

Waar gebeuren ongevallen met voetgangers?

Een verkenning van omgevingsfactoren

R-2021-17

SWOV



Auteurs



Dr. M. Nabavi Niaki

Ing. Z.J.A. Hetteema

Ongevallen **voorkomen**
Letsel **beperken**
Levens **redden**

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2021-17
Titel:	Waar gebeuren ongevallen met voetgangers?
Ondertitel:	Een verkenning van omgevingsfactoren
Auteur(s):	Dr. M. Nabavi Niaki & ing. Z.J.A. Hetteema
Projectleider:	Dr. G.J. Wijlhuizen
Projectnummer SWOV:	S21.04.D
Projectinhoud:	De meeste verkeersongevallen met voetgangers vinden plaats binnen de bebouwde kom. Het is echter niet bekend waar precies en hoe de infrastructuur er op die ongevalslocaties uitziet. Dit rapport doet verslag van een verkenning op dat gebied. Van een steekproef van voetgangersongevallen met rijdende voertuigen is bekeken welke specifieke infrastructurele elementen er op de locatie van het ongeval aanwezig waren.
Aantal pagina's:	28
Fotografen:	Paul Voorhan (omslag) – Peter de Graaff (portret)
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2021 Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

**De informatie in deze publicatie is openbaar.
Overname is toegestaan met bronvermelding.**

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Bezuidenhoutseweg 62, 2594 AW Den Haag – Postbus 93113, 2509 AC Den Haag
070 – 317 33 33 – info@swov.nl – www.swov.nl

 [@swov_nl](https://twitter.com/swov_nl) / [@swov](https://twitter.com/swov)  [linkedin.com/company/swov](https://www.linkedin.com/company/swov)

Samenvatting

Voetgangers behoren tot de groep 'kwetsbare verkeersdeelnemers', aangezien zij meer risico lopen om (ernstige) verwondingen op te lopen of te overlijden dan andere verkeersdeelnemers. In Nederland vielen in de periode 2010-2020 jaarlijks gemiddeld 57 verkeersdoden onder voetgangers en de laatste jaren werden jaarlijks meer dan 800 ernstig gewonden onder voetgangers geregistreerd. Maar waar vinden deze ongevallen precies plaats en welke elementen van infrastructuur zijn hierbij aanwezig? Dit onderzoek heeft tot doel om meer inzicht te krijgen in de ongevalslocatie en de omgevingsfactoren die mogelijk een effect hebben gehad op voetgangersongevallen.

Na analyse van 622 geregistreerde ongevallen (periode 2017-2020) die door Rijkswaterstaat zijn gefilterd op relevante trefwoorden, komen we tot de conclusie dat ruim de helft (56%) van de geanalyseerde voetgangersongevallen plaatsvond bij een voetgangersoversteekplaats (VOP). Dit is conform de verwachting, aangezien VOP's specifiek bedoeld zijn om oversteken voor voetgangers mogelijk te maken. Op deze locaties steken dus relatief veel voetgangers over (hoge expositie). Ook nabij bus-/tramhaltes vinden vaak aanrijdingen plaats met voetgangers; 18% van de geanalyseerde voetgangersongevallen vond plaats nabij bus-/tramhaltes. Kruispunten met een verkeersregelinstallatie (VRI) vormen de derde groep qua voetgangersongevallen; 10% van de geanalyseerde ongevallen vond plaats bij een VRI. In deze gevallen is het mogelijk dat voetgangers en afslaanende auto's tegelijk groen hadden. Het zou ook kunnen dat de voetganger of de bestuurder het rood verkeerslicht negeerde.

De resultaten van dit onderzoek belichten de specifieke infrastructurele elementen die aanwezig waren op een ongevalslocatie voor voetgangers. Deze informatie vormt de basis om verder onderzoek te doen naar specifieke locaties waar voetgangersongevallen plaatsvinden. Op basis van dit onderzoek en op basis van de beschikbare gegevens is het aan te bevelen om vooral bij VOP's en bus-/tramhaltes verder onderzoek te doen naar de oorzaak van voetgangersongevallen.

