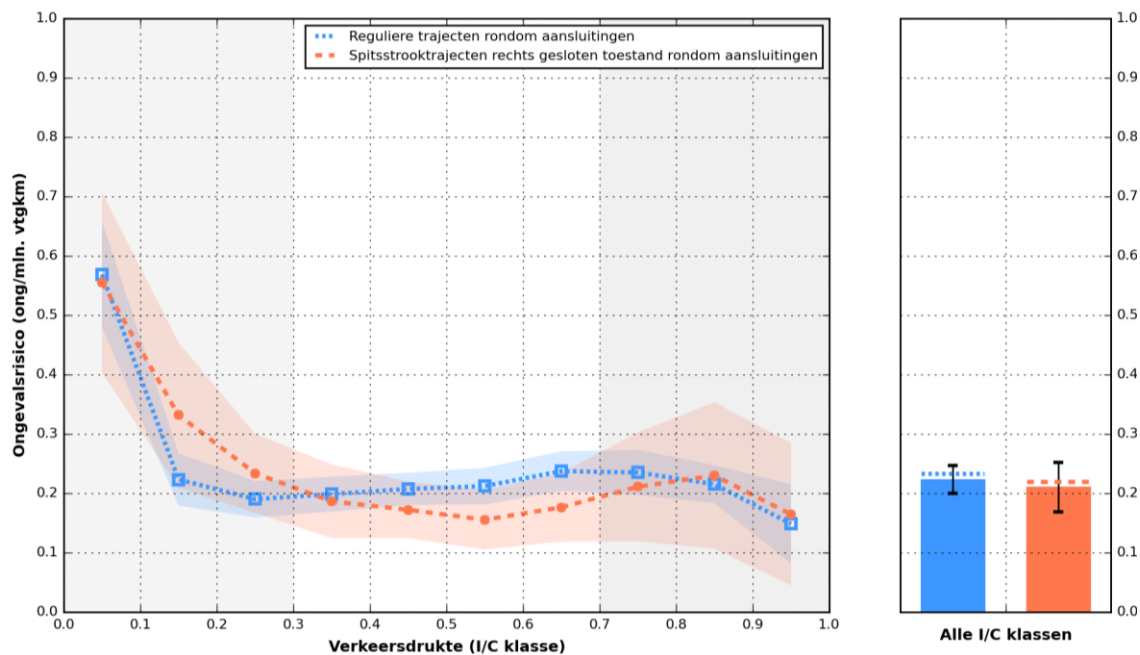
4.6.1 Spitsstrooktrajecten rechts

Figuur 22 vergelijkt het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten rechts in gesloten toestand rondom aansluitingen met het ongevalsrisico op reguliere trajecten rondom aansluitingen.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Niet kan worden aangetoond dat het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en de meeste ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten rechts in gesloten toestand rondom aansluitingen significant verschillen met die van reguliere trajecten rondom aansluitingen.

Figuur 22 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten rechts rijstroken gesloten toestand rondom aansluitingen vergeleken met reguliere trajecten rondom aansluitingen

