



Rapport nr. 2022-R-17-NL

Evaluatie wijziging algemene snelheidsbeperking van 90 km/u naar 70 km/u buiten de bebouwde kom

Eindrapport



Vlaanderen
is mobiliteit &
openbare werken

Evaluatie wijziging algemene snelheidsbeperking van 90 km/u naar 70 km/u buiten de bebouwde kom

Eindrapport

Rapport nr. 2022-R-17-NL

Auteurs: Evi Dons, Annelies Schoeters, Annelies Develtere, Heike Martensen

Verantwoordelijke uitgever: Karin Genoe

Uitgever: Vias institute

Publicatiedatum: 30/09/2022

Wettelijk depot: D/2022/0779/41

Gelieve naar dit document te verwijzen als volgt: Dons, E., Schoeters, A., Develtere, A. & Martensen, H. (2022). Evaluatie wijziging algemene snelheidsbeperking van 90 km/u naar 70 km/u buiten de bebouwde kom – Eindrapport, Brussel: Vias institute

This report includes a summary in English.

Dankwoord

Deze studie werd gefinancierd door het Departement Mobiliteit & Openbare Werken, afdeling beleid, van de Vlaamse Overheid. Het project werd begeleid door een stuurgroep met leden vanuit het Departement Mobiliteit & Openbare Werken en het Agentschap Wegen en Verkeer (Pascal Lammar, Ellen De Pauw, Koen Van Raemdonck, Stefaan Hoornaert). Projectleider was Pascal Lammar van het Departement Mobiliteit & Openbare Werken.

Vias institute wenst het Agentschap Wegen en Verkeer te bedanken voor het beschikbaar stellen van de benodigde data.

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

Inhoud

Tabellen- en figurenlijst	5
Samenvatting	7
Summary	8
1 Inleiding	9
1.1 Context	9
1.2 Onderzoeksvragen	10
2 Methodiek	11
2.1 Onderzoeksdesign	12
2.1.1 Impact op gereden snelheid	12
2.1.2 Impact op (ernst van) ongevallen	14
2.1.3 Samenhang tussen verandering in gereden snelheid en impact op ongevallen	16
2.2 Data	17
2.2.1 Snelheidslimiet	17
2.2.2 Gereden snelheid	17
2.2.3 Ongevallen	19
2.2.4 Overige data	20
2.3 Software	21
3 Resultaten	22
3.1 Descriptieve analyse	22
3.2 Impact op gereden snelheid	25
3.2.1 Netto-effect	25
3.2.2 Statistische analyse	26
3.3 Impact op (ernst van) ongevallen	28
3.3.1 Empirical Bayes schatting	28
3.3.2 Sensitiviteitsanalyse	33
3.4 Samenhang tussen verandering in gereden snelheid en impact op ongevallen	34
3.4.1 Power model	34
3.4.2 Meta-regressie	34
4 Discussie	36
5 Conclusies en aanbevelingen	39
5.1 Conclusies	39
5.2 Aanbevelingen	40
Referenties	42
Bijlage	44
Bijlage 1 Gemiddelde snelheid die door 85% van de voertuigen niet overschreden wordt (V85), opgedeeld naar 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen; opgesplitst naar wegkenmerken	44
Bijlage 2 Netto-effect van een verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u en het verwijderen van het bord 70 km/u op de gereden snelheid, opgesplitst naar subgroep	47
Bijlage 3 Volledige modeloutput (Analyse 1)	49
Bijlage 4 Impact op (ernst van) ongevallen	50

Tabellen- en figurenlijst

Tabel 1	Kenmerken van 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen	22
Tabel 2	Gemiddelde snelheid [km/u] die door 85% van de voertuigen niet overschreden wordt (V85), opgedeeld naar 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen	23
Tabel 3	Totaal aantal ongevallen, ongevallen met lichtgewonden (LIGW), en ongevallen met zwaargewonden en doden (ZWGWDod) op 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen, opgesplitst naar de periode voor en de periode na de invoering van de maatregel.	24
Tabel 4	Netto-effect van de snelheidsverlaging van 90 naar 70 km/u, en van het verwijderen van het verkeersbord 70 km/u, op korte, middellange en lange termijn.	25
Tabel 5	Modeloutput Analyse 1: Statistisch effect (verandering in gereden V85-snelheid) van de snelheidsverlaging van 90 naar 70 km/u, en van het verwijderen van het verkeersbord 70 km/u	26
Tabel 6	Modeloutput Analyse 2: Verandering in gereden V85-snelheid op 90/70-wegen	27
Tabel 7	Modeloutput Analyse 2: Verandering in gereden V85-snelheid op 70/70-wegen	27
Tabel 8	Resultaten van de sensitiviteitsanalyse: Impact van de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u op het aantal ongevallen	33
Tabel 9	Geschatte daling in aantal ongevallen en slachtoffers op basis van de geobserveerde daling in snelheid (V85, vergelijking van 2016 en 2019) en het Power model van Elvik (2009)	34
Tabel 10	Meta-regressie: associatie tussen CMF en verandering in gereden V85-snelheid op 90/70-wegen	35
Tabel 11	Meta-regressie: associatie tussen CMF en verandering in gereden V85-snelheid op 70/70-wegen	35
Tabel 12	Belangrijkste conclusies van de studie "Evaluatie wijziging algemene snelheidsbeperking van 90 km/u naar 70 km/u buiten de bebouwde kom"	39
Figuur 1	Campagnebeeld gebruikt bij de communicatie van de algemene snelheidsverlaging op wegen buiten de bebouwde kom in januari 2017.	9
Figuur 2	Snelheidsregimes	17
Figuur 3	Linkse paneel: Histogrammen met de verdeling van de V85-snelheden afkomstig van FCD (per jaar volgens kleur); segmenten met een snelheid groter dan 130 km/u (verticale rode lijn) zijn niet verder meegenomen. Rechtse paneel: Detectie van extreme uitschieters in snelheidsverschillen tussen 2016 en de volgende jaren (negatief betekent een daling in snelheid); enkel segmenten binnen de range [-25,73; 19,98] worden meegenomen voor verdere analyse (verticale rode lijnen).	18
Figuur 4	Geobserveerde V85 snelheid in maart-mei 2016	19
Figuur 5	Een ongeval (x op de figuur) binnen een straal van 5 meter van een wegsegment (met maximale lengte van 200m) wordt gelinkt aan dat wegsegment.	19
Figuur 6	Gemiddelde snelheid [km/u] die door 85% van de voertuigen niet overschreden wordt (V85), opgedeeld naar 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen	23
Figuur 7	Gemiddeld aantal ongevallen per kilometer, opgedeeld naar 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen	24
Figuur 8	Verskil in ruwe V85-snelheid tussen basisjaar 2016 en volgende jaren (KT = korte termijn = 2017-2016; MLT = middellange termijn = 2018-2016; LT = lange termijn = 2019-2016), opgedeeld naar 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen.	25
Figuur 9	Geschatte verandering in het aantal ongevallen en slachtoffers op 90/70-wegen door de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u (tabelweergave in bijlage 4)	28
Figuur 10	Geschatte verandering in het aantal ongevallen en slachtoffers op 90/70-wegen door de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u: nabij kruispunten met verkeerslichten (links) en op alle overig segmenten (rechts) (tabelweergave in bijlage 4)	29
Figuur 11	Geschatte verandering in het aantal slachtoffers met actieve/kwetsbare en gemotoriseerde modi op 90/70-wegen door de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u (tabelweergave in bijlage 4)	29
Figuur 12	Geschatte verandering in het aantal eenzijdige ongevallen en ongevallen tussen bestuurders op 90/70-wegen door de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u (tabelweergave in bijlage 4)	30

Figuur 13	Geschatte verandering in het aantal ongevallen op 90/70-wegen door de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u: overdag tussen 05u-19u (links) en 's nachts tussen 19u-05u (rechts) (tabelweergave in bijlage 4)	30
Figuur 14	Geschatte verandering in het aantal ongevallen per provincie op 90/70-wegen door de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u (tabelweergave met resultaten voor alle provincies in bijlage 4)	31
Figuur 15	Geschatte verandering in het aantal ongevallen en slachtoffers op 70/70-wegen door het verwijderen van het verkeersbord 70 km/u (tabelweergave in bijlage 4)	32
Figuur 16	Effect van een verandering in de snelheidslimiet op de gemiddelde gereden snelheid (meta-analyse).	36

Samenvatting

Doelstelling en methodes

Op 1 januari 2017 verlaagde het Vlaams Gewest de algemene wettelijke toegelaten snelheid op wegen buiten de bebouwde kom van 90 naar 70 km/u, met als doel het verhogen van de verkeersveiligheid en het verder harmoniseren van de snelheidslimieten. Hierdoor konden 30.000 verkeersborden met de snelheidslimiet 70 km/u weggehaald worden. Met de voorliggende evaluatiestudie wil het Vlaams Gewest uitsluitel krijgen over het effect dat het verlagen van de snelheidslimiet op deze wegvakken (gehad) heeft op de verkeersveiligheid.

Hiertoe wordt verkeersveiligheid geoperationaliseerd als enerzijds de gereden snelheid en anderzijds het aantal en de ernst van ongevallen. De evaluatiestudie vergelijkt de situatie tot drie jaar voor de invoering van de algemene snelheidsbeperking met de situatie tot drie jaar erna en hanteert hiervoor een statistische aanpak die rekening houdt met trendeffecten (snelheid en ongevallen), het stochastisch karakter van ongevallen, en 'regression to the mean' (via de Empirical Bayes methode). De ongevallendata zijn gebaseerd op de letselongevallen die geregistreerd worden door de politie, en de snelheidsdata, specifiek de reële snelheid per segment die 85% van de voertuigen niet overschrijdt (V85), zijn afgeleid uit Floating Car Data (FCD) en beschikbaar voor het gehele wegennet.

Resultaten

De studie besluit dat de verlaging van de algemene snelheidsbeperking van 90 km/u tot 70 km/u op wegen buiten de bebouwde kom in Vlaanderen een beperkt maar gunstig effect heeft gehad op de verkeersveiligheid: de gereden V85-snelheid is gedaald en het aantal ongevallen, voornamelijk de meest ernstige, is afgenomen.

Op korte termijn, d.w.z. binnen 6 maanden na de verlaging van de algemene snelheidslimiet, is de gereden V85-snelheid op wegen waar de snelheidslimiet verlaagd is van 90 naar 70 km/u, gedaald van 88,1 km/u naar 85,3 km/u. Na correctie voor de algemeen dalende snelheid op wegen buiten de bebouwde kom, bedraagt het netto-effect op deze wegen een daling van 2,11 km/u. Er is een groter effect op iets lagere termijn: na drie jaar loopt het netto-effect op tot 3,38 km/u, tot een V85 van 79,7 km/u (absolute daling van meer dan 8 km/u), maar mogelijk beïnvloed door een wijziging in de samenstelling van de FCD-vloot. Deze netto-daling in gereden V85-snelheid is beperkt, maar in lijn met wat studies in het buitenland vinden bijvoorbeeld studies in Frankrijk (van 90 naar 80 km/u: gemiddelde snelheid -3,3 km/u na 1,5 jaar) en Zweden (van 90 naar 70 km/u: gemiddelde snelheid -3,1 km/u na 10 maanden).

Op wegen waar de snelheidslimiet verlaagd werd, is ook het aantal ongevallen gedaald. Er is een afname met 90 ongevallen (65 ongevallen met lichtgewonden en 25 met zwaargewonden en doden) in de drie jaar na de verlaging van de snelheidslimiet t.o.v. de drie jaar voor de invoering, op een totaal van 956 kilometer weg die van 90 naar 70 km/u ging en opgenomen is in de analyse. Na statistische correcties kan besloten worden dat het aantal letselongevallen daalde met 5,5%. Voor ongevallen met zwaargewonden en doden is er een daling van 6,5%. De daling van het aantal slachtoffers is groter, namelijk 10,6% voor alle slachtoffers en zelfs 22,7% voor zwaargewonden en doden. De daling in letselongevallen is er zowel nabij kruispunten met verkeerslichten als op andere wegsegmenten. Zowel voor kwetsbare weggebruikers als voor gemotoriseerd verkeer zorgt de maatregel voor een afname in het aantal verkeersslachtoffers, er is echter geen daling voor kwetsbare weggebruikers op kruispunten met verkeerslichten.

Ook op de wegen die reeds een snelheidsbeperking van 70 km/u kenden en waar het verkeersbord verwijderd is, werd gekeken of er een effect was op de snelheid of het aantal ongevallen. Uit de resultaten van de studie blijkt dat het verwijderen van het verkeersbord, niet heeft geleid tot een verhoging van de gereden snelheid of een verhoging van het aantal ongevallen. Integendeel, de snelheid op deze wegen is licht gedaald, en het aantal ongevallen is zelfs afgenomen met 7,7% na statistische correcties.

Conclusies

De verlaging van de snelheidslimiet heeft geleid tot gunstige resultaten wat betreft verkeersveiligheid: zowel de gereden V85-snelheid als het aantal letselongevallen zijn gedaald. De gunstige effecten zouden nog groter zijn wanneer de snelheidslimiet beter nageleefd wordt. Dit kan gerealiseerd worden door aanpassingen aan de infrastructuur, een verdere sensibilisering of via handhaving. Naast de effecten op de verkeersveiligheid zorgt de lagere snelheid ook voor lagere emissies en minder geluidshinder, terwijl reistijdverlies beperkt is. Gezien de geringe kostprijs van de maatregel (aanpassing wetgeving en verwijderen van borden) en de verbetering op het vlak van de verkeersveiligheid is het waarschijnlijk dat deze maatregel kosten-efficiënt is.

Summary

Objective and methods

On January 1, 2017, the Flemish Region lowered the general legal speed limit on rural roads from 90 km/h to 70 km/h, with the aim of increasing road safety, and further harmonizing the speed limits (as a result of which 30,000 road signs with the speed limit of 70 km/h were redundant and removed). With the present evaluation study, the Flemish Region wants to gain insight into the effect that lowering the speed limit on these road sections has on traffic safety.

For this purpose, traffic safety is operationalized as the speed driven on the one hand, and the number and severity of crashes on the other hand. The evaluation study compares the situation up to three years before the introduction of the general speed limit with the situation up to three years afterwards, using a statistical approach that takes into account trend effects (speed and crashes), the stochastic nature of crashes, and 'regression to the mean' (via the Empirical Bayes method). Crash data are based on the injury crashes recorded by the police, and the speed data, specifically the observed speed per segment that 85% of the vehicles do not exceed (V85), are derived from Floating Car Data (FCD) and available for the entire road network.

Results

The study concludes that the reduction of the general speed limit from 90 km/h to 70 km/h on rural roads in Flanders has had a limited, but beneficial effect on road safety: the V85 speed driven has decreased and the number of crashes, mainly the most serious ones, has decreased.

In the short term, i.e. within 6 months after the reduction of the general speed limit, the V85 speed on roads where the speed limit was reduced from 90 to 70 km/h, decreased from 88.1 km/h to 85.3 km/h. After correcting for the generally decreasing speed on rural roads, the net effect on these roads is a decrease of 2.11 km/h. There is a larger longer term effect: after three years, this net effect increases to 3.38 km/h, to a V85 of 79.7 km/h (absolute decrease of more than 8 km/h), but possibly influenced by a change in the composition of the FCD fleet. This net decrease in V85 speed is limited, but in line with previous studies in other countries, for example studies in France (from 90 to 80 km/h: average speed -3.3 km/h after 1.5 years) and Sweden (from 90 to 70 km/h: average speed -3.1 km/h after 10 months).

On roads where the speed limit was reduced, the number of crashes also decreased. There is a decrease of 90 crashes (65 crashes with slight injuries and 25 with serious injuries and fatalities) in the three years after the speed limit was lowered compared to the three years before the introduction, on a total of 956 km of roads that went from 90 to 70 km/h and were included in the analysis. After statistical corrections, it can be concluded that the number of injury crashes decreased by 5.5%; for crashes with severe injuries and fatalities there is a decrease of 6.5%. The decrease in the number of casualties is larger, namely 10.6% for all casualties, and even 22.7% for seriously injured and fatalities. The decrease in injury crashes is observed both near intersections with traffic lights, and on other road segments. For both vulnerable road users and motorized traffic the measure decreases the number of victims, however, there is no decrease for vulnerable road users near intersections with traffic lights.

Also on roads that already had a speed limit of 70 km/h and where the traffic sign was removed, we looked at whether there was an effect on speed or on the number of crashes. The results of the study show that the removal of the traffic sign, did not lead to an increase in the V85 speed or an increase in the number of crashes. On the contrary, the speed on these roads decreased slightly, and the number of crashes even decreased by 7.7%, after statistical corrections.

Conclusions

The reduction of the speed limit has led to favourable results in terms of traffic safety: both the V85 speed and the number of injury crashes have decreased. However, the beneficial effects would be even larger when the speed limit would be better respected. This can be realized by adjustments to the infrastructure, education and awareness raising, or through enforcement. In addition to the effects on road safety, the lower speed will reduce air pollution emissions and noise, while travel time losses are limited. Considering the low cost of the measure (legislative adaptation and removal of road signs) and the improvement in terms of traffic safety, it is likely that this measure is cost-effective.

1 Inleiding

1.1 Context

Op 1 januari 2017 verlaagde het Vlaams Gewest de algemene wettelijke toegelaten snelheid op wegen buiten de bebouwde kom van 90 km/u naar 70 km/u. Op autosnelwegen en wegen met minimaal twee rijstroken in elke richting gescheiden door een middenberm bleef de oude snelheidslimiet van 120 km/u behouden.

Een wegbeheerder kan van deze standaard afwijken door middel van de gepaste verkeersborden en bijbehorende aanvullende reglementen. Voorbeelden waarin dit wordt toegepast zijn wegen waarop de verkeers- en verbindingsfunctie primeren, de bebouwingsdichtheid laag is en er een afgescheiden fietspad bestaat.

Op heel wat gewestwegen was de toegelaten snelheid voor 1 januari 2017 ook al 70 km/u, terwijl op andere wegen de toegelaten snelheid ongewijzigd is gebleven op 90 km/u. Voor veel gewestwegen veranderde de limiet dus niet. Wat wel veranderde, was waar er verkeersborden geplaatst werden. Voor wegen met een snelheidsregime van 70 km/u vóór en ná de ingang van de algemene verlaging, werden in januari 2017 de borden C43 "70" weggehaald. Bij wegen waar de snelheid van 90 naar 70 km/u daalde, werd dit niet door een bord kenbaar gemaakt, maar door middel van brede publieksinformatie en campagnes (affiches, radiospots, informatieve TV-uitzendingen en een website <http://www.70.vlaanderen/>) die bestuurders over de verandering van de algemene snelheidslimiet informeerden. Dankzij de ingreep konden er ongeveer 30.000 verkeersborden verdwijnen.



Figuur 1 Campagnebeeld gebruikt bij de communicatie van de algemene snelheidsverlaging op wegen buiten de bebouwde kom in januari 2017.

1.2 Onderzoeksvragen

Met voorliggende evaluatiestudie wil de opdrachtgever uitsluitel krijgen over het effect van het verlagen van de algemene snelheidslimiet op wegen buiten de bebouwde kom op de verkeersveiligheid.

Snelheid is zowel een risicofactor voor het aantal verkeersongevallen als een factor die bijdraagt tot de ernst van die ongevallen. De kans op een verkeersongeval verhoogt met de gereden snelheden omdat bestuurders minder tijd hebben om op onvoorziene omstandigheden te reageren. De ernst verhoogt naarmate de impactsnelheid hoger is omdat bij hogere snelheden grotere krachten inwerken op het lichaam van de betrokkenen, ongeacht hun vervoermiddel. Dus naast de impact die voertuigsnelheid heeft op zijn inzittenden, is er ook een nog grotere impact van voertuigsnelheid op de letselernst bij kwetsbare weggebruikers die door een voertuig aangereden worden.

De centrale onderzoeksvragen die door de opdrachtgever gesteld worden zijn:

- ▶ Welk effect heeft het verlagen van de algemene snelheidslimiet op wegen buiten de bebouwde kom gehad op de gereden snelheid?
- ▶ Welk effect heeft het verlagen van de algemene snelheidslimiet op wegen buiten de bebouwde kom gehad op het aantal en de ernst van de ongevallen?

Deze onderzoeksvragen kunnen verder verfijnd worden naar de volgende subvragen:

- ▶ Heeft de wijziging van het snelheidsregime een effect op het snelheidsgedrag?
 - Effect op de V85¹ op wegen waar de snelheidslimiet veranderde van 90 km/u naar 70 km/u (90/70);
 - Effect op de V85 op wegen waar de snelheidslimiet reeds 70 km/u was, maar waar het verkeersbord C43 "70" is weggehaald (70/70).
- ▶ Heeft de wijziging van het snelheidsregime een effect op het aantal verkeersongevallen, het aantal verkeersdoden en gewonden en hieraan gerelateerd het type aanrijding en het type verkeersdeelnemer?
 - Effect op alle ongevallen / slachtoffers;
 - Effect op (ongevallen met) lichtgewonden;
 - Effect op (ongevallen met) zwaargewonden en doden;
 - Effect op type aanrijding;
 - Effect op type verkeersdeelnemer.
- ▶ Wat is de samenhang tussen de verandering in de gereden snelheid op een wegvak en de impact op ongevallen?

