VIAS institute

Themadossier nr. 2018 - T - 06 - NL

Autobestuurders en -passagiers

Themadossier Verkeersveiligheid nr. 19

Federale Overheidsdienst
Mobiliteit en Vervoer

Autobestuurders en -passagiers

Themadossier Verkeersveiligheid nr. 19

Onderzoeksrapport nr. 2018 - T - 06 - NL

Auteurs: Julien Leblud, Philip Temmerman en Annelies Schoeters
Verantwoordelijke uitgever: Karin Genoe
Uitgever: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid
Publicatiedatum:12/10/2018
Wettelijk depot: D/2018/0779/43

Gelieve naar dit rapport te verwijzen als: Leblud, J., Temmerman, T. & Schoeters, A. (2018). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 19 Autobestuurders en -passagiers. Brussel, België: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid

Ce rapport est également disponible en français sous le titre: Dossier thématique Sécurité routière n°19. Conducteurs et passagers en voiture.

This report includes a summary in English.

Dit onderzoek was mogelijk dankzij de financiële steun van de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer

Dankwoord

De auteurs wensen de volgende personen te bedanken voor hun waardevolle bijdrage aan dit themadossier:

- Jean-Christophe Meunier, Ludo Kluppels, Aline Delhaye, Myrtille Dewulf en Wouter Van den Berghe (Vias institute), interne revisors van dit themadossier;
- Thierry Hermitte (LAB, Frankrijk), externe revisor van dit themadossier;
- Het bureau « Dynamics Translations » voor de vertaling van het rapport naar het Nederlands en de samenvatting naar het Engels.

De verantwoordelijkheid voor de inhoud van dit verkennende ontwerp berust uitsluitend bij de auteurs.

Inhoudsopgave

Lijst van tabellen en figuren 6
Lijst van afkortingen 8
Samenvatting 10
Summary 12
1 Auto's en verkeersveiligheid 14
1.1 Soorten auto's en inzittenden 14
1.2 Verkeersdeelname 16
1.3 Omvang van het probleem 18
1.4 Risico 22
1.4.1 Risico voor een auto-inzittende in België 22
1.4.2 Relatief risico voor de verschillende types autogebruikers 23
1.4.3 Risico's voor zichzelf ten opzichte van risico's voor andere weggebruikers 24
1.5 Belangrijkste ongevallenscenario's 24
1.6 Risicofactoren en oorzaken van auto-ongevallen 26
1.6.1 Geslacht 26
1.6.2 Leeftijd 26
1.6.3 Passagiers 28
1.6.4 Gedrag 28
1.6.5 Infrastructuur 31
1.6.6 Voertuig en technische defecten 33
2 Belgische regelgeving 36
2.1 Definitie en technische voorschriften 36
2.2 Administratieve aspecten 36
2.2.1 Verzekering 36
2.2.2 Inschrijving 36
2.2.3 Rijbewijs 36
2.3 Homologatie van een voertuig 36
2.4 Technische controle 37
2.5 Verkeersreglement 37
2.5.1 Kinderzitjes 38
2.5.2 Aanhangwagens 38
3 Belgische kerncijfers 40
3.1 Blootstelling 40
3.2 Evolutie van het aantal verkeersslachtoffers 41
3.3 Eigenschappen van de slachtoffers 42
3.4 Plaats van het ongeval 43
3.5 Moment van het ongeval 44
3.6 Soorten ongevallen 45
3.7 Europese vergelijking 47
4 Maatregelen 49
4.1 Gedrag 50

4.1.1 Lessen en opleidingen 50
4.1.2 Wetgeving en controle 51
4.1.3 Campagnes 51
4.2 Infrastructuur 52
4.2.1 Vergevingsgezinde wegen 52
4.2.2 Structureel snelheidsbeheer 52
4.3 Voertuigtechnologie 53
4.3.1 Actieve veiligheid 53
4.3.2 Passieve veiligheid 57
Overige informatiebronnen 60
Referenties 61

Lijst van tabellen en figuren

Tabel 1: Types auto's volgens de Europese classificatie. 15
Tabel 2: Evolutie van het aantal voertuigkilometer afhankelijk van het EU-land (in miljoen voertuigkilometer) en de totale grootte van het wegennet. Landen waarvoor geen gegevens beschikbaar zijn, zijn weggelaten uit de tabel. 18
Tabel 3: Risico zwaargewond te raken of te sterven in het verkeer afhankelijk van de vervoerswijze. 22
Tabel 4: Relatief risico: risico van de verschillende weggebruikers ernstig of dodelijk verwond te geraken, in vergelijking met andere types weggebruikers (2007-2011). 23
Tabel 5: Uitsplitsing van de ernst van de auto-ongevallen naar scenario. KSI = aantal doden of zwaargewonden. 24
Tabel 6: Kenmerken van de auto-ongevallen afhankelijk van de verschillende scenario's. 25

Figuur 1: De stoomwagen van Cugnot uit 1769, de eerste machine die beschouwd werd als een automobiel, bewaard in het Musée des Arts et Métiers in Parijs. 14
Figuur 2: De Ford T (1908), de eerste auto die in massaproductie kwam. 14
Figuur 3: Auto's in gebruik wereldwijd in 2014. 16
Figuur 4: Voertuigdichtheid wereldwijd (aantal voertuigen per 1000 inwoners). De percentages geven de evolutie tussen 2005 en 2015 weer. 17
Figuur 5: Aantal auto-inzittenden onder de verkeersdoden, van 2006 tot 2015 in Europa. 19
Figuur 6: Evolutie van het aantal om het leven gekomen auto-inzittenden in verschillende landen in Europa, 2007-2015. 20
Figuur 7: Relatieve daling (in %) van de doden bij auto-ongevallen in Europa tussen 2010 en 2016. Landen met geraamde cijfers voor 2016, worden aangeduid door een *. 20
Figuur 8: Percentage van de om het leven gekomen auto-inzittenden in vergelijking met alle verkeersdoden, per land, en het Europese gemiddelde in 2001 en 2012. De waarden geven het gemiddelde van 2010-2012 weer. 21
Figuur 9: Uitsplitsing van de overlijdens als gevolg van auto-ongevallen naar type weg. 21
Figuur 10: Type letsel bij een auto-ongeval afhankelijk van de AIS-ernstscore. De percentages in het rood stemmen overeen met de ernstigste ongevallen (AIS3+). 22
Figuur 11: Uitsplitsing van de ernst van de letselongevallen (tussen de weggebruiker en de tegenpartij) naar type weggebruiker (dodental per 1000 ongevallen) in 2016. 24
Figuur 12: Percentage doden bij verschillende soorten auto-ongevallen in Europa in 2010. 26
Figuur 13: Percentage doden in het autoverkeer in Europa afhankelijk van geslacht en plaats in het voertuig (bestuurder of passagier), gerangschikt op dodental van de mannelijke bestuurders. De waarden stemmen overeen met het gemiddelde van 2010-2012. 26
Figuur 14: Voorspelde ongevalsfrequentie afhankelijk van leeftijd en ervaring van de bestuurder. 27
Figuur 15: Aandeel in de ongevallen en letselongevallen in België per leeftijd van de bestuurder (2010). 27
Figuur 16: Mannelijke en vrouwelijke doden bij auto-ongevallen in Europa in 2001 en 2011, per leeftijd. 28
Figuur 17: Exponentiële curve aangepast voor ongevalsgegevens. 29
Figuur 18: Relatief risico van een fataal ongeval afhankelijk van het bloedalcoholgehalte en de leeftijd van de bestuurder. 30
Figuur 19: Remafstand afhankelijk van type wegdek. 32
Figuur 20: Relatief aantal ongevallen afhankelijk van de wrijvingscoëfficiënt van het wegdek. 33
Figuur 21: Voorbeeld van een auto die slecht ontworpen is voor een frontale botsing: de kooi plooit helemaal samen door de schok. 34
Figuur 22: Evolutie van het wegverkeer in België sinds 1985, per type brandstof. 40
Figuur 23: Evolutie van het aantal verkeersslachtoffers en doden 30 dagen onder auto-inzittenden, 1991-2017, opgesplitst naar bestuurders en passagiers. 41
Figuur 24: Evolutie van het aantal slachtoffers naargelang de verplaatsingswijze(index 100 = 1991). 41
Figuur 25: Aantal verkeersslachtoffers onder auto-inzittenden per 100 000 inwoners afhankelijk van leeftijd en geslacht, opgesplitst naar bestuurders en passagiers, 2017. 42
Figuur 26: Ernst van de auto-ongevallen afhankelijk van het gewest en het type weg, 2016-2017. 43
Figuur 27: Uitsplitsing van de betrokkenheid bij dodelijke ongevallen en de aanwezigheid op de weg naar leeftijdscategorie van de autobestuurder en periode in de week, 2016-2017. 44
Figuur 28: Spreiding van de auto-ongevallen over de week, afhankelijk van het type ongeval, 2015-2017. 45
Figuur 29: Uitsplitsing van het aantal letselongevallen waarbij een auto betrokken is, volgens het type van de eerste botsing, per type weg, 2017. 45

Figuur 30: Aantal en aandeel van de letselongevallen afhankelijk van de tegenpartij (van de eerste botsing) (2013). 46
Figuur 31: Aantal doden bij auto-ongevallen per miljoen inwoners in Europa, 2016. 47
Figuur 32: Subjectief veiligheidsgevoel van bestuurders en autopassagiers in 17 Europese landen in 2015. 48
Figuur 33: Safe System Approach. 4 hoofdlijnen: veilige wegen, veilige snelheden, veilige weggebruikers en veilige voertuigen. 50
Figuur 34: Boordcomputer in een BMW E30 in 1988. Toen al werden de volgende gebreken aangegeven: defecte remlichten, defecte voor- of achterlichten, te laag oliepeil, te laag peil ruitensproeiervloeistof enz. 53
Figuur 35: Verklaring van werking van ESP in geval van onderstuur (de voorwielen glijden naar de buitenkant van de bocht) en overstuur (de achterwielen glijden naar de buitenkant van de bocht). 54
Figuur 36: Dodehoekzone. 56
Figuur 37: Illustratie van de belangrijkste proeven tijdens de Euro NCAP-beoordeling. 57
Figuur 38: Verwachte effecten van het dragen van de veiligheidsgordel op het gebied van vermindering van het dodental afhankelijk van het type botsing. 58
Figuur 39: Illustratie van frontale (links) en laterale (rechts) airbags. 59

Lijst van afkortingen

Eurostat-landcodes van Europese landen

Afkorting	*Land*
AT	Oostenrijk
BE	België
BG	Bulgarije
CH	Zwitserland
CY	Cyprus
CZ	Tsjechië
DE	Duitsland
DK	Denemarken
EE	Estland
EL	Griekenland
ES	Spanje
FI	Finland
FR	Frankrijk
GB	Groot-Brittannië
HU	Hongarije
HR	Kroatië
IE	Ierland
IL	Israël
IT	Italië
LT	Litouwen
LU	Luxemburg
LV	Letland
MT	Malta
NL	Nederland
NO	Noorwegen
PL	Polen
PT	Portugal
RO	Roemenië
RS	Servië
SE	Zweden
SI	Slovenië
SK	Slovakije
TR	Turkije
UK	Verenigd Koninkrijk

Afkortingen in het document

ABS: Anti-Blokkeer-Systeem: voorkomt dat de wielen blokkeren bij het remmen

ACC: Adaptive Cruise Control: adaptieve snelheidsregeling

ADAS: Advanced Driver Assistance System: rijhulpsysteem

AEB: Automatic Emergency Braking: automatisch noodstopsysteem

AIS: Abbreviated Injury Scale: systeem voor de beoordeling van verwondingen (op anatomische basis), in het leven geroepen door de Association for the Advancement of Automotive Medicine. Het doel is de ernst van de verwondingen te classificeren en te omschrijven. Dit is de anatomische schaal voor ongevalsverwondingen die het meest wordt toegepast.

BSS: Blind Spot System: dodehoekdetectiesysteem

ESC: Electronic Stability Control: elektronische stabilteitscontrole

Euro NCAP: European New Car Assessment Program, vertaald: Europees Programma voor de beoordeling van nieuwe voertuigen

KSI: Killed or Severely Injured: doden of zwaargewonden

MAIS: Maximum Abbreviated Injury Scale: schaal om een ernstscore toe te kennen, gebaseerd op aan de ernst van het zwaarste letsel

Samenvatting

Het gemotoriseerde voertuig (de "auto") is in heel de wereld al lang een extreem goed ingeburgerd transportmiddel. In 2014 werd het totaal aantal voertuigen wereldwijd op nagenoeg een miljard geschat. Het merendeel daarvan is te vinden in Europa, de Verenigde Staten en China. In Europa telde men in 2014 ongeveer 579 auto's voor 1000 inwoners.

Dit wijd verbreide gebruik van het transportmiddel gaat helaas ook gepaard met een flink aantal dodelijke auto-ongevallen. In 2014 was bij 45 % van de dodelijke ongevallen op onze wegen een auto betrokken. Toch stellen we vast dat het aantal verkeersdoden aan boord van auto's jaarlijks daalt met ongeveer 7 % in Europa. Daardoor is het aantal verkeersdoden in auto's lichtjes afgenomen in vergelijking met het aantal verkeersdoden van andere transportmiddelen.

Ernstige en/of dodelijke ongevallen in Europa gebeuren doorgaans op landelijke wegen. De inzittenden lopen vooral verwondingen op aan het bovenlichaam (26 % van de ernstige ongevallen), het hoofd (21 % van de ernstige ongevallen) en de benen (20 % van de ernstige ongevallen).

In vergelijking met de andere vormen van wegvervoer is de auto relatief veilig wat betreft ernstig of dodelijk letsel opgelopen bij een ongeval (57 keer veiliger dan de motorfiets, 23 keer veiliger dan de fiets en 8 keer veiliger dan te voet gaan). De oorzaken van auto-ongevallen kunnen worden onderverdeeld in drie categorieën: gedrag, infrastructuur en defect van het voertuig. Het zal niemand verrassen dat in de eerste categorie onaangepaste snelheid, rijden onder invloed van alcohol en/of drugs, afleiding en vermoeidheid een doorslaggevende rol spelen in het ongevalsrisico. Wat betreft de tweede categorie, de infrastructuur, blijkt uit de literatuur dat een slechte grip kan leiden tot ongevallen. Ook hindernissen en met name werkzaamheden op de weg kunnen een rol spelen. Wat betreft de staat van het voertuig heeft literatuuronderzoek aan het licht gebracht dat een gebrekkig voertuigonderhoud een ongevalsfactor kan zijn. De kans op ernstig letsel ligt veel hoger in een auto met een lage Euro NCAP-score.

Uit de analyse van de kerncijfers blijkt dat het autogebruik in België nagenoeg verdubbeld is tussen 1985 en 2010: van 45 miljard voertuigkilometer op onze wegen tot meer dan 80 miljard. Sinds 2010 bevinden we ons op een plateau, dat waarschijnlijk overeenkomt met de verzadiging van onze weginfrastructuur. In diezelfde periode is het aantal slachtoffers en doden van auto-ongevallen continu afgenomen. In het jaar 1991 bedroeg het aantal overlijdens nog 1144. In 2017 was dit cijfer gedaald tot 288 (een daling met 75 %). De auto is dus nu een veiliger vervoerswijze dan voordien.

De leeftijd en het geslacht lijken een heel grote rol te spelen in het auto-ongevalsrisico. Het aantal slachtoffers bij de automobilisten is het hoogst tussen 20 en 29 jaar en neemt daarna af met de leeftijd. De tendens is vergelijkbaar voor mannen en vrouwen. We merken evenwel op dat er bij de 20- tot 29-jarigen en de 60-plussers meer mannelijke bestuurders zijn onder de slachtoffers. De tendens is omgekeerd bij de passagiers, daar zien we meer vrouwelijke slachtoffers. De verdeling tussen de overleden slachtoffers is anders: in 2017 lieten 288 inzittenden van auto's het leven bij een verkeersongeval, onder wie 226 bestuurders en 62 passagiers.

De ernst van de ongevallen (gemeten aan het aantal doden op 1000 auto-ongevallen) werd vergeleken tussen de gewesten en de wegtypes. Globaal genomen is de ernst van de ongevallen groter in Wallonië op gewone wegen buiten bebouwde kom en op autosnelwegen. Ook binnen de bebouwde kom zijn de ongevallen ernstiger in Wallonië dan in Vlaanderen of Brussel.

De analyse van het moment waarop de ongevallen zich voordoen toont aan dat automobilisten tussen de 18 tot 25 jaar op elk tijdstip van de week oververtegenwoordigd zijn in dodelijke ongevallen Tot dezelfde vaststelling komen we voor de 26- tot 39-jarigen en nacht- en weekendongevallen. Op weekdagen zijn dan weer de 55-plussers lichtjes oververtegenwoordigd in de dodelijke ongevallen.

Ten slotte zijn ook de verschillende types auto-ongevallen gekwantificeerd: bij 17 % van de botsingen is slechts één partij betrokken. De meeste ongevallen betreffen een zijdelingse botsing (36 %) of een kop-staartbotsing (20 %). In 10 % van de gevallen gaat het om een frontale botsing en in 10 % van de gevallen een aanrijding met een voetganger. De ernst van het gevaar kan worden berekend op basis van het aantal doden of zwaargewonden (*"killed or severely injured"*, KSI) per 100 betrokken voertuigen. Van de verschillende soorten ongevallen zijn kantelen of over de kop gaan het gevaarlijkst, met 60 KSI per 100 betrokken voertuigen. Daarop volgen de frontale botsingen met 24 KSI en de zijdelingse botsingen met 22 KSI per 100 betrokken voertuigen.

We hebben de Europese landen vergeleken wat betreft het aantal doden 30 dagen per miljoen inwoners en vastgesteld dat deze indicator grote verschillen vertoont tussen de verschillende Europese partners. Dat gaat van 9 doden per jaar en per miljoen inwoners in Zwitserland tot 40 in Roemenië. België bevindt zich aan het hoge uiteinde van spectrum, met 29 doden in een personenauto per miljoen inwoners. Ook het subjectieve verkeersveiligheidsgevoel hebben we vergeleken (op een score van 10, waarbij 0 overeenkomt met "heel gevaarlijk" en 10 met "heel veilig"). Uit de resultaten blijkt dat de Belgische automobilisten (6,5) zich minder veilig voelen dan het Europese gemiddelde (7,2). Alleen in Frankrijk en Polen is het subjectieve onveiligheidsgevoel nog groter. Het subjectieve veiligheidsgevoel van de inzittenden bedraagt in Europa gemiddeld 6,7. Het subjectieve veiligheidsgevoel van de Belgische inzittenden benadert met 6,5 dicht dat Europese gemiddelde.

Om de verkeersveiligheid van de autogebruikers te verbeteren, moet dus gewerkt worden aan de drie risicofactoren: gedrag, infrastructuur en voertuig. De maatregelen die efficiënt gebleken zijn om het gedrag te beïnvloeden, zijn de rijopleiding waaronder gevaarherkenning, aanpassing van de wetgeving en strenge controles op risicogedrag (snelheidscontroles, rijden onder invloed, veiligheidsgordel). Sensibiliseringscampagnes rond risicogedrag en de goede voorbeelden op het gebied van rijden hebben ook een positieve weerslag op de veiligheid van de inzittenden, op voorwaarde dat ze gepaard gaan met controles. Op het gebied van infrastructuur moet werk gemaakt worden van vergevingsgezinde wegen, dit wil zeggen wegen die de schade in geval van een ongeval beperken tot een minimum (door de aanwezigheid van bermen, vangrails) en ook van een dynamisch beheer van de snelheid, om de veiligheid van het wegverkeer te optimaliseren. Tot slot hebben ontelbare technologische ontwikkelingen autoconstructeurs in staat gesteld de passieve en actieve veiligheid van moderne auto's te verbeteren. Systemen die de actieve veiligheid verbeteren, zijn bijvoorbeeld het antiblokkeersysteem, de stabiliteitscontrole, de automatisering van bepaalde taken (bijvoorbeeld adaptieve snelheidsregeling (ACC)) en de verbeterde zichtbaarheid en waarneming van de voertuigen (dagrijlichten en dodehoekspiegels). Wat de passieve veiligheid betreft, met andere woorden hulpmiddelen die de gevolgen van een ongeval beperken, denken we bijvoorbeeld aan de EuroNCAP-beoordelingen (die het mogelijk maken het gedrag van de constructie te verbeteren in geval van een botsing, zodat het inzittendencompartiment intact blijft bij een matige impact), de veiligheidsgordels, airbags en het automatische noodoproepsysteem.

Summary

The motor vehicle (the "car") is an extremely common mode of transportation around the world. In 2014, the world car fleet was estimated at nearly 1 billion, mostly in Europe, the United States and China. In Europe, there were about 579 cars per 1000 inhabitants in 2014.

Of course, with such a use of this transport mode, it is clear that many fatal accidents happen in a car. In 2014, 45% of fatal accidents on our roads occurred in a car. Nevertheless, there is a steady progressive decrease of about 7% per year in Europe in car deaths. As a result, the proportion of people killed in car accidents has decreased slightly compared to deaths in other modes of transport.

In general in Europe, injury and / or fatal accidents occur on rural roads, and mainly cause injuries to these occupants in the thorax (26% of injury accidents), in the head (21% of serious accidents) and in the legs (20% of injury accidents).

The car, compared to other means of transport, is a relatively safe mode of transport in terms of death and injury accidents (57 times safer than motorcycles, 23 times safer than bicycles and 8 times safer than pedestrians). The causes of car accidents can be divided into 3 categories: behaviour, infrastructure and vehicle malfunction. From a behavioural point of view, unsurprisingly, inadequate speed, driving under the influence of alcohol and / or drugs, non-wearing a seatbelt, distraction and fatigue are key factors in the risk of an accident. On the infrastructure side, the literature review showed that poor adhesion could lead to accidents. In addition, obstacles and particularly work areas can be accident factors. Finally, concerning the state of the vehicle, the review of the literature revealed that a lack of maintenance of the vehicle could be an accident factor, and that a car with a low Euro NCAP score significantly increased the risk of serious injuries.

The analysis of key figures in Belgium showed that car use almost doubled between 1985 and 2010, from 45 billion kms travelled on our roads to more than 80 billion kms. Since 2010, we have arrived at a plateau, probably corresponding to the saturation of our road infrastructure. During the same period, the number of victims and deaths in car accidents has steadily declined. In fact, there were more than 1,144 deaths a year in 1991, and we went to 288 deaths in 2017 (down 75%). The car is therefore a safer mode of transport than before.

Age and gender seem to play a very important role in the risk of car accidents. Indeed, the peak number of victims among motorists is between 20 and 29 years, before decreasing with age. Men and women follow a similar trend. We note, however, that there are more male victims than women aged 20 to 29 and over 70 years. The trend is reversed for passengers, more passengers are female victims. The breakdown among deceased victims seems different: in 2017, there were 288 road fatalities among the occupants of the car, including 226 drivers and 62 passengers.

The severity of the accidents (in terms of the number of deaths per 1000 car accidents) was compared between the regions and the types of roads. The overall severity is greater in Wallonia on ordinary roads outside urban areas, and on motorways. In the agglomerations as well, the severity of the accidents is greater in Wallonia than in Flanders or Brussels. In Flanders, gravity on motorways is higher than on ordinary roads outside urban areas.

The analysis of the accident time stamps shows that young motorists aged 18 to 25 are over-represented in fatal accidents during every period of the week. We find the same trend in drivers aged 26 to 39 for accidents occurring at night and during the weekend. On the other hand, during the week, there is a slight overrepresentation of over 55 years old fatalities.

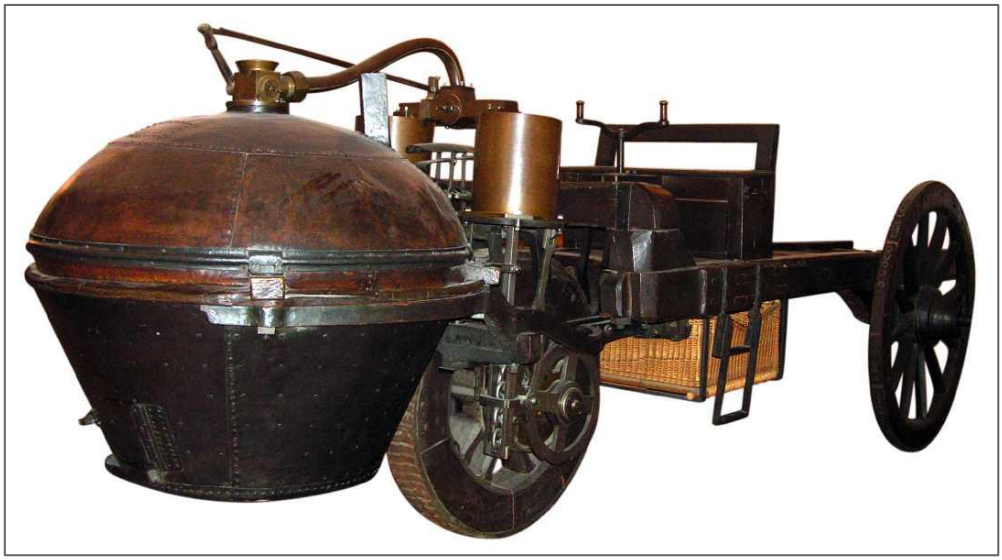
Finally, the different types of car accidents were quantified: in 17% of the collisions, there is no opponent. Most accidents involve a side collision (36%) or a rear collision (20%). In 10% of cases, it is a frontal collision and in 10% of cases a collision with a pedestrian. Hazardousness can be calculated as the number of deaths or people severely injured (KSI) per 100 vehicles involved. In light of these different scenarios, we find that the most dangerous are the reversals and lurches, with 60 KSI per 100 vehicles. Then there are frontal impacts with 24 KSI per 100 vehicles and side impacts with 22 KSI per 100 vehicles. The different European countries were compared according to the number of deceased 30 days per million inhabitants. It can be seen that this indicator varies greatly between the different European partners. In fact, we go from 9 killed per year and per million inhabitants in Switzerland to 40 in Romania. Belgium is in the average with 29 killed per million inhabitants by car. On the other hand, the subjective feeling of road safety was also compared (on a score of 10, 0 being "very dangerous" and 10 being "very safe"). The results show that Belgian motorists (6.5) feel safer than the European average (7.2). It is only in France and Poland that the subjective feeling of insecurity

is the greatest. The subjective feeling of passenger safety in Europe averages (6.7). In Belgium, the subjective feeling of passenger safety is 6.5, it is closer to the European average. To improve the road safety of car occupants, we must therefore work on the 3 risk factors: infrastructure and the vehicle. For behaviour, the measures that have proved effective are training in driving and risk perception, legislation and strict control of risky behaviour (speed controls, driving alcohol, seat belt). Awareness campaigns on risk behaviours and good driving practices also play a positive role in the safety of car occupants, but should be coupled with enforcement. Regarding the infrastructure, the effort must be put on forgiving roads, that is to say the roads that will cause the minimum damage in case of accidents (presence of shoulder, guardrails), but also dynamic speed management that optimizes road safety. Finally, concerning the technology of the vehicle, innumerable technological advances have made it possible to improve the passive and active safety of current cars. In terms of active safety, we can mention the ABS braking system, the trajectory control, the automation of certain tasks (adaptive cruise control) and the visibility of vehicles (daytime running lights and rear view mirrors). In terms of passive safety, which aims to reduce the consequences of the accident, let us quote the Euro NCAP evaluations (allowed to improve the performance of the structure of the car in case of shock and to preserve the cockpit for moderate violence), seat belts, airbags and automated accident notification to emergency services.

Auto's en verkeersveiligheid

1.1 Soorten auto's en inzittenden

De personenauto, doorgaans kortweg "auto" genoemd, is geen nieuw transportmiddel. De eerste functionele personenauto werd uitgevonden in 1769 door Nicolas Joseph Cugnot. Hij wordt de "stoomwagen van Cugnot" genoemd (Figuur 1).



Fotocredit: Roby

Figuur 1: De stoomwagen van Cugnot uit 1769, de eerste machine die beschouwd werd als een automobiel, bewaard in het Musée des Arts et Métiers in Parijs.

De echte ontwikkeling kwam op gang in de tweede helft van de 19e eeuw, tijdens de Industriële Revolutie. De eerste auto in serieproductie was in 1908 de beroemde Ford T met een interneverbrandingsmotor, een uitvinding van Henry Ford (Figuur 2).