Summary

Where do pedestrian crashes take place? An exploration of environmental factors

Pedestrians are considered vulnerable road users, as they have a higher risk of sustaining (serious or fatal) injuries compared to other road users involved in a crash. In the Netherlands, between 2010-2020, an average of 57 pedestrians died in a crash, and in recent years more than 800 serious injuries among pedestrian road users were registered annually. But where exactly do pedestrian crashes take place and which infrastructural elements are present that increase pedestrian crash risk? The aim of this study is to gain more insight into the crash locations and the environmental factors that may have had an effect on pedestrian crashes.

After filtering for pedestrian crashes and infrastructural keywords, 622 crashes in the Netherlands registered between 2017 and 2020 (4 years) were analysed. The results show that more than half (56%) of the pedestrian crashes analysed took place at a zebra crossing. This is in line with expectations, since zebra crossings are specifically intended for pedestrians, and therefore a significantly higher volume of pedestrians cross at these locations (high exposure). Pedestrian crashes also frequently occur near a bus or tram stop (18%). Signalised priority intersections account for 10% of the pedestrian crash locations. In these cases, the green phases for pedestrians and turning cars may have coincided, or the pedestrian or driver may have ignored a red traffic light.

The results of this study highlight the specific infrastructural elements that were present at a pedestrian crash site. This information provides the basis for further research into specific locations where pedestrian crashes occur and what additional information can be gathered to evaluate the influence of these infrastructural elements. Based on this research performed on the available data, it is recommended to conduct further research into the cause of pedestrian crashes, especially at zebra crossings and at bus/tram stops.

Inhoud

1	Inleiding	7
1.1	Verkeersslachtoffers onder voetgangers	7
1.2	Dit rapport	9
2	Achtergrondinformatie	10
3	Methode	13
3.1	Ongevallenselectie	13
3.2	Inventarisatiemethode	14
3.3	Elementen infrastructuur	15
3.4	Kanttekeningen	18
4	Resultaten	19
4.1	Locatie voetgangersongevallen	19
4.2	Locaties naar ongevalsernst	21
4.3	Eerst afloop per infrastructuurelement	22
5	Conclusie	24
	Literatuur	25

1 Inleiding

Voetgangers behoren tot de groep ‘kwetsbare verkeersdeelnemers’, aangezien zij meer risico lopen om (ernstige) verwondingen op te lopen of te overlijden dan andere verkeersdeelnemers. Dit komt voornamelijk door het gebrek aan fysieke bescherming, denk aan een schild om het lichaam heen zoals een auto. In Nederland vallen per jaar gemiddeld 57 verkeersdoden (CBS Statline, 2020) en wordt van meer dan 800 verkeersgewonden onder voetgangers geregistreerd dat ze naar het ziekenhuis zijn vervoerd (BRON, 2020). De meeste van deze ongevallen vinden plaats binnen de bebouwde kom (SWOV, 2020a), maar de vraag is waar precies, en welke infra-elementen zijn hierbij aanwezig? In dit onderzoek focussen we op de voetgangersongevallen met een rijdend voertuig en de omgevingsfactoren van de ongevalslocatie die mogelijk een effect hebben gehad op het ongeval.