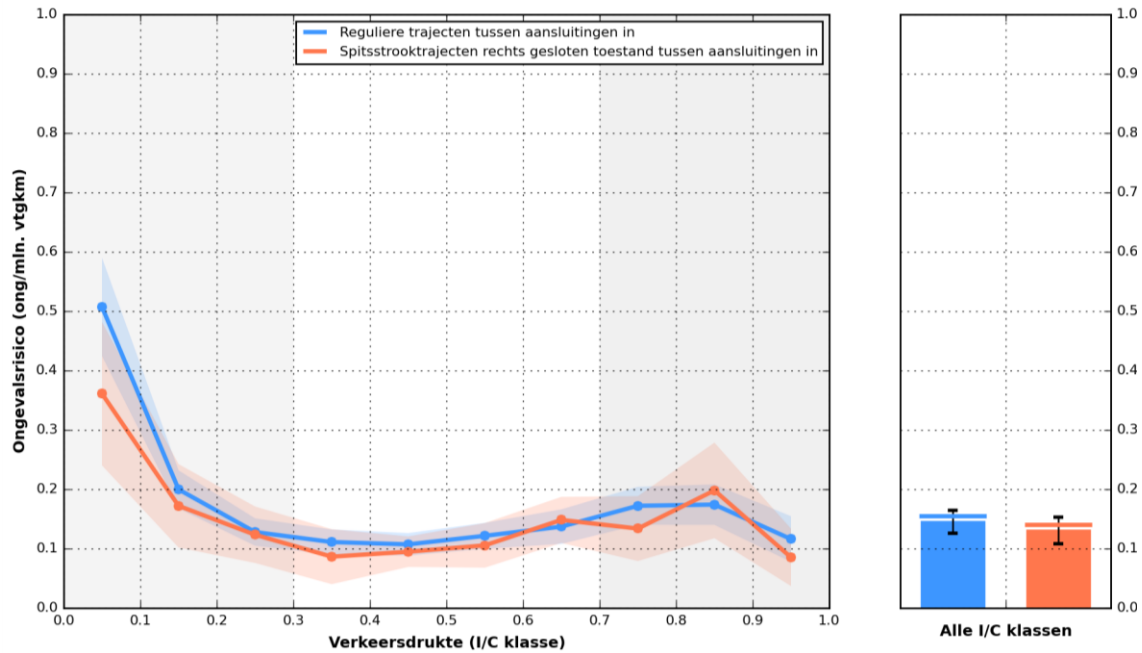


Figuur 23 vergelijkt het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten rechts in gesloten toestand op wegvakken tussen aansluitingen in met het ongevalsrisico op reguliere trajecten op wegvakken tussen aansluitingen in.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en de ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten rechts in gesloten toestand op wegvakken tussen aansluitingen in niet significant verschillen met die voor reguliere trajecten op wegvakken tussen aansluitingen in.

Figuur 23 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten rechts rijstroken gesloten toestand op wegvakken tussen aansluitingen in vergeleken met reguliere trajecten op wegvakken tussen aansluitingen in



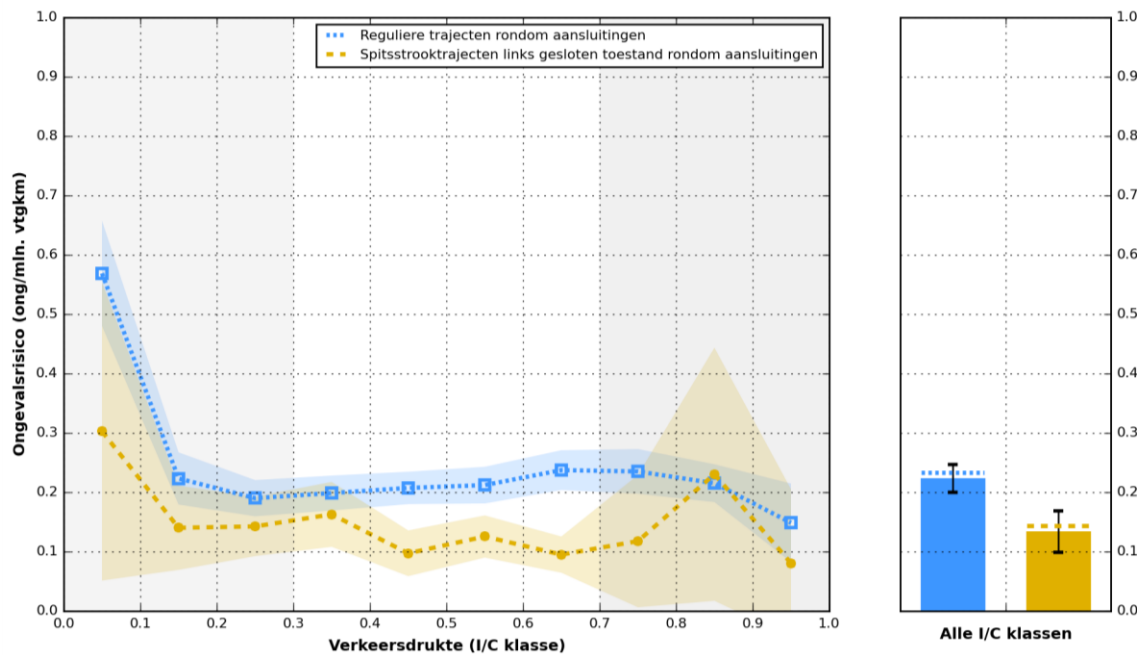
4.6.2 Spitsstrooktrajecten links

Figuur 24 vergelijkt het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten links in gesloten toestand rondom aansluitingen met het ongevalsrisico op reguliere trajecten rondom aansluitingen.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Zowel het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, als de meeste ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten links in gesloten toestand rondom aansluitingen significant lager liggen dan die van reguliere trajecten rondom aansluitingen.

Figuur 24 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten links rijstroken gesloten toestand rondom aansluitingen vergeleken met reguliere trajecten rondom aansluitingen

