



Rapport nr. 2019-T-02-NL

Voetgangers

Themadossier Verkeersveiligheid nr. 7

2e editie (2019)

Voetgangers

Themadossier Verkeersveiligheid nr. 7

Rapport nr. 2019-T-02-NL

Auteur: Brecht Pelssers

Verantwoordelijke uitgever: Karin Genoe

Uitgever: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid

Publicatiedatum: 22/07/2019

Wettelijk depot: D/2019/0779/14

Gelieve naar dit document te verwijzen als volgt: Pelssers, B. (2019). Themadossier Verkeersveiligheid nr. 7 – Voetgangers, Brussel, België: Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid

Ce rapport est également disponible en français sous le titre : Dossier thématique Sécurité routière n°7 – Piétons

This report includes a summary in English.

Dit onderzoek werd mogelijk gemaakt door de financiële steun van de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer.

Dankwoord

Dit rapport betreft een update van het Themadossier Verkeersveiligheid nr. 7 "Voetgangers" dat in 2016 gepubliceerd werd (Populer & Steegmans, 2016).

De auteur en Vias institute wensen graag de volgende personen te bedanken voor hun waardevolle bijdrage tot dit rapport:

- Philip Temmerman en Wouter van den Berghe (Vias institute), voor de interne review van het rapport.
- Annelies Schoeters voor de coördinatie van het themadossier.
- Rob Methorst, voor de externe review van het rapport.
- Dynamics Translations voor de vertaling van het rapport naar het Frans en Quentin Lequeux voor het nalezen van deze vertaling.
- Alexandre Lefebvre voor het nalezen en corrigeren van de samenvatting in het Engels.

De exclusieve verantwoordelijkheid voor de inhoud van dit rapport ligt echter bij de auteur.

Inhoudsopgave

Tabellen- en figurenlijst	5
Tabellen	5
Figuren	5
Samenvatting	6
Summary	7
1 Voetgangers en verkeersveiligheid	8
1.1 Definities	8
1.1.1 Definitie van een voetganger	8
1.1.2 Definitie van een voetgangersongeval	9
1.2 Verkeersongevallen bij voetgangers	9
1.2.1 Blootstelling aan het verkeer	9
1.2.2 Aantal voetgangersslachtoffers	10
1.2.3 Algemeen ongevalsrisico	11
1.2.4 Onderregistratie van voetgangersongevallen	12
1.3 Relatie tussen risico en snelheid	13
1.4 Oorzaken van verkeersongevallen met voetgangers	14
1.5 Verloop van verkeersongevallen met voetgangers en de opgelopen letsels	15
2 Regelgeving in België	17
3 Belgische kerncijfers	19
3.1 Evolutie van het aantal verkeersslachtoffers	19
3.2 Kenmerken van verkeersslachtoffers bij voetgangers	20
3.3 Kenmerken van verkeersongevallen met voetgangers	21
3.3.1 Plaats van de letselongevallen	21
3.3.2 Tijdstip van de letselongevallen	22
3.3.3 De opponenten in ongevallen met voetgangers	23
3.4 Europese vergelijking	24
3.4.1 Aantal voetgangersslachtoffers	24
3.4.2 Subjectief (on)veiligheidsgevoel en zelf-gerapporteerd gedrag	24
4 Maatregelen	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Maatregelen i.v.m. de infrastructuur	27
4.3 Maatregelen i.v.m. voertuigtechnologie	29
4.4 Maatregelen t.a.v. de weggebruiker	30
5 Verdere bronnen van informatie	32
Referenties	33

Tabellen- en figurenlijst

Tabellen

Tabel 1: Aandeel verplaatsingen en reizigerskilometers voor <i>Te voet</i> in Nederland, Frankrijk en Duitsland _____	10
---	----

Figuren

Figuur 1: Voorbeelden van enkele voortbewegingstoestellen _____	8
Figuur 2: Modal split volgens het aantal verplaatsingen (L) en het aantal reizigerskilometers (R) _____	10
Figuur 3: Evolutie van het aantal omgekomen voetgangers en het aandeel van de omgekomen voetgangers in het totale aantal verkeersdoden in de EU-21, 2005-2016 _____	11
Figuur 4: Relatief risico op overlijden of ernstige verwondingen (MAIS3+) per leeftijd en vervoerswijze, voor eenzelfde aantal afgelegde kilometers - België - Gegevens 2009 _____	12
Figuur 5: Kans op een dodelijk letsel in functie van de impactsnelheid _____	13
Figuur 6: Scenario van een frequent verkeersongeval tussen een voetganger en een auto _____	15
Figuur 7: Verdeling van verwondingen op het lichaam van een voetganger in een frontale botsing tussen auto's en voetgangers _____	16
Figuur 8: Evolutie van het aantal voetgangers die slachtoffer worden (dodelijk en gewond) - België - 2015-2017 _____	19
Figuur 9: Evolutie van het aandeel voetgangers in het totaal aantal slachtoffers - België - 2015-2017 _____	19
Figuur 10: Spreiding van de omgekomen of gewonde voetgangers per leeftijd - België - 2015-2017 _____	20
Figuur 11: Spreiding van de voetgangers die slachtoffer worden en alle verkeersslachtoffers per leeftijd en geslacht - België - 2015-2017 _____	21
Figuur 12: Spreiding van de verkeersongevallen met voetgangers per locatie - België - 2015-2017 _____	22
Figuur 13: Spreiding van verkeersongevallen met voetgangers (binnen/buiten bebouwde kom) volgens positie van de voetganger - België - 2015-2017 _____	22
Figuur 14: Maandelijkse spreiding van de verkeersongevallen met voetgangers - België - 2015-2017 _____	23
Figuur 15: Aantal overleden voetgangers per 1000 verkeersongevallen, naargelang de tegenpartij - 2013-2017 _____	23
Figuur 16: Omgekomen voetgangers per miljoen inwoners in de landen van de EU-28, 2016 _____	24
Figuur 17: Subjectief onveiligheidsgevoel als voetganger – 2015-2016 (ESRA) _____	25
Figuur 18: Zelf-gerapporteerd gedrag – Luisteren naar muziek via een koptelefoon – 2015-2016 (ESRA) _____	25
Figuur 19: Zelf-gerapporteerd gedrag – Door een rood licht wandelen – 2015-2016 (ESRA) _____	26
Figuur 20: Noppentegels met een kunstmatige geleidelijn (uitgevoerd in ribbeltegels) aan oversteekplaatsen _____	29

Samenvatting

Te voet gaan is na de auto de meest gebruikte vervoerswijze in het verkeer. Tijdens 14% van de verplaatsingen in België is *te voet* de hoofdvervoerswijze. Echter worden ook vaak delen van een verplaatsing te voet afgelegd als men de auto of het openbaar vervoer als hoofdvervoerswijze gebruikt. Een voetganger is in vergelijking met sommige andere weggebruikers veel minder beschermd bij een botsing met een andere weggebruiker. Voetgangers hebben, per afgelegde kilometer, gemiddeld 8,1 keer meer kans om ernstig gewond te raken of te sterven in het verkeer dan een autobestuurder.

Het aantal voetgangers dat overlijdt na een ongeval vertoont in Europa een dalende trend. Het aandeel van de voetgangers binnen het totaal aantal dodelijke verkeersslachtoffers is echter al een aantal jaren aan het stijgen. Dit wijst erop dat andere vervoerswijzen veiliger zijn geworden dan zich te voet verplaatsen. De statistieken voor België vertonen dezelfde trends: een daling van de voetgangersslachtoffers, maar sinds 2005 een stagnatie en een stijgend aandeel van deze slachtoffers in vergelijking met de andere vervoerswijzen.

Sommige categorieën voetgangers hebben een hoger risico op verkeersongevallen dan andere. Het zijn vooral de 65- plussers die ernstigere verwondingen oplopen als voetganger aangezien zij kwetsbaarder zijn dan andere categorieën. Ook de jongeren, 12- tot 17-jarigen, zijn extra kwetsbaar in het verkeer. Zij raken sneller dan anderen betrokken bij een verkeersongeval omdat zij vaker extra risico's nemen in het verkeer. Naarmate men ouder wordt zal men de risico's compenseren door de vaardigheden en ervaring die men doorheen de jaren heeft verworven.

Opvallend is dat in België bijna 80% van alle voetgangersongevallen, ongeacht de ernst ervan, binnen de bebouwde kom gebeuren. De voetgangersongevallen die buiten de bebouwde kom gebeuren zijn dan weer ernstiger. Uit onderzoek is gebleken dat 30% van de dodelijke voetgangersongevallen in België buiten de bebouwde kom plaatsvonden. Daarnaast vinden minder voetgangersongevallen plaats in de zomer dan in de winter. Dit is mogelijk te verklaren doordat er in de winter minder lichturen zijn dan in de zomer, wat er op kan wijzen dat zichtbaarheid hier een rol speelt.

De ernst van de verkeersongevallen met een voetganger hangt ook samen met het voertuig waarmee de voetganger in aanraking komt. Zo werd becijferd dat per 1000 verkeersongevallen met een vrachtwagen, 164 voetgangers overlijden. Voor de verkeersongevallen met een auto ligt dit aantal op 18. De kans dat een voetganger sterft bij een verkeersongeval met een fietser is het kleinst. Hier vallen 1,5 overlijdens te betreuren per 1000 ongevallen. Weliswaar zal de kans op overlijden bij een botsing tussen twee voetgangers nog kleiner zijn, maar dit wordt niet als een verkeersongeval beschouwd.

Om de verkeersveiligheid van voetgangers te verhogen, kunnen verschillende soorten maatregelen worden genomen. Op het vlak van infrastructuur moet men in eerste instantie de blootstelling van voetgangers aan gemotoriseerd verkeer beperken, door waar mogelijk verschillende vervoerswijzen van elkaar te scheiden. Ter hoogte van oversteekplaatsen kan dit bijvoorbeeld door het opsplitsen van de oversteekplaats. Bij het langsverkeer te voet is de aanleg van een (voldoende breed) trottoir aanbevolen. Wanneer een scheiding echter niet mogelijk is moet er geopteerd worden voor een snelheidsdaling. Ook moet er gezorgd worden voor een goede zichtbaarheid vanuit het oogpunt van alle weggebruikers. Verder spelen onderwijs, opleiding en sensibilisering een belangrijke rol. De voetganger moet weten of moet er op gewezen worden dat hij vaak niet goed zichtbaar is en in de rijopleiding moet er extra aandacht worden geschonken aan de kwetsbare weggebruiker. Ook op het vlak van voertuigtechnologie kunnen er maatregelen worden genomen. Zo bestaan er systemen die de snelheid van voertuigen kunnen regelen, maar ook verkeersongevallen kunnen vermijden. Wanneer een verkeersongeval echter niet te vermijden is, moeten de gevolgen van een mogelijke botsing worden beperkt.

Summary

Walking is the second most used transport mode after car driving. In Belgium, walking is the main transport mode during 14% of the journeys. However, parts of a journey are often made by foot while the main mode of transport is the car or public transport. Compared to some other road users, a pedestrian is much less protected during a collision with another road user. Pedestrians are, per kilometre, on average 8.1 times more likely to get seriously injured or to die in traffic than a car driver.

The number of pedestrians who die after a road accident, shows a decreasing trend in Europe. However, the proportion of pedestrians within the total number of fatal road accidents is rising for a few years. This indicates that other transport modes have become safer than travelling by foot. The Belgian statistics show the same trends: a decrease in pedestrian victims, but since 2005 a stagnation and a rising proportion of these victims in comparison with other transport modes.

Some categories of pedestrians run a higher risk of road accidents than others. Especially, people of 65 years and older get more seriously injured as they are more vulnerable than other categories. Youngsters, aged 12 until 17 years, are more vulnerable in traffic. They are more likely to be involved in a road accident since they act riskier on the road. The older a person is, the more they compensate the extra risks by skills and experience gained over the years.

Notable is that in Belgium almost 80% of all pedestrian accidents, regardless of the seriousness, took place within built-up areas. Pedestrian accidents which occur outside the built-up areas, on the other hand, are more serious. Research has shown that 30% of fatal pedestrian accidents in Belgium happened outside the built-up areas. Furthermore, less pedestrian accidents happen in summer than in winter. This can probably be explained by the fact that there are less daylight hours in the winter than in the summer, which indicates that visibility can have an impact.

The severity of accidents with pedestrians is also linked to the vehicle with which the pedestrian comes into contact. It was calculated that 164 pedestrians died per 1,000 accidents with a truck. For accidents with a car this number is 18. The chance of a pedestrian dying in a road accident with a cyclist is the smallest. There are 1.5 deaths per 1,000 road accidents. Although the risk of dying in a road accident between two pedestrians will be even smaller, this is not concerned as a road accident.

To improve road safety for pedestrians, various measures can be taken. On the level of infrastructure, we can limit exposure between pedestrians and motorised traffic. This can be done by separating different transport modes. At pedestrian crossings, this can be done by splitting the crossing place. For pedestrian traffic in the longitudinal direction, the construction of a (sufficiently wide) sidewalk is recommended. When this is not possible the option of speed reduction must be considered. Good visibility must also be ensured from the point of view of all road users. Furthermore, education, training and awareness must not be underestimated. Pedestrians need to know or should be advised that they are often not that visible and driving instructors must focus on vulnerable road users. Measures can also be taken as far as vehicle technology is concerned. There are systems which can regulate the speed and also help to avoid road accidents. When a road accident is unavoidable, the consequences need to be limited.

1 Voetgangers en verkeersveiligheid

1.1 Definities

1.1.1 Definitie van een voetganger

De voetganger is één van de meest kwetsbare weggebruikers: hij bevindt zich namelijk niet in een voertuig dat hem kan beschermen tijdens een ongeval. Hierdoor zal hij als kwetsbare weggebruiker sneller en ernstiger gewond raken tijdens een ongeval met een gemotoriseerd voertuig (European Commission, 2015; SWOV, 2012; Methorst et al., 2010).

In het Belgische verkeersreglement¹ wordt een voetganger omschreven als een persoon die zich te voet verplaatst op de openbare weg. Personen die een toestel aan de hand leiden – zoals een kruiwagen, een kinderwagen, een rolstoel of enig ander voertuig zonder motor dat geen bredere dan de voor de voetgangers vereiste ruimte nodig heeft – en personen die een fiets of een tweewielige bromfiets aan de hand leiden, worden gelijkgesteld met voetgangers (Verkeersreglement, Art. 2.46). Een motorrijder die zijn motorfiets aan de hand leidt is echter geen voetganger, maar blijft een bestuurder.

Het verkeersreglement maakt ook nog een uitzondering voor fietsers van minder dan 10 jaar. Zij mogen zich in alle omstandigheden op het voetpad begeven. Zij blijven echter wel een fietser en worden niet als voetganger beschouwd (Verkeersreglement, Art. 9.1.2., 5°).

Op autosnelwegen zijn voetgangers niet toegelaten (Verkeersreglement, Art. 21.1). Personen die echter hun voertuig verlaten, omdat ze bijvoorbeeld autopech hebben of een ongeval hebben gehad, worden als voetganger beschouwd. Dit geldt ook zo voor personen die zich vanop een parking of de kant van de weg te voet op de autosnelweg begeven. Tot slot worden ook wegenwerkers die slachtoffer worden van een verkeersongeval op de autosnelweg als voetgangers beschouwd (Slootmans, & Daniels, 2017).

Sinds enkele jaren winnen de voortbewegingstoestellen aan populariteit in België. Dit is een categorie van voertuigen (Figuur 1) die voortdurend evolueert. Onder meer de hoverboards, (elektrische) steps, Segways® en (elektrische) eenwieler vallen onder deze categorie (Dugernier, 2017). De gebruikers van voortbewegingstoestellen worden beschouwd als voetgangers wanneer zij niet sneller dan stapvoets rijden en als fietsers wanneer ze sneller dan stapvoets rijden (Verkeersreglement, Art. 7bis). Stapvoets wordt in het Belgisch Verkeersreglement niet gedefinieerd.



Figuur 1: Voorbeelden van enkele voortbewegingstoestellen
(Bron: Vias institute)

¹ Koninklijk besluit van 1 december 1975 houdende algemeen reglement op de politie van het wegverkeer en van het gebruik van de openbare weg.

1.1.2 Definitie van een voetgangersongeval

Om van een verkeersongeval te spreken, is het noodzakelijk dat er een bewegend voertuig bij betrokken is. Een ongeval waarbij louter voetgangers betrokken zijn wordt op internationaal en Belgisch vlak niet beschouwd als een verkeersongeval. Deze definitie werd vastgelegd in het Verdrag van Wenen uit 1968² (Feypell-De la Beaumelle, Papadimitriou, & Granié, 2010). Hierdoor worden een heel aantal eenzijdige voetgangersongevallen en ongevallen tussen voetgangers onderling, m.a.w. ongevallen met voetgangers zonder andere partijen, niet opgenomen in de statistieken hoewel dit veel voorkomende ongevallen zijn. Den Hertog et al. (2013) stelde bijvoorbeeld vast dat in Nederland een kleine meerderheid van alle voetgangersdoden te wijten waren aan een val en niet aan een verkeersongeval.

1.2 Verkeersongevallen bij voetgangers

1.2.1 Blootstelling aan het verkeer

In 2016 voerde Vias institute in samenwerking met de FOD Mobiliteit en Vervoer het MONITOR-onderzoek naar mobiliteit en verkeersveiligheid in België. Met het onderzoek werd het verplaatsingsgedrag van de Belgische bevolking in kaart gebracht. Uit de resultaten van dit onderzoek kon de modal split, de verdeling van de verplaatsingen over de verschillende vervoerswijzen, worden afgeleid.