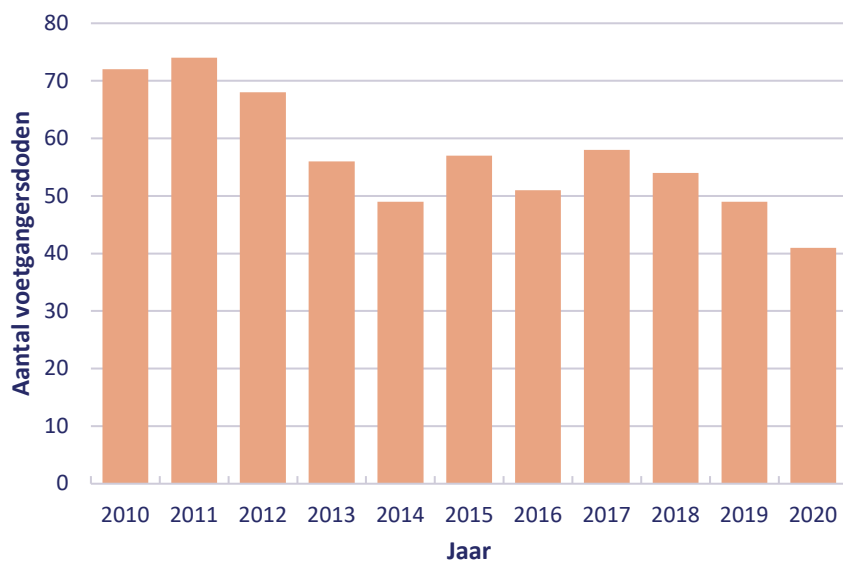
Lopen en fietsen wordt meer en meer gestimuleerd vanuit de overheid als een veilig, gezond en betaalbaar vervoermiddel. In Nederland zet het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) zich in om kwetsbare groepen zo lang mogelijk op een veilige manier aan het verkeer deel te laten nemen als onderdeel van het *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030* (SPV; Ministerie van IenW et al., 2018). Het bevorderen van de voetgangersveiligheid krijgt onder meer een plek in het in 2019 opgerichte Platform Ruimte voor Lopen (2019), een initiatief van het Ministerie van IenW, Wandelnet en CROW (Schepers & Methorst, 2020). Deze initiatieven zijn gericht op het vergroten van de wijze van actief vervoer. Er bestaat echter nog steeds een probleem met de veiligheid van kwetsbare weggebruikers. Voetgangers hebben geen fysieke bescherming om zich heen, zoals bijvoorbeeld auto-inzittenden, en zijn daarom relatief kwetsbaar in geval van een botsing. Het streven naar meer actieve vervoerswijzen, zoals lopen, brengt ook met zich mee dat een veilige ruimte moet worden geboden aan deze weggebruikers. Het SPV stelt voor de veilige inrichting van de infrastructuur een risicogestuurde aanpak voor (Ministerie van IenW et al., 2018).

1.1 Verkeersslachtoffers onder voetgangers

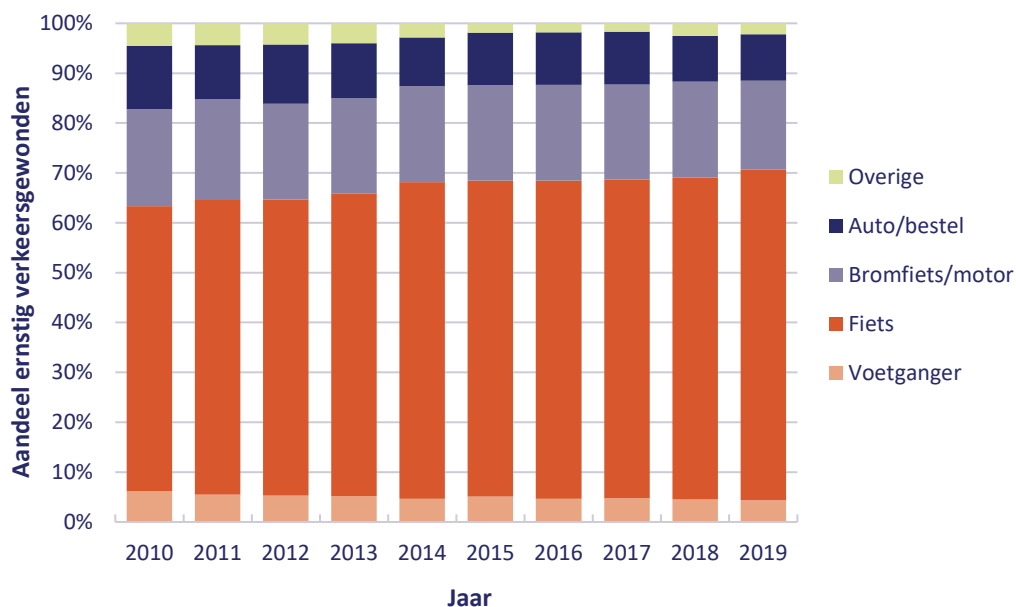
Afbeeldingen 1.1 toont de aantallen verkeersdoden onder voetgangers. Opgemerkt moet worden dat deze cijfers zijn gebaseerd op de definitie van een verkeersongeval, waarbij het om een ongeval met een bewegend voertuig gaat, ook bij voetgangers. Voetgangersongevallen waarbij *geen* rijdend voertuig betrokken is, vallen niet binnen de officiële definitie van een verkeersongeval en zijn daarom niet meegenomen in dit onderzoek.

