

Report no. 2022-R-15-NL

Impact van voertuigkenmerken op de letselernst van kwetsbare weggebruikers

Eerste verkennende beschrijvende en multivariate analyse van gekoppelde ACC-DIV gegevens



FEDERALE OVERHEIDSDIENST
MOBILITEIT EN VERVOER

Rapportnummer	2022 - R - 15 - NL
Wettelijk depot	D/2022/0779/38
Opdrachtgever	Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer
Publicatiedatum	30/06/2022
Auteur(s)	Nina Nuyttens, Quentin Lequeux, Heike Martensen
Review	Paul Schepers (Rijkswaterstaat), Philip Temmerman (Vias institute), Naomi Wardenier (Vias institute), Stijn Daniels (Vias institute), Jean-François Gaillet (Vias institute)
Verantwoordelijke uitgever	Karin Genoe

Inzichten of standpunten in dit rapport zijn niet noodzakelijk deze van de opdrachtgever.

Overname van informatie uit dit rapport is toegestaan mits expliciete bronvermelding:
Nuyttens, N., Lequeux Q., & Martensen, H. (2022). Impact van voertuigkenmerken op de letselernst van kwetsbare weggebruikers – Eerste verkennende beschrijvende en multivariate analyse van gekoppelde ACC-DIV gegevens, Brussel: Vias institute
Ce rapport est également disponible en français.

This report includes a summary in English.

Inhoudstafel

Lijst van tabellen en figuren	4
Terminologie	6
Samenvatting	8
Summary	11
1 Inleiding	14
1.1 Gekoppelde ACC-DIV gegevens	14
1.2 Doel van de studie	14
2 Data en methodes	15
2.1 Beschrijving van de gekoppelde ACC-DIV gegevens	15
2.2 Definitie van letselernt	15
2.3 Descriptieve analyse van letselernt	16
2.4 Multivariate modellering van letselernt	16
2.5 Associaties versus oorzaken	17
3 Resultaten: descriptieve analyse van letselernt	18
3.1 Massa 18	
3.2 Vermogen	19
3.3 Power-to-weight ratio	21
3.4 Koetswerktype: kindcode	22
3.5 Koetswerktype: autosegment	23
3.6 Leeftijd van de personenwagen	24
3.7 Gebruikstermijn door laatste titularis	25
3.8 Leeftijd van de titularis	26
4 Resultaten: multivariate modellering van letselernt	29
4.1 Zes finale modellen	29
4.2 Predictor variabelen	29
4.3 Modellering van de kans (of odds) op ernstige/dodelijke verwondingen	30
4.3.1 Niet significante potentiële predictor variabelen	31
4.3.2 Significante categorische predictor variabelen	32
4.3.3 Significante continue predictor variabelen	37
4.4 Modellering van de kans (of odds) op overlijden	39
4.4.1 Niet significante potentiële predictor variabelen	41
4.4.2 Significante categorische predictor variabelen	41
4.4.3 Significante continue predictor variabelen	45
5 Conclusie	47
Referenties	50
Bijlage	51

Lijst van tabellen en figuren

Tabel 1	Lijst van geteste predictor variabelen in het model met de kans op overlijden als afhankelijke variabele, met doorschrapt niet-significante variabelen	8
Table 2	List of tested predictor variables in the model with the risk of death as a dependent variable, with non-significant variables struck through.....	11
Tabel 3	Beschrijvende statistieken voor continue variabelen uit de DIV-gegevens (2017-2020).....	15
Tabel 4	Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens massa (kg) van de personenwagen (2017-2020)	18
Tabel 5	Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens vermogen (kW) van de personenwagen (2017-2020)	20
Tabel 6	Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens de variabele power-to-weight (kW/kg*1000) van de personenwagen (2017-2020)	21
Tabel 7	Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens de variabele kindcode van de personenwagen (2017-2020)	22
Tabel 8	Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens de variabele autosegment van de personenwagen (2017-2020)	24
Tabel 9	Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens leeftijd van de personenwagen (2017-2020)	25
Tabel 10	Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens gebruikstermijn door de laatste titularis (2017-2020)	26
Tabel 11	Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens leeftijd van de titularis (2017-2020)	27
Tabel 12	Aantal autobestuurders in letselongevallen, volgens de leeftijd van de titularis (rijen) en de leeftijd van de bestuurder (kolommen) (2017-2020).....	28
Tabel 13	Lijst van geteste predictor variabelen	30
Tabel 14	Resultaten m.b.t. de drie finale modellen over de kans op ernstige/dodelijke verwondingen, odds-ratio's en significantie (n = 51556 kwetsbare weggebruikers, waaronder 5165 ernstig/dodelijk gewonden)	31
Tabel 15	Lijst van geteste predictor variabelen, met doorschrapt niet-significante variabelen	32
Tabel 16	Resultaten m.b.t. de drie finale modellen over de kans op overlijden, odds-ratio's en significantie (n = 51556 kwetsbare weggebruikers, waaronder 523 ernstig/dodelijk gewonden)	40
Tabel 17	Lijst van geteste predictor variabelen, met doorschrapt niet-significante variabelen	41
Tabel 18	Correlaties tussen zes continue voertuigvariabelen (op basis van dataset die alle auto-ongevallen bevat ongeacht de opponent)	51
Tabel 19	Tien van de meest frequente automodellen per categorie van de variabele "koetswerktype: kindcode"	52
Tabel 20	Tien van de meest frequente automodellen per categorie van de variabele "koetswerktype: autosegment"	53
Tabel 21	Model output, kans op ernstige/dodelijke verwondingen, kwetsbare weggebruikers	54
Tabel 22	Model output, kans op ernstige/dodelijke verwondingen, voetgangers en fietsers	55
Tabel 23	Model output, kans op ernstige/dodelijke verwondingen, bromfietzers en motorfietzers	56
Tabel 24	Model output, kans op overlijden, kwetsbare weggebruikers.....	57
Tabel 25	Model output, kans op overlijden, voetgangers en fietsers	58
Tabel 26	Model output, kans op overlijden, bromfietzers en motorfietzers	59
Figuur 1	Letselernst volgens massa (kg) van de personenwagen (2017-2020)	18
Figuur 2	Letselernst volgens vermogen (kW) van de personenwagen (2017-2020)	20
Figuur 3	Letselernst volgens de variabele power-to-weight (kW/kg*1000) van de personenwagen (2017-2020)	21
Figuur 4	Letselernst volgens de variabele kindcode, voor kwetsbare weggebruikers (2017-2020)	22
Figuur 5	Letselernst volgens de variabele autosegment, voor kwetsbare weggebruikers (2017-2020)	23
Figuur 6	Letselernst volgens leeftijd van de personenwagen, voor kwetsbare weggebruikers (2017-2020)	25
Figuur 7	Letselernst volgens de gebruikstermijn door laatste titularis, voor kwetsbare weggebruikers (2017-2020)	26
Figuur 8	Letselernst volgens leeftijd van de titularis, voor kwetsbare weggebruikers (2017-2020)	27

Figuur 9	Kans op ernstige/dodelijke verwondingen bij positief alcoholresultaat bij opponent-autobestuurder, odds-ratio's (in vergelijking met een negatief alcoholresultaat).....	33
Figuur 10	Kans op ernstige/dodelijke verwondingen volgens verplaatsingswijze van de kwetsbare weggebruiker, odds-ratio's (ref. categorie = fietsers)	33
Figuur 11	Kans op ernstige/dodelijke verwondingen volgens snelheidslimiet, odds-ratio's (ref. categorie = 30km/u)	34
Figuur 12	Kans op ernstige/dodelijke verwondingen volgens botsingstype, odds-ratio's (ref. categorie = flank-tegen-flank botsing).....	35
Figuur 13	Kans op ernstige/dodelijke verwondingen volgens lichtgesteldheid, odds-ratio's (ref. categorie = overdag).....	36
Figuur 14	Kans op ernstige/dodelijke verwondingen, odds-ratio's van continue predictor variabelen.....	37
Figuur 15	Kans op overlijden, odds-ratio's van categorische predictor variabelen	42
Figuur 16	Kans op overlijden, odds-ratio's van continue predictor variabelen	45

Terminologie

Verplaatsingswijze

Voetganger. Een persoon die zich te voet verplaatst. Inbegrepen zijn personen die een voertuig zonder motor voortduwen hetwelk niet breder is dan de voor de voetgangers vereiste ruimte (bv. rolstoel), en personen die een fiets, een gemotoriseerd rijwiel of een tweewielige bromfiets aan de hand leiden.

Fietser. Bestuurder van een fiets of fiets met trapondersteuning (uitgezonderd speed pedelec).

Bromfietser. Bestuurder van een bromfiets klasse A, bromfiets klasse B, of speed pedelec.

Motorfietser. Bestuurder van een motorfiets

Personenwagen. In dit rapport zijn personenwagens voertuigen die door de politie als personenwagens werden geregistreerd op basis van de variabele `cod_ru_typ_cl` in de ongevallendatabank.

Kwetsbare weggebruiker. Voetganger, fietser, bromfietser of motorfietser

Letselondeval en betrokkenen

Letselondeval. Elk ongeval waarbij ten minste één voertuig in beweging is op een openbare weg of op een privéweg waartoe (een deel van) het verkeer toegang heeft en waarbij ten minste één persoon gewond raakt of overlijdt.

Verkeersdode. Elk verkeersslachtoffer dat ter plaatse overlijdt of binnen de 30 dagen na de datum van het ongeval ten gevolge van het verkeersongeval.

Zwaargewonde. Elke persoon die in een verkeersongeval gewond is geraakt en wiens toestand een opname van meer dan 24 uur in het ziekenhuis vereist.

Lichtgewonde. Elke persoon die in een verkeersongeval gewond is geraakt en op wie de hoedanigheid van "zwaargewonde" of van "verkeersdode" niet van toepassing is.

Ongedeerde. Elke persoon betrokken in een verkeersongeval op die de hoedanigheid van "lichtgewonde", "zwaargewonde" of van "verkeersdode" niet van toepassing is.

Kans op overlijden (of kans op dodelijke verwondingen). Kans om een verkeersdode te zijn als zich een verkeersongeval voordoet.

Kans op ernstige/dodelijke verwondingen. Kans om een zwaargewonde/verkeersdode te zijn als zich een verkeersongeval voordoet.

Statistiek

NS. Niet-significant. Resultaten worden in dit rapport als niet-significant beschouwd als de p-waarde groter is dan .05.

Odds en Odds-ratio. De odds is de probabiliteit dat iets gebeurt ten opzichte van de probabiliteit dat iets niet gebeurt: $p / (1-p)$. Indien bijvoorbeeld de probabiliteit op ernstige/dodelijke verwondingen 10% bedraagt, dan is de odds gelijk aan: $0,1 / (1-0,1) = 0,11$. In dit rapport wordt het woord odds zelden gebruikt maar wordt in plaats daarvan het woord "kans" gebruikt. De odds-ratio is de verhouding van twee odds. Indien bijvoorbeeld de odds op ernstige/dodelijke verwondingen voor mannen 0,22 bedraagt en voor vrouwen 0,11 dan is de odds-ratio gelijk aan: $0,22 / 0,11 = 2$

In dit rapport geeft de odds-ratio de verhoging/verlaging van de odds op ernstige/dodelijke verwondingen of op overlijden weer voor een bepaalde categorie personen (bv. mannen) ten opzichte van een referentiecategorie (bv. vrouwen). Een odds-ratio groter dan 1 wijst op een hogere kans op ernstige/dodelijke verwondingen voor een bepaalde groep en opzichte van de referentiegroep; een odds-

ratio kleiner dan 1 wijst op een kleinere kans. Een voorbeeldje: een odds-ratio van 1,3 op ernstige/dodelijke verwondingen voor mannen ten opzichte van vrouwen betekent dat mannen 1,3 maal meer kans hebben op ernstige/dodelijke verwondingen dan vrouwen. Een odds-ratio van 1 betekent dat de kans groter noch kleiner is voor een groep ten opzichte van de referentiegroep.

Ref. of ref. cat. Referentiecategorie. Dit is de categorie van een categorische variabele die dient om de effecten van de andere categorieën mee te vergelijken. Het effect van de categorie "man" op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen wordt in dit rapport bijvoorbeeld vergeleken met de ref. cat. "vrouw".

Andere

Autosegment. Dit is een classificatie van auto's, gebaseerd op voornamelijk verkoopprijs en grootte.

Gebruikstermijn door laatste titularis. De gebruikstermijn door de laatste titularis is door Statbel berekend als het verschil tussen de datum van de laatste inschrijving in de Belgische voertuigendatabank en de datum van het ongeval.

Lichtgesteldheid. Variabele met informatie over de hoeveelheid daglicht/openbare verlichting. De variabele telt de categorieën "overdag", "dageraad -schemering", "nacht – geen openbare verlichting aanwezig", "nacht – openbare verlichting aanwezig en ontstoken".

Power-to-weight ratio. De power-to-weight ratio is een maat voor het vermogen van een wagen, gegeven de massa van die wagen. Het wordt berekend door vermogen te delen door massa (eenheid = kW/kg*1000).

Titularis. Dit is de persoon op wiens naam een voertuig is ingeschreven. Dit kan dezelfde persoon zijn als de eigenaar van een voertuig maar dat hoeft niet het geval te zijn.

Samenvatting

In 2020 voltooië Statbel een koppeling tussen de officiële ongevallenstatistieken, gebaseerd op de registraties van letselongevallen door de politie (ACC), en de voertuigdatabank (DIV-gegevens) afkomstig van de FOD Mobiliteit en Vervoer. Deze koppeling zorgde voor een verrijking van de ongevallendatabank met tientallen variabelen over voertuigen zoals massa, vermogen en koetswerktype.

In dit rapport gebruiken we deze en andere variabelen uit de gekoppelde ACC-DIV gegevens in een analyse van de relatie tussen voertuigkenmerken en letselernst. We hebben daarbij de focus gelegd op de letselernst van kwetsbare weggebruikers die door een personenwagen aangereden worden.

Welke factoren bepalen de letselernst bij een botsing tussen een personenwagen en een kwetsbare weggebruiker? Deze vraag werd onderzocht in een reeks analyses, waarin dodelijk en niet-dodelijke ongevallen vergeleken werden en daarmee de factoren geïdentificeerd werden die tot een verhoogde kans op overlijden bij aangereden kwetsbare weggebruikers leiden. Omdat die kans niet alleen wordt bepaald door kenmerken van voertuigen maar ook door andere factoren, zoals de kenmerken van de opponent (bv. leeftijd en alcohol), kenmerken van de kwetsbare weggebruiker (bv. type verplaatsingswijze, leeftijd en geslacht) en andere kenmerken van het ongeval (bv. snelheidslimiet, lichtgesteldheid en botsingstype) worden modellen gebouwd met meerdere van deze variabelen. Het voordeel van een dergelijke multivariate analyse is dat het effect van een variabele kan worden nagegaan *controleerend* voor de andere effecten in het model. Bovendien kunnen de effecten met elkaar vergeleken worden om het relatief belang van elke variabele na te gaan. Belangrijk te weten is dat in dit rapport niet gekeken wordt naar de kans dat aanrijdingen met kwetsbare weggebruikers *gebeuren*, maar naar de kans dat ze dodelijk gewond raken *als een ongeval gebeurt*.

Factoren die de kans op overlijden bij kwetsbare weggebruikers verhogen

In het rapport worden kwetsbare weggebruikers die overlijden aan hun verwondingen vergeleken met kwetsbare weggebruikers met ernstige, lichte of geen verwondingen. In Tabel 1 worden alle variabelen weergegeven die in deze studie onderzocht werden. De doorstreepte variabelen waren deze die in de multivariate analyse geen significant verband met de kans op dodelijke letsels toonden.

Tabel 1 Lijst van geteste predictor variabelen in het model met de kans op overlijden als afhankelijke variabele, met doorschrapte niet-significante variabelen

Personenwagen (opponent)	Kwetsbare weggebruiker (slachtoffers)	Algemene ongevalsomstandigheden
Bestuurder: leeftijd	Leeftijd	Snelheidslimiet
Bestuurder: geslacht	Geslacht	Botsingstype
Bestuurder: onder invloed van alcohol	Onder invloed van alcohol	Lichtgesteldheid
Bestuurder: gebruikstermijn van voertuig	Verplaatsingswijze	
Voertuig: autosegment		
Voertuig: suv		
Voertuig: massa		
Voertuig: vermogen		
Voertuig: leeftijd		

De significante effecten leidden tot de volgende conclusies:

- Zwaardere auto's verhogen de kans(/odds) op overlijden bij kwetsbare weggebruikers: bij een toename met circa 300kg van de *massa* van een personenwagen stijgt de kans op overlijden bij kwetsbare weggebruikers met 23%.
- Hoe ouder de autobestuurder, hoe lager de kans op overlijden bij de aangereden persoon. Bij een 10 jaar oudere autobestuurder, daalt de kans op overlijden bij de aangereden persoon met 12%.

- Hoe ouder de kwetsbare weggebruiker zelf, hoe hoger zijn kans om te overlijden. Tussen de leeftijd van 37 jaar en 57 jaar neemt de kans op overlijden toe met 107%¹; dit komt neer op een verdubbeling.
- Als de autobestuurder onder invloed is van alcohol dan is de kans op overlijden voor de kwetsbare weggebruiker 2,5 keer hoger in vergelijking met een autobestuurders die niet onder invloed is.
- Voor mannelijke kwetsbare weggebruikers is de kans op overlijden ongeveer 60% hoger dan voor vrouwen.
- In vergelijking met fietsers hebben motorfietsers dubbel zoveel kans op overlijden in een letselongeval met een personenwagen.
- In vergelijking met een 30km/u zone is de kans op overlijden voor kwetsbare weggebruikers respectievelijk 4 maal hoger op 50km/u wegen, 15 maal hoger op 70km/u wegen, 30 maal hoger op 90km/u wegen en 26,5 maal hoger op 120km/u wegen.
- In vergelijking met overdag is de kans bij nacht bijna 6 keer hoger indien er geen openbare verlichting aanwezig is en 2,5 keer hoger indien er wel ontstoken openbare verlichting aanwezig is.
- Bij een aanrijding tussen een kwetsbare weggebruiker en een personenwagen is de kans op overlijden voor de kwetsbare weggebruiker drie keer hoger bij een frontale aanrijding dan bij een "flank-tegenflank" aanrijding.

Ernstige letsels versus dodelijke letsels

Terwijl we in de bovenstaande beschrijving hebben gekeken wat de kans op dodelijke letsels versus geen-dodelijke letsels (= zware, lichte of geen verwondingen) bepaalt voor kwetsbare weggebruikers, beschrijven we hieronder hoe de resultaten verschillen bij een vergelijking van ernstige letsels (= zware of dodelijke verwondingen) met niet-ernstige letsels (= lichte of geen verwondingen) ², eveneens voor kwetsbare weggebruikers.

De factoren die ernstige letsels veroorzaken zijn al bij al dezelfde als deze die de kans op een dodelijke aanrijding doen toenemen. Het grootste verschil is dat bij een gemeenschappelijke analyse van alle factoren massa niet meer als significante voorspeller in het model optreedt, maar in plaats daarvan vermogen en voertuigleeftijd. Daarnaast blijkt geslacht van de kwetsbare weggebruiker geen significante voorspeller van ernstige letsels.

De massa van voertuigen en hun vermogen zijn gecorreleerd, en nemen evenredig toe. Die twee variabelen tonen daarom min of meer dezelfde relatie met de kans op dodelijke letsel bij de opponenten: voertuigen die zwaarder zijn en een hoger vermogen hebben, veroorzaken eerder dodelijke letsels dan lichte voertuigen met een laag vermogen. Als we kijken naar een voorspelling van ernstige letsels stellen we vast dat het vermogen deze beter voorspelt dan massa. Dat wil zeggen dat bij gelijke massa voertuigen met een hoger vermogen eerder ernstige letsels veroorzaken (waarschijnlijk omwille van de daarmee gepaard gaande sportievere rijstijl).

De effecten van vermogen en voertuigleeftijd op ernstige letsels zijn als volgt:

- Oudere auto's veroorzaken zwaardere letsels: bij een toename van 5 jaar in de leeftijd van een personenwagen stijgt de kans op ernstige/dodelijke verwondingen bij kwetsbare weggebruikers met 4%.
- Bij een toename van het vermogen met 35 kW stijgt de kans op ernstige/dodelijke verwondingen voor kwetsbare weggebruikers met 6%.

We stellen ook vast dat de effectgrootte van alle variabelen kleiner is als men de kans op ernstige letsels voorspelt in vergelijking met de voorspelling van dodelijk letsels. Een voorbeeld daarvan is snelheidslimiet: terwijl de kans op overlijden op 90km/u wegen 30 maal hoger is in vergelijking met 30km/u wegen is de kans op ernstige letsels "maar" 3 keer zo hoog. Of wanneer de autobestuurder onder invloed is van alcohol is de kans op dodelijke letsels voor kwetsbare weggebruikers met 159% verhoogd terwijl de kans op ernstige letsels met 63% verhoogd is.

¹ De relatie tussen de predictor "leeftijd van de kwetsbare weggebruiker" en de logodds van de afhankelijke variabele is kwadratisch. Dit betekent dat het effect van leeftijd op de kans op overlijden versnelt naarmate de leeftijd van de kwetsbare weggebruiker toeneemt. De toename met 107% van de kans op overlijden, bij de toename van de leeftijd met één standaardafwijking, geldt specifiek voor 37-jarigen, en is niet zomaar transposeerbaar naar andere leeftijden.

² Terwijl het strikt gesproken om de voorspelling van zware of dodelijke letsel gaat, spreken we voor het gemak over de factoren die de kans op ernstig letsel verhogen ... dit om het gemakkelijker te kunnen onderscheiden van de analyse naar enkel dodelijk letsel en omdat het bij de groep van dodelijk *en* zwaargewonden in feite vooral om zware letsels gaat (en slechts uitzonderlijk om dodelijk letsel).

Type kwetsbare weggebruiker

We hebben onderscheid gemaakt tussen de factoren die de letselernst bij voetgangers en fietsers aan de ene kant bepalen en de factoren die bij motor- en bromfietzers aan de andere kant bepalen. De meeste risicofactoren die hierboven beschreven werden, zijn dezelfde voor ongevallen voor deze twee groepen. Maar, terwijl voor "bromfietzers en motorfietzers" frontale aanrijdingen eerder het gevaarlijkst zijn, zijn dit voor "voetgangers en fietsers" eerder aanrijdingen "langs achteren".

Wat heeft geen bewezen invloed op de letselernst bij aanrijdingen met kwetsbare weggebruikers?

Een belangrijke vaststelling is dat er geen statistisch significant verband kan worden gevonden tussen koetswerktype (o.a. SUV's) en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen voor kwetsbare weggebruikers in de Belgische gegevens. De gegevens lieten enkel toe het verband te onderzoeken tussen de kans op ernstige/dodelijke verwondingen en kleine/middelgrote SUV's. Omdat in België weinig SUV's rondrijden van het grote of zeer grote type³ kunnen we de impact van deze voertuigen op de kans op ernstige of dodelijke letsels voorlopig niet meten. Zoals eerder gesteld speelt massa wel een rol en zou men kunnen verwachten dat SUV's omwille van hun hogere massa gevaarlijker zijn voor kwetsbare weggebruikers. Op basis van de huidige analyses blijken SUV's echter niet gevaarlijker dan de gemiddelde personenwagen. In vervolgonderzoek zal worden nagegaan of dit mogelijk kan verklaard worden door het feit dat zij meer uitgerust zijn met rijhulpsystemen.

Conclusie

De resultaten van deze studie tonen aan dat voertuigkenmerken een impact hebben op de kans op (ernstige/)dodelijke verwondingen van ongevalsbetrokkenen. De voertuigkenmerken die het meest bepalend zijn voor de kans op (ernstige/)dodelijke verwondingen zijn massa, vermogen en voertuigleeftijd. Krachtige, zware personenwagens gaan gepaard met een hogere letselernst voor kwetsbare weggebruikers dan minder krachtige, lichte personenwagens. Oudere voertuigen gaan vaker dan jonge voertuigen gepaard met een hogere letselernst voor kwetsbare weggebruikers. Alhoewel de effectgroottes van de drie statistisch significante voertuigkenmerken (vermogen, massa en voertuigleeftijd) niet klein zijn, vallen zij relatief klein uit in vergelijking met andere predictoren die gerelateerd zijn aan letselernst, zoals leeftijd van de kwetsbare weggebruiker, of snelheidslimiet. Gemeenschappelijk aan vele van de significante voorspellende variabelen – lichtgesteldheid, snelheidslimiet, alcohol – is dat zij een invloed hebben op de snelheid waarmee een autobestuurder een kwetsbare weggebruiker opmerkt en bijgevolg ook op de remafstand. Hoe korter de remafstand is, hoe groter de botsingsimpact wordt en daarmee ook de kans op ernstige of dodelijke letsels.

³ Slechts 0,7% van de personen in SUV's in letselongevallen bevonden zich in grote of zeer grote SUV.

Summary

In 2020, Statbel completed a link between the official accident statistics, based on the records of injuries compiled by the police (ACC), and the vehicle database (DIV data) from the FPS Mobility and Transport. This link has enhanced the accident database, adding dozens of vehicle-related variables, such as mass, power and bodywork type.