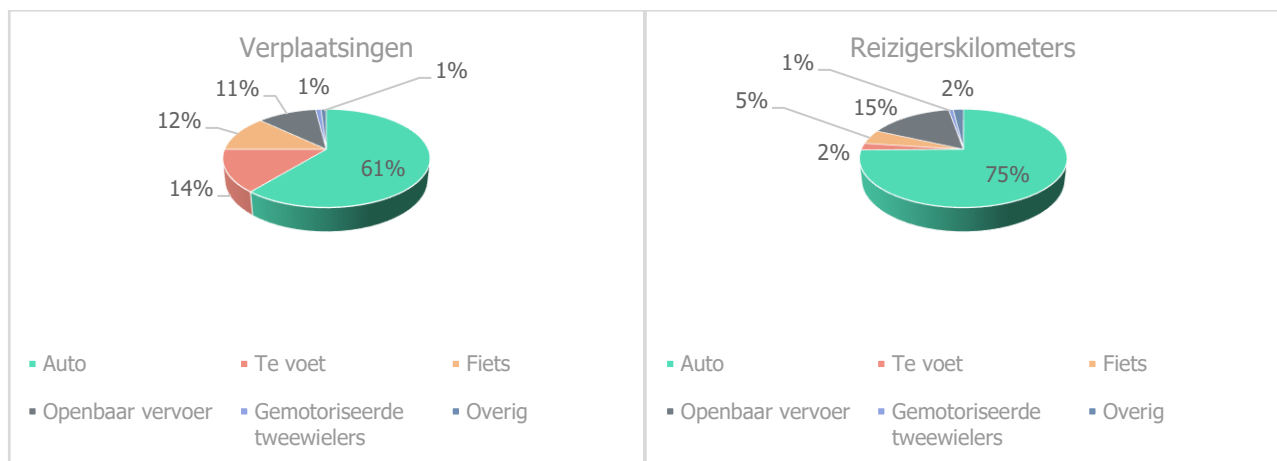
Figuur 2 geeft enerzijds de modal split weer volgens het aantal verplaatsingen³ en anderzijds volgens het aantal reizigerskilometers. Wanneer de modal split berekend wordt volgens het aantal verplaatsingen, blijkt uit de resultaten in Figuur 2 dat *Te voet* (14%) de op één na meest gebruikte vervoerswijze is in België. Enkel de *Auto* gaat met 61% ruimschoots vooraf. De *Fiets* en het *Openbaar vervoer* volgen met respectievelijk 12% en 11% op korte afstand. Binnen het vermelde percentage van 14% voor *Te voet* zitten enkel de verplaatsingen van deur-tot-deur vervat (Leblud et al., 2018). Voetgangers zijn echter speciale ruimtegebruikers. Daar waar het hoofddoel bij de overige verplaatsingswijzen voornamelijk bestaat uit het zich verplaatsen van de ene naar de andere plaats, ligt dit voor voetgangers anders. Als voetganger is namelijk ook het ergens verblijven belangrijk. Op basis van het hoofddoel kunnen we vier verschillende rollen onderscheiden:

- Verplaatsingen van deur tot deur waarbij *Te voet* de hoofdverplaatsingswijze is (14% voor wat België betreft);
- Voor- en natransport (bv. openbaar vervoer);
- Circulatie, d.w.z. lopen zonder een (vaste) bestemming, zoals de hond uitlaten, beroepsmatig wandelen (bv. postbode),...
- Verblijven: recreatie, spelen, sporten, wachten,...).

Een ander beeld is te zien als de modal split berekend wordt volgens het aantal reizigerskilometers. *Te voet* omvat dan slechts een aandeel van 2%. Dit betekent dus dat de verplaatsingen als voetganger relatief kort zijn wat afstand betreft. Uit het MONITOR-onderzoek blijkt dat de gemiddelde afstand die per dag door een voetganger wordt afgelegd 3,2 kilometer bedraagt (Leblud et al., 2018).

² Het Verdrag van Wenen uit 1968 is een internationaal verdrag dat het internationale wegverkeer en de verkeersveiligheid moet bevorderen door verkeersregels te standaardiseren (Zie hoofdstuk 2: Regelgeving in België).

³ De modal split volgens het aantal verplaatsingen is berekend op basis van het hoofdvervoermiddel dat tijdens een verplaatsing wordt gebruikt. Het hoofdvervoermiddel is het vervoermiddel waarmee de meeste kilometers tijdens een verplaatsing worden afgelegd.



Figuur 2: Modal split volgens het aantal verplaatsingen (L) en het aantal reizigerskilometers (R) (Bron: Leblud et al., 2018)

In Tabel 1 hieronder wordt het aandeel *Te voet* in de modal split aangegeven voor Nederland, Frankrijk en Duitsland. Op basis van het aantal verplaatsingen is te zien dat België een lager aandeel in de modal split heeft voor wat *Te voet* betreft. Frankrijk en Duitsland bereiken hier beide percentages van 22%. Nederland haalt 18%. De modal split uitgedrukt in reizigerskilometers geeft hetzelfde beeld als voor België. Het is echter voorbarig om hier conclusies aan te verbinden, aangezien in de verschillende studies *Te voet* niet steeds op exact dezelfde manier werd gedefinieerd. Meesmann, Torfs, Nguyen en Van den Berghe (2018) vermelden in de ESRA-studie⁴ dat 64% van de Belgen aangeeft dat *Te voet* tot hun top 3 behoort van meest gebruikte verplaatsingswijzen tijdens de afgelopen 12 maanden. België scoort hiermee beter dan Duitsland (63%), Frankrijk (63%) en Nederland (53%).

Tabel 1: Aandeel verplaatsingen en reizigerskilometers voor *Te voet* in Nederland, Frankrijk en Duitsland (Bron: CBS, 2018; Armoogum et al., 2008⁵; infas, 2018).

<i>Te voet</i>	Verplaatsingen	Reizigerskilometers
Nederland	18%	3%
Frankrijk	22%	2%
Duitsland	22%	3%

1.2.2 Aantal voetgangersslachtoffers

Op Europees niveau (EU-28⁶) vertegenwoordigden de voetgangers 21% (N = 5300) van de verkeersdoden⁷ in 2016, waardoor ze - na de inzittenden van auto's - de tweede groep weggebruikers zijn waar de meeste verkeersdoden vallen. Achter dit cijfer gaan echter grote verschillen tussen de landen schuil. De waarden boven het Europese gemiddelde (EU-28) zien we voornamelijk in de Oost-Europese landen. België bevindt zich onder dit gemiddelde: 12% van de verkeersdoden zijn voetgangers (European Commission, 2018).

Van de Europese voetgangersdoden zijn de meerderheid binnen de EU-28 mannen (64%). Wat de leeftijd betreft, geven de statistieken aan dat binnen de EU-28 maar liefst 47% van de voetgangersdoden 65 jaar of ouder zijn (European Commission, 2018). De Belgische kencijfers worden in detail besproken in hoofdstuk 3.

Wat de evolutie betreft, zien we dat het aandeel voetgangers in het totale aantal verkeersdoden sinds 2005 stijgt (**Error! Reference source not found.**). Dit wijst erop dat, voor zover het aantal voetgangers niet

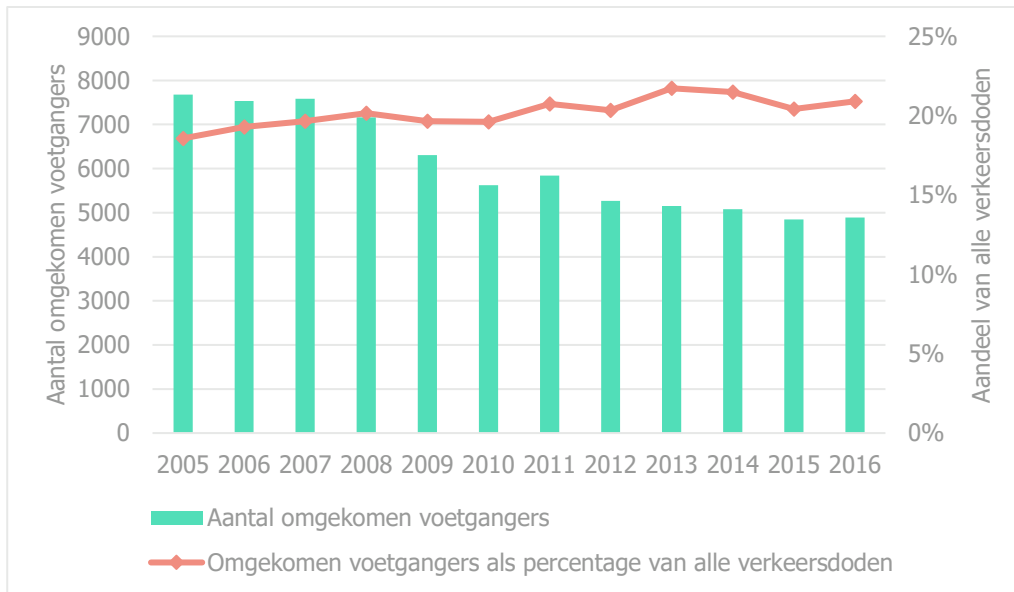
⁴ Zie verder hoofdstuk 3, paragraaf 3.4

⁵ De meest recente gegevens beschikbaar voor Frankrijk betreffende de modal split dateren van 2008 en werden verzameld met behulp van de *Enquête nationale transports et déplacements 2008* (Armoogum et al., 2010). Een update van deze gegevens wordt verwacht in het voorjaar van 2020. Daar op dit moment de gegevens van 2008 de meest recente zijn, worden die in deze studie gebruikt.

⁶ De Europese Unie (EU-28) bestaat uit 28 lidstaten: AT = Oostenrijk; BE = België; BG = Bulgarije; CY = Cyprus; CZ = Tsjechië; DK = Denemarken; DE = Duitsland; EE = Estland; IE = Ierland; EL = Griekenland; ES = Spanje; FI = Finland; FR = Frankrijk; HR = Kroatië; IT = Italië; LV = Letland; LT = Litouwen; LU = Luxemburg; HU = Hongarije; MT = Malta; NL = Nederland; PL = Polen; PT = Portugal; RO = Roemenië; SE = Zweden; SI = Slovenië; SK = Slowakije; UK = Verenigd Koninkrijk

⁷ De officiële statistieken begrijpen onder verkeersdoden alle verkeersslachtoffers die binnen 30 dagen na het verkeersongeval als gevolg hiervan overlijden.

zozeer toegenomen is, voetgangers minder voordeel halen uit de getroffen maatregelen dan alle andere weggebruikers.



Figuur 3: Evolutie van het aantal omgekomen voetgangers en het aandeel van de omgekomen voetgangers in het totale aantal verkeersdoden in de EU-21, 2005-2016⁸
(Bron: CARE Database – Infografie Vias institute)

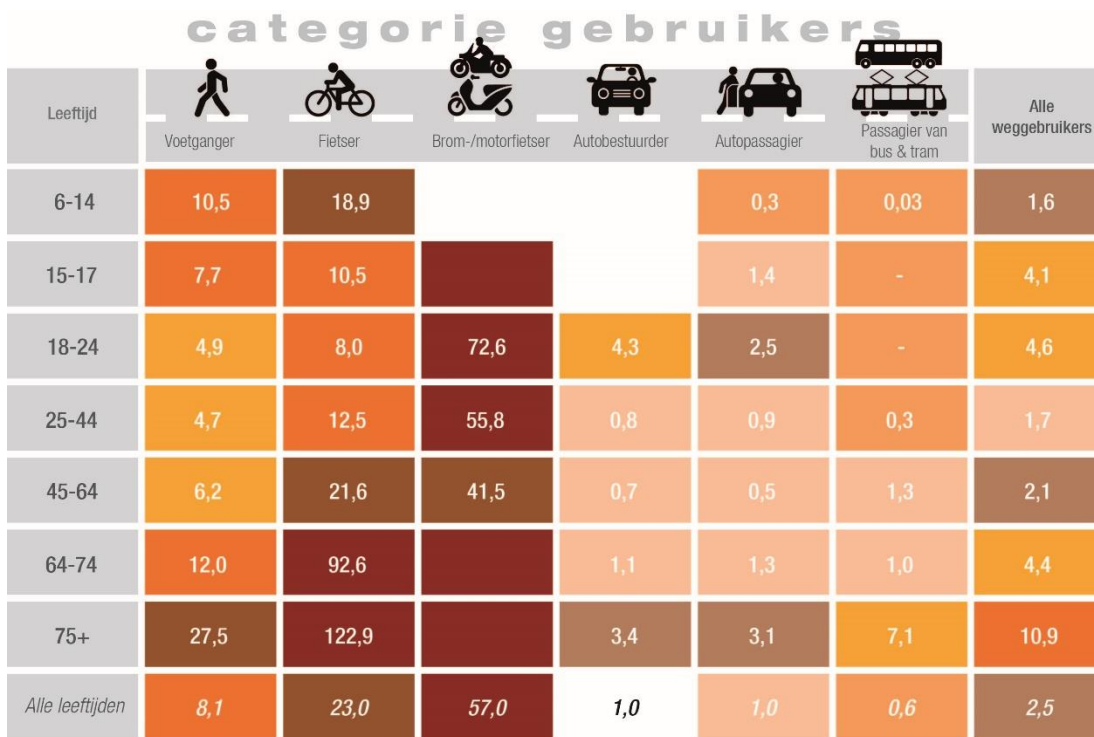
1.2.3 Algemeen ongevalsrisico

Op basis van de meest recent beschikbare Belgische gegevens heeft Martensen (2014) aangetoond dat voetgangers, per afgelegde kilometer, gemiddeld 8,1 keer meer risico hebben op overlijden of ernstige verwondingen⁹ dan autobestuurders, maar 3 keer minder dan fietsers en 7 keer minder dan bestuurders van gemotoriseerde tweewielers (Figuur 4)¹⁰. Voetgangers jonger dan 18 jaar en ouder dan 64 jaar lopen meer risico dan de gemiddelde voetganger.

⁸ EU-28 zonder Bulgarije, Hongarije, Ireland, Kroatië, Litouwen, Malta en Slowakije. Deze landen werden niet opgenomen wegens te veel ontbrekende gegevens.

⁹ Met ernstige verwondingen worden hier verwondingen bedoeld van het ernstniveau MAIS3+ (Maximum Abbreviated Injury Scale). De Abbreviated Injury Scale (internationaal coderingssysteem) kent aan elk letsel een score van onmiddellijke ernst toe. Deze score houdt rekening met het levensgevaar en de urgentie, de complexiteit en de geschatte duur van de verzorging/behandeling. Deze score varieert van 1 (minder ernstig) tot 6 (altijd dodelijk). De algemene toestand van de gewonde wordt beschreven met de score van het zwaarste letsel of de MAIS-score (Max. Abbreviated Injury Scale). Gewonden met een MAIS-score van 3+ worden beschouwd als zwaargewond. Het AIS-systeem moet in de nabije toekomst het onderscheid op basis van de hospitalisatieduur vervangen.

¹⁰ Dit onderzoek is gebaseerd op de gegevens van ziekenhuizen en wordt bijgevolg niet vertekend door de onderregistratie van ongevallen, die, zoals we weten, niet op dezelfde manier van toepassing is op alle categorieën van weggebruikers. Ongevallen met uitsluitend voetgangers werden echter niet in dit onderzoek opgenomen.



Figuur 4: Relatief risico op overlijden of ernstige verwondingen (MAIS3+) per leeftijd en vervoerswijze, voor eenzelfde aantal afgelegde kilometers - België - Gegevens 2009 (Bron: Martensen, 2014).

1.2.4 Onderregistratie van voetgangersongevallen

Hoewel ongevallen met louter voetgangers (meestal valpartijen) niet in de ongevalsstatistieken zijn opgenomen, komen dergelijke ongevallen echter vaak voor. In Nederland heeft een vergelijkende studie van de officiële statistieken (= politiegegevens) en ziekenhuisgegevens aangetoond dat wanneer er voor elke twee voetgangers die overlijden als gevolg van een botsing met een voertuig, er ook één voetganger overlijdt als gevolg van een val op de openbare weg (Methorst, van Essen, Ormel, & Schepers, 2010).