¹ V85: de snelheid die door 85% van de bestuurders niet overschreden wordt

2 Methodiek

We onderscheiden drie delen in deze evaluatiestudie: (1) de evaluatie van het effect van het verlagen van de snelheidslimiet op de gereden snelheid, (2) de evaluatie van het effect van het verlagen van de snelheidslimiet op het aantal ongevallen en de ernst daarvan. In een derde deel linken we de effecten van (1) en (2) aan elkaar om zo de relatie tussen de effectief geobserveerde verandering in de gereden snelheden en de vermindering van de (ernst van de) ongevallen te onderzoeken.

1. Impact op gereden snelheid

2. Impact op (ernst van) ongevallen

3. Samenhang tussen verandering in gereden snelheid en impact op ongevallen

In dit hoofdstuk bespreken we eerst het onderzoeksdesign en vervolgens de data en de software die gebruikt zijn bij de analyse.

2.1 Onderzoeksdesign

2.1.1 Impact op gereden snelheid

De impact van de interventie (verlaging snelheidslimiet; verwijderen "70" bord) op de geobserveerde gereden snelheid wordt onderzocht door middel van een voor-en-na-studie. We meten de verandering van de gereden snelheden, met name de V85, de snelheid die 85% van de bestuurders respecteert. Voor deze studie zijn die afgeleid uit data uit het reële verkeer, zogenaamde Floating Car Data (FCD). Het is echter niet opportuun om de snelheid op een wegvak voor de interventie rechtstreeks te vergelijken met de snelheid na de interventie. Er zijn verschillende foutenbronnen die mogelijk in rekening moeten gebracht worden bij het uitvoeren van een voor-en-na-studie in het verkeersonderzoek (Martensen & Lassarre, 2018):

- ▶ **Stochastisch karakter van de gereden snelheden:**
In tegenstelling tot verkeersongevallen zijn snelheden *geen* zeldzame gebeurtenissen. Omdat op elke locatie de snelheid van een groot aantal voertuigen geregistreerd is, zijn verschillen tussen locaties zelden toevallig. We werken met statistische modellen en corrigeren van de voormeting is niet nodig.
- ▶ **Trendeffecten:**
De gereden snelheid kan in zijn geheel veranderen in dezelfde periode waarin de wijziging van de snelheidslimiet ingevoerd werd, bijvoorbeeld door een toename van het verkeer of een verhoging van de boetes. Nog belangrijker dan dat, kan de samenstelling van de steekproef waarop de snelheidsgegevens gebaseerd zijn veranderen. Omdat men bij Floating Car Data (FCD) meestal geen informatie heeft of bepaalde subgroepen (vb. jonge mannen of oudere bestuurders) onder- of oververtegenwoordigd zijn, kan men niet zeker zijn van de representativiteit van de gegevens en men weet ook niet of een mogelijke scheefrekening van de resultaten in elk jaar dezelfde is. Om te corrigeren voor deze trendeffecten is het noodzakelijk om een vergelijkingsgroep op te nemen in het onderzoeksdesign en te bepalen of de veranderingen van het snelheidsgedrag op de wegen waar de limiet verandert groter is dan op die wegen waar de limiet dezelfde gebleven is.
- ▶ **Regressie naar het gemiddelde:**
Regressie naar het gemiddelde in een voor-en-na-studie die de impact van een maatregel op snelheid onderzoekt, is een statistisch verschijnsel dat willekeurige variatie in herhaalde snelheidsmetingen voor en na de invoering van een maatregel doet lijken op een echte snelheidsverandering als gevolg van de maatregel. Zoals reeds aangegeven hiervoor, gaan we er van uit dat in onze snelheidsmetingen een structurele meetfout zou kunnen zitten (i.e. de FCD zijn geen toevallige steekproef van de volledige bestuurderspopulatie). Dat zou naar verwachting echter alle locaties in dezelfde mate betreffen – en niet zoals bij de ongevallen leiden tot een overschatting specifiek voor de wegen waar de snelheid verlaagd werd. Bovendien hebben we daarnet al aangegeven dat toevallige afwijkingen in een snelheidsmeting veel minder waarschijnlijk zijn dan bij het aantal verkeersongevallen. Regressie naar het gemiddelde is daarom in dit geval niet aan de orde en het is dan ook niet nodig om met de Empirical Bayes methode te werken.

2.1.1.1 Netto-effect

Een design dat rekening houdt met mogelijke trendeffecten, werkt dus met een onderzoeksgroep en een vergelijkingsgroep: de ontwikkeling op de segmenten waar de limiet van 90 naar 70 km/u wijzigde (90/70) en de segmenten waar het bord verwijderd werd (70/70), wordt vergeleken met die met de segmenten waar de situatie dezelfde bleef in de voor- en in de na-situatie (90/90).

De uitkomst is het netto-effect op de gemiddelde V85. Met netto-effect wordt het verschil bedoeld tussen onderzoeksgroep *O* en vergelijkingsgroep *V* in het verschil tussen voor en na.

$$\text{Netto-effect} = [V85_{O,na} - V85_{O,voor}] - [V85_{V,na} - V85_{V,voor}]$$

Dit netto-effect wordt berekend voor de korte termijn (voor=2016; na=2017), voor de middellange termijn (voor=2016; na=2018) en voor de lange termijn (voor=2016; na=2019). Bovendien wordt het berekend voor het effect van de verlaging van de limiet ($O=90/70$; $V=90/90$) en voor de verwijdering van het "70" bord ($O=70/70$; $V=90/90$). Het netto-effect kan verschillen tussen wegsegmenten met specifieke eigenschappen – daarom wordt er ook gedifferentieerd naar volgende kenmerken (voor zover de subgroep voldoende

segmenten van dit type bevat): provincie, aanwezigheid van een middenberm, aantal rijstroken, kruispunt met verkeerslichten (ja/nee), wegcategorie (primaire, secundaire, lokaal), lengte van het hele wegvak (kort, midden, lang). Exploratief wordt ook de periode van de dag (nacht, ochtendspits, overdag, avondspits) en de periode van de week (maandag tot vrijdag, weekend) getest.

2.1.1.2 Statistische analyse

Naast de hoofdanalyse met de berekening van netto-effecten, gaat een statistische analyse daarop dieper in met als doel volgende vragen te beantwoorden:

- Analyse 1: Wat is het zuivere effect van de maatregel? (stel dat alle wegen dezelfde kenmerken hadden)

Deze analyse houdt er rekening mee dat 90/90 wegen bijvoorbeeld vaker een middenberm hebben en vaker meer rijstroken tellen dan 90/70 of 70/70 wegen. Is er, wanneer deze 'confounding' factoren constant worden gehouden, toch een significante verandering in V85-snelheid vast te stellen die dan toe te schrijven valt aan de interventie? Dit is een hypothetisch scenario en geen geobserveerde verandering.

- Analyse 2: Op welke 90/70 en 70/70 wegen veranderde de V85-snelheid het meest (2016 t.o.v. 2017, en 2016 t.o.v. 2019)?

Binnen de groep van 90/70 en 70/70 wegen wordt onderzocht welke factoren bijdragen aan de verandering in snelheid, bijvoorbeeld het al dan niet aanwezig zijn van een middenberm.

Voor beide statistische analyses worden er twee afhankelijke variabelen gevormd:

- Het verschil tussen de V85 in 2017 en 2016 per wegsegment ($\Delta\text{snelheid}_{\text{KT}}$). Deze variabele geeft het korte termijneffect weer.
- het verschil tussen de V85 in 2019 en 2016 per wegsegment ($\Delta\text{snelheid}_{\text{LT}}$). Deze variabele geeft het lange termijneffect weer.

Er wordt voor elke analyse gebruik gemaakt van een lineair regressiemodel, van de vorm:

- Analyse 1:

$$\Delta\text{snelheid}_{\text{KT of LT}} = \beta_0 + \beta_1 * \text{interventie}_{\text{speedlabel 9090,9070,7070}} + \beta_2 * \text{V85}_{2016} + \beta_3 * \text{Vol}_{2016} + \beta_4 * \Delta\text{Vol}_{\text{KT of LT}} + \beta_5 * \text{provincie} + \beta_6 * \text{middenberm} + \beta_7 * \text{aantalrijstroken} + \beta_8 * \text{lengte_aaneengesloten_wegvak} + \beta_9 * \text{verkeerslichten} + \beta_{10} * \text{wegcategorie}$$
- Analyse 2:

$$\Delta\text{snelheid}_{\text{KT of LT}} = \beta_0 + \beta_1 * \text{V85}_{2016} + \beta_2 * \text{Vol}_{2016} + \beta_3 * \Delta\text{Vol}_{\text{KT of LT}} + \beta_4 * \text{provincie} + \beta_5 * \text{middenberm} + \beta_6 * \text{aantalrijstroken} + \beta_7 * \text{lengte_aaneengesloten_wegvak} + \beta_8 * \text{verkeerslichten} + \beta_9 * \text{wegcategorie}$$

waarbij:

V85 ₂₀₁₆	Snelheid die door 85% van de voertuigen niet overschreden wordt in het jaar 2016 (maart tot mei)
Vol ₂₀₁₆	Verkeersvolume in 2016 (maart tot mei)
$\Delta\text{Vol}_{\text{KT of LT}}$	Verskil in verkeersvolume tussen 2017 en 2016 (korte termijn), en tussen 2019 en 2016 (lange termijn) (telkens maart tot mei)
Provincie	Antwerpen, Limburg, Oost-Vlaanderen, Vlaams-Brabant, West-Vlaanderen
Middenberm	Wegsegment waarbij de richtingen gescheiden zijn door middel van een middenberm, of niet (1/0)
Aantalrijstroken	Aantal rijvakken, per richting
lengte_aaneengesloten_wegvak	Lengte (in meter) van de volledige weg waarop het segment gelegen is
Verkeerslichten	Nabij een kruispunt met verkeerslichten, of niet (1/0)
Wegcategorie	Wegcategorisering: primaire, secundaire, lokaal

2.1.2 Impact op (ernst van) ongevallen

We voeren een voor-en-na-studie uit die (1) rekening houdt met het stochastische karakter van letselongevallen, (2) de verschillen veroorzaakt door een wijziging van de snelheidslimiet onderscheidt van een algemene trend in het aantal ongevallen en (3) uitsluit dat regressie naar het gemiddelde de resultaten zou kunnen vertekenen.

► **Stochastisch karakter van verkeersongevallen:**

Verkeersongevallen zijn tot op zekere hoogte toevallige gebeurtenissen, hetgeen betekent dat het aantal ongevallen op een bepaalde locatie nogal sterk kan schommelen, ook zonder toewijsbare redenen. Omwille van dit *random* element is het aangewezen om met statistische methodes te werken om de significantie van veranderingen te toetsen.

► **Trendeffecten:**

De verkeersveiligheid kan in zijn geheel verbeteren (of verslechteren) door andere factoren zoals andere verkeersveiligheidsmaatregelen, veranderingen in de attitudes, veranderingen in het registratieniveau, effecten van het weer, veranderingen in het verkeersvolume of veranderingen in de eigenschappen van voertuigen. Om hiervoor te corrigeren is het noodzakelijk om een vergelijkingsgroep op te nemen in het onderzoeksdesign, dit zijn wegsegmenten waar de maatregel niet werd geïmplementeerd maar die verder zo vergelijkbaar mogelijk zijn.

► **Regressie naar het gemiddelde:**

Regressie naar het gemiddelde kan optreden bij de evaluatie van verkeersveiligheidsmaatregelen omdat deze vaak worden ingevoerd op plaatsen waar er voordien veel ongevallen gebeurden. Dit houdt in dat deze locaties een vertekende steekproef vormen van de volledige populatie van wegsegmenten, en dat segmenten waar het aantal ongevallen toevallig *overschat* werd een grotere kans hadden geselecteerd te worden dan segmenten waar dit aantal *onderschat* werd. Regressie naar het gemiddelde houdt in dat er bij de locaties waar het aantal ongevallen in de voormeting toevallig overschat werd, in de nameting een vermindering verwacht wordt die puur te wijten is aan de "meetfout" tijdens de voormeting. Om te corrigeren voor regressie naar het gemiddelde is het gebruik van een Empirical Bayes-methode aangewezen. In deze methode wordt in de voormeting het aantal geobserveerde ongevallen gecombineerd met een verwachte waarde. Het idee van deze "slimme" combinatie is dat het resulterende getal de werkelijke onveiligheid van het segment in kwestie zo goed mogelijk aanduidt en dus zo min mogelijk wordt beïnvloed door toevallige elementen.

Een voor-en-na-studie die rekening houdt met al deze vertekende factoren volgt een quasi-experimenteel onderzoeksdesign. De evolutie op de segmenten waar de limiet veranderde (90/70) en op segmenten waar het bord "70" werd verwijderd (70/70) wordt vergeleken met de evolutie op segmenten waar beide niet het geval was (90/90). De ongevallendata van de jaren 2014, 2015 en 2016 worden als voormeting geanalyseerd. De ongevallen in de jaren 2017, 2018, en 2019 vormen de nameting.

Wegsegmenten	Voormeting (2014, 2015, 2016)	Verlaging limiet (op 1 januari 2017)	Verwijdering bord (op 1 januari 2017)	Nameting (2017, 2018, 2019)
90/70	O	X		O
70/70	O		X	O
90/90	O			O

Om te corrigeren voor een mogelijke regressie naar het gemiddelde wordt het aantal ongevallen in de voormeting gedeeltelijk gebaseerd op een verwachte waarde (Empirical Bayes methode). Het verwachte aantal ongevallen wordt geschat met behulp van een Crash Prediction Model². In dit model wordt gebruik gemaakt

² Crash Prediction Model, Accident Prediction Model, Safety Performance Function: Al deze termen worden in de huidige studie als synoniemen beschouwd.

van een regressieanalyse om het aantal ongevallen voor elk wegsegment te voorspellen met een aantal variabelen zoals:

- Gereden snelheid
- Verkeersvolume
- Lengte van het segment

Door het stochastische karakter van ongevallen, vertonen ongevallendata in de praktijk meestal een negatief-binomiale verdeling. Deze lijkt op de Poisson-verdeling maar geeft ook een schatting van de overdispersie. De resulterende coëfficiënten worden vervolgens gebruikt om het verwachte aantal ongevallen voor elk segment te schatten. De geschatte overdispersie geeft aan hoe goed de variabelen in het model de ongevals aantallen verklaren en bepaalt hoe de theoretisch geschatte aantallen tegenover de geobserveerde aantallen gewogen worden.

Dezelfde Empirical Bayes methode wordt toegepast op de ongevallen in de nameting om nullen te voorkomen wanneer geen enkel ongeval gerapporteerd werd op het segment in de na-periode.

In de Empirical Bayes methodologie wordt het geobserveerd aantal ongevallen gecorrigeerd o.b.v. een geschatte waarde, vervolgens wordt gecorrigeerd voor de algemene trend door een vergelijkingsgroep toe te voegen, en zo wordt voor elk segment een crash modification factor (CMF) berekend die aangeeft of en met hoeveel het aantal ongevallen veranderd is. Bij 90/70-wegen geeft de CMF het effect van de verlaagde snelheidslimiet weer en bij 70/70-wegen geeft de CMF het effect van het weghalen van een bord weer. Een CMF kleiner dan 1 toont dat het aantal ongevallen op het segment in kwestie sterker verminderd is dan je op basis van de algemene trend zou verwachten. Dit wil zeggen dat de kans op een ongeval kleiner geworden is.

De CMF wordt berekend via onderstaande formule. Het aantal ongevallen op de onderzoekslocaties tijdens de periode na het invoeren van de maatregel (O_{NA}) wordt gedeeld door het aantal ongevallen op de onderzoekslocaties tijdens de periode voor het invoeren van de maatregel. Beide getallen worden geschat via de Empirical Bayes-methode op basis van het geobserveerd aantal ongevallen (O_{VOOR} en O_{NA}) en het verwachte aantal ongevallen ($\hat{O}_{VOOR}$ en $\hat{O}_{NA}$). Om de effecten van andere maatregelen en evoluties te onderscheiden, wordt deze ratio gedeeld door de algemene trend die wordt uitgedrukt als de ratio van het aantal ongevallen op de vergelijkingslocaties in de na-periode (V_{NA}) en het aantal ongevallen op deze locaties in de voorperiode (V_{VOOR}).

$$CMF = \frac{E(\hat{O}_{NA}|O_{NA}) / E(\hat{O}_{VOOR}|O_{VOOR})}{V_{NA} / V_{VOOR}}$$

De Empirical Bayes-methode levert voor *elk wegsegment* een effect op, een CMF. Bij elke CMF schatten we ook de standaardfout die aangeeft hoe groot het betrouwbaarheidsinterval rond die CMF is. Des te kleiner de standaardfout des te beter. CMF's die op basis van veel ongevallen geschat zijn hebben een kleinere standaardfout (en dus ook een kleiner betrouwbaarheidsinterval) dan CMF's die slechts op weinig ongevallen gebaseerd zijn.

Om tot een algemene conclusie te komen over het effect van de verlaging van de limiet voeren we een meta-analyse van de gevonden effecten uit. In een meta-analyse worden normaalgesproken resultaten uit verschillende studies samengevat. De techniek schikt zich echter ook om effecten van verschillende locaties samen te vatten (Nuyts & Cuyvers, 2003). In feite is een meta-analyse niet meer dan een gewogen gemiddelde van alle CMF's. De weging hangt daarbij af van de standaardfout (CMF's met een kleine standaardfout krijgen een hoger gewicht dan die met een grote standaardfout). Alle CMF's worden samen geanalyseerd voor een "overall effect".

Daarnaast kan het effect van een wijziging van de snelheidslimiet verschillen naargelang de ernst van de verwondingen, het type weggebruiker, de weginrichting, of het type ongeval. Om deze verschillen te onderzoeken wordt de hele procedure van een Empirical Bayes schatting opgesplitst naargelang deze subgroepen. Dit wordt zover mogelijk uitgesplitst met die beperking dat de onderzochte groepen niet overdreven klein mogen worden zodat de resultaten betekenisloos worden (vb. de combinatie van een weinig

voorkomende gebruikerscategorie met een weinig voorkomend ongevalstype, enkel voor dodelijke ongevallen). Volgende subgroepen worden in meer detail bekeken:

- Ongevallen met lichtgewonden / ongevallen met zwaargewonden of doden;
- Segment nabij een kruispunt met verkeerslichten / niet nabij een kruispunt met verkeerslichten;
- Eenzijdig ongeval / Ongeval tussen bestuurders;
- Ongevallen met actieve/kwetsbare verkeersdeelnemers (voetganger, fietser, bromfietser) / gemotoriseerd verkeer (motorfietser, personenwagen, lichte vrachtwagen, vrachtwagen, bus).

Om de robuustheid van de resultaten na te gaan, wordt finaal nog een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd. In een sensitiviteitsanalyse wordt onderzocht in welke mate het resultaat van een analyse wordt beïnvloed door een verandering van methode, van waarden, variabelen of uitgangspunten. Hiertoe worden een aantal scenario's naast elkaar gelegd. In de sensitiviteitsanalyse vergelijken we telkens de impact van de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u op het aantal ongevallen in verschillende scenario's.

2.1.3 Samenhang tussen verandering in gereden snelheid en impact op ongevallen

2.1.3.1 Power model

Een bekende studie van Elvik (Elvik, 2009) kwantificeert de relatie tussen snelheid en verkeersveiligheid. De relatie tussen beide parameters wordt geschat aan de hand van een 'Power model'.

$$\frac{\text{Ongevallen na}}{\text{Ongevallen voor}} = \left[\frac{\text{Snelheid na}}{\text{Snelheid voor}} \right]^{\text{Exponent}} \quad (\text{Elvik, 2009})$$

Elvik heeft de exponent berekend voor stedelijke en residentiële wegen en voor wegen buiten de bebouwde kom en snelwegen op basis van geobserveerde data. Het model kan gebruikt worden om snel een ruwe inschatting te maken van de impact op de verkeersveiligheid van een verandering in snelheid. Het is geenszins een perfecte voorspelling voor elk type weg in alle omstandigheden. Niettemin wordt het model in de huidige studie toegepast om de verandering in ongevallen te voorspellen op basis van de gemiddelde verandering in geobserveerde snelheid tussen 2016 en 2019 (naast de Empirical Bayes ongevalsanalyse). Door gebruik te maken van deze formule kunnen we een vergelijking maken met onze Empirical Bayes resultaten, en kan er ook een voorspelling gemaakt worden voor bijvoorbeeld ongevallen met enkel materiële schade.

2.1.3.2 Meta-regressie

Het is aannemelijk dat de snelheid niet op alle wegsegmenten in dezelfde mate gedaald is. Ook het verschil in ongevallen zal variëren over de wegsegmenten heen. Om dit te onderzoeken wordt met een meta-regressie, voor elk onderzocht segment, de CMF (dus het effect op het aantal ongevallen) voorspeld met behulp van de gevonden verandering van de V85. In deze analyse wordt de categorische variabele die aangeeft of de limiet wel of niet veranderde (90/70 vs. 70/70 vs. 90/90) vervangen door de effectieve verandering in de gereden snelheid.

Een meta-regressie verbindt de techniek van een meta-analyse waarin elke CMF gewogen wordt naargelang zijn betrouwbaarheid met de techniek van een "normale" regressieanalyse, waarin we kunnen testen of de CMF voor elk segment correleert met een andere variabele. Als een verlaging van het aantal ongevallen (i.e. een CMF < 1) het gevolg was van een aangepast snelheidsgedrag dan zullen de segmenten waar de snelheid het meest verminderde ook degene zijn waar de ongevallen het sterkst afgenomen zijn.