Fotocredit: Harry Shyper

Figuur 2: De Ford T (1908), de eerste auto die in massaproductie kwam.

Auto's worden in de Europese wetgeving (*Directives and regulations on motor vehicles, their trailers, systems and components*, richtlijnen en verordeningen betreffende motorvoertuigen en aanhangwagens, systemen en onderdelen daarvan) gedefinieerd als voor het vervoer van personen ontworpen en gebouwde voertuigen met ten hoogste acht zitplaatsen, die van de bestuurder niet meegerekend (dus maximaal negen zitplaatsen in totaal). Voertuigen met meer dan negen zitplaatsen worden derhalve niet beschouwd als auto's.

Nog altijd volgens de Europese wetgeving worden de auto's onderverdeeld in verschillende types carrosserie, voornamelijk op basis van het aantal deuren en de volume (motorinhoud, volume inzittendencompartiment en volume van koffer). Zie Tabel 1.

Tabel 1: Types auto's volgens de Europese classificatie.

<table>
<tr>
<td>Berlines

Voorbeeld: BMW serie 5
Vierdeursauto's met "drie volumes"</td>
<td>Hatchbacks

Voorbeeld: VW Golf
Twee- of vierdeursauto's met een achterklep</td>
</tr>
<tr>
<td>Coupés

Voorbeeld: Mercedes SLS AMG
Sportieve, meestal tweedeurs, auto met drie volumes</td>
<td>Breaks

Voorbeeld: Audi A6 Avant
Vierdeursauto's met een achterklep</td>
</tr>
<tr>
<td>Cabriolets

Voorbeeld: Mercedes SL 500
Auto's met een inklapbaar dak</td>
<td>"Gemengde", multifunctionele, voertuigen

Voorbeeld: Renault Trafic
Voertuigen die zowel personen als goederen kunnen vervoeren</td>
</tr>
</table>

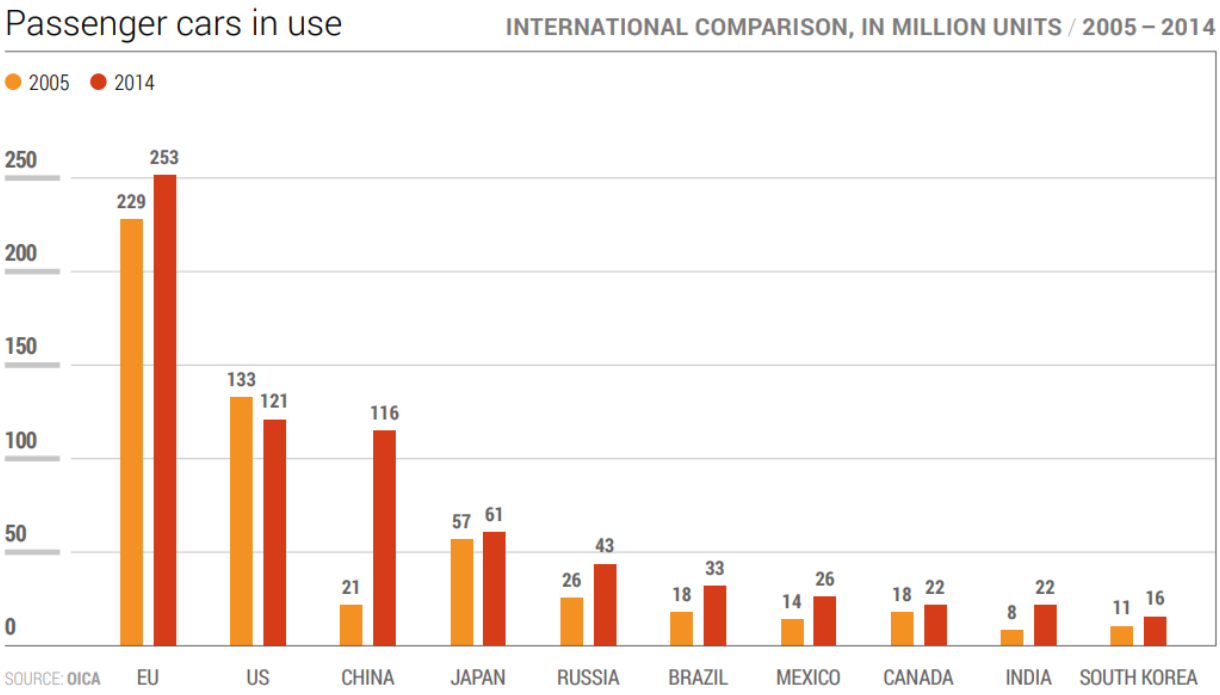
Royaltyvrije foto's van het platform Pixabay

Traditioneel onderscheidt men 2 soorten inzittenden in een auto: de bestuurder, die per definitie de enige is in zijn categorie, en de passagiers. De passagiers kunnen voorin of achterin zitten.

Nog altijd volgens de Europese wetgeving gelden er enkele basisregels voor de bestuurder en de passagiers. De bestuurder moet in het voertuig beschikken over een breedte van minimaal 55 cm. Voor de passagiers bedraagt de minimale ruimte 40 cm. Het aantal inzittenden in een auto mag niet groter zijn dan het aantal plaatsen dat is uitgerust met een veiligheidsgordel of een goedgekeurd kinderbeveiligingssysteem en plaatsen dat er niet moet mee zijn uitgerust. De plaatsen die zijn uitgerust met een veiligheidsgordel of kinderbeveiligingssysteem moeten het eerst worden ingenomen.

1.2 Verkeersdeelname

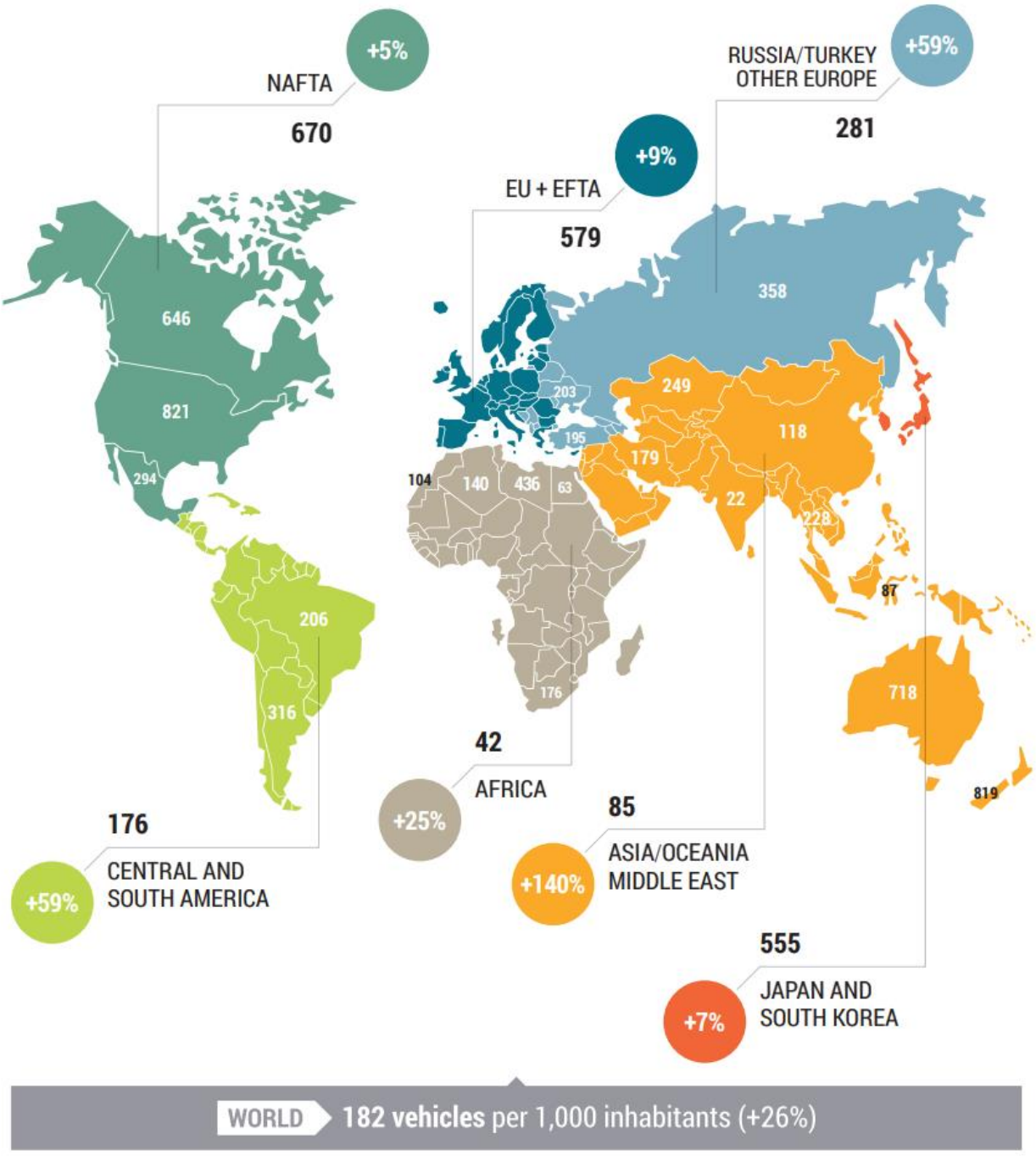
Een heel groot deel van het wegverkeer wereldwijd is op rekening te schrijven van verplaatsingen met de personenauto. In 2014 schatte ACEA (Association des Constructeurs Européens d' Automobile, European Automobile Manufacturers' Association) het voertuigenpark wereldwijd op 907 miljoen. Met 253 miljoen voertuigen neemt Europa het grootste deel daarvan voor haar rekening. In de Verenigde Staten rijden 121 miljoen voertuigen rond.



Bron: ACEA (2016)

Figuur 3: Auto's in gebruik wereldwijd in 2014.

Er wordt van uitgegaan dat er 5 tot 10 keer meer auto's op de wegen rondrijden dan vrachtwagens. De voertuigdichtheid (aantal auto's per 1000 inwoners) loopt uiteraard sterk uiteen tussen de verschillende regio's ter wereld (Figuur 4). De cijfers zijn het laagst in Afrika (gemiddeld 42 voertuigen per 1000 inwoners) en het hoogst in Noord-Amerika (670 voertuigen per 1000 inwoners). Met 569 auto's per 1000 inwoners past België perfect binnen het Europese gemiddelde. Ten slotte stellen we vast dat de voertuigdichtheid drastisch toegenomen is in de loop van de laatste tien jaar (+26 % wereldwijd).



Bron: ACEA (2016)

Figuur 4: Voertuigdichtheid wereldwijd (aantal voertuigen per 1000 inwoners). De percentages geven de evolutie tussen 2005 en 2015 weer.

Tabel 2 toont de evolutie van de autoverkeersdrukte in Europa. Duitsland is het land met de meeste auto's op zijn wegen. Kroatië heeft de minste auto's. Ons land mag dan wel klein zijn, maar door het dichte net en de verkeersdrukte, blijft het totale verkeer op jaarbasis verhoudingsgewijs heel hoog, met meer dan 109 miljard voertuigkilometer in 2013 voor alle transport samen.

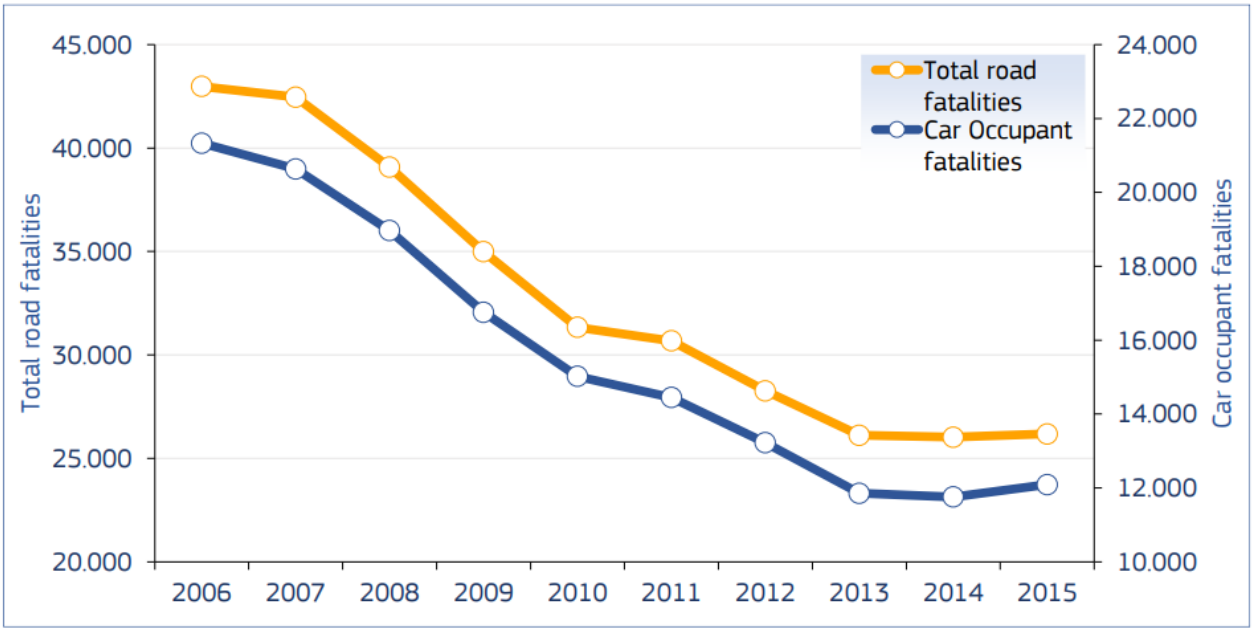
Tabel 2: Evolutie van het aantal voertuigkilometer afhankelijk van het EU-land (in miljoen voertuigkilometer) en de totale grootte van het wegennet. Landen waarvoor geen gegevens beschikbaar zijn, zijn weggelaten uit de tabel.

Land	2007	2012	2013	2014	2015	2016	Omvang van het net (km)
BE	112.080	115.880	109.845	/	/	/	149.018
CZ	71.540	64.260	64.650	66.260	69.705	72.255	/
DK	60.957	/	/	/	/	58.781	72.256
DE	/	902.445	909.083	922.345	932.864	952.332	626.981
ES	343.293	321.045	316.539	308.704	317.553	/	163 273
FR	727.816	814.994	699.016	706.944	724.103	756.791	978.000
HR	/	26.147	26.145	26.057	26.393	26.181	/
IT	/	578.668	620.368	642.920	676.350	704.542	452.541
LV	/	11.528	11.733,4	12.625,8	13.542,6	13.898,8	59.434
LT	39.118,8	34.191,4	33.324,8	24.366,1	24.865	25.853,8	80.400
NL	/	144.400	145.400	/	/	/	131.140
AT	72.023	74.153	74.837	/	/	/	106.461
PL	/	189.324	193.336	197.032	200.570	203.783	/
SI	24.355	/	/	/	/	/	38.540
FI	63.785	65.270	65.115	65.520	66.295	57.006	104.000
SE	99.315	/	/	/	/	/	138.000
UK	/	642.655	/	/	/	/	417.210
NO	56.674	60.704	61.513	63.480	/	/	92.513
CH	79.261	74.808	75.359	75.818	76.319	77.644	72.000
TR	/	162.315	173.332	182.155	199.895	213.853	/

Bron: Eurostat

1.3 Omvang van het probleem

Het Europese project SafetyCube (Thomas & Talbot, 2018) heeft de risicofactoren geïdentificeerd alsmede de maatregelen die een verbetering van de veiligheid van het wegverkeer in Europa beogen. Deliverable 6.1 (Hermitte et al., 2016) maakt duidelijk dat de auto, ondanks een progressieve daling van de sterfte van de inzittenden bij verkeersongevallen (onder andere dankzij de verbeterde veiligheid van de voertuigen), een transportmiddel met een hoog risico blijft, zeker voor ongevallen waarbij slechts één voertuig betrokken is.

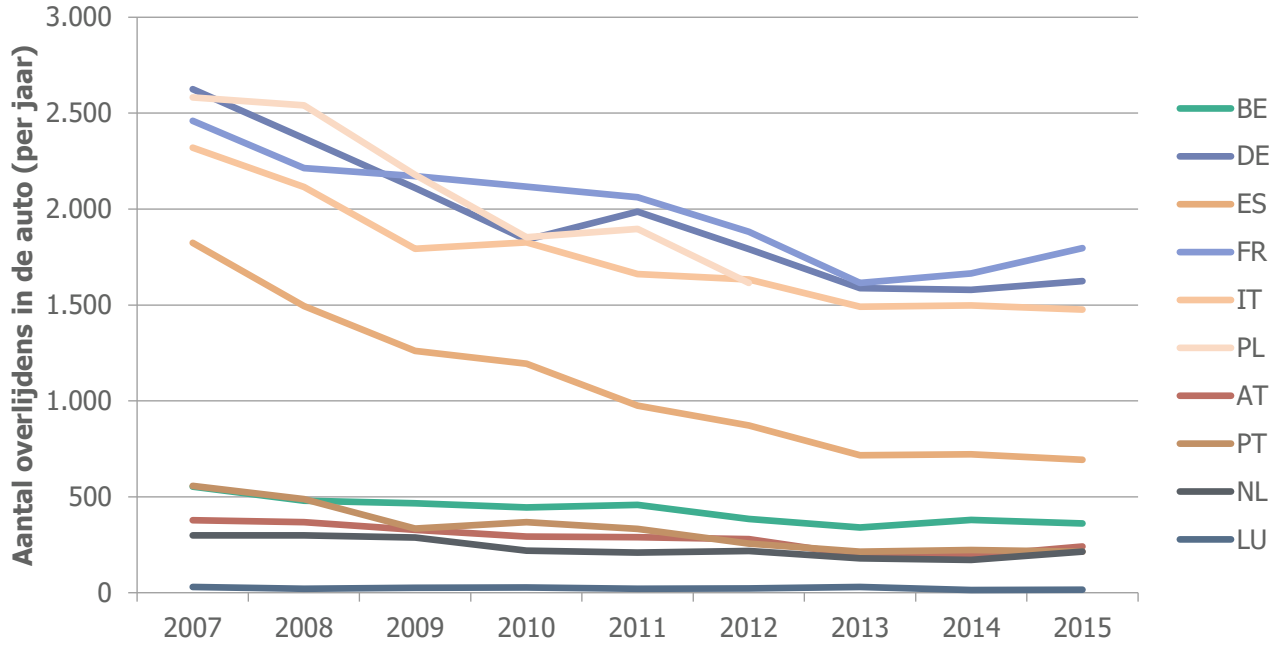


Bron: CARE-database, gegevens van mei 2017

Figuur 5: Aantal auto-inzittenden onder de verkeersdoden, van 2006 tot 2015 in Europa.

In 2015 lieten 12 090 auto-inzittenden het leven in een verkeersongeval in de EU (exclusief Litouwen). Dat stemt overeen met 46 % van alle verkeersongevallen in de EU in dat jaar (Figuur 5). Van de 12 090 om het leven gekomen inzittenden waren er 8 422 bestuurder en 3 640 passagier. Figuur 1 toont de evolutie van de auto-inzittenden in het totaalaantal verkeersslachtoffers in de EU-landen in de periode 2006-2015. Van 2006 tot 2015 daalde het aantal om het leven gekomen auto-inzittenden in de landen van de EU met 43 %. Deze daling is groter dan die van het aantal verkeersongevallen (40 %).

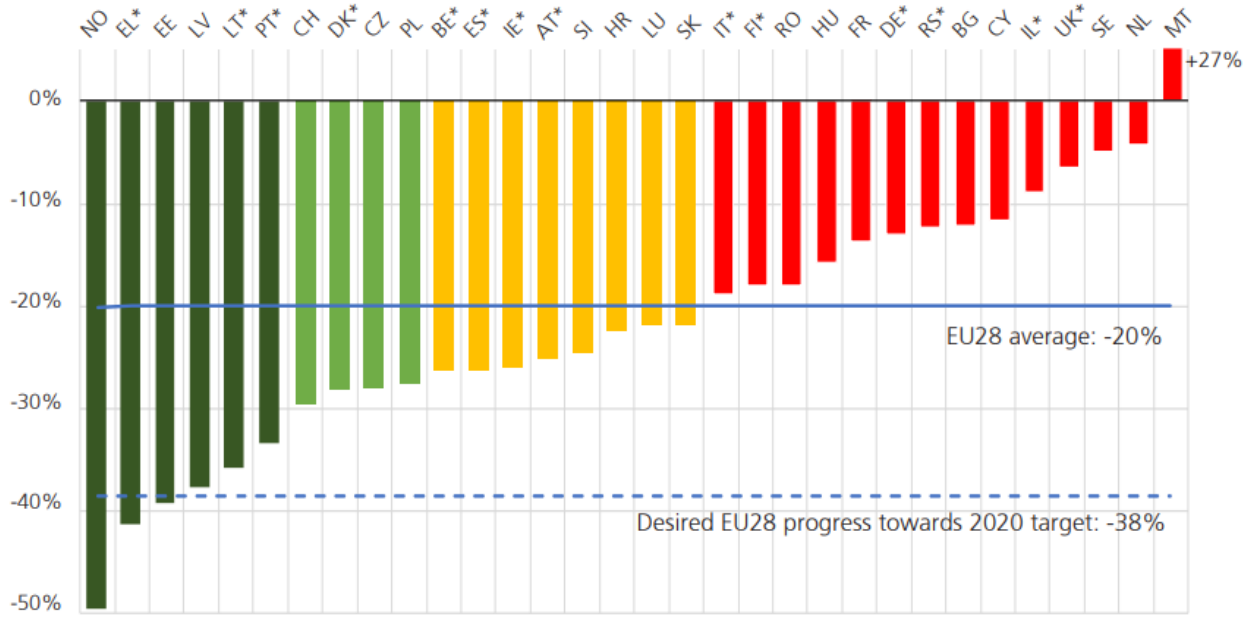
Figuur 6 en Figuur 7 laten zien dat het aantal overlijdens in een auto-ongeval constant afneemt in de meeste Europese landen. De daling is exponentieel negatief (Figuur 6), dit wil zeggen dat de landen waar het dodental het hoogst lag, over het algemeen de sterkste daling boekten (in dodental) . Landen met een laag dodental kunnen uiteraard moeilijk een grote daling realiseren.



Bron: Care (2017)

Figuur 6: Evolutie van het aantal om het leven gekomen auto-inzittenden in verschillende landen in Europa, 2007-2015.

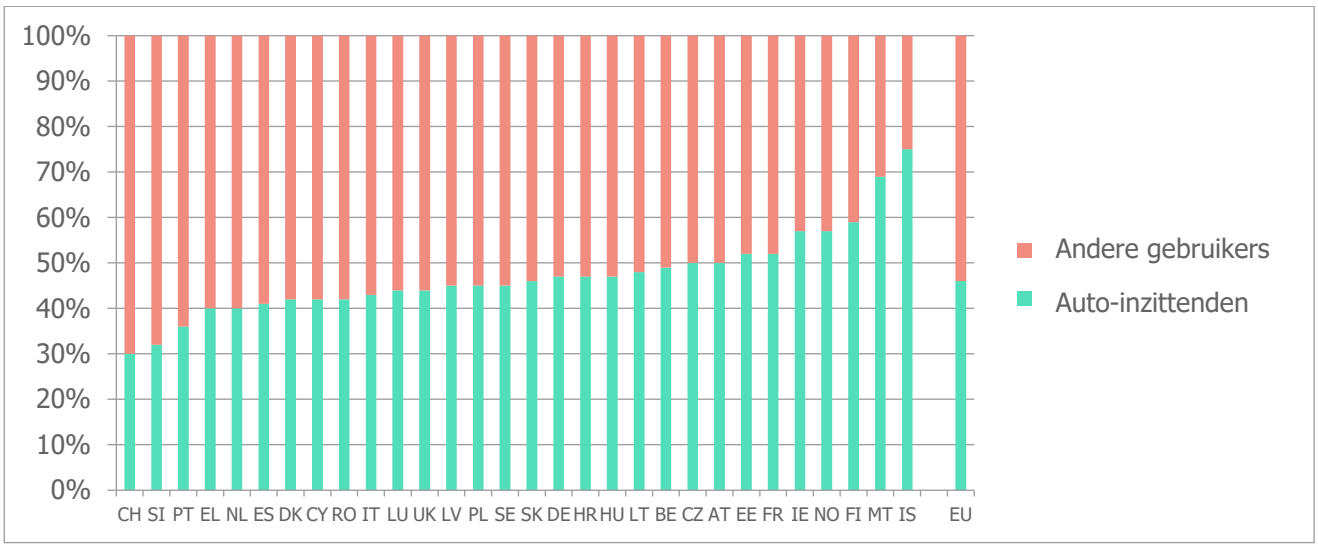
Aangezien de sterkte van de daling afhangt van de grootte van het land en het oorspronkelijke aantal overlijdens, berekent Figuur 7 de relatieve procentuele daling tussen 2010 en 2017 voor ieder land van Europa. Op basis daarvan stellen we vast dat er op Europees niveau een daling met gemiddeld 20 % werd gerealiseerd in deze periode, wat toch opmerkelijk is. De daling is het grootst in Noorwegen. Het succes aldaar is deels te verklaren door een betere infrastructuur en een aanpak die zich vooral richt tot jonge weggebruikers (Adminaite, 2018).



Bron: ETSC (2017)

Figuur 7: Relatieve daling (in %) van de doden bij auto-ongevallen in Europa tussen 2010 en 2016. Landen met geraamde cijfers voor 2016, worden aangeduid door een *.

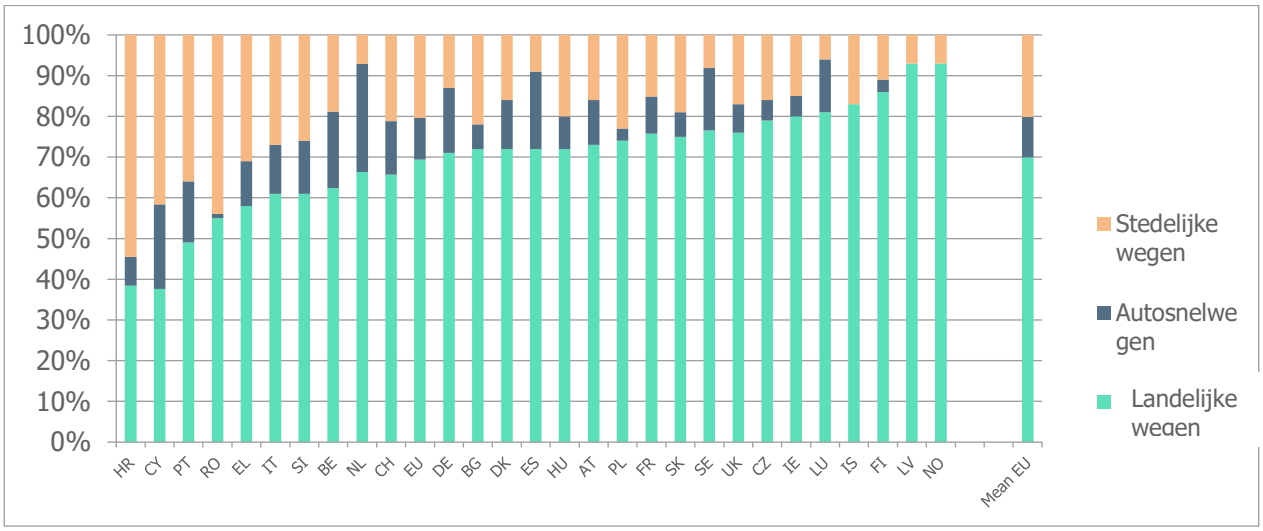
Figuur 8 illustreert de verhouding van de auto-inzittenden tegenover de andere weggebruikers bij de verkeersdoden in de verschillende landen van Europa. We zien dat dit percentage varieert tussen 70 %, in Luxemburg, en 30 %, in Nederland. Het aandeel van de auto-inzittenden in de verkeersdoden is aanzienlijk gedaald in Europa tussen 2001 en 2012: van 56 naar 49 %.



Bron: Europese Commissie (2017)

Figuur 8: Percentage van de om het leven gekomen auto-inzittenden in vergelijking met alle verkeersdoden, per land, en het Europese gemiddelde in 2001 en 2012. De waarden geven het gemiddelde van 2010-2012 weer.