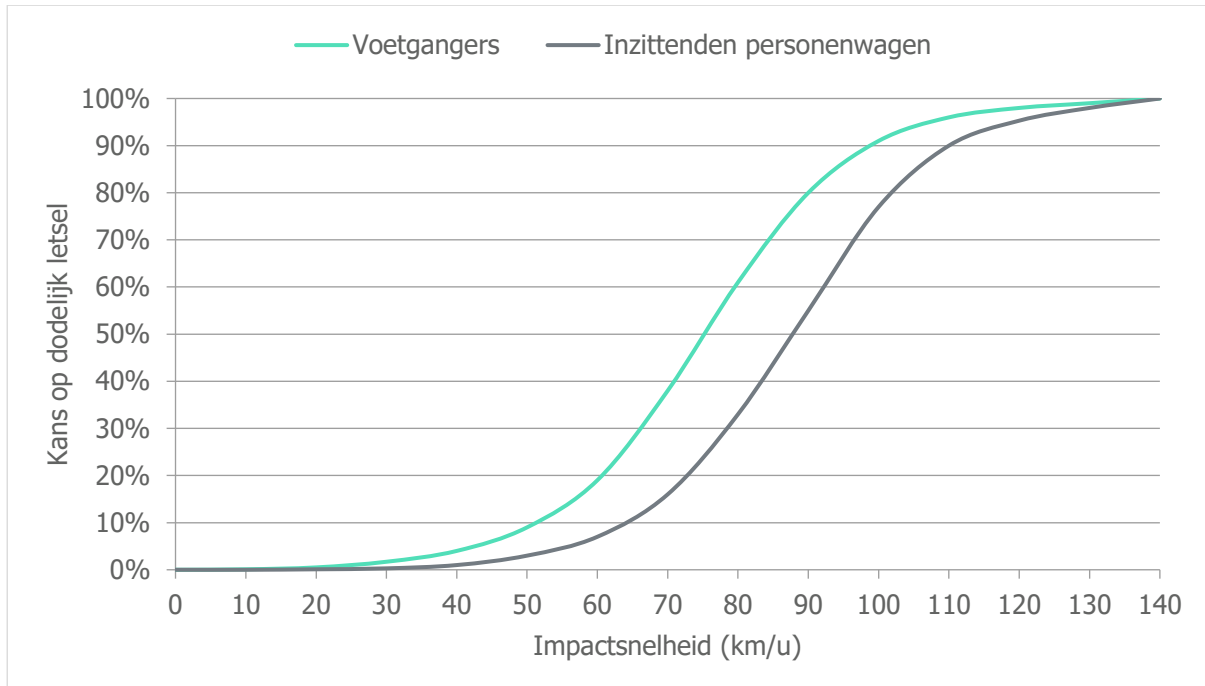
Wanneer er enkel naar de gehospitaliseerde voetgangers wordt gekeken bedraagt de verhouding 3,33. Dat betekent dat er voor elke 100 gehospitaliseerde voetgangers als gevolg van een botsing met een voertuig 333 gehospitaliseerde voetgangers zijn als gevolg van een val op de openbare weg. De ongevallen met enkel voetgangers zijn echter doorgaans minder ernstig dan de botsingen met een voertuig. Omdat de weginfrastructuur zeker een rol speelt bij deze eenzijdige voetgangersongevallen, zorgt de definitie vastgelegd in het Verdrag van Wenen voor een onderschatting van de rol van gebrekkige voetgangersfaciliteiten bij incidenten (PROMISING, 2001; Carpentier et al., 2014).

Naast deze specifieke onderregistratie treedt bij voetgangers, net als bij alle andere soorten weggebruikers, ook de 'klassieke' onderregistratie van ongevallen op. Deze 'klassieke' onderregistratie houdt vooral verband met het feit dat een deel van de ongevallen niet bij de politie wordt aangegeven. Deze onderregistratie betreft vooral de gewonden. Op basis van de vergelijking tussen de Belgische politie- en ziekenhuisgegevens is gebleken dat het aantal officieel geregistreerde zwaargewonde voetgangers¹¹ moet worden vermenigvuldigd met een coëfficiënt van minstens 2 om het werkelijke aantal ernstig gewonde voetgangers te kennen. Die coëfficiënt is niet zo hoog als voor de fietsers en motorrijders, maar hoger dan voor de autobestuurders en passagiers (Nuyttens, 2013).

¹¹ Met 'zwaargewond' bedoelen we hier slachtoffers die minstens 24 uur werden gehospitaliseerd (politiegegevens) of minstens 1 nacht in het ziekenhuis hebben doorgebracht (ziekenhuisgegevens).

1.3 Relatie tussen risico en snelheid

Snelheid speelt een centrale rol in de verkeersveiligheid. De snelheid van een voertuig heeft een directe invloed op zowel de kans om bij een ongeval betrokken te raken, als op de ernst ervan. Dit laatste hoeft niet te verwonderen aangezien de hoeveelheid energie die vrijkomt bij een verkeersongeval, recht evenredig is met (1) de massa van de betrokken voertuigen en (2) het kwadraat van hun snelheid op het moment van de impact. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 5. De grafiek toont de kans op een dodelijk letsel bij voetgangers en inzittenden van personenwagens, in functie van de impactsnelheid bij de botsing (Elvik, 2009). Bij een zelfde impactsnelheid ligt die kans telkens lager voor auto-inzittenden (grijze curve), wat niet verwonderlijk is, aangezien zij worden beschermd door gordels, een koetswerk met kreukelzones, een interieur met zachte materialen en airbags.



Figuur 5: Kans op een dodelijk letsel in functie van de impactsnelheid¹²
(Bron: Elvik, 2009 – Infografie Vias institute)

Bij een aanrijding van 30 km/u overleeft meer dan 95% van de voetgangers een botsing met een personenwagen. Dit gegeven is de aanleiding geweest tot het invoeren van de zogenaamde zones 30, gebieden waar de snelheid gelimiteerd is tot 30 km/u (SWOV, 2018). Als een voertuig aan 50 km/u een voetganger aanrijdt, krijgen we in 10% à 15% van de gevallen te maken met een dodelijk slachtoffer. Bij 60 km/u is dat reeds het geval in 20% van de gevallen. Bij een botsing met een snelheid van nog eens 10 km/u hoger (70 km/u) verdubbelt de overlijdenskans opnieuw en is er in 40% van de gevallen sprake van een dodelijk slachtoffer. Bij inzittenden van een auto bedraagt de overlijdenskans bij een zelfde impactsnelheid (70 km/u) "slechts" 16% (Temmerman, 2016).

Wanneer voetgangers vergeleken worden met fietsers en motorrijders, zien we dat voetgangers er als meest kwetsbare groep uitkomen. Voor een impact bij een bepaalde snelheid ligt het aandeel voetgangers met ernstige verwondingen systematisch hoger dan het aandeel fietsers of motorrijders. Dit is waarschijnlijk te verklaren door de helmcracht van deze twee laatste weggebruikersgroepen (Otte, Jänsch, & Haasper, 2012).

Het risico op overlijden van een aangereden voetganger hangt dus in hoge mate af van de snelheid van het voertuig op het ogenblik van de aanrijding. Voor voetgangers ouder dan 15 jaar, die door een wagen worden aangereden, wordt het risico op overlijden geschat op 2% (BI¹³ = 1%-3%) in geval van een impact aan 30 km/u, 8% (BI = 5%-13%) bij een impact aan 50 km/u en 50% (BI= 26%-68%) aan 75 km/u (Rosén & Sander, 2009).

¹² Deze grafiek geeft de kans op een dodelijk letsel weer in functie van de impactsnelheid bij een verkeersongeval met een personenwagen. Bij een verkeersongeval met een vrachtwagen is de kans voor een voetganger om dodelijk gewond te raken reeds aanwezig bij zeer lage snelheid. Hier speelt voornamelijk het feit mee dat de voetganger vaak letterlijk overreden wordt. Dit verhoogt de kans op een dodelijk letsel reeds met een factor 5 (Martin & Wu, 2017).

¹³ BI: 95%-betrouwbaarheidsinterval

Uit de segmentering van de resultaten in functie van de leeftijd blijkt verder dat senioren het meest kwetsbaar zijn: bij de 60-plussers bedraagt het risico op overlijden al 50% bij een impact aan 50 km/u (Davis, 2001; Richards, 2010), terwijl het gemiddelde dus op 10% à 15% ligt. Tefft (2013) vond in zijn studie dan weer dat het gemiddelde overlijdensrisico voor een 70-jarige voetganger hetzelfde is al het gemiddelde overlijdensrisico van een 30-jarige voetganger bij een snelheid van 11,8 mph (19 km/u) hoger.

1.4 Oorzaken van verkeersongevallen met voetgangers

De oorzaken van een ongeval zijn altijd meervoudig en complex. Aangezien er bij de meeste verkeersongevallen met voetgangers wagens betrokken zijn, werd het onderzoek tot op heden quasi uitsluitend geconcentreerd op dergelijke botsingen. De vaststellingen die volgen, mogen dus a priori niet worden veralgemeend naar botsingen met voetgangers en zware voertuigen.

Het gedrag van de voetganger ligt vaak aan de basis van een verkeersongeval (Cuerden & Richards, 2009; Molinero, et al., 2008), omdat hij meestal niet of nauwelijks heeft gekeken naar aankomend verkeer (Cuerden & Richards, 2009; Knowles, Smith, Cuerden, & Delmonte, 2012; Molinero, et al., 2008). Op basis van de diepgaande vergelijkende analyse van meer dan 8 000 ongevallen met voetgangers, fietsers en motorrijders heeft Otte, Jänsch en Haasper (2012) op een betrouwbare wijze de incidentie van het kijkgedrag kunnen kwantificeren: dit betreft iets meer dan 50% van de ongevallen door een fout van de voetganger, ongeacht de ernst ervan. Dit is een specifiek kenmerk van voetgangers, want fietsers en motorrijders maken dergelijke fouten minder. Het gebrekkige kijkgedrag kan te wijten zijn aan afleiding/onoplettendheid of een slechte waarnemingsstrategie in een doorgaans complexe (stads)omgeving waar heel wat objecten het zicht belemmeren.

Het gedrag van voetgangers wordt ook gekenmerkt door de hoge frequentie van het bewust niet-naleven van de voorrangregels aan de oversteekplaatsen, wat vooral de ongevallen in een stadsomgeving betreft (Molinero, et al., 2008). Uit waarnemingen in Brussel (Populer, 2014), Parijs (Huguenin-Richard, 2010), Hamburg (Schlabach, 2010) en de 9 meeste bevolkte steden van België (Diependaele, 2015) is gebleken dat ongeveer 20% van de voetgangers oversteken bij rood licht, wat geen verband lijkt te houden met de percentages van gemotoriseerde voertuigen die door het rood rijden (Huguenin-Richard, 2010). Dit percentage varieert echter gevoelig naargelang de specifieke context. Dit werd in het onderzoek van Diependaele (2015) ook aangetoond. Hij concludeerde dat er verschillende kenmerken zijn die leiden tot een toename of afname van roodlichtnegatie bij voetgangers. Uit het onderzoek bleek duidelijk dat wanneer het aantal voertuigen en voetgangers aan een oversteekplaats met verkeerslichten stijgt, de kans op roodlichtnegatie door voetgangers afnam. Omgekeerd betekent dit dat op een locatie met weinig verkeersdruk de prevalentie met betrekking tot roodlichtnegatie zal toenemen. Ook op een locatie waar de voetganger een tram- of busbaan dient te kruisen wordt de kans op roodlichtnegatie kleiner. Roodlichtnegatie komt tot slot ook minder voor bij oversteekplaatsen waarbij de verkeerslichten uitgerust zijn met auditieve of visuele signalen. Slechte zichtbaarheid van de markeringen en drukknoppen gaan dan weer gepaard met een hogere frequentie vandoor het rood oversteken bij voetgangers.

Ook bij de bestuurders die bij een voetgangersongeval betrokken zijn, is het gebrekkige kijkgedrag één van de meest vastgestelde fouten, weliswaar in mindere mate dan bij voetgangers zelf (Habibovic & Davidsson, 2011). In een stadsomgeving houdt de zogenaamde waarnemingsfout – net als bij de voetgangers – vaak verband met de aanwezigheid van zichtbelemmeringen, maar ook met de complexiteit van de omgeving (met name kruispunten), waardoor men de aandacht moet verdelen. Dit kan ook in de hand worden gewerkt door een inrichting die de aanwezigheid van voetgangers impliciet uitsluit. Als een voetganger wordt opgemerkt, wordt niet zelden verkeerd geanticipeerd op zijn gedrag, wat in verband moet worden gebracht met de neiging van voetgangers om zich niet aan de voorrangregels te houden (Van Elslande, Fouquet, Michel, & Fleury, 2004; Habibovic & Davidsson, 2011; Molinero, et al., 2008).

Sarkar et al. (2011), Nasar et al. (2008) en Hyman Jr. et al. (2010) vonden dat afleiding tijdens het wandelen dezelfde effecten teweegbrengt als deze ervaren bij afleiding tijdens het autorijden. Concreet betekent het dat voetgangers tijdens het gebruik van de telefoon onveilige (oversteek)gedragingen vertonen, zoals het niet goed uitkijken, het trager oversteken van een weg/meer tijd nodig hebben om over te steken dan nodig, en oversteken wanneer een auto nadert (Schabrun et al., 2014; Thompson et al., 2014. Schwebel et al., 2012; Neider et al., 2010; Stavrinou et al., 2009).

Voornamelijk bellen en het typen van tekstberichten leiden tot meer onveilig gedrag en op die manier dus tot ongevallen. Muziek luisteren blijkt minder hiertoe bij te dragen (Fischer, 2015; Thompson, 2014).

In bepaalde contexten ('s nachts, buiten de bebouwde kom ...) zien we zowel bij de voetgangers als bij de bestuurders een beduidend hogere prevalentie van foutieve inschattingen/beslissingen, die met name te maken heeft met het gebruik van alcohol (Molinero, et al., 2008).

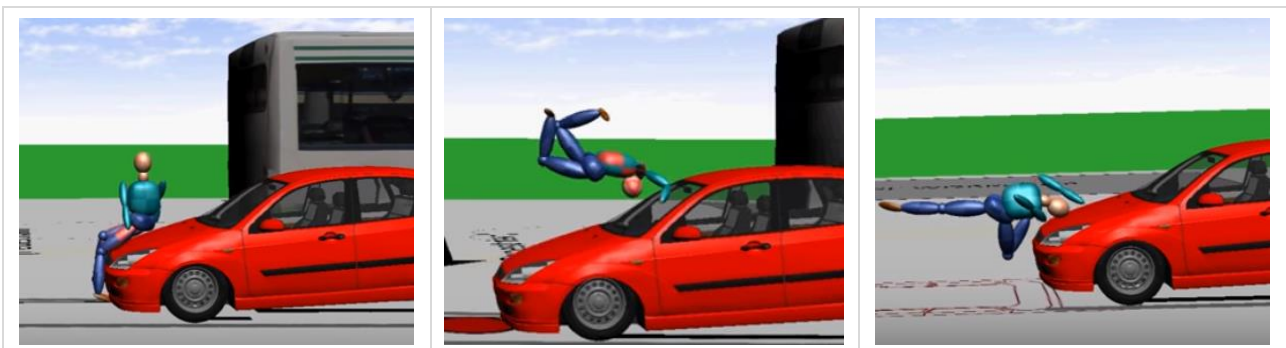
Een groot deel van de voetgangersongevallen vloeit zo voort uit één van de volgende algemene scenario's (de eerste twee doen zich vooral voor in de stad):

- De voetganger steekt over naast de oversteekplaats of aan de oversteekplaats maar op een brede straat met verschillende stroken per richting, eventueel met druk verkeer. Geparkeerde, stilstaande of vertraagde voertuigen hinderen de wederzijdse zichtbaarheid van de voetganger en de bestuurder. De voetganger kijkt niet goed om zich heen. De bestuurder, die gewoonlijk een rechtlijnig traject volgt, ziet de voetganger niet of te laat om nog plots te kunnen uitwijken;
- De voetganger wordt door de bestuurder opgemerkt, maar deze laatste is al te zeker over zijn voorrang en anticipeert niet op de – vaak onregelmatig – overstekende voetganger (de omgekeerde situatie komt eveneens vaak voor bij ongevallen met een voertuig dat naar links of rechts afdraait: de voetganger merkt het voertuig op, maar gaat ervan uit dat de bestuurder de voorrangsregels zal naleven en houdt er geen rekening mee dat die zijn aanwezigheid gemist kan hebben, bv. omdat zijn aandacht volledig op andere elementen was gevestigd);
- De voetganger – mogelijk onder invloed van alcohol – wandelt 's nachts op straat, vaak met zijn rug naar het verkeer, in een omgeving die hoofdzakelijk bedoeld is voor autoverkeer. Hij wordt niet (of te laat) opgemerkt door de bestuurder, die mogelijk ook onder invloed van alcohol is (Brenac, Nachtergaële, & Reigner, 2003; Molinero, et al., 2008).

Dankzij de identificatie van ongevallenscenario's kan de reden voor de vastgestelde fouten – zowel door de voetganger als door de bestuurder – worden onderzocht. Men kan hierdoor tevens een verband leggen tussen deze fouten en de weginrichting, die bijdraagt tot een substantieel deel van de ongevallen (Brenac, Nachtergaële, & Reigner, 2003). De rol die de infrastructuur speelt bij voetgangersongevallen (door bijvoorbeeld zichtbelemmering) is niet verrassend, aangezien de configuratie van de wegennetwerken gedurende lange tijd vooral werd opgesteld in functie van criteria zoals de capaciteit van de weg en de snelheid van de doorstroming van het gemotoriseerd verkeer (PROMISING, 2001a). Wegen met meerdere rijstroken passen binnen deze optiek, maar deze wegen werken tegelijkertijd hoge snelheden en zichtbelemmering in de hand waardoor hier een hoog aantal voetgangersongevallen gebeuren.