2.2 Data

2.2.1 Snelheidslimiet

Een digitale kaart met snelheidsregimes beschrijft de snelheidslimiet op gewestwegen (per richting) vóór 1 januari 2017 en erna (aangeleverd door de opdrachtgever). Drie groepen van wegen worden hieruit gefilterd voor verdere analyse:

-  70/70 Wegen waar reeds voor 2017 een snelheidslimiet van 70 km/u gold en waar de limiet dus hetzelfde is gebleven. Het bord dat vroeger de limiet aangaf, werd verwijderd.
-  90/90 Wegen waarop de limiet op 90 km/u stond door een specifieke regeling en waar niets gewijzigd is. Er werden geen borden verwijderd of toegevoegd.
-  90/70 Wegen waarop de limiet van 90 naar 70 km/u is verlaagd op 1 januari 2017.



Figuur 2 Snelheidsregimes

Wegen waar een trajectcontrole werd geïnstalleerd (in de voor- of na-periode, in deze studie beschreven van 2014 tot 2019), worden verwijderd uit de dataset omdat de plaatsing van de camera's mogelijk een onafhankelijk effect heeft op de gereden snelheid en het aantal en de ernst van ongevallen (4,2% van de segmenten).

Langere segmenten worden opgedeeld in segmenten van maximaal 200m om het niveau van detail in de analyses te verhogen en de segmenten zo homogeen mogelijk te houden. Segmenten starten en eindigen hoe dan ook op plaatsen waar segmenten elkaar kruisen. Segmenten moeten een minimale lengte hebben van 10m. De exacte lengte van een segment wordt berekend in QGIS.

De meeste 90/70-segmenten liggen in West-Vlaanderen terwijl er bijna geen 90/70-segmenten te vinden zijn in Vlaams-Brabant (de maximumsnelheid op veel gewestwegen is daar reeds vroeger verlaagd tot 70 km/u). Meer dan 4000 km wegen (rijrichtingen worden afzonderlijk geteld) worden meegenomen als 70/70-wegen; 814 km valt onder de 90/90-categorie; en bijna 1000 km valt onder de categorie 90/70.

2.2.2 Gereden snelheid

Floating Car Data (FCD, ook wel Probe Vehicle Data genoemd) bevatten de reëel gereden snelheden op het gehele wegennet. Voor het huidige project wordt er gebruik gemaakt van FCD op de Vlaamse gewestwegen, beschikbaar gesteld door de opdrachtgever voor de maanden maart tot mei in 2016, 2017, 2018 en 2019. FCD is geaggregeerde data afkomstig van navigatiesystemen en -apps uit voertuigen. Specifiek wordt er voor

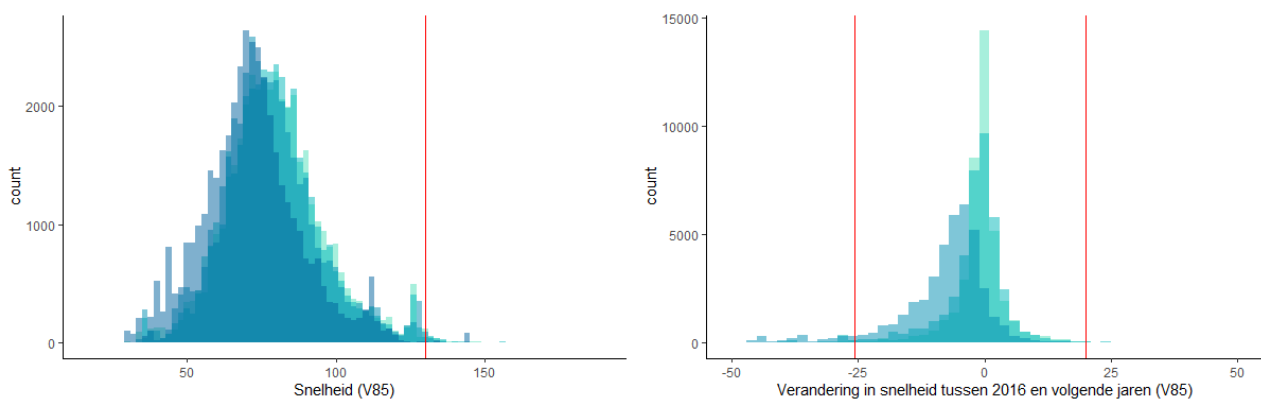
dit project gewerkt met de V85-snelheid, de snelheid die door 85% van de voertuigen niet overschreden wordt. De gemiddelde V85 is beschikbaar voor de volledige periode, maar ook voor afzonderlijke dagdelen (19u-05u; 05u-09u; 09u-15u; 15u-19u) en dagen van de week (maandag tot vrijdag; weekend).

Segmenten in de FCD zijn maximaal 50 meter en snelheid is beschikbaar per richting. Wanneer twee rijrichtingen in de FCD-dataset op elkaar gelegen zijn in het digitale wegennet (specifiek tweerichtingswegen zonder middenberm) worden deze geaggregeerd tot één segment. Er wordt dan verder gewerkt met de gemiddelde V85 en volumes van beide richtingen samen.

Vóór verdere analyse, werden de snelheden (V85, volledige periode) van de FCD gecontroleerd op uitschieters, onverwachte en ontbrekende waarden.

- 1) V85 moet beschikbaar zijn voor elk jaar (2016 tot en met 2019), indien niet wordt het segment niet opgenomen in de analyse.
- 2) Wanneer de V85 in één of meerdere jaren de snelheid van 130 km/u overschrijdt, wordt het segment niet verder meegenomen. Bij visuele inspectie op kaart, bleek dit quasi uitsluitend te gaan over opritten en afritten van snelwegen en verbindingswegen op knooppunten – op deze segmenten is de FCD onbetrouwbaar. (Figuur 3)
- 3) In de analyse wordt de verandering in snelheid tussen 2016 en volgende jaren op segmenten geanalyseerd. Extreme uitschieters waarbij de verandering in snelheid op eenzelfde segment onrealistisch hoog is, worden uit de dataset gefilterd. Mogelijke verklaringen voor uitschieters zijn wegwerkzaamheden in een bepaald jaar, onzekerheid op de FCD bijvoorbeeld door een laag aantal passages of bij kruisende wegen waarbij snelheid van een voertuig aan een fout segment wordt toegekend. Extreme uitschieters worden gedefinieerd als kleiner dan $(Q1 - 3 \cdot IQR)$, of groter dan $(Q3 + 3 \cdot IQR)$ ³. Concreet komt dit in de huidige dataset overeen met de waarden $[-25,73; 19,98]$, uitgedrukt in km/u. (Figuur 3)

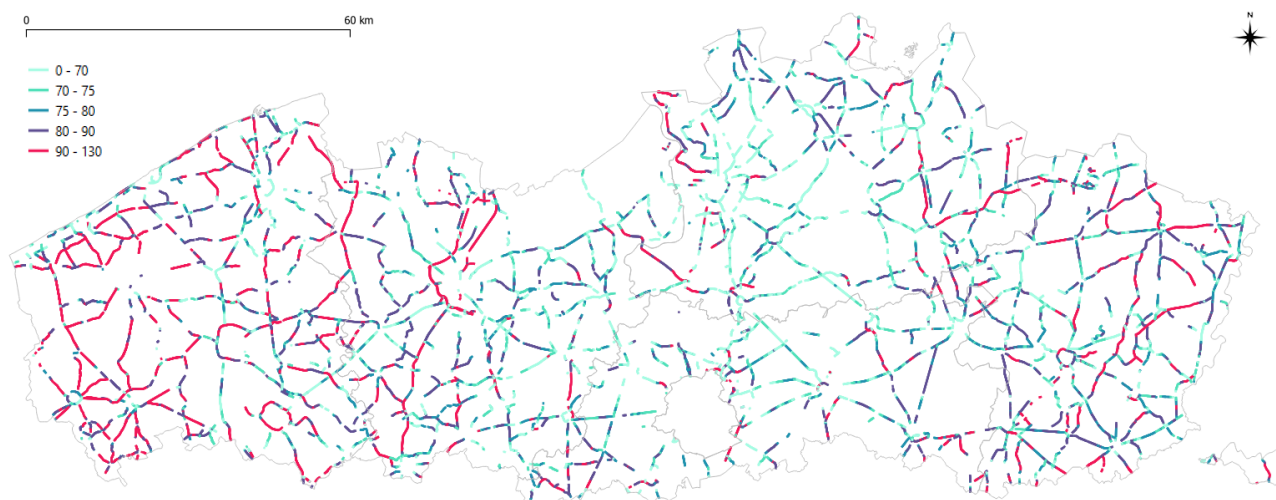
In stap (1) wordt 0,5% van de segmenten verwijderd, in stap (2) nog eens 1,1% van deze nieuwe dataset, en in stap (3) gaat het over 7,2% van de segmenten die verwijderd worden. In totaal, en zonder de segmenten met trajectcontrole, wordt 87% van de segmenten verder geanalyseerd.



Figuur 3 Linkse paneel: Histogrammen met de verdeling van de V85-snelheden afkomstig van FCD (per jaar volgens kleur); segmenten met een snelheid groter dan 130 km/u (verticale rode lijn) zijn niet verder meegenomen. Rechtse paneel: Detectie van extreme uitschieters in snelheidsverschillen tussen 2016 en de volgende jaren (negatief betekent een daling in snelheid); enkel segmenten binnen de range $[-25,73; 19,98]$ worden meegenomen voor verdere analyse (verticale rode lijnen).

De FCD en de snelheidsregimes-dataset zijn niet gebaseerd op hetzelfde digitale wegennet, waardoor ze via map matching aan elkaar gelinkt moeten worden. Hierbij wordt het middelpunt van elk segment in de snelheidsregimes-dataset gelinkt aan het dichtstbijzijnde FCD-segment, met een maximumafstand van 5m.

³ De verschillen in V85 tussen jaren zijn lognormaal verdeeld; daarom wordt een niet-parametrische maat gebruikt om extreme uitschieters te detecteren. Q1 = eerste kwartiel (= 25^{ste} percentiel); Q3 = derde kwartiel (= 75^{ste} percentiel); IQR = interkwartielafstand (= Q3-Q1)

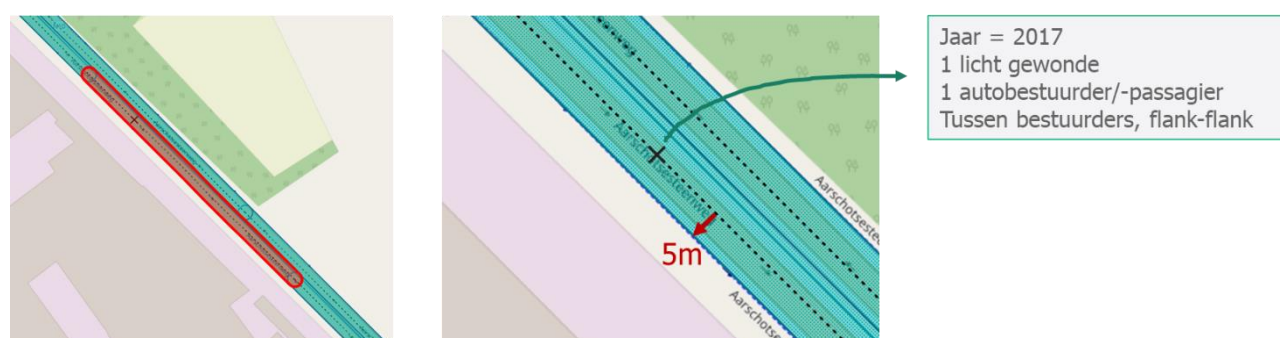


Figuur 4 Geobserveerde V85 snelheid in maart-mei 2016
(Bron: Be-Mobile (Floating Car Data))

2.2.3 Ongevallen

Gelocaliseerde letselongevallen zijn verzameld voor de periode 2014 tot en met 2019 (geregistreerd door de politie en aangeleverd door het departement Mobiliteit & Openbare Werken). Dit is een periode van drie jaar voor en drie jaar na de invoering van de nieuwe algemene snelheidslimiet buiten de bebouwde kom op 1 januari 2017. Extra variabelen in deze dataset zijn de ernst van het ongeval (doden 30 dagen, zwaargewonden, lichtgewonden), type en aantal betrokken verkeersdeelnemers (voetganger, fietser, bromfietser, motorfietser, personenwagen, lichte vrachtwagen, vrachtwagen, bus, andere), en type aanrijding (eenzijdig ongeval, kopstaart, zijdelings, frontaal, met een voetganger). Wat betreft de verkeersdeelnemers groeperen we slachtoffers volgens actieve/kwetsbare verkeersdeelnemers (voetganger, fietser, bromfietser) en gemotoriseerd verkeer (motorfietser, personenwagen, lichte vrachtwagen, vrachtwagen, bus). Om de groepen voldoende groot te houden, worden doden 30 dagen en zwaargewonden steeds samen geanalyseerd.

Een segment wordt gedefinieerd als een wegvak in één rijrichting: op wegen met tweerichtingsverkeer, maar zonder middenberm, worden twee segmenten op elkaar getekend. Een ongeval zal slechts aan één van de twee richtingen toegekend worden om dubbeltelling te voorkomen. Ongevallen worden enkel toegekend aan een segment wanneer ze binnen een straal van 5 meter van dit segment gelokaliseerd zijn (Figuur 5). Ongevallen waarvoor de locatie niet nauwkeurig bepaald kon worden of die een locatie hebben buiten de buffer van 5 meter rond de wegen (bijvoorbeeld op een parking nabij de weg of op een parallel-rijbaan), worden niet verder geanalyseerd (de dataset met ongevallen zou ongeveer 10% groter zijn wanneer de grens niet op 5m maar op 20m lag).



Figuur 5 Een ongeval (x op de figuur) binnen een straal van 5 meter van een wegsegment (met maximale lengte van 200m) wordt gelinkt aan dat wegsegment.

Ongevallen zonder motorvoertuig worden uitgesloten voor verdere analyse. Fietzers zullen zelden meer dan 70 km/u rijden, waardoor ongevallen waarin enkel fietsers of voetgangers betrokken waren, niet beïnvloed worden door een verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u.

2.2.4 Overige data

2.2.4.1 Verkeersvolume

Het verkeersvolume of het aantal voertuigen op een wegsegment per tijdsperiode, is een belangrijke variabele die mee de kans op ongevallen kan verklaren. Het valt te verwachten dat bij meer verkeer, meer ongevallen plaatsvinden (Yu et al., 2018; Zhai et al., 2022).

Verkeerstellingen zijn maar voor een beperkt aantal segmenten beschikbaar op Vlaamse gewestwegen. Daarom zullen we ook hier gebruik maken van FCD. Niet alle voertuigen op onze wegen zijn opgenomen in de FCD-dataset, en dus kunnen de geaggregeerde gegevens over het aantal voertuigen (i.e. volume) in absolute waarden niet geïnterpreteerd worden als aantal voertuigen per segment per dag (of AADT, annual average daily traffic). In relatieve termen gaan we er echter vanuit dat op de verschillende wegen in de huidige analyse ongeveer hetzelfde aandeel voertuigen opgenomen is in de FCD (~6%); wanneer alle wegen beschouwd worden is het aandeel voertuigen opgenomen in de FCD het grootst op snelwegen en het kleinst op lokale wegen.

De FCD zijn beschikbaar voor de maanden maart tot mei, in de jaren 2016, 2017, 2018, en 2019.

2.2.4.2 Wegsegmenten en kruispunten

Alle kruispunten met verkeerslichten (actieve verkeersregelininstallaties of VRI's) werden geëxtrapoleerd uit OpenStreetMap. Segmenten waarvan het middelpunt binnen een straal van 150 meter van het kruispunt ligt, worden gedefinieerd als nabij een kruispunt met verkeerslichten. Alle andere segmenten worden gecategoriseerd als niet nabij een kruispunt met verkeerslichten. Het is wel mogelijk dat een dergelijk segment op een kruispunt *zonder* verkeerslichten of op een rotonde gelegen is. Echter, we veronderstellen dat kruispunten geregeld met een VRI de grootste en drukste kruispunten omvatten.

2.2.4.3 Overige karakteristieken van een wegsegment

Uiteindelijk worden aan de wegsegmenten nog een aantal extra attributen gelinkt via map matching. In eerste instantie gaat het over enkele karakteristieken van de weg zelf: de aan- of afwezigheid van een middenberm die de richtingen scheidt, het aantal rijstroken per rijrichting, de lengte van de volledige weg waarop een segment gelegen is en de wegcategorie. Daarnaast kan de provincie waarbinnen een segment gelegen is, helpen bij de interpretatie van de resultaten (zo is de meerderheid van 90/70-segmenten in West-Vlaanderen gelegen).

- ▶ Middenberm: Een middenberm scheidt de rijrichtingen, meestal over een langere afstand, maar soms ook in aanloop naar een kruispunt (middeneiland). 'Middenberm' is een attribuut dat geregistreerd is in de databank met genummerde wegen in Vlaanderen. Wanneer een middenberm (lijnsegment) binnen 40m van het middelpunt van een wegsegment gelegen is, wordt voor dit segment een middenberm als aanwezig beschouwd. De variabele 'Middenberm' heeft een waarde 0 (niet aanwezig) of 1 (aanwezig).
- ▶ Aantal rijstroken per rijrichting: Het aantal rijstroken voor gemotoriseerd verkeer per rijrichting is eveneens afkomstig uit de databank met genummerde wegen in Vlaanderen. Het is een numerieke variabele; de meeste gewestwegen hebben 1 of 2 rijstroken per richting. Het aantal rijstroken wordt enkel toegekend aan een segment, als de lijn met de informatie over de rijstroken binnen 5m van het middelpunt van een wegsegment gelegen is (matching van niet-overlappende wegennetwerken).
- ▶ Lengte aaneengesloten wegvak: Lengte van de volledige weg waarop het segment gelegen is, in meter, of gegroepeerd volgens tertielen (kort < 1514m < midden < 3228m < lang).

- ▶ **Wegcategorie:** Wegencategorisering is een classificatie van de wegen op basis van de grootte van de weg, welke ook een indicatie geeft over het verkeersvolume. In afwachting van de nieuwe wegencategorisering die momenteel in opmaak is, gebruiken we in deze studie de huidige Vlaamse wegencategorisering zoals ingebed in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen. De classificatie ziet er als volgt uit (categorische variabele met 3 groepen): Primaire wegen (Primaire wegen type I, Primaire wegen type II); Secundaire wegen (Secundaire wegen type I, Secundaire wegen type II, Secundaire wegen type III); Lokale of tertiaire wegen (Lokale wegen type I, Lokale wegen type II, Lokale wegen type III). Wegcategorie wordt enkel toegekend aan een segment, als de lijn met wegcategorie binnen 5m van het middelpunt van een wegsegment gelegen is (matching van niet-overlappende wegennetwerken).
- ▶ **Provincie:** Elk segment in de dataset wordt toegewezen aan exact één van de vijf Vlaamse provincies (Antwerpen, Limburg, Oost-Vlaanderen, Vlaams-Brabant, West-Vlaanderen). Segmenten die de provinciegrenzen overschrijden, worden toegewezen aan de provincie waarbinnen het middelpunt van het segment gelegen is. Provincie is een categorische variabele.

2.3 Software

De databewerkingen, analyses en visualisaties zijn uitgevoerd in R (versie 4.0.4) en QGIS (versie 3.16). R is een programmeertaal voor grafieken en statistische analyses (R Core Team, 2021). QGIS is een desktop geografisch informatiesysteem waarmee ruimtelijke data bekeken, bewerkt, en geanalyseerd kan worden (QGIS.org, 2022).

De statistische analyses zijn uitgevoerd in R via scripts. Dit verzekert de traceerbaarheid en transparantie van resultaten, en zorgt ervoor dat processen geautomatiseerd kunnen worden. Dit laatste was in deze studie erg nuttig om de CMF's van enkele duizenden segmenten te berekenen, en hier vervolgens een meta-analyse op uit te voeren. Deze operatie werd vervolgens eenvoudig herhaald voor analyses in subgroepen (vb. enkel ongevallen met lichtgewonden, enkel eenzijdige ongevallen, enkel ongevallen op kruispunten) of voor sensitiviteitsanalyses.

Voor de regressiemodellen is gebruik gemaakt van de R-pakketten *stats* en *MASS* waarmee zowel lineaire modellen als modellen uit andere families (zoals de negatieve-binomiale) gedraaid kunnen worden. Voor de meta-regressies is het pakket *metafor* gebruikt.

3 Resultaten

3.1 Descriptieve analyse

Na voorbereiding van de data worden er uiteindelijk 22.178 segmenten geanalyseerd in de categorie 70/70 (snelheidslimiet van 70 km/u) met een totale lengte van 4021 kilometer. Tot de groep 90/90 (snelheidslimiet van 90 km/u) behoren 4290 segmenten met een totale lengte van 814 kilometer. In de groep van wegen die in 2017 een snelheidsverlaging kenden van 90 naar 70 km/u zitten 4995 segmenten met een totale lengte van 956 kilometer.

De drie groepen van wegen verschillen niet enkel wat betreft de snelheidslimiet, maar ook naar vorm, functie en gebruik. In de verdere analyses veronderstellen we alle beschrijvende variabelen als tijdsinvariant over de onderzoeksperiode, behalve uiteraard snelheid, ongevallen en verkeersvolume. Tabel 1 beschrijft de **algemene kenmerken** van de drie groepen van wegen.