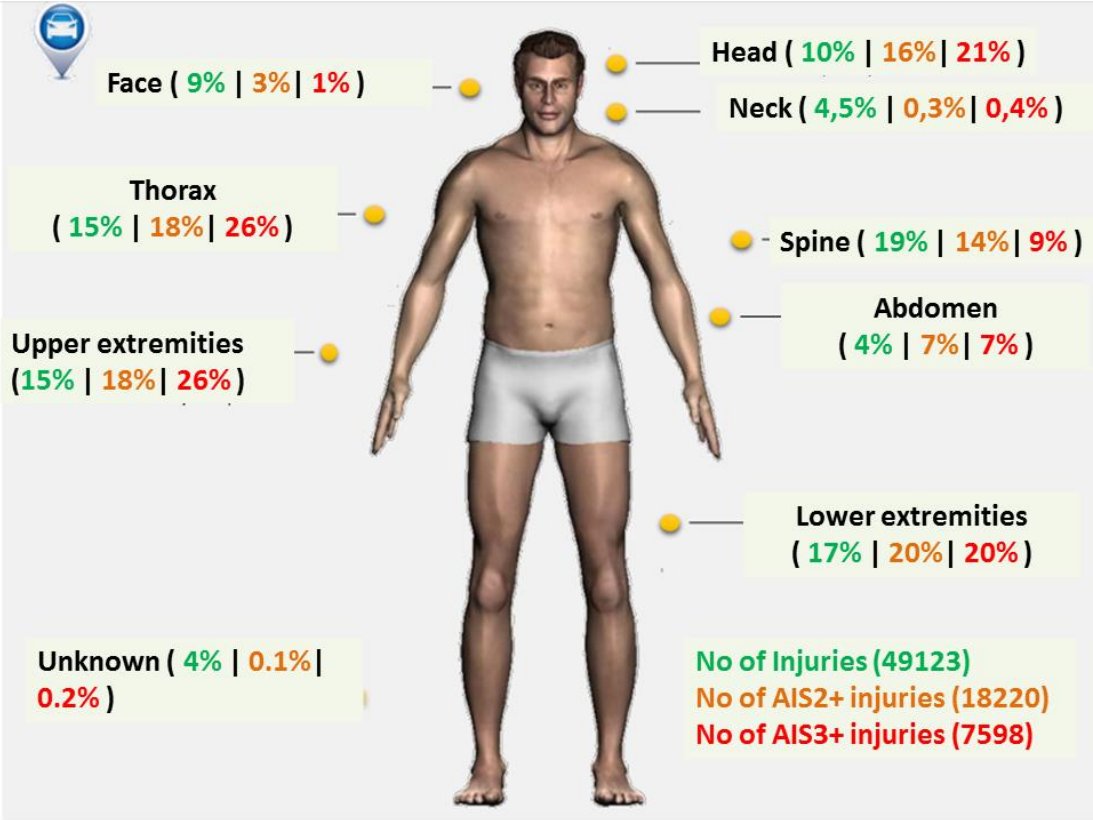
Wat betreft de verdeling van de om het leven gekomen auto-inzittenden afhankelijk van het type weg, lopen de cijfers van de verschillende Europese landen tamelijk gelijk. Figuur 9 illustreert deze verdeling: over het algemeen (met uitzondering van Hongarije en Portugal) vallen de meeste doden op landelijke wegen en in mindere mate in stedelijke gebieden. Autosnelwegen zijn over het algemeen veiliger.



Bron: Europese Commissie (2017)

Figuur 9: Uitsplitsing van de overlijdens als gevolg van auto-ongevallen naar type weg.

Men kan zich afvragen welke soorten letsels er worden veroorzaakt door auto-ongevallen. Dit werd onderzocht door Hermitte et al. (2016). Het resultaat wordt weergegeven in Figuur 10. Deze figuur toont de gegevens die voor het jaar 2011 in Frankrijk verzameld werden in de databank VOIESUR. Ze hebben betrekking op 46 027 letselongevallen waarbij 59 544 voertuigen en 74 941 slachtoffers betrokken waren.



Bron: Hermitte (2016)

Figuur 10: Type letsel bij een auto-ongeval afhankelijk van de AIS-ernstscore[1]. De percentages in het rood stemmen overeen met de ernstigste ongevallen (AIS3+).

We zien dat de lichaamsdelen die het vaakst geraakt worden bij de ernstigste ongevallen (AIS3+), de borstkas (26 % van de gevallen), het hoofd (21 % van de gevallen) en de onderste ledematen (20 % van de gevallen) zijn. Dit wordt nog gedetailleerder besproken bij de ongevallenscenario's (p. 24), maar meer dan 50 % van de doden valt bij een frontale botsing en 40 % bij een zijdelingse botsing. Het risico op ernstige verwondingen voor vastgeklikte inzittenden (veiligheidsgordel) in een frontale botsing is groter voor passagiers achterin dan voor passagiers voorin. De passagier voorin wordt beschermd door een airbag en beperkte bewegingsvrijheid (passagiers achterin kunnen een meer relaxte lichaamshouding aannemen en daardoor ernstigere letsels oplopen bij een ongeval).

1.4 Risico

1.4.1 Risico voor een auto-inzittende in België

Een risico verwijst naar de waarschijnlijkheid dat zich een ongewenste gebeurtenis voordoet (in dit geval de waarschijnlijkheid dat de auto-inzittenden zwaargewond raken of zelfs sterven in een verkeersongeval). Een risico wordt berekend per eenheid van blootstelling aan dit type gebeurtenis. De belangrijkste maat van de blootstelling is de afstand die wordt afgelegd in het verkeer (Martensen, 2014). Het rapport van Martensen (2014) behandelt vooral het risico van ernstige of dodelijke verwondingen. In dit kader worden ernstige verwondingen gedefinieerd op basis van de Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS), als de verwondingen met een MAIS-score van 3 of meer.

Tabel 3 toont vier types risico voor iedere groep weggebruikers, afhankelijk van de ernst van het ongeval (minstens zwaargewond en dood) en de eenheid van blootstelling (miljoen km en miljoen minuten). Voor iedere vervoerswijze zijn correcties aangebracht om rekening te houden met de graad van onderregistratie.

Tabel 3: Risico zwaargewond te raken of te sterven in het verkeer afhankelijk van de vervoerswijze.

[1]De AIS-score (Abbreviated Injury Scale) is een coderingssysteem (op anatomische basis) dat in het leven is geroepen door de *Association for the Advancement of Automotive Medicine*. Het doel is de ernst van de verwondingen te classificeren en te omschrijven. Dit is de anatomische schaal voor ongevalsverwondingen die het meest wordt toegepast.

Vervoerswijzen	Risico zwaargewond te raken		Risico te sterven	
	Per miljoen kilometer	Per miljoen minuten	Per miljoen kilometer	Per miljoen minuten
Voetganger	0,13	0,01	0,032	0,003
Fietser	0,37	0,10	0,027	0,007
Brom- en motorfietsers	0,91	0,57	0,169	0,105
Autobestuurder	0,02	0,01	0,006	0,005
Autopassagier	0,02	0,01	0,005	0,004
Bus- of trampassagier	0,01	0,00	0,000	0,000
Alle weggebruikers	***0,04***	***0,02***	***0,008***	***0,005***

Bron: Martensen (2014)

Voor de vier risico's die opgenomen zijn in Tabel 3, scoren motor- en bromfietsen het hoogst en de bus het laagst. De autobestuurder staat op de 4e plaats en de autopassagier op de 5e plaats. Het is dus relatief minder gevaarlijk om in een auto te zitten, dan zich te verplaatsen met de fiets, de motorfiets of te voet.

Tabel 4 toont voor iedere leeftijdscategorie de risico's van ernstige of dodelijke verwondingen afhankelijk van de afgelegde kilometers, ten opzichte van het risico van een gemiddelde automobilist. De opgegeven waarden geven de verhouding weer tussen het absolute risico voor een categorie (in functie van leeftijd en type weggebruiker) en het absolute risico voor een gemiddelde bestuurder, ongeacht de leeftijd. Zo stemt de waarde 2 overeen met een risico dat twee keer hoger ligt dan dat van de gemiddelde bestuurder en de waarde 0,5 met een risico dat twee keer lager ligt. (Een cijfer hoger dan 1 geeft aan dat het risico voor de betrokken groep hoger is dan het risico van de gemiddelde automobilist, terwijl een cijfer onder 1 wijst op een lager risico.)

Tabel 4: Relatief risico: risico van de verschillende weggebruikers ernstig of dodelijk verwond te geraken, in vergelijking met andere types weggebruikers (2007-2011).

categorie gebruikers

Leeftijd	Voetganger	Fietser	Brom-/motorfietser	Autobestuurder	Autopassagier	Passagier van bus & tram	Alle weggebruikers
6-14	10,5	18,9			0,3	0,03	1,6
15-17	7,7	10,5			1,4	-	4,1
18-24	4,9	8,0	72,6	4,3	2,5	-	4,6
25-44	4,7	12,5	55,8	0,8	0,9	0,3	1,7
45-64	6,2	21,6	41,5	0,7	0,5	1,3	2,1
64-74	12,0	92,6		1,1	1,3	1,0	4,4
75+	27,5	122,9		3,4	3,1	7,1	10,9
Alle leeftijden	*8,1*	*23,0*	*57,0*	*1,0*	*1,0*	*0,6*	*2,5*

Bron: Martensen (2014)

In Tabel 4 zien we dat de auto algemeen genomen een tamelijk veilig transportmiddel is wat betreft het ongevalsrisico. Alleen het openbaar vervoer is nog (veel) veiliger.

1.4.2 Relatief risico voor de verschillende types autogebruikers

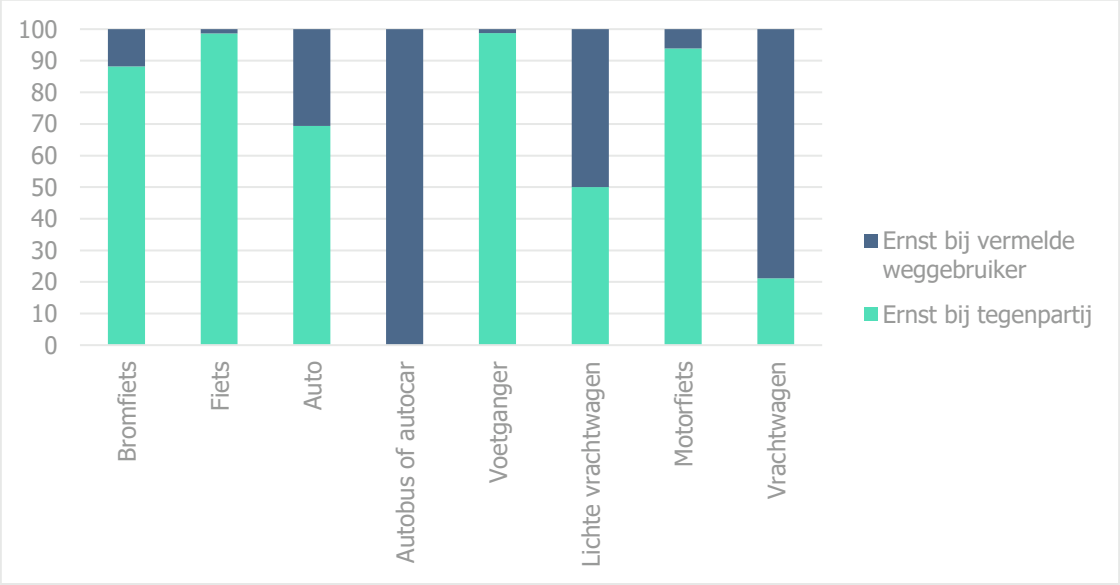
Een uitgebreidere analyse van Tabel 4 stelt ons in staat de risico's van de verschillende leeftijdscategorieën te bepalen en ook de verschillen tussen bestuurders en passagiers. Wat dat laatste betreft stellen we vast dat

passagiers over het algemeen evenveel kans lopen als de bestuurder om betrokken te raken in een ernstig ongeval. De plaats in het voertuig heeft dus weinig invloed op de ernst van het ongeval.

We zien daarentegen dat de leeftijd een essentiële rol speelt in het risico van verkeersongevallen (gedetailleerd in punt 1.7). Kinderen jonger dan 14 jaar lopen drie keer minder risico zwaargewond te raken dan de gemiddelde bestuurder. Jonge volwassenen (18-24 jaar) lopen daarentegen 2,5 (passagier) tot 4 keer (bestuurder) meer risico dan de gemiddelde bestuurder om ernstig verwond te raken. Ten slotte zien we dat het risico op een ernstig ongeval verhoogt met de leeftijd. Opvallend is dat het risico van bestuurders ouder dan 75 jaar drie keer hoger is dan voor de gemiddelde bestuurder.

1.4.3 Risico's voor zichzelf ten opzichte van risico's voor andere weggebruikers

De auto is gevaarlijk voor bepaalde types weggebruikers, die we doorgaans "kwetsbare weggebruikers" noemen. Een ongeval waarbij een auto en een voetganger betrokken zijn, zal bijvoorbeeld altijd (veel) ernstiger zijn voor de voetganger, die geen enkele bescherming geniet tegen de inertie van de auto.



Bron: Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium); grafische voorstelling: Vias institute

Figuur 11: Uitsplitsing van de ernst van de letselongevallen (tussen de weggebruiker en de tegenpartij) naar type weggebruiker (dodental per 1000 ongevallen) in 2016.

Figuur 11 illustreert dat auto-ongevallen over het algemeen ernstig zijn voor zowel de autogebruiker als, in mindere mate, de tegenpartij. Een ernstig ongeval waarbij een voetganger betrokken is, is nagenoeg altijd ernstiger voor de voetganger dan voor zijn tegenpartij. Een extreem groot verschil zien we bij ongevallen met vrachtwagens, die veel ernstigere gevolgen hebben voor de tegenpartij dan voor de vrachtwagenbestuurder zelf.

1.5 Belangrijkste ongevallenscenario's

Verkeersongevallen waarbij auto's betrokken zijn, kunnen worden onderverdeeld in verschillende "typische" scenario's. Deze scenario's worden voor Frankrijk samengevat in Tabel 5.

Tabel 5: Uitsplitsing van de ernst van de auto-ongevallen naar scenario. KSI = aantal doden of zwaargewonden.

France 2014	No of vehicles	Fatalities	Seriously injured	Slightly injured	KSI	KSI (for 100 veh.)
Frontal impact	37310	1075	7915	12136	8990	24
Side Impact	6837	337	1138	2189	1475	22
Rear Impact	11468	93	1110	5408	1203	10
Rollover or overturn	1154	109	588	771	697	60
Others impact	2547	49	395	804	444	17
Total	***59316***	***1663***	***11146***	***21308***	***12809***	***22***

Bron: Hermitte et al. (2016)

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen vijf grote types botsingen: frontale botsingen (frontal impact), zijdelingse botsingen (side impact), kop-staartbbotsingen (rear impact), kantelen of over de kop gaan (rollover or overturn) en overige botsingen. Voor ongevallen waarbij minstens één voertuig betrokken is, is een frontale botsing het scenario dat zich het meest voordoet (62 %), gevolgd door de kop-staartaanrijding (20 %).

Hoe gevaarlijk een scenario is, kan worden berekend op basis van het aantal doden of zwaargewonden (*"killed or severely injured"*, KSI) per 100 betrokken voertuigen. Van de verschillende soorten ongevallen zijn kantelen of over de kop gaan het gevaarlijkst, met 60 KSI per 100 betrokken voertuigen. Daarop volgen de frontale botsingen (van alle types) met 24 KSI en de zijdelingse botsingen met 22 KSI per 100 betrokken voertuigen.

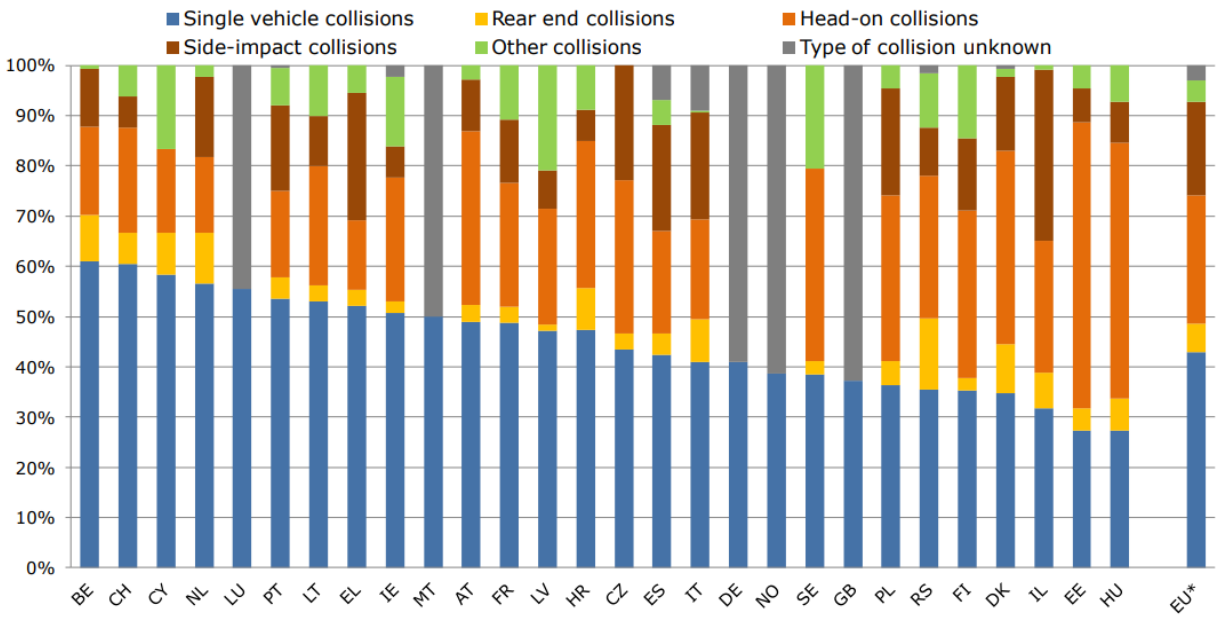
Deze grote types van ongevallen kunnen worden onderverdeeld in subgroepen, zoals in Tabel 6. Het grootste gevaar lopen de inzittenden duidelijk wanneer hun voertuig van de weg geraakt (*single vehicle accident – run off road)*: met 76 KSI per 100 betrokken voertuigen. Een andere situatie die niet vaak voorkomt, maar wel bijzonder gevaarlijk is, is de overweg (*railway level crossing)*, met een score van 60 KSI per 100 betrokken voertuigen. Tot slot zijn de frontale schokken tegen voertuigen in de tegengestelde richting (*head-on collision – on coming traffic*) bijna even gevaarlijk met 55 KSI per 100 betrokken voertuigen

Tabel 6: Kenmerken van de auto-ongevallen afhankelijk van de verschillende scenario's.

France 2011	No of Accidents	No of PC	Fatalities	Seriously injured	Slightly injured	KSI	KSI (for 100 acc.)	KSI (for 100 Veh.)
Pedestrian accident	7765	7961	313	2564	3631	2877	37	36
Bicycle accident	2858	2946	84	690	1497	774	27	26
Single vehicle accident (run off road)	5136	5136	882	3008	3086	3890	76	76
Single vehicle (on roadway)	1729	1729	114	533	979	647	37	37
Head-on collisions (on coming traffic)	4797	7146	828	3130	4004	3958	83	55
Rear end collisions (same direction traffic)	9628	14052	203	2027	7876	2230	23	16
Junction accident (no turning)	4553	6469	171	1119	3837	1290	28	20
Junction accident (turning)	6748	8438	169	2236	4940	2405	36	29
Railway level crossing	225	270	18	144	87	162	72	60
Out of junction (collision unknown)	2589	5397	144	745	2571	889	34	16
Others	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	***46027***	***59544***	***2926***	***16195***	***32508***	***19121***	***42***	***32***

Bron: Hermitte et al. (2016)

Op Europees niveau is bij 43 % van de auto-ongevallen slechts één enkel voertuig betrokken. 26 % van de ongevallen zijn frontale botsingen en 19 % zijdelingse botsingen. De verhoudingen tussen de soorten ongevallen lopen sterk uiteen tussen de verschillende Europese landen.



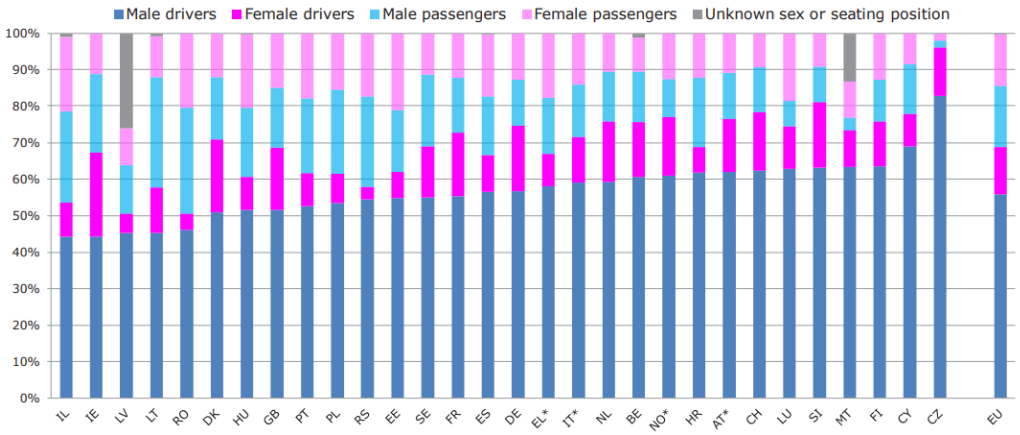
Bron: Jost et al. (2014)

Figuur 12: Percentage doden bij verschillende soorten auto-ongevallen in Europa in 2010.

1.6 Risicofactoren en oorzaken van auto-ongevallen

1.6.1 Geslacht

In de ongevallenstatistieken lijkt het geslacht van de autobestuurder een rol te spelen. Figuur 13 laat de verhouding zien tussen de mannelijke en vrouwelijke bestuurders of passagiers die door een auto-ongeval om het leven zijn gekomen in de periode 2010-2012 in Europa (de gegevens zijn niet gewogen aan het aantal gereden km). De meeste doden zijn te situeren bij de mannelijke bestuurders. Over het algemeen sterven er maar heel weinig vrouwelijke bestuurders bij een auto-ongeval. Vrouwen nemen minder risico's achter het stuur, met name wat betreft snelheid (Pelssers et al., 2017). Uit de figuur blijkt ook dat er over het algemeen meer bestuurders dan passagiers het leven laten op de Europese wegen.



Bron: Jost et al. (2014)

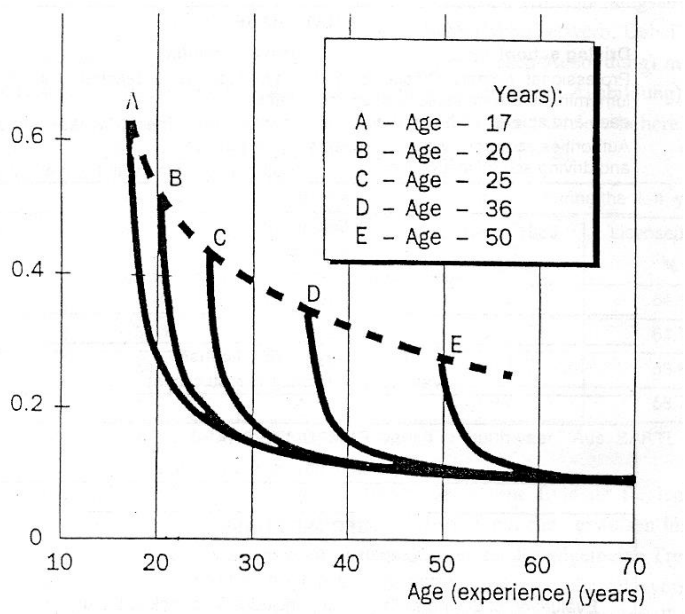
Figuur 13: Percentage doden in het autoverkeer in Europa afhankelijk van geslacht en plaats in het voertuig (bestuurder of passagier), gerangschikt op dodental van de mannelijke bestuurders. De waarden stemmen overeen met het gemiddelde van 2010-2012.

1.6.2 Leeftijd

De studies tonen aan dat het ongevalsrisico hoger is bij jonge bestuurders (Dupont, 2012). Om dit hogere risico te verklaren, wordt traditioneel een onderscheid gemaakt tussen twee soorten factoren: leeftijdgebonden vs. ervaringsgebonden. De eerste groep factoren heeft voornamelijk betrekking op de levensstijl, de

groepsdruk, de houding en motivatie van jonge bestuurders ("de onvoorzichtige jonge bestuurder"). De ervaringsgebonden factoren houden dan weer verband met beheersing van het voertuig, anticipatievermogen, gevaarsperceptie, gepast reageren enz., vaardigheden die zich ontwikkelen door ervaring.

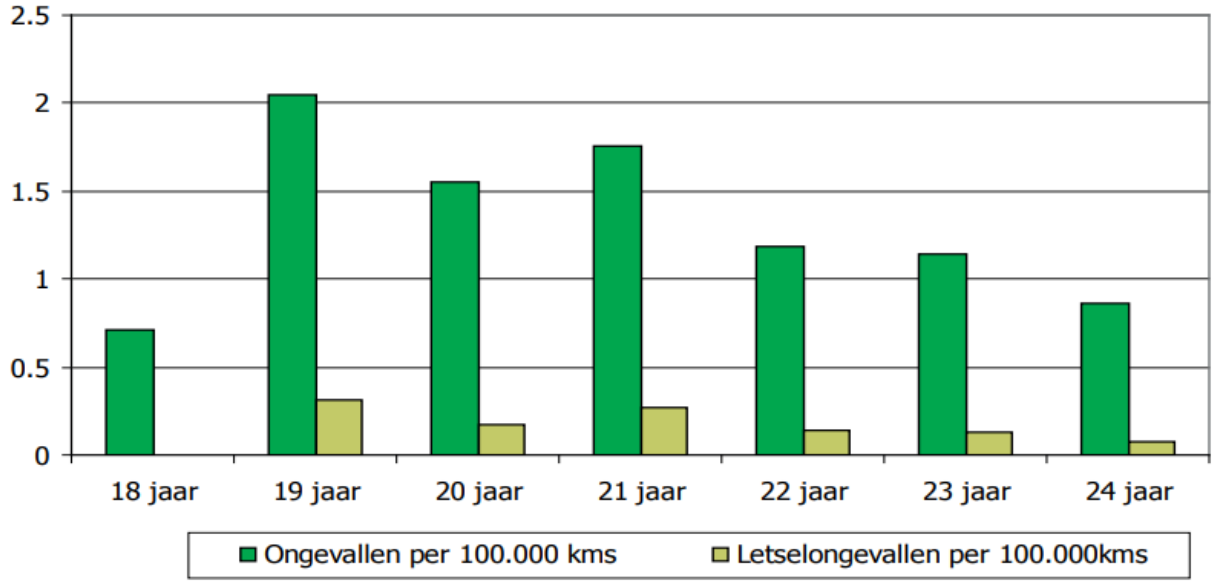
Figuur 14 illustreert dit fenomeen: hoewel rijervaring duidelijk een rol speelt, zien we ook dat het ongevalsrisico aanzienlijk verandert met de leeftijd, onafhankelijk van de ervaring.



Bron: Maycock, Lockwood & Lester (1991) in Vlakveld (2005)

Figuur 14: Voorspelde ongevalsfrequentie afhankelijk van leeftijd en ervaring van de bestuurder.