In this report, we use these and other variables from the linked ACC-DIV data in analysing the relationship between vehicle characteristics and the severity of injuries. In doing so, we have focused on the severity of injuries sustained by vulnerable road users who have been hit by passenger cars.

What are the factors that determine the severity of injuries in a collision between a passenger car and a vulnerable road user? This question was examined in a series of analyses in which fatal and non-fatal accidents were compared and which identified the factors that lead to an increased likelihood of death occurring in vulnerable road users who have been hit by cars. Because this likelihood is determined by vehicle characteristics, as well as by other factors, such as the characteristics of the 'opponent' (e.g. age and alcohol), characteristics of the vulnerable road user (e.g. type of means of travel, age and gender) and yet other characteristics of the accident (e.g. speed limit, light conditions and type of collision), various models were produced featuring several of these variables. The advantage of this type of multivariate analysis is that the effect of one variable can be verified by *controlling* the other effects in the model. The effects can also be compared with each other in order to verify the relative importance of each variable. It is important to be aware that this report does not look at the odds of collisions with vulnerable road users *occurring*, but rather the likelihood of being fatally injured *if an accident should occur*.

Factors that increase the odds of death in vulnerable road users

In this report, vulnerable road users who die from their injuries are compared with vulnerable road users who suffer serious, minor or no injuries. Table 1 shows all of the variables investigated in this study. The variables that are struck through in the table are those for which the multivariate analysis showed no significant link with the risk of suffering fatal injuries.

Table 2 List of tested predictor variables in the model with the risk of death as a dependent variable, with non-significant variables struck through

Passenger car (opponent)	Vulnerable road user	General circumstances
Driver: age	Age	Speed limit
Driver: gender	Gender	Collision type
Driver: under the influence of alcohol	Under the influence of alcohol	Light conditions
Driver: period of use of the vehicle	Mode of transport	
Vehicle: card segment		
Vehicle: SUV		
Vehicle: mass		
Vehicle: power		
Vehicle: age		

The significant effects led to the following conclusions:

- Heavier vehicles increase the odds of vulnerable road users being killed: an increase of approximately 300 kg in the mass of a passenger car increases the risk of death for vulnerable road users by 23%.
- The older the car driver, the lower the risk of death for the person hit by the car in the collision. For every 10 years the driver of the car is older, the risk of death of the person hit by the car decreases by 12%.
- The older the vulnerable road user, the higher the odds of being killed. The odds of dying increase by 107%⁴ between the ages of 37 and 57, which is double the rate.

⁴ The relationship between the "age of the vulnerable road user" predictor and the log-odds of the dependent variable is quadratic. This means that the effect of age on the probability of death accelerates with increasing age of the vulnerable road user. The 107% increase

- If a car driver is under the influence of alcohol, the likelihood of the vulnerable road user dying is 2.5 higher compared with a car driver who is not under the influence.
- For male vulnerable road users, the odds of dying are approximately 60% greater than for females.
- In comparison with pedal cyclists, motorcyclists have twice as much chance of being killed in an accident causing injury with a passenger car.
- In comparison with a 30 km/h zone, the odds of vulnerable road users being killed is respectively 4 time higher on 50 km/h roads, 15 higher on 70 km/h roads, 30 higher on 90 km/h roads and 26.5 higher on 120 km/h roads.
- Compared with the daytime, the probability of being killed at night is almost 6 times higher if there is no public lighting and 2.5 times higher if the public lighting is switched on.
- In a collision between a vulnerable road user and a passenger car, the likelihood of a vulnerable road user being killed is three times higher in a head-on collision than in a "side-to-side" collision.

Serious injuries versus fatal injuries

While in the description detailed above we have looked at what determines the probability of fatal injuries versus non-fatal injuries (= major, minor or no injuries) for vulnerable road users, below we describe how the results differ when comparing serious injuries (= major or fatal injuries) with non-serious injuries (= minor or no injuries)⁵, including for vulnerable road users.

The factors that cause serious injuries are all the same as those that increase the likelihood of a fatal collision. The main difference is that when all of the factors are analysed together, *mass* no longer appears as a significant predictor in the model, whereas power and vehicle age are. In addition, the gender of the vulnerable road user does not appear to be a significant predictor of serious injury.

Vehicle mass and the power of vehicles are correlated and increase proportionally. These two variables therefore show more or less the same relationship with the likelihood of fatal injuries with 'opponents' – i.e. vehicles that are heavier and have greater power are more likely to cause fatal injuries than light vehicles with less power. When we look at a prediction of serious injuries, we find that power is a better predictor for these injuries than mass. This means that for the same mass, vehicles with higher power are more likely to cause serious injuries (this is probably due to the more sporty driving style associated with these types of vehicle).

The effects of power and vehicle age on serious injuries are as follows:

- Older cars cause more serious injuries: for every 5 years a passenger car is older, the odds of serious/fatal injuries in vulnerable road users increase by 4%.
- A 35 kW rise in power increases the odds of serious/fatal injuries for vulnerable road users by 6%.

We also note that the size effect of all variables is smaller when predicting the probability of serious injuries compared with predicting fatal injuries. An example of this is the speed limit: while the odds of dying on 90 km/h roads are 30 time higher compared with 30 km/h roads, the likelihood of serious injuries is "only" 3 times greater. Or when the car driver is under the influence of alcohol, the odds of vulnerable road users sustaining fatal injuries is increased by 159%, whereas the chance of serious injuries rises by 63%.

Type of vulnerable road user

We have made a distinction between the factors that determine serious injuries in pedestrians and cyclists, on the one hand, and the factors that determine the same in motorcyclists and moped riders, on the other. Most of the risk factors described above are the same for accidents sustained by these two groups. But, whereas for "motorcyclists and moped riders" head-on collisions tend to be the most dangerous, for "pedestrians and cyclists" it is collisions "from the rear" that present the greatest danger.

in the probability of death for an increase in age of one standard deviation is specific for 37-year olds, and cannot be transposed to other ages just like that.

⁵ Whereas, strictly speaking, it is about the prediction of serious or fatal injuries, for convenience we talk about the factors that increase the risk of serious injuries ... this is to make it easier to distinguish from the analysis of fatal injuries only and because the group of fatal and severe injuries is, in fact, mainly about serious injuries (and only exceptionally about fatal injuries).

What factors have no proven influence on the severity of injuries in collisions with vulnerable road users?

An important finding is that Belgian data shows no statistically significant relationship between bodywork type (e.g. SUVs) and the risk of serious/fatal injuries for vulnerable road users. The data only allowed an investigation of the relationship between the risk of serious/fatal injury and small/medium SUVs. Because there are few SUVs of the large or very large type in Belgium⁶, we cannot at the moment measure the impact that these vehicles have on the risk of sustaining serious or fatal injuries. As mentioned earlier, mass does play a role and one could expect SUVs to be more dangerous for vulnerable road users because of their higher mass. However, based on the current analyses, SUVs are not more dangerous than the average passenger car. Follow-up research will examine whether this could be explained by the fact that they are more equipped with driver assistance systems.

Conclusion

The results of this study show that vehicle characteristics have an impact on the likelihood of serious or fatal injuries being sustained by people involved in accident. The vehicle characteristics that most determine the likelihood of serious or fatal injuries are mass, power and vehicle age. Powerful, heavy passenger cars are associated with a higher degree of injury severity for vulnerable road users than less powerful, light passenger cars. Older vehicles are more often associated with a higher injury severity for vulnerable road users than younger vehicles. Although the size effects of the three statistically significant vehicle characteristics (power, mass and vehicle age) are not small in themselves, they are relatively small compared with other predictors related to injury severity, such as the age of the vulnerable road user, or the speed limit. Common to many of the significant predictor variables – light conditions, speed limit, alcohol – is that they affect the speed with which a driver notices a vulnerable road user and consequently the braking distance. The shorter the braking distance, the greater the collision impact becomes and, with it, the likelihood of serious or fatal injuries.

⁶ Only 0,7% of persons in SUVs in injury crashes were in large or very large SUVs.

1 Inleiding

1.1 Gekoppelde ACC-DIV gegevens

Tot 2020 bevatten de officiële ongevallenstatistieken slechts beperkte informatie over de kenmerken van in ongevallen betrokken voertuigen. In 2020 voltooide Statbel een koppeling tussen de officiële ongevallenstatistieken, gebaseerd op de registraties van letselongevallen door de politie, en de voertuigatabank (DIV-gegevens) afkomstig van de FOD Mobiliteit en Vervoer. Sindsdien is meer informatie beschikbaar over de kenmerken van in letselongevallen betrokken voertuigen.

De koppeling werd in eerste instantie uitgevoerd voor de jaren 2017-2019. In 2021 werd hieraan het jaar 2020 toegevoegd. Statbel heeft als doel deze koppeling elk jaar tot stand te brengen.

We noemen de gekoppelde gegevens in dit rapport de *gekoppelde* ACC-DIV gegevens of kortweg de ACC-DIV gegevens.

1.2 Doel van de studie

Doelstelling van deze studie is om de rol van voertuigkenmerken voor de letselernst van ongevalsbetrokkenen in kaart te brengen. De focus ligt daarbij op de letselernst van kwetsbare weggebruikers die door automobilisten aangereden worden. De rol van voertuigkenmerken wordt gecontrasteerd met de rol van andere karakteristieken zoals snelheidslimiet, botsingstype en lichtgesteldheid. Dit wordt uitgevoerd aan de hand van een multivariaat model dat toelaat om het individueel effect van elk kenmerk te berekenen, gecontroleerd voor de effecten van de andere kenmerken.

2 Data en methodes

2.1 Beschrijving van de gekoppelde ACC-DIV gegevens

De koppeling tussen de officiële ongevalgegevens, afkomstig van de federale politie (DRI/BIPOL) en de DIV-gegevens, afkomstig van de FOD Mobiliteit en Vervoer, werd uitgevoerd door **Statbel** op basis van **nummerplaat en chassisnummer**. De ACC-DIV gegevens bevatten geen informatie over voertuigen die niet betrokken waren in een verkeersongeval met gewonden/doden.

Gezien de koppeling is uitgevoerd tussen de Belgische ongevalledatabank en de Belgische databank van ingeschreven voertuigen (= DIV-gegevens) bevat de dataset enkel Belgische voertuigen die op het Belgische grondgebied een letselongeval hebben gehad. Voertuigen die in het buitenland zijn ingeschreven maar op het Belgische grondgebied in een letselongeval waren betrokken bevinden zich niet in de gekoppelde dataset.

In 2020 (8/9/2020) kwamen gekoppelde gegevens beschikbaar voor de jaren **2017-2019**. In 2021 (9/9/2021) kwamen daar gekoppelde gegevens voor het jaar **2020** bij. Statbel heeft de bedoeling om elk jaar de koppeling tot stand te brengen en deze gekoppelde gegevens beschikbaar te stellen.

Hieronder bevinden zich de beschrijvende statistieken van de voornaamste continue variabelen in de beschikbaar gestelde ACC-DIV gegevens. De variabele "Power-to-weight" bevindt zich niet in de DIV-gegevens maar hebben we zelf berekend door het vermogen te delen door de massa (eenheid = kW/kg*1000). Een correlatiematrix tussen de verschillende continue variabelen bevindt zich in Tabel 18 in de bijlage. Beschrijvende statistieken van de categorische variabelen bevinden zich in hoofdstuk 3.

Tabel 3 Beschrijvende statistieken voor continue variabelen uit de DIV-gegevens (2017-2020)

	Minimum	Q1	Mediaan	Gemiddelde	Q3	Maximum	NA's
Massa (kg)	1	1176	1382	1401	1565	23000	42333
Vermogen (kW)	0	60	77	81,49	96	850	24792
Power-to-weight (kW/kg*1000)	5,35	49,62	56,50	58,44	63,52	670,88	42417
Leeftijd van de personenwagen (jaar)	0	3	7	7,78	12	103	24794
Gebruikstermijn door laatste titularis (jaar)	0	1	2	3,10	4	44	24792
Leeftijd van de titularis (jaar)	6	33	45	46,4	57	100	59648

2.2 Definitie van letselernst

Het begrip letselernst wordt in dit rapport op **verschillende manieren geoperationaliseerd**. In de descriptieve analyse in hoofdstuk 3 wordt het gedefinieerd als het aantal zwaargewonden en doden per 100 betrokkenen in een ongeval. In de multivariate modellering in hoofdstuk 4 wordt het gedefinieerd door de verhouding te nemen van het aantal verkeersdoden tot het aantal niet-verkeersdoden enerzijds, en het aantal verkeersdoden/zwaargewonden tot de andere betrokkenen.

Belangrijk te begrijpen is dat in dit rapport enkel wordt gekeken naar de kans op (ernstige/)dodelijke verwondingen **als zich een letselongeval voordoet**. Het gaat dus *niet* om de kans op ernstige/(dodelijke) verwondingen per afgelegde kilometer. In dit rapport wordt geen rekening gehouden met het aantal afgelegde kilometers door voertuigen. Voorlopig is dit niet mogelijk omdat geen informatie beschikbaar is over het aantal kilometers die de auto's in de gekoppelde ACC-DIV gegevens hebben afgelegd.

Het aantal doden en zwaargewonden en de berekening van letselernst in dit rapport is gebaseerd op **politiegegevens**. Het onderscheid tussen zwaargewonden en lichtgewonden is gebaseerd op het oordeel van de politie en niet op medische criteria met als gevolg dat dit onderscheid niet altijd even accuraat is. Dit

is een tekortkoming van de studie waar op dit moment geen oplossing voor bestaat. Als in de toekomst de ACC-DIV gegevens verder gekoppeld zouden kunnen worden aan ziekenhuisgegevens dan zouden andere meer op medische criteria gebaseerde definities van letselernst gebruikt kunnen worden.

2.3 Descriptieve analyse van letselernst

Hoofdstuk 3 bevat een descriptieve analyse van de gekoppelde ACC-DIV gegevens. Telkens wordt de relatie tussen **één voertuigkenmerk**, bv. voertuigleeftijd, en letselernst onderzocht. Dit gebeurt aan de hand van kruistabellen waarbij het voertuigkenmerk wordt gekruist met de variabele letselernst, welke vier categorieën heeft: verkeersdode, zwaargewonde, lichtgewonde en ongedeerde. Als maat voor letselernst wordt in dit hoofdstuk het aantal doden en zwaargewonden per 100 betrokkenen per categorie van de voertuigvariabele (bv. A Miniklasse) berekend.

Of de letselernst **significant verschilt** tussen de categorieën van een voertuigvariabele wordt nagegaan met een statistische significantietoets. Voor categorische variabelen gebeurt dit door middel van een Pearson chi-kwadraattoets. Voor continue variabelen gebeurt dit aan de hand van een logistisch regressiemodel (met de continue variabele als enige predictor) waarin ongedeerde en lichtgewonde gecontrasteerd worden met zwaargewonden en gedode slachtoffers. Indien de p-waarde van de coëfficiënt van de voertuigvariabele kleiner is dan .05 dan is de voertuigvariabele statistisch significant.

2.4 Multivariate modellering van letselernst

In het descriptieve gedeelte wordt telkens slechts de relatie tussen één variabele en letselernst geanalyseerd. Dit gebeurt aan de hand van frequentietabellen, grafieken, en een statistische significantietoets.

Bij de multivariate modellering van letselernst daarentegen wordt de relatie tussen verschillende variabelen en letselernst simultaan bestudeerd. Het voordeel hiervan is dat kan worden nagegaan wat het effect is van de ene variabele (of predictor) op letselernst terwijl **rekening gehouden wordt met het effect van de andere predictoren in het model**. Neem als voorbeeld een model waarbij enkel het effect van voertuigleeftijd op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen van kwetsbare weggebruikers wordt gemodelleerd. In hoofdstuk 3.6 zal blijken dat hoe ouder een voertuig is, hoe hoger de kans is dat het ernstige/dodelijke verwondingen toebrengt bij een kwetsbare weggebruiker. Een deel van het effect van voertuigleeftijd op de kans ernstige/dodelijke verwondingen wordt mogelijk beïnvloed (en meerbepaald gemaskeerd) door het feit dat oudere voertuigen gemiddeld lichtere voertuigen zijn. Daarom kan het zinvol zijn om een statistisch model te maken waarin beide predictoren, voertuigleeftijd en voertuigmassa, voorkomen. Dan wordt het effect van voertuigleeftijd op de afhankelijke variabele gemeten, terwijl rekening wordt gehouden met het effect van voertuigmassa. Er wordt met andere woorden "gecontroleerd" voor voertuigmassa of nog anders gezegd: het effect van voertuigmassa wordt constant gehouden.

De specifieke multivariate analysetechniek die wordt gebruikt is **logistische regressie**. Dit is de meest gebruikte statistische techniek om een binaire uitkomst, bv. "wel ernstige/dodelijke verwondingen" versus "geen ernstige/dodelijke verwondingen", te voorspellen.

In dit rapport worden enkel **finale modellen** besproken en wordt niet besproken welke andere modellen zijn berekend om tot de finale modellen te komen. Er werden echter verschillende modellen berekend telkens met een verschillend aantal predictoren. De **predictor variabelen kunnen in drie groepen** worden ingedeeld:

- Kenmerken van de kwetsbare weggebruikers: bv., leeftijd, geslacht, verplaatsingswijze, alcohol
- Kenmerken van de personenwagens, waaronder voertuigkenmerken: bv., leeftijd, geslacht, alcohol, voertuigleeftijd, voertuigmassa
- Kenmerken van het ongeval: bv., snelheidslimiet, botsingstype en lichtgesteldheid

De beslissing of een predictor wordt behouden of verworpen wordt bepaald op basis van een **backwards selectiemethode**. Er wordt gestart met een model dat alle predictoren bevat waarvan op basis van wetenschappelijke literatuur en hypothesen een effect op letselernst waarschijnlijk wordt geacht. Dan wordt stapsgewijs de variabele die het minst significant is (met de grootste p-waarde) verwijderd uit het model. Een predictor met een p-waarde lager dan .05 wordt behouden. In het geval van categorische variabelen met meer dan twee categorieën, moet minstens één daarvan een p-waarde kleiner dan .05 hebben.

De procedure van backwards selectie werd tweemaal uitgevoerd, een eerste maal voor de dataset die alle kwetsbare weggebruikers bevat en met de kans/odds op ernstige/dodelijke verwondingen als afhankelijke variabele, een tweede maal voor dezelfde dataset maar met de kans/odds op *dodelijke* verwondingen als afhankelijke variabele. Het finale model dat na de eerste backwards selectie werd bekomen, werd met precies dezelfde predictoren toegepast op de dataset met enkel "voetgangers en fietsers" enerzijds en de dataset met enkel "gemotoriseerde tweewielers" anderzijds. In totaal komt dat neer op drie finale modellen met dezelfde predictoren, maar telkens toegepast op een andere doelgroep. Deze aanpak maakt het mogelijk om de effectgrootte van één variabele, bijvoorbeeld voertuigleeftijd, tussen de drie doelgroepen te vergelijken. Zo zal blijken dat voertuigleeftijd een statistisch significante predictor is van ernstige/dodelijke verwondingen bij "kwetsbare weggebruikers" en "voetgangers en fietsers" maar niet bij "gemotoriseerde tweewielers". Precies dezelfde procedure en redenering werd gevolgd voor de tweede backwards selectie waarbij de afhankelijke variabele de kans op overlijden is in plaats van de kans op zware of dodelijke verwondingen.

Interpretatie van de output gebeurt aan de hand van odds-ratio en hun significantieniveaus. De odds-ratio geeft de toename of afname weer in de odds van ernstige/dodelijke verwondingen versus niet-ernstige/dodelijke verwondingen bij 1-eenheid toename in een continue predictor variabele, of verandering van categorie bij een onafhankelijke categorische variabele (zie ook de beschrijving van odds-ratio's in het hoofdstuk over terminologie). Significante resultaten worden als volgt aangeduid: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

2.5 Associaties versus oorzaken

In deze studie wordt gezocht naar associaties tussen voertuigkenmerken en letselernst. We gebruiken zeer bewust de term associaties en niet de term oorzaken omdat een *associatie* tussen een voertuigkenmerk (bijvoorbeeld type koetswerktype) en letselernst niet per se impliceert dat dit voertuigkenmerk een hoge/lage letselernst *veroorzaakt*.

Een illustratie hiervan is de positieve associatie tussen een stijgende ouderdom van een voertuig en een hoger percentage zwaargewonden en doden bij opponenten. Deze relatie impliceert niet dat de hogere leeftijd van een voertuig *de oorzaak* is van een hogere letselernst. De hogere letselernst die gepaard gaat met oudere voertuigen wordt immers mee veroorzaakt door de minder kwalitatieve veiligheidssystemen waarmee deze voertuigen uitgerust zijn.

Om dezelfde reden wordt in dit rapport de voertuigkenmerken geen verklarende variabelen genoemd maar predictoren. De term predictoren impliceert geen oorzakelijk verband. Ook wanneer in dit rapport de term "effect" wordt gebruikt om de relatie tussen een predictor en de afhankelijke variabele te beschrijven, dan moet dit opgevat worden als een associatie en niet als oorzaak.

3 Resultaten: beschrijvende analyse van letselernst

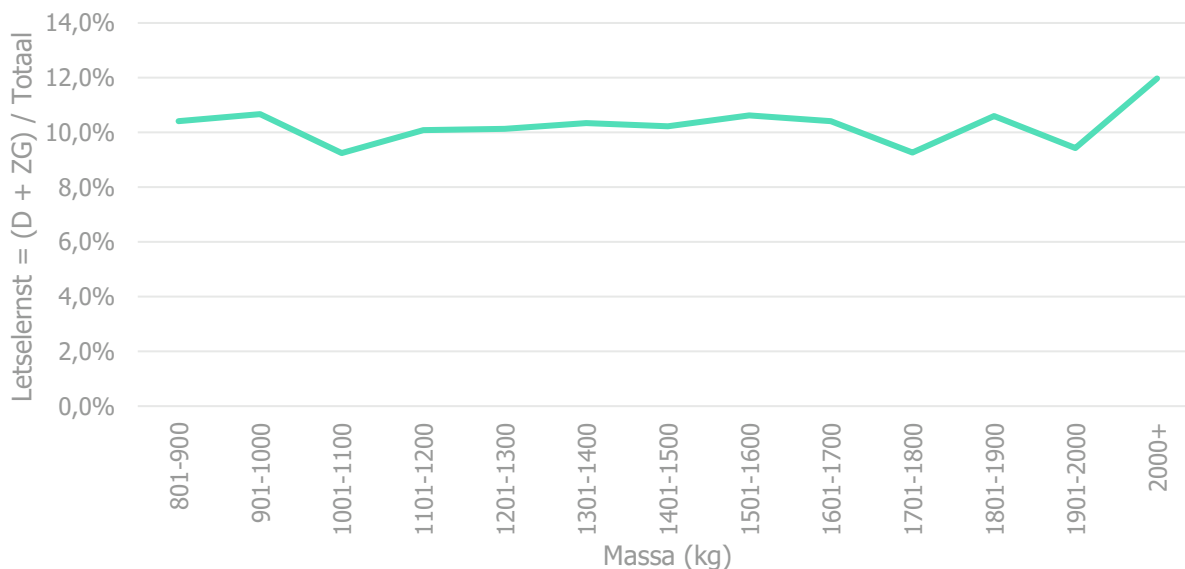
3.1 Massa

De variabele massa heet in de gekoppelde gegevens voluit "**mass_in_running_order**". Het wordt gedefinieerd als de massa van een voertuig dat klaar is om te rijden, inclusief een gevulde tank (voor minstens 90% gevuld), standaarduitrusting van het voertuig, reservewiel (indien er een bij het voertuig hoort) en een bestuurder.

In onze dataset bedraagt de **gemiddelde massa** van personenwagens in letselongevallen 1401 kg. 25% van de personenwagens weegt minder dan 1176 kg; 25% weegt meer dan 1565 kg (hoofdstuk 1.2). Over de jaren 2017 tot 2020 is de gemiddelde massa bijna constant gebleven (deze bedroeg 1400,5 in 2017 en 1401,8 in 2020). Meer jaren zijn voor deze studie niet beschikbaar. Een Nederlandse studie (van Kampen, 2003) beschrijft een toename van de gemiddelde massa van personenwagens van de jaren '80 tot 2006 en bovendien een toegenomen spreiding van de massa van personenwagens, maar een dergelijke evolutie zien wij niet voor de beperkte periode 2017-2020.

In Figuur 1 zien we dat ongeacht de massa van een personenwagen kwetsbare weggebruikers ongeveer 10% kans hebben op ernstige/dodelijke letsels bij een aanrijding. Enkel bij de zwaarste voertuigcategorie van meer dan 2 ton zien we een duidelijke afwijking van deze kans van 10%. Deze bedraagt in dat geval 12%. Op basis van een univariate logistische regressie met enkel massa als predictor variabele, **blijkt de relatie tussen massa en de kans op ernstige/dodelijke letsels van kwetsbare weggebruikers bijna statistisch significant op het .05 significantieniveau ($p = .070$) (Tabel 4)**. Verder in hoofdstuk 4 zal blijken dat de relatie tussen massa en de kans op **dodelijke** letsels wel statistisch significant is op het .05 significantieniveau. Het effect van massa op overlijden wordt verklaard door het feit dat zwaardere voertuigen gemiddeld een rigidere structuur, een nadeliger/hoger frontprofiel (Joks, 2000) en een hoger vermogen hebben. Ook wordt de botsingsimpact groter naarmate de massa van de betrokken personenwagen toeneemt.