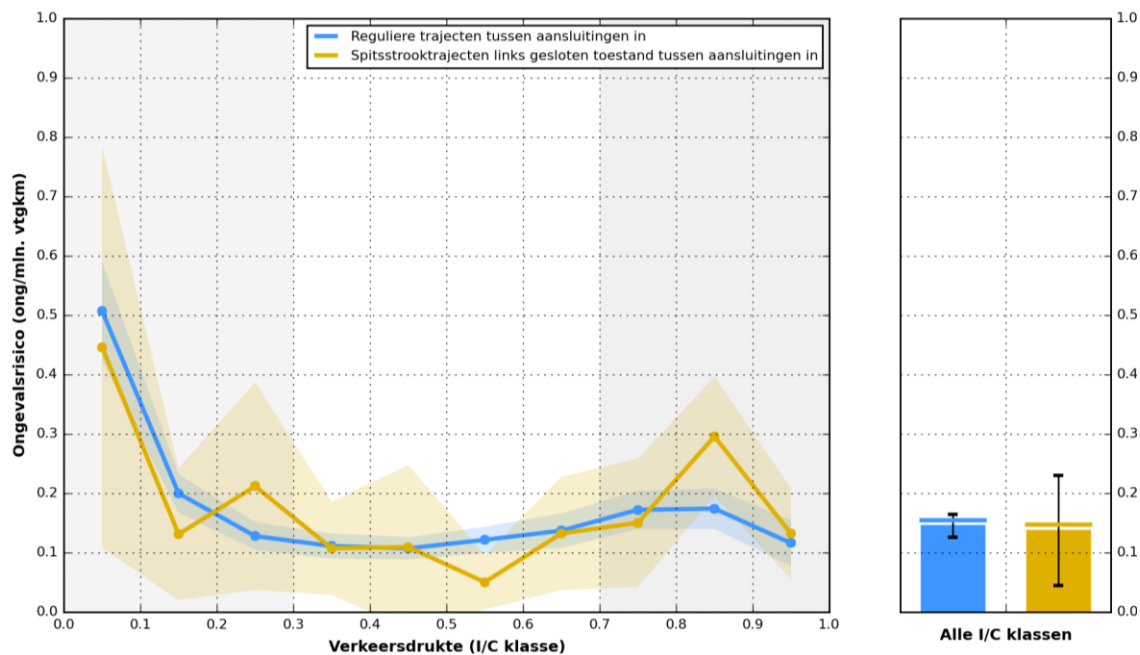


Figuur 25 vergelijkt het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten links in gesloten toestand op wegvakken tussen aansluitingen in met het ongevalsrisico op reguliere trajecten op wegvakken tussen aansluitingen in.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat:

- Het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en de ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten links in gesloten toestand op wegvakken tussen aansluitingen in niet significant verschillen met die voor reguliere trajecten op wegvakken tussen aansluitingen in.

Figuur 25 - Ongevalsrisico's spitsstrooktrajecten links rijstroken gesloten toestand op wegvakken tussen aansluitingen in vergeleken met reguliere trajecten op wegvakken tussen aansluitingen in



4.7 Kort samengevat

De variabelen inhaalverbod vrachtverkeer, pechhavendichtheid (bij spitsstrooktrajecten rechts) en het percentage vrachtverkeer leveren geen significante aanvullende bijdrage aan de differentiatie van de verkeersveiligheid van spitsstrooktrajecten. De variabele segmenttype (rondom aansluitingen of tussen aansluitingen in) levert echter wel een significante aanvullende bijdrage.

4.7.1 Spitsstrooktrajecten rechts

Het generieke ongevalsrisico over alle I/C klassen heen, en de meeste ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke, voor spitsstrooktrajecten rechts in open toestand rondom aansluitingen ligt hoger als voor reguliere trajecten rondom aansluitingen maar deze verschillen zijn niet altijd significant. Op wegdelen tussen aansluitingen in zijn de verschillen in ongevalsrisico's tussen spitsstrooktrajecten rechts en reguliere trajecten klein, het verschil in veiligheidsniveau manifesteert zich dus voornamelijk rondom aansluitingen.

Verder is het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten rechts rondom aansluitingen significant hoger dan op spitsstrooktrajecten rechts op wegdelen tussen aansluitingen in, zowel tijdens geopende als gesloten toestand.

4.7.2 Spitsstrooktrajecten links

Rondom aansluitingen hebben spitsstrooktrajecten links in gesloten toestand een significant lager ongevalsrisico dan reguliere trajecten rondom aansluitingen.

5 Ontwikkeling openingsduur naar verkeersdrukke in de afgelopen jaren

5.1 Inleiding

Ondermeer uit onderzoek in 2012⁵ blijkt dat spitsstroken al geregeld vroeg voor de drukke geopend worden om zodoende file te vermijden. De schouwprocedure bij het openen van spitsstroken en detectie van incidenten vergt de nodige aandacht en tijd. Ten tijde van de spits is de werkdruk voor de wegverkeersleiders hoog en werkzaamheden die naar voren gehaald kunnen worden, zoals het openen van bepaalde spitsstroken, worden gebruikt om de werkdruk in deze pieken te spreiden. Eenzelfde beeld is zichtbaar bij het sluiten van spitsstroken. Bij het openen geldt dat er een prikkel bestaat voor de wegverkeersleider dat te laat openen leidt tot file, te laat sluiten heeft geen duidelijk directe prikkel. De verleiding om de spitsstrook open te laten nadat de reguliere werkzaamheden in de piekperiode enigszins zijn genormaliseerd en de spitsstrook pas daarna te sluiten, lijkt dan ook reëel aanwezig.