Opvallend is het hogere verkeersvolume op 90/90-wegen ten opzichte van de andere wegen. De 90/90-wegen hebben ook vaker een middenberm, tellen meer rijstroken, en behoren tot een langer aaneengesloten wegvak. De 90/70-wegen zijn vooral in West-Vlaanderen en in mindere mate in Antwerpen te vinden. De 90/70-wegen hebben relatief gezien de minste kruispunten met verkeerslichten: door het lagere verkeersvolume worden kruisende verkeersbewegingen waarschijnlijk vaker zonder verkeerslichten afgewikkeld.

Tabel 1 Kenmerken van 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen

	70/70 (N=22.178)	90/90 (N=4290)	90/70 (N=4995)
Middenberm [aantal segmenten]			
Niet aanwezig	17.705 (79,8%)	1046 (24,4%)	4229 (84,7%)
Aanwezig	4473 (20,2%)	3244 (75,6%)	766 (15,3%)
Aantal rijstroken (per rijrichting)			
Gemiddelde (SD)	1,16 (0,394)	1,81 (0,419)	1,15 (0,362)
Mediaan [Min; Max]	1 [1; 6]	2 [1; 3]	1 [1; 3]
Missing	2631 (11,9%)	156 (3,6%)	922 (18,5%)
Lengte aaneengesloten wegvak [m]			
Gemiddelde (SD)	2930 (2600)	4720 (4140)	2810 (4490)
Mediaan [Min; Max]	2180 [1; 15.700]	3240 [1; 17.500]	1950 [2; 30.800]
Nabij kruispunt met verkeerslichten [aantal segmenten]			
Neen	20.164 (90,9%)	3760 (87,6%)	4701 (94,1%)
Ja	2014 (9,1%)	530 (12,4%)	294 (5,9%)
Volume (jaar 2016) [aantal voertuigen]			
Gemiddelde (SD)	11.100 (10.400)	32.600 (33.800)	8990 (7920)
Mediaan [Min; Max]	8490 [11,5; 247.000]	25.600 [149; 355.000]	7420 [26; 80.500]
Wegcategorie [aantal segmenten]			
Primair	2049 (9,2%)	3238 (75,5%)	801 (16,0%)
Secundair	9419 (42,5%)	569 (13,3%)	1627 (32,6%)
Lokaal	8015 (36,1%)	277 (6,5%)	1642 (32,9%)
Missing	2695 (12,2%)	206 (4,8%)	925 (18,5%)
Provincie [aantal segmenten]			
Antwerpen	4839 (21,8%)	559 (13,0%)	1078 (21,6%)
Limburg	4969 (22,4%)	1042 (24,3%)	407 (8,1%)
Oost-Vlaanderen	5137 (23,2%)	1278 (29,8%)	447 (8,9%)
Vlaams-Brabant	3610 (16,3%)	283 (6,6%)	92 (1,8%)
West-Vlaanderen	3623 (16,3%)	1128 (26,3%)	2971 (59,5%)

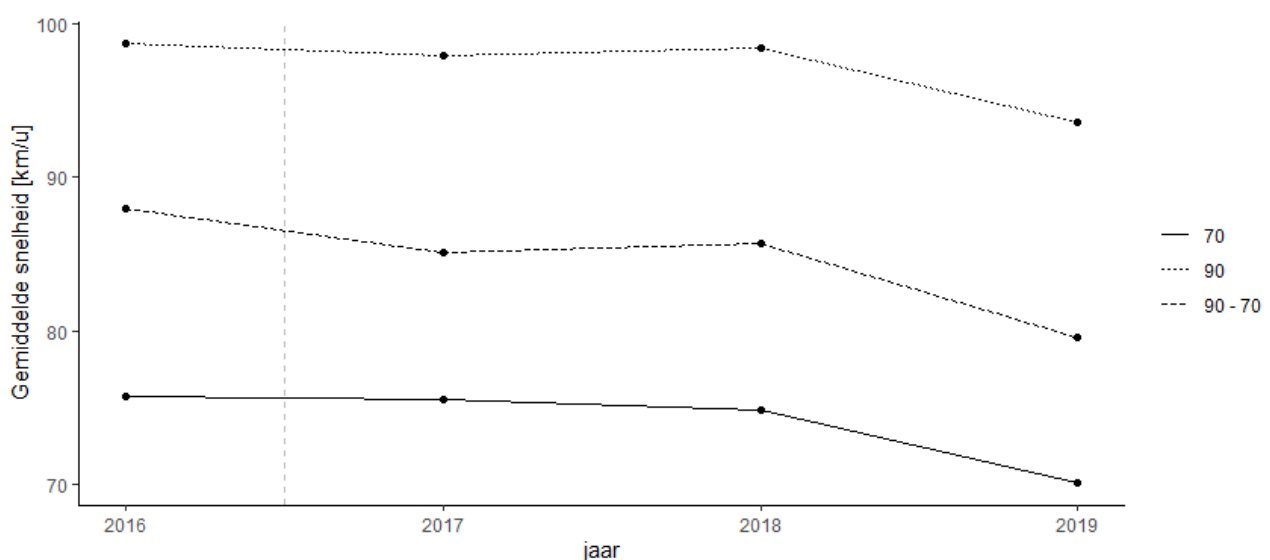
De **gereden snelheid** verschilt eveneens per groep: de V85-snelheid is het hoogst op 90/90-wegen, en het laagst op 70/70-wegen (Tabel 2, Figuur 6). De groep van 90/70-wegen zit er tussenin, met een gemiddelde V85 van 88,11 km/u in 2016, tot 79,72 km/u in 2019. In alle groepen is de gemiddelde V85 het hoogst in 2016, en het laagst in 2019. De gemiddelde V85 in de jaren 2017, 2018 en 2019 is steeds statistisch significant lager ten opzichte van het jaar 2016 (gepaarde t-test). De opvallend lagere snelheden in 2019 vallen samen met een sterke stijging in het verkeersvolume in 2019 (op basis van FCD). Deze trend kan deels een echt effect bevatten, maar hangt vermoedelijk ook samen met een verandering in de samenstelling en grootte van de *floating car data*-vloot. De trend is zichtbaar in alle groepen. Omdat in de verdere analyse steeds gewerkt wordt met de 90/90-wegen als vergelijkingsgroep, zal deze verandering in samenstelling van de vloot geen impact hebben op de resultaten van deze studie.

Op de 90/70-wegen overschreed de V85 op 90% van de segmenten de snelheidslimiet in 2017; op 90% van de segmenten in 2018, en op 83% van de segmenten in 2019. Ter vergelijking, op de 70/70-wegen overschreed de V85 op 72% van de segmenten de snelheidslimiet in 2017; op 70% van de segmenten in 2018, en op 52% van de segmenten in 2019. Voor 2019, hebben nog steeds 52% van de 90/70-segmenten een V85-snelheid die meer dan 10 km/u boven de snelheidslimiet ligt; op de 70/70-wegen is dit slechts 14%.

Gemiddelde snelheden per groep, en verder opgesplitst naar wegkenmerken, zijn ter informatie opgenomen in bijlage 1.

Tabel 2 Gemiddelde snelheid [km/u] die door 85% van de voertuigen niet overschreden wordt (V85), opgedeeld naar 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen

	70/70	90/90	90/70
V85 (jaar 2016)			
Gemiddelde (SD)	75,83 (9,80)	98,71 (12,96)	88,11 (12,28)
Mediaan [Min; Max]	75,62 [35,78; 127,19]	98,23 [54,08; 129,84]	89,97 [33,69; 121,68]
V85 (jaar 2017)			
Gemiddelde (SD)	75,63 (9,96)	97,97 (12,99)	85,27 (11,56)
Mediaan [Min; Max]	75,50 [34,98; 128,27]	98,07 [52,24; 129,51]	86,56 [34,88; 127,85]
V85 (jaar 2018)			
Gemiddelde (SD)	74,96 (9,75)	98,45 (13,29)	85,95 (11,96)
Mediaan [Min; Max]	74,86 [35,89; 127,88]	98,54 [51,17; 129,42]	87,02 [33,01; 120,34]
V85 (jaar 2019)			
Gemiddelde (SD)	70,15 (9,68)	93,69 (13,38)	79,72 (11,62)
Mediaan [Min; Max]	70,38 [31,92; 123,78]	93,23 [43,44; 129,98]	80,58 [30,81; 114,91]

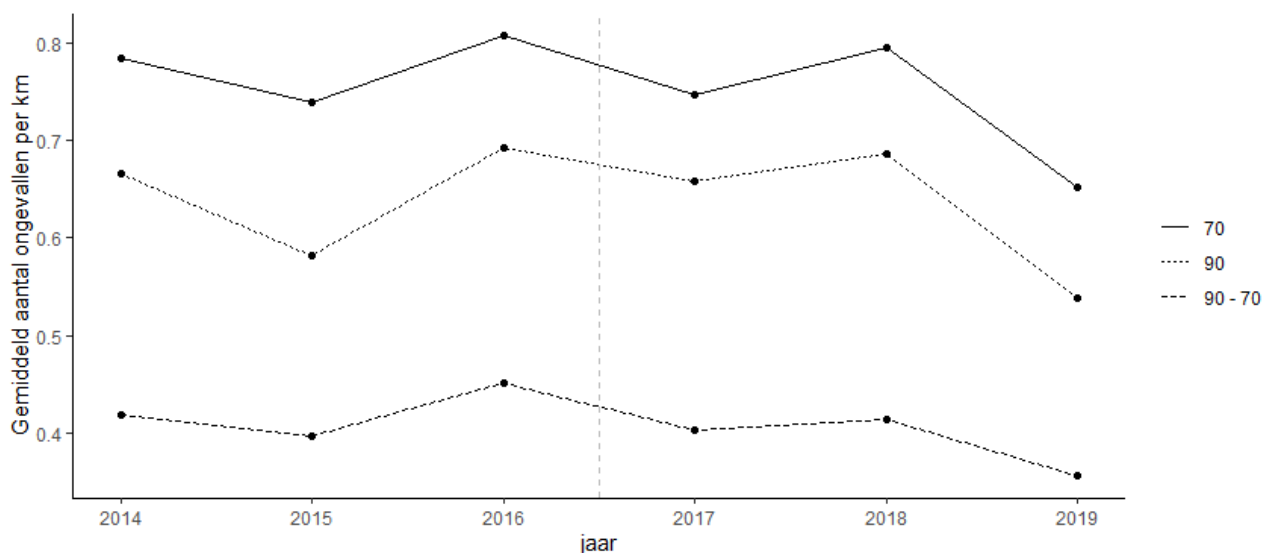


Figuur 6 Gemiddelde snelheid [km/u] die door 85% van de voertuigen niet overschreden wordt (V85), opgedeeld naar 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen

In absolute aantallen is er een daling in het aantal **ongevallen** op alle types wegen wanneer de voor-periode (2014 tot 2016) vergeleken wordt met de na-periode (2017 tot 2019) (Tabel 3). Voor ongevallen met zwaargewonden en doden (ZWGWDod) is de daling nog sterker. Van jaar tot jaar volgen de verschillende types wegen dezelfde algemene trend wat betreft letselongevallen per kilometer weg – dit kan te wijten zijn aan de introductie van bepaalde verkeersveiligheidsmaatregelen, de verkeersdruk en niveaus van congestie, gereden snelheden, of externe factoren zoals weersomstandigheden (Figuur 7). Wat betreft het gemiddeld aantal ongevallen per kilometer, valt op dat de 90/70-wegen een lager aantal ongevallen per kilometer hebben, en 70/70-wegen het hoogste aantal ongevallen per kilometer. Dit geldt zowel voor als na 1 januari 2017 (invoering maatregelen). Het is dus niet zo dat de 90/70-wegen geselecteerd zijn uit de 90 km/u-wegen met het hoogste aantal ongevallen voor 2017. De verschillen in aantal ongevallen per kilometer tussen de wegen worden kleiner wanneer enkel de ongevallen met zwaargewonden en doden geselecteerd worden. Het zijn echter nog steeds de 90/70-wegen die gemiddeld het laagst aantal ongevallen met zwaargewonden en doden per kilometer tellen.

Tabel 3 Totaal aantal ongevallen, ongevallen met lichtgewonden (LIGW), en ongevallen met zwaargewonden en doden (ZWGWDod) op 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen, opgesplitst naar de periode voor en de periode na de invoering van de maatregel.

	Voor (2014 tot 2016)	Na (2017 tot 2019)	Vershil [#]	Vershil [%]
# ongevallen (Σ)				
70/70	9370	8829	-541	-5,8
90/90	1580	1533	-47	-3,0
90/70	1211	1121	-90	-7,4
# ongevallen LIGW (Σ)				
70/70	8161	7743	-418	-5,1
90/90	1324	1325	1	0,01
90/70	992	927	-65	-6,6
# ongevallen ZWGWDod (Σ)				
70/70	1209	1086	-123	-10,2
90/90	256	208	-48	-18,8
90/70	219	194	-25	-11,4



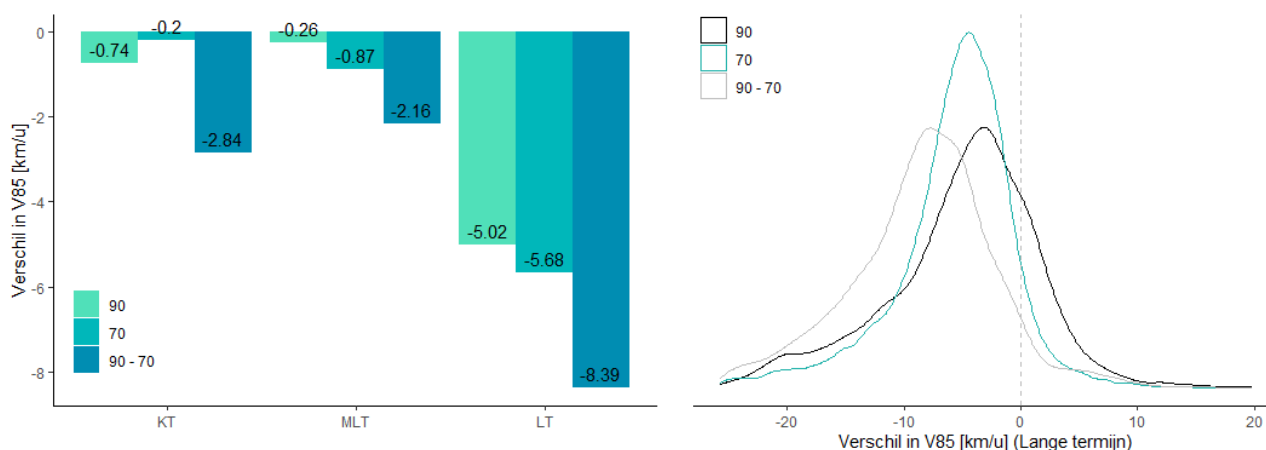
Figuur 7 Gemiddeld aantal ongevallen per kilometer, opgedeeld naar 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen

3.2 Impact op gereden snelheid

3.2.1 Netto-effect

Zowel in de onderzoeksgroepen (90/70-wegen, 70/70-wegen), als in de vergelijkingsgroep (90/90-wegen) is de gemiddelde V85 in 2017, 2018 en 2019 lager dan in 2016 (Figuur 8). De daling in absolute termen is het grootst op de 90/70-wegen. Bij de bepaling van het netto-effect wordt er naast de daling in absolute termen in de onderzoeksgroep ook rekening gehouden met de verandering in de vergelijkingsgroep. Concreet is het netto-effect op lange termijn van de snelheidsverlaging van 90 naar 70 km/u (-3,38 km/u), het verschil tussen een daling van 8,39 km/u in de onderzoeksgroep en een daling van 5,02 km/u in de vergelijkingsgroep (Figuur 8, Tabel 4).

De cijfers in tabel 4 beantwoorden de vraag: "Is de snelheid, daar waar de maatregel (verlaging van snelheidslimiet of verwijderen van het verkeersbord 70 km/u) toegepast werd, meer gedaald dan op andere wegen?" Deze inschatting houdt aldus rekening met veranderingen in snelheid ten gevolge van een algemene trend op Vlaamse wegen. Op lange termijn heeft de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u geleid tot een netto-daling in de gereden snelheid (V85) van 3,38 km/u. Het verwijderen van het verkeersbord 70 km/u heeft enkel op korte termijn geleid tot een licht positief netto-effect, terwijl op langere termijn eerder een negatief netto-effect gevonden wordt. Er kan besloten worden dat het verwijderen van het verkeersbord 70 km/u zeker niet geleid heeft tot een stijging van de gereden snelheid.



Figuur 8 Verschuif in ruwe V85-snelheid tussen basisjaar 2016 en volgende jaren (KT = korte termijn = 2017-2016; MLT = middellange termijn = 2018-2016; LT = lange termijn = 2019-2016), opgedeeld naar 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen.

Tabel 4 Netto-effect van de snelheidsverlaging van 90 naar 70 km/u, en van het verwijderen van het verkeersbord 70 km/u, op korte, middellange en lange termijn.

	Korte termijn (2016-2017)	Middellange termijn (2016-2018)	Lange termijn (2016-2019)
Effect snelheidsverlaging van 90 naar 70 km/u	-2,11 km/u	-1,90 km/u	-3,38 km/u
Effect verwijderen bord 70 km/u	+0,54 km/u	-0,62 km/u	-0,66 km/u

In bijlage 2 wordt het netto-effect opgesplitst naargelang de verschillende eigenschappen van de wegen en het tijdstip. De opvallendste resultaten hierbij zijn een groter negatief netto-effect op wegen met een middenberm; de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u heeft vooral in West-Vlaanderen gezorgd voor een extra daling in de gereden snelheid op de 90/70-wegen; langere aaneengesloten segmenten kennen een sterkere daling in snelheid dan kortere segmenten; de netto-effecten zijn niet afhankelijk van het tijdstip van de dag of de dag van de week.

3.2.2 Statistische analyse

Analyse 1: Wat is het zuivere effect van de maatregel?

Uit de beschrijvende analyse is reeds gebleken dat de algemene kenmerken van de wegen in elk van de drie groepen (90/90; 90/70; 70/70) verschillen. Om hier op een statistische wijze voor te corrigeren wordt een lineair regressiemodel geschat, dat de vraag kan beantwoorden: "Stel dat alle wegen dezelfde kenmerken hadden, wat zou dan het echte effect (verandering in gereden V85-snelheid) zijn van de maatregel?"

Tabel 5 toont aan dat op basis van het statistisch model (zie sectie 2.1.1.2) de verlaging van de snelheidslimiet zorgt voor een daling in de gereden V85-snelheid van 3,6 km/u op korte termijn, en een daling van 4,6 km/u op lange termijn, ten opzichte van de referentiegroep van 90/90-wegen. Het verwijderen van het verkeersbord 70 km/u, zorgt voor een daling in de gereden V85-snelheid van 2,0 km/u op korte termijn, en een daling van 4,0 km/u op lange termijn. Deze dalingen zijn dus theoretische verschillen die zouden voorkomen wanneer er twee identieke wegen (identiek wat betreft alle variabelen die opgenomen zijn als covariaten in het model) beschouwd worden, waarvan één van die wegen onderhevig is aan de maatregel en de andere niet. De volledige modeloutput is opgenomen in bijlage 3.

Tabel 5 Modeloutput Analyse 1: Statistisch effect (verandering in gereden V85-snelheid) van de snelheidsverlaging van 90 naar 70 km/u, en van het verwijderen van het verkeersbord 70 km/u

	Korte termijn (2016-2017) §		Lange termijn (2016-2019) §	
	Coeff.	Std. Err	Coeff.	Std. Err
Intercept	7,994 ***	0,269	1,168 ***	0,356
70/70-wegen	-2,017 ***	0,104	-4,034 ***	0,138
90/70-wegen	-3,643 ***	0,109	-4,618 ***	0,145

Significantie: *** $p < 0,001$

§ Gecorrigeerd voor: basissnelheid, basisvolume, verandering in volume, provincie, middenberm, aantal rijstroken, lengte aaneengesloten wegvak, nabij verkeerslichten, wegcategorie

Analyse 2: Op welke 90/70- en 70/70-wegen veranderde de V85-snelheid het meest?

In deze analyse wordt onderzocht op welke wegen, binnen elke onderzoeksgroep, de absolute daling in snelheid het grootst was. Er wordt in deze analyse niet gecorrigeerd voor de trend; we beschouwen dus niet de verandering ten opzichte van de vergelijkingsgroep.

Wat betreft de 90/70-wegen, is de snelheid het meest gedaald op segmenten waar de snelheid in 2016 gemiddeld hoger was (vóór de verlaging van de maximumsnelheid), en op segmenten waar het verkeersvolume in 2016 hoger was (Tabel 6). De snelheid is eveneens meer gedaald op wegen met een middenberm, en op segmenten nabij kruispunten met verkeerslichten. Deze resultaten suggereren dat vooral op grotere wegen en op kruispunten de snelheid gedaald is, mogelijk omdat bestuurders op die wegen de pakkans (handhaving snelheid) groter achten. Een alternatieve hypothese is dat er vóór 2017 op wegen met een middenberm vaker een bord met snelheidslimiet "90" stond dat vervolgens is weggehaald; op kleinere wegen stonden mogelijk geen borden waardoor het voor bestuurders vanaf 2017 minder opviel dat er een wijziging in maximumsnelheid doorgevoerd werd.