Figuur 1 Letselernst volgens massa (kg) van de personenwagen (2017-2020)



Tabel 4 Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens massa (kg) van de personenwagen (2017-2020)

	Verkeers- doden (D)	Zwaar- gewonden (ZG)	Licht- gewonden	Onge- deerden	Totaal	Letselernst (D + ZG) / Totaal
801-900	2	36	320	7	365	10,4%
901-1000	10	145	1264	34	1453	10,7%
1001-1100	22	275	2854	61	3212	9,2%

1101-1200	45	479	4550	123	5197	10,1%
1201-1300	43	416	3986	87	4532	10,1%
1301-1400	78	651	6161	155	7045	10,3%
1401-1500	48	454	4310	95	4907	10,2%
1501-1600	56	491	4499	103	5149	10,6%
1601-1700	34	311	2895	75	3315	10,4%
1701-1800	17	156	1664	31	1868	9,3%
1801-1900	18	133	1249	24	1424	10,6%
1901-2000	10	62	678	14	764	9,4%
2000+	29	158	1342	33	1562	12,0%
Andere	0	1	8	0	9	11,1%
NA	111	874	9570	199	10754	9,2%
Totaal	523	4642	45350	1041	51556	10,0%

3.2 Vermogen

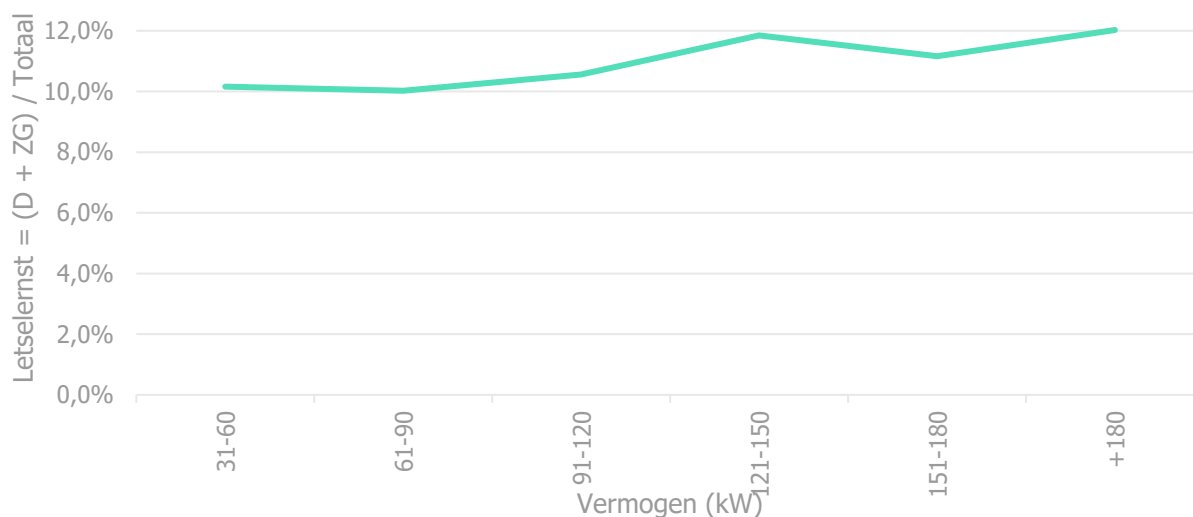
De variabele "vermogen" heet in de gekoppelde gegevens "**max_net_power**". Het beschrijft het maximale vermogen in kilowatt (kW) van een verbrandingsmotor. De variabele is niet beschikbaar voor elektrische motors.

Het **gemiddelde vermogen** van personenwagens in letselongevallen is in de periode 2017-2020 sterk **gestegen** van 79 naar 84 kW, ofwel van 108PK tot 115PK. Dit ligt in de lijn van een studie van de l'Association Auxilliaire de l'Automobile (AAA (2018)) waaruit blijkt dat het gemiddelde vermogen van nieuwe auto's die in Europa worden verkocht tussen 2001 en 2017 met 29% is gestegen.

Naarmate het vermogen van een personenwagen stijgt, stijgt de kans dat er ernstige/dodelijke verwondingen worden toegebracht bij de aangereden kwetsbare weggebruikers. Deze kans is ongeveer 20% hoger in de categorie met het hoogste vermogen in Figuur 2 in vergelijking met de categorie met het laagste vermogen. Op basis van een univariate logistische regressie met enkel vermogen als voorspellende variabele, blijkt de relatie tussen vermogen en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen van kwetsbare weggebruikers statistisch significant ($p = .024^*$).

De hierboven beschreven relaties beschrijven alleen maar een associatie tussen vermogen en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen en willen niet per se zeggen dat wagens met een hoger vermogen op zich ernstigere letsels bij kwetsbare weggebruikers veroorzaken. Het is ook mogelijk dat auto's met een hoger vermogen door een andere type bestuurder worden gekozen (met bv. ander rijgedrag). Twee studies lijken dit te bevestigen. Volgens McCartt (2017) zijn bestuurder van krachtige voertuigen meer geneigd om sneller of boven de maximumsnelheid te rijden. Volgens Krahé & Fenske (2002) hebben bestuurders van krachtige wagens gemiddeld een agressievere rijstijl. Ook is het mogelijk dat de ongevallen met wagens met een hoog vermogen gebeuren op een ander type wegen, bijvoorbeeld met een hoger snelheidsregime dan gemiddeld. Dit is inderdaad het geval voor wagens die in de hoogste vermogenscategorie van +180kW vallen: 46% van de ongevallen gebeurden buiten bebouwde kom (waar de letselernst hoger is) tegenover 40% voor alle wagens van alle categorieën samen.

Figuur 2 Letselerst volgens vermogen (kW) van de personenwagen (2017-2020)



Tabel 5 Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens vermogen (kW) van de personenwagen (2017-2020)

	Verkeers- doden (D)	Zwaar- gewonden (ZG)	Licht- gewonden	Onge- deerden	Totaal	Letselerst (D + ZG) / Totaal
0	4	34	252	10	300	12,7%
1-30	1	0	14	0	15	6,7%
31-60	82	970	9064	235	10351	10,2%
61-90	193	1882	18207	421	20703	10,0%
91-120	126	901	8519	184	9730	10,6%
121-150	26	203	1669	35	1933	11,8%
151-180	9	66	580	17	672	11,2%
+180	10	88	699	18	815	12,0%
NA	72	498	6346	121	7037	8,1%
Totaal	523	4642	45350	1041	51556	10,0%

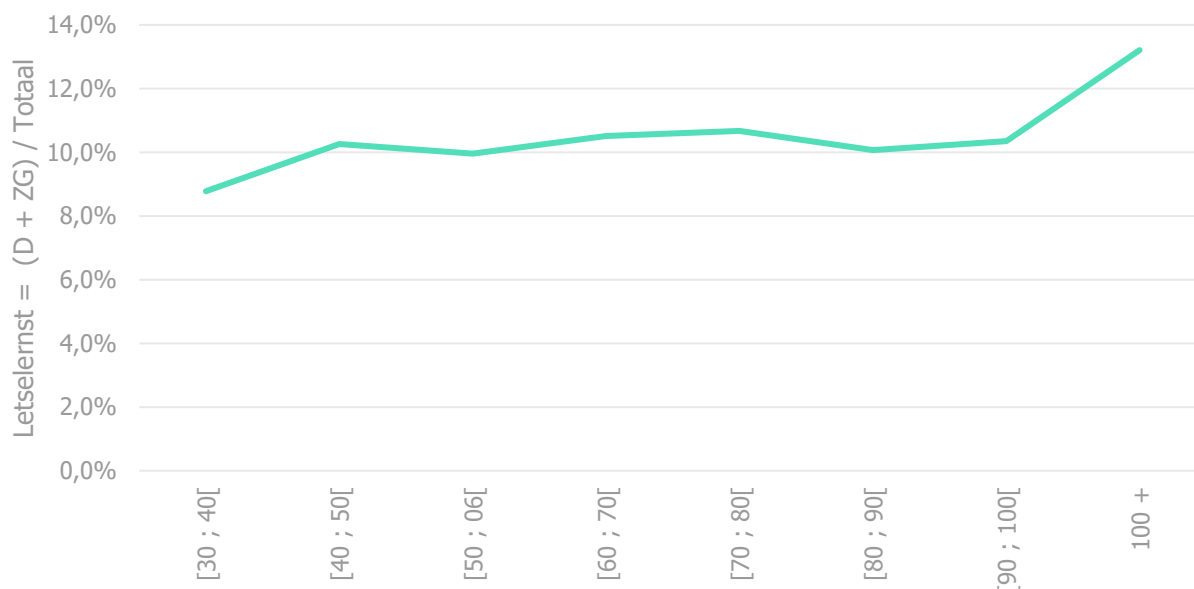
3.3 Power-to-weight ratio

De variabele "Power-to-weight" bevindt zich niet in de DIV-gegevens maar hebben we zelf berekend door vermogen te delen door massa (eenheid = kW/kg*1000). De power-to-weight ratio is een maat voor het vermogen van een wagen, gegeven de massa van die wagen. Gezien de massa van voertuigen **over de jaren 2017-2020** vrij constant is gebleven maar het vermogen is toegenomen, **is ook de power-to-weight ratio toegenomen**, namelijk van 57 naar 60.

Op basis van een univariate logistische regressie met enkel power-to-weight ratio als voorspellende variabele, blijkt de relatie tussen power-to-weight ratio en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen van kwetsbare weggebruikers net niet statistisch significant ($p = .057$). De relatie is vrij constant over de middelste waarden. In de laagste categorie van de power-to-weight ratio is de **kans op ernstige/dodelijke verwondingen het laagste; in de hoogste categorie het hoogst**.

Een gedeeltelijke verklaring voor de hoge letselernst in de hoogste power-to-weight categorie is dat de ongevallen met deze personenwagens vaker dan gemiddeld buiten bebouwde kom gebeuren, nl. 45% tegenover 40% gemiddeld.

Figuur 3 Letselernst volgens de variabele power-to-weight (kW/kg*1000) van de personenwagen (2017-2020)



Tabel 6 Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens de variabele power-to-weight (kW/kg*1000) van de personenwagen (2017-2020)

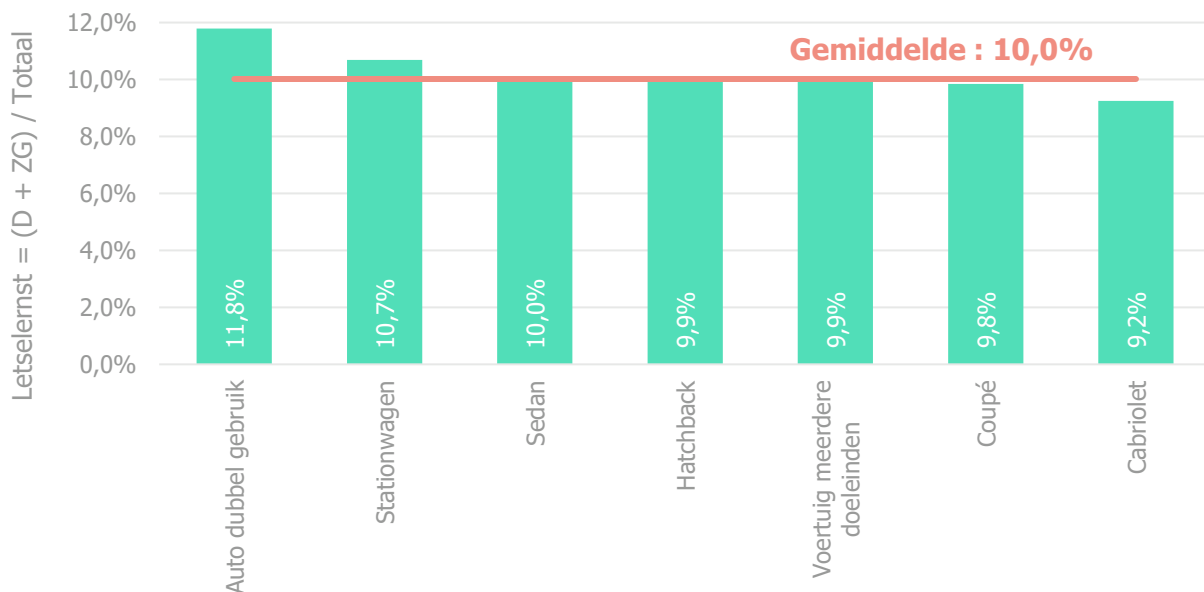
	Verkeers- doden (D)	Zwaar- gewonden (ZG)	Licht- gewonden	Onge- deerden	Totaal	Letseleernd (D + ZG) / Totaal
[0 ; 10[	0	0	0	0	0	/
10 ; 20[	0	0	3	0	3	0,0%
[20 ; 30[	0	3	24	0	27	11,1%
[30 ; 40[	9	90	997	32	1128	8,8%
[40 ; 50[	83	824	7741	191	8839	10,3%
[50 ; 60[	141	1413	13731	314	15599	10,0%
[60 ; 70[	106	888	8280	186	9460	10,5%
[70 ; 80[	41	327	3020	61	3449	10,7%
[80 ; 90[	16	102	1023	31	1172	10,1%
[90 ; 100[	7	31	324	5	367	10,4%
100 +	9	89	624	20	742	13,2%
NA	111	875	9583	201	10770	9,2%
Totaal	523	4642	45350	1041	51556	10,0%

3.4 Koetswerktype: kindcode

De variabele kindcode is een variabele afkomstig uit de DIV-voertuigendatabank waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen wagens op basis van **koetswerktype** net zoals de volgende variabele in dit rapport, "koetswerktype: autosegment". De categorieën koetswerktype van de variabele kindcode zijn o.a.: auto dubbel gebruik, cabriolet, coupé, hatchback, sedan, stationwagen en voertuig meerdere doeleinden. In Tabel 19 in bijlage bevinden zich per categorie van de variabele kindcode de meest frequente automodellen.

De variabele "koetswerktype : kindcode" heeft **geen statistisch significant effect op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen van aangereden kwetsbare weggebruikers** op basis van een chi-kwadraattoets ($\chi^2 = 7,761$ (6), $p = .256$)⁷.

Figuur 4 Letselernst volgens de variabele kindcode, voor kwetsbare weggebruikers (2017-2020)



Tabel 7 Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens de variabele kindcode van de personenwagen (2017-2020)

	Verkeers- doden (D)	Zwaar- gewonden (ZG)	Licht- gewonden	Onge- deerden	Totaal	Letselernst (D + ZG) / Totaal
Auto dubbel gebruik	3	65	502	7	577	11,8%
Cabriolet	10	56	630	18	714	9,2%
Coupé	7	49	503	10	569	9,8%
Hatchback	96	1089	10511	253	11949	9,9%
Sedan	46	313	3162	79	3600	10,0%
Stationwagen	143	1205	11016	249	12613	10,7%
Voertuig meerdere doeleinden	80	845	8210	201	9336	9,9%
Andere	66	522	4468	103	5159	11,4%
NA	72	498	6348	121	7039	8,1%
Totaal	523	4642	45350	1041	51556	10,0%

⁷ Deze test werd uitgevoerd op een tabel afgeleid uit Tabel 7. De afgeleide tabel telt twee kolommen, met enerzijds de optelsom van "D30D" en "ZG" en anderzijds de optelsom van "LG en OG". De afgeleide tabel bevat niet de rijen "Andere", "NA" en "Totaal".

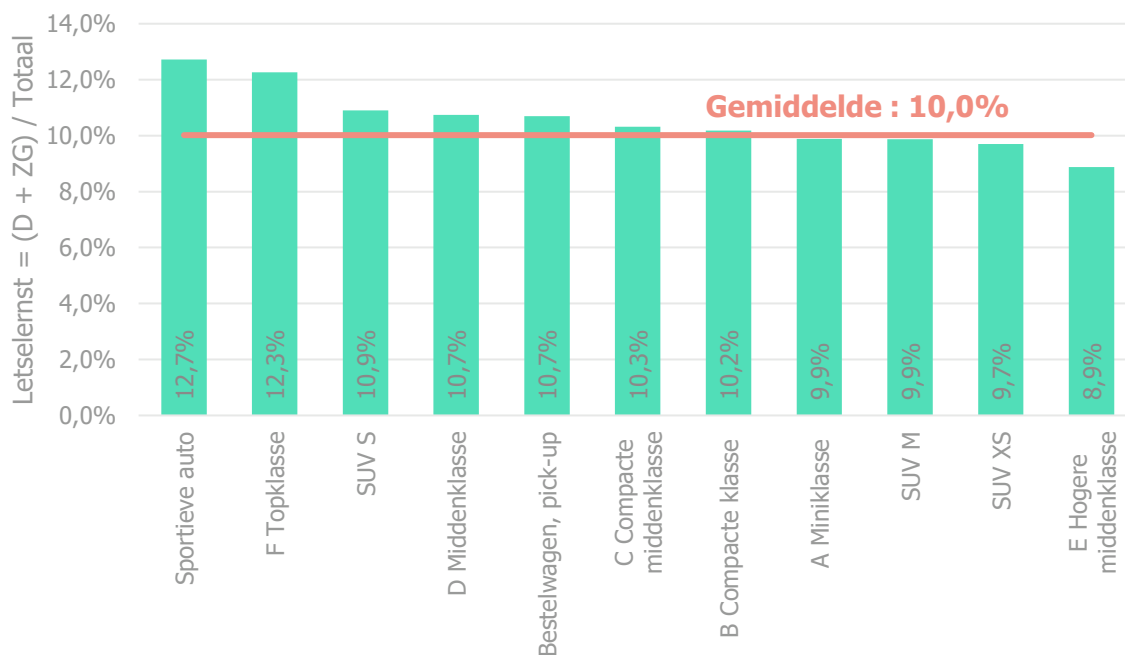
3.5 Koetswerktype: autosegment

Net als de variabele kindcode maakt de variabele autosegment onderscheid tussen personenwagens op basis van **koetswerktype**. In tegenstelling tot de variabele kindcode, is de variabele autosegment niet afkomstig uit de DIV-voertuigdatabank beheerd door FOD Mobiliteit en Vervoer, maar is deze afkomstig van Statbel die deze variabele heeft afgeleid van het merk en het model van de personenwagens in de DIV-gegevens. Enkele van de categorieën autosegment zijn: SUV (XL), SUV (L), SUV (M), SUV (S), SUV (XS), sportieve wagens, en A miniklasse. In Tabel 20 in bijlage bevinden zich per categorie van de variabele autosegment de meest frequente automodellen. Gezien we in deze tabel een aantal vergissingen vinden wat betreft de indeling van voertuigmodellen in de verschillende segmenten, dient het resultaat van de onderstaande analyse met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden.

Sportieve wagens blijken het gevaarlijkst voor kwetsbare weggebruikers. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn de aard van de bestuurders (bv. leeftijd, geslacht, rijgedrag) en de relatief hoge leeftijd van sportieve wagens (10,5 jaar versus 7,8 jaar voor de gemiddelde wagen). Kleine tot middelgrote SUV's lijken op basis van Figuur 5 niet bovengemiddeld gevaarlijk voor kwetsbare weggebruikers. Wegens het lage aantal dode en zwaargewonde kwetsbare weggebruikers in letselongevallen met grote (L) en zeer grote (XL) SUV's (Tabel 8) kunnen we niet nagaan of zij de kans op ernstige/dodelijke verwondingen verhogen (zie ook hoofdstuk 4.2). Daarom zijn deze ook niet opgenomen in Figuur 5.

Het verband tussen de variabele autosegment en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen blijkt op basis van een chi-kwadraattoets niet significant voor kwetsbare weggebruikers ($\chi^2 = 12,287$ (13), $p = .504$)⁸. Eerder zagen we in hoofdstuk 3.5, aangaande die andere variabele over koetswerktype, kindcode, ook geen significant verband tussen koetswerktype en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen voor kwetsbare weggebruikers. De bevindingen op basis van de twee variabelen over koetswerktype zijn dus gelijklopend.

Figuur 5 Letselernst volgens de variabele autosegment, voor kwetsbare weggebruikers (2017-2020)



Nota: categorieën met minder dan 20 doden en zwaargewonden bij kwetsbare weggebruikers zijn uit de figuur weggelaten

⁸ Deze test werd uitgevoerd op een tabel afgeleid uit Tabel 8. De afgeleide tabel telt twee kolommen, met enerzijds de optelsom van "D30D" en "ZG" en anderzijds de optelsom van "LG en OG". De afgeleide tabel bevat niet de rijen "Totaal", "NA" en "Onbekend".

Tabel 8 Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens de variabele autosegment van de personenwagens (2017-2020)

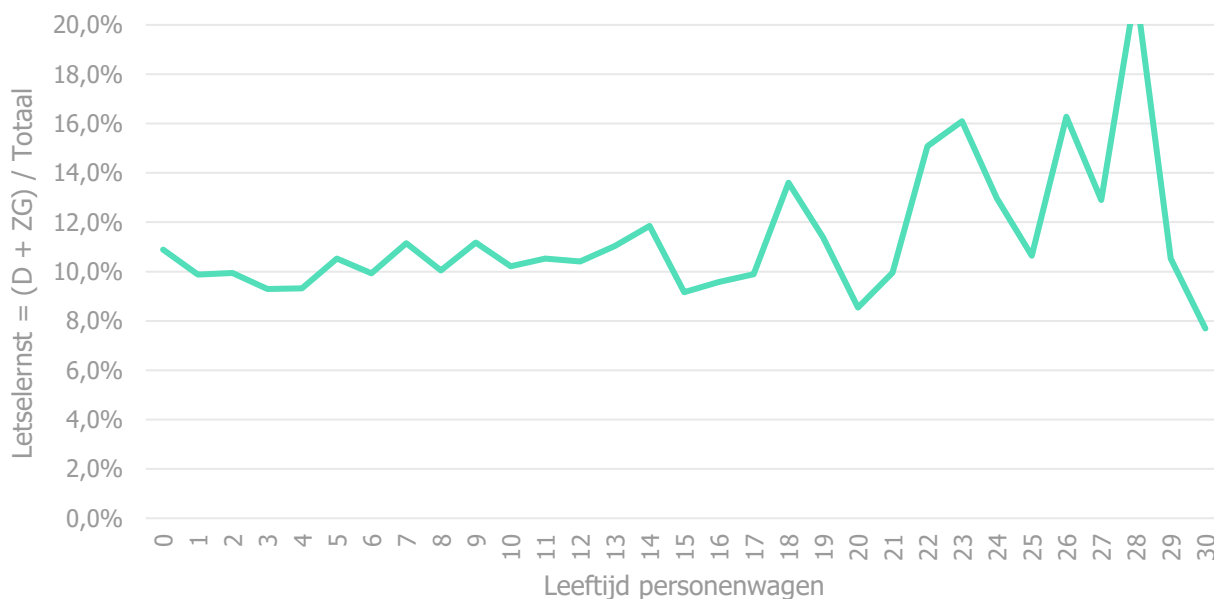
	Verkeers- doden (D)	Zwaar- gewonden (ZG)	Licht- gewonden	Onge- deerden	Totaal	Letselernst (D + ZG) / Totaal
A Miniklasse	7	142	1332	27	1508	9,9%
Sportieve auto	5	39	295	7	346	12,7%
B Compacte klasse	100	1081	10160	254	11595	10,2%
C Compacte middenklasse	136	1287	12094	280	13797	10,3%
D Middenklasse	81	637	5823	144	6685	10,7%
E Hogere middenklasse	19	142	1619	33	1813	8,9%
F Topklasse	5	21	181	5	212	12,3%
Onbekend	4	58	408	7	477	13,0%
Dwergauto's	2	11	138	4	155	8,4%
Bestelwagen, pick-up	21	141	1325	27	1514	10,7%
SUV L	1	3	39	1	44	9,1%
SUV M	7	78	756	20	861	9,9%
SUV S	32	263	2356	55	2706	10,9%
SUV XL	0	0	1	0	1	0,0%
SUV XS	31	241	2477	56	2805	9,7%
NA	72	498	6346	121	7037	8,1%
Totaal	523	4642	45350	1041	51556	10,0%

3.6 Leeftijd van de personenwagens

De leeftijd van een personenwagen is door Statbel berekend als het verschil tussen de datum van eerste inschrijving in de Belgische voertuigendatabank en de datum van het ongeval. In de meeste gevallen geeft deze berekening inderdaad een benadering van de leeftijd van een voertuig. Een uitzondering hierop zijn voertuigen die eerst ingeschreven zijn in het buitenland en daar eerst enkele jaren hebben rondgereden. In dat geval is een voertuig ouder dan de uitkomst van de berekening door Statbel. Dit gaat echter om een minderheid van de voertuigen.