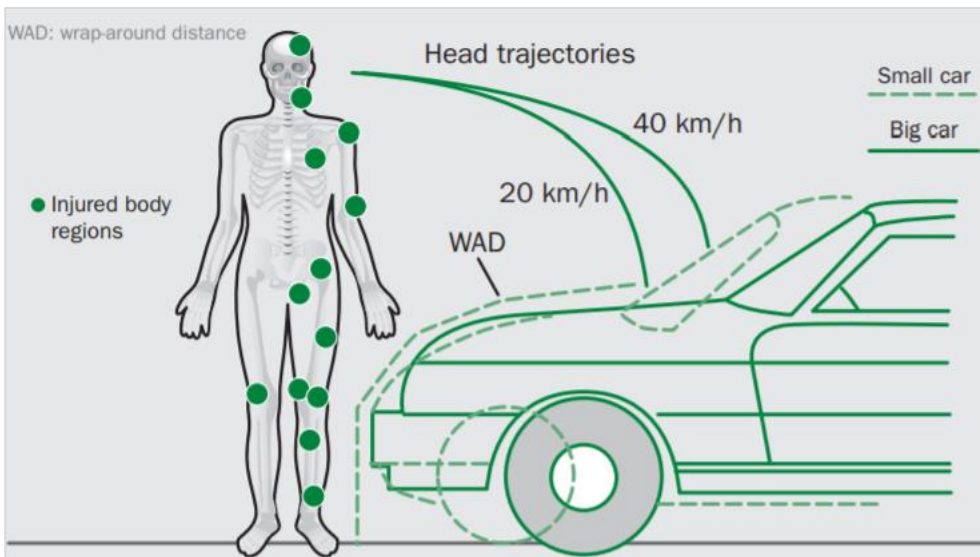
1.5 Verloop van verkeersongevallen met voetgangers en de opgelopen letsels

Een botsing tussen een voetganger en een auto (het meest frequente scenario in de ongevalsstatistieken) verloopt meestal als volgt (Figuur 6): het eerste contact is dat van de bumper met het been van de voetganger, wat meteen gevolgd wordt door een contact tussen het bovenbeen en de hoek van de motorkap. Als gevolg van de impact wordt het onderlichaam van de voetganger naar voren geduwd, terwijl het bovenlichaam kantelt en versnelt naar de voorkant van het voertuig, waartegen het terechtkomt. Het hoofd botst tegen de motorkap of de voorruit met een snelheid van 0,7 tot 1,4 keer de snelheid van het voertuig. Vervolgens is er een tweede impact met de grond mogelijk (Cuerden & Richards, 2009) (Otte, Jänsch, & Haasper, 2012).



Figuur 6: Scenario van een frequent verkeersongeval tussen een voetganger en een auto (Bron: JP Research India Pvt. Ltd.)

Deze typische dynamiek van een botsing tussen een voetganger en een auto verklaart de aard en de plaats van de letsels die voetgangers het meest oplopen. Figuur 7 geeft de plaatsen van de letsels weer die kunnen optreden tijdens een botsing tussen een auto en een voetganger (WHO, 2013). De analyse van talrijke gevallen van zwaargewonde voetgangers (MAIS-score 3+) uit de database van het Duitse analyseprogramma GIDAS¹⁴ (1999-2008) toont aan dat de AIS-niveaus van 3+ vooral de benen (58% van de gevallen), het hoofd (43%) en de borstkas (37%) betreffen. Bij de 65-plussers zien we meer ernstige letsels aan de borstkas dan aan de benen, terwijl kinderen tot 14 jaar niet zo vaak getroffen worden aan de borstkas (Otte, Jänsch, & Haasper, 2012). Deze gegevens zijn opvallend gelijklopend met de Franse gegevens (2007-2010) uit het register van verkeersslachtoffers in het departement Rhône. Levensbedreigende letsels (AIS-niveau 4+) zijn geconcentreerd in de zone hoofd/gezicht/nek en borstkas/onderbuik/ruggengraat (ONISR, 2012). Hoofdletsels bij een impact met de voorruit en in het bijzonder met de harde onderdelen ervan (bij de randen) zijn ernstiger dan bij een impact met de motorkap (Otte, Jänsch, & Haasper, 2012).



Figuur 7: Verdeling van verwondingen op het lichaam van een voetganger in een frontale botsing tussen auto's en voetgangers (Bron: WHO, 2013)

Bij een botsing met een auto raken voetgangers opvallend vaker ernstig gewond dan de andere kwetsbare weggebruikers, fietsers of gemotoriseerde tweewielers: 4,1% van de voetgangers heeft een MAIS-score van 4 of meer tegenover slechts 2,6% van de bestuurders van gemotoriseerde tweewielers en 0,8% van de fietsers (Otte, Jänsch, & Haasper, 2012).

¹⁴ De methode van deze diepteanalyse bestaat erin zo snel mogelijk *in situ* uitgebreide gegevens in te zamelen bij de betrokken personen. Hierdoor kunnen de parameters van de botsing uitvoerig gereconstitueerd worden.

2 Regelgeving in België

Op internationaal niveau biedt het Verdrag van Wenen van 8 november 1968 inzake het wegverkeer het regelgevingskader voor de interacties tussen voetgangers en andere weggebruikers. In de oorspronkelijke versie werden voetgangers beschouwd als externe elementen in het verkeer die moeten worden beschermd, maar waarvan men ook moet verzekeren dat ze de gemotoriseerde verkeersstroom zo weinig mogelijk verstoren. In grote lijnen ging het er voornamelijk om de voetgangers uit de verkeersstroom te houden (ze werden verplicht om voetpaden of bermen te volgen) en de oversteken te kanaliseren (bij gebrek aan een oversteekplaats luidde de boodschap: "de verkeersstroom van voertuigen niet hinderen"). Risser en Wunsch (2003) geven aan dat voetgangers onder meer om bovenstaande redenen het gevoel krijgen als tweederangs weggebruikers te worden beschouwd.

De aangepaste tekst van het Verdrag van Wenen vertaalt de gewijzigde optiek sinds de jaren 90 (PROMISING, 2001). Zo introduceerden de amendementen van 1993 de verplichting voor bestuurders om extra voorzichtigheid aan de dag te leggen met het oog op de meest kwetsbare weggebruikers, zoals voetgangers (Art. 7.3.), en om "zich te onthouden van gedragingen waardoor voetgangers in gevaar kunnen worden gebracht" (Art. 21.1). Concreter betekent dit dat het voorbijrijden van een oversteekplaats voor voetgangers voortaan enkel toegelaten is als de bestuurder zijn snelheid aanpast zodat hij indien nodig onmiddellijk kan stoppen (Art. 11). De nadruk wordt dus meer gelegd op de verantwoordelijkheid van de bestuurder tegenover de kwetsbare weggebruikers.

De tekst van het Verdrag van Wenen vormt een gemeenschappelijke basis die de deelnemende landen ruimte laat voor interpretatie. De Belgische wetgeving is in zijn geheel gunstiger voor voetgangers dan het Verdrag van Wenen, zowel wat betreft het gedeelde gebruik van de ruimte als de verplichtingen voor bestuurders bij een risico op interactie met voetgangers. De desbetreffende bepalingen werden in 2004 ingevoerd en maken deel uit van de achtereenvolgende wijzigingen die beter gekend zijn als de 'Straatcode'¹⁵. De noodzaak aan extra voorzichtigheid op de plaats van kwetsbare weggebruikers, die in 1993 in het Verdrag van Wenen werd opgenomen, wordt daarin hernomen en verder uitgebreid (bv. Verkeersreglement, Art. 7.1, Art. 10 en Art. 40.2). De 'Straatcode' vertaalt dit eveneens in concrete verplichtingen, zoals het verbod om een voertuig in de buurt van een oversteekplaats voor voetgangers in te halen, de verplichting om te stoppen bij een halte van het openbaar vervoer in het midden van de weg en zonder kade om reizigers te laten in- en uitstappen, en de verplichting om minstens één meter afstand te houden van een voetganger die (wettelijk) op de rijbaan loopt als er bijvoorbeeld geen trottoir of voetpad aanwezig is.

Nog een kenmerk van de Belgische wetgeving, die reeds teruggaat tot 1996: aan een oversteekplaats (zonder verkeerslichten) heeft een voetganger sowieso voorrang, zonder dat hij al aan het oversteken moet zijn. De door de 'Straatcode' ingevoerde wijzigingen beogen eveneens een nieuw evenwicht van het gebruik van de openbare ruimte in het voordeel van de kwetsbare weggebruikers via o.a. de veralgemening van 30 km/u in schoolomgevingen en de uitbreiding van het toepassingsgebied van het woonerf, waar voetgangers de volledige breedte van de weg mogen gebruiken.

De stedenbouwkundige verordeningen verplichten de wegbeheerders trouwens ook om rekening te houden met de veiligheid en het comfort van alle weggebruikers, onder wie de voetgangers, en voorzien zo een wettelijk kader voor de inrichtingsprincipes als gevolg van de Safe System¹⁶-benadering. De gewestelijke stedenbouwkundige verordening van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest¹⁷ stelt bijvoorbeeld: "De aanleg verzekert de veiligheid van alle weggebruikers door het handhaven van een goed zicht en door het aanzetten tot meer oplettendheid vanwege alle weggebruikers". Deze verordening omvat eveneens zeer concrete bepalingen zoals de verplichting om de trottoirs ter hoogte van de zebrapaden te verbreden.

Na de invoering van de 'Straatcode' zijn er in België geen wijzigingen met betrekking tot voetgangers doorgevoerd met uitzondering voor wat betreft de voortbewegingstoestellen. Deze toestellen zijn de laatste jaren meer en meer in het straatbeeld te zien. Daar de gebruikers van deze voortbewegingstoestellen gebruik maken van de openbare weg, was er nood aan een juridisch statuut. Dit kwam er met het koninklijk besluit van 13 februari 2007 betreffende de voortbewegingstoestellen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen ofwel een "niet-gemotoriseerd voortbewegingstoestel", dit wil zeggen elk voertuig dat niet beantwoordt aan de definitie van een rijwiel, dat door de gebruiker of de gebruikers door middel van spierkracht wordt voortbewogen en niet met een motor is uitgerust (bv. skeelers, rolschaatsen, steps, skateboard, rolstoel...).

¹⁵ Koninklijk besluit van 4 april 2003 tot wijziging van het koninklijk besluit van 1 december 1975 houdende algemeen reglement op de politie van het wegverkeer. (Inwerkingtreding: 1 januari 2004)

¹⁶ Dit is een benadering waarbij er wordt uitgegaan van het proactief voorkomen van systeemfouten in het verkeer (SWOV, 2018).

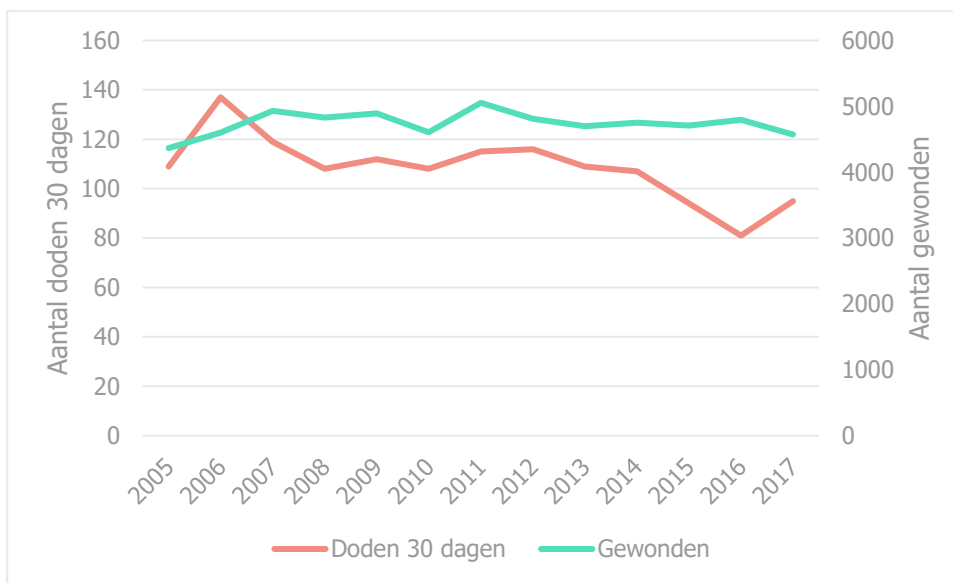
¹⁷ Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 november 2006. Titel VII. De wegen, de toegangen ertoe en de naaste omgeving ervan.

Ofwel een "gemotoriseerd voortbewegingstoestel", dit wil zeggen elk motorvoertuig met één of meer wielen met een door de constructie bepaalde maximumsnelheid van 25 km per uur (bv. elektrische autopeds, segways, elektrische rolstoelen of rolwagens voor personen met beperkte mobiliteit, ...). Wanneer de gebruikers van voortbewegingstoestellen niet sneller dan stapvoets rijden moeten zij de verkeersvoorschriften van toepassing voor de voetgangers volgen. Rijden ze sneller dan stapvoets dan moeten zij de verkeersvoorschriften van toepassing voor de fietsers volgen.

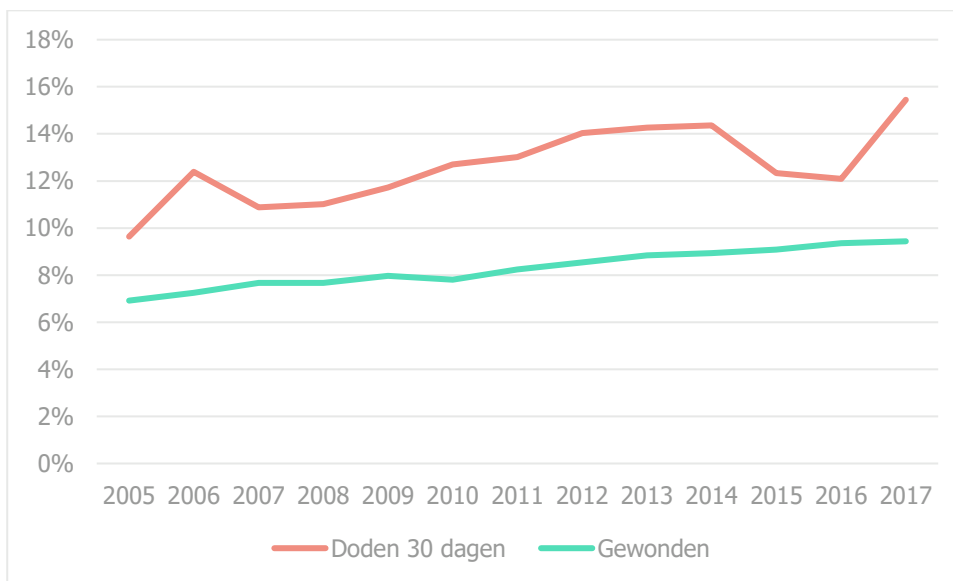
3 Belgische kerncijfers

3.1 Evolutie van het aantal verkeersslachtoffers

Figuur 8 en Figuur 9 tonen de evolutie van de verkeersongevallen met voetgangers in België. Dit vult de vastgestelde evolutie op Europees niveau verder aan (Zie hoofdstuk 1, paragraaf 1.2.2). Na een lichte stijging van het aantal omgekomen voetgangers in 2006 daalde dit aantal opnieuw om vervolgens gedurende enkele jaren te stagneren. Tussen 2014 en 2016 werd een mooie daling opgetekend, maar anno 2017 werd er opnieuw een lichte stijging vastgesteld. Wat het aantal gewonde voetgangers betreft, is er reeds meer dan een decennium sprake van een stagnatie. In de context van een algemene afname van het aantal slachtoffers (alle weggebruikers samen) vertaalt zich dit in een zeer duidelijke stijging van het aandeel voetgangers die slachtoffer worden, en vooral overlijden als gevolg van een ongeval. In 2017 maken voetgangers 15% uit van het totale aantal verkeersdoden, terwijl dat in 2005 nog maar 10% was.



Figuur 8: Evolutie van het aantal voetgangers die slachtoffer worden (dodelijk en gewond) - België - 2005-2017 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute)



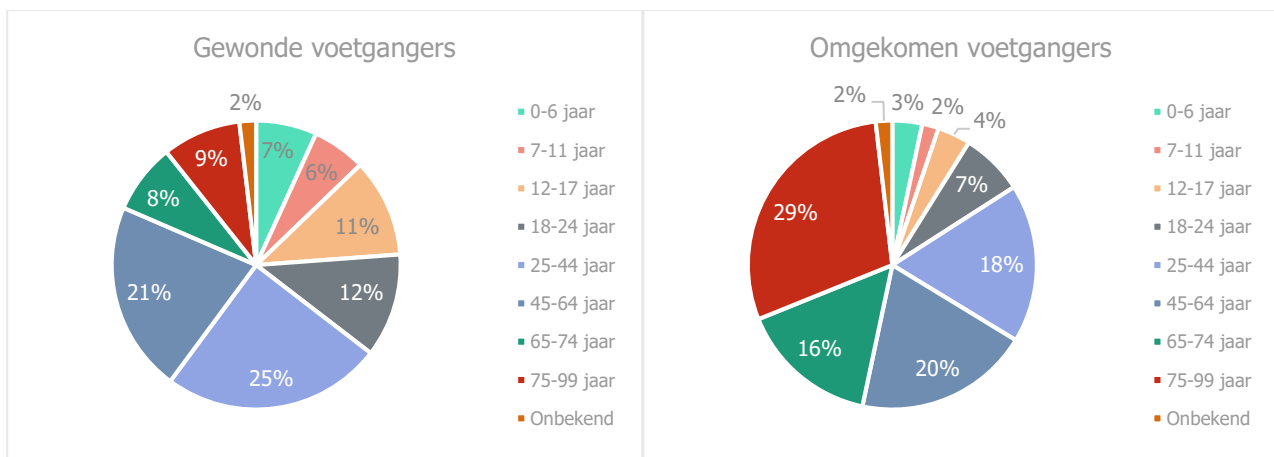
Figuur 9: Evolutie van het aandeel voetgangers in het totaal aantal slachtoffers - België - 2005-2016 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute)

3.2 Kenmerken van verkeersslachtoffers bij voetgangers

Het risico op ernstige of dodelijke verwondingen is afhankelijk van zowel het risico op een verkeersongeval als de kwetsbaarheid van de weggebruiker in het geval van een verkeersongeval.