Op 70/70-wegen is de snelheid het meest gedaald op segmenten waar de snelheid in 2016 gemiddeld hoger was, en in beperktere mate ook op segmenten waar de stijging in verkeersvolume groter was (Tabel 7). Een hogere verkeersintensiteit zal mogelijk leiden tot filevorming, of minstens tot voertuigen die elkaar meer ophouden, waardoor de snelheid (vooral van de snelste voertuigen) zal dalen. Net zoals in de categorie 90/70, is vooral nabij kruispunten met verkeerslichten de gereden snelheid gedaald. Opvallend is ook dat de snelheid meer gedaald is op secundaire en lokale 70/70-wegen, ten opzichte van primaire wegen. Vooral op langere segmenten is de snelheid niet gedaald.

Tabel 6 Modeloutput Analyse 2: Verandering in gereden V85-snelheid op 90/70-wegen

90/70-wegen		Korte termijn (2016-2017)		Lange termijn (2016-2019)	
		Coeff.	Std. Err	Coeff.	Std. Err
Intercept		16,499 ***	0,729	7,105 ***	0,928
Basissnelheid (V85 ₂₀₁₆)		-0,205 ***	0,007	-0,206 ***	0,00858
Basisvolume (Vol ₂₀₁₆)		-0,000130 ***	0,000011	-0,0000638 ***	0,000015
Verandering in volume (ΔVol _{KT of LT})		-0,000248 ***	0,000032	0,0000815 ***	0,000016
Provincie (ref = Antwerpen)	Limburg	2,212 ***	0,307	1,232 **	0,385
	Oost-Vlaanderen	1,358 ***	0,286	-0,117	0,358
	Vlaams-Brabant	1,547 **	0,540	1,064	0,679
	West-Vlaanderen	1,638 ***	0,215	-1,164 ***	0,270
Middenberm (ref = zonder middenberm)		-0,256	0,250	-3,112 ***	0,314
Aantal rijstroken		-0,955 **	0,301	2,573 ***	0,381
Lengte aaneengesloten wegvak		0,0000124	0,000017	0,000107 ***	0,000021
Wegvak/kruispunt (ref = wegvak)	Nabij kruispunt met verkeerslichten	-0,918 **	0,329	-3,529 ***	0,415
	Secundair	-0,476	0,255	0,998 **	0,314
	Lokaal	1,055 ***	0,277	0,681 *	0,347

Significantie: * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

Tabel 7 Modeloutput Analyse 2: Verandering in gereden V85-snelheid op 70/70-wegen

70/70-wegen		Korte termijn (2016-2017)		Lange termijn (2016-2019)	
		Coeff.	Std. Err	Coeff.	Std. Err
Intercept		5,636 ***	0,267	8,780 ***	0,353
Basissnelheid (V85 ₂₀₁₆)		-0,061 ***	0,003	-0,197 ***	0,004
Basisvolume (Vol ₂₀₁₆)		-0,0000285 ***	0,000003	0,000034 ***	0,000005
Verandering in volume (ΔVol _{KT of LT})		-0,0000786 ***	0,000012	-0,000022 ***	0,000005
Provincie (ref = Antwerpen)	Limburg	0,011	0,080	0,654 ***	0,105
	Oost-Vlaanderen	0,220 **	0,079	0,623 ***	0,103
	Vlaams-Brabant	-0,396 ***	0,087	0,366 **	0,115
	West-Vlaanderen	0,085	0,098	1,232 ***	0,128
Middenberm (ref = zonder middenberm)		0,238 **	0,080	-1,646 ***	0,105
Aantal rijstroken		-0,352 ***	0,084	0,612 ***	0,111
Lengte aaneengesloten wegvak		0,0000211 *	0,0000105	0,00020 ***	0,000014
Wegvak/kruispunt (ref = wegvak)	Nabij kruispunt met verkeerslichten	-0,168	0,099	-3,692 ***	0,130
	Secundair	-0,603 ***	0,101	-1,074 ***	0,133
	Lokaal	-0,377 ***	0,111	-0,813 ***	0,146

Significantie: * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

3.3 Impact op (ernst van) ongevallen

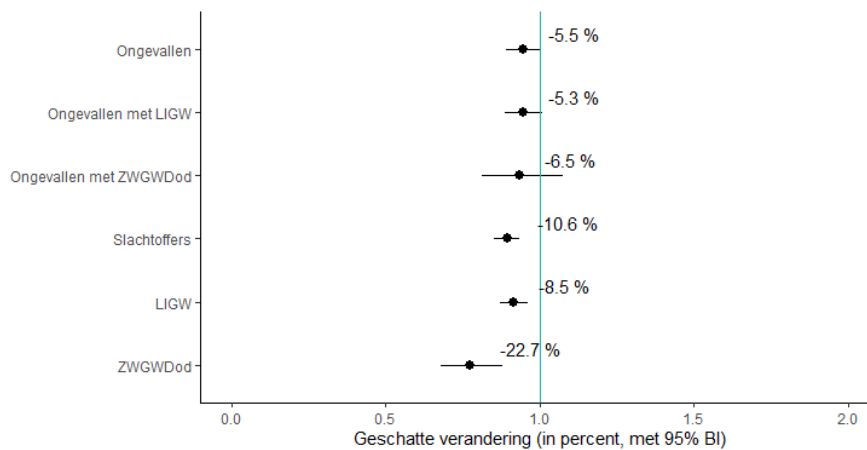
3.3.1 Empirical Bayes schatting

3.3.1.1 Verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u

Totaal effect

De statistisch beste schatting die gemaakt kan worden, is een daling in letselongevallen met 5,5% door een verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u (Figuur 9; bijlage 4). Deze daling is net niet statistisch significant (95% significantieniveau), maar de trend is duidelijk en wordt bevestigd door de analyse van het aantal slachtoffers, die wel een statistisch significante daling kennen met 10,6%. Dat de daling in het aantal slachtoffers groter is dan in het aantal letselongevallen is niet onverwacht: een lagere snelheid zorgt voor minder ongevallen, maar vooral ook voor minder slachtoffers in die ongevallen.

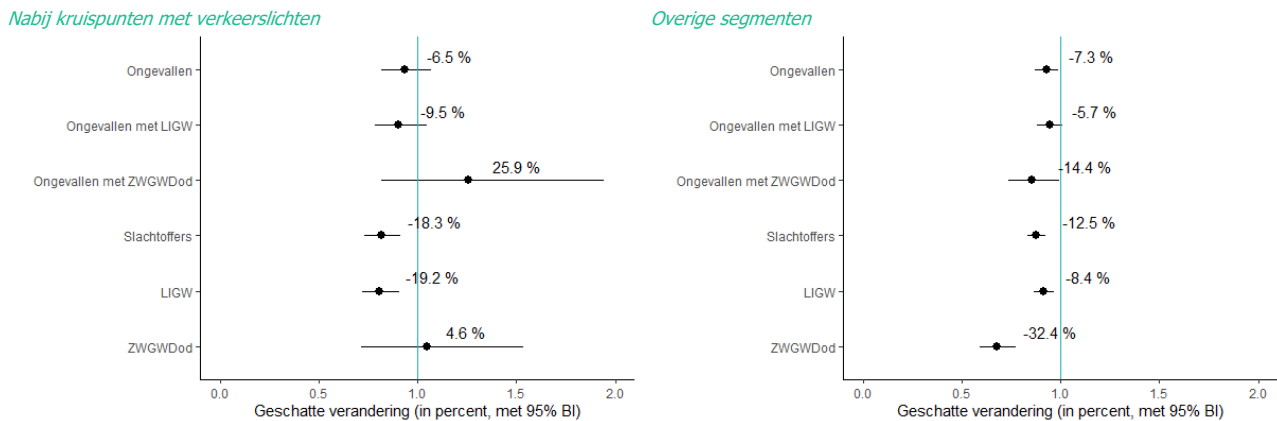
De verlaging van de snelheidslimiet zorgt ook voor een sterkere daling in de zwaarste ongevallen: het aantal ongevallen met zwaargewonden en doden daalde met 6,5%, het aantal zwaargewonden en doden zelfs met 22,7%.



Figuur 9 Geschatte verandering in het aantal ongevallen en slachtoffers op 90/70-wegen door de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u (tabelweergave in bijlage 4)
(95% BI = 95% betrouwbaarheidsinterval; LIGW = lichtgewonden; ZGWWDod = zwaargewonden en doden binnen 30 dagen)

Nabij kruispunten met verkeerslichten versus overige segmenten

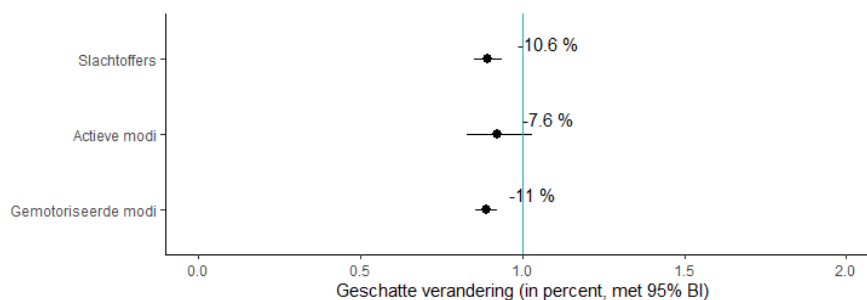
Zowel nabij kruispunten met verkeerslichten (-6,5%), als op alle andere segmenten (-7,3%), is er een daling zichtbaar in het aantal ongevallen (Figuur 10). Ernstigere ongevallen met zwaargewonden en doden zijn vooral op segmenten weg van kruispunten met verkeerslichten (-32%) en op langere aaneengesloten segmenten gedaald; op kruispunten is er een (niet-significante) stijging in het aantal zwaargewonden en doden. De onzekerheid op de schatting is groter voor ongevallen op kruispunten met verkeerslichten omdat dit over minder segmenten gaat (breder betrouwbaarheidsinterval).



Figuur 10 Geschatte verandering in het aantal ongevallen en slachtoffers op 90/70-wegen door de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u: nabij kruispunten met verkeerslichten (links) en op alle overig segmenten (rechts) (tabelweergave in bijlage 4)

Type verkeersdeelnemer

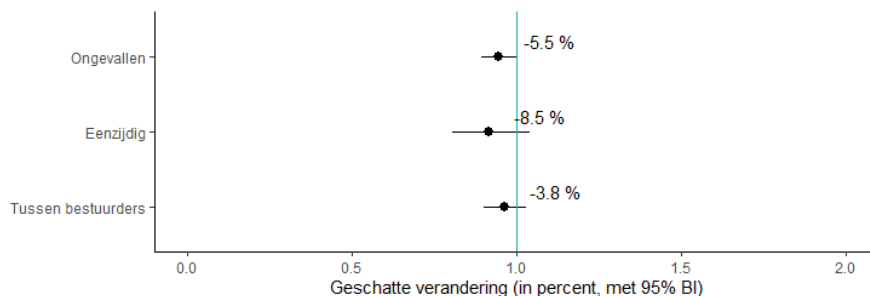
Het aantal slachtoffers onder weggebruikers die zich met gemotoriseerde modi (-11%) en actieve/kwetsbare modi (-7,6%) verplaatsen, is gedaald na de verlaging van de snelheidslimiet (Figuur 11). Wat opvalt, is dat er voor actieve/kwetsbare weggebruikers geen daling is op kruispunten met verkeerslichten (+3,9%) – door het beperkt aantal observaties in deze groep is de onzekerheid eerder groot (bijlage 4). Buiten de kruispunten met verkeerslichten is er wel een zeer positief effect op de actieve/kwetsbare weggebruikers; dit effect is zelfs groter dan bij de gemotoriseerde modi.



Figuur 11 Geschatte verandering in het aantal slachtoffers met actieve/kwetsbare en gemotoriseerde modi op 90/70-wegen door de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u (tabelweergave in bijlage 4)
(Actieve/kwetsbare modi = voetganger, fietser, bromfietser; Gemotoriseerde modi = motorfietser, personenwagen, lichte vrachtwagen, vrachtwagen, bus)

Type ongeval

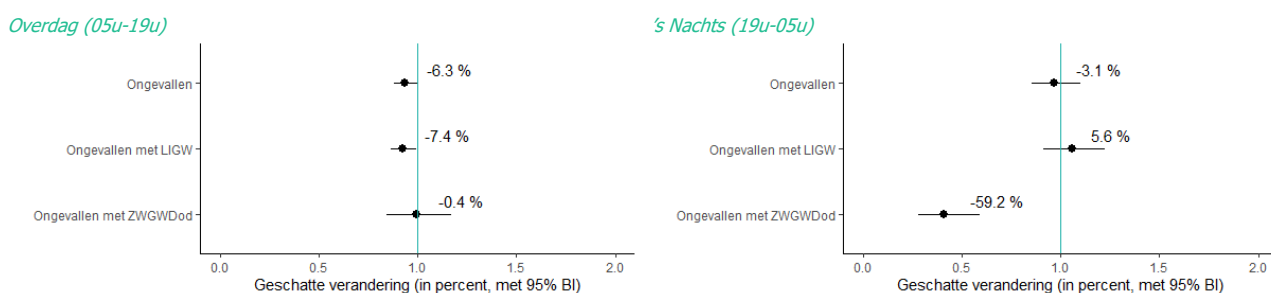
Er kan eveneens een onderscheid gemaakt worden tussen types ongevallen (Figuur 12, bijlage 4). Daarbij is er zowel voor eenzijdige ongevallen (-8,5%), als bij ongevallen tussen twee of meer bestuurders (-3,8%) een daling merkbaar. De data tonen ook een daling in het aantal ongevallen met voetgangers. Specifiek nabij kruispunten met verkeerslichten kan een verdere typering van het ongeval gebeuren (flank/kop-staart, zijdelings, frontaal), maar voor geen enkel type ongeval kan met 95% betrouwbaarheid geconcludeerd worden dat het aantal ongevallen veranderd is. Eenzijdige ongevallen op kruispunten lijken wel afgenomen, maar de resultaten moeten met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden door het beperkt aantal van dit type ongeval.



Figuur 12 Geschatte verandering in het aantal eenzijdige ongevallen en ongevallen tussen bestuurders op 90/70-wegen door de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u (tabelweergave in bijlage 4)

Tijdstip van de dag

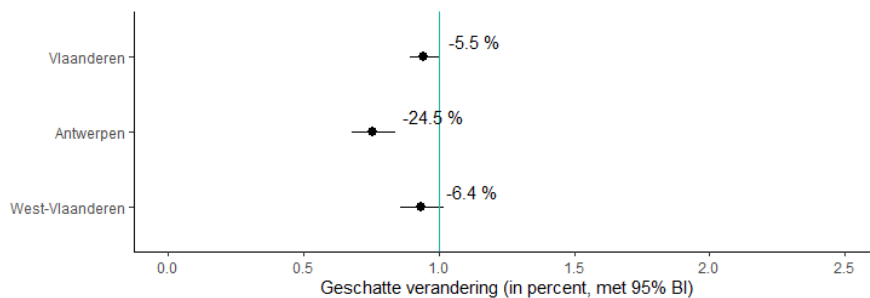
Wanneer er een opsplitsing gemaakt wordt tussen ongevallen overdag (05u – 19u) en 's nachts (19u – 05u), lijkt het aantal ongevallen sterker gedaald overdag, maar het aantal ongevallen met zwaargewonden en doden is sterker gedaald 's nachts (de daling is er zowel in de vergelijkingsgroep van 90/90-wegen, als in de onderzoeksgroep van 90/70-wegen waar de daling nog sterker was) (Figuur 13).



Figuur 13 Geschatte verandering in het aantal ongevallen op 90/70-wegen door de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u: overdag tussen 05u-19u (links) en 's nachts tussen 19u-05u (rechts) (tabelweergave in bijlage 4)

Provincie

Voor de segmenten gelegen in de provincie Antwerpen (21,6% van de 90/70-wegen) lijkt er een sterkere afname in het aantal ongevallen door het verlagen van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u (Figuur 14, bijlage 4). Meer dan de helft (59,5%) van de 90/70-wegen bevindt zich in West-Vlaanderen, op deze wegen bedraagt de geschatte verandering in het aantal ongevallen -6,4%. Het is vooral in de provincies West-Vlaanderen en Antwerpen dat het grootste effect te verwachten viel omdat deze provincies de meeste en de langst aaneengesloten segmenten telt die van 90 naar 70 km/u gingen. Door het beperkt aantal 90/70-wegen is de inschatting voor de andere provincies uiterst onzeker (bijlage 4).

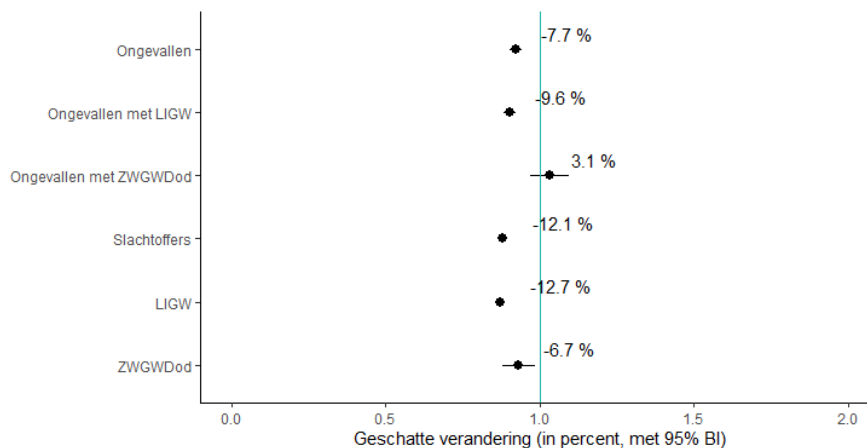


Figuur 14 Geschatte verandering in het aantal ongevallen per provincie op 90/70-wegen door de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u (tabelweergave met resultaten voor alle provincies in bijlage 4)

3.3.1.2 Verwijderen van het verkeersbord 70 km/u

Totaal effect

De statistisch beste schatting die gemaakt kan worden, is een daling in letselongevallen met 7,7% door het verwijderen van het verkeersbord 70 km/u (Figuur 15; bijlage 4). De daling valt vooral te verklaren door een daling in het aantal (ongevallen met) lichtgewonden (terwijl op de 90/70-wegen de daling vooral lag bij de zwaargewonden en doden). De daling in aantal letselongevallen is gelijkaardig aan het effect op de 90/70-wegen. Dit is onverwacht, een mogelijke verklaring is het halo-effect (sensibiliseringscampagne en de maatregel op één type weg heeft bestuurders bewuster gemaakt van hun snelheid op verschillende types wegen) en de striktere handhaving van de snelheidslimiet.



Figuur 15 Geschatte verandering in het aantal ongevallen en slachtoffers op 70/70-wegen door het verwijderen van het verkeersbord 70 km/u (tabelweergave in bijlage 4)
(95% BI = 95% betrouwbaarheidsinterval; LIGW = lichtgewonden; ZWGWDod = zwaargewonden en doden binnen 30 dagen)

Deze analyse had vooral tot doel om uit te sluiten dat er negatieve neveneffecten zouden optreden bij het uitvoeren van de hoofdmaatregel, namelijk het verlagen van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u op wegen buiten de bebouwde kom. Ondanks de vrees dat het verwijderen van het verkeersbord met de maximumsnelheid zou leiden tot hogere snelheden, en hiervan afgeleid, meer en zwaardere ongevallen, komt dit niet naar voor in de resultaten.

3.3.2 Sensitiviteitsanalyse

In de sensitiviteitsanalyse vergelijken we telkens de schatting die in de voorafgaande sectie gepresenteerd werd (het 'basismodel': impact van de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u op het aantal ongevallen) met de effect-schattingen die resulteren wanneer andere methodologische keuzes gemaakt worden (Tabel 8).

In een eerste sensitiviteitsanalyse wordt het negatief-binomiaalmodel, dat gebruikt wordt voor het inschatten van het verwacht aantal ongevallen op een segment (Crash Prediction Model), vervangen door een logistisch regressiemodel. Een logistisch regressiemodel werkt met een binaire doelvariabele (0 of 1): het aantal ongevallen op een segment wordt hiervoor gehercodeerd tot 'geen ongeval' (0) of 'minstens 1 ongeval' (1). De resultaten van de analyse tonen aan dat het aantal ongevallen met 3,1% is gedaald, ten opzichte van het originele model dat een daling van 5,5% schatte. Het betrouwbaarheidsinterval is breder geworden, wat wijst op een grotere onzekerheid in de schatting. Omdat het negatief-binomiaalmodel met exacte waarden werkt, wordt dit model verkozen boven het logistische regressiemodel; dat beide modellen toch resulteren in een vergelijkbare trend onderstreept de robuustheid van de resultaten.

Een tweede sensitiviteitsanalyse onderzoekt eveneens de impact van een wijziging in het Crash Prediction Model, namelijk het toevoegen van een extra verklarende variabele 'Aantal rijstroken'. Ook deze wijziging heeft maar een kleine impact op de geschatte daling in het aantal ongevallen: -4,3% in plaats van -5,5%. Hierbij moet opgemerkt worden dat ongeveer 1 op de 5 segmenten niet gebruikt kunnen worden in de analyse omdat informatie over het aantal rijstroken ontbreekt.