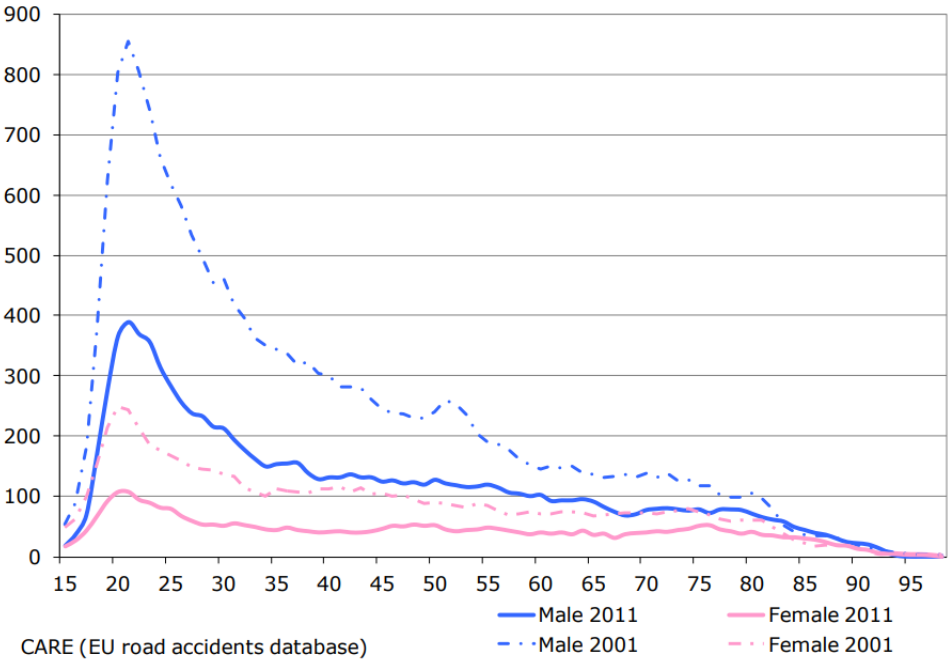
Als we kijken naar het aantal ongevallen per 100.000 km, zien we dan ook dat heel jonge bestuurders betrokken zijn bij een groot deel van de ongevallen en letselongevallen (Figuur 15).



Bron:Dupont (2012)

Figuur 15: Aandeel in de ongevallen en letselongevallen in België per leeftijd van de bestuurder (2010).

Deze tendens lijkt bevestigd te worden door de Europese gegevens voorgesteld in Figuur 16. Het dodental ligt veel hoger bij jongeren dan bij oudere mensen. Er is ook een duidelijke tendens naar een daling van het aantal doden, in alle leeftijdscategorieën, tussen 2001 (stippellijn) en 2011 (volle lijn).



Figuur 16: Mannelijke en vrouwelijke doden bij auto-ongevallen in Europa in 2001 en 2011, per leeftijd.

Bron: Jost et al. (2014)

1.6.3 Passagiers

Een studie van Dupont et al. (2014) heeft de mogelijke invloed onderzocht van de aanwezigheid van passagiers in de personenauto op het ongevalsrisico. Op basis van internationaal literatuuronderzoek wordt aangetoond dat de aanwezigheid van passagiers voor sommige bestuurders het risico betrokken te raken bij een ongeval beïnvloedt. Chen et al. (2010) stelt bijvoorbeeld vast dat het risico toeneemt bij heel jonge bestuurders (16-17 jaar) als ze niet alleen zijn. Het risico neemt zelfs toe met het aantal passagiers. Chen et al. (2000) schat het risico op overlijden per 10 miljoen ritten in de Verenigde Staten voor twee leeftijdsgroepen van bestuurders: tussen 16 en 17 jaar en tussen 30 en 59 jaar. Voor bestuurders van 16 en 17 jaar wordt het ongevalsrisico significant hoger geschat als er een passagier meerijdt en het risico zou ook significant stijgen met het aantal passagiers. De stijging van het risico afhankelijk van het aantal passagiers was bovendien groter voor mannelijke bestuurders. Bij de 30- tot 59-jarige bestuurders had de aanwezigheid van passagiers daarentegen geen invloed op het ongevalsrisico.

Engström et al. (2008) bevat een raming van het ongevalsrisico op basis van het aantal kilometer gereden door Zweedse bestuurders, rekening houdend met leeftijd en geslacht van de bestuurder alsmede de aanwezigheid van passagiers en hun aantal, alsook het moment van de verplaatsing (weekdag of weekend). De resultaten contrasteren duidelijk met die van de studie van Chen et al. (2000). Om te beginnen daalt het ongevalsrisico bij aanwezigheid van passagiers, en dat voor de drie leeftijdscategorieën van bestuurders (18-24, 25-64 en 65+) en het blijft dalen naarmate er meer passagiers zijn. Dit "beschermende" effect van passagiers wordt zowel bij vrouwelijke als mannelijke bestuurders opgemerkt, maar is wel meer uitgesproken bij de vrouwen en ook bij de oudere bestuurders (25 tot 64 jaar en ouder dan 65 jaar) in vergelijking met de jongere. Uit de studie blijkt ook dat het beschermende effect van passagiers groter is tijdens het weekend dan in de week, met name voor de jongste bestuurders.

1.6.4 Gedrag

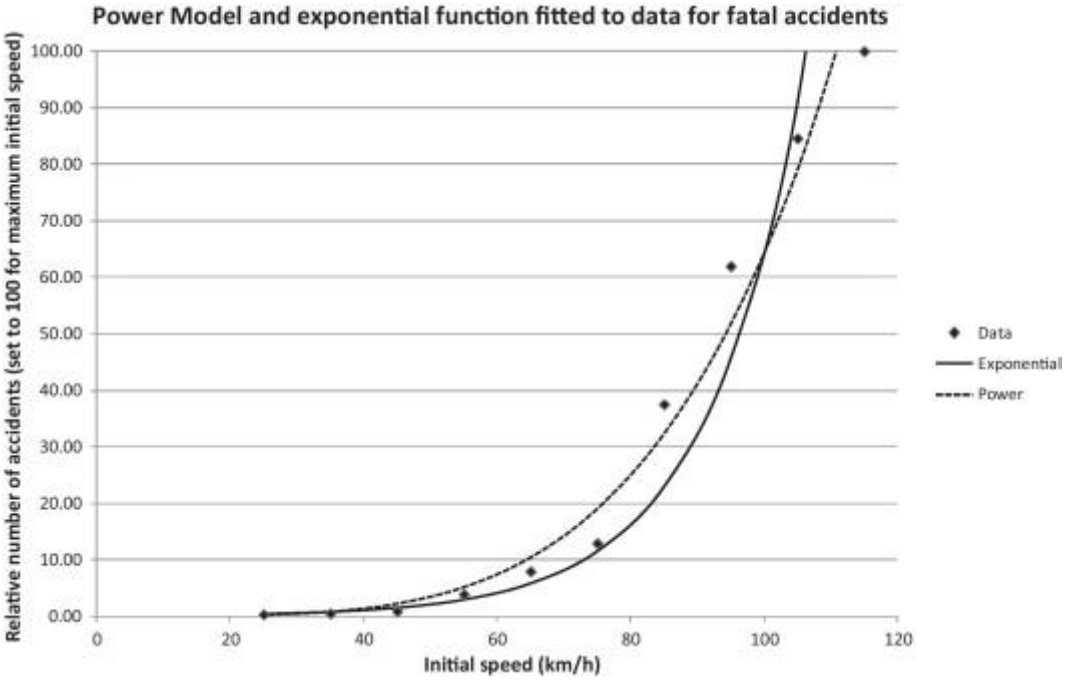
Er wordt doorgaans van uitgegaan dat 80 tot 90 % van de auto-ongevallen het gevolg is van een of meer menselijke fouten. Snelheid, rijden onder invloed van alcohol en afleiding/vermoeidheid worden beschouwd als de belangrijkste ongevalsfactoren op onze wegen. Dat zijn drie fenomenen die rechtstreeks samenhangen met het gedrag van de bestuurder.

Onaangepaste snelheid

De snelheid heeft een aanzienlijke invloed op zowel het ongevalsrisico als de ongevalsernst. Overdreven snelheid kan zowel de directe oorzaak van een ongeval zijn als de kans op een ongeval verhogen. De rijsnelheid bepaalt doorslaggevend hoeveel tijd de bestuurder heeft om te reageren op een onverwachte gebeurtenis. Een hoge snelheid vergroot niet alleen de afstand die wordt afgelegd tijdens de reactietijd van de bestuurder,

maar verlengt ook de remafstand. Bovendien is de impact van de botsing en bijgevolg het lichamelijk letsel des te groter naarmate de snelheid hoger is. *Wie hier meer over wil weten, kan het themadossier ter zake van Vias institute (Pelssers et al., 2017) raadplegen.*

Kortom, een te hoge snelheid verhoogt het aantal ongevallen en hun ernst exponentieel. Rijden met 130 km/u in plaats van 120 km/u verhoogt de kans op een dodelijk ongeval met 38 %.



Bron: Elvik (2013a)

Figuur 17: Exponentiële curve aangepast voor ongevalsgegevens.

Figuur 17 illustreert deze exponentiële relatie aan de hand van de gegevens van werkelijke ongevallen. Hoe hoger de rijsnelheid, hoe meer ongevallen er gebeuren. Deze relatie werd al aangetoond en bevestigd door talrijke onderzoekers (Nilsson, 1981 & 2004; Elvik et al., 2004). Overdreven snelheid is dus een belangrijke oorzaak van auto-ongevallen.

Risicogedrag

Het nemen van risico's achter het stuur vergroot in het algemeen de kans op een ongeval. Risicogedrag kan vele vormen aannemen. We bespreken hierna enkele voorbeelden.

Soteropoulos (2016) bestudeert het verband tussen gevaarlijke inhaalmanoeuvres en het ongevalsrisico. Inhalen wordt over het algemeen beschouwd als een van de ingewikkeldste en gevaarlijkste manoeuvres die een bestuurder kan doen. Het gebeurt bij hoge snelheid en het voertuig begeeft zich op een rijstrook die bestemd is voor verkeer in de tegengestelde richting, wat leidt tot een hoogst destructieve gecombineerde snelheid in geval van een botsing. Uit de resultaten blijkt dat de ernst van het ongeval toeneemt als het gaat om (gevaarlijke) inhaalmanoeuvres. Aangezien slechts een klein deel van de ongevallen zich voordoet tijdens het inhalen, is het echter moeilijk om conclusies te trekken.

Een ander voorbeeld van risicogedrag is onvoldoende afstand houden van een voorligger. Aigner-Breuss en Russwurm (2016) tonen op basis van literatuuronderzoek aan dat tamelijk veel bestuurders dit gedrag stellen, wat uiteraard het risico van een kop-staartbotsing verhoogt, aangezien tijdig remmen in een noodsituatie daardoor moeilijk of onmogelijk wordt.

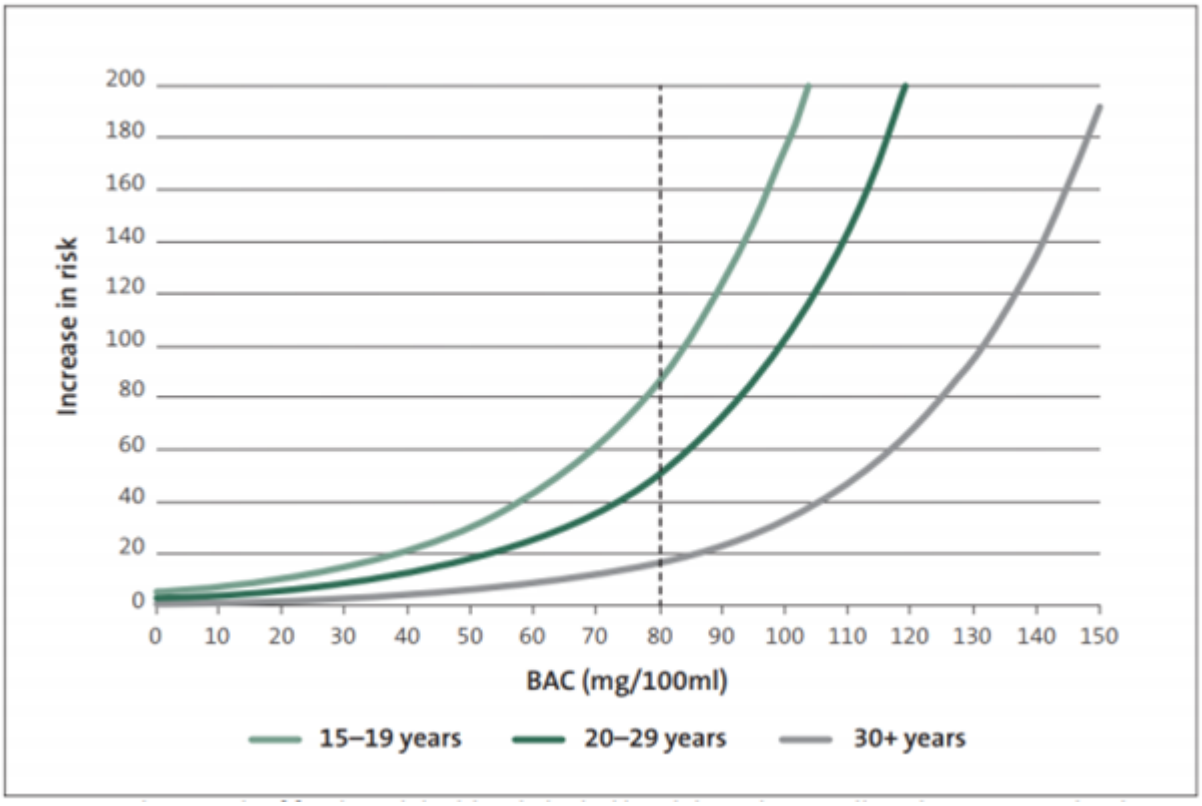
Rijden onder invloed van alcohol

Rijden onder invloed van alcohol is een van de belangrijkste oorzaken van verkeersonveiligheid. *Wie hier meer over wil weten, verwijzen wij graag naar ons themadossier dat specifiek aan deze problematiek is gewijd (Meesman et al., 2017b).* Hoewel slechts een klein percentage van de verplaatsingen met de auto plaatsvindt onder invloed van alcohol, speelt alcohol een relatief grote rol in verkeersongevallen. In België wordt ongeveer 1 automobilist op 10 positief getest na een letselongeval. Bij de zwaargewonde slachtoffers loopt dit cijfer zelfs op tot 40 %. Rijden onder invloed van alcohol is strafbaar in alle Europese landen, maar de normen verschillen van land tot land. In een flink aantal Europese landen (met name Nederland en België) ligt de

wettelijke grens op een bloedalcoholgehalte (BAG) van 0,5 g/l. Boven deze limiet kan de bestuurder gestraft worden wegens rijden onder invloed van alcohol. Voor jonge/onervaren bestuurders of professionele chauffeurs wordt vaak een lagere grens toegepast (meestal 0,2 g/l). Alcoholgebruik heeft verscheidene negatieve effecten op de rijvaardigheid: remmingen vallen weg, de concentratie neemt af, de reactiesnelheid vermindert; meer slingerbewegingen, snelheidsschommelingen en een zekere vorm van slaperigheid kunnen voorkomen. De bestuurders denken vaak dat ze nog perfect in staat zijn om te rijden hoewel ze gedronken hebben. Deze zelfoverschatting is te wijten aan de alcohol.

Een ander belangrijk literatuuronderzoek is verricht door Leskovšek en Goldenbeld (2017). Zij onderzochten gedetailleerd de effecten van alcohol en toonden aan dat het ongevalsrisico exponentieel toeneemt met het bloedalcoholgehalte van de bestuurder. Dit verband is zichtbaar in *Bron: Leskovšek & Godenbeld (2017)*

Figuur 18. Daaruit blijkt ook dat alcohol meer schade aanricht bij de jongeren dan bij personen boven de 30 jaar.



Bron: Leskovšek & Godenbeld (2017)

Figuur 18: Relatief risico van een fataal ongeval afhankelijk van het bloedalcoholgehalte en de leeftijd van de bestuurder.

Rijden onder invloed van drugs

Naast snelheid speelt rijden onder invloed van alcohol of ook drugs een essentiële rol in het ongevalsrisico. Drugs en bepaalde geneesmiddelen beïnvloeden het gedrag of het perceptievermogen van de gebruiker. Rijden onder invloed van drugs en psychotrope geneesmiddelen wordt over het algemeen beschouwd als een potentieel risico voor de verkeersveiligheid. De invloed op de rijvaardigheid hangt af van het type stof, de ingenomen hoeveelheid en de individuele gevoeligheid en verder ook van de context waarin de stof werd ingenomen. In het geval van drugs gaat het om misbruik van een psychotrope stof zonder medische controle. In het geval van geneesmiddelen past het gebruik (doorgaans) in het kader van een medische behandeling. Het gebruik van het geneesmiddel kan nodig zijn om de rijvaardigheid (het functioneren) van de patiënt te herstellen. *Wie hier meer over wil weten, kan het themadossier ter zake van Vias institute (Meesman et al., 2017a) doornemen.* Naar schatting in 2 % van de verkeersongevallen is er sprake van druggebruik (Schulze et al., 2012).

Een meta-analyse van 2013 (Elvik, 2013a) illustreert dat talrijke wetenschappelijke studies consistent aantonen dat het gebruik van psychoactieve drugs de verkeersveiligheid negatief beïnvloedt. De belangrijkste reden daarvan is dat ze niet alleen de perceptie van de omgeving beïnvloeden, maar ook het beoordelings- en reactievermogen.

Afleiding

Dat de bestuurder zich concentreert op de taak die hij aan het uitvoeren, lijkt essentieel voor de veiligheid van het wegverkeer. Naar schatting brengen bestuurders 25 tot 30 % van hun tijd door met activiteiten die hen daarvan kunnen afleiden (Ranney, 2008) *Dit thema wordt uitvoerig besproken in het themadossier van Slootmans en Desmet (2018). Als dit thema u interesseert, kunt u dit dossier doornemen*. De belangrijkste boodschap is dat afleiding in het verkeer een groot probleem is voor de verkeersveiligheid. Er kunnen vele oorzaken aan ten grondslag liggen: gsm, reclameborden, passagiers in de auto, ingebouwde entertainmentsystemen enz. Een afgeleide bestuurder is niet met zijn aandacht bij het verkeer en neemt een gevaar mogelijk niet tijdig waar om zo nodig nog passend te kunnen reageren.

Vermoeidheid en slaperigheid

Net als afleiding is vermoeidheid een groot probleem voor de verkeersveiligheid. Slaperigheid zou een rol spelen in 20 tot 25 % van de ongevallen in Europa (Riguelle & Goldenbeld, 2016*). Dit thema wordt uitvoerig besproken in het themadossier van Riguelle en Goldenbeld (2016). Als dit thema u interesseert, kunt u dit dossier doornemen*. Kort gezegd is vermoeidheid een staat van verminderde aandacht met als gevolg een daling van het vermogen en de motivatie om actie te ondernemen. Vermoeidheid omvat een lichamelijk en een mentaal/psychisch aspect. Er zijn doorgaans vijf factoren die aan de oorsprong van vermoeidheid liggen: de tijd gewijd aan een taak of een werk, slaapgebrek, bioritme, eentonigheid van de taak en individuele eigenschappen (zoals gezondheidstoestand en gebruik van alcohol, drugs en geneesmiddelen). Vermoeidheid achter het stuur heeft een negatieve invloed op het rijgedrag, waaronder een langere reactietijd, verminderde aandacht, een minder goede informatieverwerking en een minder goed stuurvermogen. Individuele eigenschappen, zoals de leeftijd, de gezondheidstoestand, het gebruik van alcohol, geneesmiddelen en drugs, hebben een invloed op de gevoeligheid voor vermoeidheid en het vermogen daar weerstand aan te bieden. Senioren (70+) en personen in slechte conditie zijn sneller vermoeid. Jongeren hebben vaak meer uren slaap nodig, terwijl ze juist heel weinig slapen. Dit slaapgebrek en het gebruik van alcohol en drugs maken deze groep nog gevoeliger voor de effecten van vermoeidheid. Slapeloosheid is een veel voorkomende slaapstoornis die vermoeidheid overdag tot gevolg heeft. Slaapapneu is eveneens een slaapstoornis die veel voorkomt, maar heel wat mensen weten niet dat ze er last van hebben.

Niet-dragen van de veiligheidsgordel

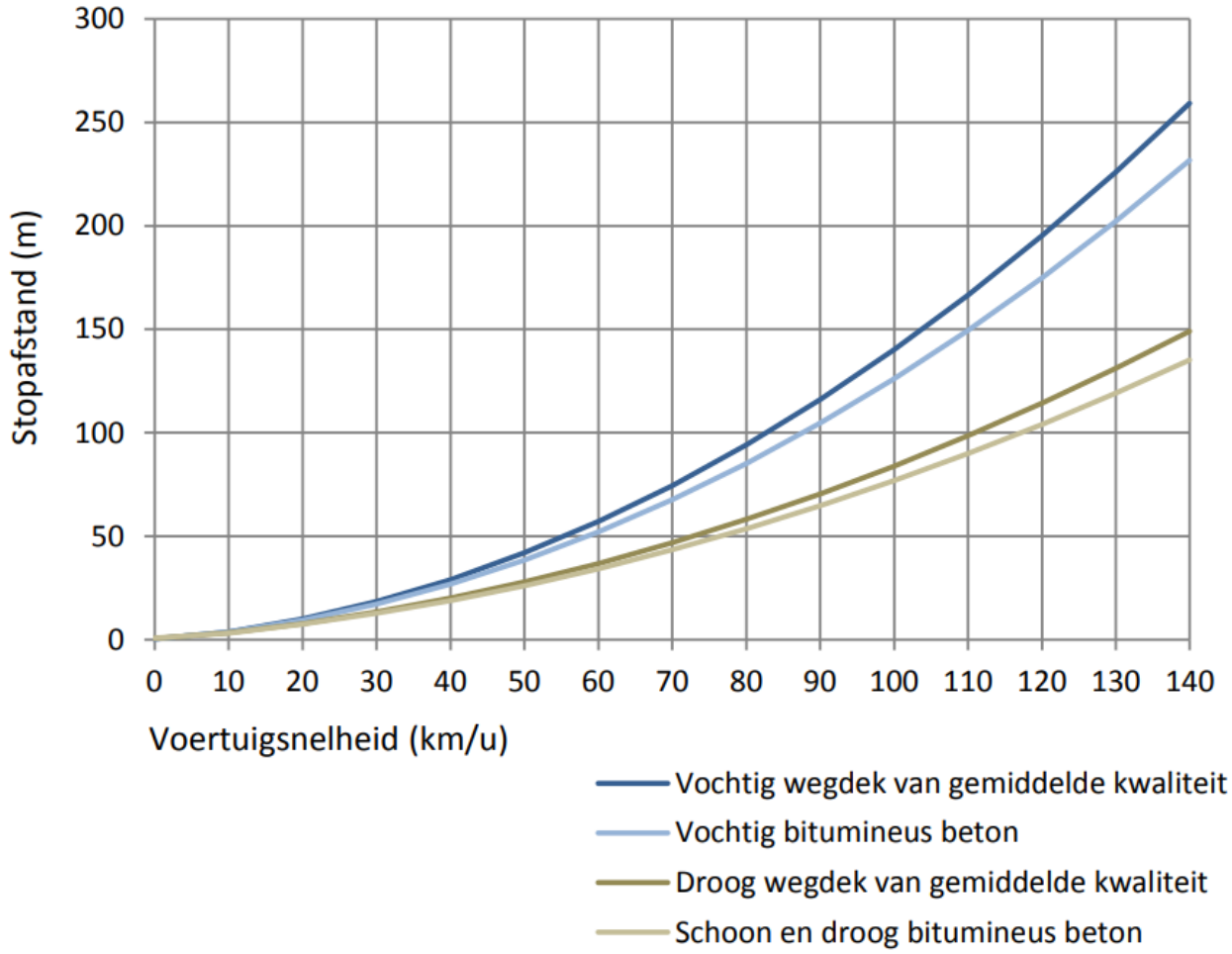
Zoals we zullen zien bij de maatregelen (p. 47) is de veiligheidsgordel van primordiaal belang voor de veiligheid aan boord van het voertuig, zowel voor de bestuurder als voor de passagiers (Lequeux, 2016). Het niet dragen van de veiligheidsgordel vergroot het risico op verwonding in geval van een ongeval aanzienlijk. In België droegen in 2015 naar schatting 8,5 % van de bestuurders, 7,8 % van de passagiers voorin en 14,4 % van de passagiers achterin geen veiligheidsgordel. Volgens de National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) zou de veiligheidsgordel de kans op dodelijk letsel in een ongeval beperken met 45 % en de kans op letsel met 50 %, door ervoor te zorgen dat het lichaam niet naar voren vliegt of uit het voertuig geslingerd wordt.

1.6.5 Infrastructuur

De infrastructuur voor het wegverkeer is complex en evolueert al een eeuw wat betreft verkeerscapaciteit, veiligheid en geluidshinder. Specifiek met betrekking tot auto's zijn er verscheidene risicofactoren die meespelen.

Wegdek

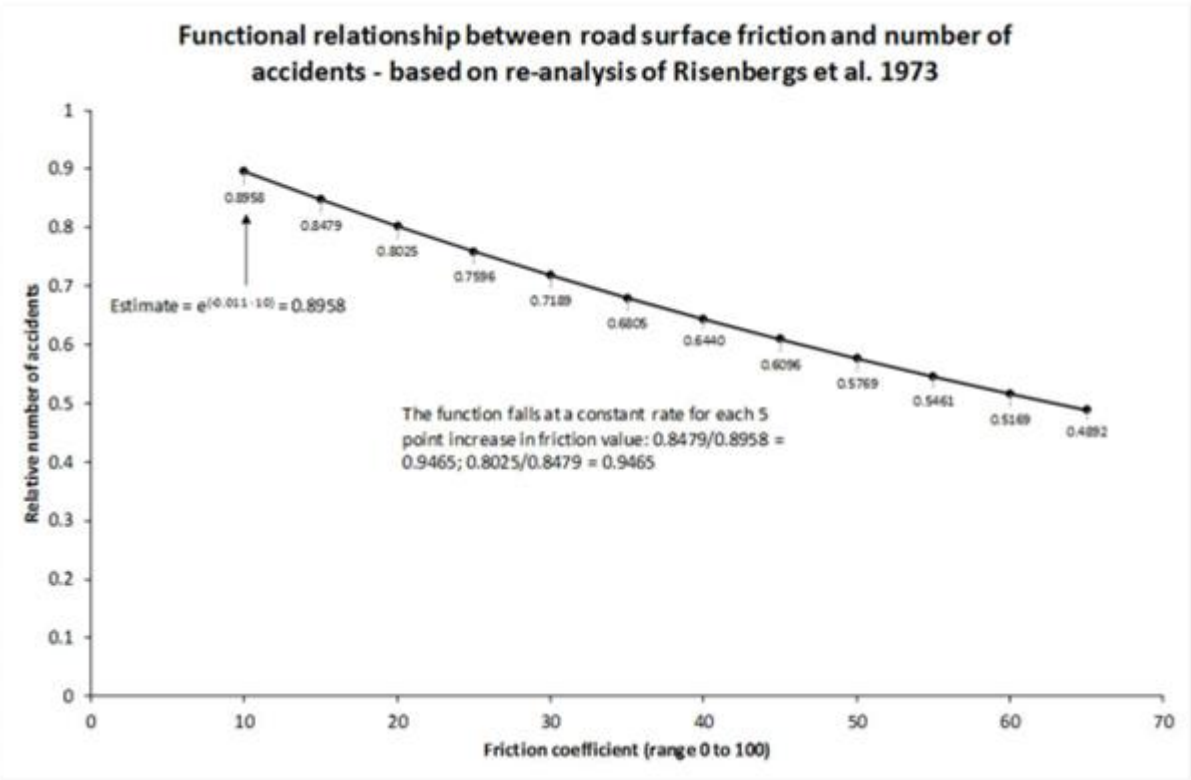
Grip op de weg is van essentieel belang om het voertuig onder controle te kunnen houden in moeilijke omstandigheden. Een kwalitatief hoogstaand wegdek biedt een betere grip, wat in gevaarlijke situaties met name resulteert in een kortere remafstand. Figuur 19 van Leblud et al. (2017) illustreert dit principe.



Bron: Leblud et al. (2017)

Figuur 19: Remafstand afhankelijk van type wegdek.

De figuur laat duidelijk zien dat de remafstand aanzienlijk langer kan zijn op een wegdek van slechte kwaliteit, zeker als het nat is. De weersomstandigheden spelen hierin dus ook een belangrijke rol. Een studie van Elvik (2017) heeft zelfs aangetoond dat er een verband is tussen de wrijvingscoëfficiënt van een weg en het ongevalsrisico. Deze relatie wordt getoond in Figuur 20.



Bron: Elvik (2017)

Figuur 20: Relatief aantal ongevallen afhankelijk van de wrijvingscoëfficiënt van het wegdek.

Hindernissen

Bepaalde soorten hindernissen zijn geïdentificeerd als een significante risicofactor. Volgens Theofilatos et al. (2017) hebben zones met wegwerkzaamheden een significante invloed hebben op het ongevalsrisico. Ook tussen de lengte van de wegwerkzaamheden en het ongevalsrisico zou er een verband bestaan. Deze resultaten werden bevestigd door een meta-analyse in deze studie.