Binnen de groep van de voetgangers is het verhoogde risico van 65-plussers voornamelijk te wijten aan hun grotere fragiliteit en in de tweede plaats aan een verhoogd risico om betrokken te raken bij een ongeval als gevolg van hun cognitieve, motorische en waarnemingsvaardigheden, wat ze onvoldoende kunnen compenseren door extra voorzichtig te zijn. De OECD gaf in 2001 reeds aan dat oudere voetgangers voornamelijk risico lopen, maar zelf niet risicovol zijn ("The elderly are at risk, but not risky"). Hierbij komt ook dat de groep ouderen de komende jaren verder zal uitbreiden. Bovendien zal ook de veroudering in de veroudering toenemen. Met dit laatste wordt het aandeel 80-plussers ten opzichte van het aandeel 60-plussers bedoeld (Van Hout & Brijs, 2010). Mogelijks neemt het aantal gewonde en omgekomen voetgangers binnen deze groep de komende jaren dus nog toe. Het verhoogde risico van de groep 12-17 jaar is vooral te wijten aan het nemen van risico's, wat geleidelijk gecompenseerd wordt door de verbetering van hun vaardigheden vanaf 14 jaar (Cuerden & Richards, 2009).

Figuur 10 hieronder toont het verschil in aard van het verhoogde risico voor de twee risicogroepen: de voetgangers ouder dan 75 jaar vertegenwoordigen 9% van de gewonde slachtoffers, maar 29% van de verkeersdoden, wat uiteraard verband houdt met hun grotere kwetsbaarheid. De groep 65-74 jaar is eveneens oververtegenwoordigd in het aantal verkeersdoden, weliswaar in mindere mate. De 7- tot 17-jarigen vormen daarentegen 17% van de slachtoffers, maar 'slechts' 6% van de verkeersdoden. Met andere woorden, ze overlijden minder vaak aan hun verwondingen, maar dit betekent ook dat een deel van hen nog vele jaren de gevolgen kan dragen van de opgelopen letsels. Voor alle leeftijdscategorieën samen houdt naar schatting 20% van de gehospitaliseerde verkeersslachtoffers er ernstige letsels aan over (ONISR, 2012)



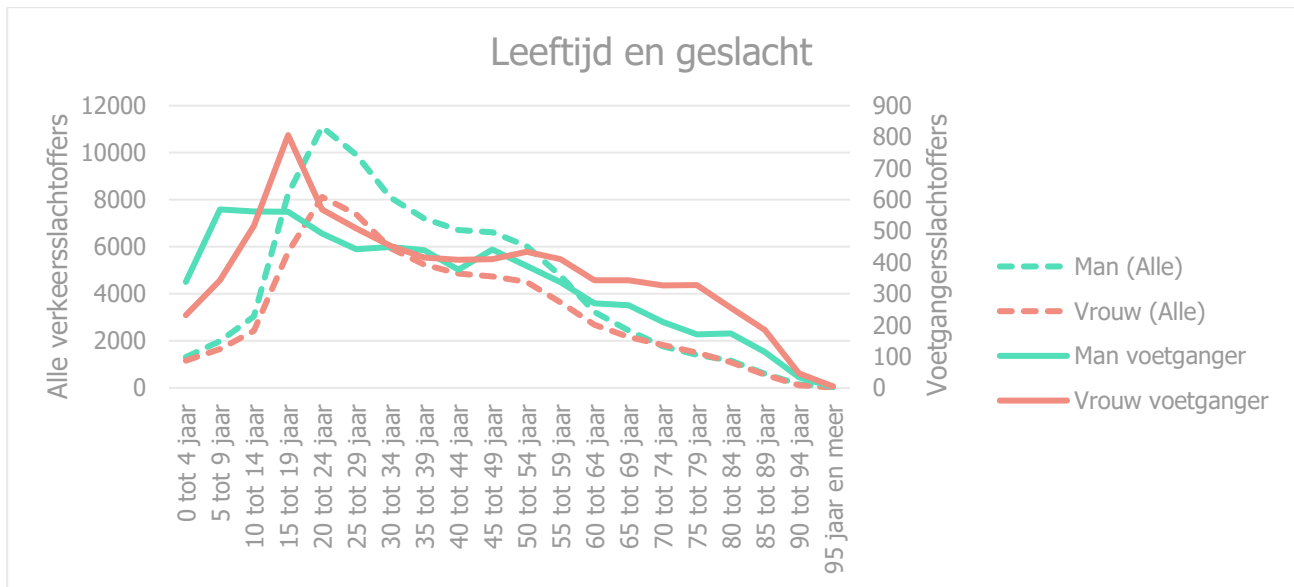
Figuur 10: Spreiding van de omgekomen of gewonde voetgangers per leeftijd - België - 2015-2017 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute)

We merken eveneens op dat de twee risicogroepen (7-17 en 65+) samen 34% van de verkeersslachtoffers vertegenwoordigen en 51% van de verkeersdoden. Gerichte acties die rekening houden met de specifieke kenmerken van deze doelgroepen kunnen een significante invloed hebben op het aantal verkeersslachtoffers.

Het aandeel van de 75-plussers in het aantal gewonde voetgangers is over de laatste 25 jaar gelijk gebleven. Hun aandeel in het aantal overleden voetgangers is daarentegen toegenomen van 26% naar 30%. Dit illustreert de stijging van het relatieve gewicht van deze leeftijdscategorie in de bevolking. Tegelijkertijd is het aandeel van de groep 7-11 jaar in het totale aantal gewonde of omgekomen voetgangers gedaald van 13% naar 6% voor de gewonde verkeersslachtoffers en van 5% naar 2% voor de verkeersdoden, hoewel het relatieve gewicht van deze leeftijdscategorie gelijk is gebleven. Bij gebrek aan gegevens over de evolutie van de blootstelling is het onmogelijk om te bepalen of deze gunstige evolutie van de verkeersongevallen van de groep 7-11 jaar wijst op een eventuele positieve invloed van verkeerseducatie of gewoon op een lager aantal voetgangers (bv. omdat kinderen meer met de auto vervoerd worden dan te voet gaan).

Figuur 11 illustreert dat voetgangersslachtoffers zich, in vergelijking met alle (al dan niet dodelijke) slachtoffers kenmerken door een specifieke spreiding per leeftijd en geslacht.

Een eerste vaststelling is dat de piek van het aantal slachtoffers tijdens de jeugdijaren zich sneller voordoet bij jongens. Na deze eerste piek dalen de curves van verkeersongevallen met voetgangers minder snel dan voor alle verkeersongevallen samen. Voor vrouwen blijft de curve zelfs bijna stabiel tussen de leeftijd van 30 en 79 jaar.



Figuur 11: Spreiding van de voetgangers die slachtoffer worden en alle verkeersslachtoffers per leeftijd en geslacht - België - 2015-2017 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute)

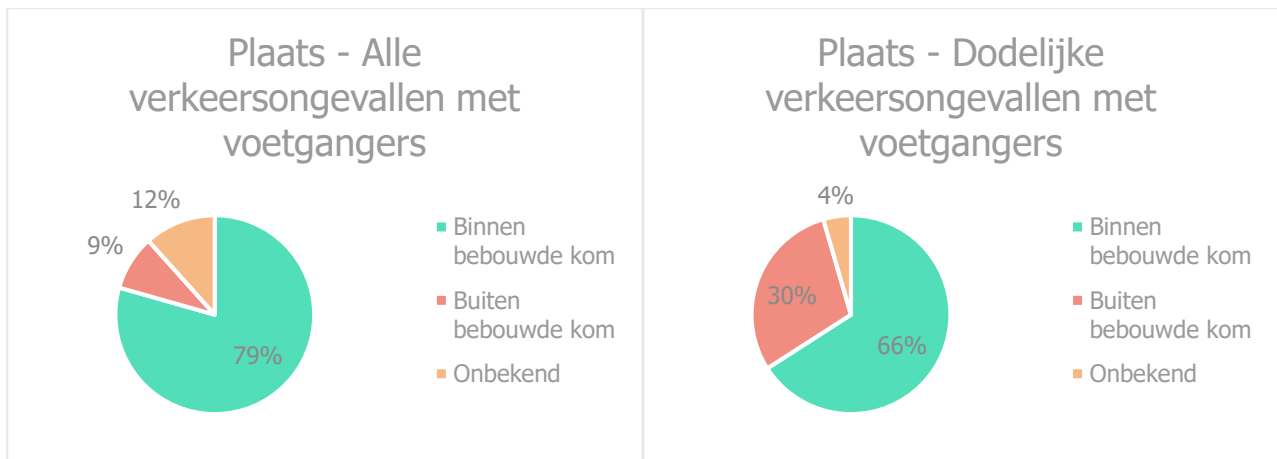
Een tweede vaststelling is dat, vanaf een leeftijd van 20 jaar tot en met 50 jaar, het aantal vrouwelijke voetgangers dat slachtoffer wordt van een verkeersongeval gelijk is aan het aantal mannelijke verkeersslachtoffers bij voetgangers. Vanaf de leeftijd van 70 jaar is er een verhoogd aantal vrouwelijke verkeersslachtoffers onder de voetgangers. Dit is waarschijnlijk te wijten aan een meerderheid van vrouwen die zich te voet in het verkeer begeeft. De bevolkingsstatistiek geeft immers aan dat er ongeveer 16% meer vrouwen dan mannen zijn met een leeftijd van 70 jaar of meer (Stabel, 2019). Daarnaast blijkt uit het MONITOR-onderzoek (Leblud et al., 2018) dat mannelijke en vrouwelijke 70-plussers zich dagelijks evenveel te voet verplaatsen (23,8% vs. 23,6%).

Binnen dit gedeelte over de kenmerken van verkeersslachtoffers bij voetgangers werd enkel een opsplitsing gemaakt naar leeftijd en geslacht. Zoals uit de resultaten blijkt, zijn jongeren (7-17) en ouderen (65+) dus de voornaamste aandachtsgroepen. Echter moet ook rekening worden gehouden met voetgangers die een bepaalde beperking (bv. visueel, cognitief, fysiek...) hebben. Concrete gegevens met betrekking tot deze groep zijn helaas niet beschikbaar binnen de geanalyseerde ongevallendatabank, waardoor hierover geen beeld kan worden gevormd. Naar maatregelen (Zie hoofdstuk 4: Maatregelen) toe is het hoe dan ook belangrijk om deze groep niet over het hoofd te zien. Exacte gegevens over het aantal slechtzienden en blinden zijn voor België niet beschikbaar al wordt geschat dat 1 op 1000 mensen blind is (MENTOR, 2013).

3.3 Kenmerken van verkeersongevallen met voetgangers

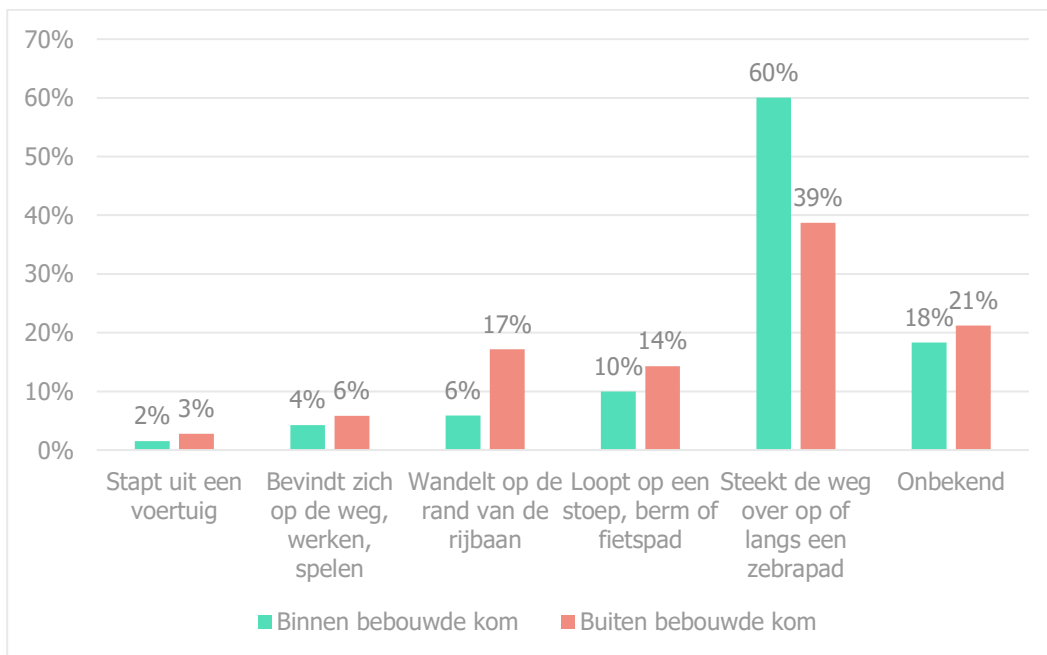
3.3.1 Plaats van de letselongevallen

De problematiek van verkeersongevallen met voetgangers situeert zich vooral in de steden. De gegevens voor België geven aan dat, voor alle ernstniveaus samen, bijna 80% van de verkeersongevallen met voetgangers zich in de bebouwde kom voordoen (tegenover slechts 55% voor alle verkeersongevallen). De verkeersongevallen met voetgangers buiten de bebouwde kom zijn evenwel ernstiger en vertegenwoordigen 30% van de dodelijke verkeersongevallen. Ze mogen dus zeker niet over het hoofd worden gezien. Het minder ernstige karakter van de verkeersongevallen met voetgangers binnen de bebouwde kom is grotendeels te verklaren door de lagere gereden snelheden van de voertuigen.



Figuur 12: Spreiding van de verkeersongevallen met voetgangers per locatie - België - 2015-2017 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute)

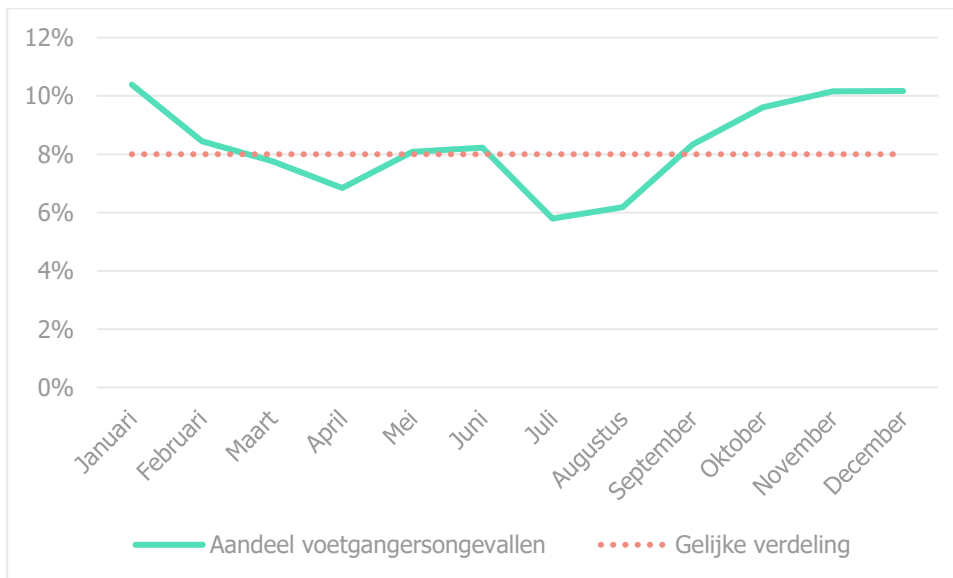
Figuur 13 geeft de spreiding van verkeersongevallen met voetgangers weer volgens de positie van de voetganger. Wanneer we de verkeersongevallen met voetgangers binnen en buiten de bebouwde kom vergelijken, zien we dat de verkeersongevallen met voetgangers buiten de bebouwde kom zich kenmerken door het feit dat ze minder vaak verband houden met het oversteken van de weg. In iets meer dan 30% van de gevallen doet de botsing zich voor terwijl de voetganger op de rand van de rijbaan (17%), of op een stoep, berm of fietspad (14%) wandelt. De verkeersongevallen met voetgangers buiten de bebouwde kom houden dus vaak verband met de afwezigheid van een aangepaste infrastructuur.