Voor ernstig gewonden kunnen – anders dan voor verkeersdoden – geen ‘officiële’ aantallen per vervoerswijze gegeven worden. Dit vanwege een gebrekkige registratie in het Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland (BRON). Om die reden geeft *Afbeelding 1.2* de procentuele *verdeling* over verschillende vervoerswijzen op basis van de ziekenhuisregistratie (Landelijke Basisregistratie Ziekenhuiszorg, LBZ).

Afbeelding 1.1. Ontwikkeling in verkeersdoden onder voetgangers in Nederland in het laatste decennium (CBS Statline, 2020).



Afbeelding 1.2. Verdeling van ernstig verkeersgewonden in Nederland in de laatste tien jaar naar vervoerswijze, gebaseerd op de ziekenhuisregistratie LBZ. De onderverdeling is niet nauwkeurig bekend, omdat de vervoerswijzen in de LBZ niet altijd geheel correct zijn. Bron: Dutch Hospital Data en SWOV, 2020.



In de periode 2010-2020 vielen er gemiddeld 57 verkeersdoden onder voetgangers per jaar. De trend in deze 11-jarige periode is dalend (Afbeelding 1.1; SWOV, 2020a).

Het gemiddelde aantal ernstig verkeersgewonden onder voetgangers is zoals gezegd niet te geven vanwege onvoldoende kwaliteit van de verkeersongevallenregistratie (zie ook SWOV, 2020b). De laatste jaren worden volgens deze ongefallenregistratie jaarlijks zo'n 700 tot 800 voetgangers gewond naar het ziekenhuis vervoerd (BRON, 2020). Ook volgens de ziekenhuisregistratie LBZ worden er jaarlijks meer dan 800 voetgangers in het ziekenhuis opgenomen (Dutch Hospital Data en SWOV, 2020). In werkelijkheid zal het aantal ernstig verkeersgewonden onder voetgangers nog hoger liggen.

1.2 Dit rapport

Er is nog weinig bekend over waar voetgangersongevallen precies gebeuren (zie ook *Hoofdstuk 2*). Op basis van BRON kan wel bepaald worden of een ongeval op een kruispunt of wegvak heeft plaatsgevonden, en wat de snelheidslimiet op de betreffende weg was, maar meer informatie over de locatie, zoals de aanwezigheid van een tramhalte of een zebrapad, zit er meestal niet bij. Met dit onderzoek trachten wij meer inzicht te krijgen in de infrastructurele voorzieningen die er op de locatie van voetgangersongevallen aanwezig zijn en mogelijk een rol bij die ongevallen hebben gespeeld.

Voor het onderzoek hebben we gebruikgemaakt van gedetailleerde gegevens uit politiedossiers over ongevallen waarbij voetgangers betrokken zijn. Hierin staan (meestal) wel de specifieke infrastructurele kenmerken die aanwezig zijn op de plaats van het ongeval. Deze kenmerken hebben we vervolgens geïnventariseerd en geanalyseerd. *Hoofdstuk 3* gaat verder in op de gebruikte methode, waarna *Hoofdstuk 4* de resultaten van de analyses beschrijft.