Openbare verlichting

In België heerst er een cultuur van openbare verlichting. Tot voor kort werden onze gemeentelijke, gewest wegen en autosnelwegen grotendeels 's nachts verlicht. Verlichting zorgt voor een onmiskenbare verbetering van het rijcomfort en de leesbaarheid van de weg voor de weggebruikers. Daarom kan men zich nu afvragen of het ontbreken van verlichting een risicofactor is voor de autobestuurders. Het literatuuronderzoek van Focant & Martensen (2016) kwam niet tot de vaststelling dat duisternis een risicofactor was voor de automobilisten. Voor voetgangers is het daarentegen wel een heel grote risicofactor. Een specifieke studie in Duitsland (Wanvik, 2009) heeft aangetoond dat de installatie van verlichting de letselongevallen met 50 % vermindert.

1.6.6 Voertuig en technische defecten

De manier waarop het voertuig is ontworpen en wordt onderhouden kan het ongevalsrisico en de ongevalsernst beïnvloeden. Het ligt voor de hand dat niet goed functionerende remmen kunnen bepalen of het komt tot een ongeval of niet. De gevolgen van een ongeval kunnen aanzienlijk erger zijn als de vervorming van het inzittendencompartiment niet correct is ingeschat door de fabrikant.

Onderhoud en technisch defect van het voertuig

Het is heel moeilijk na te gaan of een gebrekkig onderhoud en/of een technisch probleem een risicofactor vormt voor de auto-inzittenden (Hermitte, 2016a). Het is immers heel moeilijk, zo niet onmogelijk, om een volledige analyse te maken van een voertuig na een ongeval zonder het helemaal te demonteren. De eventuele oorzaken van het ongeval die specifiek verband houden met een gebrek van het voertuig, kunnen dus moeilijk achterhaald worden. Toch wordt over het algemeen aangenomen dat technische problemen kunnen bijdragen aan het ongevalsrisico.

Hermitte (2016a) is van mening dat het aantal voertuigen met een technisch probleem dat een weerslag kan hebben op de verkeersveiligheid, heel sterk kan variëren: van 2 % in bepaalde landen tot nagenoeg 100 % in andere. Dit grote verschil wordt verklaard door de wijze waarop het voertuig wordt geïnspecteerd en de instantie die instaat voor deze inspectie. In Groot-Brittannië wordt bijvoorbeeld zo'n 40 % van de voertuigen niet aangeboden voor hun eerste technische controle. Het aantal afgekeurde voertuigen neemt over het algemeen toe met de ouderdom van het voertuig.

Technische gebreken van het voertuig zouden in 0,5 en 24 % bijdragen tot een ongeval (Hermitte 2016a). De experts van DEKRA (een internationale organisatie die werd opgericht in 1925) worden opgeroepen door de politie of een magistraat, wanneer een ongeval kan te maken hebben met of veroorzaakt zijn door een mechanisch gebrek (DEKRA, 2005). In meer dan 26 % van de gevallen waarin tussen 2001 en 2004 een beroep werd gedaan op DEKRA, vertoonde het voertuig inderdaad een technisch gebrek. Dat gebrek hield niet noodzakelijk rechtstreeks verband met het ongeval, maar in een kwart van de gevallen was de expert van oordeel dat het gebrek het ongeval veroorzaakt of mede veroorzaakt had. Het is mogelijk dat een probleem met het voertuig niet de schuld is van het ongeval, maar in een noodgeval de prestaties van het voertuig op belangrijke wijze beïnvloedt.

Euro NCAP – Veiligheid aan boord van auto's bij een ongeval en veiligheid van kwetsbare weggebruikers bij een aanrijding

De Euro NCAP-test is een Europees programma voor de beoordeling van nieuwe automodellen op het gebied van de bescherming van de inzittenden en recenter ook op het gebied van de veiligheid van de weggebruikers die door deze voertuigen worden geraakt.

Euro NCAP (www.euroncap.com) heeft in 2009 een globale veiligheidsscore geïntroduceerd die gebaseerd is op de beoordeling van vier belangrijke gebieden:

- de bescherming van volwassen inzittenden (bestuurder en passagiers);
- de bescherming van kinderen;
- de bescherming van voetgangers, nu uitgebreid met fietsers en "bescherming van kwetsbare weggebruikers" (VRU) genoemd;
- Safety Assist, dat rijhulp- en ongevalpreventiesystemen omvat.

Voor iedere categorie worden een aantal sterren (maximaal vijf) toegekend. Een auto die het uitstekend doet op het gebied van verkeersveiligheid, zal vijf sterren krijgen en een model dat tekortschiet, daarentegen maar bijvoorbeeld één ster.

Sinds de introductie hebben de fabrikanten een enorme vooruitgang geboekt op het gebied van veiligheid van het wegverkeer (Hermitte, 2016b). Men zal niet snel een nieuwe auto met een slechte veiligheidsscore tegenkomen. Een paar jaar geleden lag dat wel anders.

Dezelfde studie (Hemitte, 2016b) heeft aangetoond dat een lage Euro NCAP-score waarschijnlijk een risicofactor was voor de ernst van de verwondingen van de inzittenden, en ook voor de kwetsbare weggebruikers die verwikkeld raken bij een auto-ongeval. Figuur 21 laat een auto zien die te sterk vervormt bij een frontale botsing.



Credit: robson.m3Rlon.org

Figuur 21: Voorbeeld van een auto die slecht ontworpen is voor een frontale botsing: de kooi plooit helemaal samen door de schok.

De resultaten van Kullgren et al. (2010) geven aan dat de inzittenden van een auto met twee Euro NCAP-sterren 28 % meer risico lopen te leiden tot medische problemen na een ongeval dan de inzittenden van een auto met vijf sterren. Ook het risico dat kwetsbare weggebruikers ernstig letsel oplopen bij een botsing met een voertuig met een slechte score, is groter dan met een voertuig met een goede score. We moeten er echter op wijzen dat de beoordelingscriteria snel evolueren. Een auto die vijf sterren behaalt in 2018, zal misschien over vijf jaar beoordeeld worden als slecht presterend (Hermitte, T.*persbericht*).

2 Belgische regelgeving

2.1 Definitie en technische voorschriften

De basisdefinitie van een auto vinden we in bepaling 2.21 van het verkeersreglement: *"elk motorvoertuig, met inbegrip van de trolleybus, dat niet beantwoordt aan de bepalingen van de bromfiets, van de motorfiets, van de drie- en van de vierwieler met motor"*.

Artikel 1 van het koninklijk besluit van 15 maart 1968 houdende algemeen reglement op de technische eisen waaraan de auto's, hun aanhangwagens en hun veiligheidstoebehoren moeten voldoen, beschrijft de verschillende categorieën auto's nauwkeuriger.

Dit laatste besluit bevat ook de technische eisen voor auto's en hun aanhangwagens. Alle voertuigen die worden ingeschreven in België moeten hieraan voldoen. Toch volstaan deze eisen niet voor een Europese typegoedkeuring. Daartoe moet het voertuig ook in overeenstemming zijn met een hele reeks andere reglementen van de ECE met betrekking tot voertuigen.

2.2 Administratieve aspecten

2.2.1 Verzekering

De wet betreffende de verplichte aansprakelijkheidsverzekering inzake motorrijtuigen bepaalt dat elk voertuig dat zich uit eigen kracht kan voortbewegen, gedekt moet zijn door een burgerlijkeaansprakelijkheidsverzekering.

2.2.2 Inschrijving

Iedere auto moet ingeschreven zijn en voorzien zijn van een nummerplaat. De inschrijving van voertuigen wordt geregeld door het koninklijk besluit betreffende de inschrijving van voertuigen en de nummerplaten worden geregeld door het ministerieel besluit betreffende de inschrijving van voertuigen.

2.2.3 Rijbewijs

Artikel 2 van het koninklijk besluit betreffende het rijbewijs bepaalt welk rijbewijs vereist is voor welk type voertuig. Voor categorie B is bepaald:

> *"Auto's met een maximale toegelaten massa van ten hoogste 3 500 kg en ontworpen en gebouwd voor het vervoer van ten hoogste acht passagiers, de bestuurder niet meegerekend; aan de auto's van deze categorie kan een aanhangwagen met een maximale toegelaten massa van ten hoogste 750 kg worden gekoppeld.*
>
> *Aan de auto's van deze categorie kan een aanhangwagen met een maximale toegelaten massa van meer dan 750 kg worden gekoppeld, mits de maximale toegelaten massa van dit samenstel niet meer dan 4 250 kg bedraagt.*
>
> *Vierwielers met motor behoren eveneens tot deze categorie; "*

De minimumleeftijd om met een auto te mogen rijden onder begeleiding in het kader van de rijopleiding is 17 jaar. Het praktijkexamen afleggen en alleen met de auto rijden zijn toegestaan vanaf 18 jaar (koninklijk besluit betreffende het rijbewijs voor voertuigen van categorie B, artikel 8 van verkeersreglement). Zelfs als de bestuurder zijn rijbewijs behaald heeft op jongere leeftijd in een ander land, mag hij pas in België rijden als hij 18 jaar is.

2.3 Homologatie van een voertuig

Alvorens een auto zich op de openbare weg mag begeven, moet hij eerst goedgekeurd en in overeenstemming verklaard worden. Artikel 4 van het koninklijk besluit beschrijft de procedures ter controle van de overeenstemming van een voertuig.

> *§ 1. De overheid bevoegd voor goedkeuring neemt alle nodige maatregelen om, zo nodig in samenwerking met de overheden die bevoegd zijn voor goedkeuring in andere Lidstaten, te verifiëren of afdoende maatregelen werden genomen om te waarborgen dat het of de voertuigen, systemen, onderdelen of, volgens het geval, de technische eenheden in productie in overeenstemming zijn met het goedkeuringscertificaat.*

De voor de goedkeuring bevoegde overheid die een goedkeuring heeft verleend, mag, wat deze goedkeuring betreft, alle nodige maatregelen nemen om, zo nodig in samenwerking met de overheden die bevoegd zijn voor goedkeuring in andere Lidstaten, te verifiëren of de maatregelen bedoeld in lid 1 nog steeds afdoende blijven en of het of de voertuigen, systemen, onderdelen of, volgens het geval, de technische eenheden in productie in overeenstemming blijven met het goedkeuringscertificaat.

De procedure voor de controle van de overeenstemming is bedoeld om te waarborgen dat elk voertuig, systeem, onderdeel en technische eenheid in productie overeenstemt met het goedkeuringscertificaat.

De procedures omvatten twee verrichtingen die onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn, nl. de beoordeling van de kwaliteits-bewakingssystemen, hierna de "eerste beoordeling" genoemd en de verificatie van het object van de goedkeuring en de productgerelateerde controles, hierna de "maatregelen betreffende de overeenstemming" genoemd.

Alle informatie met betrekking tot de oorspronkelijke beoordeling en de bepalingen op het gebied van conformiteit vindt u onder deze link.

2.4 Technische controle

Artikel 23 van het koninklijk besluit beschrijft de auto-inspectieprocedures in België. De in het verkeer gebrachte voertuigen zijn onderworpen aan keuringen, teneinde na te gaan of ze voldoen aan de reglementaire bepalingen die erop van toepassing zijn.

Deze keuringen worden uitgevoerd door de erkende instellingen in toepassing van het koninklijk besluit van 23 december 1994 tot vaststelling van de erkenningsvoorwaarden en de regels van de administratieve controle van de instellingen belast met de controle van de in het verkeer gebrachte voertuigen.

De keuring omvatten de controles die worden beschreven in bijlage 15 en de aanvullende keuringen waarin voorzien wordt in bijzondere reglementaire bepalingen: de controle van het chassisnummer, de verontreiniging, het remsysteem, de ophanging, de staat van het chassis enz.

2.5 Verkeersreglement

Het verkeersreglement is vastgelegd in het koninklijk besluit van 1 december 1975 houdende het algemeen reglement op de politie van het wegverkeer en van het gebruik van de openbare weg. Het begint met de zones waar auto's kunnen rijden, te definiëren:

- ***"Rijbaan"**: het deel van de openbare weg dat voor het voertuigenverkeer in het algemeen is ingericht.*
- ***"Rijstrook"**: elk deel van een rijbaan die in haar langsrichting verdeeld is door:*
  - *één of meer witte doorlopende of onderbroken strepen. Deze strepen mogen beter zichtbaar gemaakt worden door retro-reflecterende middelen;*
  - *voorlopige markeringen die bestaan uit:*
    - *hetzij oranje doorlopende of onderbroken strepen;*
    - *hetzij doorlopende of onderbroken strepen gevormd door oranje spijkers.*
- ***"Autosnelweg"**: de openbare weg waarvan het begin of de oprit aangeduid is met het verkeersbord F5 en het einde met het verkeersbord F7.*


F5


F7

- ***"Autoweg"**: de openbare weg waarvan het begin aangeduid is met het verkeersbord F9 en het einde met het verkeersbord F11.*


F9


F11

Het verkeersreglement omschrijft vervolgens alle verplichtingen waaraan de bestuurder zich moet houden op de openbare weg, wat betreft snelheidsbeperkingen, het verlenen van voorrang, het aankondigen van een manoeuver, het openen van deuren enz. Het verkeersreglement voor auto's is bijzonder volledig en gedetailleerd en wordt frequent aangepast. Het zou nutteloos zijn het hier beknopt weer te geven. Wie daarin geïnteresseerd is, kan de verschillende secties hier raadplegen.

2.5.1 Kinderzitjes

Kinderen jonger dan 18 jaar die kleiner zijn dan 135 cm, moeten worden vervoerd in een aangepast kinderbeveiligingssysteem.

2.5.2 Aanhangwagens

Auto's kunnen een aanhangwagen voorttrekken. Deze aanhangwagens moeten echter aan bepaalde voorschriften voldoen. De aanhangwagens moeten voorzien zijn:

1. van een bedrijfsreminrichting, zodanig opgevat en uitgevoerd, dat de bestuurder van het trekkende voertuig waaraan de aanhangwagen gekoppeld is, vanaf zijn zitplaats en zonder het stuurwiel los te laten, met de inrichting de beweging van het voertuig kan beheersen en dit laatste op een veilige, snelle en doelmatige wijze tot stilstand kan brengen, ongeacht de snelheid en de lading en ongeacht de helling waarop het voertuig zich bevindt.

De werking ervan moet regelbaar zijn.

De bedrijfsreminrichting van het oplooptype, zijnde deze die de krachten benut die ontstaan doordat de aanhangwagen het trekkende voertuig nadert, is slechts toegelaten op aanhangwagens, met uitzondering van de opleggers, waarvan de maximale toegelaten massa niet meer dan 3.500kg bedraagt. Bij de voertuigen voor traag vervoer mag de maximale toegelaten massa niet meer dan 8.000 kg bedragen.

§ 2. De bedrijfsreminrichting moet zodanig zijn dat de remmen van de aanhangwagen automatisch worden vastgezet bij het losraken van de aanhangwagen, zelfs indien zulks te wijten is aan een breuk van de koppeling.

Bij aanhangwagens met een bedrijfsreminrichting van het oplooptype mag het automatisch remmen geschieden:

- *door middel van een parkeerreminrichting;*
- *door middel van een reminrichting bediend door het neerlaten van de dissel.*

De éénassige aanhangwagens waarvan de maximale toegelaten massa niet meer bedraagt dan 1.500 kg, moeten niet voorzien zijn van een inrichting waarmede de remmen van de aanhangwagen automatisch kunnen worden vastgezet, voor zover zij bestendig, buiten de hoofdkoppeling, van een hulpkoppeling zijn voorzien en bij breuk van de hoofdkoppeling de dissel de grond niet raakt.

De éénassige aanhangwagens waarvan de maximale toegelaten massa niet meer bedraagt dan 750 kg, moeten niet voorzien zijn van een reminrichting.

§ 3. De reminrichting van de aanhangwagens waarvan de maximale toegelaten massa niet meer bedraagt dan 8.000 kg en die uitsluitend worden getrokken door auto's voor traag vervoer waarvan de maximumsnelheid niet hoger is dan 30 km/h, mag uit één enkele reminrichting bestaan voor zover de verschillende delen daarvan voldoende ruim zijn bemeten en:

de bestuurder van het trekkend voertuig, waaraan de aanhangwagen is gekoppeld die inrichting kan bedienen en wel zodanig dat de beweging van het voertuig kan beheerst worden en dit laatste op een veilige, snelle en doelmatige wijze tot stilstand kan gebracht worden, ongeacht de omstandigheden van snelheid en belading en ongeacht de helling waarop het voertuig zich bevindt;

tenzij het een éénassige aanhangwagen betreft, waarvan de maximale toegelaten massa niet meer bedraagt dan 1.500 kg en die bestendig buiten de hoofdkoppeling van een hulpkoppeling is voorzien en waarvan bij breuk van de hoofdkoppeling de dissel de grond niet kan raken, ze in werking treedt bij breuk van de koppeling met het trekkend voertuig;

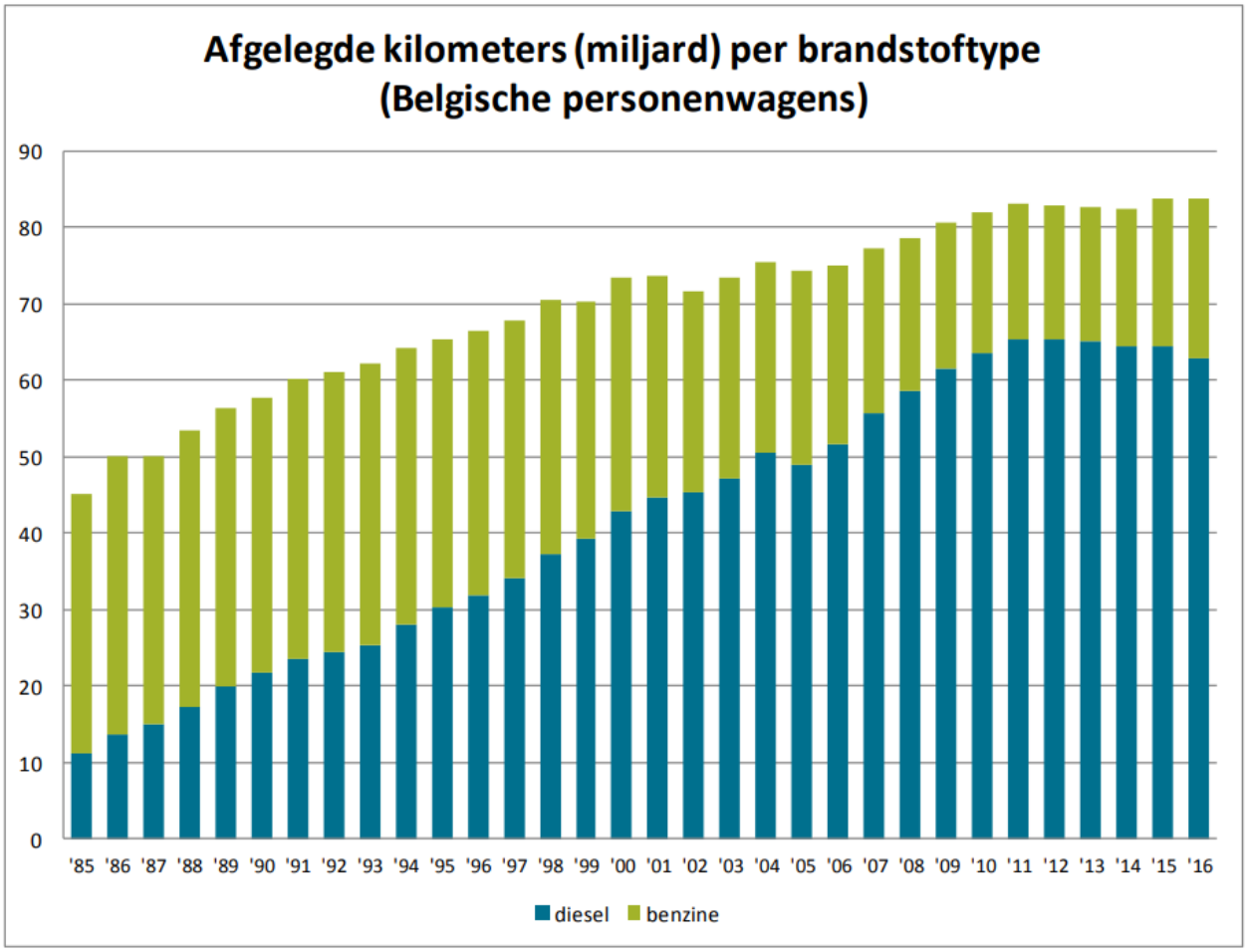
alleen een louter mechanische werking, ze de aanhangwagen op een helling in beide richtingen kan staande houden.

§4. Het in §§ 1, 2 en 3 hiervoren bepaalde geldt niet voor de aanhangwagens waarvan de maximale toegelaten massa niet meer bedraagt dan 750 kg, voor zover die massa niet meer bedraagt dan de helft van de massa van het onbeladen trekkend voertuig.

3 Belgische kerncijfers

3.1 Blootstelling

Het aantal auto's op de Belgische wegen stijgt met ongeveer 1,5 procent per jaar sinds 5 jaar (ACEA, 2018). In 2016 waren er 48 nieuwe voertuigen per 1000 inwoners. Dat wil zeggen dat er meer dan 6 522 200 auto's op onze wegen rondrijden.



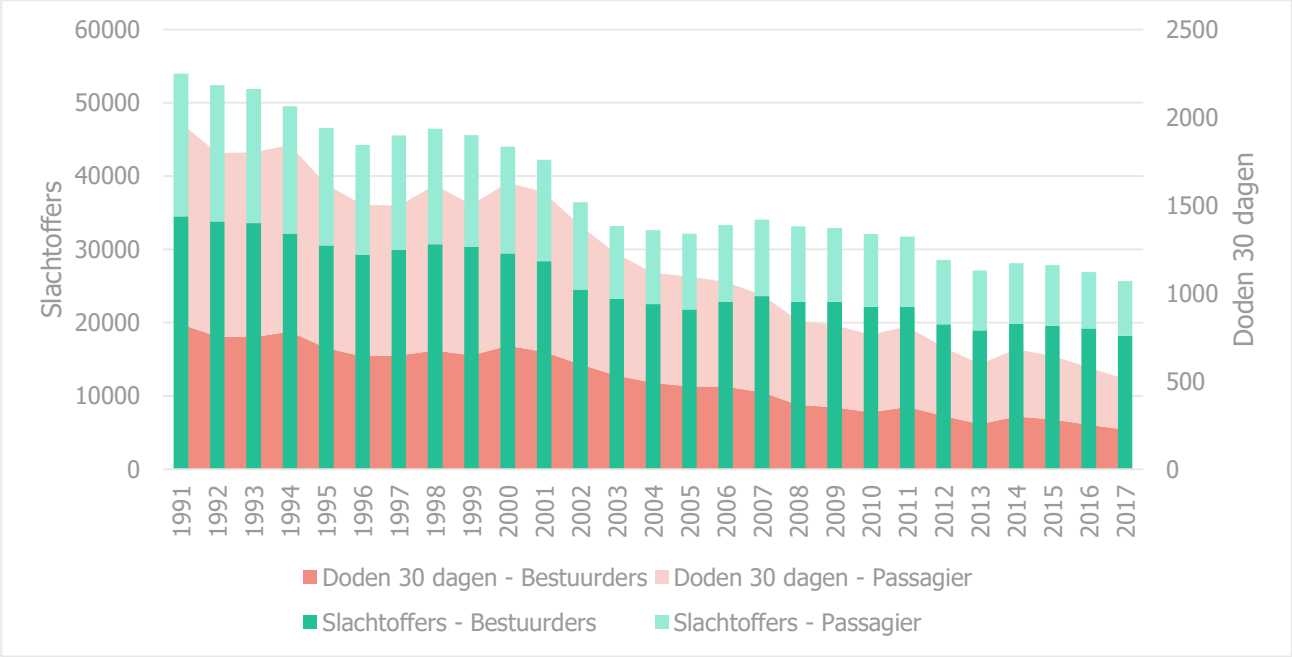
Bron: Kwanten (2016)

Figuur 22: Evolutie van het wegverkeer in België sinds 1985, per type brandstof.

Figuur 22 illustreert het aantal kilometer dat in België is afgelegd in een auto sinds de jaren 80. We stellen vast dat de verkeersintensiteit nagenoeg onophoudelijk is toegenomen tijdens deze periode, tot er tegen de jaren 2010 een plateau bereikt werd.

De verhouding tussen diesel- en benzinevoertuigen is ook veel veranderd: in 1985 reed slechts 24,2 % van de auto's op diesel, maar in 2012 was dat 78,5 %. Na 2012 is het aandeel van de dieselauto's weer beginnen te zakken. In 2016 reed 74,8 % van de auto's op diesel.

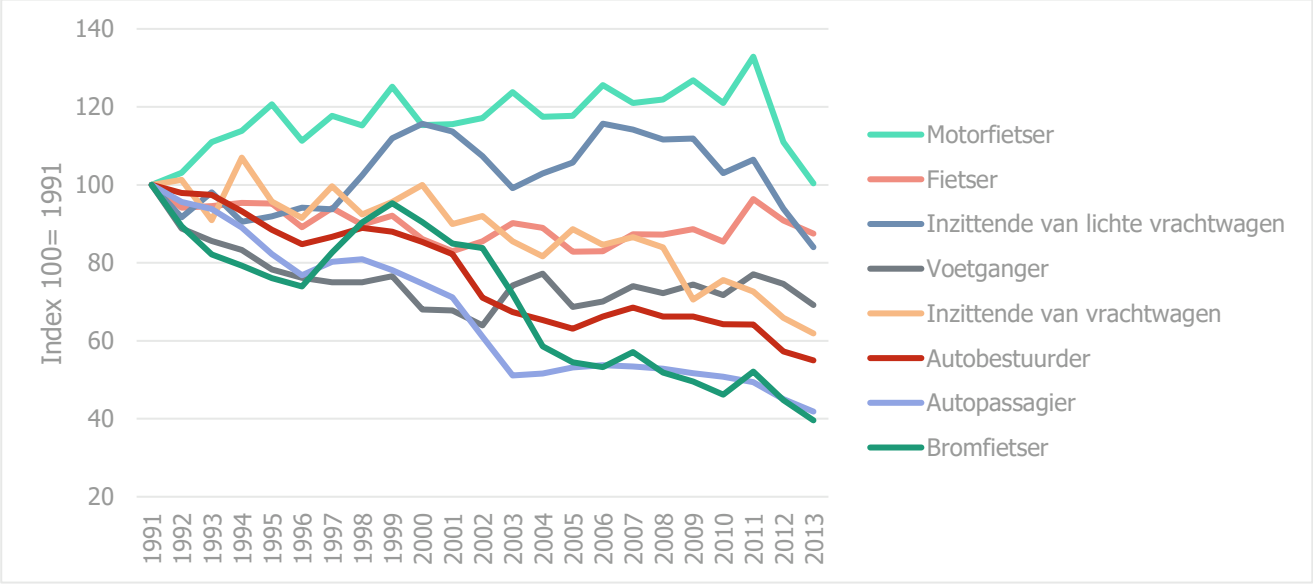
3.2 Evolutie van het aantal verkeersslachtoffers



Bron: Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium); grafische voorstelling: Vias institute

Figuur 23: Evolutie van het aantal verkeersslachtoffers en doden 30 dagen onder auto-inzittenden, 1991-2017, opgesplitst naar bestuurders en passagiers.

Figuur 23 toont de evolutie van het aantal slachtoffers (linkeras) en het aantal doden 30 dagen (rechteras) onder de auto-inzittenden, opgesplitst naar bestuurders en passagiers. De figuur toont aan dat de verkeersveiligheid van auto-inzittenden aanzienlijk verbeterd is in de loop van de laatste 27 jaar: tussen 1991 en 2017 is het aantal verkeersslachtoffers bij de inzittenden van personenwagens gedaald met nagenoeg de helft (van 54 007 naar 25 692). De ernst van de auto-ongevallen is ook afgenomen voor de inzittenden: het aantal inzittenden dat sterft bij een auto-ongeval is zelfs met 75 % gedaald (van 1144 naar 288): deze evolutie is iets sterker voor passagiers (-81%) dan voor bestuurders (-73%).