Figuur 13: Spreiding van verkeersongevallen met voetgangers (binnen/buiten bebouwde kom) volgens positie van de voetganger - België - 2015-2017 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute)

3.3.2 Tijdstip van de letselongevallen

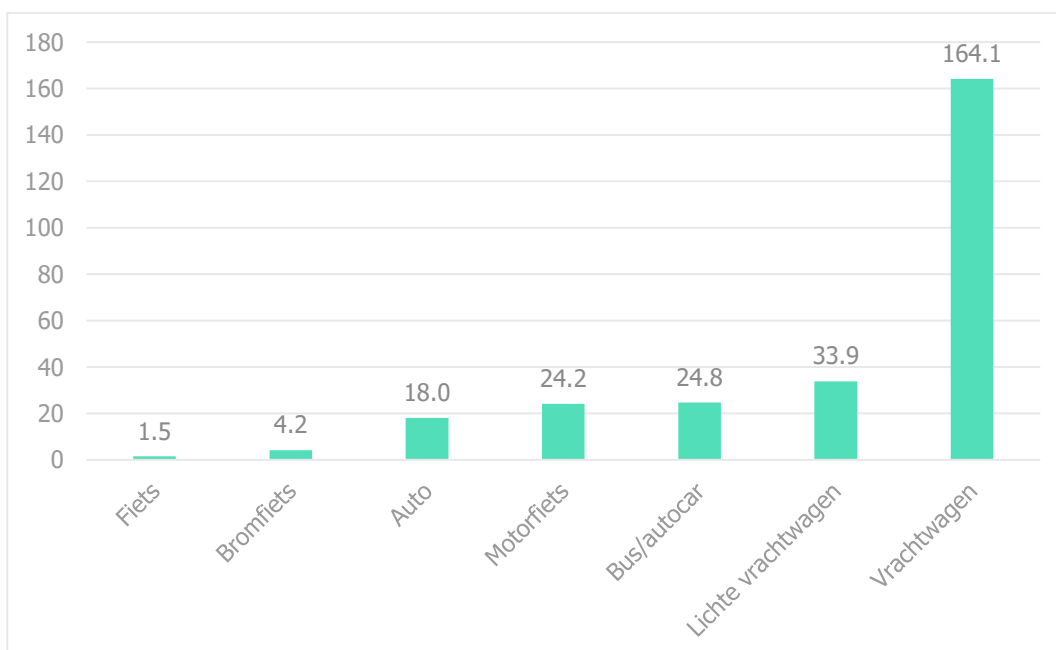
Letselgevallen bij voetgangers zijn onderhevig aan seizoenschommelingen. Deze verkeersongevallen kennen een jaarlijks terugkerende trend waarin de ongevallenaantallen een piek bereiken tijdens de wintermaanden, en een daling tijdens de zomermaanden. Carpentier et al. (2014) stelt dat deze stijging in verkeersongevallen met voetgangers mogelijk te verklaren is door de daling van het aantal lichturen tijdens de wintermaanden. Dit kan er mogelijk op wijzen dat een gebrek aan zichtbaarheid van de voetgangers een rol speelt in deze verkeersongevallen. Op te merken valt dat tijdens de wintermaanden globaal genomen het totaal aantal verkeersongevallen afneemt. Een verklaring hiervoor is mogelijk het feit dat andere kwetsbare weggebruikers, zoals fietsers en motorfietsers zich niet verplaatsten tijdens de winterse omstandigheden (Focant & Martensen, 2014).



Figuur 14: Maandelijkse spreiding van de verkeersongevallen met voetgangers - België - 2015-2017 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute)

3.3.3 De opponenten in ongevallen met voetgangers

Voor België becijferden we dat per 1000 verkeersongevallen tussen een voetganger en een vrachtwagen 164 voetgangers overlijden. Voor de verkeersongevallen tussen een voetganger en een auto ligt dit aantal op 18. De kans dat een voetganger sterft bij een verkeersongeval met een fietser is het kleinst. Hier vallen 1,5 overlijdens te betreuren per 1000 verkeersongevallen. Weliswaar zal de kans op overlijden bij een botsing tussen twee voetgangers nog kleiner zijn, maar dit wordt niet als een verkeersongeval beschouwd.

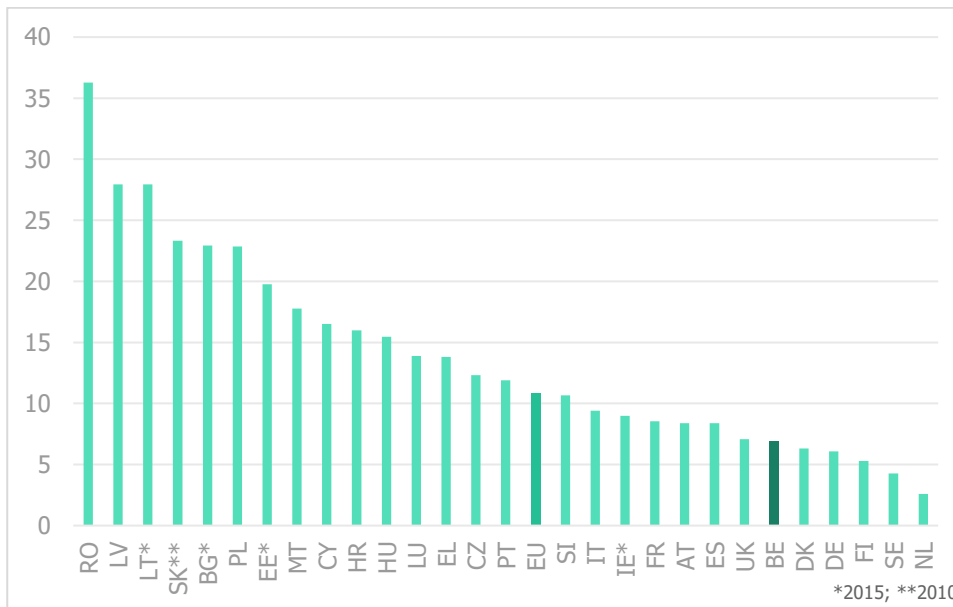


Figuur 15: Aantal overleden voetgangers per 1000 verkeersongevallen, naargelang de tegenpartij – 2013-2017 (Bron: Statbel – Infografie Vias institute)

3.4 Europese vergelijking

3.4.1 Aantal voetgangersslachtoffers

Om het aantal voetgangersslachtoffers op internationaal vlak te vergelijken wordt altijd een vereenvoudigde indicator gebruikt, met name: het aantal omgekomen voetgangers per miljoen inwoners. We stellen vast (Figuur 16) dat België vanuit het standpunt van overlijdensrisico bij voetgangers het beter doet dan het Europese gemiddelde (EU-28) van 10,6 omgekomen voetgangers per één miljoen inwoners. Tegelijkertijd kan wel worden vastgesteld dat het aantal omgekomen voetgangers per miljoen inwoners bijna driemaal zo hoog is als in Nederland.



Figuur 16: Omgekomen voetgangers per miljoen inwoners in de landen van de EU-28, 2016 (Bron: CARE-Database – Infografie Vias institute)

3.4.2 Subjectief (on)veiligheidsgevoel en zelf-gerapporteerd gedrag

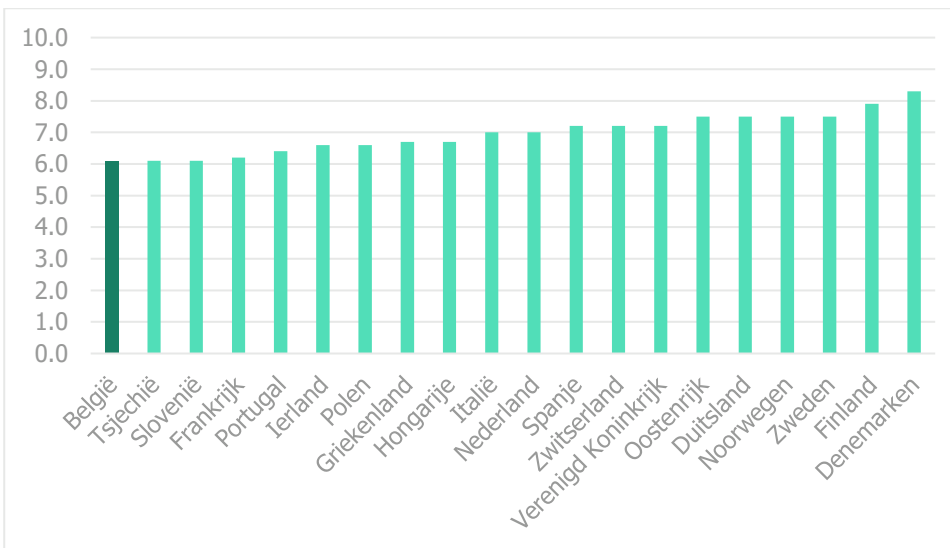
Het ESRA¹⁸ onderzoeksproject is een samenwerkingsinitiatief van onderzoekscentra en verkeersveiligheidsinstituten uit (momenteel) meer dan 40 landen wereldwijd. Het project wordt gecoördineerd door Vias institute. Dit project heeft tot doel internationale vergelijkingsgegevens te verzamelen over de opvattingen, attitudes en gedrag van weggebruikers met betrekking tot verkeersveiligheid. De ESRA-studie is gebaseerd op een online enquête die werd afgenomen bij een representatieve steekproef van de nationale, volwassen bevolking (minstens 1000 personen per land). Met betrekking tot voetgangers werden in de enquête de volgende drie vragen gesteld:

- Hoe (on)veilig voelt u zich wanneer u zich te voet verplaatst? (= Subjectief onveiligheidsgevoel)
- Hoe vaak heeft u, in de afgelopen 12 maanden, naar muziek geluisterd via een koptelefoon als voetganger? (= Zelf-gerapporteerd gedrag)
- Hoe vaak heeft u, in de afgelopen 12 maanden, door een rood licht gewandeld? (= Zelf-gerapporteerd gedrag)

3.4.2.1 Subjectief (on)veiligheidsgevoel

Respondenten konden op de vraag "Hoe (on)veilig voelt u zich wanneer u zich te voet verplaatst?" antwoorden met een cijfer van 0 (= Zeer onveilig) tot 10 (= Zeer veilig). Figuur 17 geeft aan dat van alle Europese landen die deelnamen aan het ESRA-project, de Belgische voetgangers zich het meest onveilig voelen. Het cijfer voor België bedraagt 6,1. De Scandinavische landen (Noorwegen, Zweden, Finland en Denemarken) scoren het beste met een gemiddeld cijfer van 7,8 (Meesmann, Torfs, Nguyen, & Van den Berghe, 2018).

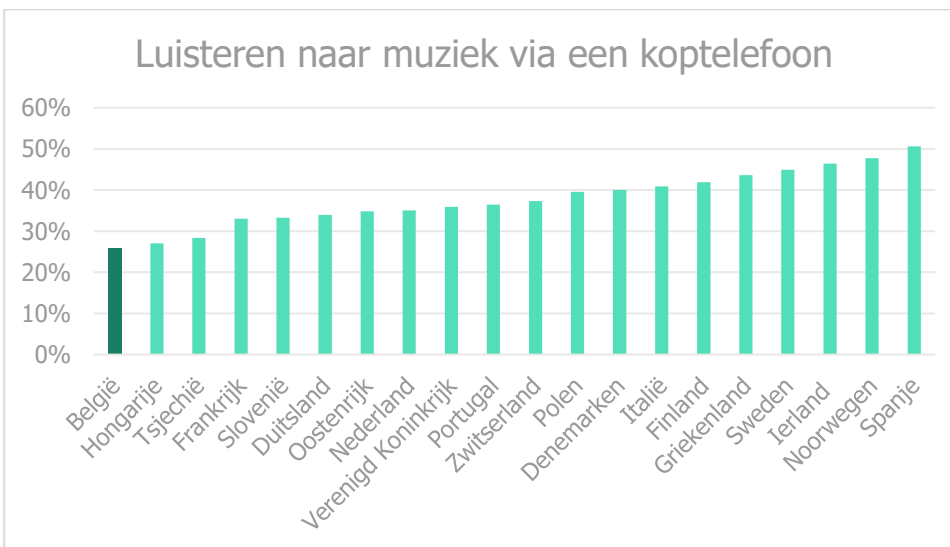
¹⁸ Projectwebsite van ESRA (Engels): www.esranet.eu



Figuur 17: Subjectief onveiligheidsgevoel als voetganger – 2015-2016 (ESRA)
 (Bron: Meesmann, Torfs, Nguyen, & Van den Berghe, 2018 – Infografie Vias institute)

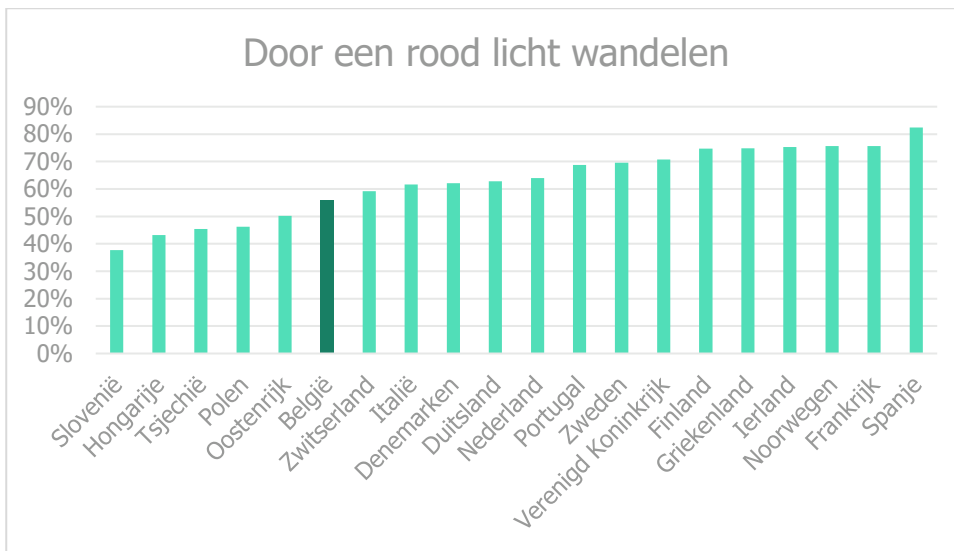
3.4.2.2 Zelf-gerapporteerd gedrag.

Op een schaal van 1 (Nooit) tot 5 (Bijna altijd) dienden de respondenten aan te geven hoe vaak ze, in de afgelopen 12 maanden als voetganger enerzijds naar muziek luisterden en anderzijds door een rood licht wandelden. De antwoorden 2 tot 5 werden gedichotomiseerd als zijnde 'wel eens'. Figuur 18 geeft aan dat de Belgische voetgangers het minste naar muziek luisteren via de koptelefoon (26%). Van de Spanjaarden geeft 51% aan dit in de afgelopen 12 maanden wel eens te hebben gedaan.



Figuur 18: Zelf-gerapporteerd gedrag – Luisteren naar muziek via een koptelefoon – 2015-2016 (ESRA)
 (Bron: Meesmann, Torfs, Nguyen, Van den Berghe, 2018 – Infografie Vias institute)

Ook voor wat betreft het door een rood licht wandelen bekleden de Spanjaarden de koppositie (Figuur 19). In Spanje geeft 82% aan in de afgelopen 12 maanden door het rood te zijn gewandeld. De landen in Midden/Oost-Europa (Slovenië, Hongarije, Tsjechië en Polen) blijken als voetganger vaker voor het rode licht te wachten en laten de laagste percentages voor roodlichtnegatie optekenen. In België zegt 56% van de bevolking deze handeling te stellen (Meesmann et al., 2018). Ter vergelijking: Diependaele (2015) vond tijdens een observatiestudie dat op een doorsnee oversteekplaats in een stedelijke omgeving in België naar schatting 21% van de voetgangers oversteeft bij een rood voetgangerslicht. Het verschil in de percentages (56% vs. 21%) is te wijten aan de manier waarop de cijfers verzameld werden. De ESRA-enquête geeft de prevalentie (d.w.z. 'Wel eens' door een rood licht wandelen) van roodlichtnegatie aan voor het afgelopen jaar (= Zelf-gerapporteerd gedrag), terwijl de studie van Diependaele (2015) roodlichtnegatie observeerde op een bepaald moment en op een bepaalde plaats. Het percentage dat hieruit voortvloeit is representatief voor alle roodlichtnegaties door voetgangers tijdens alle momenten van de week en op alle verschillende oversteekplaatsen uitgerust met verkeerslichten in België (= Geobserveerd gedrag).



Figuur 19: Zelf-gerapporteerd gedrag – Door een rood licht wandelen – 2015-2016 (ESRA)
 (Bron: Meesmann, Torfs, Nguyen, Van den Berghe, 2018 – Infografie Vias institute)

4 Maatregelen

4.1 Inleiding

Een efficiënt beleid voor het verminderen van het aantal verkeersongevallen met voetgangers vereist een geïntegreerde benadering die rekening houdt met de drie elementen van het wegennet: de infrastructuur, het voertuig en de weggebruiker.

De benadering 'Safe System', die in de jaren 90 werd ontwikkeld en daarna werd toegepast in Nederland en Zweden onder de respectievelijke namen *Duurzaam Veilig* en *Vision Zero*, kan worden gezien als een ideaal conceptueel referentiekader (WHO, 2013). De benadering vertrekt van het principe dat menselijke fouten onvermijdelijk zijn en dat het wegvervoersysteem bijgevolg zo moet worden ontworpen dat de ernstige of dodelijke gevolgen van deze fouten kunnen worden voorkomen. De maximale botsingsimpact dat een menselijk lichaam aankan, wordt de basisparameter. Concreet betekent dit dat voetgangers in principe niet zouden mogen worden blootgesteld aan snelheden van meer dan 30 km/u. Vanuit dit standpunt zijn de structuur van het wegennetwerk en het ontwerp van de infrastructuur essentieel. Ook het ontwerp van de voertuigen speelt hier een rol, en dit zowel op het vlak van primaire veiligheid (met als doel de botsing met de voetganger vermijden) als secundaire veiligheid (om de gevolgen van een impact tot een minimum te beperken).

Hoe goed de weginfrastructuur en de voertuigen ook zijn gebouwd, verkeersongevallen kunnen pas vermeden worden wanneer ook de weggebruiker de principes van een 'Safe System'-benadering zoveel mogelijk respecteert. Vandaar dat het nodig is om zowel de voetgangers als de bestuurders beter te vormen en op te leiden. Een hogere veiligheid van de kwetsbare weggebruikers in het algemeen – en de voetgangers in het bijzonder – houdt bovendien een aanpassing van het regelgevingskader in (WHO, 2013; SafetyNet, 2009).