Dit onderzoek is de eerste belangrijke stap in een risicogestuurde aanpak zoals voorgesteld in het SPV (Ministerie van IenW et al., 2018) om de voetgangersveiligheid verder te verbeteren. Het moet leiden tot beter zicht op de typen locaties waarop vervolgonderzoek zich moet richten, om zo tot geschikte infrastructurele maatregelen te kunnen komen. Deze locaties voor vervolgonderzoek worden besproken in de conclusies in *Hoofdstuk 5*.

2 Achtergrondinformatie

In dit hoofdstuk wordt een kort overzicht gegeven van wat er in de onderzoeksliteratuur wel en niet bekend is over de locatie van voetgangersongevallen.

Een korte check van literatuur over onderzoek naar de locatie van voetgangersongevallen bracht meteen een duidelijke kennislacune aan het licht: er is bijna niet onderzocht welke infrastructurele elementen op deze locaties aanwezig waren. De meeste onderzoeken hebben zich gericht op:

- *de algemene locatie waar een ongeval heeft plaatsgevonden*, bijvoorbeeld op een **kruispunt** (Abaza, Arafat & Chowdhury, 2018; Haleem, Alluri & Gan, 2015; Lightstone et al., 2001; National Safety Council 2019; Raghuram Kadali & Vedagiri, 2020; Rothman et al., 2012; Siddiqui, Chu & Guttenplan, 2006), **wegvak** (Kwayu, Kwigizile & Oh, 2019; Lightstone et al., 2001; National Safety Council, 2019; Raghuram Kadali & Vedagiri, 2020; Siddiqui, Chu & Guttenplan, 2006);
- *andere factoren van infrastructuur*, zoals **aantal rijstroken**, **rijstrookbreedte** (Lee & Abdel-Aty, 2005; Gitelman et al., 2012; Schneider et al., 2021; Ukkusuri et al., 2012), **snelheidslimiet**, **binnen of buiten bebouwde kom** (Damsere-Derry et al., 2010; Ewing, Schieber & Zegeer, 2003; Gitelman et al., 2012; Oh et al., 2008; Schneider et al., 2021; Sebert Kuhlmann et al., 2009; Tarko & Azam, 2011; Ukkusuri et al., 2012), **type weg** (Aparadian & Monwar Alam, 2020; Gitelman et al., 2012); of
- *niet-infracatoren*, zoals het **weer**, **sociaal-demografische gegevens**, **leeftijd van de voetgangers voertuigtype**, het **seizoen**, het **tijdstip** en **verkeersintensiteiten** (Al-Shammari, Bendak & Al-Gadhi, 2009; Abdel-Aty, 2005; Clifton, Burnier & Akar, 2009; Damsere-Derry et al., 2010; European Road Safety Observatory, 2018; Haule et al., 2019; Lenze, 2003; National Safety Council, 2019; Oh et al., 2008; Schneider, Ryznar & Khattak, 2004).

Kwayu, Kwigizile, en Oh (2019) onderzochten voetgangersongevallen op wegvakken in de staat Michigan, VS. Ongevalsegegevens zoals leeftijd, geslacht, tijdstip en verkeersvolume zijn hierbij onderzocht. Andere infrastructurele elementen op ongevalslocaties zijn niet meegenomen in deze studie.

Aparadian en Monwar Alam (2020) hebben een onderzoek uitgevoerd naar locaties met dodelijke slachtoffers onder voetgangers in Ohio. De onderzoekers keken naar (patronen in) de verdeling van slachtoffers op verschillende ruimtelijke schaalniveaus. Infrastructurele elementen zijn niet meegenomen.

Rothman et al. (2012) deden onderzoek naar de ernst van de verwondingen van voetgangers op oversteekplaatsen in Canada. Ze vergeleken kruispunten en wegvakken met demografische informatie en ontdekten dat niet-geregelde oversteekplaatsen op wegvakken minder veilig zijn voor voetgangers.