De **gemiddelde leeftijd** van een personenwagen is **7,8 jaar**. Deze leeftijd bleef constant tussen 7,84 en 7,88 over de periode 2017-2020. **Voor kwetsbare weggebruikers neemt de kans op ernstige/dodelijke verwondingen licht toe naarmate de leeftijd van een personenwagen stijgt.** Op basis van Tabel 9 zien we dat het percentage ernstige/dodelijke verwondingen 9,8% bedraagt voor 0-4 jarige personenwagens en 12,0% voor personenwagens vanaf 20 jaar. Op basis van een univariate logistische regressie met enkel leeftijd van de personenwagen als voorspellende variabele, blijkt de relatie tussen voertuigleeftijd en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen van kwetsbare weggebruikers statistisch significant ($p = 0.005^{**}$).

Figuur 6 Letselernst volgens leeftijd van de personenwagen, voor kwetsbare weggebruikers (2017-2020)



Tabel 9 Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens leeftijd van de personenwagen (2017-2020)

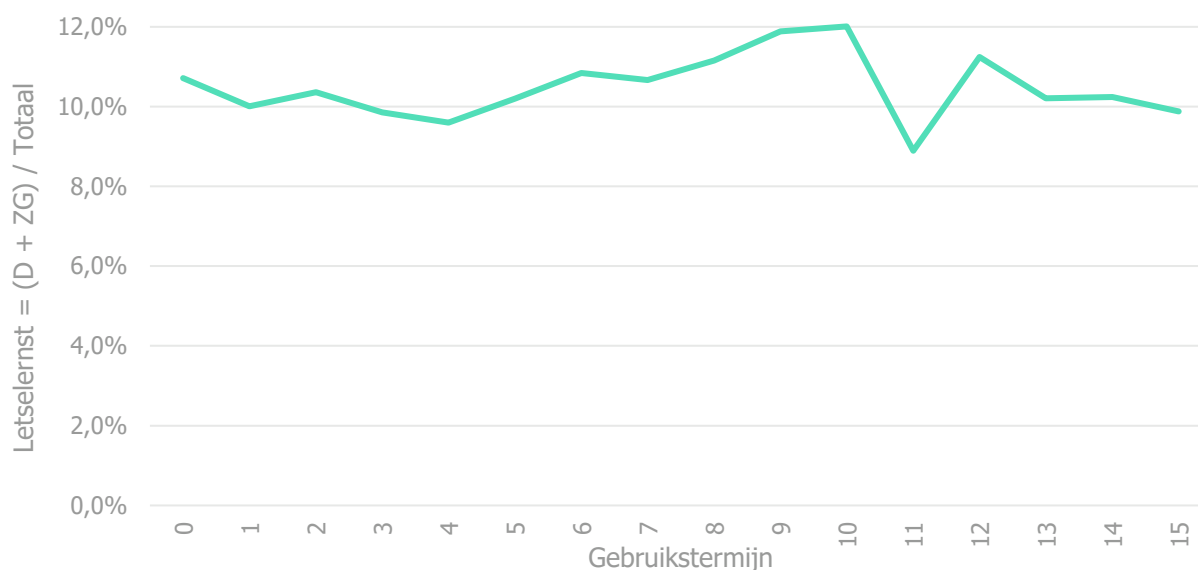
	Verkeers- doden (D)	Zwaar- gewonden (ZG)	Licht- gewonden	Onge- deerden	Totaal	Letseleernd (D + ZG) / Totaal
0-4	163	1504	14997	329	16993	9,8%
5-9	151	1242	11523	287	13203	10,6%
10-14	92	914	8162	200	9368	10,7%
15-19	32	370	3422	81	3905	10,3%
20+	13	113	900	23	1049	12,0%
Onbekend	0	1	0	0	1	100,0%
NA	72	498	6346	121	7037	8,1%
Totaal	523	4642	45350	1041	51556	10,0%

3.7 Gebruikstermijn door laatste titularis

De gebruikstermijn door de laatste titularis is door Statbel berekend als het verschil tussen de datum van laatste inschrijving in de Belgische voertuigendatabank en de datum van het ongeval. De gemiddelde gebruikstermijn op basis van de berekende variabele is 3,1 jaar. De titularis is de persoon op wiens naam een voertuig is ingeschreven. Doorgaans is dit ook de eigenaar van het voertuig en de persoon die de meeste kilometers aflegt met het voertuig, maar dit is niet noodzakelijk het geval.

Voor kwetsbare weggebruikers blijft de kans op ernstige/dodelijke verwondingen nagenoeg constant naarmate de gebruikstermijn van een voertuig toeneemt. Op basis van een univariate logistische regressie met enkel gebruikstermijn als voorspellende variabele, **blijkt de relatie tussen gebruikstermijn en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen van kwetsbare weggebruikers niet statistisch significant** ($p = .160$).

Figuur 7 Letselernst volgens de gebruikstermijn door laatste titularis, voor kwetsbare weggebruikers (2017-2020)



Tabel 10 Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens gebruikstermijn door de laatste titularis (2017-2020)

	Verkeers- doden (D)	Zwaar- gewonden (ZG)	Licht- gewonden	Onge- deerden	Totaal	Letselernst (D + ZG) / Totaal
0	63	631	5636	145	6475	10,7%
1	120	866	8650	214	9850	10,0%
2	70	647	6051	153	6921	10,4%
3	51	468	4649	100	5268	9,9%
4-6	89	839	8100	163	9191	10,1%
7-9	36	423	3568	95	4122	11,1%
10+	22	270	2350	50	2692	10,8%
NA	72	498	6346	121	7037	8,1%
Totaal	523	4642	45350	1041	51556	10,0%

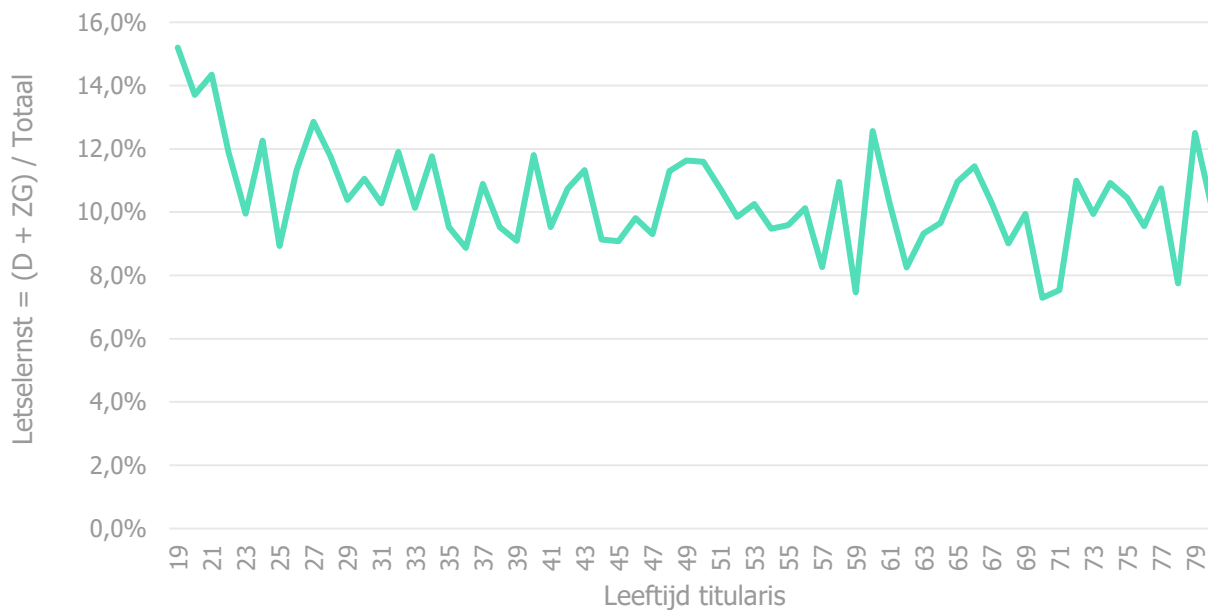
3.8 Leeftijd van de titularis

De titularis is de persoon op wiens naam een voertuig is ingeschreven. Doorgaans is dit ook de eigenaar van het voertuig en de persoon die de meeste kilometers aflegt met het voertuig, maar dit hoeft niet altijd zo te zijn. Vooral in het geval van jonge bestuurders is het mogelijk dat het voertuig dat zij besturen ingeschreven is op iemands anders naam, meestal een van de ouders.

Voor kwetsbare weggebruikers neemt de kans op ernstige/dodelijke verwondingen af naarmate de leeftijd van de titularis stijgt tot ongeveer 33 jaar. Daarna blijft de kans op ernstige/dodelijke verwondingen voor kwetsbare weggebruikers min of meer stabiel. Deze curve toont aan dat jongere bestuurders (titularissen) gevaarlijker zijn voor kwetsbare weggebruikers dan bestuurders (titularissen) uit andere leeftijdsgroepen. Op basis van een univariate logistische regressie met enkel leeftijd van de titularis als voorspellende variabele, blijkt de relatie tussen leeftijd van de titularis en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen van kwetsbare weggebruikers statistisch significant.⁹

⁹ Deze relatie neemt de vorm aan van een kwadratische functie waarbij de twee termen significant gerelateerd zijn aan de logit van ernstige/dodelijke verwondingen ($p < .001^{***}$ voor de lineaire term en $p = .001^{**}$ voor de kwadratische term).

Figuur 8 Letselernst volgens leeftijd van de titularis, voor kwetsbare weggebruikers (2017-2020)



Tabel 11 Aantal kwetsbare weggebruikers in auto-ongevallen, volgens leeftijd van de titularis (2017-2020)

	Verkeers- doden (D)	Zwaar- gewonden (ZG)	Licht- gewonden	Onge- deerden	Totaal	Letseleernd (D + ZG) / Totaal
0 tot 9	0	0	2	0	2	0,0%
10 tot 19	3	20	130	4	157	14,6%
20 tot 29	62	451	3847	103	4463	11,5%
30 tot 39	72	572	5479	130	6253	10,3%
40 tot 49	58	649	5957	159	6823	10,4%
50 tot 59	74	626	6240	161	7101	9,9%
60 tot 69	51	431	4141	83	4706	10,2%
70 tot 79	24	288	2840	63	3215	9,7%
80 tot 89	15	178	1493	25	1711	11,3%
90 tot 99	1	19	157	2	179	11,2%
NA	163	1408	15064	311	16946	9,3%
Totaal	523	4642	45350	1041	51556	10,0%

Tabel 12 toont de relatie tussen de leeftijd van de titularis (rijen) en de leeftijd van de bestuurder (kolommen). De rode diagonaal bevestigt dat de bestuurder van een wagen meestal ook de titularis is. Het toont echter ook aan dat voor jongere autobestuurders, zeker tot de leeftijd van 24 jaar, vaak een oudere persoon de titularis is van de wagen.

Tabel 12 Aantal autobestuurders in letselongevallen, volgens de leeftijd van de titularis (rijen) en de leeftijd van de bestuurder (kolommen) (2017-2020)

	NA	0-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90+
NA	5764	10	891	4286	5785	5440	5036	4681	4410	3827	2728	1632	822	552	359	224	98	39
0-14	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-19	11	0	614	34	6	3	6	6	4	5	3	3	3	2	2	0	3	1
20-24	127	0	489	6374	171	52	27	42	47	51	14	9	1	3	0	0	0	0
25-29	209	0	64	1363	9319	308	98	41	66	67	62	26	14	3	2	1	0	0
30-34	215	0	48	223	1663	8569	379	126	45	43	65	39	14	9	3	0	0	0
35-39	188	0	101	149	271	1562	8198	349	115	45	54	56	37	19	6	2	1	1
40-44	219	3	381	450	150	259	1434	7398	326	94	37	43	35	26	4	4	0	0
45-49	233	3	766	1574	311	148	256	1257	7007	226	86	28	29	31	21	7	2	0
50-54	249	0	610	2312	805	183	117	199	1142	6342	213	65	22	15	31	26	10	3
55-59	193	2	248	1276	1039	345	139	92	140	1005	5639	178	59	19	27	23	6	5
60-64	168	0	63	436	489	342	216	93	62	110	797	4400	143	37	9	9	9	1
65-69	130	0	46	140	172	166	175	139	78	44	87	652	3600	104	23	11	3	5
70-74	82	1	32	124	90	51	79	84	101	44	32	61	511	3095	66	24	6	0
75-79	63	0	14	69	28	20	33	37	62	45	31	10	40	427	2279	43	8	2
80-84	44	0	13	50	19	12	12	14	22	33	48	12	11	42	300	1849	21	4
85-89	14	0	2	20	15	11	13	8	11	21	33	19	7	6	17	211	997	6
90+	2	0	0	6	11	5	5	3	1	4	7	6	7	3	1	7	68	288

4 Resultaten: multivariate modellering van letselernst

4.1 Zes finale modellen

Een uitgebreide beschrijving over de gebruikte multivariate modellering bevindt zich in hoofdstuk 2.4. Belangrijk om te weten is dat de multivariate modellering gebeurde aan de hand van logistische regressie. Dit is de meest gebruikte statistische techniek om een binaire uitkomst, bv. "wel ernstige/dodelijke verwondingen" versus "geen ernstige/dodelijke verwondingen", te voorspellen. Er werden **twee sets van modellen berekend afhankelijk van de gemodelleerde uitkomst**:

- Enerzijds de kans (of odds) op ernstige/dodelijke verwondingen voor kwetsbare weggebruikers
- Anderzijds de kans (of odds) op overlijden voor kwetsbare weggebruikers

In feite is het eerder de *odds* dan de *kans* die gemodelleerd wordt. Omdat er geen juiste vertaling van het Engelse woord odds bestaat, wordt in dit rapport de term "kans" gebruikt (zie hoofdstuk over terminologie).

De twee bekomen finale modellen werden elk toegepast op **drie subsets van de data**, namelijk:

- Voor kwetsbare weggebruikers in hun geheel (voetgangers, fietsers, brom- en motorfietsers)
- Voor de optelsom van voetgangers en fietsers
- Voor de optelsom van bromfietsers en motorfietsers

Dit betekent dat in totaal **zes finale modellen** werden geconstrueerd:

- De kans (of odds) op ernstige/dodelijke verwondingen voor kwetsbare weggebruikers
- De kans op ernstige/dodelijke verwondingen voor voetgangers en fietsers samen
- De kans op ernstige/dodelijke verwondingen voor bromfietsers en motorfietsers samen
- De kans op overlijden voor kwetsbare weggebruikers
- De kans op overlijden voor voetgangers en fietsers samen
- De kans op overlijden voor bromfietsers en motorfietsers samen

De eerste drie modellen hebben dezelfde predictor variabelen (hoofdstuk 2.4 voor meer uitleg) maar de effectgrootte van elke predictor variabele kan per model natuurlijk verschillend zijn. De drie laatste modellen hebben samen eveneens dezelfde predictor variabelen.

4.2 Predictor variabelen

In dit rapport worden enkel de zes *finale* modellen besproken en wordt niet besproken welke andere modellen zijn geconstrueerd om tot de finale modellen te komen. Om tot de finale modellen te komen werden echter verschillende modellen geconstrueerd op basis van een backwards selectiemethode, telkens met een verschillend aantal predictoren. Deze **predictor variabelen** kunnen in **drie groepen** worden ingedeeld:

- Kenmerken van de kwetsbare weggebruikers: bv., leeftijd, geslacht, verplaatsingswijze, alcohol
- Kenmerken van de personenwagens en hun bestuurders: bv., leeftijd, geslacht, alcohol, voertuigleeftijd, voertuigmassa
- Algemene kenmerken van het ongeval: bv., snelheidslimiet, botsingstype en lichtgesteldheid

Tabel 13 bevat alle predictor variabelen waarvan de relatie met de kans/odds op (ernstige/)dodelijke verwondingen voor deze studie werd onderzocht.

Tabel 13 Lijst van geteste predictor variabelen

Personenwagen (opponent)	Kwetsbare weggebruiker (slachtoffers)	Algemene ongevalsomstandigheden
Bestuurder: leeftijd	Leeftijd	Snelheidslimiet
Bestuurder: geslacht	Geslacht	Botsingstype
Bestuurder: onder invloed van alcohol	Onder invloed van alcohol	Lichtgesteldheid
Bestuurder: gebruikstermijn van voertuig	Verplaatsingswijze	
Voertuig: autosegment		
Voertuig: suv		
Voertuig: massa		
Voertuig: vermogen		
Voertuig: leeftijd		

Drie van de geteste predictor variabelen blijken in **geen enkel van de zes finale modellen statistisch significant** (p-waarde is dus groter dan .05): **gebruikstermijn, suv, en autosegment**.

De variabele "**gebruikstermijn van het voertuig**" is gecorreleerd aan "voertuigleeftijd" ($r = 0.266$, $t = 117,25$ (180317), $p < .001$). Indien "gebruikstermijn" werd opgenomen in een model, bleek het nooit statistisch significant terwijl dit wel het geval was voor "voertuigleeftijd". Ook in hoofdstuk 3 bleek gebruikstermijn geen statistisch significante predictor van de kans op ernstige/dodelijke verwondingen bij kwetsbare weggebruikers.

De variabele **autosegment** is een categorische variabele met een 10-tal categorieën over koetswerktype zoals o.a. "sportieve wagen", "SUV M", "SUV S", "A miniklasse", of "B compacte klasse" (zie hoofdstuk 3.5 voor een uitgebreide beschrijving). Deze variabele bleek geen significante predictor van letselerst in de zes finale modellen. Ook in hoofdstuk 3 bleek autosegment geen statistisch significante predictor van de kans op ernstige/dodelijk verwondingen bij kwetsbare weggebruikers.

Uit de variabele autosegment werd een nieuwe variabele over **SUV's** afgeleid. De categorieën "SUV XS", "SUV S", "SUV M", "SUV L" en "SUV XL" van de variabele autosegment werden behouden maar alle andere categorieën werden samengevoegd. Deze hercodering werd uitgevoerd omdat we in het bijzonder geïnteresseerd zijn in het verband tussen SUV's en letselerst, en we elk formaat van SUV wilden vergelijken met de referentiecategorie "geen SUV". Deze variabele over SUV's bleek echter in geen enkel van de zes finale modellen statistisch significant. De gegevens lieten enkel toe het verband te onderzoeken tussen de kans op ernstige/dodelijke verwondingen en kleine/middelgrote SUV's. Omdat in België weinig SUV's rondrijden van het grote of zeer grote type kunnen we de impact van deze voertuigen op de kans op ernstige of dodelijke letsels voorlopig niet meten. Zoals eerder gesteld speelt massa wel een rol en kunnen bepaalde SUV's omwille van hun bovengemiddelde massa een bovengemiddeld gevaar betekenen voor kwetsbare weggebruikers. Maar los van de massa, vinden we geen statistisch significant effect van koetswerktype op letselerst.

De variabele "**power_to_weight**" werd niet in de modellen opgenomen wegens een te sterke correlatie met de variabelen "massa" ($r = 0,281$ ($t = 118,22$ (162694), $p < .001$)) en "vermogen" ($r = 0,869$ ($t = 709,26$ (162694), $p < .001$)). De variabele "**leeftijd van de titularis**" werd in de modellen vervangen door "leeftijd van de bestuurder". Meestal is de titularis dezelfde persoon als de bestuurder maar dit is niet altijd het geval. Het is uiteindelijk vooral de bestuurder die een invloed kan hebben op de letsels van een kwetsbare weggebruiker en niet de titularis.

4.3 Modellering van de kans (of odds) op ernstige/dodelijke verwondingen

In Tabel 14 bevinden zich de resultaten voor de drie finale modellen met de kans op ernstige/dodelijke verwondingen als afhankelijke variabele. De drie modellen hebben achtereenvolgens betrekking op 1) kwetsbare weggebruikers, 2) voetgangers en fietsers en 3) bromfietsers en motorfietsers. Een vollediger output van de modellen (inclusief betrouwbaarheidsintervallen) bevindt zich in de bijlage. In hoofdstukken 4.3.2 en 4.3.3 worden de resultaten uit Tabel 14 gevisualiseerd aan de hand van grafieken.

Tabel 14 Resultaten m.b.t. de drie finale modellen over de kans op ernstige/dodelijke verwondingen, odds-ratio's en significantie (n = 51556 kwetsbare weggebruikers, waaronder 5165 ernstig/dodelijk gewonden)

	Afhankelijke variabele = ernstige/dodelijke verwondingen					
	Kwetsbare W.		Voetg. + fietsers		Brom - en motorfietsers	
	Odds-ratio	Sign.	Odds-ratio	Sign.	Odds-ratio	Sign.
Voertuigleeftijd	1,044	**	1,054	**	1,028	(NS)
Vermogen	1,058	***	1,054	**	1,068	*
Leeftijd opponent	0,932	***	0,893	***	1,005	(NS)
(Leeftijd opponent) ²	1,031	*	1,031	(NS)	1,045	(NS)
Alcohol door opponent (ref.: negatief)						
Alcohol: andere/onbekend	0,669	***	0,611	***	0,800	*
Alcohol: positief	1,631	***	1,697	***	1,502	**
Leeftijd	1,411	***	1,492	***	1,289	***
(Leeftijd) ²	1,114	***	1,156	***	0,965	(NS)
Fiets	Ref. cat.		Ref. cat.		/	/
Voetganger	1,353	(NS)	1,282	(NS)	/	/
Bromfiets	1,016	(NS)	/	/	Ref. cat.	
Motorfiets	1,935	***	/	/	1,938	***
Snelheidszone (ref.: 30)						
50	1,256	***	1,298	***	1,099	(NS)
70	2,559	***	2,628	***	2,288	***
90	3,323	***	3,191	***	3,061	***
120	1,983	***	8,781	***	1,564	*
Onbekend	0,695	(NS)	0,649	(NS)	1,226	(NS)
Botsingstype (ref.: flank tegen flank)						
Andere of onbekend	0,978	(NS)	0,880	(NS)	1,051	(NS)
Met een voetganger	1,450	(NS)	1,288	(NS)	0,003	(NS)
Tss. 2 best.: langs opzij (voor-/achterkant-flank)	1,207	*	0,996	(NS)	1,486	***
Tussen 2 best.: frontale botsing	1,960	***	1,402	**	2,775	***
Tussen 2 best.: langs achteren	1,211	*	1,491	**	1,170	(NS)
Kettingbotsing (3 bestuurders of meer)	0,979	(NS)	0,513	(NS)	1,371	(NS)
Lichtgesteldheid (ref.: dag)						
Dageraad - schemering	1,085	(NS)	1,063	(NS)	1,144	(NS)
Nacht, geen openbare verlichting aanwezig	2,179	***	1,608	*	3,723	***
Nacht, openb. verlicht. aanw., maar niet ontstoken	1,594	*	1,555	(NS)	1,417	(NS)
Nacht, openbare verlichting aanwezig en ontstoken	1,417	***	1,445	***	1,349	***
Onbekend	0,504	**	0,676	(NS)	0,108	*

Nota:

- Significante resultaten zijn als volgt aangeduid: * $p < .05$; ** $p .01$; *** $p .001$.
- Ref. = ref.cat. = referentiecategorie
- NS = niet-significant
- / = term is niet opgenomen in het model

4.3.1 Niet significante potentiële predictor variabelen

Tabel 15 herneemt Tabel 13 over de geteste variabelen maar in dit geval werden alle niet-significante variabelen doorschrapt. "Gebruikstermijn", "suv", en "autosegment" zijn niet significant en werden reeds eerder besproken in hoofdstuk 4.2. Verder blijkt geslacht, noch van de kwetsbare weggebruiker, noch van de

bestuurder van de personenwagen, bepalend te zijn voor de kans op ernstige/dodelijke verwondingen van kwetsbare weggebruikers. Onder invloed zijn van alcohol is wel bepalend voor de kans op ernstige/dodelijke verwondingen wanneer het de bestuurder van de personenwagen betreft maar niet als het de kwetsbare weggebruiker zelf betreft.

De variabele "massa van de opponent-personenwagen" is niet opgenomen in het finale model over de kans op ernstige/dodelijke verwondingen van de kwetsbare weggebruiker. Ook in de descriptieve analyse waar het univariate effect van massa op ernstige/dodelijke verwondingen werd bestudeerd bleek massa (net) niet significant (p-waarde gelijk aan .070.) (hoofdstuk 3.1). Toch kan niet gesteld worden dat massa in het geheel geen invloed heeft op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen. Indien vermogen van het voertuig en voertuigleeftijd, twee voertuigvariabelen die wel significant zijn in het model, uit het model worden gehaald en worden vervangen door massa, dan daalt de p-waarde van massa onder de .05 grens en wordt het wel significant. Alleen leidt de hier gehandhaafde procedure voor de selectie van variabelen (backwards selectie en evaluatie op basis van AIC waarde) ertoe dat vermogen en voertuigleeftijd opgenomen worden en massa niet.

De variabelen vermogen en massa zijn trouwens sterk gecorreleerd ($r = 0,682$ ($t = 375.96$ (162778), $p < .001$)). Hoe hoger de massa van een voertuig, hoe hoger doorgaans het vermogen van een voertuig is. Door deze sterke samenhang wordt het effect van vermogen op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen mee verklaard door het effect van massa op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen. Het effect van de ene op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen kan niet volledig gescheiden worden van het effect van de andere.