4.2 Maatregelen i.v.m. de infrastructuur

De blootstelling van voetgangers (en kwetsbare weggebruikers in het algemeen) aan gemotoriseerd verkeer met een snelheid van meer dan 30 km/u vermijden, houdt het volgende in:

- Een scheiding van de kwetsbare weggebruikers en de gemotoriseerde verkeersstroom: Dit veronderstelt tegelijk de oprichting van een voetgangerswegennet, gescheiden van het wegennet voor het gemotoriseerde verkeer, en de organisatie van veilige kruisingen tussen beide verkeersstromen om de veiligheid van de voetgangers te verzekeren. In een stadsomgeving betekent dit dat de snelheid van het verkeer op de grote assen systematisch zou moeten worden teruggebracht naar 30 km/u ter hoogte van de oversteekplaatsen voor voetgangers (SWOV, 2012; SafetyNet, 2009).
- Een snelheidsbeperking tot 30 km/u in de zones waar een scheiding van de kwetsbare weggebruikers en de gemotoriseerde verkeersstroom niet mogelijk is: De huidige manier om de snelheid te doen dalen, is door het plaatsen van remmende infrastructurele elementen. Ook het gebruik van een intelligent controlesysteem, zoals trajectcontrole¹⁹ kan een alternatief zijn voor het handhaven van de snelheid binnen een zone 30 (SWOV, 2012; SafetyNet, 2009).

De effectiviteit van een zone 30 is reeds in verschillende studies aangetoond (Webster & Layfield, 2007; Wegman, Dijkstra, Schermers, & Van Vliet, 2005; Johansson, 2009; Lindenmann, 2005). Binnen het SafetyCube²⁰-project werd de implementatie van een zone 30 dan ook als een effectieve maatregel gecategoriseerd (Quigley, 2017). Uit de resultaten van een studie van Webster en Layfield (2007) waarbij een analyse werd gemaakt van het aantal dodelijke verkeersongevallen met voetgangers voor en na de implementatie van verschillende zones 30 (= 20 mph) in Londen, blijkt dat het aantal dodelijke verkeersongevallen met voetgangers werd teruggedrongen met 40%.

¹⁹ Trajectcontrole: Dit is een systeem waarbij het snelheidstoezicht gebaseerd is op de gemiddelde snelheid van een voertuig over een bepaalde afstand (De Pauw, 2014).

²⁰ SafetyCube (Safety CaUsation, Benefits and Efficiency) is een onderzoeksproject dat gefinancierd werd door de Europese Commissie in het kader van Horizon 2020, het Europese kaderprogramma voor onderzoek en innovatie. Het project liep van 2015 tot 2018. De hoofddoelstelling van SafetyCube was om een beslissingsondersteunend systeem te bouwen dat beleidsmakers en beleidsactoren in staat stelt om kosteneffectieve strategieën en maatregelen te selecteren en toe te passen om het aantal verkeersongevallen en de gevolgen ervan te verminderen in Europa en wereldwijd.

Een ander voorbeeld wordt gevonden in Nederland. Hier werd de snelheidsbeperking tot 30 km/u op de lokale wegen stelselmatig en op grote schaal ingevoerd in het kader van het programma *Duurzaam Veilig*. Uit de evaluatie blijkt dat deze maatregel goed is voor 10% minder doden per kilometer weg en 60% minder gehospitaliseerde personen per kilometer weg (Alle verschillende weggebruikers bij elkaar) (Wegman, Dijkstra, Schermers, & Van Vliet, 2005). In Zweden zou de toepassing van de 'Vision Zero'-benadering in stadsomgevingen het aantal doden naar 10% van het oorspronkelijke aantal hebben teruggebracht (Johansson, 2009). Parallel met de invoering van zones 30 kan de veiligheid van voetgangers (met name aan de oversteekplaatsen) verder worden verbeterd door middel van een aantal specifieke interventies. Deze interventies vloeien logischerwijze voort uit de factoren die volgens de ongevalanalyses bijdragen tot ongevallen met voetgangers. Dit betreft met name:

- De verbetering van de wederzijdse zichtbaarheid van de voertuigen en voetgangers, door bijvoorbeeld het fysiek verhinderen van het parkeren in de buurt van oversteekplaatsen. Deze fysieke verhindering kan gecreëerd worden door de aanleg van wegversmallingen door bijvoorbeeld uitstulpingen van het voetpad/trottoir. Deze wegversmallingen kunnen de verkeersveiligheid voor voetgangers op een positieve manier beïnvloeden daar ze lagere rijksnelheden aanmoedigen wanneer er zich voetgangers aan de oversteekplaats bevinden. Bella & Silvestri (2015) vonden wel dat de snelheid toenam als er geen voetgangers aanwezig waren. Dit komt door de hogere zichtbaarheid van de voetgangers. Als er dus geen voetganger staat, wordt er sneller gereden. Echter is het globaal effect wel positief, daar het aantal verkeersongevallen met voetgangers gedaald is.

Hoewel dergelijke wegversmallingen positief zijn voor voetgangers, kunnen ze soms wel een negatief gevolg hebben op de verkeersveiligheid van fietsers. Wanneer fietsers immers door de versmalling rijden, is er minder ruimte voor voertuigen om de fietser in te halen, wat ertoe kan leiden dat sommige bestuurders te dicht bij de fietser komen (Quigley, 2017). In de ontwerpfasen van veiligere oversteekplaatsen voor voetgangers mag de fietser dus zeker niet over het hoofd worden gezien. Met betrekking tot de wederzijdse zichtbaarheid speelt ook de openbare verlichting een rol. Een meta-analyse (Høye, 2014), uitvoerig besproken binnen SafetyCube (De Ceunynck & Focant, 2017), heeft aangetoond dat de implementatie van openbare verlichting het aantal dodelijke verkeersongevallen met voetgangers in het donker met 78% doet afnemen.

Samen met het aanleggen van wegversmallingen zoals uitstulpingen, is ook het gebruik van contrasterende kleuren belangrijk voor de aanwezigheid en zo ook de zichtbaarheid van voetganger te benadrukken aan bijvoorbeeld oversteekplaatsen (Vlaamse Overheid, 2003).

- De beperking van de blootstelling van voetgangers door de lengte van de oversteekplaatsen te beperken en/of op te splitsen met vluchtheuvels. Dit beperkt ook het risico op zichtbelemmering door voertuigen en zorgt ervoor dat de voetganger zich maar op één verkeersstroom uit één rijrichting tegelijk moet concentreren, wat de kans op verkeerde inschattingen door de voetganger reduceert. Deze maatregel is positief voor alle voetgangers maar zeker voor de ouderen. Zij hebben vaker een lagere loopsnelheid, waardoor een kortere oversteekafstand veiliger is (SWOV, 2012).
- De vereenvoudiging van de taak van de bestuurder door het aantal aandachtspunten aan kruispunten te verminderen, bijvoorbeeld door de toevoeging van een fase aan de verkeerslichten voor voertuigen die naar links of rechts afslaan. Hierdoor kunnen bestuurders meer aandacht besteden aan de voetgangers die oversteken.
- De zichtbare benadrukking van de aanwezigheid van voetgangers door middel van elementen in de verkeersinfrastructuur. Voorbeelden van dergelijke elementen zijn de gebodsborden A21 en A23 die wijzen op de aanwezigheid van voetgangers en kinderen (SafetyNet, 2009; Van Elslande, Fouquet, Michel & Fleury, 2004; Brenac, Nachtergaële & Reigner, 2003).

Naast de hierboven besproken maatregelen, zijn ook specifieke, infrastructurele maatregelen voor voetgangers buiten de bebouwde kom mogelijk (Vlaamse Overheid, 2009).

- Een ongelijkvloerse kruising is bijvoorbeeld aanbevolen bij de kruising van een drukke verkeersweg of spoorweg omwille van de veiligheid en de doorstroming van het verkeer. De ongelijkvloerse kruising kan een brug of tunnel/onderdoorgang zijn. Hierbij moet enerzijds rekening worden gehouden met een veilige en vlotte bereikbaarheid ervan en anderzijds met landschappelijke en sociale aspecten.
- Buiten de bebouwde kom moet op drukke verkeerswegen met gelijkvloerse kruisingen gebruik worden gemaakt van (conflictvrije) verkeerslichten. Deze kan uitgerust worden met een drukknop, wanneer dat er veeleer zelden voetgangers zijn die oversteken.

Sinds enkele jaren komen de voortbewegingstoestellen, zoals de hoverboards, steps, segways en eenwieliers meer en meer in het straatbeeld voor. Deze toestellen kunnen bijdragen tot het bevorderen van de multimodaliteit, voornamelijk in de steden. Het gebruik van deze toestellen vraagt echter een bepaalde evenwichtsoefening van de gebruiker om niet ten val te komen. Hoe dan ook hangt deze evenwichtsoefening en een comfortabel gebruik van deze toestellen samen met een goed wegonderhoud en een aangepaste infrastructuur. Wil de wegbeheerder de multimodaliteit verder bevorderen dan blijft het nodig dat de infrastructuur verder wordt aangepast door bijvoorbeeld het afschuiven van de stoepranden, het aanpassen van de diepte van rioleringsgoten en het consequent herstellen van putten op fietspaden en stoepen (Dugernier, 2017).

Aangezien ook mensen met een beperking (bv. visueel, cognitief, fysiek...) het recht hebben gebruik te maken van de openbare infrastructuur, moeten onder andere de wegbeheerders rekening houden met hun beperkingen bij de aanleg van deze infrastructuur. Onder meer de volgende maatregelen kunnen reeds een impact hebben op de mate van toegankelijkheid voor mensen met een beperking (MENTOR, 2013; SBPV, 2012):

- Het vermijden van onvoorzienbare obstakels op een looproute. Straatmeubilair (bv. bloembakken, paaltjes, parkeermeters, ...) wordt dus best op één lijn aangebracht;
- Drempels mogen niet hoger dan 2 centimeter zijn en oneffenheden en openingen in het looppad mogen maximaal een halve centimeter bedragen;
- Verlaagde stoepranden voor rolstoelgebruikers;
- Aanbrengen van noppentegels en ribbellijnen aan oversteekplaatsen (Figuur 20) en het aanbrengen van rateltickers aan oversteekplaatsen uitgerust met een verkeerslicht;
- De breedte van de voetpaden bedraagt best minimaal 1,8 meter.



Figuur 20: Noppentegels met een kunstmatige geleidelijn (uitgevoerd in ribbeltegels) aan oversteekplaatsen (Bron: Vlaamse Overheid, 2003)

4.3 Maatregelen i.v.m. voertuigtechnologie

Het voertuigontwerp en de geavanceerde hulpsystemen voor bestuurders (Advanced Driving Assistance Systems of kortweg ADAS) kunnen eveneens het aantal en de ernst van verkeersongevallen met voetgangers helpen terugdringen. We onderscheiden 3 actiegebieden: de snelheidsregulering, de vermijding van botsingen en de beperking van de gevolgen van botsingen.

Het ISA-systeem (Intelligent Speed Assistance) helpt bestuurders om de snelheidslimieten beter na te leven. Dit systeem combineert geolokalisatie van het voertuig en digitale cartografie van de snelheidslimieten, eventueel aangevuld met een herkenning van de verkeersborden. De feedback naar de bestuurder toe hangt af van het assistentieniveau van het systeem en gaat van een eenvoudige waarschuwing bij overschrijding van de snelheidslimiet (Open ISA) tot de onmogelijkheid om deze te overschrijden (Gesloten ISA). Hier tussenin bevindt zich het halfopen systeem waarbij het gaspedaal extra weerstand biedt indien de snelheid overschreden wordt. Op 16 april 2019 heeft het Europees Parlement beslist dat het ISA-systeem tegen mei 2022 aanwezig moet zijn in alle nieuwe wagenmodellen. Het verplicht ISA-systeem zal echter niet gesloten zijn. De bestuurder zal immers steeds de mogelijkheid hebben om het gaspedaal toch harder in te duwen of het systeem zelfs helemaal uit te schakelen. Voor de integratie van ISA blijft de grootste technische uitdaging ongetwijfeld het in kaart brengen van de exacte snelheidslimieten en de update hiervan in real time. De introductie van het ISA-systeem komt er omdat het aantal verkeersdoden aanzienlijk verminderd kan worden. Volgens schattingen zou het aantal verkeersdoden met 20% kunnen verminderen (Europees Parlement, 2019).

Momenteel wordt er ook meer en meer gewerkt aan systemen die voetgangers detecteren. Autonomous Emergency Braking (AEB) voor voetgangers en fietsers is een voorbeeld van een dergelijk systeem. Met dit systeem kan een auto in noodsituaties automatisch afremmen zonder tussenkomst van de bestuurder. Hiermee kan een aanrijding voorkomen worden of de impact worden verkleind. Binnen SafetyCube (Saadé, 2017) is er is een systematisch literatuuronderzoek uitgevoerd en werden relevante onderzoeken geanalyseerd met betrekking tot AEB en voetgangers. Zeker omdat het systeem relatief recent is en de marktpenetratie nog steeds zwak is, bestond het grootste deel van de onderzoeken uit prospectieve analyses van de effectiviteit van het systeem door het effect te simuleren dat een AEB-systeem zou hebben gehad op de uitkomsten van de ongevallen. Slechts één onderzoek omvat een retrospectieve analyse, maar de resultaten waren niet statistisch significant vanwege de kleine steekproefomvang. Alle resultaten lijken het er echter over eens te zijn dat AEB efficiënt is in het verminderen van het aantal en de ernst van verkeersongevallen met voetgangers (Saadé, 2017).

In tegenstelling tot de ADAS maakt de progressieve veralgemening van bepaalde maatregelen voor de passieve veiligheid van auto's naar voetgangers toe het voorwerp uit van een strikt tijdsschema. De Europese Verordening (EG) nr. 78/2009 stelt dat de constructeurs een aantal vereisten inzake de impact 'been tegen bumper' en 'hoofd tegen motorkap' moeten naleven. De tweede fase van de richtlijn, welke de zwaardere eisen bevat, heeft betrekking op alle nieuwe modellen vanaf 2010 en alle nieuwe voertuigen van de oudere modellen vanaf 2015. De maatregelen die de schade bij een impact 'hoofd tegen motorkap' moeten beperken, bestaan met name in het verhogen van de vervormingsgraad van de motorkap of het activeren van een externe airbag (Frederiksson, Rosén, & Kullgren, 2010) (SWOV, 2012). Choi, Jang, Oh en Park (2016) vonden via simulaties dat het aantal voetgangersdoden met 90% afnam bij een botsing met een voertuig uitgerust met een externe airbag, in vergelijking met een standaardvoertuig.

Verkeersongevallen met voetgangers en zware voertuigen vormen een aparte categorie. De voorgaande veiligheidsmaatregelen zijn hier immers onbruikbaar door het grote verschil in massa en het verschil in vormgeving van de voorkant van het voertuig. De mogelijke maatregelen hebben vooral te maken met de neutralisatie van de verschillende dode hoeken. De analyse van de impact daarvan, die vooral is bestudeerd vanuit het standpunt van de fietsers, is tot dusver behoorlijk beperkt geweest met betrekking tot voetgangers (Slootmans, Populer, Silverans, & Cloetens, 2012).

4.4 Maatregelen t.a.v. de weggebruiker

Uit de statistieken blijkt een duidelijk verband te bestaan tussen het aantal lichturen op een dag en het aantal verkeersongevallen met voetgangers: hoe meer lichturen, kenmerkend voor lente- en zomerdagen, hoe minder voetgangersongevallen. Dit wijst erop dat een gebrek aan zichtbaarheid van de kwetsbare weggebruiker een belangrijke rol kan spelen bij verkeersongevallen met voetgangers. Sensibiliseringsacties, voor zowel voetgangers als bestuurders, kunnen bijdragen tot een verhoging van de kennis en het besef over de rol van zichtbaarheid. Voetgangers moeten daarbij aangemoedigd worden om 's nachts en bij schemering lichtkleurige kledij en fluorescerende elementen te dragen.

Maar ook wanneer er wel voldoende licht is, worden voetgangers vaak niet of te laat door bestuurders opgemerkt, of worden bestuurders niet (tijdig) opgemerkt door voetgangers. Oorzaak hiervan is een verkeerd kijkgedrag, door zowel voetgangers als door andere weggebruikers, wat de aanleiding geeft voor veel verkeersongevallen met voetgangers. Via sensibiliseringsacties, maar ook in de rijopleiding zou men daarom bewust moeten worden gemaakt van het gedrag en de mogelijke nabije aanwezigheid van andere weggebruikers. De risicoperceptietest zoals deze in het Belgische rijexamen is geïntegreerd, kan bijdragen tot het beter inschatten van risicovolle situaties door autobestuurders. Een uitbreiding naar andere rijexamens dient echter overwogen te worden.