Een laatste sensitiviteitsanalyse evalueert de keuze van de 90/90-segmenten als vergelijkingsgroep, namelijk: "Wat als de 70/70-segmenten gebruikt worden als vergelijkingsgroep, in plaats van de 90/90-segmenten?". Geen van beide groepen (90/90 of 70/70-wegen) is een zuivere vergelijkingsgroep, maar de keuze is wel degelijk belangrijk: de resultaten van de sensitiviteitsanalyse tonen aan dat met de 70/70-wegen als vergelijkingsgroep, er geen effect meer merkbaar is op het aantal ongevallen van de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u. Gezien de resultaten van voorgaande analyses (Figuur 9 en 15), is het resultaat hier geen verrassing. Er zijn echter toch argumenten om de voorkeur te geven aan de 90/90-segmenten als vergelijkingsgroep: op deze segmenten is niets gewijzigd (geen verkeersbord verwijderd); de 90/90-segmenten zien er voldoende vergelijkbaar uit qua vorm en functie; en ook in een voorgaande studie werden de 90/90-segmenten gebruikt als vergelijkingsgroep (Vadeby & Forsman, 2018).

Tabel 8 Resultaten van de sensitiviteitsanalyse: Impact van de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u op het aantal ongevallen

	Effectiviteit [95% BI]	Geschatte verandering
Basismodel	0,94 [0,89 – 1,00]	-5,5%
Logistische regressie in plaats van een negatief-binomiale verdeling (Crash Prediction Model)	0,97 [0,90 – 1,04]	-3,1%
Aantal rijstroken als extra verklarende variabele in het Crash Prediction model	0,96 [0,90 – 1,02]	-4,3%
70/70-segmenten als vergelijkingsgroep, in plaats van 90/90	1,02 [0,96 – 1,08]	+2,0%

3.4 Samenhang tussen verandering in gereden snelheid en impact op ongevallen

3.4.1 Power model

Het Power model van Elvik (Elvik, 2009) beschrijft de vastgestelde relatie tussen een verandering in snelheid en een verandering in aantal ongevallen en slachtoffers op verschillende types wegen. Op die manier kan het model de evolutie van het aantal ongevallen voorspellen op basis van de verandering in gereden snelheid. Wanneer we het model toepassen op de snelheidsdata uit ons onderzoek, zien we dat de geobserveerde daling in snelheid op 90/70-wegen zou leiden tot een daling van 15% in aantal letselongevallen, en zelfs een daling van 37% in het aantal dodelijke slachtoffers (Tabel 9). Het netto-effect is echter kleiner omdat ook op 90/90-wegen, de vergelijkingsgroep die corrigeert voor een algemene trend, de snelheid gedaald is.

Tabel 9 Geschatte daling in aantal ongevallen en slachtoffers op basis van de geobserveerde daling in snelheid (V85, vergelijking van 2016 en 2019) en het Power model van Elvik (2009)

	70/70	90/90	90/70
	75,83 → 70,15 km/u	98,71 → 93,69 km/u	88,11 → 79,72 km/u
Geobserveerde snelheidsverandering			
Letselongevallen	-12%	-8%	-15%
Slachtoffers	-16%	-11%	-20%
Doden	-30%	-21%	-37%
Zwaargewonden	-24%	-17%	-30%
Lichtgewonden	-10%	-7%	-13%
Ongevallen met enkel materiële schade	-11%	-8%	-14%

Exponenten in het Power model voor landelijke wegen en autowegen (Elvik, 2009): Letselongevallen = 1,6; Slachtoffers = 2,2; Doden = 4,6; Zwaargewonden = 3,5; Lichtgewonden = 1,4; Ongevallen met materiële schade = 1,5.

3.4.2 Meta-regressie

Vervolgens wordt nagegaan of de CMF (verandering van het aantal letselongevallen) per segment voorspeld kan worden door de verandering in gereden V85-snelheid op dat segment; deze hypothese wordt onderzocht door middel van een meta-regressie. Naast de verandering in snelheid, worden ook de verandering in volume, de aanwezigheid van een middenberm, en het aantal rijstroken aangeboden aan het model; niet-significante variabelen worden stapsgewijs (backward) opnieuw verwijderd uit het model.

De verandering in V85-snelheid is in alle analyses een statistisch significante (90% significantie) voorspeller van de CMF (verandering van het aantal letselongevallen) (Tabel 10, Tabel 11). Maar, in tegenstelling tot de initiële hypothese, heeft de coëfficiënt telkens een negatief teken. Dit betekent dat een grotere daling in gereden snelheid, leidt tot een grotere CMF – terwijl net een CMF <1 betekent dat het aantal letselongevallen verminderd is ten gevolge van de maatregel, en hoe verder onder 1, hoe meer de letselongevallen verminderd zijn. Vermoedelijk ligt de verklaring voor deze onverwachte bevinding voor een belangrijk deel bij de beperkingen van een meta-regressie in het geval van zeldzame gebeurtenissen (zoals ongevallen op segment-niveau). De CMF's zelf zijn ook schattingen met een – op het niveau van het individuele segment – behoorlijk breed betrouwbaarheidsinterval; en het is net op dit individuele niveau dat de samenhang tussen snelheid en CMF bestudeerd wordt. De geobserveerde samenhang lijkt weliswaar statistisch significant, maar is desondanks zeer klein: een groot deel van de variatie kan niet verklaard worden en andere factoren (die niet in het model zitten) zullen hierin dus een rol spelen. Een mogelijke andere verklaring voor deze bevinding is dat de verlaging van de snelheid een gevolg is van congestie of drukker verkeer, en segmenten met file-opbouw zijn vaak gevoeliger aan ongevallen (Yu et al., 2018). Ook lokale maatregelen (camera's, tijdelijke wegenwerken of verkeersmaatregelen, ...) kunnen een sterk effect hebben op de snelheid, maar een in verhouding minder sterk of zelfs ongunstig effect op het aantal ongevallen. Mogelijk leidt de aanwezigheid van een grotere variantie in snelheden, wat een risicofactor is voor conflicten, tot meer ongevallen: sommige

bestuurders zullen de nieuwe snelheid strikt volgen terwijl andere voertuigen nog aan de oude snelheid rijden (Gayah et al., 2018; Islam et al., 2014).

Wanneer enkel de CMF van de ongevallen met doden en zwaargewonden in beschouwing wordt genomen, blijkt geen enkele van de variabelen in de modellen statistisch significant, ook niet de verandering in V85.

Tabel 10 Meta-regressie: associatie tussen CMF en verandering in gereden V85-snelheid op 90/70-wegen

90/70-wegen	Nabij kruispunt met verkeerslichten		Overige segmenten	
	Coeff.	Std. Err	Coeff.	Std. Err
Intercept	1,700 ***	0,234	0,857 ***	0,072
Verandering in V85 ($\Delta V85_{2016}$ tov 2017-2019)	-0,024 .	0,014	-0,027 **	0,009
Verandering in volume (ΔVol_{2016} tov 2017-2019)			0,00003 **	0,00001
Middenberm (ref = zonder middenberm)	Met middenberm			
Aantal rijstroken	-0,447 **	0,146		

Significantie: . $p < 0,10$, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Niet-significante variabelen zijn stapsgewijs (backward) verwijderd uit het model (dit zijn de variabelen waarvoor geen coëfficiënt aanwezig is in de tabel).

Tabel 11 Meta-regressie: associatie tussen CMF en verandering in gereden V85-snelheid op 70/70-wegen

70/70-wegen	Nabij kruispunt met verkeerslichten		Overige segmenten	
	Coeff.	Std. Err	Coeff.	Std. Err
Intercept	0,941 ***	0,042	0,880 ***	0,022
Verandering in V85 ($\Delta V85_{2016}$ tov 2017-2019)	-0,012 **	0,004	-0,025 ***	0,005
Verandering in volume (ΔVol_{2016} tov 2017-2019)	0,000007 **	0,000002		
Middenberm (ref = zonder middenberm)	Met middenberm	-0,184 ***	0,032	
Aantal rijstroken	0,123 ***	0,024		

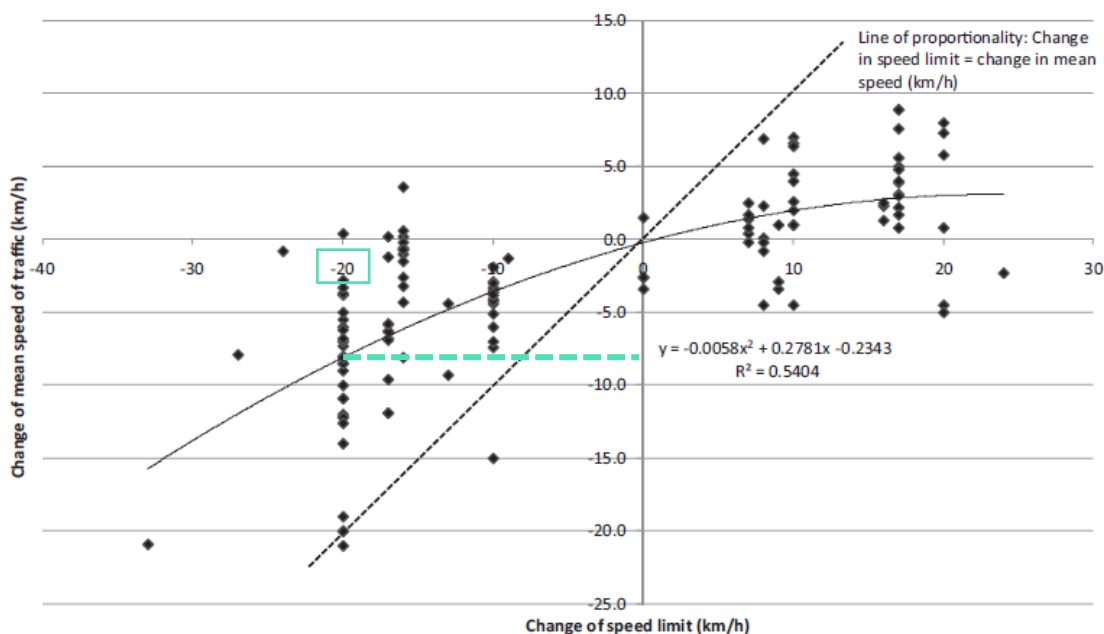
Significantie: . $p < 0,10$, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Niet-significante variabelen zijn stapsgewijs (backward) verwijderd uit het model (dit zijn de variabelen waarvoor geen coëfficiënt aanwezig is in de tabel).

4 Discussie

De belangrijkste onderzoeksvraag die deze studie probeerde te beantwoorden was hoe groot het effect was van het verlagen van de algemene snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u op wegen buiten de bebouwde kom in Vlaanderen.

In eerste instantie keek de studie naar de impact op **snelheid**. Het netto-effect gecorrigeerd voor trendeffecten is een daling in de V85-snelheid op 90/70-wegen met 2,11 km/u (2017 t.o.v. 2016), een daling met 1,90 km/u (2018 t.o.v. 2016), en een daling met 3,38 km/u (2019 t.o.v. 2016). Een studie in Zweden onderzocht ook de impact van een wijziging in de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u (landelijke wegen), en vond een daling in de gemiddelde snelheid met 3,1 km/u een tiental maanden na het in werking treden van de snelheidsverlaging (Vadeby & Forsman, 2018). Een recente studie in Frankrijk waarbij het effect werd onderzocht van het verlagen van de snelheidslimiet van 90 naar 80 km/u op landelijke wegen zonder middenberm, ingevoerd op 1 juli 2018, toonde tot anderhalf jaar na deze invoering een daling van de gemiddelde snelheid met 3,3 km/u (V85 daalde met 3,5 km/u) (Cerema, 2020). Volgens een meta-analyse van Elvik zorgt een daling van 20 km/u in de snelheidslimiet tot een daling in de gemiddelde gereden snelheid van 8,1 km/u (Figuur 16) (Elvik, 2012). De absolute daling in Vlaanderen tussen 2016 en 2019 (-8,39 km/u) komt daar goed mee overeen. De netto-daling is een stuk lager omdat op de 90/90-wegen (de vergelijkingsgroep) de V85-snelheid ook gedaald is. In Zweden was dit niet het geval en in Frankrijk werd dit niet onderzocht. De oorzaak hiervoor is onbekend, maar zou kunnen wijzen op een halo-effect: een effect op het gedrag van bestuurders op wegen die niet onderhevig waren aan de interventie (Bar-Gera et al., 2017). De sensibiliseringscampagne rond de snelheidsverlaging heeft bestuurders mogelijk bewuster gemaakt van hun snelheid op alle wegen, wat ook leidde tot een snelheidsverlaging op de 90/90-wegen. Bovendien was de verlaging van de snelheidslimiet op de 90/70-wegen niet zichtbaar in de snelheidsborden (bestuurders moesten kennis uit de media hebben): dit kan gezorgd hebben voor een kleiner netto-effect, en ook verklaren waarom ook op 70/70-wegen een daling werd gevonden. Daarnaast wordt er sinds 2018 sterker ingezet op handhaving van de snelheidslimiet op alle types wegen, met onder andere de installatie van nieuwe trajectcontroles.



Figuur 16 Effect van een verandering in de snelheidslimiet op de gemiddelde gereden snelheid (meta-analyse). (Bron: Elvik, 2012)

De impact van een verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u op het aantal en de ernst van **ongevallen** werd eveneens onderzocht. Wat betreft het aantal letselongevallen, observeren we in deze studie een daling met 5,5%. Het aantal slachtoffers daalde met 10,6%. De effecten zijn groter voor ongevallen met

zwaargewonden en doden, namelijk -6,5%. In een vroegere studie in Vlaanderen, vonden De Pauw en collega's een niet-significante daling in het aantal ongevallen met 5%, en voor ongevallen met doden en zwaargewonden een significante daling van 33% (De Pauw et al., 2014). Deze studie bestudeerde echter een kleinere groep van wegen waar de snelheidslimiet daalde van 90 naar 70 km/u in de provincie Limburg, en hanteerde een langere voor- en na-periode. De Pauw en collega's vonden een hogere effectiviteit van de maatregel op wegvakken, in vergelijking met kruispunten. In de huidige studie zijn de resultaten voor kruispunten met verkeerslichten en wegvakken eerder gemengd. Zowel voor gemotoriseerd verkeer als voor kwetsbare weggebruikers werd een daling in het aantal verkeersslachtoffers gevonden, maar voor kwetsbare weggebruikers was die daling er niet nabij kruispunten met verkeerslichten.

Een secundaire onderzoeksvraag in deze studie was of het verwijderen van de verkeersborden "70 km/u" een impact heeft op de verkeersveiligheid (V85-snelheid en ongevallen). Voorafgaand Vlaams onderzoek vond geen verschil in de gereden snelheden op de 70/70-wegen ondanks de verwijdering van de borden die de snelheden aangaven en die chauffeurs aan de maximumsnelheid herinnerden (Vissenaekens, 2017). De studie van Vissenaekens omvatte echter slechts 17 onderzoekslocaties en onderzocht het korte-termijn effect; verder onderzoek moest bevestigen of deze 'absence of evidence' gelijkgesteld kan worden aan 'evidence of absence'. Hiermee wordt bedoeld dat wanneer een bepaald onderzoeksdesign er niet in slaagt om een (significant) effect te vinden, dit in de praktijk lang niet zeker betekent dat er ook effectief geen effect is. In het kader van de huidige studie werd dit verder onder de loep genomen. Op korte termijn zien we zowel op de 70/70-wegen als op de 90/90-wegen een zeer lichte daling in de gereden V85-snelheid; op 70/70-wegen is deze daling minder sterk (netto-effect: +0,54 km/u in 2017). Op langere termijn is er echter een sterkere daling op 70/70-wegen in vergelijking met de controlegroep van 90/90-wegen (netto-effect: -0,62 km/u in 2018, -0,66 km/u in 2019). We kunnen besluiten dat er wel degelijk een kleine impact waar te nemen is van het verwijderen van het verkeersbord, maar dat het in ieder geval niet geleid heeft tot een toename in de gemiddelde V85. In de ongevalsanalyse observeren we zelfs een statistisch significante afname in het aantal ongevallen op de 70/70-wegen.

Snelheid is geassocieerd met verkeersveiligheid op twee manieren: (1) snel rijden verhoogt de kans op een ongeval omdat de hoge snelheid zorgt voor een langere remafstand en minder tijd om te anticiperen op een potentieel gevaarlijke situatie; en (2) de ernst van een ongeval is rechtstreeks gerelateerd aan voertuigsnelheid door de natuurkundige relatie tussen massa, snelheid en energie. Daartegenover staat dat niet alle ongevallen te wijten zijn aan (overdreven en/of onaangepaste) snelheid. Naar schatting zijn 10 tot 15% van alle ongevallen en 30% van de ongevallen met dodelijk letsel het rechtstreekse gevolg van overdreven of onaangepaste snelheid (Van den Berghe & Pelssers, 2020). Hierdoor blijft het moeilijk om een duidelijke link te leggen tussen een verandering in gemiddelde snelheid en de verwachte verandering in ongevallen op segment-niveau, zoals we geprobeerd hebben in deze studie. Uit onze analyse blijkt dat de verlaging van de gereden snelheid geen goede voorspeller is van de CMF op segment-niveau, en dus de reductie van ongevallen. Vermoedelijk ligt de verklaring hiervan voor een belangrijk deel bij de beperkingen van een meta-regressie in het geval van zeldzame gebeurtenissen (zoals ongevallen op segment-niveau).

Een andere mogelijke verklaring waarom de CMF niet verklaard kan worden door de verandering in snelheid op individuele segmenten, is het gebruik van de V85 als maat voor snelheid. Verschillen in gereden snelheid tussen voertuigen hebben mogelijk een grotere impact op de verkeersveiligheid: hogere varianties in snelheid lijken een indicator te zijn van meer conflicten tussen voertuigen en meer voorsteekgedrag, beiden verhogen de kans op een ongeval (Islam et al., 2014). Andere alternatieven voor het gebruik van V85 zijn de gemiddelde 'free-flow' snelheid of het percentage dat de snelheidslimiet overschrijdt. Door congestie of een trager voertuig kunnen bestuurders niet steeds de gewenste snelheid aanhouden. Zulk gedrag kan mogelijk als vertekende factor optreden in de modellen. In de analyse van Islam en collega's (Islam et al., 2014) werden daarom alle voertuigen die niet onder 'free-flow' condities reden, verwijderd.

Verschillende factoren verklaren de mate waarin bestuurders hun snelheid hebben aangepast na de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u. De initiële snelheid, het initiële volume en de verandering in volume zijn allen significante verklarende variabelen. Op kruispunten met verkeerslichten waar de snelheidslimiet daalde van 90 naar 70 km/u, daalde de snelheid meer dan op wegvakken. Voor de andere variabelen in de modellen is de trend minder eenduidig. Een factor die niet meegenomen is wegens moeilijker te kwantificeren, is de ontwerpsnelheid van de weg. Grotere verschillen tussen de ontwerpsnelheid en de snelheidslimiet, resulteren in een minder goede naleving van de snelheidslimiet, hogere gereden snelheden of meer ongevallen, vooral wanneer de nieuwe verlaagde snelheidslimiet niet gecombineerd wordt met een vorm

van handhaving (Gayah et al., 2018). Een groot verschil tussen de ontwerpsnelheid en de snelheidslimiet kan ook leiden tot grotere snelheidsverschillen tussen voertuigen waarbij sommige voertuigen de limiet respecteren en anderen niet, wat opnieuw kan leiden tot een hogere kans op ongevallen.

Op wegen waarbij de maximumsnelheid behouden bleef op 70 km/u, maar waar de verkeersborden verwijderd werden, zijn eveneens de factoren basissnelheid, basisvolume, en verandering in volume significante verklarende variabelen, net zoals de totale lengte van de weg. De snelheid daalde vooral op secundaire en lokale wegen.

Sterktes en zwaktes

De 90/90 wegen zijn gebruikt als vergelijkingsgroep voor de 90/70- en de 70/70-segmenten. Stricto sensu is deze groep geen ideale vergelijkingsgroep aangezien deze zou moeten bestaan uit wegen met dezelfde a priori karakteristieken als die waarop de maatregel toegepast werd, en dat is hier duidelijk niet het geval. In een minder nauwe zin, zijn de 90/90-wegen echter wel een controlegroep in die zin dat het aannemelijk is dat de verlaging van de snelheidslimiet in 2017 op deze wegen geen effect had. Ook de verwijdering van borden op andere plaatsen zal hier geen effect hebben. Een eerdere studie in Zweden van Vadeby en collega's (Vadeby & Forsman, 2018) naar het effect van een snelheidsverlaging van 90 naar 70 km/u, gebruikte eveneens de 90/90-wegen als vergelijkingsgroep. Om de onzekerheid omtrent de vergelijkingsgroep te evalueren, is een statistisch model dat wegkenmerken mee opnam geschat, en dat model vond gelijkaardige effecten als de netto-effecten die eerder berekend waren. We besluiten dat de evolutie op de 90/90-segmenten als een schatting voor de algemene trend in de gereden snelheid en in het aantal verkeersongevallen kan beschouwd worden.