Tabel 15 Lijst van geteste predictor variabelen, met doorschrapte niet-significante variabelen

Personenwagen (opponent)	Kwetsbare weggebruiker (slachtoffers)	Algemene ongevalsomstandigheden
Bestuurder: leeftijd	Leeftijd	Snelheidslimiet
Bestuurder: geslacht	Geslacht	Botsingstype
Bestuurder: onder invloed van alcohol	Onder invloed van alcohol	Lichtgesteldheid
Bestuurder: gebruikstermijn van voertuig	Verplaatsingswijze	
Voertuig: autosegment		
Voertuig: suv		
Voertuig: massa		
Voertuig: vermogen		
Voertuig: leeftijd		

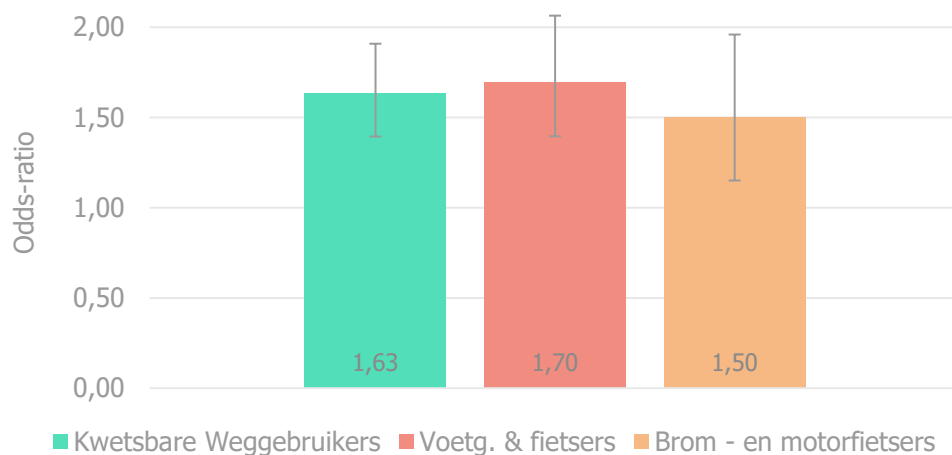
4.3.2 Significante categorische predictor variabelen

Rijden onder invloed van alcohol door opponent

Wanneer een kwetsbare weggebruiker wordt aangereden door een autobestuurder die onder invloed is van alcohol ($BAC \geq 0,5$ g/l) dan heeft die 63%*** meer kans op ernstige/dodelijke verwondingen dan bij een nuchtere autobestuurder. Er is geen duidelijk verschil tussen "voetgangers en fietsers" en "gemotoriseerde tweewielers" wat betreft deze kans.

Dit effect kan verklaard worden door het feit dat autobestuurders onder invloed van alcohol minder aandachtig zijn, een lagere reactiesnelheid hebben en de stuurtaak slechter uitvoeren (Bernstein et al., 1994; Arnedt et al., 2001). Deze cognitieve en functionele beperkingen kunnen resulteren in een hogere botsingsimpact en dus zwaardere letsels.

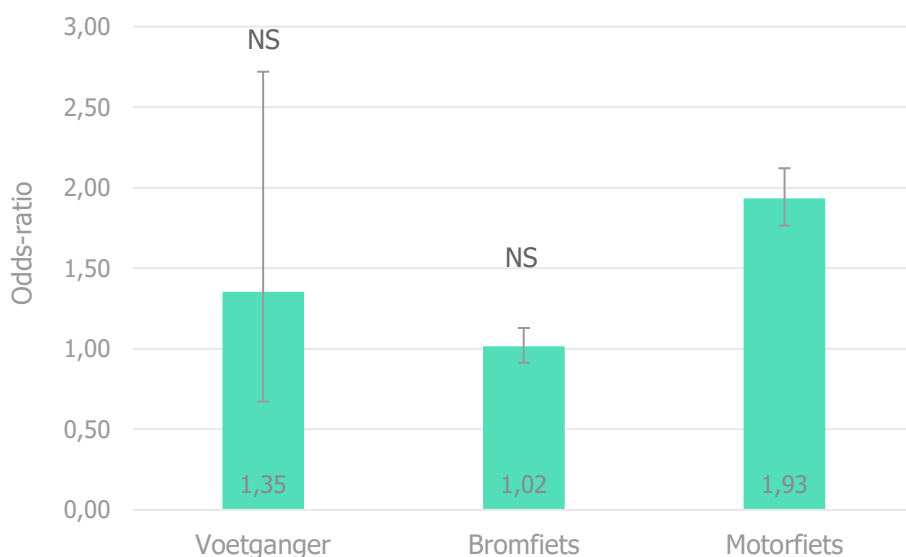
Figuur 9 Kans op ernstige/dodelijke verwondingen bij positief alcoholresultaat bij opponent-autobestuurder, odds-ratio's (in vergelijking met een negatief alcoholresultaat)



Verplaatsingswijze van de kwetsbare weggebruiker

In vergelijking met fietsers hebben motorfietsers 93%*** meer kans op ernstige/dodelijke verwondingen in een letselongeval met een personenwagen. De kans op ernstige/dodelijke verwondingen is niet statistisch significant hoger voor bromfietsers in vergelijking met fietsers. Voor voetgangers is het betrouwbaarheidsinterval erg groot waardoor de coëfficiënt evenmin statistisch significant verschillend is van deze voor fietsers (Figuur 10).¹⁰

Figuur 10 Kans op ernstige/dodelijke verwondingen volgens verplaatsingswijze van de kwetsbare weggebruiker, odds-ratio's (ref. categorie = fietsers)



Snelheidszone

Voor kwetsbare weggebruikers neemt de kans op ernstige/dodelijke verwondingen toe naarmate de snelheidslimiet toeneemt. In vergelijking met een weg begrensd tot 30km/u is de kans statistisch significant verhoogd met 26%*** op 50km/u wegen, met 156%*** op 70km/u wegen en met 232%*** op 90km/u

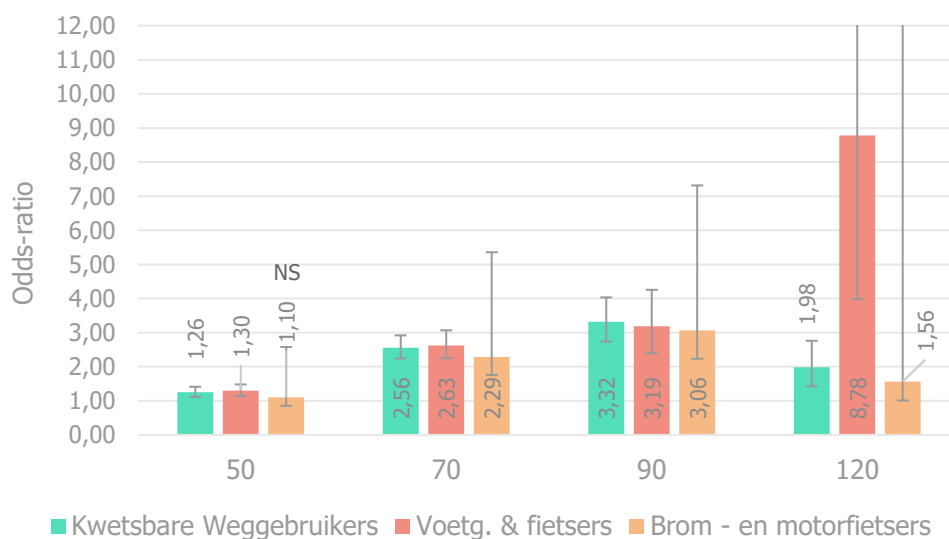
¹⁰ Het grote betrouwbaarheidsinterval wordt veroorzaakt door een methodologische tekortkoming van de modellering waarbij de categorie "voetganger" van de variabele "verplaatsingswijze" zo goed als volledig overlapt met de categorie "botsing met een voetganger" van de variabele "botsingstype" (Tabel 14). Deze overlapping van categorieën van twee variabelen die voor de rest geen overlappende categorieën hebben, zorgt ervoor dat de schattingen van de coëfficiënten en hun standard errors onstabiel worden. Dit leidt tot grote betrouwbaarheidsintervallen. Omdat de andere categorieën van de twee variabelen meer onafhankelijk zijn van elkaar werd gekozen om toch beide variabelen, verplaatsingswijze en botsingstype, in het model te houden.

wegen. Op autosnelwegen, met een snelheidslimiet van 120 km/u, is de kans lager dan op wegen tot 70km/u en 90km/u maar het verschil tussen enerzijds 120km/u en anderzijds 70km/u en 90km/u is net niet statistisch significant (want de betrouwbaarheidsintervallen van deze snelheidslimieten overlappen elkaar).

Dezelfde algemene trend voor kwetsbare weggebruikers, nl. een stijging van de kans naarmate de snelheidslimiet stijgt, zien we ook voor de subgroep "voetgangers en fietsers" en voor de subgroep "gemotoriseerde tweewielers". Voor "voetgangers en fietsers" lijken 120/km u wegen het gevaarlijkst; voor "bromfietzers en motorfietzers" zijn dat 90 km/u wegen.

Een verklaring voor dit verband tussen snelheidslimiet en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen is dat bij een ongeval kinetische energie vrijkomt die recht evenredig is met de massa van het voertuig en het kwadraat van de impactsnelheid (Pelssers et al., 2017). Alhoewel de impactsnelheid meestal niet gelijk zal zijn aan de snelheidslimiet illustreert deze formule het sterke effect van snelheid op de botsingsimpact en dus de letselernst.

Figuur 11 Kans op ernstige/dodelijke verwondingen volgens snelheidslimiet, odds-ratio's (ref. categorie = 30km/u)



Botsingstype

In Figuur 12 dienen "flank tegen flank" aanrijdingen waarbij twee weggebruikers elkaar flank tegen flank aanrijden als referentiecategorie. Voor alle kwetsbare weggebruikers samen is de kans op ernstige/dodelijke verwondingen bij een letselongeval 21%* verhoogd bij een aanrijding langs opzij, eveneens 21%* verhoogd bij een aanrijding langs achteren en 96%*** verhoogd bij een frontale botsing.

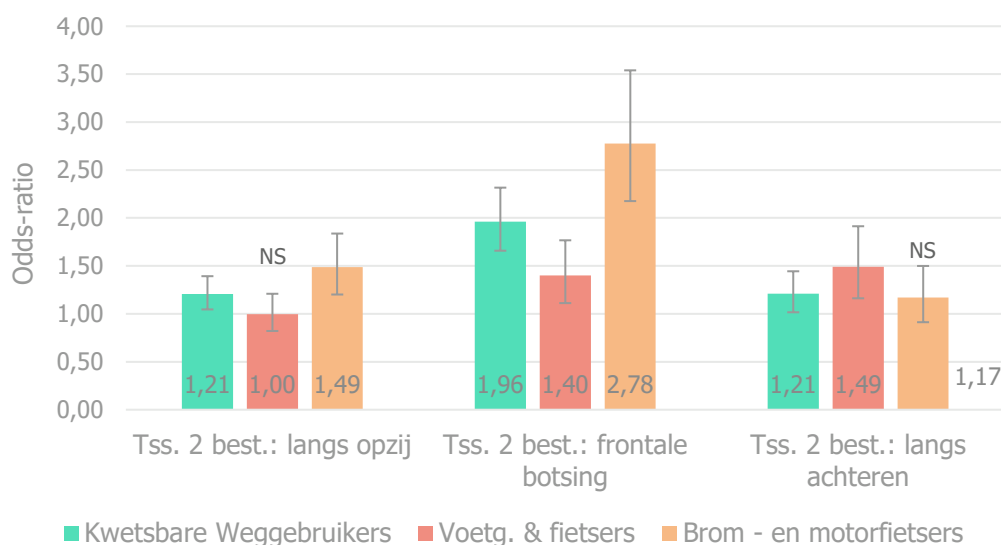
Voor gemotoriseerde tweewielers lijken frontale aanrijdingen veruit het gevaarlijkst. De kans is dan 178%*** hoger in vergelijking met flank-tegen-flank aanrijdingen. De kans bij frontale aanrijdingen is ook statistisch significant hoger in vergelijking met andere botsingstypes zoals een aanrijding langs opzij of een aanrijding langs achteren (want betrouwbaarheidsintervallen overlappen niet).

Voor "voetgangers en fietsers" is het botsingstype wat minder bepalend voor de kans op ernstige/dodelijke verwondingen dan voor gemotoriseerde tweewielers aangezien zij zich minder snel verplaatsen en de botsingsimpact daarom minder verschilt in functie van het botsingstype. Toch lijkt de kans statistisch significant met 49%** verhoogd als zij langs achter worden aangereden en met 40%** verhoogd bij een frontale botsing, in vergelijking met flank tegen flank aanrijdingen.

Vergelijken we "voetgangers en fietsers" met "bromfietzers en motorfietzers" dan blijkt de kans op ernstige/dodelijke verwondingen voor "bromfietzers en motorfietzers" statistisch significant hoger voor zowel botsingen "langs opzij" als frontale botsingen¹¹.

¹¹ Statistisch significante verschillen werden nagegaan door aan het model over kwetsbare weggebruikers een interactie-effect toe te voegen tussen botsingstype en verplaatsingswijze_2 (variabele met 2 categorieën: "voetgangers en fietsers" versus "bromfietzers en motorfietzers").

Figuur 12 Kans op ernstige/dodelijke verwondingen volgens botsingstype, odds-ratio's (ref. categorie = flank-tegen-flank botsing)



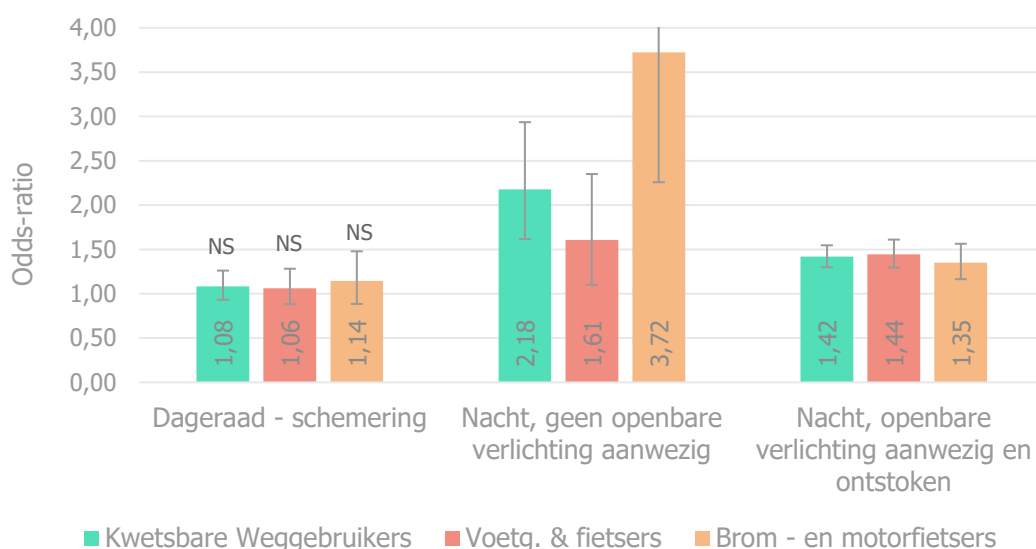
Lichtgesteldheid

In vergelijking met overdag is de kans op ernstige/dodelijke verwondingen voor kwetsbare weggebruikers bij dageraad-schemering niet statistisch significant verhoogd. Bij nacht is de kans 118%*** hoger indien er geen openbare verlichting aanwezig is en 42%*** hoger indien er wel ontstoken openbare verlichting aanwezig is. Er treden geen statistisch significante verschillen op tussen "voetgangers en fietsers", en "gemotoriseerde tweewielers" afgezien bij nacht zonder openbare verlichting waarbij de kans op ernstige/dodelijke verwondingen hoger is voor brom- en motorfietsers¹².

Gelijkaardige resultaten worden gevonden in een Australische studie waarin de risicofactoren van ernstige/dodelijke letsels bij fietsers worden bestudeerd (Boufous, de Rome, Sensserick, & Ivers, 2012). In vergelijking met overdag blijkt de kans/odds op ernstige/dodelijke letsels (= overlijden of ziekenhuisopname) 40% hoger bij nacht met verlichting en 91% hoger bij nacht zonder openbare verlichting. De relatie tussen lichtgesteldheid en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen kan mogelijk verklaard worden door het feit dat kwetsbare weggebruikers minder snel worden waargenomen wanneer het donker is buiten, waardoor autobestuurders later beginnen af te remmen dan in klare omstandigheden, met een sterkere botsingsimpact als gevolg.

¹² Statistisch significante verschillen werden nagegaan door aan het model over kwetsbare weggebruikers een interactie-effect toe te voegen tussen lichtgesteldheid en verplaatsingswijze_2 (variabele met 2 categorieën: "voetgangers en fietsers" versus "bromfietsers en motorfietsers").

Figuur 13 Kans op ernstige/dodelijke verwondingen volgens lichtgesteldheid, odds-ratio's (ref. categorie = overdag)



Samenvattende vergelijking: categorische variabelen

Het model bevat in totaal vijf categorische predictor variabelen. Per variabele is de categorie met de sterkste impact op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen bij kwetsbare weggebruikers als volgt:

- +332,3%*** op 90km/u wegen t.o.v. 30 km/u wegen,
- +117,9%*** bij nacht zonder openbare verlichting t.o.v. overdag,
- +96,0%*** bij frontale aanrijdingen t.o.v. "flank-tegen-flank"-aanrijdingen
- +93,5%*** bij motorfietsers t.o.v. fietsers
- +63,1%*** wanneer opponent een positief alcoholresultaat heeft t.o.v. een negatief resultaat

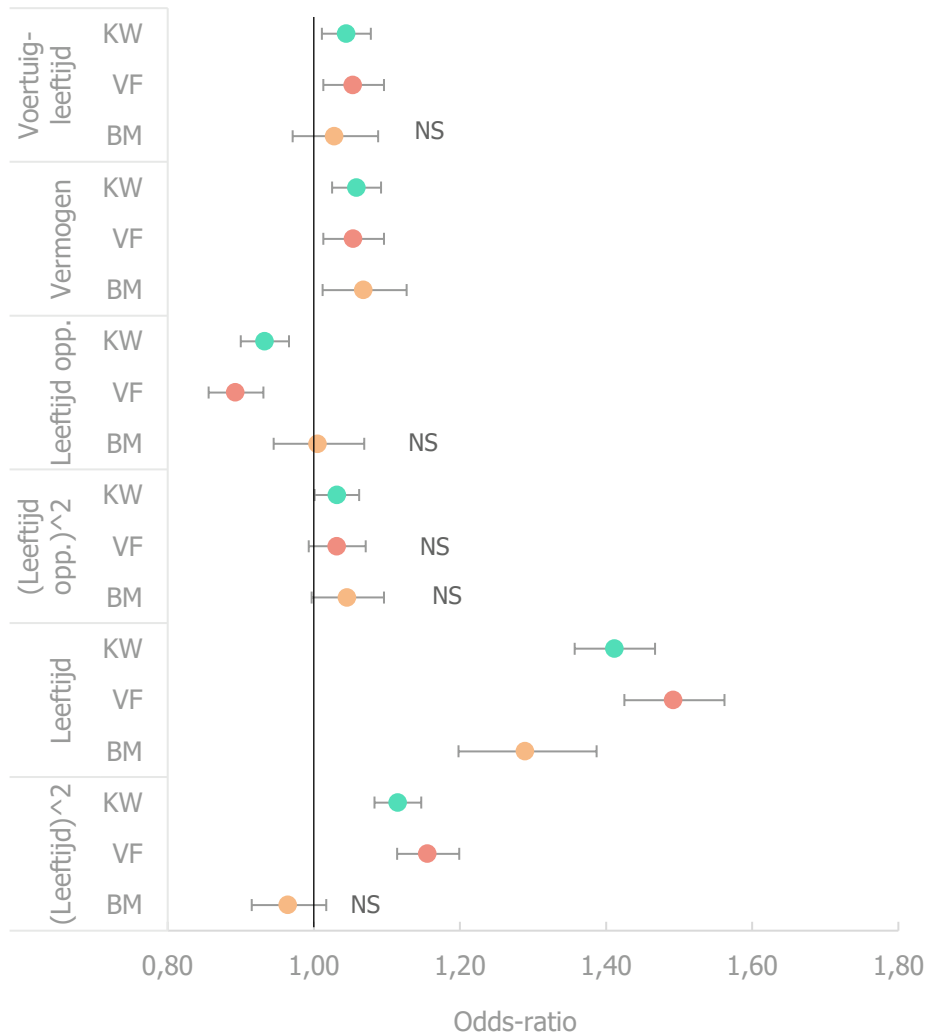
Al deze categorieën hebben een opvallend grote impact op de afhankelijke variabele, maar snelheidszone heeft duidelijk de grootste impact.

De grootteorde van de effecten lijkt doorgaans niet significant verschillend voor "voetgangers en fietsers" en "bromfietsers en motorfietsers". Voor variabelen lichtgesteldheid en botsingstype zijn er wel enkele statistische significante verschillen tussen deze twee groepen: "bromfietsers en motorfietsers" hebben statistisch significant meer kans op ernstige/dodelijke verwondingen bij aanrijdingen "langs opzij" en frontale botsingen (in vergelijking met flank-tegen-flank aanrijdingen) en bij nacht zonder openbare verlichting (in vergelijking met overdag).

4.3.3 Significante continue predictor variabelen

De effecten van de continue variabelen in Tabel 14 worden visueel weergegeven in Figuur 14. Een odds-ratio van 1 betekent "geen effect". Hoe verder het effect van een continue variabele verwijderd is van de verticale lijn die een odds-ratio van 1 weergeeft, hoe groter het effect. Wanneer betrouwbaarheidsintervallen de verticale lijn overlappen, dan is er geen statistisch significant effect op het .05 significantieniveau.

Figuur 14 Kans op ernstige/dodelijke verwondingen, odds-ratio's van continue predictor variabelen



Nota:

- *NS = niet-significant*
- *KW = kwetsbare weggebruiker*
- *VF = "voetgangers en fietsers"*
- *BM = "bromfietzers en motorfietzers"*

Voertuigleeftijd

Bij een toename van 5,6 jaar in de leeftijd van een personenwagen stijgt de kans op ernstige/dodelijke verwondingen bij kwetsbare weggebruikers met 4,4%**². Ook in hoofdstuk 3.6 werd reeds aangetoond dat de kans/odds op ernstige/dodelijke verwondingen bij kwetsbare weggebruikers stijgt naarmate voertuigleeftijd van de opponent-personenwagen toeneemt (Figuur 6), maar in dat hoofdstuk werd niet gecontroleerd voor andere predictor variabelen. In dit hoofdstuk verklaarden we het verband tussen voertuigleeftijd en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen aan de hand van de verbetering van actieve/passieve veiligheidssystemen doorheen de jaren.

We gebruiken 5,6 jaar als referentie aangezien dit overeenstemt met één standaardafwijking van de gemiddelde voertuigleeftijd. Ook voor de andere continue variabelen bekijken we de toename/afname van de kans/odds op ernstige/dodelijk verwondingen bij een toename van één standaardafwijking. Deze aanpak, nl. het gebruik van gestandaardiseerde variabelen maakt het mogelijk om de effectgrootte van de verschillende continue variabelen (o.a. voertuigleeftijd en vermogen) met elkaar te vergelijken.

Voor voetgangers en fietsers bedraagt de toename van de kans op ernstige/dodelijke verwondingen 5,4%** bij een toename van één standaardafwijking in de leeftijd van de opponent-personenwagen. Dit ligt in dezelfde grootteorde als voor alle kwetsbare weggebruikers samen. Voor gemotoriseerde tweewielers bedraagt de toename 2,8%. Voor deze subgroep is er geen significant effect van voertuigleeftijd op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen. Dit suggereert dat er voor gemotoriseerde tweewielers weinig vooruitgang gemaakt werd in de reductie van letselernst. Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat de systemen voor de bescherming van kwetsbare weggebruikers niet op maat gemaakt worden voor de bescherming van brom- en motorfietsers.

Vermogen

Bij een toename van 34,5kW of één standaardafwijking in de variabele vermogen van een personenwagen stijgt de kans op ernstige/dodelijke verwondingen voor kwetsbare weggebruikers met 5,8%***. Voor de subgroep "voetgangers en fietsers" bedraagt de toename 5,4%** en voor gemotoriseerde tweewielers 6,8%*. De betrouwbaarheidsintervallen voor de verschillende groepen overlappen elkaar zodat niet gesteld kan worden dat de effecten duidelijk van elkaar verschillen. Ook in hoofdstuk 3.2 waarbij nog niet werd gecontroleerd voor andere predictor variabelen, werd aangetoond dat de kans op ernstige/dodelijke verwondingen bij kwetsbare weggebruikers stijgt naarmate het vermogen van de opponent-personenwagen toeneemt.