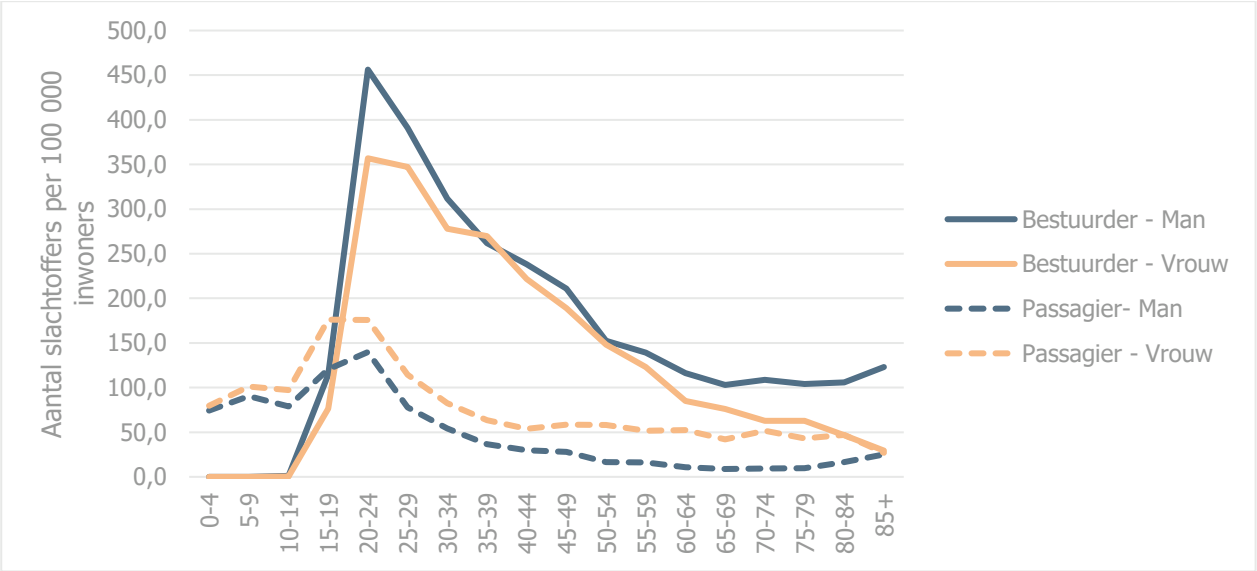
Bron: Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium); grafische voorstelling: Vias institute

Figuur 24: Evolutie van het aantal slachtoffers naargelang de verplaatsingswijze(index 100 = 1991).

Figuur 24 toont de evolutie van het aantal slachtoffers tussen 1991 en 2013 voor de verschillende verplaatsingswijzen. De evolutie wordt getoond ten opzichte van 1991, het referentiejaar (basis 100). Uit de figuur blijkt dat de veiligheid voor auto-inzittenden duidelijk verbeterd is ten opzichte van andere transportmiddelen. Tussen 1991 en 2013 is het aantal slachtoffers onder de autobestuurders en -passagiers

veel sterker gedaald dan voor andere vervoerswijzen, terwijl het aantal afgelegde kilometer en het aantal personenauto's is toegenomen. Alleen onder de bromfietsers is er een soortgelijke daling van het aantal slachtoffers.

3.3 Eigenschappen van de slachtoffers



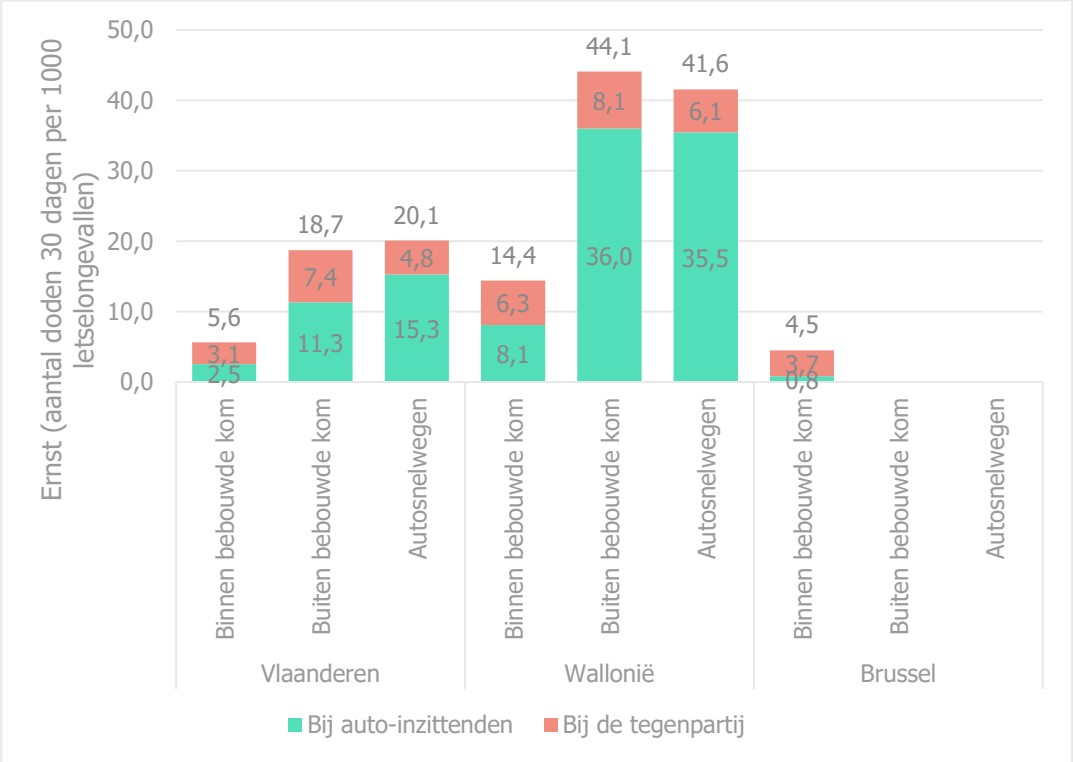
Bron: Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium); grafische voorstelling: Vias institute

Figuur 25: Aantal verkeersslachtoffers onder auto-inzittenden per 100 000 inwoners afhankelijk van leeftijd en geslacht, opgesplitst naar bestuurders en passagiers, 2017.

Figuur 25 toont het aantal slachtoffers onder de auto-inzittenden per 100 000 inwoners afhankelijk van de leeftijd en het geslacht, onderverdeeld in bestuurders en passagiers. De tendens die al zichtbaar is in Tabel 3, wordt bevestigd in deze grafiek: het aantal slachtoffers bij de autobestuurders is het hoogst tussen 20 en 29 jaar en neemt daarna af met de leeftijd. De tendens is vergelijkbaar voor mannen en vrouwen. Alleen bij de 20- tot 29-jarigen en de 60-plussers zijn er duidelijk meer mannelijke dan vrouwelijke slachtoffers. Bij de passagiers zien we een omgekeerde tendens: er zijn meer vrouwelijke dan mannelijke slachtoffers. Bij de passagiers bevindt de piek zich ook op jongere leeftijd dan bij de bestuurders: tussen de 15 en de 24 jaar.

De verdeling van de overlijdens ligt anders: in 2017 lieten 288 auto-inzittenden het leven bij een verkeersongeval, onder wie 226 bestuurders en 62 passagiers. De verhouding tussen mannen en vrouwen onder de overleden passagiers is niet gelijk aan de verhouding bij de overleden bestuurders: terwijl mannen 62% uitmaken van het aantal overleden passagiers, maakten ze 76% uit van het aantal overleden bestuurders.

3.4 Plaats van het ongeval



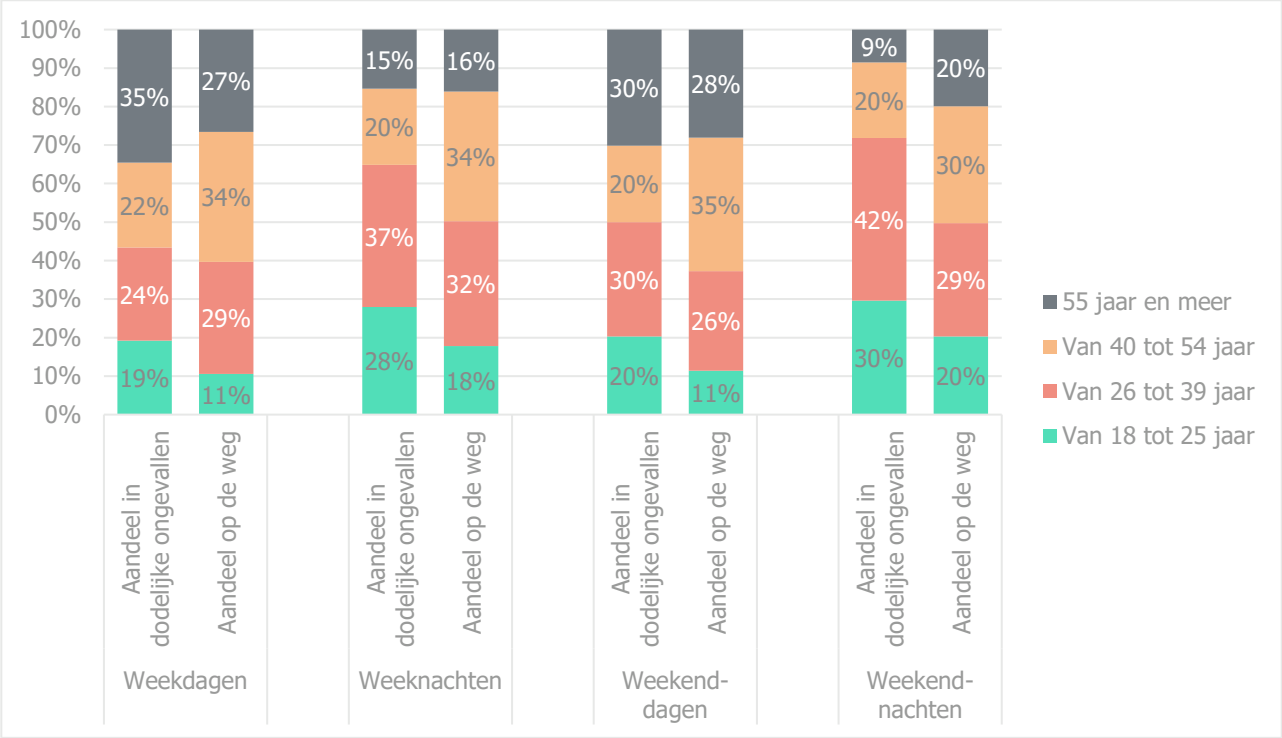
Bron: Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium); grafische voorstelling: Vias institute

Figuur 26: Ernst van de auto-ongevallen afhankelijk van het gewest en het type weg, 2016-2017.

Figuur 26 toont de ernst van de auto-ongevallen afhankelijk van de plaats van het ongeval. De ongevalsernst (aantal overlijdens per 1000 letselongevallen) wordt uitgesplitst naar de ernst voor de tegenpartij (doden bij de tegenpartij per 1000 auto-ongevallen) of voor de auto-inzittenden zelf (aantal overlijdens bij de auto-inzittenden per 1000 auto-ongevallen). Uit dat cijfer blijkt dat globaal genomen de ernst van de ongevallen het grootst is in Wallonië op gewone wegen buiten de bebouwde kom (44,1 doden per 1000 auto-ongevallen) en op autosnelwegen (41,6). Ook binnen de bebouwde kom zijn de ongevallen ernstiger in Wallonië (14,4) dan in Vlaanderen (5,6) of Brussel (4,5). De ernst is in Vlaanderen gelijkaardig op autosnelwegen (20,1) en op gewone wegen buiten de bebouwde kom (18,7).

We stellen bovendien vast dat de verdeling van de ernst over de auto-inzittenden en de tegenpartij verschilt tussen de wegtypes. Binnen de bebouwde kom in Vlaanderen en Wallonië zien we dat de ernst voor de auto-inzittenden en de tegenpartij vergelijkbaar is, terwijl het op andere wegen - waar de snelheidslimiet hoger is en er minder kwetsbare weggebruikers zijn – meestal de auto-inzittenden zijn die omkomen. Het aandeel auto-inzittenden van het aantal doden bij auto-ongevallen bedraagt in Wallonië op autosnelwegen en gewone wegen buiten de bebouwde kom zelfs meer dan 80%.

3.5 Moment van het ongeval

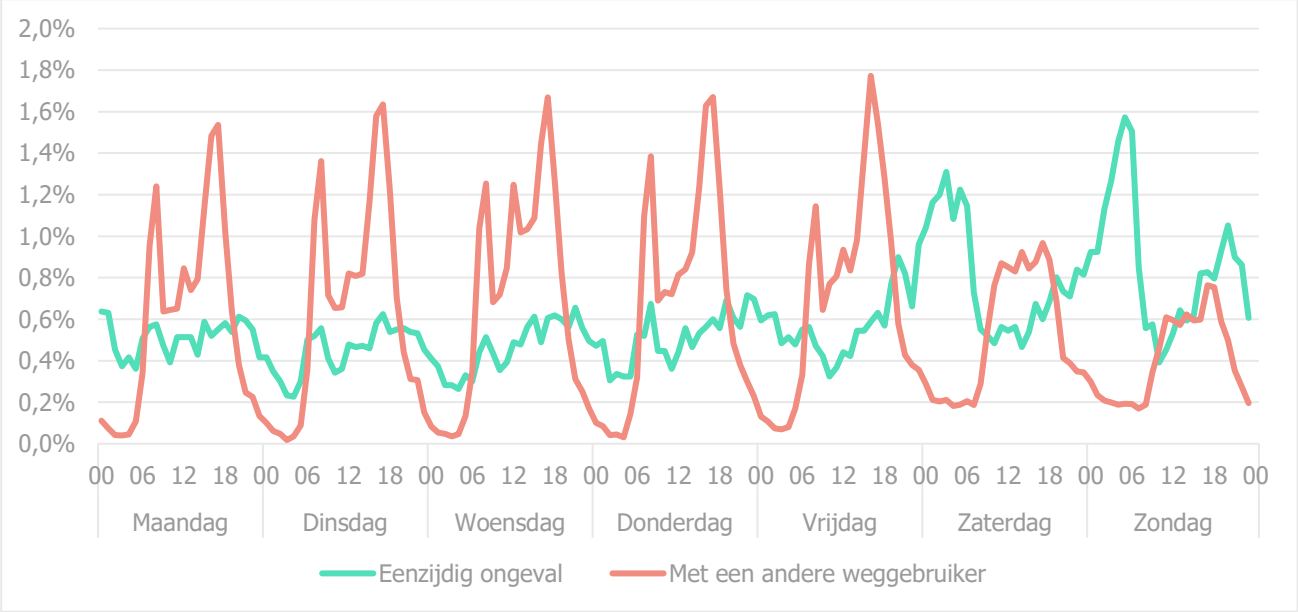


Bron: Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium); grafische voorstelling: Vias institute

Figuur 27: Uitsplitsing van de betrokkenheid bij dodelijke ongevallen en de aanwezigheid op de weg naar leeftijdscategorie van de autobestuurder en periode in de week, 2016-2017.

Figuur 27 toont, per leeftijdscategorie en periode van de week, het aandeel van de bestuurders die betrokken zijn bij dodelijke ongevallen alsmede hun aandeel in het wegverkeer onder normale omstandigheden. Als het aandeel van een bepaalde leeftijdscategorie bestuurders in het wegverkeer kleiner is dan hun aandeel in de dodelijke ongevallen, zijn de bestuurders van deze leeftijdscategorie oververtegenwoordigd in de dodelijke ongevallen.

Figuur 27 laat zien dat jonge automobilisten tussen 18 en 25 jaar op elk tijdstip van de week oververtegenwoordigd zijn in de dodelijke ongevallen. Bij 26- tot 39-jarige autobestuurders zien we dat ze sterk oververtegenwoordigd zijn op weekendnachten: terwijl ze slechts 29% van het verkeer vertegenwoordigen, zijn ze betrokken bij 42% van de dodelijke ongevallen. Ook tijdens weekenddagen en weeknachten is deze leeftijdsgroep oververtegenwoordigd. Bestuurders van 55 jaar of ouder zijn dan weer oververtegenwoordigd op weekdagen, wanneer ze betrokken zijn in 35% van de dodelijke ongevallen en slechts 27% van het verkeer uitmaken. Op weekendnachten is deze leeftijdscategorie dan weer sterk ondervertegenwoordigd in dodelijke ongevallen.

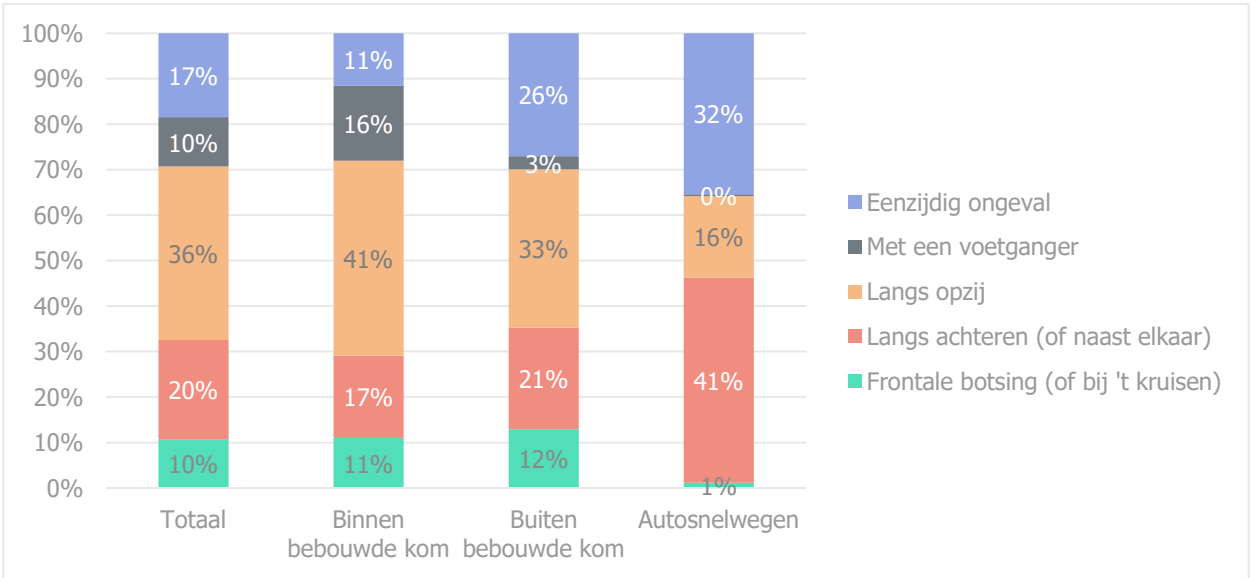


Bron: Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium); grafische voorstelling: Vias institute

Figuur 28: Spreiding van de auto-ongevallen over de week, afhankelijk van het type ongeval, 2015-2017.

Figuur 28 toont de verdeling van het aantal auto-ongevallen met letsel over de verschillende momenten van de week in de periode van 2015 tot en met 2017. De groene lijn geeft de verdeling van eenzijdige auto-ongevallen weer en de rode lijn geeft de verdeling weer van auto-ongevallen waarbij een andere weggebruiker betrokken is. Bij een evenwichtige verdeling zou ieder uur moeten overeenstemmen met 0,6 % van het totaal aantal letselongevallen, aangezien een week 168 uur telt. De som van de waarden van iedere curve is gelijk aan 100 %. Op Figuur 28 zien we dat de verdeling voor beide soorten ongevallen heel sterk uiteenloopt in de loop van de week. De pieken van de niet-eenzijdige ongevallen correleren met de verkeersdrukte: tijdens de ochtendspits (van 7 tot 9 uur) en de avondspits (van 16 tot 17 uur) op weekdagen. De meeste eenzijdige ongevallen doen zich voor tijdens de weekendnachten (tussen 0 en 6 uur).

3.6 Soorten ongevallen



Bron: Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium); grafische voorstelling: Vias institute

Figuur 29: Uitsplitsing van het aantal letselongevallen waarbij een auto betrokken is, volgens het type van de eerste botsing, per type weg, 2017.

Figuur 29 toont voor ieder wegtype de verdeling van het aantal letselongevallen per type botsing in 2017. Eén enkel verkeersongeval kan bestaan uit verschillende botsingen, maar in de grafiek is enkel rekening gehouden met de eerste. Ongevallen waarvan het eerste type botsing niet bekend is, zijn niet in aanmerking genomen.

Uit de figuur blijkt dat er geen tegenpartij is in 17 % van de botsingen. De meeste ongevallen betreffen een zijdelingse botsing (36 %) of een kop-staartbotsing (20 %). In 10 % van de gevallen gaat het om een frontale botsing en in 10 % van de gevallen om een botsing met een voetganger. Het type botsing verschilt ook afhankelijk van het type weg: binnen de bebouwde kom gebeuren er meer zijdelingse botsingen (41 %) en aanrijdingen van een voetganger (16 %). Op autosnelwegen daarentegen is er een hoog percentage eenzijdige botsingen (32 %), terwijl botsingen met andere weggebruikers nagenoeg uitsluitend kop-staartbotsingen (41 %) zijn of soms zijdelingse botsingen (16 %).

	Voetganger	Fietser	Bromfietser	Motorfietser	Personen-wagen	Lichte vrachtwagen	Vrachtwagen	Bus/autocar	Andere/ Onbekend	Geen botsingspartner	Totaal
Voetganger	0,0%	0,7%	0,4%	0,1%	**7,7%**	0,4%	0,2%	0,3%	0,3%	0,0%	10,1%
Fietser	0,7%	1,2%	0,6%	0,2%	**12,4%**	1,1%	0,5%	0,2%	0,3%	2,1%	19,2%
Bromfietser	0,4%	0,6%	0,1%	0,1%	**6,5%**	0,6%	0,2%	0,1%	0,1%	1,5%	9,9%
Motorfietser	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%	**4,9%**	0,4%	0,1%	0,0%	0,1%	1,9%	7,9%
Personen-wagen	**7,7%**	**12,4%**	**6,5%**	**4,9%**	**26,5%**	**3,9%**	**2,7%**	**0,7%**	**1,3%**	**16,4%**	**83,0%**
Lichte vrachtwagen	0,4%	1,1%	0,6%	0,4%	**3,9%**	0,3%	0,4%	0,1%	0,1%	1,0%	8,3%
Vrachtwagen	0,2%	0,5%	0,2%	0,1%	**2,7%**	0,4%	0,3%	0,0%	0,1%	0,5%	4,9%
Bus/autocar	0,3%	0,2%	0,1%	0,0%	**0,7%**	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	1,6%
Andere/ Onbekend	0,3%	0,3%	0,1%	0,1%	**1,3%**	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,4%	2,7%
Geen botsingspartner	0,0%	2,1%	1,5%	1,9%	**16,4%**	1,0%	0,5%	0,1%	0,4%	0,0%	23,7%
Totaal	10,1%	19,2%	9,9%	7,9%	**83,0%**	8,3%	4,9%	1,6%	2,7%	23,7%	

Bron: Statbel (Algemene Directie Statistiek - Statistics Belgium); grafische voorstelling: Vias institute.

Figuur 30: Aantal en aandeel van de letselongevallen afhankelijk van de tegenpartij (van de eerste botsing) (2013).

Figuur 30 toont voor het jaar 2013 het aandeel van de letselongevallen al naargelang de verplaatsingswijze van de weggebruikers die betrokken waren bij de eerste botsing. Voor ieder type weggebruiker wordt in elke cel het aandeel letselongevallen vermeld afhankelijk van de tegenpartij, dit wil zeggen de andere weggebruiker die betrokken is bij de botsing. Aan het einde van elke rij of kolom wordt het aandeel van de letselongevallen waarbij de betreffende weggebruiker betrokken was, vermeld.

Op basis van deze figuur kunnen we besluiten dat bij de meeste ongevallen een auto betrokken is (83 %). Wanneer een auto botst met een andere weggebruiker, gaat het meestal om een andere auto (26,5 %) en minder vaak om een kwetsbare weggebruiker (een fietser in 12,4 % van de gevallen en een voetganger in 7,7 % van de gevallen).

3.7 Europese vergelijking



Bron: CARE (2016)

Figuur 31: Aantal doden bij auto-ongevallen per miljoen inwoners in Europa, 2016.

Figuur 31 vergelijkt de veiligheid van auto-inzittenden tussen de verschillende Europese landen afhankelijk van het aantal doden 30 dagen per miljoen inwoners. We stellen vast dat deze indicator grote verschillen vertoont tussen de verschillende Europese landen. Het gaat van 9 doden per miljoen inwoners in Zwitserland tot 40 in Roemenië. België ligt iets boven het gemiddelde met 29 doden per miljoen inwoners.



Bron: ESRA, 2015

Figuur 32: Subjectief veiligheidsgevoel van bestuurders en autopassagiers in 17 Europese landen in 2015.

Figuur 32 toont het subjectieve veiligheidsgevoel van automobilisten en autopassagiers in 17 Europese landen. Dit gevoel werd gemeten op basis van een online enquête met als vraag: "Hoe veilig voelt u zich in het verkeer als u zich verplaatst in België als autobestuurder/-passagier?" De antwoorden waren gebaseerd op een schaal gaande van 0 "heel erg in gevaar" tot 10 "helemaal niet in gevaar". Uit de resultaten blijkt dat de Belgische automobilisten (6,5) zich opmerkelijk minder veilig voelen dan het Europese gemiddelde (7,2). Alleen in Frankrijk en Polen is het subjectieve onveiligheidsgevoel nog groter. Het subjectieve veiligheidsgevoel van de autopassagiers ligt gemiddeld lager in Europa (6,7). Bij de Belgische passagiers is dit subjectieve veiligheidsgevoel ook minder sterk (6,5) dan het Europese gemiddelde.

4 Maatregelen

Om de maatregelen te beoordelen die de veiligheid van auto-inzittenden kunnen verbeteren, hebben wij vooral gebruikgemaakt van literatuuronderzoek (analyses van een groot aantal onderzoeken om een globaal beeld van het verschijnsel te krijgen). Zoals de ongevalsfactoren worden de maatregelen verdeeld in drie categorieën: maatregelen ter verbetering van het gedrag, maatregelen ter verbetering van de infrastructuur en ten slotte maatregelen ter verbetering van de voertuigtechnologie.

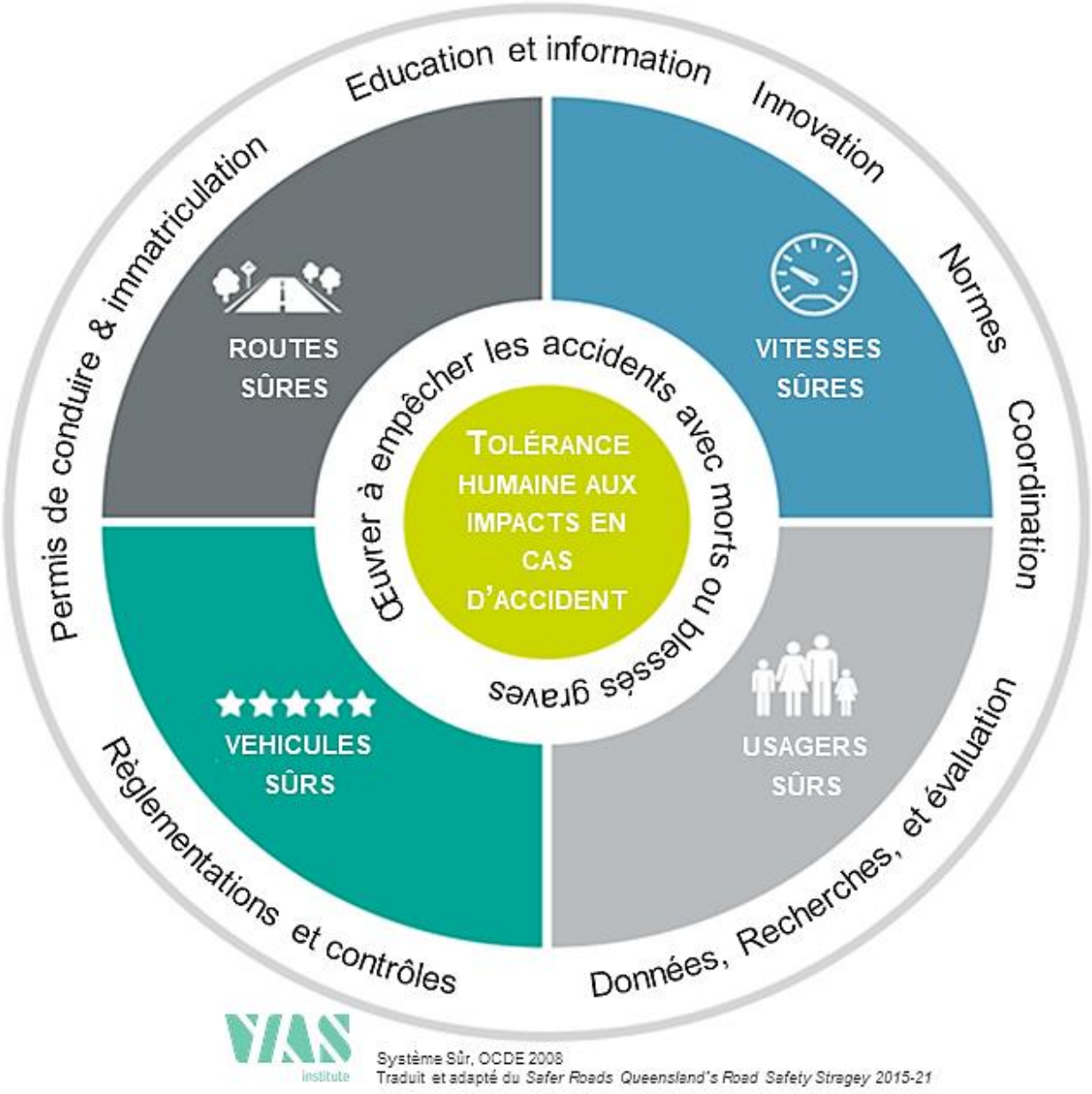
Safe System Approach

We zullen zien dat de verschillende maatregelen die hierna worden beschreven, kunnen worden geïntegreerd in een nieuwe benaderingswijze van de verkeersveiligheid, "*Safe System Approach*" genoemd[2].