De analyse naar impact op snelheid is gebaseerd op snelheidsgegevens van maart tot mei 2016 (voor-periode), en dezelfde maanden in 2017, 2018, en 2019 (na-periode). De voor-periode is dus relatief kort (3 maanden in één jaar) – we veronderstellen echter dat de periode maart tot mei representatief is voor een volledig jaar. De na-periode loopt tot in 2019; een langere na-periode is belangrijk om het duurzaam effect van een snelheidsverandering in kaart te brengen. Over het algemeen wordt een gewenningsperiode van drie tot zes maanden na implementatie van een snelheidsverlaging verondersteld – in de huidige studie zullen de resultaten in het eerste jaar na implementatie dus nog niet het volledige effect tonen (Hetteema et al., 2021; Islam et al., 2014); echter de studie van Cerema in Frankrijk zag reeds vanaf maand 1 een daling in de gemiddelde snelheid en het nieuwe niveau bleef constant tot minstens 1,5 jaar na invoering (Cerema, 2020).

Daarnaast moet er vermeld worden dat niet alle verkeersborden verwijderd zijn exact op 1 januari 2017. De communicatie over de nieuwe snelheidslimiet buiten de bebouwde kom werd via een publiekscampagne gecommuniceerd naar het brede publiek. Deze campagne vond plaats eind 2016. De impact op de analyse wat betreft snelheid zal beperkt zijn aangezien er telkens data van de periode maart tot mei gebruikt worden. Voor de ongevallenanalyse wordt de datum van 1 januari 2017 wel strikt gehanteerd – de impact hier zal echter eveneens gering zijn omdat er telkens gewerkt wordt met de som van ongevallen over een periode van drie jaar.

Voorgaande studies baseerden zich veelal op ad hoc snelheidsmetingen op enkele locaties voor een korte periode van dagen tot weken (Islam et al., 2014; Nightingale et al., 2021; Vadeby & Forsman, 2018). Een voordeel van FCD is dat deze data achteraf verzameld kunnen worden. Snelheidsmetingen moeten vóór het invoeren van een maatregel strikt gepland en uitgevoerd worden. In tegenstelling tot metingen op enkele locaties heeft FCD ook het voordeel van gebiedsdekkend, voor het volledige netwerk, in snelheidsgegevens te voorzien. Samenvattend kunnen we stellen dat de aanpak met het gebruik van FCD een grote stap vooruit is. Onze resultaten kunnen als zeer betrouwbaar bestempeld worden.

Naar de toekomst toe kan het nuttig zijn om de FCD verder te differentiëren tussen vrachtverkeer en ander verkeer en om de variantie in snelheid te bekijken naast de V85. Mogelijk zijn er ook verschillen in de samenstelling van de FCD-vloot tussen opeenvolgende jaren die eventueel een snelheidsverschil kunnen verklaren – het is daarom belangrijk om een nauwkeuriger zicht te hebben op de samenstelling van de vloot (vb. aandeel vrachtwagens, aandeel voertuigen per merk). In de studie in Frankrijk waar de snelheid daalde van 90 naar 80 km/u, werd een kleiner effect gevonden op de snelheid van vrachtwagens; de snelheid van vrachtwagens was voordien ook reeds beperkt tot 80 km/u (-3,5 km/u voor licht verkeer versus -1.8 km/u voor vrachtverkeer) (Cerema, 2020). Met de inclusie van de volledige vloot in de snelheidsanalyse in deze studie onderschatten we waarschijnlijk het effect op personenwagens.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Het verlagen van de algemene wettelijke toegelaten snelheid op 1 januari 2017 op wegen buiten de bebouwde kom van 90 km/u naar 70 km/u is positief geweest voor de verkeersveiligheid. De gereden snelheid daalde sterker op deze wegen dan op vergelijkbare wegen die niet onderhevig waren aan de snelheidsverlaging. Ook het aantal en de ernst van de ongevallen daalde.

Deze studie maakt gebruik van een unieke dataset met geobserveerde snelheden afkomstig van Floating Car Data en ongevallen geregistreerd door de politie. Met robuuste methodes en statistische analyses wordt er gecorrigeerd voor verschillende mogelijke foutenbronnen in een voor-na design.

Tabel 12 bevat de belangrijkste conclusies per onderzoeksvraag zoals die geformuleerd werd bij aanvang van de studie.

Tabel 12 Belangrijkste conclusies van de studie "Evaluatie wijziging algemene snelheidsbeperking van 90 km/u naar 70 km/u buiten de bebouwde kom"

Impact op snelheid <i>korte termijn: jaar 2017 t.o.v. 2016</i> <i>lange termijn: jaar 2019 t.o.v. 2016</i>	
Welk effect heeft het verlagen van de snelheidslimiet (90 → 70 km/u) op Vlaamse gewestwegen gehad op <u>de gereden V85-snelheid</u> ?	Absolute verandering: ► Korte termijn: -2,84 km/u op 90/70-wegen (van 88,11 km/u naar 85,27 km/u) ► Lange termijn: -8,39 km/u op 90/70-wegen (van 88,11 km/u naar 79,72 km/u) Netto-effect (houdt rekening met de verandering op vergelijkingslocaties): ► Korte termijn: -2,11 km/u (van 88,11 km/u naar 85,27 km/u op 90/70-wegen; en van 98,71 km/u naar 97,97 km/u in de vergelijkingsgroep van 90/90-wegen) ► Lange termijn: -3,38 km/u (van 88,11 km/u naar 79,72 km/u op 90/70-wegen; en van 98,71 km/u naar 93,69 km/u in de vergelijkingsgroep van 90/90-wegen)
Welk effect heeft het verwijderen van het verkeersbord "70 km/u" op Vlaamse gewestwegen gehad op <u>de gereden V85-snelheid</u> ?	Absolute verandering: ► Korte termijn: -0,20 km/u op 70/70-wegen (van 75,83 km/u naar 75,63 km/u) ► Lange termijn: -5,68 km/u op 70/70-wegen (van 75,83 km/u naar 70,15 km/u). Deze afname in de V85-snelheid op wegen waar de snelheidslimiet onveranderd is gebleven, kan wijzen op een halo-effect: een effect op het gedrag van bestuurders op wegen die niet onderhevig waren aan de interventie, in dit geval een verlaging van de gereden snelheid. Netto-effect (houdt rekening met de verandering op vergelijkingslocaties): ► Korte termijn: +0,54 km/u (van 75,83 km/u naar 75,63 km/u op 70/70-wegen; en van 98,71 km/u naar 97,97 km/u in de vergelijkingsgroep van 90/90-wegen) ► Lange termijn: -0,66 km/u (van 75,83 km/u naar 70,15 km/u op 70/70-wegen; en van 98,71 km/u naar 93,69 km/u in de vergelijkingsgroep van 90/90-wegen)
Impact op (ernst van) ongevallen	
Welk effect heeft het verlagen van de snelheidslimiet (90 → 70 km/u) op Vlaamse gewestwegen gehad op <u>het aantal en de ernst van de ongevallen</u> ?	► Daling met 90 ongevallen (65 ongevallen met lichtgewonden en 25 met zwaargewonden en doden) in de drie jaar na de verlaging van de snelheidslimiet t.o.v. de drie jaar voor de invoering, op een totaal van 956 kilometer weg die van 90 naar 70 km/u ging en opgenomen is in de analyse ► Aantal ongevallen: -5,5% (-6,5% voor ongevallen met zwaargewonden en doden) ► Aantal slachtoffers: -10,6% (-22,7% voor zwaargewonden en doden) ► Daling in ongevallen zowel nabij kruispunten met verkeerslichten (-6,5%), als op overige segmenten (-7,3%)

	▸ Daling in ongevallen met zwaargewonden en doden vooral op de overige segmenten (-14,4%) ▸ Daling in zowel eenzijdige ongevallen (-8,5%) als ongevallen tussen bestuurders (-3,8%) ▸ Daling voor zowel actieve/kwetsbare (-7,6%) als gemotoriseerde weggebruikers (-11%) ▸ Geen daling voor actieve/kwetsbare weggebruikers op kruispunten met verkeerslichten (+3,9%, maar niet statistisch significant)
Welk effect heeft het verwijderen van het verkeersbord "70 km/u" op Vlaamse gewestwegen gehad op het aantal en de ernst van de ongevallen?	▸ Aantal ongevallen: -7,7% (+3,1% voor ongevallen met zwaargewonden en doden) ▸ Aantal slachtoffers: -12,1% (-6,7% voor zwaargewonden en doden)
Samenhang tussen verandering in gereden snelheid en impact op ongevallen	
Kan je de verandering in ongevallen op een segment verklaren door een daling in de gereden snelheid?	Het algemene verband tussen de daling van de gereden snelheid en het aantal ongevallen is niet duidelijk zichtbaar op het niveau van een individueel segment.

5.2 Aanbevelingen

Op wegen waar de snelheidslimiet daalde van 90 km/u naar 70 km/u is de gereden snelheid niet in dezelfde mate gedaald (verandering was kleiner dan 20 km/u). Een gewenningsperiode van drie tot zes maanden valt te verwachten, maar drie jaar na de invoering van de maatregel zien we nog steeds een kloof tussen de gereden snelheid en de snelheidslimiet (gemiddelde V85 = 79,72 km/u in 2019 op 90/70-wegen). Op bijna alle wegen is de snelheidsverlaging er gekomen zonder extra infrastructurele maatregelen. Het uitzicht van de weg veranderde dus niet. De invoering van de maatregel werd wel ondersteund met een sensibiliseringscampagne.

Om de gereden snelheid meer in lijn te brengen met de snelheidslimiet zijn een aantal extra maatregelen mogelijk:

- Aanpassingen aan de infrastructuur

De selectie van wegen die op 1 januari 2017 niet zouden overschakelen van 90 naar 70 km/u en dus op 90 km/u zouden blijven, gebeurde met behulp van een handleiding met duidelijke richtlijnen ("Snelheid op Vlaamse wegen buiten de bebouwde kom"). Deze richtlijnen zijn gebaseerd op de dienstorder MOW/AWV/2016/2 dd. 26 januari 2016 houdende de snelheid op gewestwegen buiten de bebouwde kom. De hogere maximumsnelheid van 90 km/u kan nu alleen nog op plaatsen waar vrijliggende fietspaden liggen en de verkeersveiligheid niet in het gedrang gebracht wordt door bijvoorbeeld bomen of uitgebreide bebouwing vlakbij de weg. Ondanks deze richtlijnen is het mogelijk dat een weg niet eenduidig past binnen een bepaalde categorie door functie, vormgeving of gebruik.

Een snelheidslimiet die lager ligt dan de ontwerpsnelheid van een weg zorgt voor grotere verschillen tussen de effectief gereden snelheid en die limiet. Daarnaast kan het ook de snelheidsverschillen tussen bestuurders doen toenemen (Gayah et al., 2018). Uit voorgaand onderzoek is gebleken dat bestuurders geneigd zijn zich beter aan de snelheidslimiet te houden wanneer de snelheidslimiet gelijk is aan of tot 8 km/u lager ligt dan de ontwerpsnelheid (Gayah et al., 2018). Aanpassingen aan de infrastructuur, zoals versmallen van de rijbaan of asverschuivingen, kunnen noodzakelijk zijn om die ontwerpsnelheid naar omlaag te brengen. Inrichtingsvoorschriften voor wegen buiten de bebouwde kom zijn terug te vinden in de verschillende vademecums van het Agentschap Wegen & Verkeer.

- Sensibilisering

Sensibilisering en educatie, bijvoorbeeld via communicatiecampagnes zoals opgezet bij aanvang van de maatregel, kunnen zorgen voor een betere kennis over en naleving van de snelheidslimiet (Nightingale et al., 2021; Zhai et al., 2022). Bredere maatschappelijke steun voor de lagere snelheidslimiet is belangrijk, om naleving van een maatregel die niet altijd en overal kan gecontroleerd worden te bekomen (Tapp et al., 2015). In Frankrijk werd jaarlijks de steun voor de verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 80 km/u geëvalueerd: 30% steunde de maatregel in april 2018 (vóór de invoering op 1 juli 2018); 43% in oktober 2019; en 48% in juni 2020 (Cerema, 2020).

► Handhaving

Uiteindelijk kan ook handhaving door middel van snelheidscontroles noodzakelijk zijn om de naleving van de snelheidslimiet te verbeteren (Islam et al., 2014; Vadeby & Forsman, 2018; Zhai et al., 2022). Door een hogere objectieve en/of subjectieve pakkans zullen bestuurders meer geneigd zijn om de snelheidslimiet te respecteren, zal de gemiddelde snelheid dalen en zal de verkeersveiligheid verbeteren. Sinds 2018 wordt er sterker ingezet op handhaving van de snelheidslimiet op alle types wegen, met onder andere de installatie van nieuwe trajectcontroles (routes met trajectcontroles werden niet verder onderzocht in de huidige studie – het effect hiervan kan dus niet ingeschat worden).

Indien de snelheid op 90/70-wegen in de toekomst verder daalt (i.e. betere naleving van de snelheidslimiet), dan zal dit ook zorgen voor een verdere daling in het aantal ongevallen en in het aantal verkeersslachtoffers, met de sterkste daling bij de zwaargewonden en doden. We raden dan ook aan om blijvend in te zetten op het beter naleven van de snelheidslimiet op deze wegen, hetzij via infrastructurele aanpassingen, via sensibilisering, via handhaving, of een combinatie van deze maatregelen.

Een verlaging van de gereden snelheid heeft niet enkel een impact op de verkeersveiligheid, maar beïnvloedt ook op andere manieren de omgeving en de volksgezondheid. Op basis van literatuur valt te verwachten dat de voertuigemissies licht dalen en dat ook geluidshinder afneemt (Cerema, 2020; Keuken et al., 2010). Daarnaast zal de snelheidsverlaging een beperkte invloed hebben op de doorstroming van de weg, reistijd, en op de verkeersvolumes (de Albornoz et al., 2022): Kiezen bestuurders misschien voor een andere, snellere, route of een alternatief vervoermiddel? Uit de studie van Cerema (Cerema, 2020) in Frankrijk blijken deze effecten zeer beperkt. Er werd geen impact gevonden op de doorstroming (geen extra 'platoons', geen verschil in volgafstand tussen voertuigen) en de reistijd verhoogde gemiddeld slechts met 1 seconde per kilometer (op basis van FCD; dit was veel lager dan de perceptie van bestuurders). Ook in Vlaanderen lijkt het weinig waarschijnlijk dat voertuigen zullen migreren naar alternatieve wegen. Voor gewestwegen buiten de bebouwde kom zijn vaak maar weinig snellere alternatieven beschikbaar. De impact van een snelheidsverlaging van 90 naar 70 km/u op het brandstofverbruik in echt verkeer is niet eenduidig (Cerema, 2020; de Albornoz et al., 2022). Verder onderzoek kan deze factoren kwantificeren voor Vlaanderen.

Wanneer al deze factoren samen bekeken worden, kan de efficiëntie van de maatregel geëvalueerd worden door middel van een maatschappelijke kosten-baten analyse. Vermoedelijk is de maatregel zeer kosten-efficiënt gezien de geringe kostprijs, en zoals aangetoond in deze studie, de verbetering op het vlak van de verkeersveiligheid.

Referenties

- Bar-Gera, H., Schechtman, E., & Musicant, O. (2017). Evaluating the effect of enforcement on speed distributions using probe vehicle data. *TRANSPORTATION RESEARCH PART F-TRAFFIC PSYCHOLOGY AND BEHAVIOUR*, 46(B, SI), 271–283. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.07.011>
- Cerema. (2020). *Lowering the speed limit to 80 km/h. Final assessment report*. <https://www.cerema.fr/en/actualites/lowering-maximum-authorised-speed-80-kmh-final-assessment>
- de Alborno, V. A., Millan, J. M., Galera, A. L., & Medina, B. M. (2022). Road speed limit matters - Are politicians doing the right thing? *SOCIO-ECONOMIC PLANNING SCIENCES*, 79. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101106>
- De Pauw, E., Daniels, S., Thierie, M., & Brijs, T. (2014). Safety effects of reducing the speed limit from 90 km/h to 70 km/h. *ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION*, 62, 426–431. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.05.003>
- Elvik, R. (2009). *The Power Model of the relationship between speed and road safety. Update and new analyses*.
- Elvik, R. (2012). Speed Limits, Enforcement, and Health Consequences. In J. E. Fielding (Ed.), *ANNUAL REVIEW OF PUBLIC HEALTH, VOL 33* (Vol. 33, pp. 225–238). <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031811-124634>
- Gayah, V. V., Donnell, E. T., Yu, Z., & Li, L. (2018). Safety and operational impacts of setting speed limits below engineering recommendations. *ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION*, 121, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.08.029>
- Hettema, Z. J. A., Dijkstra, A., & Schermers, G. (2021). *Concept-opzet evaluatie GOW30; Aanbevelingen voor onderzoek naar de effecten van gebiedsontsluitingswegen met limiet 30 km/uur*. SWOV.
- Islam, M. T., El-Basyouny, K., & Ibrahim, S. E. (2014). The impact of lowered residential speed limits on vehicle speed behavior. *SAFETY SCIENCE*, 62, 483–494. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.10.006>
- Keuken, M. P., Jonkers, S., Wilmsink, I. R., & Wesseling, J. (2010). Reduced NOx and PM10 emissions on urban motorways in The Netherlands by 80 km/h speed management. *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT*, 408(12), 2517–2526. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.03.008>
- Martensen, H., & Lassarre, S. (2018). *Methodological framework for the evaluation of road safety risk factors and countermeasures, Deliverable 3.3 of the H2020 project SafetyCube*.
- Nightingale, G. F., Williams, A. J., Hunter, R. F., Woodcock, J., Turner, K., Cleland, C. L., Baker, G., Kelly, M., Cope, A., Kee, F., Milton, K., Foster, C., Jepson, R., & Kelly, P. (2021). Evaluating the citywide Edinburgh 20mph speed limit intervention effects on traffic speed and volume: A pre-post observational evaluation. *PLOS ONE*, 16(12), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261383>
- Nuyts, E., & Cuyvers, E. (2003). *Effectiviteitsmeting bij Voor-Na studies met een vergelijkingsgroep*.
- QGIS.org. (2022). *QGIS Geographic Information System*. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- R Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing* (4.0.4). R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Tapp, A., Nancarrow, C., & Davis, A. (2015). Support and compliance with 20 mph speed limits in Great Britain. *TRANSPORTATION RESEARCH PART F-TRAFFIC PSYCHOLOGY AND BEHAVIOUR*, 31, 36–53. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.03.002>
- Vadeby, A., & Forsman, A. (2018). Traffic safety effects of new speed limits in Sweden. *ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION*, 114(SI), 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.02.003>
- Van den Berghe, W., & Pelssers, B. (2020). *Themadossier nr. 9 - Snelheid en te snel rijden*.
- Vissenaekens, A. (2017). *Van 90 naar 70 km/u: het verwijderen van snelheidsborden op wegen buiten de bebouwde kom* [UHasselt]. <http://hdl.handle.net/1942/24832>

- Yu, R., Quddus, M., Wang, X., & Yang, K. (2018). Impact of data aggregation approaches on the relationships between operating speed and traffic safety. *ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION*, 120, 304–310. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.06.007>
- Zhai, G., Xie, K., Yang, D., & Yang, H. (2022). Assessing the safety effectiveness of citywide speed limit reduction: A causal inference approach integrating propensity score matching and spatial difference-in-differences. *TRANSPORTATION RESEARCH PART A-POLICY AND PRACTICE*, 157, 94–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tr.2022.01.004>

Bijlage

Bijlage 1 Gemiddelde snelheid die door 85% van de voertuigen niet overschreden wordt (V85), opgedeeld naar 70/70-wegen, 90/90-wegen en 90/70-wegen; opgesplitst naar wegkenmerken

Kruispunt met verkeerslichten	70/70		90/90		90/70	
	Neen	Ja	Neen	Ja	Neen	Ja
Gemiddelde (SD)						
V85 (jaar 2016)	76,66 (9,42)	67,52 (9,67)	99,86 (12,58)	90,53 (12,74)	89,05 (11,43)	73,13 (15,39)
V85 (jaar 2017)	76,46 (9,57)	67,34 (9,99)	99,07 (12,57)	90,16 (13,20)	86,22 (10,70)	70,01 (13,91)
V85 (jaar 2018)	75,89 (9,26)	65,59 (9,62)	99,85 (12,71)	88,54 (13,19)	86,97 (11,04)	69,70 (14,16)
V85 (jaar 2019)	71,18 (9,06)	59,92 (9,77)	95,19 (12,79)	83,02 (12,63)	80,68 (10,80)	64,31 (13,39)

Middenberm	70/70		90/90		90/70	
	Neen	Ja	Neen	Ja	Neen	Ja
Gemiddelde (SD)						
V85 (jaar 2016)	76,65 (9,34)	72,57 (10,84)	96,15 (11,23)	99,53 (13,37)	88,91 (11,47)	83,70 (15,29)
V85 (jaar 2017)	76,47 (9,45)	72,31 (11,18)	95,71 (10,84)	98,69 (13,53)	86,28 (10,87)	79,69 (13,53)
V85 (jaar 2018)	75,92 (9,20)	71,15 (10,87)	96,14 (10,80)	99,19 (13,93)	86,99 (11,04)	80,19 (14,85)
V85 (jaar 2019)	71,21 (8,97)	65,97 (11,16)	90,59 (10,86)	94,69 (13,96)	80,70 (10,78)	74,30 (14,30)

Aantal rijstroken	70/70		90/90		90/70	
	1 rijstrook	2 rijstroken	1 rijstrook	2 rijstroken	1 rijstrook	2 rijstroken
Gemiddelde (SD)						
V85 (jaar 2016)	76,09 (9,47)	73,93 (10,77)	92,20 (10,20)	100,47 (13,17)	87,76 (12,46)	87,60 (14,19)
V85 (jaar 2017)	75,96 (9,62)	73,46 (11,20)	92,37 (10,06)	99,49 (13,29)	85,56 (11,51)	81,85 (13,59)
V85 (jaar 2018)	75,26 (9,39)	72,85 (10,87)	92,21 (9,86)	100,12 (13,58)	85,92 (11,89)	84,21 (14,50)
V85 (jaar 2019)	70,46 (9,30)	68,18 (11,16)	86,59 (9,51)	95,59 (13,66)	79,40 (11,88)	79,27 (13,37)

* Wegen met meer dan twee rijstroken zijn niet opgenomen in deze tabel wegens de lage prevalentie.