Om risicovolle situaties te herkennen ontwikkelde Rosenbloom et al. (2015) een systeem dat voetgangers van alle leeftijden zou kunnen trainen om veilig de straten over te steken en potentiële gevaren te detecteren. Het systeem, aangeduid als Hazard Perception Test for Pedestrians (HPTP), is een interactief, geautomatiseerd programma met video's van mogelijk gevaarlijke scenario's aan voetgangersoversteekplaatsen. Deelnemers opgenomen in de studie werden toegewezen aan twee oefengroepen en drie controlegroepen. De eerste oefengroep ondernam individuele training en besprak ook de video's opgenomen in de HPTP terwijl de tweede groep alleen deelnam aan de individuele training. Uit de resultaten bleek dat het uitvoeren van individuele training resulteerde in een statistisch significante verbetering van de testresultaten tussen pre- en posttests. Bovendien bleek dat de oefengroepen (dat wil zeggen de groepen die een training ondergingen hetzij in de vorm van individuele training of in de vorm van groepsdiscussie) beter presteerden dan de controlegroepen.

Verder begint veilig verkeersgedrag bij een goede opvoeding en onderwijs. Zowel ouders als leerkrachten moeten kinderen leren om gevaarlijke verkeerssituaties te herkennen en hen het juiste gedrag in het verkeer aanleren. Ook moet er bij specifiek ingegaan worden op het speciale karakter van een tram. Deze kan namelijk niet zomaar stoppen of uitwijken wanneer iemand zich in zijn traject bevindt.

Een meta-analyse van de onderwijsprogramma's van de voetgangers inzake verkeersveiligheid wijst op een zeer variabele impact op het gedrag. Hun impact op de veiligheid zelf werd evenwel nog niet geëvalueerd. Verder onderzoek naar de meest effectieve educatiemethodes met et oog op gedragswijzigingen en het verhogen van verkeersveiligheid is dan ook vereist (Wittink, 2001; PROMISING, 2001; SafetyNet, 2009).

5 Verdere bronnen van informatie

Vlaamse Overheid. (2003). Vademecum voetgangersvoorzieningen:

Dit vademecum is een uitgebreid naslagwerk dat in Vlaanderen het referentiekader vormt inzake de aanleg van verkeersveilige infrastructuur voor de voetganger. Het vademecum bestaat uit zes hoofdstukken waarin uitgebreid stilgestaan wordt bij respectievelijk het belang van een voetgangervriendelijk beleid, de basisuitgangspunten voor voetgangersroutes, de juridische aspecten, ontwerprichtlijnen voor infrastructuur, signalisatie en reglementering, en onderhoud.

Waalse Overheid. (2006). Guide des aménagements piétons (Handleiding voor voetgangersvoorzieningen)

Deze gids bevat zowel definities met betrekking tot voetgangerscategorieën als tot personen met een beperkte mobiliteit (PMK). Daarnaast bevat de gids een methode om voetgangersroutes te verbeteren. De gids is opgebouwd uit drie theoretische boekjes, aangevuld met technische fiches.

Brusselse Overheid. (2012). Voetgangersvademedecum Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Het voetgangersvademedecum van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest biedt technische ondersteuning voor de verbetering van voetgangersvoorzieningen. Het is bestemd voor alle actoren die verplaatsingen te voet in Brussel promoten.

WHO. (2013) Pedestrian safety: a road safety manual for decision-makers and practitioners

Dit naslagwerk van de Wereldgezondheidsorganisatie geeft vooreerst een beeld over de omvang van het verkeersveiligheidsprobleem aangaande voetgangers, de risicofactoren, manieren om de verkeersveiligheidssituatie van voetgangers te beoordelen en gepaste acties te ondernemen. Ook legt het rapport uit hoe effectieve interventies dienen geselecteerd, ontworpen, geïmplementeerd en geëvalueerd te worden. De Wereldgezondheidsorganisatie benadrukt dat het nemen van maatregelen zich niet specifiek op één domein moet richten, maar gebruik moet maken van technologie, handhaving, regulering en sensibilisering.

DaCoTA. (2012) Pedestrians and Cyclists

Dit onderzoek omtrent voetgangers en fietsers uitgevoerd in functie van het Europese DaCoTA-project had tot doelstelling een overzicht te geven van de wetenschappelijke literatuur die handelt over de omvang en aard van het verkeersveiligheidsprobleem met betrekking tot voetgangers en fietsers. Verder staat het rapport ook stil bij de oorzaken en gevolgen van een verkeersongeval voor voetgangers alsook bij maatregelen om het aantal verkeersongevallen te reduceren.

SafetyCube. (2018). European Road Safety Decision Support System

SafetyCube (Safety CaUsation, Benefits and Efficiency) is een onderzoeksproject dat gefinancierd werd door de Europese Commissie in het kader van Horizon 2020, het Europese kaderprogramma voor onderzoek en innovatie. Het project liep van 2015 tot 2018. De hoofddoelstelling van SafetyCube was om een beslissingsondersteunend systeem te bouwen dat beleidsmakers en beleidsactoren in staat stelt om kosteneffectieve strategieën en maatregelen te selecteren en toe te passen om het aantal verkeersongevallen en de gevolgen ervan te verminderen in Europa en wereldwijd. Het European Road Safety Decision Support System bevat ook verschillende maatregelen die specifiek gericht zijn op de voetgangers.

Schoon, J. (2019). Pedestrian Facilities, Second edition: Geometric design for safety and mobility

Dit boek is de eerste tekst die uitsluitend betrekking heeft op de technische vormgeving van voetgangersvoorzieningen, zoals oversteekplaatsen op kruispunten, rotondes en andere plaatsen waar voetgangers- en voertuigenverkeer op elkaar inwerken. De focus ligt voornamelijk op de lay-out en dimensionale kenmerken van voetgangersfaciliteiten die nodig zijn voor een veilige mobiliteit, en op het aanmoedigen van wandelen door het benadrukken van het ontwerp van individuele elementen van een voetgangersroute.

Referenties

- Armoogum, J., Bouffard-Savary, E., Caenen, Y., Couderc, C., Courel, J., Delisle, F., et al. (2010). *La mobilité des Français, panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008*. La Défense, France : Commissariat général au développement durable – Service de l'observation et des statistiques
- Aarts, L., & van Schagen, I. (2006). Driving speed and the risk of road crashes: a review. In *Accident Analysis and Prevention*, 38 (pp. 215-224). Elsevier.
- Brenac, T., Nachtergaële, C., & Reigner, H. (2003). *Scénarios types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention*. Verslag INRETS nr.256.
- Carpentier, A., Nuytens, N., Schoeters, A., Populer, M., Declercq, K., & Hermans, E. (2014). *Verkeersveiligheid van voetgangers in Vlaanderen: pijnpunten en oplossingen*. Diepenbeek: Steunpunt Verkeersveiligheid & Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid.
- CBS (2018). *Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OViN) 2017*. Den Haag, Nederland: Centraal Bureau voor de Statistiek
- Cuerden, R., & Richards, D. (2009). *On the Spot accident study - the characteristics of pedestrian accidents. Behavioural research in Road Safety 2007: Seventeenth Seminar*. Londen: Department for Transport (2012).
- DaCoTA. (2012). *Pedestrians and Cyclists*. Deliverable 4.8I of the EC FP7 project DaCoTA.
- Davis, G. (2001). Relating severity of pedestrian injury to impact speed in vehicle pedestrian crashes. *Transportation Research Record*, 1773, 108-113.
- Den Hertog, P., Draisma, C., Vaa, T., et al. (2013). *Ongevallen bij ouderen tijdens verplaatsingen buitenshuis*. Amsterdam, Nederland: VeiligheidNL
- Diependaele, K. (2015). *Respect voor verkeerslichten bij voetgangers; Een nationale gedragsmeting in België*. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid – Kenniscentrum.
- Dugernier, G. (2017). *New Urban Mobility. Risico's en risicoperceptie van de nieuwe elektrische voortbewegingstoestellen*. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Departement Public Affairs, Innovation & Regulatory
- Elvik, R. (2009). *The Power Model of the relationship between speed and road safety: update and new analyses. TØI Report 1034/2009*. Oslo: Institute of Transport Economics TØI.
- European Commission (2015). *Pedestrians and Cyclists*. European Commission, Directorate General for Transport
- European Commission (2018). *Traffic Safety Basic Facts on Pedestrians*. European Commission, Directorate General for Transport
- Fischer, P. (2015). *Everyone walks. Understanding & addressing pedestrian safety*. GHSA, Washington D.C
- Feypell-De la Beaumelle, V., Papadimitriou, E., & Granié, M.-A. (2010). *Pedestrian Safety data*. In COST 358 - PQN Final Report - Part B1: Documentation - Functional Needs (pp. 69-106). Cheltenham: WALK21.
- Frederiksson, R., Rosén, E., & Kullgren, A. (2010). Priorities of pedestrian protection - A real life study of severe injuries and car sources. *Accident Analysis and Prevention*, 42, 1672-1681.
- Grundy, C., Steinbach, R., Edwards, P., Green, J., Armstrong, B., & Wilkinson, P. (2009). Effect of 20 mph traffic speed zones on road injuries in London, 1986-2006: Controlled interrupted time series analysis. *BMJ*, 339, b4469
- Habibovic, A., & Davidsson, J. (2011). Requirements of a system to reduce car to vulnerable road user crashes in urban intersections. *Accident Analysis & Prevention* 43, 1570-1580.

- Huguenin-Richard, F. (2010). *Comportements, tactiques et conduites déviantes des piétons en situation de traversée complexe. Le cas du franchissement de voies en site propre à Paris*. In M.-A. Granié, & J.-M. Auberlet, *Actes du colloque "Le piéton: nouvelles connaissances, nouvelles pratiques et besoins de recherche"* (pp. 91-107). INRETS.
- infas (2018). *Mobilität in Deutschland. Kurzreport – Verkehrsaufkommen – Struktur – Trends*. Bonn, Deutschland: Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH
- Johansson, R. (2009). Vision Zero - Implementing a policy for traffic safety. *Safety Science* 47, 826-831.
- Karsch, H. M., Hedlund, J. H., Tison, J., & Leaf, W. A. (2012). *Review of Studies on Pedestrian and Bicyclist Safety, 1991-2007*. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Knowles, J., Smith, L., Cuerden, R., & Delmonte, E. (2012). *Analysis of police collision files for pedestrian fatalities in London, 2006-10*. Transport research Laboratory (TRL) Published Project Report PPR620.
- Lai, F., Carsten, O., & Tate, F. (2012). How much benefit does Intelligent Speed Adaptation deliver: An analysis of its potential contribution to safety and environment. *Accident Analysis and Prevention*, 48, 63-72.
- Leblud, J., Martensen, H., Pelssers, B., Pauwels, C., & Van den Berghe W. (2018). *MONITOR: Study of the mobility and the road safety in Belgium*. Brussels, Belgium: Vias institute - Knowledge Centre - Road Safety & Federal Public Service Mobility and Transport
- 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.
- Methorst, R., Monterde-i-Bort, H., Risser, R., Sauter, D., Tight, M., & Walker, J. (eds.) (2010). *Pedestrians' Quality Needs*. Final Report of the COST project 358. Cheltenham: Walk21.
- Martin, J.-L., & Wu, D. (2017). Pedestrian fatality and impact speed squared: Cloglog modeling from French national data. *Traffic Injury Prevention*, 19(1), 94-101
- MENTOR (2013). *Omgaan met mensen met een beperkinge - Educatieve bundel*. Kortrijk, België: MENTOR vzw
- Methorst, R., van Essen, M., Ormel, W., & Schepers, P. (2010). *Pedestrian and bicyclist injury accidents in the Netherlands: a surprising image*. Delft: Rijkswaterstaat Centre for Transport and Navigation.
- Molinero, A., Perandones, J., Hermitte, T., Grimaldi, A., Gwehengerber, J., Daschner, D., et al. (2008). *Road users and accident causation. Part 2: In-depth accident causation analysis*. TRACE (Traffic Accident Causation in Europe).
- Neider, M.B., McCarley, J.S., Crowell, J.A., Kaczmariski, H., et al. (2010). Pedestrians, vehicles, and cell phones. *Accident Analysis and Prevention*, 42 (2), 589-594.
- Nuyttens, N. (2013). *Onderregistratie van verkeersslachtoffers. Vergelijking van de gegevens over zwaar gewonde verkeersslachtoffers in de ziekenhuizen met deze in de nationale ongevalstatistieken*. Brussel: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- OECD (2001). *Ageing and Transport - Mobility needs and safety issues*. Paris, France: Organisation for Economic Co-operation and Development
- OECD/ITF. (2008). *Towards Zero. Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach*. OECD/ITF.
- ONISR. (2012). *La sécurité routière en France. Bilan de l'année 2011. La documentation Française*.
- Otte, D., Jänsch, M., & Haasper, C. (2012). Injury protection and accident causation parameters for vulnerable road users based on German In-Depth Accident Study GIDAS. In *Accident Analysis and Prevention*, 44 (pp. 149-153). Elsevier.
- Pace J.F., et al. (2012). *Basic Fact Sheet "Pedestrians"*, Deliverable D3.9 of the EC FP7 project DaCoTA.
- Populer, M. (2014). *Ongevallen met voetgangers op/in de buurt van zebrapaden met stoplichten. Gedetailleerde ongevalanalyse (2008-2011) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid.

- PROMISING. (2001). Measures for pedestrian safety and mobility problems. *Final report of Workpackage 1 of the European research project PROMISING (Promotion of Measures for Vulnerable Road Users), Deliverable D1*. Athens: National Technical University of Athens NTUA.
- Richards, D. (2010). *Relationship between Speed and Risk of Fatal Injury: Pedestrians and Car Occupants (Road Safety Web Publication No.16)*. London: Department for Transport.
- Risser, R., & Wunsch, D. (2003). *Pedestrians as second citizens*. ICTCT Workshop
- Rosén, E., & Sander, U. (2009). Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. In *Accident Analysis and prevention*, 41 (pp. 536-542). Elsevier.
- SafetyNet. (2009). *Pedestrians & Cyclists*. European Commission, Directorate General Transport and Energy
- SBPV (2012). Veilig verkeer. Hoe begeeft iemand met een visusbeperking zich in het verkeer en hoe ga je daar als fietser mee om? Gent, België: Slechtienden en Blinden Platform Vlaanderen.
- Schabrun, S.M., Hoorn, W. van den, Moorcroft, A., Greenland, C., et al. (2014). Texting and Walking: Strategies for Postural Control and Implications for Safety. *PLOS ONE*, 9(1), e84312.
- Schlabbach, K. (2010). *Countdown signals for pedestrians in Germany. European Transport Conference, 2010. Proceedings*. London: Association for European Transport.
- Schwebel, D.C., Stavrinou, D., Byington, K.W., Davis, T., et al. (2012). Distraction and pedestrian safety: How talking on the phone, texting, and listening to music impact crossing the street. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 266-271.
- Simms, C., & Wood, J. (2006). Pedestrian risk from cars and sports utility vehicles - a comparative analytical study. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, vol.220, 1085-1100.
- Slootmans, F., Populer, M., Silverans, P., & Cloetens, J. (2012). *Blind Spot Accident Causation (BLAC). Multidisciplinair onderzoek naar ongevallen met vrachtwagens en zwakke weggebruikers in Oost- en West-Vlaanderen*. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum verkeersveiligheid.
- Slootmans, F., & Daniels, S. (2017). *De dodelijke tol van autosnelwegen. Analyse van de dodelijke verkeersongevallen op de Belgische autosnelwegen in de periode 2014-2015*. Brussel, België: Vias institute - Kenniscentrum Verkeersveiligheid
- Stipdonk, H. (2013). *Road safety in bits and pieces*. Leidschendam: SWOV.
- SWOV. (2012). *Factsheet Kwetsbare verkeersdeelnemers*. Leidschendam, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid.
- SWOV. (2012). *Factsheet Voetgangersveiligheid*. Leidschendam, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid.
- SWOV (2018). 30 km/uur-gebieden. Den Haag, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid.
- Tefft, B. (2011). *Impact speed and a pedestrian's risk of severe injury or death*. Washington, D.C.: AAA Foundation for Traffic Safety.
- Tefft, B. (2013) Impact speed and a pedestrian's risk of severe injury or death. *Accident Analysis and Prevention* 50, 871-878.
- Temmerman, P. (2016). Te snel in de bebouwde kom – Resultaten van de BIVV-gedragsmeting snelheid in de bebouwde kom in 2015. Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- Thompson, L.L., Rivara, F.P., Ayyagari, R.C. & Ebel, B.E. (2013). Impact of social and technological distraction on pedestrian crossing behaviour: an observational study. *Injury Prevention*, 19(4), 232-237
- Van Elslande, P., Fouquet, K., Michel, J.-E., & Fleury, D. (2004). *Analyse approfondie de l'accidentologie en aménagements urbains: erreurs, facteurs, contextes de production*. INRETS.

- Van Hout, K., & Brijs, T. (2010). *Ouderen en verkeersveiligheid: een probleemanalyse*. Diepenbeek, België: Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken, Spoor Verkeersveiligheid.
- Vlaamse Overheid. (2003). *Vademecum Voetgangersvoorzieningen*. Brussel, België.
- Wegman, F., Dijkstra, A., Schermers, G., & Van Vliet, P. (2005). *Sustainable safety in the Netherlands; Evaluation of a national Road Safety Program*. Washington DC: 85th Annual Meeting of the Transport Research Board.
- WHO. (2013). *Pedestrian safety: a road safety manual for decision-makers and practitioners*. Geneva, Switzerland.
- Wittink, R. (2001-3). *Promotion of mobility and safety of vulnerable road users. Final report of the European research project PROMISING*. Leidschendam: SWOV Institute for Road Safety Research.



Vias institute

Haachtsesteenweg 1405, 1130 Brussel · Chaussée de Haecht 1405, 1130 Bruxelles · +32 2 244 15 11 · info@vias.be · www.vias.be