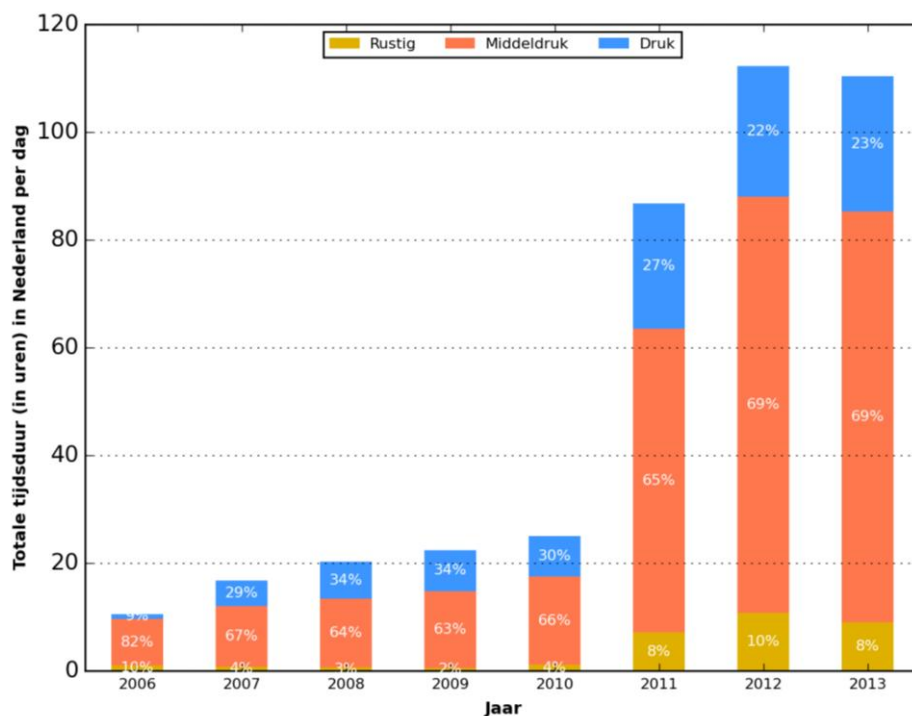
In voorgaande hoofdstukken werden ongevalsrisico's naar verkeersdrukke gepresenteerd. Het is relevant inzicht te verkrijgen in hoelang er in tijdsduur nu daadwerkelijk sprake is van rustige, middeldrukke en drukke verkeerssituaties en of hierin in de loop der jaren wijzigingen hebben plaatsgevonden.

⁵ Evaluatie Verruiming openingstijden spits- en plusstroken. Drolenga & van Rij, Grontmij, 2012.

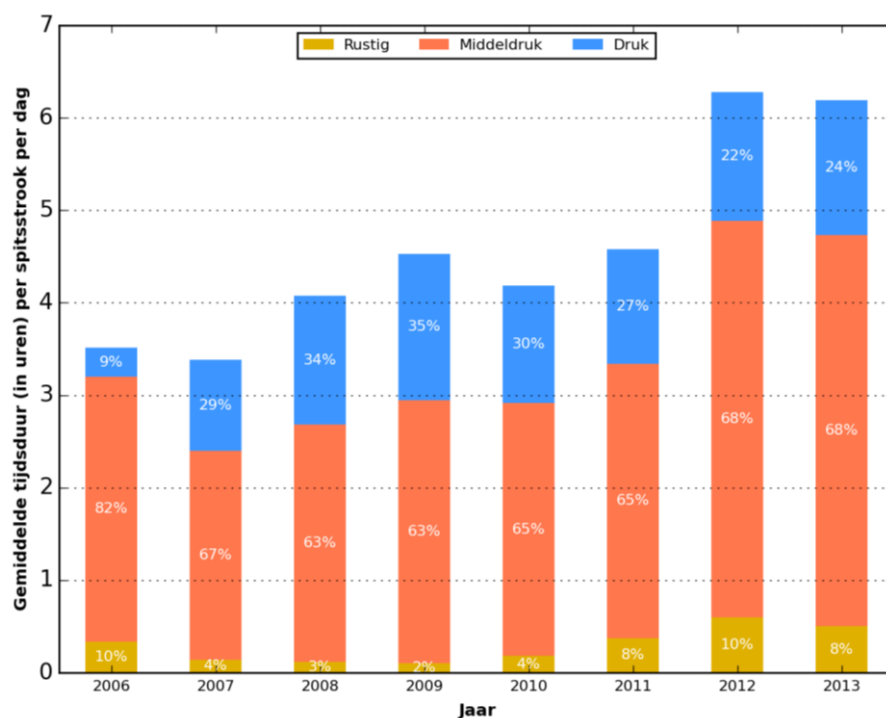
5.2 Spitsstrooktrajecten rechts

Figuur 26 illustreert de ontwikkeling van de totale gemiddelde openingsduur per dag van spitsstrooktrajecten rechts in Nederland en Figuur 27 de gemiddelde openingsduur per spitsstrooktraject rechts per dag naar verkeersdrukke in de afgelopen jaren. In de berekening naar gemiddelde openingsduur per spitsstrooktraject per dag is gerekend met het aantal wekdagen in een jaar: de gemiddelde openingsduur per dag geldt dus als een gemiddelde over zowel werk- als weekenddagen.