Wegcategorie	70/70			90/90			90/70		
	Primair	Secund.	Lokaal	Primair	Secund.	Lokaal	Primair	Secund.	Lokaal
Gemiddelde (SD)									
V85 (jaar 2016)	74,55 (11,40)	74,15 (9,08)	77,90 (9,58)	99,57 (13,12)	94,16 (11,90)	101,82 (11,22)	86,91 (13,32)	87,68 (13,23)	88,22 (11,90)
V85 (jaar 2017)	74,25 (11,59)	73,81 (9,30)	77,91 (9,73)	98,66 (13,18)	94,02 (11,86)	101,81 (10,76)	81,78 (11,80)	84,47 (12,52)	87,09 (10,94)
V85 (jaar 2018)	73,95 (11,37)	73,16 (8,97)	77,11 (9,58)	99,27 (13,36)	94,34 (12,58)	101,74 (10,79)	83,18 (13,39)	85,13 (12,33)	87,41 (11,53)
V85 (jaar 2019)	69,47 (11,22)	68,66 (8,86)	71,93 (9,80)	94,97 (13,58)	89,05 (11,35)	92,64 (11,68)	78,14 (12,21)	79,39 (12,44)	80,00 (11,69)

Lengte aaneengesloten wegvak	70/70			90/90			90/70		
	Gemiddelde (SD)	Kort	Midden	Lang	Kort	Midden	Lang	Kort	Midden
V85 (jaar 2016)	74,25 (10,68)	76,34 (9,55)	76,97 (8,83)	93,97 (12,58)	97,85 (12,17)	101,28 (12,88)	83,87 (12,90)	89,91 (10,22)	91,30 (13,07)
V85 (jaar 2017)	74,12 (11,09)	76,22 (9,49)	76,63 (8,94)	92,82 (12,17)	96,97 (12,43)	100,80 (12,84)	81,05 (11,68)	86,88 (9,85)	88,77 (12,43)
V85 (jaar 2018)	73,22 (10,75)	75,67 (9,34)	76,07 (8,75)	93,27 (12,80)	97,87 (12,75)	101,08 (13,08)	81,47 (12,04)	87,94 (10,29)	89,16 (12,70)
V85 (jaar 2019)	68,22 (10,76)	70,73 (9,24)	71,61 (8,51)	88,35 (13,27)	92,82 (12,70)	96,54 (12,98)	75,64 (12,11)	81,69 (9,79)	82,33 (12,32)

* Kort = korter dan 1514 meter (tertiel 1); Midden = tussen 1514 en 3228 meter (tertiel 2); Lang = langer dan 3228 meter (tertiel 3)

Provincie	70/70				
Gemiddelde (SD)	Antwerpen	Limburg	Oost- Vlaanderen	Vlaams- Brabant	West- Vlaanderen
V85 (jaar 2016)	72,62 (9,03)	76,95 (8,70)	76,24 (9,73)	75,40 (9,83)	78,41 (11,04)
V85 (jaar 2017)	72,65 (9,24)	76,87 (8,95)	76,29 (10,02)	74,64 (9,92)	77,98 (11,06)
V85 (jaar 2018)	71,94 (9,00)	76,18 (8,64)	75,44 (9,71)	73,82 (9,70)	77,76 (10,98)
V85 (jaar 2019)	66,94 (8,88)	71,35 (8,85)	70,90 (9,69)	69,42 (9,87)	72,48 (10,41)
	90/90				
	Antwerpen	Limburg	Oost- Vlaanderen	Vlaams- Brabant	West- Vlaanderen
V85 (jaar 2016)	95,00 (10,42)	96,08 (12,44)	101,61 (12,99)	94,14 (11,45)	100,83 (13,65)
V85 (jaar 2017)	92,59 (10,32)	96,04 (12,30)	100,83 (13,25)	93,23 (12,38)	100,35 (13,17)
V85 (jaar 2018)	93,00 (11,21)	96,06 (12,65)	101,24 (13,10)	94,42 (12,66)	101,21 (13,69)
V85 (jaar 2019)	89,90 (10,99)	90,57 (12,47)	96,88 (13,29)	90,69 (13,74)	95,57 (14,04)
	90/70				
	Antwerpen	Limburg	Oost- Vlaanderen	Vlaams- Brabant	West- Vlaanderen
V85 (jaar 2016)	81,61 (14,06)	91,20 (11,23)	81,87 (12,54)	81,69 (11,29)	91,18 (10,19)
V85 (jaar 2017)	78,73 (12,83)	89,05 (9,68)	80,12 (11,35)	79,81 (10,97)	88,07 (9,95)
V85 (jaar 2018)	79,96 (13,92)	89,16 (10,31)	79,98 (11,40)	79,99 (12,27)	88,77 (10,13)
V85 (jaar 2019)	74,66 (13,15)	83,95 (10,85)	75,19 (11,85)	75,70 (11,04)	81,78 (10,19)

Tijdstip van de dag	70/70			
Gemiddelde (SD)	Nacht	Ochtendspits	Overdag	Avondspits
V85 (jaar 2016)	82,86 (10,47)	75,85 (10,08)	74,42 (9,93)	74,45 (10,12)
V85 (jaar 2017)	85,27 (11,40)	78,64 (10,37)	73,89 (10,03)	73,23 (10,08)
V85 (jaar 2018)	80,70 (10,19)	74,37 (9,86)	72,89 (9,65)	72,96 (9,92)
V85 (jaar 2019)	76,24 (10,63)	69,83 (9,68)	68,91 (9,55)	69,21 (9,91)
	90/90			
	Nacht	Ochtendspits	Overdag	Avondspits
V85 (jaar 2016)	105,39 (12,79)	97,27 (13,12)	97,79 (12,91)	98,18 (13,56)
V85 (jaar 2017)	102,80 (12,83)	97,75 (12,61)	96,62 (13,01)	96,34 (13,43)
V85 (jaar 2018)	103,70 (13,16)	96,79 (13,55)	96,73 (13,24)	97,51 (13,88)
V85 (jaar 2019)	99,75 (13,24)	92,36 (13,30)	92,43 (13,26)	93,64 (14,01)
	90/70			
	Nacht	Ochtendspits	Overdag	Avondspits
V85 (jaar 2016)	95,89 (13,07)	88,38 (12,70)	86,78 (12,30)	87,29 (12,51)
V85 (jaar 2017)	93,13 (12,80)	87,23 (11,97)	83,45 (11,50)	82,98 (11,62)
V85 (jaar 2018)	91,91 (12,20)	85,22 (12,18)	83,43 (11,66)	84,04 (12,14)
V85 (jaar 2019)	86,29 (13,33)	79,26 (11,80)	78,27 (11,17)	79,16 (11,71)

* Nacht (19u-05u), Ochtendspits (05u-09u), Overdag (09u-15u), Avondspits (15u-19u)

Dag van de week	70/70		90/90		90/70	
Gemiddelde (SD)	Ma-Vrij	Weekend	Ma-Vrij	Weekend	Ma-Vrij	Weekend
V85 (jaar 2016)	75,20 (9,81)	78,89 (10,37)	97,85 (12,98)	103,18 (12,88)	87,54 (12,31)	91,48 (12,74)
V85 (jaar 2017)	73,98 (9,83)	78,41 (10,38)	96,18 (13,15)	102,10 (13,00)	83,61 (11,73)	87,67 (11,81)
V85 (jaar 2018)	74,15 (9,75)	78,00 (10,03)	97,38 (13,34)	102,51 (13,28)	85,16 (12,00)	89,15 (12,10)
V85 (jaar 2019)	69,53 (9,61)	73,30 (10,49)	92,83 (13,33)	98,60 (13,52)	79,06 (11,54)	83,28 (13,48)

Bijlage 2 Netto-effect van een verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u en het verwijderen van het bord 70 km/u op de gereden snelheid, opgesplitst naar subgroep

	Korte termijn (2016-2017)	Middellange termijn (2016-2018)	Lange termijn (2016-2019)
Effect snelheidsverlaging van 90 naar 70 km/u	-2,11 km/u	-1,90 km/u	-3,38 km/u
Nabij kruispunt met verkeerslichten	-2,75	-1,44	-1,32
Overige segmenten	-2,04	-2,07	-3,70
Met middenberm	-3,18	-3,17	-4,56
Zonder middenberm	-2,20	-1,91	-2,65
1 rijstrook	-2,37	-1,85	-2,75
2 rijstroken *	-4,78	-3,04	-3,46
Primaire weg	-4,22	-3,43	-4,16
Secundaire weg	-3,06	-2,73	-3,18
Lokale weg	-1,13	-0,73	0,96
Lengte aaneengesloten wegvak: kort \$	-1,67	-1,70	-2,61
Lengte aaneengesloten wegvak: midden	-2,14	-2,00	-3,19
Lengte aaneengesloten wegvak: lang	-2,05	-1,94	-4,23
Antwerpen	-0,48	0,35	-1,85
Limburg	-2,10	-2,02	-1,74
Oost-Vlaanderen	-0,98	-1,53	-1,96
Vlaams-Brabant	-0,97	-1,98	-2,54
West-Vlaanderen	-2,64	-2,80	-4,15
Nacht (19u-05u)	-0,05	-2,27	-3,96
Ochtendspits (05u-09u)	-1,63	-2,67	-4,22
Overdag (09u-15u)	-2,16	-2,30	-3,15
Avondspits (15u-19u)	-2,46	-2,58	-3,59
Maandag-Vrijdag	-2,36	-1,92	-3,46
Weekend	-2,71	-1,62	-3,65

* Wegen met meer dan twee rijstroken komen te weinig voor om een betrouwbare inschatting te maken.

\$ Kort = korter dan 1514 meter (tertiel 1); Midden = tussen 1514 en 3228 meter (tertiel 2); Lang = langer dan 3228 meter (tertiel 3)

	Korte termijn (2016-2017)	Middellange termijn (2016-2018)	Lange termijn (2016-2019)
Effect verwijderen bord 70 km/u	0,54 km/u	-0,62 km/u	-0,66 km/u
Nabij kruispunt met verkeerslichten	0,18	0,05	-0,10
Overige segmenten	0,59	-0,75	-0,82
Met middenberm	0,58	-1,08	-1,75
Zonder middenberm	0,26	-0,73	0,12
1 rijstrook	-0,30	-0,85	-0,02
2 rijstroken *	0,50	-0,74	-0,89
Primaire weg	0,61	-0,30	-0,48
Secundaire weg	-0,19	-1,17	-0,37
Lokale weg	0,01	-0,72	3,21
Lengte aaneengesloten wegvak: kort §	1,01	-0,34	-0,42
Lengte aaneengesloten wegvak: midden	0,77	-0,68	-0,57
Lengte aaneengesloten wegvak: lang	0,14	-0,70	-0,62
Antwerpen	2,43	1,31	-0,59
Limburg	-0,04	-0,76	-0,10
Oost-Vlaanderen	0,81	-0,43	-0,62
Vlaams-Brabant	0,14	-1,86	-2,54
West-Vlaanderen	0,05	-1,03	-0,67
Nacht (19u-05u)	5,35	-0,47	-0,98
Ochtendspits (05u-09u)	2,31	-1,00	-1,11
Overdag (09u-15u)	0,64	-0,47	-0,14
Avondspits (15u-19u)	0,62	-0,82	-0,70
Maandag-Vrijdag	0,57	-0,59	-0,65
Weekend	0,69	-0,26	-1,05

* Wegen met meer dan twee rijstroken komen te weinig voor om een betrouwbare inschatting te maken.

§ Kort = korter dan 1514 meter (tertiel 1); Midden = tussen 1514 en 3228 meter (tertiel 2); Lang = langer dan 3228 meter (tertiel 3)

Bijlage 3 Volledige modeloutput (Analyse 1)

$$\Delta \text{snelheid}_{\text{KT of LT}} = \beta_0 + \beta_1 * \text{interventie}_{\text{speedlabel 9090,9070,7070}} + \beta_2 * \text{V85}_{2016} + \beta_3 * \text{Vol}_{2016} + \beta_4 * \Delta \text{Vol}_{\text{KT of LT}} + \beta_5 * \text{provincie} + \beta_6 * \text{middenberm} + \beta_7 * \text{aantalrijstroken} + \beta_8 * \text{lengte_aaneengesloten_wegvak} + \beta_9 * \text{verkeerslichten} + \beta_{10} * \text{wegcategorie}$$

Analyse 1		Korte termijn (2016-2017)		Lange termijn (2016-2019)	
		Coeff.	Std. Err	Coeff.	Std. Err
Intercept		7,994 ***	0,269	1,168 ***	0,356
70/70-wegen		-2,017 ***	0,104	-4,034 ***	0,138
90/70-wegen		-3,643 ***	0,109	-4,618 ***	0,145
Basissnelheid (V85 ₂₀₁₆)		-0,08293 ***	0,002	-0,186 ***	0,003
Basisvolume (Vol ₂₀₁₆)		0,000002	0,000002	0,00002 ***	0,000003
Verandering in volume (ΔVol _{KT of LT})		-0,000006	0,000009	0,000007	0,000004
Provincie (ref = Antwerpen)	Limburg	0,386 ***	0,076	0,600 ***	0,101
	Oost-Vlaanderen	0,490 ***	0,074	0,565 ***	0,097
	Vlaams-Brabant	-0,164	0,087	0,173	0,115
	West-Vlaanderen	0,439 ***	0,081	0,414 ***	0,108
Middenberm (ref = zonder middenberm)	Met middenberm	-0,041	0,072	-1,418 ***	0,095
Aantal rijstroken		-0,637 ***	0,077	0,783 ***	0,103
Lengte aaneengesloten wegvak		0,00003 ***	0,000008	0,00015 ***	0,00001
Wegvak/kruispunt (ref = wegvak)	Nabij kruispunt met verkeerslichten	-0,321 ***	0,089	-3,895 ***	0,118
Wegcategorie (ref = primair)	Secundair	0,248 **	0,083	-0,711 ***	0,110
	Lokaal	1,017 ***	0,090	-0,563 ***	0,119

Significantie: * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

Bijlage 4 Impact op (ernst van) ongevallen

Verlaging van de snelheidslimiet van 90 naar 70 km/u

Doelvariabele	Effectiviteitsratio	Ondergrens 95% BI	Bovengrens 95% BI	Geschatte verandering ^{\$}
<i>Alle segmenten</i>				
Aantal ongevallen	0,945	0,893	1,000	-5,5%
Aantal ongevallen met lichtgewonden	0,947	0,889	1,007	-5,3%
Aantal ongevallen met zwaargewonden en doden	0,935	0,812	1,076	-6,5%
Aantal slachtoffers	0,894	0,853	0,937	-10,6%
Aantal lichtgewonden	0,915	0,870	0,962	-8,5%
Aantal zwaargewonden en doden	0,773	0,679	0,880	-22,7%

^{\$} Een negatief teken betekent een daling in het aantal ongevallen/slachtoffers.

Doelvariabele	Effectiviteitsratio	Ondergrens 95% BI	Bovengrens 95% BI	Geschatte verandering ^{\$}
<i>Nabij kruispunten met verkeerslichten</i>				
Aantal ongevallen	0,935	0,816	1,070	-6,5%
Aantal ongevallen met lichtgewonden	0,905	0,784	1,045	-9,5%
Aantal ongevallen met zwaargewonden en doden	1,259	0,816	1,942	+25,9%
Aantal slachtoffers	0,817	0,733	0,912	-18,3%
Aantal lichtgewonden	0,808	0,721	0,906	-19,2%
Aantal zwaargewonden en doden	1,046	0,713	1,534	+4,6%
<i>Overige segmenten</i>				
Aantal ongevallen	0,927	0,871	0,987	-7,3%
Aantal ongevallen met lichtgewonden	0,943	0,880	1,011	-5,7%
Aantal ongevallen met zwaargewonden en doden	0,856	0,737	0,994	-14,4%
Aantal slachtoffers	0,875	0,831	0,922	-12,5%
Aantal lichtgewonden	0,916	0,866	0,966	-8,4%
Aantal zwaargewonden en doden	0,676	0,589	0,589	-32,4%

^{\$} Een negatief teken betekent een daling in het aantal ongevallen/slachtoffers.

Doelvariabele: Aantal slachtoffers	Effectiviteitsratio	Ondergrens 95% BI	Bovengrens 95% BI	Geschatte verandering ^{\$}
<i>Alle segmenten</i>				
Actieve/kwetsbare modi	0,924	0,828	1,031	-7,6%
Gemotoriseerde modi	0,890	0,856	0,925	-11%
<i>Nabij kruispunten met verkeerslichten</i>				
Actieve/kwetsbare modi	1,039	0,809	1,334	+3,9%
Gemotoriseerde modi	0,851	0,779	0,929	-14,9%
<i>Overige segmenten</i>				
Actieve/kwetsbare modi	0,798	0,705	0,904	-20,2%
Gemotoriseerde modi	0,861	0,824	0,899	-13,9%

^{\$} Een negatief teken betekent een daling in het aantal slachtoffers.

Doelvariabele	Effectiviteitsratio	Ondergrens 95% BI	Bovengrens 95% BI	Geschatte verandering ^{\$}
<i>Alle segmenten</i>				
Eenzijdige ongevallen	0,915	0,804	1,040	-8,5%
Ongevallen tussen bestuurders	0,962	0,901	1,028	-3,8%
Ongevallen met voetganger	0,738	0,516	1,057	-26,2%
<i>Nabij kruispunten met verkeerslichten</i>				
Eenzijdige ongevallen	0,431	0,247	0,751	-56,9%
Ongevallen tussen bestuurders	1,045	0,899	1,215	+4,5%
Flank / kop-staart	1,041	0,805	1,346	+4,1%
Zijdelings	1,206	0,969	1,500	+20,6%
Frontaal	0,924	0,617	1,383	-7,6%
<i>Overige segmenten</i>				
Eenzijdige ongevallen	1,008	0,883	1,151	+0,8%
Ongevallen tussen bestuurders	0,890	0,826	0,958	-11%

^{\$} Een negatief teken betekent een daling in het aantal ongevallen.

Eenzijdige ongevallen nabij kruispunten zijn zeldzaam waardoor de inschatting uiterst onzeker is.

Doelvariabele	Effectiviteitsratio	Ondergrens 95% BI	Bovengrens 95% BI	Geschatte verandering ^{\$}
<i>Dag (05u-19u), Alle segmenten</i>				
Aantal ongevallen	0,937	0,880	0,998	-6,3%
Aantal ongevallen met lichtgewonden	0,926	0,865	0,992	-7,4%
Aantal ongevallen met zwaargewonden en doden	0,996	0,846	1,173	-0,4%
<i>Nacht (19u-05u), Alle segmenten</i>				
Aantal ongevallen	0,969	0,852	1,103	-3,1%
Aantal ongevallen met lichtgewonden	1,056	0,911	1,224	+5,6%
Aantal ongevallen met zwaargewonden en doden	0,408	0,282	0,590	-59,2%

^{\$} Een negatief teken betekent een daling in het aantal ongevallen.

Doelvariabele: Aantal ongevallen	Effectiviteitsratio	Ondergrens 95% BI	Bovengrens 95% BI	Geschatte verandering ^{\$}
<i>Alle segmenten</i>				
Provincie Antwerpen	0,755	0,677	0,842	-24,5%
Provincie Limburg	1,033	0,847	1,260	+3,3%
Provincie Oost-Vlaanderen	1,035	0,884	1,212	+3,5%
Provincie Vlaams-Brabant	1,703	1,215	2,385	+70,3%
Provincie West-Vlaanderen	0,936	0,860	1,017	-6,4%

^{\$} Een negatief teken betekent een daling in het aantal ongevallen.

21,6% van alle segmenten bevinden zich in de provincie Antwerpen, 59,5% in de provincie West-Vlaanderen. De inschatting voor de andere provincies is uiterst onzeker wegens het laag aantal segmenten.

Doelvariabele	Effectiviteitsratio	Ondergrens 95% BI	Bovengrens 95% BI	Geschatte verandering ^{\$}
<i>Alle segmenten</i>				
Aantal ongevallen	0,923	0,904	0,943	-7,7%
Aantal ongevallen met lichtgewonden	0,904	0,884	0,924	-9,6%
Aantal ongevallen met zwaargewonden en doden	1,031	0,971	1,094	+3,1%
Aantal slachtoffers	0,879	0,864	0,895	-12,1%
Aantal lichtgewonden	0,873	0,857	0,889	-12,7%
Aantal zwaargewonden en doden	0,933	0,882	0,986	-6,7%

^{\$} Een negatief teken betekent een daling in het aantal ongevallen/slachtoffers.



Vias institute

Haachtsesteenweg 1405
1130 Brussel

+32 2 244 15 11

info@vias.be

www.vias.be