Haule et al. (2019) onderzochten locaties van voetgangersongevallen in Florida in termen van afstand tot hun woning. Uit dit onderzoek blijkt dat 60% van de ongevallenlocaties voor voetgangers zich binnen een straal van 3 kilometer van hun woning bevindt. Andere variabelen

die in deze analyse werden onderscheiden, waren leeftijd, geslacht, ernst van het letsel, sociaal-demografische informatie, verkeersvolume, weer en tijd. Infrastructurele elementen op de ongevalslocatie zijn niet onderzocht.

Schneider et al. (2021) onderscheidde als ongevalslocatie voor voetgangers rijbanen met verschillende aantallen rijstroken, verschillende snelheidslimieten, verschillende verkeersvolumes en gebieden met verschillende ruimtelijke bestemmingen, zoals woongebieden, industrie-terreinen en dergelijke. Het aantal dodelijke slachtoffers was het hoogst op een rijbaan met meerdere rijstroken.

Clifton, Burnier en Akar (2009) bestudeerden de ernstniveaus van het letsel van voetgangers in de VS op basis van leeftijd, geslacht, roodlichtnegatie, tijdstip van de dag en oversteken op niet-geregelde oversteekplaatsen. Ze stelden vast dat bij vrouwen, kinderen en ouderen, en in de nachtelijke uren de ernst van het ongevalsletsel groter was.

Damsere-Derry et al. (2010) gebruikten voertuig- en wegkenmerken om de letselernst van gewonde voetgangers in Ghana te onderzoeken. Variabelen die bijdroegen aan dodelijke verwondingen van voetgangers waren hoge snelheden en een hoge voertuigmassa (bussen, vrachtauto's, bestelauto's en dergelijke).

Schneider, Ryznar en Khattak (2004) voerden een enquête uit onder voetgangers in de VS en ontdekten dat een hoog verkeersvolume, onvolledige trottoirs en een hoge zebrapaddichtheid samenhangen met een groter waargenomen risico op voetgangersongevallen.

Lee en Abdel-Aty (2005) onderzochten voetgangersongevallen in Florida op kruispunten en vonden dat hogere verkeersvolumes het aantal voetgangersongevallen verhogen.

Sebert Kuhlmann et al. (2009) bestudeerden aanrijdingen van voetgangers en bijbehorende omgevingskenmerken in Denver, Colorado, en ontdekten dat grote verkeersaders, lopen naar het werk, een hogere bevolkingsdichtheid en een hogere dichtheid van drankvergunningen samengingen met een groter risico op voetgangersongevallen.

Oh et al. (2008) hebben een onderzoek naar dodelijke ongevallen met voetgangers uitgevoerd in Korea, waarbij hogere snelheden en zware voertuigen werden geïdentificeerd als factoren die de kans op dodelijke ongevallen met voetgangers vergroten.

Al-Shammari, Bendak en Al-Gadhi (2009) voerden een onderzoek naar voetgangersongevallen uit in Riyad. Ze ontdekten dat avondtijden, een leeftijd onder de 30 jaar en landelijke gebieden bijdragen aan een verhoogde kans op een voetgangersongeval.

Raghuram Kadali en Vedagiri (2020) ontdekten dat er op wegen met meerdere rijstroken (zes rijstroken) in India een grotere kans is op een voetgangersongeval met een enkele voetganger, dan op een ongeval met voetgangers die in groepen reizen.

Siddiqui, Chu en Guttenplan (2006) vonden in hun onderzoek dat bij het oversteken op wegvakken de kans op een voetgangersongeval groter is in het donker.

Haleem, Alluri en Gan (2015) onderzochten de veiligheid van voetgangers in Florida en vonden dat variabelen zoals een hoog verkeersvolume, hoge snelheden, meer vrachtwagens, oudere voetgangers, regen en donkere omstandigheden het risico op letsel bij voetgangers op kruispunten met verkeerslichten vergroten.