Het verband tussen vermogen en de kans op ernstige/dodelijke verwondingen kan in de eerste plaats verklaard worden door de samenhang tussen vermogen en massa ($r = 0,682$ ($t = 375.96$ (162778), $p < .001$)): hoe zwaarder een personenwagen, hoe hoger doorgaans het vermogen (zie ook hoofdstuk 4.3.1). Wagens met een hogere massa leiden op hun beurt tot gemiddeld ernstigere letsels bij kwetsbare weggebruikers. Massa kan echter niet de enige verklaring zijn waarom vermogen een effect heeft op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen. Anders zouden variabelen vermogen en massa volledig inwisselbaar zijn in het model wat niet het geval is aangezien het model met vermogen een betere model fit heeft dan het model met massa.

Wat mogelijk bijkomend het effect van de variabele vermogen op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen bij kwetsbare weggebruikers kan verklaren is dat wagens met een hoog vermogen mogelijk worden bestuurd door personen met een sportievere rijstijl dan personenwagens met een laag vermogen. Met sportieve rijstijl verwijzen we naar gedragingen zoals snel accelereren, boven de snelheidslimiet rijden, en de rijstijl onvoldoende aanpassen aan de omgeving. Dergelijke gedragingen kunnen leiden tot een hogere botsingsimpact en dus ernstigere letsels. Uit een studie van McCartt (2017) blijkt dat bestuurders van krachtigere voertuigen eerder geneigd zijn om sneller of boven de maximumsnelheid te rijden. Volgens een andere, Duitse studie zijn bestuurders van krachtige wagens gemiddeld meer geneigd agressief te rijden (Krahé & Fenske, 2002).

Leeftijd van de opponent

Wat betreft de leeftijd van de opponent moeten de twee termen in het model tegelijkertijd geïnterpreteerd worden, nl. "leeftijd opponent" en "(leeftijd opponent)²". We zien dat geen van de twee termen statistisch significant zijn voor gemotoriseerde tweewielers (bovendien zijn de effectgroottes een stuk kleiner). Voor hen heeft de impact van de leeftijd van de opponent geen significant effect op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen. Voor "voetgangers en fietsers" is enkel de lineaire term "leeftijd opponent" statistisch significant. Bij een toename van de leeftijd van de opponent met één standaardafwijking neemt de kans/odds op dodelijke/ernstige verwondingen bij een voetganger/fietser af met 8,6%¹³.

Voor de totale groep van kwetsbare weggebruikers zijn de twee termen, nl. "leeftijd opponent" en "(leeftijd opponent)²", beide statistisch significant. Samen gecombineerd, betekent een toename in de leeftijd van de opponent-personenwagen met één standaardafwijking (17,4 jaar) een afname van de kans op

¹³ Voor de vergelijkbaarheid met het gecombineerde effect voor alle kwetsbare weggebruikers samen geven we hier voor "voetgangers en fietsers" het gecombineerde effect van de significante lineaire term en de niet-significante kwadratische term. Het gecombineerde effect of de odds-ratio is trouwens kleiner dan 1 (wat nog niet eerder is voorgekomen in dit rapport). Voor de vergelijkbaarheid met effecten/odds-ratio's groter dan 1 werd de inversie van de odds-ratio genomen.

ernstige/dodelijke verwondingen met 4,0%. De lineaire term in Figuur 14, ligt onder 1 wat wil zeggen dat de kans op ernstige/dodelijke verwondingen afneemt bij een toenemende leeftijd van de opponent. De kwadratische term ligt boven 1 wat wil zeggen dat de lineaire afname van de kans wordt afgezwakt (= minder sterk wordt) naarmate hogere leeftijden van de opponent-autobestuurder worden bereikt.

Leeftijd van de kwetsbare weggebruiker

Net zoals voor de leeftijd van de opponent, bestaat het effect van de leeftijd van de kwetsbare weggebruiker uit twee termen, nl. "leeftijd" en "(leeftijd)²". Beide termen liggen voor de totale groep kwetsbare weggebruikers boven 1 in Figuur 14 en beide zijn statistisch significant. De lineaire term wijst op een lineaire toename van de kans op ernstige/dodelijke verwondingen naarmate de leeftijd van een kwetsbare weggebruiker stijgt. De kwadratische term wijst op een versnelling van de toename van de kans naarmate hogere leeftijden worden bereikt.

De twee termen samen gecombineerd, betekent een toename van de leeftijd met één standaardafwijking of 20,1 jaar een toename van de kans op ernstige/dodelijke verwondingen met 57,2%. Voor geen van de twee termen, nl. "leeftijd" en "(leeftijd)²", treedt een significant verschil op met de subgroep "voetgangers en fietsers". Voor gemotoriseerde tweewielers zijn de effectgroottes veel kleiner en is de kwadratische term niet statistisch significant.

Een Zweedse studie over eenzijdige fietsongevallen vindt eveneens een hoger kans voor oudere fietsers om ernstige letsels te hebben in vergelijking met jongere fietsers. De kans (odds) op ernstige (MAIS3+) verwondingen ligt volgens deze studie 6,35 maal hoger voor 65-plussers dan voor 25-44 jarigen (Eriksson, Niska, & Forsman, 2022). Een Australische studie vindt dat de kans/odds op ernstige/dodelijke letsels (= overlijden of ziekenhuisopname) voor fietsers 114% hoger ligt voor 60-plussers dan 0-9 jarigen die de laagste kans hebben. De hogere ernst voor oudere fietsers is een gevolg van hun hogere kwetsbaarheid in vergelijking met jonge bestuurders (Boufous, de Rome, Senserrick, & Ivers, 2012). Een factsheet van de Stichting Wetenschappelijke Onderzoek Verkeersveiligheid toont door middel van een kwetsbaarheidsindex aan dat de kwetsbaarheid (verhouding tussen overleden fietsers en ernstig gewonde fietsers) voor fietsers sterk stijgt vanaf de leeftijd van 65 jaar (SWOV, 2013).

Samenvattende vergelijking tussen de continue variabelen onderling

Samengevat bedragen de effecten op kwetsbare weggebruikers, bij toename van één standaardafwijking, +4,4% voor voertuigleeftijd, +5,8% voor vermogen, -4,0% voor de leeftijd van de opponent en +57,2% voor de leeftijd van de kwetsbare weggebruiker. De predictor variabele met veruit de grootste impact op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen is dus de leeftijd van de kwetsbare weggebruiker. De effecten van de twee voertuigvariabelen zijn gevoelig kleiner maar onderling van een vergelijkbare grootteorde.

In tegenstelling tot het totaal van alle kwetsbare weggebruikers, en de subgroep "voetgangers en fietsers" zijn de continue predictoren "voertuigleeftijd" en "leeftijd van de opponent" niet significant voor de subgroep "bromfietsers en motorfietsers".

4.4 Modelleren van de kans (of odds) op overlijden

In Tabel 16 bevinden zich de resultaten voor de drie finale modellen met de kans op dodelijke verwondingen als afhankelijke variabele. De drie modellen hebben achtereenvolgens betrekking op 1) kwetsbare weggebruikers, 2) voetgangers en fietsers en 3) bromfietsers en motorfietsers. Een vollediger output van de modellen (inclusief betrouwbaarheidsintervallen) bevindt zich in bijlage. In hoofdstukken 4.4.2 en 4.4.3 worden de resultaten uit Tabel 16 gevisualiseerd aan de hand van grafieken.

Tabel 16 Resultaten m.b.t. de drie finale modellen over de kans op overlijden, odds-ratio's en significantie (n = 51556 kwetsbare weggebruikers, waaronder 523 ernstig/dodelijk gewonden)

	Afhankelijke variabele = overlijden					
	Kwetsbare W.		Voetg. + fietsers		Brom - en motorfietsers	
	Odds-ratio	Sign.	Odds-ratio	Sign.	Odds-ratio	Sign.
Voertuigmassa	1,231	***	1,276	***	1,144	(NS)
Leeftijd opponent	0,825	***	0,755	***	0,967	(NS)
Alcohol door opponent (ref.: negatief)						
Alcohol: andere/onbekend	0,788	(NS)	0,546	**	1,451	(NS)
Alcohol: positief	2,589	***	2,681	***	2,357	**
Leeftijd	1,539	***	1,744	***	1,291	*
(Leeftijd) ²	1,346	***	1,475	***	1,029	(NS)
Geslacht (ref.: vrouw)						
Man	1,622	***	1,584	**	1,504	(NS)
Onbekend	1,939	(NS)	1,497	(NS)	2,703	(NS)
Fiets	Ref. cat.		Ref. cat.		/	/
Voetganger	2,785	(NS)	2,936	(NS)	/	/
Bromfiets	0,818	(NS)	/	/	Ref. cat.	
Motorfiets	2,263	***	/	/	3,078	***
Snelheidszone (ref.: 30)						
50	4,127	***	4,052	***	4,013	(NS)
70	15,178	***	14,183	***	14,722	**
90	30,176	***	33,174	***	24,138	**
120	26,500	***	194,538	***	11,696	*
Onbekend	1,031	(NS)	1,207	(NS)	0,000	(NS)
Botsingstype (ref.: flank tegen flank)						
Andere of onbekend	1,467	(NS)	1,832	(NS)	1,166	(NS)
Met een voetganger	1,577	(NS)	1,539	(NS)	4,390	(NS)
Tss. 2 best.: langs opzij (voor-/achterkant-flank)	1,483	(NS)	1,745	(NS)	1,266	(NS)
Tussen 2 best.: frontale botsing	2,895	***	1,520	(NS)	3,692	***
Tussen 2 best.: langs achteren	1,762	(NS)	4,006	**	1,268	(NS)
Kettingbotsing (3 bestuurders of meer)	2,762	*	0,000	(NS)	3,841	**
Lichtgesteldheid (ref.: dag)						
Dageraad - schemering	0,738	(NS)	0,915	(NS)	0,535	(NS)
Nacht, geen openbare verlichting aanwezig	5,776	***	4,421	***	8,922	***
Nacht, openb. verlicht. aanw., maar niet ontstoken	1,907	(NS)	1,988	(NS)	0,000	(NS)
Nacht, openbare verlichting aanwezig en ontstoken	2,441	***	2,799	***	1,840	**
Onbekend	0,560	(NS)	0,911	(NS)	0,000	(NS)

Nota:

- Significante resultaten zijn als volgt aangeduid: * $p < .05$; ** $p .01$; *** $p .001$.
- Ref. = ref.cat. = referentiecategorie
- NS = niet-significant
- / = term is niet opgenomen in het model

4.4.1 Niet significante potentiële predictor variabelen

Tabel 17 herneemt Tabel 13 over de geteste variabelen maar in dit geval werden alle niet-significante variabelen doorschrapt. "Gebruikstermijn", "suv", en "autosegment" zijn niet significant en werden reeds eerder besproken in hoofdstuk 4.2. Verder blijkt het geslacht van de opponent-autobestuurder geen significante predictor van overlijden van de kwetsbare weggebruiker. Onder invloed zijn van alcohol blijkt wel een significante predictor van dodelijke verwondingen als het gaat om de opponent-autobestuurder maar niet als het gaat om de kwetsbare weggebruiker. Het feit dat voor de kwetsbare weggebruiker geen significante associatie wordt gevonden heeft mogelijk een methodologische verklaring. In de ongevallendatabank wordt enkel de uitslag van een ademtest en niet van een bloedafname geregistreerd. Er wordt zelden tot nooit een ademtest van dodelijk gewonden afgenomen. Indien slechts voor een heel kleine minderheid van verkeersdoden gekend is of zij onder invloed waren van alcohol of niet, kan ook niet bewezen worden of alcohol-positief zijn een effect heeft op de kans op overlijden. De ongevallendatabank laat niet toe om een dergelijk effect aan te tonen en andere gegevensbronnen zijn nodig om een potentieel verband tussen beide te onderzoeken. Terwijl in het model met de kans op ernstige/dodelijke verwondingen als afhankelijke variabele de voertuigvariabelen voertuigleeftijd en vermogen werden weerhouden in het finale model, wordt in het model met de kans op overlijden als afhankelijke variabele, massa als enige voertuigvariabele geselecteerd voor het finale model. Voertuigleeftijd en vermogen zijn niet opgenomen in het model (zie hoofdstuk 4.4.3).

Tabel 17 Lijst van geteste predictor variabelen, met doorschrapte niet-significante variabelen

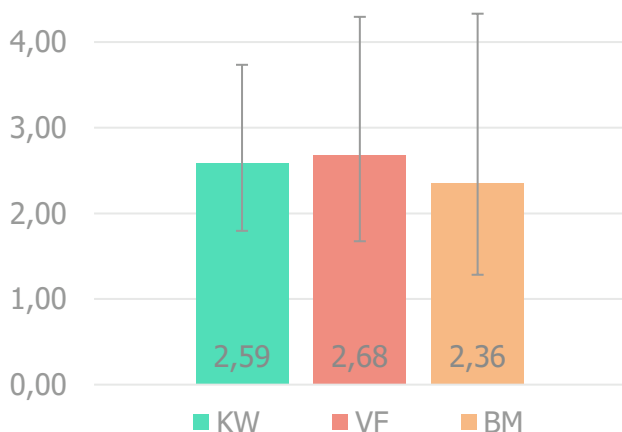
Personenwagen (opponent)	Kwetsbare (slachtoffers)	weggebruiker	Algemene ongevalsomstandigheden
Bestuurder: leeftijd	Leeftijd		Snelheidslimiet
Bestuurder: geslacht	Geslacht		Botsingstype
Bestuurder: onder invloed van alcohol	Onder invloed van alcohol		Lichtgesteldheid
Bestuurder: gebruikstermijn van voertuig	Verplaatsingswijze		
Voertuig: autosegment			
Voertuig: suv			
Voertuig: massa			
Voertuig: vermogen			
Voertuig: leeftijd			

4.4.2 Significante categorische predictor variabelen

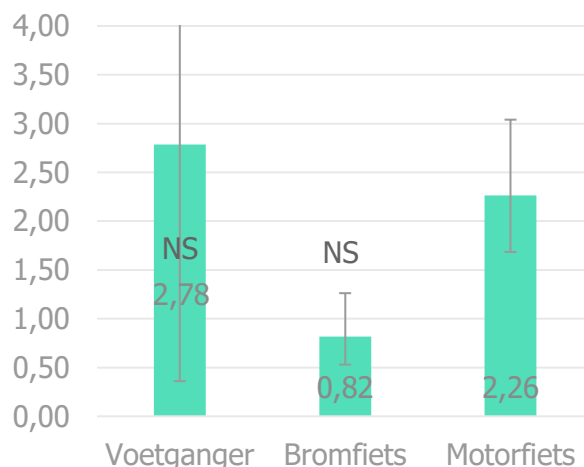
Dit hoofdstuk bevat een gelijkaardige analyse als hoofdstuk 4.3.2. Dezelfde categorische variabelen die een effect hebben op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen, hebben ook een effect op de kans op overlijden. Enkel geslacht van de kwetsbare weggebruiker komt er in dit hoofdstuk als predictor variabele bij. Gezien de gelijkenissen met hoofdstuk 4.3.2. blijven we in dit hoofdstuk beknopter maar benadrukken we wel eventuele verschillen met het model over de kans op ernstige/dodelijke verwondingen.

Figuur 15 Kans op overlijden, odds-ratio's van categorische predictor variabelen

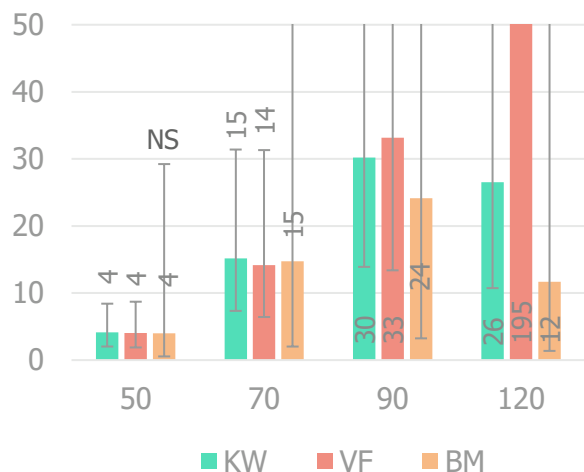
Bij positief alcoholresultaat bij opponent-autobestuurder (ref.: negatief)



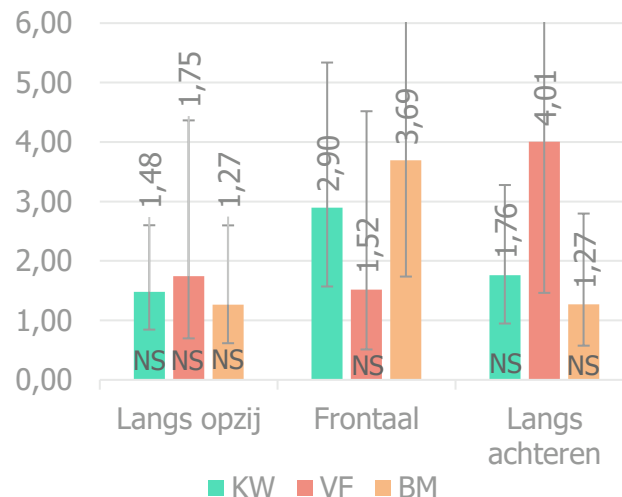
Volgens verplaatsingswijze van de kwetsbare weggebruiker (ref.: fietser)



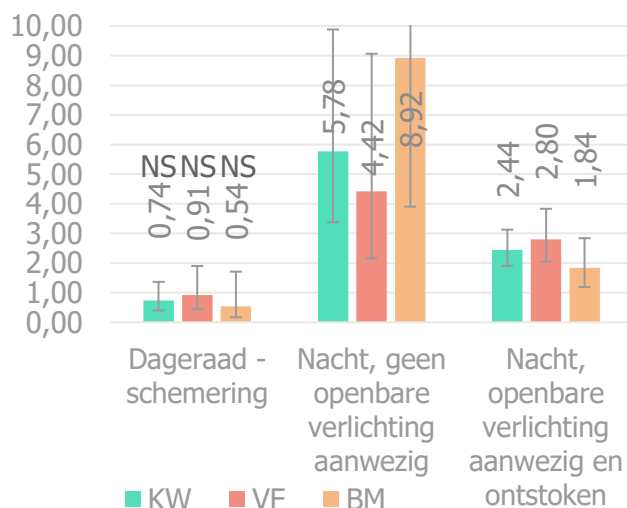
Volgens snelheidslimiet (ref.: 30)



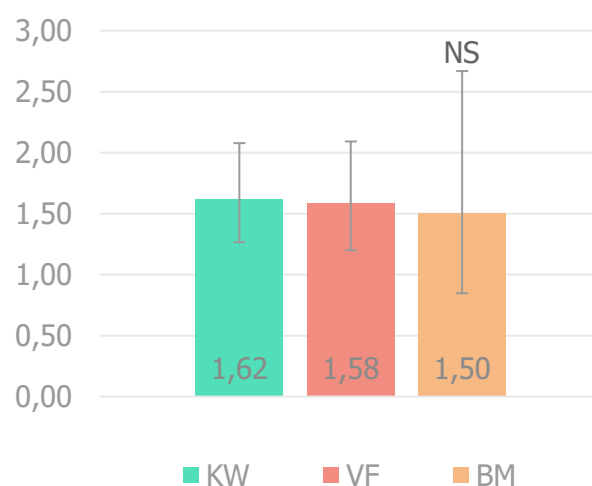
Volgens botsingstype (ref.: flank-tegen-flank)



Volgens lichtgesteldheid (ref.: overdag)



Bij mannen (ref.: vrouw)



Nota:

- Ref. = ref.cat. = referentiecategorie
- NS = niet-significant
- KW = kwetsbare weggebruiker; VF = "voetgangers en fietsers"; BM = "bromfietzers en motorfietzers"

Rijden onder invloed van alcohol door opponent

In vergelijking met een alcohol-negatieve autobestuurder doet een alcohol-positieve autobestuurder de kans op overlijden bij een kwetsbare weggebruiker met 159%*** toenemen. Er is geen significant verschil tussen "voetgangers en fietsers" en "gemotoriseerde tweewielers" wat betreft deze kans. Een gelijkaardige waarneming deden we ook voor het model met de kans op ernstige/dodelijke verwondingen als afhankelijke variabele maar nu is de effectgrootte van rijden onder invloed van alcohol door de autobestuurder groter.

Verplaatsingswijze van de kwetsbare weggebruiker

In vergelijking met fietsers hebben motorfietsers 116%*** meer kans op overlijden in een letselongeval met een personenwagen. De kans op overlijden is niet statistisch significant hoger voor bromfietsers in vergelijking met fietsers. Voor voetgangers is het betrouwbaarheidsinterval erg groot waardoor de coëfficiënt evenmin statistisch significant verschillend is van deze voor fietsers¹⁴. Ook in het model met de kans op ernstige/dodelijke verwondingen als afhankelijke variabele onderscheidten motorfietsers zich van fietsers maar nu lijkt de verhoogde kans voor motorfietsers nog iets hoger.

Snelheidszone

Wat betreft snelheidszone doen we een gelijkaardige waarneming als voor het model over de kans op ernstige/dodelijke verwondingen, nl. dat de kans op overlijden stijgt naarmate de toegelaten snelheidslimiet toeneemt. Net als voor de kans op ernstige/dodelijke verwondingen is de snelheidszone 120km/u een uitzondering hierop met een wat lagere kans op overlijden dan op 90km/u wegen, al geldt deze uitzondering niet voor "voetgangers en fietsers". Per snelheidszone overlappen de betrouwbaarheidsintervallen in Figuur 15 dus er zijn geen aanwijzingen voor significante verschillen tussen de drie groepen ("kwetsbare weggebruikers", "voetgangers en fietsers" en "brom en motorfietsers"). In vergelijking met een 30km/u zone is de kans op overlijden voor kwetsbare weggebruikers respectievelijk 4*** maal hoger op 50km/u wegen, 15*** maal hoger op 70km/u wegen, 30*** maal hoger op 90km/u wegen en 26,5*** maal hoger op 120km/u wegen. Deze effectgroottes zijn gevoelig groter als deze die werden waargenomen voor het model met de kans op ernstige/dodelijke verwondingen als afhankelijke variabele.

Botsingstype

In vergelijking met een "flank-tegen-flank" aanrijding is de kans op overlijden voor kwetsbare weggebruikers enkel significant verhoogd in frontale aanrijdingen, wel met maar liefst 190%***. Voor "bromfietsers en motorfietsers" lijken frontale aanrijdingen tot de hoogste overlijdenskans te leiden (+269%***), terwijl dit bij "voetgangers en fietsers" aanrijdingen langs achteren lijken te zijn (+301%**). Alle betrouwbaarheidsintervallen in de figuur zijn echter erg groot en overlappen elkaar zodat deze waarnemingen met de nodige voorzichtigheid moeten geïnterpreteerd worden. De waarnemingen liggen echter volledig in dezelfde lijn als deze voor het model over de kans op ernstige/dodelijke verwondingen maar opnieuw zijn de effectgroottes navenant groter in het model over de overlijdenskans.

Lichtgesteldheid

In vergelijking met overdag is de kans op overlijden voor kwetsbare weggebruikers bij dageraad-schemering niet statistisch significant verhoogd. Bij nacht is de kans bijna zes keer*** hoger indien er geen openbare verlichting aanwezig is en 2,5 keer*** hoger indien er wel ontstoken openbare verlichting aanwezig is. Een studie op basis van gegevens voor de Amerikaanse Staat North-Carolina voor de periode 1997-2000 vindt dat de probabiteit van overlijden voor voetgangers 2 tot 4 maal hoger is bij nacht met al dan niet openbare verlichting (Kim J.K., Ulfarsson, Shankar, & Kim S., 2008). Er lijken geen significante verschillen op te treden tussen "voetgangers en fietsers" en "gemotoriseerde tweewielers" (overlappende betrouwbaarheidsintervallen). Gelijkaardige waarnemingen deden we voor het model met de kans op ernstige/dodelijke verwondingen als afhankelijke variabele. Zoals reeds gebleken is voor alle andere categorische predictor variabelen, blijken de effectgroottes wel groter.

¹⁴ Het grote betrouwbaarheidsinterval wordt veroorzaakt door een methodologische tekortkoming van de modellering waarbij de categorie "voetganger" van de variabele "verplaatsingswijze" zo goed als volledig overlapt met de categorie "botsing met een voetganger" van de variabele "botsingstype" (Tabel 14). Deze overlapping van categorieën van twee variabelen die voor de rest geen overlappende categorieën hebben, zorgt ervoor dat de schatting van de coëfficiënten en hun standard errors onstabiel wordt. Dit leidt tot grote betrouwbaarheidsintervallen. Omdat de andere categorieën van de twee variabelen meer onafhankelijk zijn van elkaar werd gekozen om toch beide variabelen, verplaatsingswijze en botsingstype, in het model te houden.

Geslacht van de kwetsbare weggebruiker

Geslacht is de enige categorische predictor variabele die significant blijkt in het model over dodelijke verwondingen en niet in het model over ernstige/dodelijke verwondingen. In vergelijking met vrouwen is de kans op overlijden met 62%*** verhoogd voor mannelijke kwetsbare weggebruikers en met een vergelijkbare grootteorde voor mannelijke "voetgangers en fietsers". Voor "brom- en motorfietsers" is deze met 50%(NS) verhoogd ten opzichte van vrouwen maar door het grote betrouwbaarheidsinterval blijkt dit niet statistisch significant.