Figuur 26 - De ontwikkeling van de totale gemiddelde openingsduur van spitsstrooktrajecten rechts per dag in Nederland gedifferentieerd naar verkeersdrukke



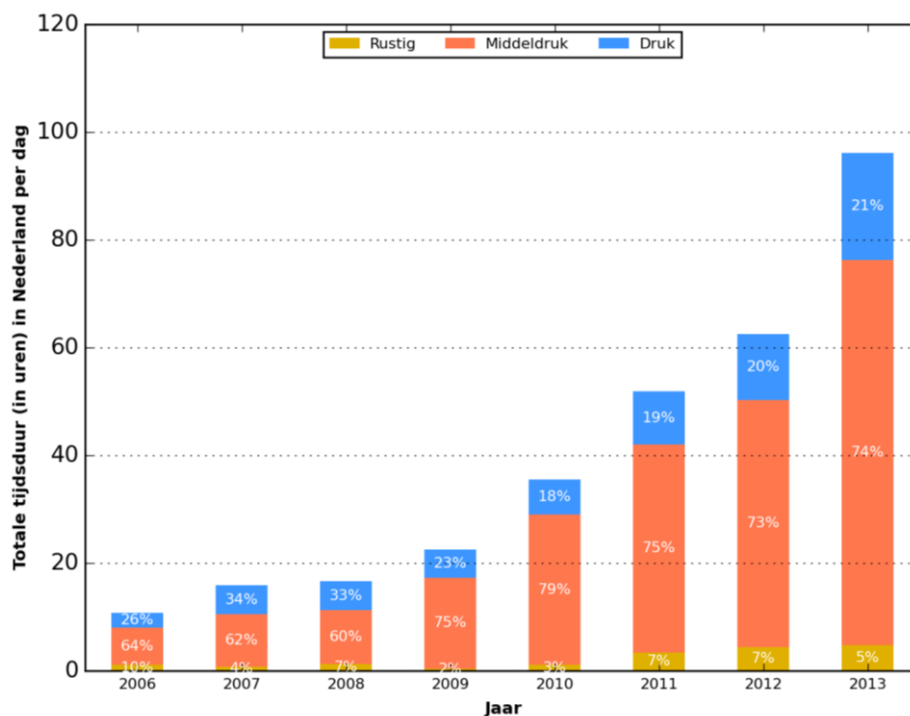
Figuur 27 - De ontwikkeling van de totale gemiddelde openingsduur per spitsstrooktraject rechts per dag in Nederland gedifferentieerd naar verkeersdrukke



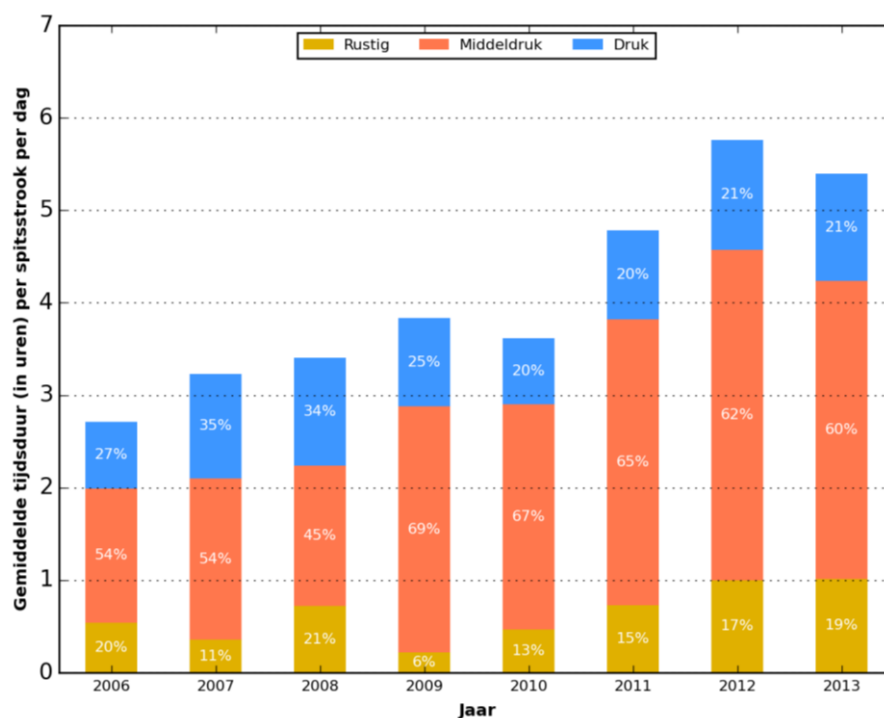
5.3 Spitsstrooktrajecten links

Figuur 28 illustreert de ontwikkeling van de totale gemiddelde openingsduur per dag van spitsstrooktrajecten links in Nederland en Figuur 29 de gemiddelde openingsduur per spitsstrooktraject links per dag naar verkeersdrukke in de afgelopen jaren. In de berekening naar gemiddelde openingsduur per spitsstrooktraject per dag is gerekend met het aantal wekdagen in een jaar: de gemiddelde openingsduur per dag geldt dus als een gemiddelde over zowel werk- als weekenddagen.