De bovengenoemde onderzoeken hebben vastgesteld waar ongevallen met voetgangers plaatsvinden. Zij hebben echter niet onderzocht welke infrastructurele elementen op deze locaties aanwezig waren. Als er bijvoorbeeld ongevallen op wegvakken zijn, zijn er dan bus-/tramhaltes bij de ongevalslocatie van voetgangers? Is er een zebrapad aanwezig? Zit er een bocht in de weg?

We hebben slechts enkele onderzoeken gevonden die zich richten op dergelijke infrastructurele elementen, bijvoorbeeld een Poolse analyse van ongevallen met voetgangers waarin de invloed van onder andere de aanwezigheid van voetgangersoversteekplaatsen (VOP's) en verder een aantal niet-infrastructurele elementen werd onderzocht. In deze studie gaven ze aan dat 30% van de voetgangersongevallen plaatsvindt op zebrapaden zonder verkeerslichten. Vervolgens richtte het onderzoek zich op niet-infrastructurele elementen zoals duisternis, leeftijd voetgangers, buiten bebouwde kom en voertuigsnelheid (Olszewski et al., 2015). Sommige onderzoeken keken naar wegen met een hoog aandeel OV-haltes en vonden dat dit verband hield met een hogere ongevalsfrequentie voor voetgangers, maar ze specificerden niet of het voetgangersongeval bij een bus- of tramhalte plaats vond of niet (Chen & Zhou, 2016; Hess, Moudon & Matlick, 2004; Ukkusuri et al., 2012). Eén onderzoek toonde aan dat de aanwezigheid van bushaltes langs middeneilanden het aantal oversteekmomenten verhoogt en daardoor het sterftecijfer onder voetgangers verhoogt (Abaza, Arafat & Chowdhury 2018).

De huidige studie onderzoekt de ongevalslocaties van voetgangers om te bepalen welke infrastructurele elementen (zoals een bus- of tramhalte, een zebrapad, enz.) aanwezig zijn. Deze informatie kan helpen om te bepalen op welke typen locaties extra maatregelen genomen moeten worden om de voetgangersveiligheid te vergroten.

3 Methode

Dit hoofdstuk beschrijft de werkwijze die we in dit onderzoek hebben gevolgd: hoe de ongevallen zijn geselecteerd, hoe we die hebben bestudeerd en naar welke infrastructurele elementen we hebben gekeken. Tot slot wordt een aantal kanttekeningen bij deze werkwijze geplaatst.

Voor deze studie naar de infrastructurele elementen op ongevalslocaties van voetgangers zijn Nederlandse gegevens van verkeersongevallen met voetgangers gebruikt uit de periode 2017 tot en met 2020. Een voetgangersongeval is – volgens de officiële definitie – alleen een verkeersongeval als er een rijdend voertuig bij het ongeval betrokken is. Tijdens de analyse zijn wij ook valpartijen tegengekomen, maar deze hebben wij buiten beschouwing gelaten.

3.1 Ongevallenselectie

Locatiespecifieke informatie wordt niet standaard genoteerd bij een voetgangersongeval. Maar politieagenten die ter plaatse gaan, hebben de mogelijkheid om details over het ongeval (waaronder de locatie) in een open tekstveld in het politiedossier te noteren. Om te kunnen filteren op ongevallen met voetgangers die relevante informatie over infrastructurele elementen in het open tekstveld van het dossier hebben, heeft Rijkswaterstaat een eerste selectie uitgevoerd. In samenspraak met Rijkswaterstaat hebben we daarvoor een lijst opgesteld met trefwoorden/infra-elementen die zijn genoemd in eerdere onderzoeken als mogelijk gerelateerd aan voetgangersongevallen:

- Voetgangersoversteekplaats (VOP)
- Zebra
- Zebrapad
- Oversteekplaats
- Oversteek
- Kanalisatiestrepen
- Geen zebrapad/VOP
- Bushalte
- Tramhalte
- Voetpad
- Fietsoversteek
- Stoplicht
- Verkeerslicht
- Middeneiland
- School
- Oprit
- Afrit

De dossiers van 639 voetgangersongevallen met minstens één van bovenstaande trefwoorden zijn door Rijkswaterstaat naar SWOV opgestuurd voor verdere analyse.