De bevinding dat mannen een hogere kans hebben op ernstige/dodelijke verwondingen dan vrouwen wordt ook gevonden in een Zweedse studie, althans voor fietsers in eenzijdige ongevallen. De studie toont aan dat de kans (odds) voor mannelijke fietsers op ernstige (MAIS3+) letsels 65% hoger ligt in de periode 2010-2019 dan voor vrouwelijke fietsers. Er wordt geen verklaring aangereikt voor deze bevinding (Eriksson, Niska, & Forsman, 2022).

Samenvattende vergelijking: categorische variabelen

Het model bevat in totaal zes categorische predictor variabelen. Per variabele is de categorie met de sterkste impact op de kans op overlijden bij kwetsbare weggebruikers als volgt:

- 30 maal*** hoger op 90km/u wegen t.o.v. 30 km/u wegen,
- 6 maal*** hoger bij nacht zonder openbare verlichting t.o.v. overdag,
- +190%*** bij frontale aanrijdingen t.o.v. "flank-tegen-flank"-aanrijdingen
- +159%*** wanneer opponent een positief alcoholresultaat heeft t.o.v. een negatief resultaat
- +116%*** bij motorfietsers t.o.v. fietsers
- +62%*** bij mannen t.o.v. vrouwen

Al deze categorieën hebben een opvallend grote impact op de afhankelijke variabele, maar snelheidszone heeft duidelijk de grootste impact.

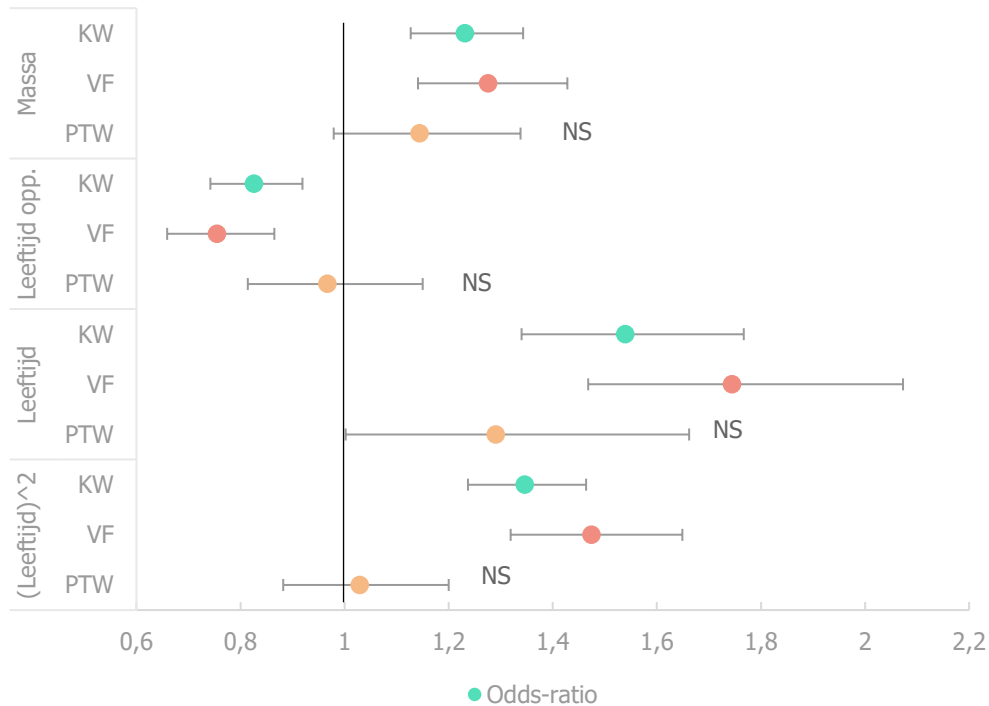
Wegens het relatief lage aantal doden in de dataset (523 overleden kwetsbare weggebruikers) zijn de betrouwbaarheidsintervallen in Figuur 15 erg groot. Bijgevolg kunnen we maar zelden significante verschillen waarnemen tussen "voetgangers en fietsers" en "bromfietsers en motorfietsers". Ondanks dit feit kunnen we - tevens dankzij de gelijkenis met het eerdere model over ernstige/dodelijke verwondingen - stellen dat voor "bromfietsers en motorfietsers" eerder frontale aanrijdingen het gevaarlijkst zijn terwijl dit voor "voetgangers en fietsers" eerder aanrijdingen "langs achteren" zijn.

De observaties per predictor variabele zijn gelijkaardig voor het model met de kans op overlijden als afhankelijke variabele als voor het model met de kans op ernstige/dodelijke verwondingen als afhankelijke variabele. Steeds opnieuw wordt echter vastgesteld dat de effectgroottes groter zijn wanneer de kans op overlijden de afhankelijke variabele is.

4.4.3 Significante continue predictor variabelen

De effecten van de continue variabelen in Tabel 16 worden visueel weergegeven in Figuur 16. Een odds-ratio van 1 betekent "geen effect". Hoe verder het effect van een continue variabele verwijderd is van de verticale lijn die een odds-ratio van 1 weergeeft, hoe groter het effect. Wanneer betrouwbaarheidsintervallen de verticale lijn overlappen, dan is er geen statistisch significant effect op het .05 significantieniveau.

Figuur 16 Kans op overlijden, odds-ratio's van continue predictor variabelen



Nota:

- *NS = niet-significant*
- *KW = kwetsbare weggebruiker*
- *VF = "voetgangers en fietsers"*
- *BM = "bromfietzers en motorfietzers"*

Massa

Massa is de enige voertuigvariabele in het model over de kans op overlijden van kwetsbare weggebruikers. In het model over de kans op ernstige/dodelijke verwondingen was de variabele massa niet opgenomen maar wel de twee voertuigvariabelen voertuigleeftijd en vermogen (zie hoofdstuk 4.3) omdat dit tot een iets betere model fit leidde.

Bij toename van één standaardafwijking of 294kg van de massa van de opponent-personenwagen, neemt de kans op dodelijke verwondingen toe met 23,1%*** voor kwetsbare weggebruikers, met 27,6%*** voor "voetgangers en fietsers" en met 14,4%(NS) voor gemotoriseerde tweewielers maar voor deze laatste groep is het effect van massa op overlijden niet significant. Verklaringen voor de relatie tussen massa en letselernst werden reeds aangehaald in hoofdstuk 3.1. Het effect van massa op overlijden wordt verklaard door het feit dat zwaardere voertuigen gemiddeld een rigidere structuur, een nadeliger/hoger frontprofiel en een hoger vermogen hebben. De belangrijkste verklaring echter is dat bij de botsingsimpact kinetische energie vrijkomt die recht evenredig is met de massa van het voertuig (Pelssers et al., 2017). Hoe groter dus de massa, hoe groter de botsingsimpact is.

Leeftijd van de opponent

Net als voor het model met de kans op ernstige/dodelijke verwondingen als afhankelijke variabele is de leeftijd van de opponent geen significante predictor van overlijden bij "bromfietzers en motorfietzers" (de effectgrootte is ook veel kleiner). Voor kwetsbare weggebruikers in hun geheel neemt de kans op overlijden met 21,2%***¹⁵ af bij een toename van de leeftijd van de opponent-bestuurder met één standaardafwijking of 17,4 jaar. Voor "voetgangers en fietsers" neemt deze kans zelfs af met 32,5%***¹⁶. Beide effecten van de leeftijd van de opponent, zowel op kwetsbare weggebruikers als op "voetgangers en fietsers" werden ook teruggevonden in het eerdere model over kans op ernstige/dodelijke verwondingen (en evenmin werd een effect gevonden voor "bromfietzers en motorfietzers"), maar beide effecten zijn groter in het model over de kans op overlijden.

In een Amerikaanse studie (Kim J.K., Ulfarsson, Shankar, & Kim S., 2008) werd vastgesteld dat de kans op dodelijke en ernstige letsels bij voetgangers afneemt naarmate de bestuurder van het aanrijdende voertuig ouder is. Als argument wordt aangehaald dat oudere bestuurders voorzichtiger rijden en zich vaker dan gemiddeld op wegen met lage snelheidslimieten verplaatsen.

Leeftijd van de kwetsbare weggebruiker

Net zoals voor het model met de kans op ernstige/dodelijke verwondingen als afhankelijke variabele, bestaat het effect van de leeftijd van de kwetsbare weggebruiker uit twee termen, nl. "leeftijd" en "(leeftijd)²". Beide termen liggen voor de totale groep kwetsbare weggebruikers boven 1 in Figuur 16 en beide zijn statistisch significant. De lineaire term wijst op een lineaire toename van de kans op overlijden naarmate de leeftijd van een kwetsbare weggebruiker stijgt. De kwadratische term wijst op een versnelling van de toename van de kans naarmate hogere leeftijden worden bereikt.

De twee termen samen gecombineerd, betekent een toename van de leeftijd met één standaardafwijking of 20,1 jaar een toename van de kans op dodelijke verwondingen met 107,1%. Voor geen van de twee termen, nl. "leeftijd" en "(leeftijd)²", treedt een significant verschil op met de subgroep "voetgangers en fietsers". Voor gemotoriseerde tweewielers zijn de effectgroottes veel kleiner en is de kwadratische term niet statistisch significant. Net zoals voor alle andere predictor variabelen is de effectgrootte van de leeftijd van de kwetsbare weggebruiker groter in het model met overlijden met afhankelijke variabele dan in het model met de kans op ernstige/dodelijke verwondingen als afhankelijke variabele.

Samenvattende vergelijking tussen de continue variabelen onderling

Samengevat bedragen de effecten op kwetsbare weggebruikers, bij toename van één standaardafwijking, +23,1% voor voertuigmassa, +21,2% voor leeftijd van de autobestuurder, +107,1%% voor de leeftijd van de kwetsbare weggebruiker. De predictor variabele met veruit de grootste impact op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen is dus de leeftijd van de kwetsbare weggebruiker.

In tegenstelling tot het totaal van alle kwetsbare weggebruikers, en de subgroep "voetgangers en fietsers" zijn de continue predictoren "voertuigmassa" en "leeftijd van de opponent" niet significant voor de subgroep "bromfietzers en motorfietzers". En wat betreft de eigen leeftijd is het effect zwakker voor "bromfietzers en motorfietzers" dan voor de twee andere groepen.

Vergelijken we het model over de kans op overlijden met het model over de kans op ernstige/dodelijke verwondingen, dan valt op dat in het eerste model de voertuigvariabele massa significant is terwijl in het tweede model voertuigleeftijd en vermogen significant zijn. De predictor variabelen die gemeenschappelijk zijn in beide modellen, nl. leeftijd van de opponent en leeftijd van de aangereden weggebruiker, hebben een sterker effect in het model over de kans op overlijden.

¹⁵ Voor de vergelijkbaarheid met effecten/odds-ratio's groter dan 1 werd de inversie van de odds-ratio genomen.

¹⁶ Voor de vergelijkbaarheid met effecten/odds-ratio's groter dan 1 werd de inversie van de odds-ratio genomen.

5 Conclusie

Voor een eerste maal in België werden gegevens over letselongevallen gekoppeld aan gedetailleerde gegevens over voertuigen. Het resultaat is een nieuwe rijke databank met nieuwe onderzoeksmogelijkheden. Doelstelling van deze studie was om de rol van voertuigvariabelen zoals massa en voertuigleeftijd op de letselernst van kwetsbare weggebruikers die door personenwagens worden aangereden, te analyseren.

De analyses in dit rapport maken het mogelijk om de volgende vragen te beantwoorden:

- Welke voertuigkenmerken zijn bepalend voor de letselernst van kwetsbare weggebruikers?
- Voor welke voertuigkenmerken is er geen significante samenhang met de letselernst van kwetsbare weggebruikers?
- Wat is het relatieve belang van voertuigkenmerken in vergelijking met andere variabelen die gerelateerd zijn aan de letselernst van kwetsbare weggebruikers?
- Zijn dezelfde voertuigkenmerken bepalend voor de letselernst van “voetgangers en fietsers” als voor de letselernst van “bromfietzers en motorfietzers”?

Deze vragen worden hieronder achtereenvolgens beantwoord.

Welke voertuigkenmerken zijn bepalend voor de letselernst van kwetsbare weggebruikers? (gebaseerd op multivariate analyse)

Zowel massa als vermogen hebben een effect op de kans op ernstige/dodelijke letsels en de kans op overlijden. Vermogen is iets bepalender voor de kans op ernstige/dodelijke verwondingen dan massa. Omgekeerd is massa iets bepalender voor de kans op overlijden dan vermogen. Algemeen kunnen we stellen dat krachtige, zware wagens vaker gepaard gaan met een hogere letselernst voor kwetsbare weggebruikers dan minder krachtige, lichte personenwagens. Wat betreft massa, zien we dat bij een toename van 300kg van de massa van de opponent-personenwagen, de kans op overlijden met 23% toeneemt voor kwetsbare weggebruikers. Het effect van massa op overlijden wordt verklaard door het feit dat zwaardere voertuigen gemiddeld een rigidere structuur, een nadeliger/hoger frontprofiel en een hoger vermogen hebben. Bovendien wordt de botsingsimpact groter bij een toenemende massa.

Wat betreft vermogen, neemt de kans op ernstige/dodelijke verwondingen toe met 6% bij een toename van 35kW in de variabele vermogen. Het effect van vermogen op de kans op ernstige/dodelijke verwondingen wordt mee verklaard door de samenhang met massa en zeer vermoedelijk door het feit dat bestuurders met een wagen met een hoger vermogen gemiddeld een sportievere rijstijl hebben. Dit laatste is echter een hypothese die niet met cijfermateriaal gestaafd kan worden.

Afgezien van massa en vermogen is ook voertuigleeftijd een belangrijke variabele, maar enkel als het gaat om de kans op ernstige/dodelijke verwondingen en niet als het gaat om de kans op overlijden. Bij een toename van circa 5 jaar in de leeftijd van een personenwagen, stijgt de kans op ernstige/dodelijke verwondingen bij kwetsbare weggebruikers met 4%. Het effect op kwetsbare weggebruikers kan verklaard worden door het feit dat oudere voertuigen vanuit kwantitatief en kwalitatief opzicht minder goed zijn uitgerust met passieve/actieve veiligheidssystemen.

Voor welke voertuigkenmerken is er geen significante samenhang met de letselernst van kwetsbare weggebruikers? (gebaseerd op multivariate analyse)

Afgezien van de drie significant bevonden voertuigkenmerken werden drie andere voertuigkenmerken in de modellen getest die niet statistisch significant werden bevonden. Het gaat om “gebruikstermijn van het voertuig”, “autosegment” en de variabele “SUV”. Wat betreft SUV’s kon geen verband worden gevonden tussen letselernst en de SUV’s die in België rondrijden, welke meestal van het middelgrote of kleinere type zijn. Zoals eerder gesteld speelt massa wel een rol en zou men kunnen verwachten dat SUV’s omwille van hun hogere massa gevaarlijker zijn voor kwetsbare weggebruikers. Op basis van de huidige analyses blijken SUV’s echter niet gevaarlijker dan de gemiddelde personenwagen. In vervolgonderzoek zal worden nagegaan of dit mogelijk kan verklaard worden door het feit dat zij meer uitgerust zijn met rijk hulpsystemen. Dit zal ook worden nagegaan voor pick-ups.

Wat is het relatieve belang van voertuigkenmerken in vergelijking met andere variabelen die gerelateerd zijn aan de letselernst van kwetsbare weggebruikers?

Alhoewel de effectgroottes van de drie statistisch significante voertuigkenmerken (vermogen, massa en voertuigleeftijd) statistisch significant zijn, vallen zij relatief klein uit in vergelijking met andere predictoren die gerelateerd zijn aan letselernst. De predictor variabelen werden in elk model ingedeeld in drie groepen: 1) kenmerken van de personenwagen (en zijn bestuurder), 2) kenmerken van de kwetsbare weggebruiker, en 3) algemene ongevalsomstandigheden. Als het gaat om het model over de kans op overlijden is een belangrijke predictor in de eerstgenoemde groep "rijden onder invloed van alcohol door de opponent". Wanneer de opponent-autobestuurder onder invloed is van alcohol, is de kans op overlijden voor de kwetsbare weggebruiker anderhalf keer hoger (+159%). Een van de belangrijkste variabelen in de tweede groep is de leeftijd van de kwetsbare weggebruiker. Bij een toename van de leeftijd van de kwetsbare weggebruiker met één standaardafwijking (20 jaar) vanaf de leeftijd van 37 jaar¹⁷ stijgt de kans op overlijden met maar liefst 107%. Dit is iets meer dan een verdubbeling. In de derde groep "algemene ongevalsomstandigheden" spelen alle variabelen – snelheidslimiet, botsingstype, lichtgesteldheid – een belangrijke rol maar snelheidslimiet is veruit de belangrijkste. Op 90km/u wegen blijkt de kans op overlijden 30 maal hoger te liggen voor een kwetsbare weggebruiker t.o.v. 30km/u wegen. Zelfs op 50km/u wegen is de kans op overlijden ongeveer 4 maal hoger dan op 30km/u wegen. De snelheidslimiet is daarmee van alle predictoren degene met het grootste effect. Hieraan moet toegevoegd worden dat we in de dataset geen informatie hebben over de werkelijk gereden snelheid en over overdreven/onaangepaste snelheid welke vanzelfsprekend ook een invloed hebben op letselernst.

Gemeenschappelijk aan vele van de significante voorspellende variabelen – lichtgesteldheid, snelheidslimiet, alcohol – is dat zij een invloed hebben op de snelheid waarmee een autobestuurder een kwetsbare weggebruiker opmerkt en bijgevolg ook op de remafstand. Hoe korter de remafstand is, hoe groter de botsingsimpact wordt en daarmee ook de kans op ernstige of dodelijke letsels.

Zijn dezelfde voertuigkenmerken (en andere variabelen) bepalend voor de letselernst van "voetgangers en fietsers" als voor de letselernst van "bromfietsers en motorfietsers"?

De resultaten van deze studie zijn vrij gelijklopend voor de groep "voetgangers en fietsers" en de groep "bromfietsers en motorfietsers". Toch zijn er ook enkele verschillen. Voor "bromfietsers en motorfietsers" zijn minder predictor variabelen statistisch significant (zowel omdat de effectgroottes kleiner zijn als omdat de groep "bromfietsers en motorfietsers" minder observaties telt): leeftijd van de opponent is niet significant terwijl dit wel het geval is voor "voetgangers en fietsers" (dit geldt zowel voor het model over de kans op overlijden als voor het model over de kans op ernstige/dodelijke verwondingen); voertuigleeftijd is geen significante predictor van ernstige/dodelijke verwondingen terwijl dit wel het geval is voor "voetgangers en fietsers"; en ten laatste is "voertuigmassa" geen significante predictor van overlijden terwijl dit opnieuw wel het geval is voor "voetgangers en fietsers". Daarnaast merken we dat frontale botsingen voor "bromfietsers en motorfietsers" eerder de gevaarlijkste botsingen zijn, terwijl dit voor "voetgangers en fietsers" eerder botsingen langs achteren zijn.

Beperkingen van de gebruikte data

Om de resultaten goed te kunnen interpreteren is het belangrijk om ook de beperkingen van de gebruikte data voor ogen te houden. Een eerste beperking is dat de afhankelijke variabele in de modellen gebaseerd is op politiegegevens. Dit is niet zozeer een probleem voor wat betreft de kans op overlijden, aangezien de politiegegevens een betrouwbare bron zijn wat betreft verkeersdoden. Dit is wel een tekortkoming voor wat betreft de kans op ernstige/dodelijke verwondingen. Slachtoffers met ernstige verwondingen worden gedefinieerd als verkeersslachtoffers die minstens 24 uur in het ziekenhuis verblijven maar dit wordt niet altijd gecontroleerd door de politie. Bijgevolg is de indeling van verkeersslachtoffers in de categorie ernstig gewonden niet volledig accuraat. Beter zou zijn als de categorie ernstig gewonden gebaseerd is op ziekenhuisgegevens en de daaruit op medische criteria gebaseerde categorie voor ernstig gewonden, "MAIS3+ gewonden". Om dit te realiseren zouden de gekoppelde ACC-DIV gegevens op hun beurt gekoppeld moeten worden aan de ziekenhuisgegevens. Een andere beperking is de onderregistratie van gewonden door de politie: de politie registreert niet alle gewonden omdat zij niet op de hoogte is van alle gewonden. Bovendien is onderregistratie selectief. Zij varieert onder andere in functie van de letselernst, de leeftijd en de verplaatsingswijze van de in letselongevallen betrokken personen. De onderregistratie is groter voor lichtgewonden dan voor zwaargewonden, maar verwaarloosbaar voor verkeersdoden. De resultaten in dit

¹⁷ De relatie tussen de predictor "leeftijd van de kwetsbare weggebruiker" en de logodds van de afhankelijke variabele is kwadratisch. Dit betekent dat het effect van leeftijd op de kans op overlijden versnelt naarmate de leeftijd van de kwetsbare weggebruiker toeneemt. De toename met 107% van de kans op overlijden, bij de toename van de leeftijd met één standaardafwijking, geldt specifiek voor 37-jarigen, en is niet zomaar transposeerbaar naar andere leeftijden.

rapport, waarbij o.a. de kans op ernstige/dodelijke verwondingen versus niet-ernstige/dodelijke verwondingen wordt gemodelleerd, worden gedeeltelijk beïnvloed door deze onderregistratie.

Een andere beperking is het ontbreken van informatie over de rijstijl die geassocieerd is met bepaalde type voertuigen. Zo is het waarschijnlijk dat de hoge kans op (ernstige/dodelijke verwondingen gerelateerd aan sportieve wagens en wagens met een hoog vermogen verband houdt met een gemiddeld sportievere of agressievere rijstijl van de bestuurders. Alhoewel er enkele wetenschappelijke artikels zijn die dit verband aantonen, beschikken we niet over cijfermateriaal om dit te staven.

Een andere beperking is de kwaliteit van de variabelen "koetswerktype: kindcode" en "koetswerktype: autosegment" in de gekoppelde ACC-DIV gegevens. We hebben in deze studie de indeling van Statbel gebruikt. Er bestaan echter ook nog andere indelingen en het is niet uit te sluiten dat met een andere indeling de resultaten zouden kunnen veranderen.

Toekomstig onderzoek

Als verklaring voor het effect van voertuigleeftijd op letselernst haalden we in dit rapport de betere en meer uitgebreide uitrusting met passieve/actieve veiligheidssystemen van recente voertuigen aan. Dit verband zou dieper onderzocht kunnen worden door aan de gekoppelde ACC-DIV gegevens per automodel EuroNCAP informatie toe te voegen. Het gaat dan om de algemene EuroNCAP veiligheidsscores, opgesplitst in scores voor volwassen auto-inzittenden, minderjarige auto-inzittenden en kwetsbare weggebruikers, en ook om informatie over de uitrusting met specifieke veiligheidssystemen zoals automatische noodremsystemen (automatic emergency braking). Ook de hoogte van de motorkap zou mee in rekening kunnen genomen worden.

In dit rapport werd de letselernst van kwetsbare weggebruikers in een botsing met een personenwagen geanalyseerd. Een volgende stap is de analyse van de letselernst van auto-inzittenden door middel van een multivariate analyse, zoals in dit rapport werd gedaan voor de letselernst van kwetsbare weggebruikers. Daarbij kunnen dezelfde voertuigkenmerken bestudeerd worden als in dit rapport maar kan daarbovenop informatie toegevoegd worden over o.a. de mass ratio (het verschil in massa tussen de twee botsingspartners) en EuroNCAP veiligheidsscores en andere EuroNCAP informatie.