Figuur 28 - De ontwikkeling van de totale gemiddelde openingsduur van spitsstrooktrajecten links per dag in Nederland gedifferentieerd naar verkeersdrukke



Figuur 29 - De ontwikkeling van de totale gemiddelde openingsduur per spitsstrooktraject links per dag in Nederland gedifferentieerd naar verkeersdrukke



5.4 Ontwikkeling openingsduur spitsstrooktrajecten

Uit Figuur 26 t/m Figuur 29 kan worden geconcludeerd dat:

- De totale gemiddelde openingsduur dat spitsstrooktrajecten in Nederland per dag zijn geopend, de afgelopen jaren sterk is toegenomen, mede vanwege het feit dat het aantal spitsstroken is toegenomen.
- Ook de gemiddelde openingsduur per spitsstrooktraject in de loop der jaren is toegenomen: gemiddeld van ongeveer drie uur per dag in 2006 naar ongeveer zes uur per dag in 2013.
- De openingsduur in rustige verkeerssituaties de laatste jaren is toegenomen. Deze momenten doen zich voornamelijk voor bij de start van de ochtendspits en het einde van de avondspits.
- De openingsduur in middeldrukke verkeerssituaties vanaf 2012 verder is toegenomen, waarschijnlijk mede als gevolg van effectuering van de maatregel verruimde openstelling.
- De openingsduur in drukke verkeerssituaties de laatste jaren min of meer gelijk is gebleven.
- Kijkend naar het verschil tussen enerzijds spitsstroken rechts en anderzijds spitsstroken links, de gemiddelde openingsduur per spitsstrooktraject per dag in rustige verkeerssituaties voor spitsstrooktrajecten rechts lager is dan voor spitsstrooktrajecten links (waarschijnlijk door de prikkel om de vluchtstrook weer zo snel mogelijk zijn oorspronkelijke functie terug te geven), maar dat de gemiddelde openingsduur in drukke verkeerssituaties juist hoger ligt.

6 Conclusies, mogelijke verklaringen en aanbevelingen

6.1 Inleiding

Daar waar in voorgaande hoofdstukken voornamelijk feitelijke bevindingen ten aanzien van het verkeersveiligheidsniveau van spitsstrooktrajecten in vergelijking met reguliere wegingdelingen met vluchtstrook de revue passeren, worden deze bevindingen in dit hoofdstuk integraal tot conclusies in samenhang met elkaar beschouwd. Deze beschouwing vindt plaats door enerzijds feitelijke bevindingen uit het onderzoek met elkaar in lijn te brengen en deze anderzijds te verbinden met mogelijke verklaringen op basis van expert judgement. Het hoofdstuk sluit dit rapport met een aantal aanbevelingen af.

6.2 Spitsstrooktrajecten rechts

Voor spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken in open toestand geldt dat het ongevalsrisico in rustige verkeerssituaties (een I/C lager dan 0,3) en drukke verkeerssituaties (een I/C hoger dan 0,7) significant hoger ligt dan voor reguliere trajecten met een vluchtstrook. Voor spitsstrooktrajecten rechts met 3+1 rijstroken is veelal eenzelfde beeld zichtbaar als bij spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken, maar hier zijn de verschillen kleiner en/of niet significant.

Een deel van de verklaring voor het verschil in veiligheidsniveau in rustige verkeerssituaties is de onderbenutting van de spitsstrook. Het gebruik van de spitsstrook in rustige verkeerssituaties is ruimschoots significant lager dan het gebruik van een reguliere rechterrijstrook op reguliere trajecten met een vluchtstrook. Deze constatering geldt zowel voor spitsstrooktrajecten rechts met 2+1 rijstroken als met 3+1 rijstroken met dien verstande dat de verschillen bij 3+1 rijstroken kleiner zijn. Onderbenutting kan komen doordat weggebruikers de doorgetrokken streep niet durven te passeren, bang zijn om dicht op de geleiderail te rijden of het automatisme hebben in te voegen. Bij een toename van het vrachtverkeer neemt het gebruik van de spitsstrook af. Bij korte spitsstrooktrajecten geldt daarnaast dat er bij gebruik van de spitsstrook binnen korte afstand weer een rijstrookwisseling gemaakt zou moeten worden om de hoofdrijbaan te vervolgen, weggebruikers verwachten binnen korte tijd in conflict te komen met in- of uitvoegend verkeer. Onderbenutting van de spitsstrook leidt mogelijk tot irritatie en agressie van automobilisten (als gevolg van medeweggebruikers die niet geheel rechts rijden), het 'zeilen' op de weg (van rechts naar links, van links naar rechts et cetera) en potentieel gevaarlijke inhaalmanoeuvres rechts. Van een homogeen verkeersbeeld is geen sprake.