Deze benadering is gebaseerd op een inclusieve aanpak om het vervoerssysteem in staat te stellen menselijke fouten op te vangen door de interactie tussen de weggebruikers, voertuigen en de weg in zo goed mogelijke banen te leiden. De algemene methode van dit systeem bestaat erin de aanbevelingen van de verschillende actoren te structureren volgens de 4 hoofdpijlers (Figuur 33):

- "veilige" weggebruikers die het vervoerssysteem gebruiken op een competente en alerte wijze en met inachtneming van de regels van het verkeersreglement (opleiding, rijbewijs, controle en sancties);
- "veilige" voertuigen die uitgerust zijn met de beste technologieën;
- "veilige" wegen die intuïtief en vergevingsgezind zijn (fouten niet afstraffen), die de weggebruikers beschermen (ontwerp en onderhoud van de wegen en bermen)
- "veilige" snelheden, aangepast aan het veiligheidsniveau van de weg, die garanderen dat de uitgewisselde energie in geval van een ongeval onder de grenzen van ernstig of dodelijk letsel blijft.

[2] *De Safe System Approach* ontwikkeld door het Joint Transport Research Centre (JTRC) van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO) en gebruikt door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De geïnteresseerde lezer kan deze link volgen.



Figuur 33: Safe System Approach. 4 hoofdlijnen: veilige wegen, veilige snelheden, veilige weggebruikers en veilige voertuigen.

4.1 Gedrag

4.1.1 Lessen en opleidingen

Rijlessen

Er zijn verschillende literatuuronderzoeken gedaan naar de voordelen van autorijlessen. Hoewel de resultaten niet altijd duidelijk zijn, lijkt het getrapt rijbewijs een doeltreffende maatregel voor de verkeersveiligheid van 16- tot 17-jarigen, maar minder voor 18- tot 20-jarigen (Hay et al., 2017). Uit de analyses van vele studies blijkt dat deze rijbewijssystemen bij de jongste bestuurders gepaard gaan met een vermindering van het ongevalsrisico en de kans op een ongeval met ernstig of dodelijk letsel. Een kosten-batenstudie van dit type systeem (National Academies of Sciences Engineering and Medicine & Transportation Research Board, 2008) heeft bovendien aangetoond dat de voordelen van de invoering van deze maatregel de initiële kostprijs ver overstijgen. *Er is een volledig literatuuronderzoek van Vias institute beschikbaar over dit onderwerp (Meunier et al., 2016).*

Risicoperceptie

Katrakazas, C. (2017) onderzocht de opleidingen in de perceptie van verkeersrisico's. Daaruit is gebleken dat deze opleidingen doeltreffend zijn en als maatregel de verkeersveiligheid van auto-inzittenden significant verhogen.

Senioren aan het stuur

Er bestaan ook opleidingen voor oudere bestuurders. Het literatuuronderzoek van Katrakazas, C. & Talbot (2017) heeft echter aangetoond dat het effect van deze opleidingen op de verkeersveiligheid niet vaststaat.

Recidive

Literatuuronderzoek van Slootmans et al. (2017) heeft aangetoond dat in de context van het rijden onder invloed van alcohol rehabilitatiecursussen voor verkeersdeelnemers, indien goed uitgevoerd, het recidivisme in zekere mate verminderen.

4.1.2 Wetgeving en controle

Het volstaat niet dat er goede regels van kracht zijn, ze moeten ook worden in acht genomen om de verkeersveiligheid voor de auto-inzittenden te verbeteren. Het is dus belangrijk te beschikken over de juiste middelen en goede controles om ervoor te zorgen dat de wetgeving wordt nageleefd.

Het project SafetyCube heeft verschillende literatuuronderzoeken verricht met betrekking tot de beschikbare hulpmiddelen om de wetten te doen naleven en ook om overtreders uit het verkeer te weren. Het doel is daarbij altijd de veiligheid van het wegverkeer voor alle weggebruikers te optimaliseren.

Een eerste radicale maatregel is de opschorting van het rijbewijs, om risicogedrag te voorkomen, meer bepaald van recidivisten. Goldenbeld (2017b) heeft een meta-analyse van 2009 geanalyseerd die lijkt aan te tonen dat de opschorting van het rijbewijs de dodelijke ongevallen significant verlaagt met 4 %.

Een tweede maatregel is het rijbewijs met punten. In dit systeem krijgt de bestuurder in geval van een overtreding niet alleen een boete opgelegd, maar verliest hij ook een aantal punten van een voorgedefinieerd totaal. Als hij geen punten meer heeft, wordt zijn rijbewijs ingetrokken. Volgens de studie van Vias institute (Silverans et al, 2018) zijn de effecten van deze maatregel in het algemeen beperkt en rechtstreeks gelinkt aan de intensiteit van de politiecontroles. Bij afwezigheid van politiecontroles, is deze maatregel op de lange termijn niet effectief.

Politiecontroles worden beschouwd als efficiënte maatregelen om de verkeersveiligheid te verbeteren. De studie van Batteghi (2017) heeft aangetoond dat snelheidscontroles de ongevalsfrequentie significant verlagen en ook het relatieve aantal snelheidsovertredingen. Ook willekeurige alcoholcontroles zijn volgens Macaluso et al. (2017) een maatregel met een positieve impact op de veiligheid van het wegverkeer. Deze controles ontraden rijden onder invloed van alchohol en worden in verband gebracht met een verlaging van de ongevalsfrequentie.

Ook de gordeldracht wordt gecontroleerd door de politie. Literatuuronderzoek van Alfonsi et al. (2017) heeft aangetoond dat deze controles kunnen leiden tot een verhoging van de gordeldracht met 21 % tijdens de controles en 15 % na afloop van de controles.

In bepaalde landen, waaronder België, kan de rechter de plaatsing van een alcoholslot opleggen aan recidivisten. Dit systeem verplicht de bestuurder een ademtest af te leggen alvorens de auto te starten. De motor start alleen als de bestuurder niet gedronken heeft. Theofilatos en Macaluso (2017) hebben aangetoond dit een efficiënte maatregel is om de veiligheid van het wegverkeer te verbeteren. *Wie hier meer over wil weten, kan het volledige themadossier raadplegen dat Vias institute heeft opgesteld over de handhaving van de verkeersregels (Adriaensen et al., 2015).*

4.1.3 Campagnes

Het is niet gemakkelijk om een verandering teweeg te brengen in menselijk gedrag. Naast beteugeling (zie "Gedrag", p. 28) worden er ook sensibiliseringscampagnes opgezet om bepaald risicogedrag te bestrijden, de gevolgen ervan uit te leggen of duidelijk te maken hoe men zich hoort te gedragen achter het stuur. Het is doorgaans heel moeilijk om de impact van dergelijke campagnes op de veiligheid van het wegverkeer in te schatten. Het werk van Kaiser et al. (2017) heeft echter positieve tendensen voor de veiligheid van het wegverkeer aan het licht gebracht. De campagnes zouden het aantal ongevallen verminderen, het veilig

gedrag bevorderen en het risicogedrag doen afnemen. Meer gerichte literatuurstudies, zoals Aigner-Breuss (2017) inzake campagnes voor gordeldracht, Eichhorn & Kaiser (2017) inzake campagnes tegen rijden onder invloed en Pilgerstorfer & Eichhorn (2017) inzake bovenmatige snelheden brengen allemaal dezelfde algemene tendens aan het licht: vermindering van het ongevalsrisico, vermindering van het risicogedrag en toename van het gepast gedrag. Om doeltreffend te zijn, moeten de campagnes gepaard gaan met gepaste controles (Hoekstra & Wegman, 2011). *De geïnteresseerde lezer vindt meer informatie in een themadossier van Vias institute dat dieper ingaat op de campagnes (Focant & Leblud, 2018).*

4.2 Infrastructuur

4.2.1 Vergevingsgezinde wegen

Een hoogwaardige infrastructuur kan in vele gevallen het ongevalsrisico of de ongevalsernst beperken. Infrastructuur die enerzijds de bestuurder de kans geeft zijn fout te corrigeren of anderzijds de schade zoveel mogelijk beperkt wanneer zich toch een ongeval voordoet, noemen we "vergevingsgezinde" infrastructuur

Bermen lijken een belangrijke rol te spelen in het verbeteren van de veiligheid voor de inzittenden van een auto. Volgens een literatuuronderzoek van Alari & Usami (2017) zou een wegberm zonder obstakels de veiligheid van het wegverkeer verbeteren. Daarnaast blijkt uit een onderzoek van Usami (2017) dat een verbreding van de aanwezige berm het wegverkeer eveneens veiliger zou maken. Als het voertuig afwijkt van zijn spoor, biedt een berm de bestuurder de mogelijkheid het voertuig te corrigeren en weer op het juiste spoor te brengen. Zonder berm vinden er meer slingerbewegingen plaats.

Een mogelijke maatregel om de gevolgen van een verlies van controle tegen te gaan, is de installatie van vangrails langs de weg. Volgens Botteghi et al. (2017) doet de installatie van dergelijke afscherming niet alleen het aantal ongevallen, maar ook de ongevalsernst afnemen. Een dergelijke afscherming heeft doorgaans tot functie de schok van een aanrijding op te vangen en het voertuig weer op de weg te zetten en/of te voorkomen dat het voertuig tegen een vast voorwerp (bijvoorbeeld een brugpijler) rijdt, wat veel ernstigere gevolgen zou hebben.

Bij de risicofactoren hebben we gezien dat de wegwerkzaamheden een heel gevaarlijke zone vormen voor auto-inzittenden. Het werk van Ziakopoulos et al. (2017) heeft aangetoond dat een zo duidelijk mogelijke signalisatie, die aan de bestuurder aangeeft dat hij terechtkomt in een andere, onvoorspelbare verkeerssituatie, de verkeersveiligheid significant verbetert. Het is daarentegen contraproductief om wegwerkzaamheden al te veel op voorhand aan te kondigen, op een plaats waar nog niets wijst op de aankomende werkzone. Er bestaan dus optimale zones en situaties voor alle wegwerkzaamheden. Er bestaan echter geen studies die de impact beoordelen van een vermindering van de duur en/of de lengte van de werkzaamheden op de verkeersveiligheid .

4.2.2 Structureel snelheidsbeheer

In het deel "Risicofactoren" (p. 26) hebben we aangetoond dat een onaangepaste snelheid een van de belangrijkste risicofactoren voor autobestuurders is (Figuur 17). Daarom is het heel belangrijk dat de opgelegde maximumsnelheden (die als veilig beschouwd worden) nageleefd worden. Om dit te bewerkstelligen, kunnen er verschillende maatregelen genomen worden.

Het dynamische snelheidsbeheer afhankelijk van de verkeersomstandigheden is volgens Daniels & Focant (2017) een efficiënte maatregel gebleken om de veiligheid van het wegverkeer te verbeteren. Een studie heeft aangetoond dat de implementatie van dit dynamische snelheidsbeheer het aantal letselongevallen heeft verminderd met 18 %. In bepaalde gevallen kan het nodig zijn de geldende snelheidslimiet permanent te wijzigen. Deze maatregel heeft consistent positieve effecten volgens Leblud (2017b). Een bijzonder geval is de invoering van de zone 30. Deze maatregel werd beoordeeld door Quigley (2017a). De conclusie was dat de zones 30 leiden tot een significante verlaging van de snelheid en het aantal ongevallen.

De invoering van trajectcontrole, waarbij de gemiddelde snelheid van een voertuig tussen twee punten bepaald wordt, is ook een doeltreffende maatregel om de snelheid op een structurele manier aan te pakken. De Ceunynck (2017) stelde vast dat een dergelijke installatie meer effect sorteerde dan een vaste flitscamera. Het aantal ongevallen daalde op deze plaatsen met 30 % en het aantal dodelijke ongevallen met 56 %.

Op plaatselijk niveau bestaan er verschillende maatregelen om de snelheid van voertuigen te verminderen, en dus de veiligheid te verhogen van de inzittenden maar vooral, in dat geval, van de kwetsbare weggebruikers in de buurt. Ezelsruggen of verkeersdrempels zijn bijvoorbeeld een efficiënte maatregel die de verkeersveiligheid significant verbeteren (Quigley, 2017c). Versmallingen of asverschuivingen lijken ook een gunstig effect te hebben op de verkeersveiligheid (Quigley, 2017b).

4.3 Voertuigtechnologie

4.3.1 Actieve veiligheid

Onder actieve veiligheidssystemen verstaat men elk systeem dat een ongeval kan voorkomen.

Controle van de staat van het voertuig

Met de modernisering van de voertuigen en de introductie van boordelektronica in de jaren 1980 is het mogelijk geworden bepaalde controles van het voertuig te automatiseren, om de betrouwbaarheid van het voertuig en dus de veiligheid van de inzittenden te garanderen. Om deze controles te verzekeren, zijn talrijke sensoren en meetsystemen ontwikkeld en geïnstalleerd. Auto's zijn nu bijvoorbeeld uitgerust met indicatoren voor slijtage van de remblokjes, de bandenspanning, het remvloeistofpeil, defecte lampen (die kunnen leiden tot verminderde zichtbaarheid van de auto) enz.



Credit: Julien Leblud

Figuur 34: Boordcomputer in een BMW E30 in 1988. Toen al werden de volgende gebreken aangegeven: defecte remlichten, defecte voor- of achterlichten, te laag oliepeil, te laag peil ruitensproeiervloeistof enz.

Al deze informatie vergemakkelijkt de taak van de bestuurder en kan waarschijnlijk, als er gevolg aan gegeven wordt, het risico op een defect en dus het ongevalsrisico verkleinen.

In alle Europese landen is een periodieke autokeuring verplicht. In dit kader is er een instantie aangewezen die tot opdracht heeft na te gaan of de essentiële veiligheidssystemen (ophanging, remsysteem, verlichting enz.) conform en functioneel zijn. Mettel (2018b) heeft ter zake literatuuronderzoek verricht en aangetoond dat een dergelijke periodieke keuring waarschijnlijk een gunstig effect heeft op de veiligheid van het wegverkeer.

Antislipregeling en stabiliteitscontrole

Om de controle over zijn voertuig te behouden, moet de bestuurder op elk moment in staat zijn te versnellen, te remmen en van richting te veranderen.

Antiblokkeersysteem ABS

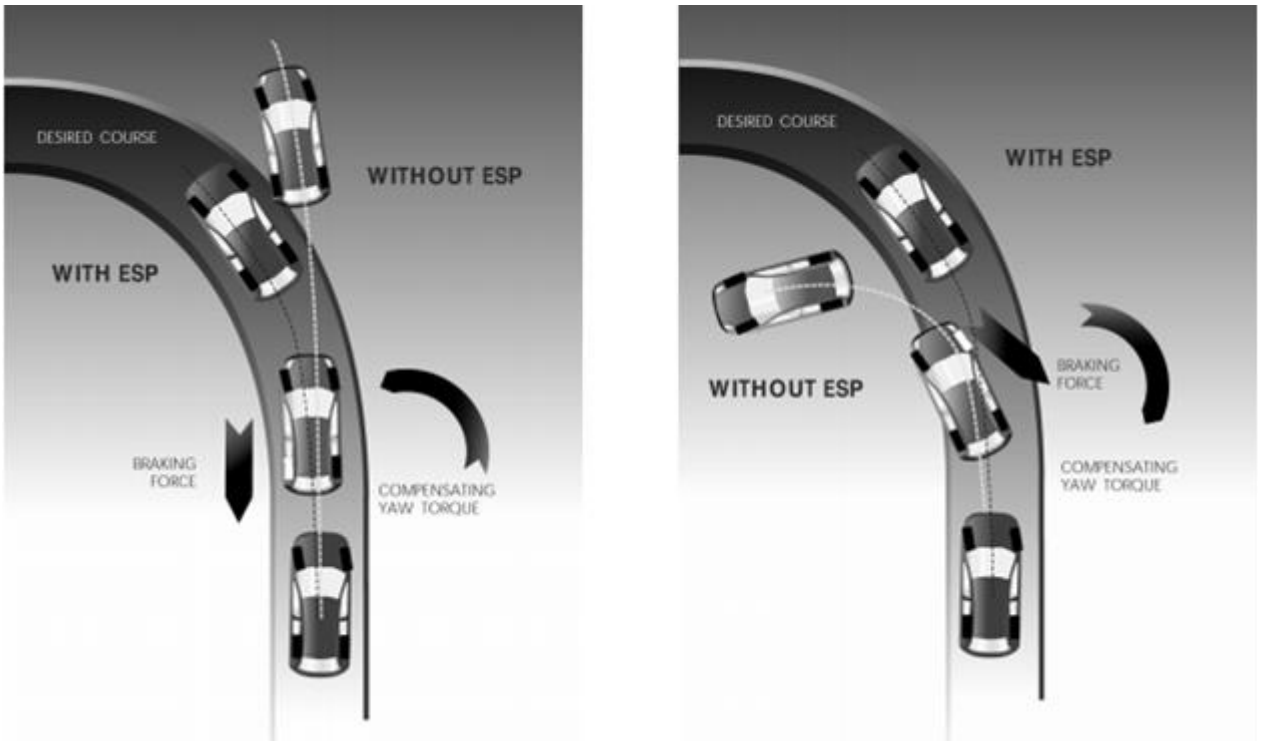
Bij fors remmen en blokkering van de voor- of achterwielen, kan de bestuurder niet van richting veranderen: de auto "schuift" rechtdoor door zijn eigen inertie en kan geen obstakel ontwijken dat zich recht tegenover hem bevindt, ook als de bestuurder aan het stuur draait. In deze context werd ABS, het antiblokkeersysteem, uitgevonden. Het werd ontwikkeld door Bosch vanaf 1936, naar een idee van J.E. Francis van 1908.

Het werkingsprincipe is relatief eenvoudig. De draaisnelheid van de wielen wordt permanent gemeten: als de draaisnelheid van een of meer wielen snel afneemt, zal de apparatuur de remdruk van de betrokken wielen verminderen, waardoor die wielen weer op draaisnelheid kunnen komen en dus weer grip kunnen krijgen. In deze omstandigheden heeft de bestuurder altijd de mogelijkheid van richting te veranderen tijdens het remmen. Dit systeem is dus een rijhulpsysteem, maar opdat het goed zou functioneren, moet de bestuurder het rempedaal constant indrukken tot het voertuig stilstaat.

In Kashane en Dang (2009) wordt het effect van ABS op ongevallen tussen 1975 en 2009 bestudeerd. Daaruit is gebleken dat ABS geen significante invloed heeft op de dodelijke ongevallen, maar de letselongevallen met 10 % vermindert. Een Europese richtlijn heeft ABS verplicht gemaakt op alle nieuwe auto's vanaf 2004.

Tractiecontrole en stabiliteitscontrole (ESP/ESC/DSTC/…)

Deze systemen maken een goede tractie en een goede baanvastheid tijdens het rijden mogelijk. Daarom is het gebruik van de ABS-sensoren uitgebreid tot een techniek die doorgaans stabiliteitscontrole wordt genoemd en ook bekend is onder de afkortingen ESP (Electronic Stability Program), ESC (Electronic Stability Control) of DSTC (Dynamic Stability & Traction Control). Iedere fabrikant heeft een eigen afkorting, maar de technologie is dezelfde. Deze technologie heeft haar opwachting gemaakt in het midden van de jaren 1990. Naast de ABS-sensoren gebruikt ze een stuurhoeksensor om te weten waar de bestuurder wil rijden (Sferco et al., 2001). Dankzij steeds geavanceerdere algoritmes kan het systeem in geval van slippen, dit wil zeggen bij een afwijking van het voertuig, onafhankelijk een of meer wielen van het voertuig remmen wanneer dit zich niet gedraagt zoals de bestuurder vraagt (Figuur 35). Het systeem zal dus in werking treden als de richting die het voertuig volgt, niet in overeenstemming is met de opdracht die de bestuurder geeft aan het stuur (afwijking in rijrichting). Afhankelijk van de omstandigheden kan deze asymmetrische remming het controleverlies compenseren en de auto op het gewenste spoor, dat de bestuurder aangeeft via het stuur, en dus op de weg houden.



Bron: Sferco et al. (2001)

Figuur 35: Verklaring van werking van ESP in geval van onderstuur (de voorwielen glijden naar de buitenkant van de bocht) en overstuur (de achterwielen glijden naar de buitenkant van de bocht).

Een studie van Sferco et al. (2001) heeft aangetoond dat de dynamische stabiliteitscontrole ongevallen met verlies van controle kan voorkomen of verminderen met 34 %.

Het literatuuronderzoek van Phan (2017) heeft bevestigd dat stabiliteitscontrolesystemen een significant effect hebben op de veiligheid van het wegverkeer. Het systeem is bovendien in heel wat landen verplicht, onder andere in de Verenigde Staten (www.nhtsa.gov).

Automatisering van bepaalde taken (ADAS[3])

Meer recent en meer bepaald dankzij de EuroNCAP hebben andere soorten rijhulpsystemen het licht gezien, die er altijd op gericht zijn de bestuurder te helpen of te voorkomen dat hij fouten maakt.

De snelheidsregelaar (cruise control) maakt het bijvoorbeeld mogelijk een constante snelheid aan te houden zonder voortdurend naar de snelheidsmeter te moeten kijken. De adaptieve snelheidsregelaar (adaptive cruise

[3] Advanced Driver Assistance Systems: rijhulpsystemen

control) is de verdere ontwikkeling daarvan. ACC vertraagt het voertuig automatisch in functie van het voorliggend verkeer en kan een door de bestuurder vooraf ingestelde veiligheidsafstand handhaven (ACC[4]) of nog de snelheid aanpassen aan de heersende snelheidslimiet (dat noemt men contextual cruise control). Een literatuuronderzoek door Theofilatos en Macaluso (2017) heeft aangetoond dat de (adaptieve) snelheidsregelaar (cruise control) waarschijnlijk een doeltreffend middel is om de veiligheid van het wegverkeer te verhogen.

De rijstrookassistent is een systeem dat de wegmarkeringen kan bewaken en het voertuig in zijn rijstrook kan houden. Er bestaan verschillende systemen die een verschillende niveau van hulp bieden:

- LDW: Lane Departure Warning System: het systeem waarschuwt de bestuurder als het voertuig de rijstrook verlaat zonder dat de bestuurder zijn richtingaanwijzers heeft gebruikt
- LKA: Lane Keeping Assistance: houdt het voertuig in zijn rijstrook door het voertuig te corrigeren als het voertuig de markering nadert of erover rijdt
- LCA: Lane Centering Assist: houdt het voertuig in het midden van zijn rijstrook.

Al deze systemen vereisen herkenning en markering van de rijstroken.

Jansch (2017) vond echter geen duidelijke aanwijzing dat dit systeem de verkeersveiligheid significant verhoogt.

De automatische noodstopsystemen (AEB: *Automatic Emergency Braking*) hebben hun weg gevonden naar serieauto's. Auto's met AEB zijn vooraan uitgerust met radars die permanent scannen op de aanwezigheid van objecten. In geval van nood waarschuwt het systeem de bestuurder. Als deze niets onderneemt, kan het systeem zelf ingrijpen om een botsing te voorkomen.

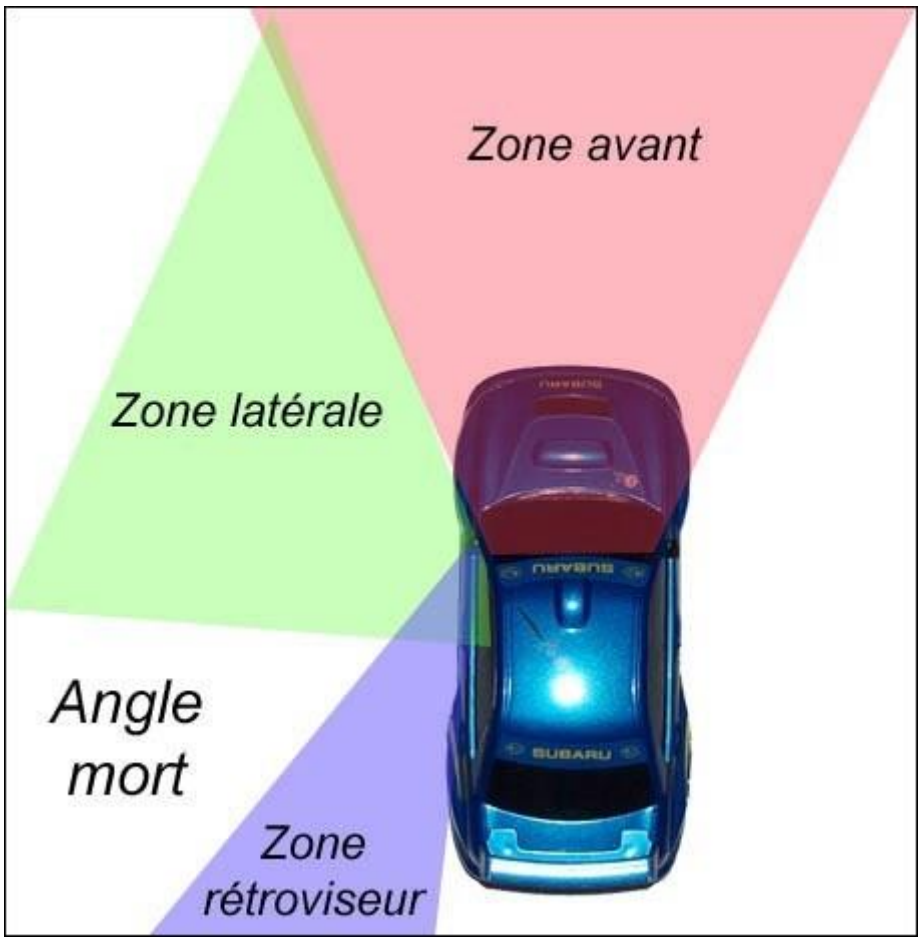
Literatuuronderzoek door Saadé (2017) leidde tot de conclusie dat dit systeem geen duidelijke invloed heeft op de veiligheid van de inzittenden, maar wel op de veiligheid van de fietsers en voetgangers rond de auto.

Zichtbaarheid

Twee maatregelen lijken efficiënt om de zichtbaarheid van de voertuigen te verbeteren. Om te beginnen hebben dagrijlichten de laatste jaren ingang gevonden. Dat wil zeggen dat de koplampen van het voertuig (of specifieke andere lampen) altijd branden, ook overdag. Het literatuuronderzoek van Eriksson en Sandin (2017) heeft aangetoond dat dit een significante invloed heeft op het aantal ongevallen. Een deel van de ongevallen is immers te wijten aan het feit dat een bepaald voertuig niet wordt waargenomen door een ander voertuig. Met dagrijverlichting is het voertuig beter zichtbaar en is de kans dus groter dat het wordt waargenomen.

De tweede maatregel met betrekking tot de zichtbaarheid is het dodehoekdetectiesysteem *(BSS: Blind Spot System)*. Bij het inhalen van een voertuig is er een zone waarin het inhalende voertuig niet zichtbaar is voor het ingehaalde voertuig, noch via de buitenspiegel, noch door het zijraam (Figuur 36).