Referenties

- AAA (2018) : Association Auxiliaire de l'Automobile. (2018). *New passenger car registrations breakdown by power 1990-2017*.
- Arnedt, J. T., Wilde, G. J. S., Munt, P. W., & MacLean, A. W. (2001). How do prolonged wakefulness and alcohol compare in the decrements they produce on a simulated driving task? *Accident Analysis and Prevention*, 33 (3), 337-344.
- Bernstein, D. A., Clarke-Stewart, A., Roy, E. J., Srull, T. K., & Wickens, C. D. (1994). *Psychology*. Boston: Houghton Mifflin Company
- Boufous, S., de Rome, L., Senserrick, T., & Ivers, R. (2012). Risk factors for severe injury in cyclists involved in traffic crashes in Victoria, Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 49, 404-409.
- Eriksson, J., Niska, A., & Forsman, Å. (2022). Injured cyclists with focus on single-bicycle crashes and differences in injury severity in Sweden. *Accident Analysis & Prevention*, 165, 106510.
- Joksch, H.C., 2000. Vehicle design versus aggressivity. *US Department of Transportation Report*, DOT HS 809 194.
- Van Kampen, L. T. B. (2003). *Het ledig gewicht van motorvoertuigen*. Nederland, Leidschendam, SWOV
- Kim, J. K., Ulfarsson, G. F., Shankar, V. N., & Kim, S. (2008). Age and pedestrian injury severity in motor-vehicle crashes: A heteroskedastic logit analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 40(5), 1695-1702.
- Krahé, B. and Fenske, I. (2002), Predicting aggressive driving behavior: The role of macho personality, age, and power of car. *Aggr. Behav.*, 28: 21-29.
- Mccartt (2017) : McCartt, A. T., & Hu, W. (2017). Effect of vehicle power on passenger vehicle speeds. *Traffic Injury Prevention*, Issue 5, Volume 18, p500-p507
- Pelssers, B., Riguelle, F., Schoeters, A. & Leblud, J. (2017) *Themadossier verkeersveiligheid nr. 9. Snelheid*. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid -Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- SWOV (2013) *Factsheet. Oudere fietsers*, Leidschendam, SWOV

Bijlage

Tabel 18 Correlaties tussen zes continue voertuigvariabelen (op basis van dataset die alle auto-ongevallen bevat ongeacht de opponent)

	Vermogen	Massa	Voertuig- leeftijd	Gebruiks- termijn	Leeftijd titularis	Power-to- weight
Vermogen	1.000					
Massa	0.682***	1.000				
Voertuigleeftijd	-0.285***	-0.148***	1.000			
Gebruikstermijn	-0.094***	-0.034***	0.266***	1.000		
Leeftijd titularis	0.025***	0.034***	-0.019***	0.390***	1.000	
Power-to-weight	0.869***	0.281***	-0.245***	-0.127***	0.007*	1.000

Tabel 19 Tien van de meest frequente automodellen per categorie van de variabele "koetswerktype: kindcode"

Auto dubbel gebruik	Cabriolet	Coupé	Hatchback	Sedan	Stationwagen	Voertuig meerdere doeleinden
OPEL ZAFIRA	PEUGEOT 207	OPEL ASTRA	FORD FIESTA	BMW 318D	VOLKSWAGEN GOLF	OPEL CORSA
CITROEN XSARA PICASSO	RENAULT MEGANE	VOLVO C30	VOLKSWAGEN POLO	AUDI A4	OCTAVIA	TOYOTA YARIS
RENAULT MEGANE	OPEL ASTRA	SMART FORTWO	CITROEN C3	MERCEDES C200CDI	TIGUAN	NISSAN QASHQAI
FORD FOCUS	CITROEN C3 PLURIEL	TOYOTA IQ	RENAULT CLIO	BMW 520D	X2008	FIAT PUNTO
OPEL ASTRA	VOLKSWAGEN EOS	AUDI A5	X208	MERCEDES E220CDI	CITROEN BERLINGO	OPEL MERIVA
VOLKSWAGEN GOLF	PEUGEOT 307	VOLKSWAGEN SCIROCCO	FIAT 500	OCTAVIA	PASSAT	OPEL ZAFIRA
VOLKSWAGEN PASSAT	AUDI A3	BMW 320D	VOLKSWAGEN GOLF	BMW 320D	DUSTER	V40
VOLVO V40	VOLKSWAGEN NEWBEETLE	RENAULT MEGANE	SANDERO	VOLKSWAGEN JETTA	PARTNER	X308
FORD GALAXY	OPEL TIGRA	Mustang	FORD FOCUS	MERCEDES E200CDI	A4 Avant	RENAULT MEGANE SCENIC
CITROEN BERLINGO	VOLVO C70	X420d	PEUGEOT 207	A3 Limousine	XC60	X3008

Nota: de modellen in de bovenstaande tabel zijn het resultaat van een query op de gekoppelde ACC-DIV gegevens. Het resultaat van deze query is onbewerkt (afgezien van het weghalen van het overbodige leesteken ": "). In de DIV-gegevens komen sommige modellen meerdere keren voor via verschillende schrijfwijzes. In dat geval werd het model slechts één keer opgenomen in de bovenstaande tabel.

Tabel 20 Tien van de meest frequente automodellen per categorie van de variabele "koetswerktype: autosegment"

Dwerg- auto's	A Miniklasse	B Compacte klasse	C Compacte middenklas se	D Middenklas se	E Hogere middenklas se	F Topklasse
SMART FORTWO	TOYOTA AY GO	OPEL CORSA	CITROEN BERLINGO	AUDI A4	BMW 520D	V40 Cross Country
TOYOTA IQ	CITROEN C2	FORD FIESTA	AUDI A3	BMW 318D	AUDI A6	V60 Cross Country
FIAT SEICENTO	CITROEN C1	RENAULT CLIO	308	BMW 320D	A6 Avant	VOLVO S80
CITROEN 2CV	FORD KA	PEUGEOT 206	C4 PICASSO	A4 Avant	BMW 525D	MERCEDES SLK200
FIAT 126	PEUGEOT 107	POLO	BMW 1	508	E 200 D	MERCEDES S320CDI
	PEUGEOT 106	CITROEN C3	CADDY	316d	i40	XC60 T8 Twin Engine
	i10	208	ASTRA	A5 Sportback	A6 Limousine	BMW 730D
	108	FIAT 500	CEE D	A4 Limousine	518d	S 350 BLUETEC
	ADAM	FIAT PUNTO	BMW 116D	AUDI A5	E 220 D	AUDI A8
	UP!	PEUGEOT 207	C4	420d	Jaguar XF	V90 Cross Country

SUV XS	SUV S	SUV M	SUV L	SUV XL	Sportieve auto	Bestelwagen, pick-up
NISSAN QASHQAI	CITROEN C5	Range Rover Sport	AUDI Q7	CHEVROLET SUBURBAN	SCIROCCO	TRAFIC
2008	TUCSON	PEUGEOT 5008	Audi e-tron	/	Mustang	Vivaro-B
CAPTUR	X1 sDrive18d	HYUNDAI SANTAFE	GLS 350 D 4MATIC	/	VOLKSWAGEN EOS	Transit Custom
DUSTER	NISSAN X-TRAIL	VOLVO XC90	Jaguar I-PACE	/	PORSCHE 911	EXPERT
Mokka	Q5	GLC 220 D 4MATIC	Q8	/	AUDI TT	Ranger
TOYOTA RAV4	KADJAR	Jaguar F-PACE	X7 xDrive40i	/	MAZDA MX-5	TOYOTA HILUX
NISSAN JUKE	Kuga	BMW X5 3.0D	FORD EXPLORER 4WD	/	VOLVO C70	FIAT DUCATO
Q3	PEUGEOT 3008	XC40	C-CROSSER	/	500 ABARTH	JUMPY
Range Rover Evoque	TIGUAN	KODIAQ	CHEVROLET TAHOE	/	ALFA ROMEO ALFA GT	NISSAN NAVARA
SPORTAGE	3008	VOLKSWAGEN TOUTAREG	EQC 400 4MATIC	/	HYUNDAI COUPE	Sprinter

Nota: de modellen in de bovenstaande tabel zijn het resultaat van een query op de gekoppelde ACC-DIV gegevens. Het resultaat van deze query is onbewerkt (afgezien van het weghalen van het overbodige leesteken ". "). In de DIV-gegevens komen sommige modellen meerdere keren voor via verschillende schrijfwijzes. In dat geval werd het model slechts één keer opgenomen in de bovenstaande tabel.

Tabel 21 Model output, kans op ernstige/dodelijke verwondingen, kwetsbare weggebruikers

Term	B	S.E.	Z-value + sign.	Odds-ratio	95% C.I. for OR
Voertuigleeftijd	0,043	0,017	2,599**	1,044	[1,011;1,078]
Vermogen	0,056	0,016	3,482***	1,058	[1,025;1,092]
Leeftijd opponent	-0,070	0,018	-3,93***	0,932	[0,9;0,966]
(Leeftijd opponent) ²	0,031	0,015	2,041*	1,031	[1,001;1,062]
Alcohol door opponent (ref.: negatief)					
Alcohol opp.: andere/onbekend	-0,401	0,054	-7,501***	0,669	[0,603;0,743]
Alcohol opp.: positief	0,489	0,080	6,108***	1,631	[1,394;1,909]
Leeftijd	0,344	0,020	17,327***	1,411	[1,357;1,467]
(Leeftijd) ²	0,108	0,015	7,355***	1,114	[1,083;1,147]
Verplaatsingswijze (ref.: fiets)					
Voetganger	0,302	0,356	0,848(NS)	1,353	[0,673;2,721]
Bromfiets	0,015	0,054	0,284(NS)	1,016	[0,913;1,129]
Motorfiets	0,660	0,047	14,074***	1,935	[1,765;2,121]
Snelheidszone (ref.: 30)					
50	0,228	0,060	3,782***	1,256	[1,116;1,413]
70	0,940	0,067	13,942***	2,559	[2,242;2,92]
90	1,201	0,099	12,148***	3,323	[2,737;4,033]
120	0,685	0,169	4,052***	1,983	[1,424;2,761]
Onbekend	-0,364	0,207	-1,758(NS)	0,695	[0,463;1,043]
Botsingstype (ref.: flank tegen flank)					
Andere of onbekend	-0,022	0,106	-0,21(NS)	0,978	[0,795;1,204]
Met een voetganger	0,372	0,364	1,021(NS)	1,450	[0,71;2,959]
Tss. 2 best.: langs opzij (voor-/achterkant-flank)	0,188	0,073	2,574*	1,207	[1,046;1,393]
Tussen 2 best.: frontale botsing	0,673	0,085	7,896***	1,960	[1,658;2,316]
Tussen 2 best.: langs achteren	0,192	0,090	2,138*	1,211	[1,016;1,444]
Kettingbotsing	-0,021	0,204	-0,104(NS)	0,979	[0,657;1,459]
Lichtgesteldheid (ref.: dag)					
Dageraad - schemering	0,081	0,077	1,055(NS)	1,085	[0,933;1,261]
Nacht, geen openbare verlichting aanwezig	0,779	0,152	5,119***	2,179	[1,617;2,936]
Nacht, openb. verlicht. aanw., maar niet ontstoken	0,466	0,214	2,175*	1,594	[1,047;2,426]
Nacht, openbare verlichting aanwezig en ontstoken	0,349	0,044	7,848***	1,417	[1,299;1,546]
Onbekend	-0,684	0,260	-2,633**	0,504	[0,303;0,84]

Significante resultaten zijn als volgt aangeduid: * p < .05; ** p .01; *** p .001.

Tabel 22 Model output, kans op ernstige/dodelijke verwondingen, voetgangers en fietsers

Term	B	S.E.	Z-value + sign.	Odds-ratio	95% C.I. for OR
Voertuigleeftijd	0,052	0,020	2,577**	1,054	[1,013;1,096]
Vermogen	0,053	0,020	2,631**	1,054	[1,013;1,096]
Leeftijd opponent	-0,114	0,022	-5,258***	0,893	[0,856;0,931]
(Leeftijd opponent) ^{^2}	0,031	0,019	1,617(NS)	1,031	[0,993;1,071]
Alcohol door opponent (ref.: negatief)					
Alcohol opp.: andere/onbekend	-0,493	0,065	-7,617***	0,611	[0,538;0,693]
Alcohol opp.: positief	0,529	0,100	5,299***	1,697	[1,396;2,064]
Leeftijd	0,400	0,023	17,136***	1,492	[1,425;1,562]
(Leeftijd) ^{^2}	0,145	0,019	7,765***	1,156	[1,114;1,199]
Verplaatsingswijze (ref.: fiets)					
Voetganger	0,249	0,362	0,687(NS)	1,282	[0,631;2,606]
Snelheidszone (ref.: 30)					
50	0,261	0,067	3,889***	1,298	[1,138;1,48]
70	0,966	0,079	12,22***	2,628	[2,251;3,068]
90	1,160	0,147	7,902***	3,191	[2,393;4,256]
120	2,173	0,403	5,385***	8,781	[3,982;19,363]
Onbekend	-0,432	0,229	-1,889(NS)	0,649	[0,414;1,016]
Botsingstype (ref.: flank tegen flank)					
Andere of onbekend	-0,128	0,135	-0,944(NS)	0,880	[0,675;1,147]
Met een voetganger	0,253	0,375	0,675(NS)	1,288	[0,618;2,685]
Tss. 2 best.: langs opzij (voor-/achterkant-flank)	-0,004	0,099	-0,036(NS)	0,996	[0,821;1,209]
Tussen 2 best.: frontale botsing	0,338	0,118	2,858**	1,402	[1,112;1,767]
Tussen 2 best.: langs achteren	0,400	0,127	3,139**	1,491	[1,162;1,914]
Kettingbotsing	-0,668	0,437	-1,528(NS)	0,513	[0,218;1,208]
Lichtgesteldheid (ref.: dag)					
Dageraad - schemering	0,061	0,096	0,64(NS)	1,063	[0,881;1,282]
Nacht, geen openbare verlichting aanwezig	0,475	0,194	2,452*	1,608	[1,1;2,35]
Nacht, openb. verlicht. aanw., maar niet ontstoken	0,442	0,252	1,75(NS)	1,555	[0,948;2,551]
Nacht, openbare verlichting aanwezig en ontstoken	0,368	0,056	6,624***	1,445	[1,296;1,611]
Onbekend	-0,391	0,272	-1,44(NS)	0,676	[0,397;1,152]

Significante resultaten zijn als volgt aangeduid: * p < .05; ** p .01; *** p .001.

Tabel 23 Model output, kans op ernstige/dodelijke verwondingen, bromfietzers en motorfietzers

Term	B	S.E.	Z-value + sign.	Odds-ratio	95% C.I. for OR
Voertuigleeftijd	0,028	0,029	0,957(NS)	1,028	[0,971;1,088]
Vermogen	0,066	0,028	2,388*	1,068	[1,012;1,127]
Leeftijd opponent	0,005	0,031	0,159(NS)	1,005	[0,945;1,069]
(Leeftijd opponent) ²	0,044	0,024	1,847(NS)	1,045	[0,997;1,096]
Alcohol door opponent (ref.: negatief)					
Alcohol opp.: andere/onbekend	-0,223	0,096	-2,314*	0,800	[0,663;0,966]
Alcohol opp.: positief	0,407	0,136	2,994**	1,502	[1,151;1,96]
Leeftijd	0,254	0,037	6,807***	1,289	[1,198;1,387]
(Leeftijd) ²	-0,036	0,027	-1,335(NS)	0,965	[0,915;1,017]
Verplaatsingswijze (ref.: bromfiets)					
Motorfiets	0,662	0,064	10,341***	1,938	[1,71;2,197]
Snelheidszone (ref.: 30)					
50	0,095	0,137	0,689(NS)	1,099	[0,84;1,439]
70	0,828	0,142	5,821***	2,288	[1,732;3,024]
90	1,119	0,166	6,733***	3,061	[2,21;4,24]
120	0,447	0,222	2,015*	1,564	[1,012;2,416]
Onbekend	0,204	0,497	0,409(NS)	1,226	[0,462;3,249]
Botsingstype (ref.: flank tegen flank)					
Andere of onbekend	0,049	0,173	0,286(NS)	1,051	[0,748;1,475]
Met een voetganger	-5,881	196,970	-0,03(NS)	0,003	[0;1,289E+165]
Tss. 2 best.: langs opzij (voor-/achterkant-flank)	0,396	0,108	3,653***	1,486	[1,201;1,838]
Tussen 2 best.: frontale botsing	1,021	0,124	8,222***	2,775	[2,176;3,54]
Tussen 2 best.: langs achteren	0,157	0,127	1,239(NS)	1,170	[0,913;1,499]
Kettingbotsing	0,316	0,240	1,316(NS)	1,371	[0,857;2,194]
Lichtgesteldheid (ref.: dag)					
Dageraad - schemering	0,135	0,131	1,028(NS)	1,144	[0,885;1,479]
Nacht, geen openbare verlichting aanwezig	1,314	0,255	5,151***	3,723	[2,258;6,139]
Nacht, openb. verlicht. aanw., maar niet ontstoken	0,348	0,435	0,801(NS)	1,417	[0,604;3,324]
Nacht, openbare verlichting aanwezig en ontstoken	0,300	0,075	3,979***	1,349	[1,164;1,564]
Onbekend	-2,225	1,011	-2,202*	0,108	[0,015;0,783]

Significante resultaten zijn als volgt aangeduid: * p < .05; ** p .01; *** p .001.

Tabel 24 Model output, kans op overlijden, kwetsbare weggebruikers

Term	B	S.E.	Z-value + sign.	Odds-ratio	95% C.I. for OR
Voertuigmassa	0,207	0,045	4,649***	1,231	[1,127;1,343]
Leeftijd opponent	-0,192	0,055	-3,515***	0,825	[0,742;0,919]
Alcohol door opponent (ref.: negatief)					
Alcohol opp.: andere/onbekend	-0,238	0,174	-1,37(NS)	0,788	[0,56;1,108]
Alcohol opp.: positief	0,951	0,187	5,094***	2,589	[1,796;3,734]
Leeftijd	0,431	0,071	6,094***	1,539	[1,34;1,767]
(Leeftijd) ²	0,297	0,043	6,904***	1,346	[1,237;1,464]
Geslacht (ref.: vrouw)					
Man	0,484	0,126	3,827***	1,622	[1,266;2,078]
Onbekend	0,662	0,730	0,907(NS)	1,939	[0,463;8,11]
Verplaatsingswijze (ref.: fiets)					
Voetganger	1,024	1,043	0,982(NS)	2,785	[0,361;21,511]
Bromfiets	-0,201	0,221	-0,909(NS)	0,818	[0,53;1,262]
Motorfiets	0,816	0,151	5,418***	2,263	[1,684;3,04]
Snelheidszone (ref.: 30)					
50	1,418	0,363	3,903***	4,127	[2,025;8,411]
70	2,720	0,371	7,335***	15,178	[7,338;31,394]
90	3,407	0,396	8,614***	30,176	[13,898;65,516]
120	3,277	0,461	7,106***	26,500	[10,732;65,434]
Onbekend	0,030	1,072	0,028(NS)	1,031	[0,126;8,42]
Botsingstype (ref.: flank tegen flank)					
Andere of onbekend	0,384	0,390	0,984(NS)	1,467	[0,684;3,15]
Met een voetganger	0,455	1,080	0,421(NS)	1,577	[0,19;13,103]
Tss. 2 best.: langs opzij (voor-/achterkant-flank)	0,394	0,287	1,374(NS)	1,483	[0,845;2,601]
Tussen 2 best.: frontale botsing	1,063	0,312	3,406***	2,895	[1,57;5,337]
Tussen 2 best.: langs achteren	0,567	0,317	1,79(NS)	1,762	[0,947;3,277]
Kettingbotsing	1,016	0,465	2,184*	2,762	[1,11;6,876]
Lichtgesteldheid (ref.: dag)					
Dageraad - schemering	-0,304	0,314	-0,97(NS)	0,738	[0,399;1,364]
Nacht, geen openbare verlichting aanwezig	1,754	0,274	6,396***	5,776	[3,375;9,885]
Nacht, openb. verlicht. aanw., maar niet ontstoken	0,646	0,538	1,199(NS)	1,907	[0,664;5,478]
Nacht, openbare verlichting aanwezig en ontstoken	0,892	0,127	7,045***	2,441	[1,904;3,128]
Onbekend	-0,580	1,012	-0,573(NS)	0,560	[0,077;4,068]

Significante resultaten zijn als volgt aangeduid: * p < .05; ** p .01; *** p .001.

Tabel 25 Model output, kans op overlijden, voetgangers en fietsers

Term	B	S.E.	Z-value + sign.	Odds-ratio	95% C.I. for OR
Voertuigmassa	0,244	0,057	4,257***	1,276	[1,141;1,428]
Leeftijd opponent	-0,281	0,069	-4,047***	0,755	[0,659;0,865]
Alcohol door opponent (ref.: negatief)					
Alcohol opp.: andere/onbekend	-0,605	0,234	-2,585**	0,546	[0,345;0,864]
Alcohol opp.: positief	0,986	0,240	4,105***	2,681	[1,674;4,294]
Leeftijd	0,556	0,088	6,322***	1,744	[1,468;2,073]
(Leeftijd) ²	0,389	0,057	6,807***	1,475	[1,319;1,649]
Geslacht (ref.: vrouw)					
Man	0,460	0,142	3,243**	1,584	[1,2;2,092]
Onbekend	0,403	1,023	0,394(NS)	1,497	[0,202;11,108]
Verplaatsingswijze (ref.: fiets)					
Voetganger	1,077	1,064	1,012(NS)	2,936	[0,365;23,612]
Snelheidszone (ref.: 30)					
50	1,399	0,390	3,586***	4,052	[1,886;8,705]
70	2,652	0,404	6,564***	14,183	[6,425;31,309]
90	3,502	0,463	7,561***	33,174	[13,383;82,231]
120	5,271	0,590	8,931***	194,538	[61,191;618,479]
Onbekend	0,189	1,089	0,173(NS)	1,207	[0,143;10,196]
Botsingstype (ref.: flank tegen flank)					
Andere of onbekend	0,606	0,575	1,053(NS)	1,832	[0,594;5,657]
Met een voetganger	0,431	1,159	0,372(NS)	1,539	[0,159;14,938]
Tss. 2 best.: langs opzij (voor-/achterkant-flank)	0,557	0,468	1,19(NS)	1,745	[0,698;4,365]
Tussen 2 best.: frontale botsing	0,419	0,556	0,754(NS)	1,520	[0,511;4,519]
Tussen 2 best.: langs achteren	1,388	0,514	2,701**	4,006	[1,463;10,966]
Kettingbotsing	-12,114	340,499	-0,036(NS)	0,000	[0;3,783E+284]
Lichtgesteldheid (ref.: dag)					
Dageraad - schemering	-0,089	0,373	-0,238(NS)	0,915	[0,441;1,9]
Nacht, geen openbare verlichting aanwezig	1,486	0,366	4,058***	4,421	[2,156;9,066]
Nacht, openb. verlicht. aanw., maar niet ontstoken	0,687	0,605	1,137(NS)	1,988	[0,608;6,502]
Nacht, openbare verlichting aanwezig en ontstoken	1,029	0,160	6,429***	2,799	[2,045;3,831]
Onbekend	-0,094	1,031	-0,091(NS)	0,911	[0,121;6,869]

Significante resultaten zijn als volgt aangeduid: * p < .05; ** p .01; *** p .001.

Tabel 26 Model output, kans op overlijden, bromfietzers en motorfietzers

Term	B	S.E.	Z-value + sign.	Odds-ratio	95% C.I. for OR
Voertuigmassa	0,135	0,080	1,695(NS)	1,144	[0,979;1,338]
Leeftijd opponent	-0,033	0,088	-0,374(NS)	0,967	[0,814;1,15]
Alcohol door opponent (ref.: negatief)					
Alcohol opp.: andere/onbekend	0,372	0,264	1,408(NS)	1,451	[0,864;2,435]
Alcohol opp.: positief	0,857	0,310	2,763**	2,357	[1,283;4,331]
Leeftijd	0,255	0,129	1,979*	1,291	[1,002;1,662]
(Leeftijd) ²	0,029	0,079	0,366(NS)	1,029	[0,882;1,2]
Geslacht (ref.: vrouw)					
Man	0,408	0,293	1,394(NS)	1,504	[0,847;2,669]
Onbekend	0,994	1,084	0,917(NS)	2,703	[0,323;22,613]
Verplaatsingswijze (ref.: bromfiets)					
Motorfiets	1,124	0,245	4,586***	3,078	[1,904;4,976]
Snelheidszone (ref.: 30)					
50	1,389	1,013	1,372(NS)	4,013	[0,551;29,227]
70	2,689	1,013	2,655**	14,722	[2,022;107,2]
90	3,184	1,025	3,107**	24,138	[3,24;179,841]
120	2,459	1,093	2,25*	11,696	[1,373;99,637]
Onbekend	-11,810	740,342	-0,016(NS)	0,000	[+100;0]
Botsingstype (ref.: flank tegen flank)					
Andere of onbekend	0,153	0,569	0,269(NS)	1,166	[0,382;3,556]
Met een voetganger	1,479	6553,986	0(NS)	4,390	[+100;0]
Tss. 2 best.: langs opzij (voor-/achterkant-flank)	0,236	0,367	0,642(NS)	1,266	[0,616;2,599]
Tussen 2 best.: frontale botsing	1,306	0,385	3,396***	3,692	[1,737;7,846]
Tussen 2 best.: langs achteren	0,238	0,404	0,589(NS)	1,268	[0,575;2,797]
Kettingbotsing	1,346	0,508	2,65**	3,841	[1,42;10,389]
Lichtgesteldheid (ref.: dag)					
Dageraad - schemering	-0,625	0,593	-1,055(NS)	0,535	[0,167;1,711]
Nacht, geen openbare verlichting aanwezig	2,189	0,422	5,187***	8,922	[3,903;20,399]
Nacht, openb. verlicht. aanw., maar niet ontstoken	-14,455	972,400	-0,015(NS)	0,000	[+100;0]
Nacht, openbare verlichting aanwezig en ontstoken	0,610	0,221	2,755**	1,840	[1,192;2,838]
Onbekend	-13,441	640,245	-0,021(NS)	0,000	[+100;0]

Significante resultaten zijn als volgt aangeduid: * p < .05; ** p .01; *** p .001.



Vias institute

Chaussée de Haecht / Haachtsesteenweg 1405
1130 Brussels

+32 2 244 15 11

info@vias.be

www.vias.be