Ook de gemiddelde snelheid van voertuigen op de spitsstrook in rustige verkeerssituaties is significant lager dan op reguliere rechterrijstroken. Het kleine gedeelte van de voertuigen die de spitsstrook wel gebruikt rijdt dus gemiddeld langzamer: dit zullen naast het vrachtverkeer vermoedelijk ook een kleine groep personenauto's zijn, die zich aan de snelheidslimiet bij geopende toestand houden. In rustige verkeerssituaties is er een sterke correlatie tussen het percentage vrachtverkeer op de weg en de gemiddelde snelheid van het verkeer op de spitsstrook. Bij een toename van het vrachtverkeer, neemt de gemiddelde snelheid op de spitsstrook af. Ook is er een sterke correlatie tussen het percentage vrachtverkeer op de weg en het gemiddelde snelheidsverschil van het verkeer op de spitsstrook en de naastgelegen rijstrook. Automobilisten geven aan de snelheidslimiet op geopende spitsstrooktrajecten in rustige verkeerssituaties niet geloofwaardig te vinden, hetgeen ook blijkt uit hun gedrag: de snelheidslimiet wordt met name in rustige verkeerssituaties aan de linkerzijde van de rijbaan massaal overschreden (klaarblijkelijk is de weggebruiker in rustige verkeerssituaties de (hogere) snelheidslimiet bij gesloten toestand gewend). Door de lagere snelheid op de spitsstrook neemt het snelheidsverschil met naastgelegen rijstroken toe hetgeen niet bevorderlijk is voor de verkeersveiligheid.

Een mogelijk andere verklaring voor het verschil in veiligheidsniveau is dat er in rustige verkeerssituaties al weinig verkeer is en dat dit gecombineerd met de onderbenutting van de spitsstrook, zorgt voor te weinig verkeer om een stilgevallen voertuig op de spitsstrook voldoende adequaat te detecteren. Het Automatische Incident Detectie (AID) systeem signaleert filevorming maar niet een individueel stilgevallen voertuig.

Het verschil in veiligheidsniveau in drukke verkeerssituaties laat zich verklaren doordat er bij (dreigende) filevorming bij spitsstroken rechts geen mogelijkheid is om aan de rechterkant uit te wijken, hetgeen op reguliere trajecten via de vluchtstrook wel mogelijk is. Daarnaast is er op spitsstrooktrajecten rechts veelal sprake van een krap wegprofiel.

Verder is het ongevalsrisico op spitsstrooktrajecten rechts rondom aansluitingen significant hoger dan op spitsstrooktrajecten rechts op wegdelen tussen aansluitingen in, zowel tijdens geopende als gesloten toestand. Mogelijk speelt de complexiteit van de aansluitingen een rol. Het is hierbij mogelijk dat de functie van de spitsstrook rechts (open of dicht) door verkeer op de oprit niet altijd wordt herkend. Oorzaken hiervoor kunnen zijn het alignement van de oprit en de plaats van de portalen (zicht op pijl of kruis). Weggebruikers laten zich bij een invoeging leiden door de markering die is geënt op de gesloten situatie van een spitsstrook. Dit heeft tot gevolg dat ondanks dat de spitsstrook open is weggebruikers toch dubbel invoegen waardoor onverwachte rijstrookwisselingen en grotere snelheidsverschillen ontstaan hetgeen leidt tot een hoger ongevalsrisico. Verder kan er mogelijk een probleem zijn met invoegend verkeer in drukke verkeerssituaties. Waar invoegend verkeer op een regulier wegvak dat niet kan invoegen de mogelijkheid heeft om af te remmen of door te rijden op de in het verlengde van de invoegstrook gelegen vluchtstrook, kan dat op spitsstrooktrajecten rechts veelal niet. De invoegstrook houdt op een gegeven moment fysiek op.

Zolang er sprake is van middeldrukke verkeerssituaties (een I/C tussen de 0,3 en 0,7) kan niet worden aangetoond dat het ongevalsrisico van spitsstrooktrajecten rechts significant hoger is dan voor reguliere trajecten met een vluchtstrook. Door het treffen van compenserende maatregelen, zoals een verlaagde maximumsnelheid, een inhaalverbod voor vrachtverkeer, de aanleg van vluchthavens en openbare verlichting en camerabewaking vanuit de verkeerscentrale met een verhoogd IM-niveau, wordt mogelijke extra onveiligheid als gevolg van het ontbreken van een vluchtstrook voldoende geneutraliseerd.

Voor spitsstrooktrajecten rechts in gesloten toestand geldt dat de meeste ongevalsrisico's gedifferentieerd naar verkeersdrukke weliswaar lager liggen als voor reguliere trajecten met een vluchtstrook, maar dat dit niet significant kan worden aangetoond. De compenserende maatregelen hebben blijkbaar ook hun positieve invloed tijdens gesloten toestand. Het is niet ondenkbaar dat als deze soort maatregelen op reguliere trajecten wordt toegepast er (ook) een verbetering van het veiligheidsniveau plaatsvindt.