[4] Adaptive cruise control



Bron: www.codeclic.com

Figuur 36: Dodehoekzone.

Er worden detectoren geplaatst onder iedere buitenspiegel (links en rechts) die specifiek op deze zone gericht zijn. De bestuurder wordt gewaarschuwd wanneer zich daar een voertuig bevindt. Mettel (2018a) heeft op basis van literatuuronderzoek besloten dat een dergelijk systeem waarschijnlijk een positieve invloed heeft op het aantal ongevallen.

Volledigheidshalve vermelden we dat er ook andere systemen op de markt zijn. Hun effect op de veiligheid van het wegverkeer is echter nog maar weinig gedocumenteerd. We noemen bijvoorbeeld het Night Vision-systeem (op een speciaal scherm kunnen voetgangers, dieren enz. worden waargenomen in de duisternis) of het Adaptive Front-lighting System, dat automatisch wisselt van dimlicht naar grootlicht en omgekeerd afhankelijk van de aanwezigheid/afwezigheid van andere weggebruikers.

Zelfrijdende auto's

Zelfrijdende auto's zullen ongetwijfeld een rol spelen in de veiligheid van het wegverkeer. We hebben al aangehaald dat de menselijke factor in 80 % van de ongevallen een belangrijke rol speelt. Zelfrijdende auto's kunnen worden beschouwd als een bijkomende maatregel om levens te redden. Er zijn talrijke studies beschikbaar die het theoretische effect van dergelijke voertuigen op de maatschappij en op de verkeersveiligheid onderzoeken (Waytz et al. (2014), Fagnant & Kockelman (2015), Bonefon et al. (2016)), en verder ook de kwestie van de verantwoordelijkheid in geval van een ongeval (Marchant & Lindor, 2012). Sommige studies (ITF, 2017) benadrukken zelfs dat zelfrijdende auto's in sommige gevallen een negatief effect kunnen hebben op de veiligheid van het wegverkeer, namelijk als de bestuurder plots de controle moet overnemen in een noodsituatie en die bestuurder niet (meer) gewoon is aan risicosituaties.

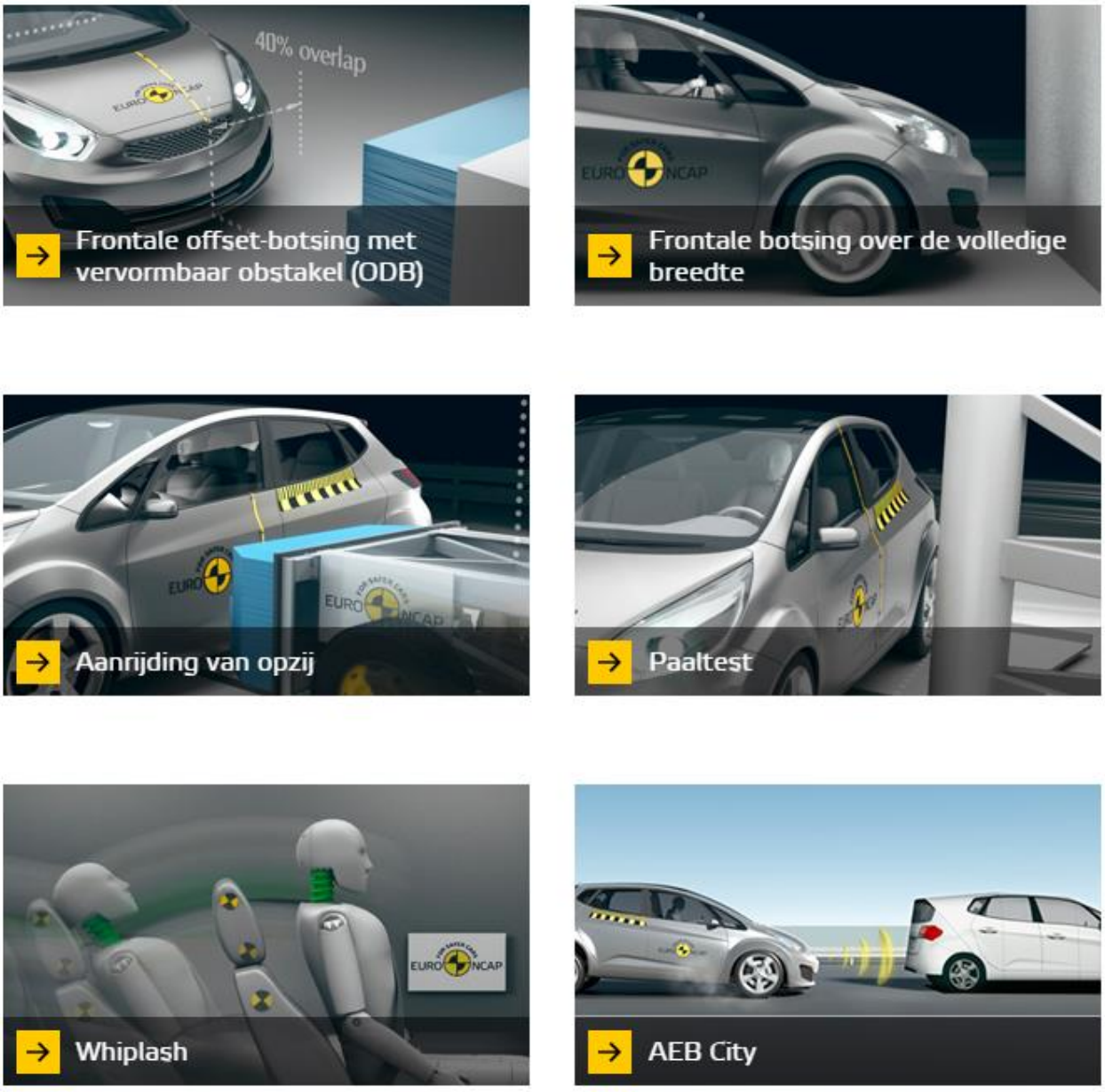
In ieder geval is er nog een groot gebrek aan ervaring met deze materie. Aangezien er momenteel alleen prototypes van deze wagens bestaan en nog geen serieauto, kunnen we geen themadossier wijden aan dit onderwerp.

4.3.2 Passieve veiligheid

Passieve veiligheidssystemen zijn alle inrichtingen die erop gericht zijn de gevolgen van een verkeersongeval voor de inzittenden van de auto zoveel mogelijk te beperken.

Ontwerp van voertuigen

De eerste maatregel om de veiligheid van de passagiers bij een ongeval te verbeteren, is de constante verbetering van de manier waarop auto's worden gebouwd, om zo weinig mogelijk schade te berokkenen (vervorming, bescherming van het inzittendencompartiment enz.). De reglementering en de gestandaardiseerde tests van Euro NCAP maken in deze optiek richtlijnen op het gebied van verkeersveiligheid mogelijk. Deze tests omvatten verschillende delen, die worden geïllustreerd in Figuur 37 (https://www.euroncap.com/nl). De evaluatie streeft naar volledigheid en omvat frontale, zijdelingse en kop-staartbotsingen alsmede een analyse voor kwetsbare weggebruikers.



Bron: www.euroncap.com

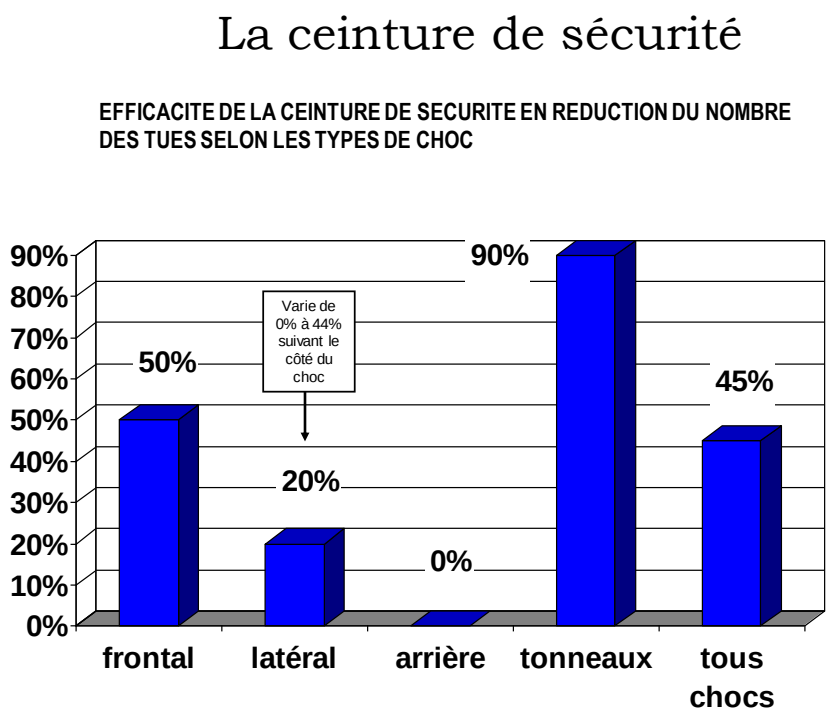
Figuur 37: Illustratie van de belangrijkste proeven tijdens de Euro NCAP-beoordeling.

De literatuuronderzoeken van Thomson (2017b) en Matin (2017) hebben aangetoond dat dankzij de Euro NCAP-tests de veiligheid bij zijdelingse en frontale botsingen significant verbeterd is. De manier waarop de auto's in de basis ontworpen worden, is dus van essentieel belang voor de veiligheid van de inzittenden en ook van de andere weggebruikers.

Veiligheidsgordels en kinderbeveiligingssystemen

De veiligheidsgordel is geen nieuwe maatregel op het gebied van verkeersveiligheid. Het eerste octrooien werd 100 jaar geleden aangevraagd door Gustave-Désiré Leveau (octrooi FR331926A). De versies met drie verankeringspunten verschenen in de jaren 1950. In 1975 werd de driepuntsgordel voorin verplicht en in 1991 achterin. De belangrijkste functie van de gordel is de inzittende op zijn plaats te houden tijdens een botsing en te voorkomen dat hij uit de auto geslingerd wordt. Alle studies tonen aan dat de introductie van de veiligheidsgordel een bijzonder goede weerslag heeft gehad op de veiligheid van het wegverkeer. (Andersson, 2017). Volgens de National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), zou de veiligheidsgordel kansen op dodelijk letsel in een ongeval beperken met 45 % en de kans op letsel met 50 %.

Een uitbreiding van de veiligheidsgordel voor kinderen is het kinderzitje, of correcter gezegd, het kinderbeveiligingssysteem. De kinderbeveiligingssystemen worden onderverdeeld in verschillende klassen afhankelijk van het gewicht van het kind (en niet de leeftijd van het kind, zoals velen denken). *Als dit onderwerp u interesseert, kunt u heel volledige informatie vinden in het rapport van Vias institute getiteld "Klikken we onze kinderen wel veilig vast?"* van Schoeters en Lequeux (2018). Arbogast *et al.* (2004) hebben aangetoond dat een kinderbeveiligingssysteem, bij correct gebruik (zie Schoeters & Lequeux, 2018), de kans op ernstige verwondingen kan verminderen met 78 % en de kans op ziekenhuisopname met 79 %. Het is dus een doeltreffend systeem om de veiligheid van het wegverkeer te verbeteren. Er is trouwens in 2006 een specifieke bepaling toegevoegd aan het Belgische verkeersreglement die stelt dat elk kind van minder dan 1,35 meter in een aangepast kinderbeveiligingssysteem geplaatst moet worden.



Bron: LAB-GIE SAP Renault, intern rapport

Figuur 38: Verwachte effecten van het dragen van de veiligheidsgordel op het gebied van vermindering van het dodental afhankelijk van het type botsing.

Figuur 38 toont de verwachte sterftedaling dankzij de veiligheidsgordel. In sommige situaties (over de kop gaan) is de vermindering bijzonder groot (90 %).

Airbag

Airbags zijn pyrotechnische inrichtingen die in werking treden bij een ongeval. In Europa zijn ze door hun grootte een aanvulling op de veiligheidsgordel. Ze mogen de gordel niet vervangen als beveiligingssysteem. Doordat een kleine capsule ontploft, wordt de zak nagenoeg onmiddellijk opgeblazen. De luchtzak vangt de beweging van het lichaam van de inzittenden naar voren of naar opzij in het voertuig op. Richtlijn UNECE 94 van de Europese Unie stelde frontale airbags verplicht in alle personenwagens die werden ingeschreven vanaf oktober 2003.



Bron: www.pixabay.com

Figuur 39: Illustratie van frontale (links) en laterale (rechts) airbags.

De eerste airbags waren frontale airbags (Figuur 39 links). Literatuuronderzoek van Johannsen (2018) leidt tot de conclusie dat deze een significant positief effect hebben op de gevolgen van ongevallen. Andere soorten airbags, zoals laterale airbags (Figuur 39 rechts) en gordijnairbags, hebben de veiligheid van de voertuigen vervolgens verrijkt en zijn even efficiënt gebleken (Jansch & Connel, 2017).

E-Call (automatisch noodoproepsysteem):

E-Call, beschreven door Thomson (2017a), is een initiatief van de Europese Commissie, die een publiek systeem wou ontwikkelen dat automatisch de nooddiensten verwittigt in geval van een ongeval. Het systeem deelt ook de coördinaten mee, zodat de hulpdiensten veel sneller ter plaatse kunnen zijn, zeker indien het slachtoffer niet bij bewustzijn is. Dit systeem is nog heel nieuw, maar er wordt verwacht dat het een gunstige invloed zal hebben op de verkeersveiligheid.

Overige informatiebronnen

Meesmann, U., Houwing, S. & Opdenakker, E. (2017). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 4. Drugs en geneesmiddelen in het verkeer. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid. Meesmann, U., Vanhoe, S. & Opdenakker, E. (2017). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 13. Alcohol. Brussel, België: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid Pelssers, B., Riguelle, F.; Schoeters, A. & Leblud, J. (2017). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 9. Snelheid. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid. Slootmans & De Smet (2018). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 5. Afleiding in het verkeer. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid. Riguelle, F. & Goldenbeld, C. (2016). Themadossier nr. 8. Vermoeidheid en slaperigheid. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid. Roynard, M. & Golinvaux, S. (2015). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 6. Beveiligingssystemen (gordel en kinderzitjes). Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid	De themadossiers van Vias institute maken telkens een stand van zaken op omtrent een specifiek thema. Ze behandelen de belangrijkste problemen en bespreken de belangrijkste gegevens en ook de meest recente gegevens voor België met betrekking tot het thema in kwestie. Ze kunnen door iedereen vrij geraadpleegd worden op de website van Vias institute: www.vias.be
Thomas, P. & Talbot, R. (Eds.). (2018). Final project report, Deliverable 1.4 of the H2020 project SafetyCube Hermitte, T. et al. (2016). Identification of Vehicle Related Risk Factors, Deliverable 6.1 of the H2020 project SafetyCube. Leopold, F., Chajmowicz, H. et al. (2017). Inventory of vehicle-related risk factors and measures, Deliverable 6.4 of the H2020 project SafetyCube. Lesire P. et al. (2018). Improvements of Vehicle Related safety measures, Deliverable 6.5 of the H2020 project SafetyCube.	Het project SafetyCube (Safety CaUsation, Benefits and Efficiency) is een onderzoeksproject inzake verkeersveiligheid dat werd gefinancierd door de Europese Commissie in het kader van het Horizon 2020-programma, het EU-programma voor onderzoek en innovatie. Het hoofddoel van het project was een beslissingsondersteunend platform op het gebied van verkeersveiligheid te ontwikkelen voor politieke gezagsfiguren en andere geïnteresseerden. Talrijke synopsissen met betrekking tot de risico's en maatregelen voor de inzittenden van auto's worden voorgesteld op de website: https://www.roadsafety-dss.eu/#/
Adminaite, D., Jost G., Stipdonk, H. & Ward, H. (2017). Ranking EU progress on road safety: 11th road safety Performance Index (PIN) report. ACEA, European Automobile Manufacturers' Association. (2014). The Automobile Industry Pocket Guide 2015-2016. Brussels: ACEA communication department.	De ETSC, *European Transport Safety Council*, is een organisatie zonder winstoogmerk die ernaar streeft het aantal verkeersdoden in Europa terug te dringen. Op de website van deze organisatie vindt u talrijke publicaties en ook ruwe gegevens: https://etsc.eu/ De European Automobile Manufacturers' Association (ACEA) is een vereniging die onder andere de Europese autoconstructeurs vertegenwoordigt. Ze publiceert regelmatig rapporten over de evolutie van het Europese wagenpark, het standpunt van de fabrikanten ten aanzien van de verkeersveiligheid enz. Er zijn talrijke rapporten beschikbaar op de website van de vereniging: https://www.acea.be/news/latest-updates
European Commission, Traffic Safety Basic Facts on Car Occupants, European Commission, Directorate General for Transport, 2017.	Dit rapport bevat de meest recente gegevens met betrekking tot auto-ongevallen in de Europese Unie.

Referenties

Adriaensen, M., Kluppels, L. & Goldenbeld, C. (2015). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 3. Handhaving van verkeersregels Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Aigner-Breuss, E. & Eichhorn, A. (2017). Awareness raising and campaigns – Seatbelts, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Aigner-Breuss, E. & Russwurm, K. (2016). Risk taking - Close Following Behaviour, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Alfonsi, R., Meta, E. & Ammari, A. (2017). Seatbelt law and enforcement, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Ammari, A. & Usami, D.S. (2017). Shoulder implementation (shoulder type), European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Andersson, M. (2017). Seatbelts, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 21/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Bonnefon, J. F., Shariff, A. & Rahwan, I. (2016). The social dilemma of autonomous vehicles. Science, 352(6293), 1573-1576.

Botteghi, G., Theofilatos, A. & Macaluso, G. (2017). Speeding: general police enforcement, speeding, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Botteghi, G., Ziakopoulos, A., Papadimitriou, E., Diamandouros, K. & Arampidou, K. (2017). Safety barriers installation - change type of safety barriers, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Chen, L.-H., Baker S. P., Braver, E. R. & Li, G. (2000). Carrying passengers as a risk factor for crashes fatal to 16- and 17-year-old drivers. JAMA, 283 (12), 1578-1582. doi:10.1001/jama.283.12.1578.

Daniels, S. & Focant, N. (2017). Dynamic Speed Limits, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

De Ceunynck, T. (2017). Installation of section control & speed cameras, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

De Ceunynck, T. & Focant, N. (2017). Installation of lighting & Improvements to existing lighting, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

DEKRA (2005). International strategies for accident prevention. Technical road safety. DEKRA technical paper 58/05.

Dupont, E., Alexandre, S. & Casteels, Y. (2014). Impact van de aanwezigheid van passagiers op het rijgedrag. Enquête over de perceptie die bestuurders hebben van de houding en verwachtingen van hun passagiers aangaande verkeersveiligheid. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Dupont, E. (2012). Risico's voor jonge bestuurders in het verkeer: Literatuur onderzoek. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Eichhorn, A. & Kaiser, S. (2017). Awareness raising and campaigns – Driving under the influence, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Elvik, R., Christensen, P. & Amundsen, A. (2004). *Speed and road accidents: an evaluation of the Power Model*. TOI report 740/2004, Institute of Transport Economics, Oslo.

Elvik, R. (2009). The Power Model of the relationship between speed and road safety: update and new analyses (No. 1034/2009).

Elvik, R. (2013a). A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims. Accident Analysis and Prevention, 50, 2013, 854-860.

Elvik, R. (2013b). Risk of road accident associated with the use of drugs: A systematic review and meta-analysis of evidence from epidemiological studies. Accident Analysis & Prevention, 60, 254-267.

Elvik, R. (2017). Road Surface Friction, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 16/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Engström, I., Gergersen, N. P., Granström, K. & Nyberg, A. (2008). Young drivers – Reduced crash risk with passengers in the vehicle. Accident Analysis and Prevention, 40, 341-348. doi:10.1016/j.aap.2007.07.001.

Eriksson, G. & Sandin, J. (2017). Daytime running lights, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 21/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

ETSC (2017). Ranking EU progress on road safety: 11th road safety Performance Index (PIN) report.

European Commission, Traffic Safety Basic Facts on Car Occupants, European Commission, Directorate General for Transport, 2017.

Fagnant, D. J. & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 77, 167-181.

Focant, N. & Leblud, J. (2018). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 16. Communication et campagnes de sécurité routière. Brussel, België: Vias institute.

Focant, N. & Martensen, H. (2016). Effects of darkness on road safety, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 16/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Goldenbeld, C. (2017a). Demerit point system, European Road Safety Decision Support Systems, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 02/07/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Goldenbeld, C. (2017b). Licence suspension, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Hay, M., Etienne, V. & Paire-Ficout, L. (2017). Driver training and Licensing: formal pre-license training, graduated driver licensing and probation, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Hermitte, T. (2016a). Passenger car - Technical defect / Maintenance, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 16/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Hermitte, T. (2016b). Passenger Cars - Low star rating (Euro NCAP), European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 16/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Hermitte, T. et al. (2016). Identification of Vehicle Related Risk Factors, Deliverable 6.1 of the H2020 project SafetyCube.

Hoekstra, T. & Wegman, F. (2011). Improving the effectiveness of road safety campaigns: Current and new practices. IATSS research, 34(2), 80-86.

ITF (2017). Safer Roads with Automated Vehicles? Corporate Partnership Board Report.

Jänsch, M. (2017). Lane keeping systems, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 21/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Jänsch, M. & O'Connell, N. (2017). Side airbags, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 21/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Johannsen, H. (2018). Frontal airbags, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 21/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Jost, G., Allsop, R. & Ceci, A. (2014). Ranking EU progress on car occupant safety.

Kahane, C. J. & Dang, J. N. (2009). The long-term effect of ABS in passenger cars and LTVs (No. HS-811 182).

Kaiser, S. & Aigner-Breuss, E. (2017). Effectiveness of Road Safety Campaigns, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Katrakazas, C. (2017). Education – Hazard perception training, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 16/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Katrakazas, C. & Talbot, R. (2017). Education – Elderly training, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 16/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Leblud, J., Lequeux, Q., Slootmans, F., Broeckaert, M., Maes, J. & Trotta, M. (2017). Zijn de snelheidslimieten op autosnelwegen nog relevant? Effecten van de aanpassing van de snelheidslimieten op de Belgische autosnelwegen op de mobiliteit, de verkeersveiligheid en het milieu. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Leblud, J. (2017a). Driving Under the Influence: Legal and Illegal Drugs, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 16/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Leblud, J. (2017b). Reduction of speed limit, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 16/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Lequeux, Q. (2016). Hoe staat het met onze gordeldracht? Resultaten van de gedragsmeting gordel 2015. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Leskovšek, B. & Goldenbeld, Ch. (2018). Influenced Driving – Alcohol, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 16/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Macaluso, G., Theofilatos, A., Botteghi, G. & Ziakopoulos, A. (2017). Law and enforcement: Random and selective breath tests, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Marchant, G. E. & Lindor, R. A. (2012). The coming collision between autonomous vehicles and the liability system. Santa Clara, L. Rev., 52, 1321.

Martensen, H. (2014). @RISK: Analyse van het risico op ernstige en dodelijke verwondingen in het verkeer in functie van leeftijd en verplaatsingswijze Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Martensen, H., Diependaele, K., Van den Berghe, W., Papadimitriou, E., Yannis, G., Van Schagen, I. & Machata, K. (2017). SafetyCube: Building a Decision Support System on Risks and Measures. In Proceedings of the RSS Conference (pp. 17-19).

Martin, O. (2017). EuroNCAP Frontal Impact (Full & Offset Deformable Barrier width), European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 21/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Meesmann, U., Houwing, S. & Opdenakker, E. (2017a). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 4. Drugs en geneesmiddelen in het verkeer. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Meesmann, U., Vanhoe, S. & Opdenakker, E. (2017b). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 13. Alcohol. Brussel, België: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Mettel, C. (2018a). Blind spot detection, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu

Mettel, C. (2018b). Vehicle Inspection, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu

Meunier, J.-C., Kluppels, L. & Boets, S. (2016). Effectiviteit van getrapte rijbewijssystemen. Synthese van resultaten uit de internationale literatuur. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

National Academies of Sciences Engineering and Medicine & Transportation Research Board. (2008). Effectiveness of Behavioral Highway Safety Countermeasures. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 622. https://doi.org/10.17226/14195.

Nilsson, G. (1981). The effects of speed limits on traffic accidents in Sweden. Proceedings of the International Symposium on the effects of speed limits on traffic crashes and fuel consumption, Dublin. OECD, Paris.

Nilsson, G. (2004). Traffic safety dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety (Doctoral dissertation, Univ.).

Ouimet, M. C., Simons-Morton, B. G., Zador, P. L., Lerner, N. D., Freedman, M., Duncan, G. D. & Wang, J. (2010). Using the U.S. National Household Travel Survey to estimate the impact of passenger characteristics on young drivers' relative risk of fatal crash involvement. Accident Analysis and Prevention, 42, 689-694. doi:10.1016/j.aap.2009.10.017.

Pelssers, B., Riguelle, F., Schoeters, A. & Leblud, J. (2017). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 9. Snelheid. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Phan, V. (2017). Electronic Stability Control (ESC), European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Pilgerstorfer, M. & Eichhorn, A. (2017). Awareness raising and campaigns – Speeding, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Quigley, C. (2017a). Implementation of 30-Zones, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Quigley, C. (2017b). Implementation of Narrowings, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Quigley, C. (2017c). Installation of Speed Humps, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Reed, S. (2017). Active Technology for Pedestrian Protection, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 21/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Ranney, T. A. (2008). Driver distraction: A review of the current state-of-knowledge (No. HS-810 787).

Riguelle, F. & Goldenbeld, C. (2016). Themadossier nr. 8. Vermoeidheid en slaperigheid. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Saadé, J. (2017). Autonomous Emergency Braking AEB (pedestrians & cyclists), European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 21/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Schulze, H., Schumacher, M., Urmeew, R., Alvarez, J., Bernhoft, I. M., de Gier, H., ... & Zlender, B. (2012). Driving under the influence of drugs, alcohol and medicines in Europe—findings from the DRUID project.

Silverans, P., Nieuwkamp, R., & Van den Berghe, W. (2018). Effets attendus des systèmes à points et des autres mesures en matière de récidive au volant, Brussels, Belgium: Vias institute – Knowledge Centre Road Safety

Slootmans, F. (2015). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 5. Afleiding in het verkeer. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Slootmans, F., Martensen, H., Kluppels, L. & Meesmann, U. (2017). Rehabilitation courses as alternative measure for drink-driving offenders, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Soteropoulos, A. (2016). Risk Taking - Overtaking, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Theofilatos, A., Papadimitriou, E., Ziakopoulos, A., Yannis, G., Diamandouros, K. & Durso, C. (2016). Presence of workzones-Workzone length, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 16/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Theofilatos, A. & Macaluso, G. (2017). Alcohol Interlock (excl. recidivism), European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 21/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Theofilatos, A. & Macaluso, G. (2017). Intelligent Speed Adaptation, Speed Limiter and Speed Regulator, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 21/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Thomas, P. & Talbot, R. (Eds.). (2018). Final project report, Deliverable 1.4 of the H2020 project SafetyCube

Thomson, R. (2017a). E-Call (Automatic Crash Notification), European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 21/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Thomson, R. (2017b). Side Impact Measure – EuroNCAP, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 21/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Usami, D. S. (2017). Increase shoulder width, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.

Vlakveld, W.P. (2005). Jonge beginnende automobilisten, hun ongevalsrisico en maatregelen om dit terug te dringen: een literatuurstudie.

Wanvik, P.O. (2009). Effects of road lighting: an analysis based on Dutch accident statistics 1987–2006. Accident Analysis & Prevention, 41(1), 123-128.

Waytz, A., Heafner, J. & Epley, N. (2014). The mind in the machine: Anthropomorphism increases trust in an autonomous vehicle. Journal of Experimental Social Psychology, 52, 113-117.

Ziakopoulos, A., Botteghi, G. & Papadimitriou, E. (2017). Workzones: Signage installation and improvement, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Geraadpleegd op 18/05/2018 van www.roadsafety-dss.eu.



Vias institute
Haachtsesteenweg 1405, 1130 Brussel · Chaussée de Haecht 1405, 1130 Bruxelles · +32 2 244 15 11 · info@vias.be · www.vias.be · TVA/BTW BE 0432.570.411