6.3 Spitsstrooktrajecten links

Voor spitsstrooktrajecten links met 2+1 rijstroken in open toestand geldt dat het ongevalsrisico in rustige verkeerssituaties (een I/C lager dan 0,3) significant hoger ligt dan voor reguliere trajecten. Net zoals bij spitsstroken rechts vindt er ook onderbenutting bij spitsstroken links plaats, zij het in veel mindere mate. Het verkeer wat op de spitsstrook links rijdt heeft een significant hogere gemiddelde snelheid dan op reguliere linkerrijstroken. Door de hogere snelheid op de spitsstrook neemt het snelheidsverschil met naastgelegen rijstroken toe hetgeen niet bevorderlijk is voor de verkeersveiligheid.

Zolang er sprake is van middeldrukke verkeerssituaties (een I/C tussen de 0,3 en 0,7) en drukke verkeerssituaties (een I/C hoger dan 0,7), in tegenstelling tot spitsstrooktrajecten rechts, kan niet worden aangetoond dat het ongevalsrisico significant hoger is dan voor reguliere trajecten. Ook voor spitsstrooktrajecten links geldt dat compenserende maatregelen extra geïntroduceerde onveiligheid als gevolg van een spitsstrook, voldoende verbannen. Daar waar spitsstrooktrajecten rechts in drukke verkeerssituaties significant onveilig zijn als reguliere trajecten hebben spitsstrooktrajecten links dus een gelijkwaardig veiligheidsniveau: bij spitsstrooktrajecten links is er aan de rechterzijde net zoals op reguliere trajecten een vluchtstrook beschikbaar. De functie van de spitsstrook links (open of dicht) is duidelijk herkenbaar voor invoegend verkeer. De invoegstrook kent een normale beëindiging (namelijk automatisch invoegen).

Rondom aansluitingen hebben spitsstrooktrajecten links in gesloten toestand een significant lager ongevalsrisico dan reguliere trajecten rondom aansluitingen. Rondom aansluitingen vindt weefgedrag (in- en uitvoegen) plaats hetgeen resulteert in een hoog aantal rijstrookwisselingen. Flankbotsingen kunnen worden vermeden door naar links uit te wijken, de gesloten spitsstrook links biedt extra uitwijkruimte.

6.4 Openingsduur spitsstroken

Bediening en bewaking van spitsstroken is een intensief proces voor verkeerscentrales. De totale gemiddelde openingsduur dat spitsstrooktrajecten in Nederland per dag zijn geopend, is de afgelopen jaren sterk toegenomen. Dit is mede te verklaren doordat het aantal spitsstrooktrajecten in de loop der jaren sterk is gestegen. Toch is ook de gemiddelde openingsduur per spitsstrooktraject per dag in de loop der jaren toegenomen: gemiddeld van ongeveer drie uur per dag in 2006 naar ongeveer zes uur per dag in 2013. Naast dat verkeerscentrales meer spitsstroken moeten openen en sluiten betekent dit dus ook meer monitoring-/schouwtijd. Een groot deel van de toename van de gemiddelde openingsduur, ingaande vanaf 2012, kan waarschijnlijk worden toegeschreven aan de effectivering van de maatregel verruimde openstelling.

Door de komst van vele nieuwe spitsstroken in de afgelopen jaren en toekomstige stroken staat de benodigde operationele aandacht voor bediening en bewaking van spitsstroken onder druk. In de praktijk wordt hierop gereageerd door een deel van de spitsstroken eerder dan strikt nodig te openen en later dan mogelijk te sluiten. Hierdoor zijn spitsstroken onnodig lang geopend, waardoor de vluchtstrook onnodig lang aan het verkeer wordt onttrokken en ingeboet wordt op de geloofwaardigheid bij de weggebruiker ten aanzien van het gewenste gedrag (gebruik van de spitsstrook en snelheid) en daarmee vooral wordt ingeboet op de verkeersveiligheid. De invulling van de organisatie in de verkeerscentrale en/of personeelsschaarste heeft direct invloed op de mate waarin conform het verkeerskundige criterium kan worden geopend en gesloten.

De openingsduur in drukke verkeerssituaties is de laatste jaren min of meer gelijk gebleven. Nu de economie weer aantrekt en daarmee de mobiliteit vermoedelijk zal groeien, is het niet ondenkbaar dat de tijdsduur van drukke verkeerssituaties de komende jaren zal toenemen.

6.5 Aanbevelingen

De conclusies uit dit onderzoek naar het veiligheidsniveau van spitsstrooktrajecten in vergelijking met reguliere trajecten met vluchtstrook overwegende, wordt aanbevolen:

- De openingsduur van spitsstroken (zowel rechts als links) in rustige verkeerssituaties (een I/C lager dan 0,3) tot een minimum te beperken. Hiertoe zal een strenger openingsregime moeten worden gehanteerd waarop frequent gemonitord dient te worden. Het frequent monitoren van openstellingen biedt de mogelijkheid actief te sturen op het inperken van onnodig lange openingsduur.
- Spitsstrooktrajecten rechts waar nu of in de toekomst sprake is van structurele (kans op) file, prioriteit ofwel voorrang te geven op aanpassing tot reguliere wegbreedingsbreiding.
- Te onderzoeken welke maatregelen kunnen worden genomen om de verkeersveiligheids-situatie van spitsstrooktrajecten rechts rondom aansluitingen te verbeteren.