3.2 Inventarisatiemethode

In totaal zijn 639 ongevallen doorgenomen door twee SWOV-onderzoekers. Elk ongeval werd één keer door een van de onderzoekers beoordeeld en vervolgens een tweede keer door beide onderzoekers, om er zeker van te zijn dat geen enkel element over het hoofd werd gezien. Daarnaast zijn de ongevalsbeschrijvingen ook gelezen om een algemene indruk te krijgen van het soort ongeval en eventuele andere factoren die daarbij mogelijk – of waarschijnlijk – een rol hebben gespeeld.

Per ongeval is de ongevalsbeschrijving in de politiedossiers bestudeerd om de infrastructurele elementen vast te leggen die aanwezig waren op de ongevalslocatie. De volgende infrastructurele elementen zijn daarbij onderscheiden:

- > VOP/Zebra(pad)
- > Geen VOP
- > Verkeerslicht
- > Bus-/tramhalte
- > Voetpad
- > Fietspad
- > Ronde
- > Parkeerterrein
- > Parkeren genoemd
- > Garageoprit
- > Kanalisatiestrepen met VRI
- > Bocht
- > Fietsoversteekplaats
- > Auto(snel)weg
- > Geen voetgangersongeval of onduidelijk

Een voorbeeld van hoe de infrastructurele elementen zijn vastgelegd is te zien in *Afbeelding 3.1*.

Afbeelding 3.1.
Gegevensregistratieblad

	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
	Ongeval Nr.	VOP	Geen VOP	Stoplicht	Bus/tram halte	Voetpad	Fietspad	Ronde	Parkeer terrein	Parkeer genoemd	Garage oprit	Kanalisatie strepen met VRI	Bocht	Autoweg	Fiets overstek plaats
1															
2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	7	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
13	12	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	13	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
16	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

De volgende paragraaf geeft een toelichting bij elk element.

3.3 Elementen infrastructuur

VOP (zebrapad)

Een voetgangersoversteekplaats is altijd gemarkeerd als zebrapad. Een VOP/zebrapad biedt voorrang voor voetgangers op kruispunten of oversteeklocaties zonder verkeerslichten (verkeersregelinstantaties of VRI's).

Geen VOP

Deze variabele geeft aan dat er op de ongevalslocatie *geen zebrapad* aanwezig was of dat de voetganger *geen gebruik* heeft gemaakt van een aanwezig zebrapad. Dit kunnen alle locaties zonder zebrapad zijn waar voetgangers kunnen oversteken, zoals geïllustreerd door onderstaande figuren.



Afbeelding 3.2. Voorbeelden van 'Geen VOP': locaties zonder zebrapad waar voetgangers kunnen oversteken. Bron: Google Maps, 2021.

Verkeerslicht

Een kruispunt met verkeerslicht ofwel VRI-kruispunt biedt speciale oversteektijden voor alle weggebruikers die in verschillende richtingen reizen.

Bus-/tramhalte

Tram- of bushaltes kunnen zich in het midden van de weg of aan één kant bevinden. Zie de onderstaande figuren voor verschillende tram- of bushaltes.



Afbeelding 3.3. Voorbeelden van een tramhalte in het midden (links) of aan één kant (rechts). Bron: Google Maps, 2021.



Afbeelding 3.4. Voorbeelden van een bushalte in het midden (links) of aan één kant (rechts). Bron: Google Maps, 2021.

Voetpad

Het voetpad/trottoir is bestemd voor voetgangers.

Fietspad

Het fietspad is een apart pad bestemd voor fietsers, aangegeven in onderstaande figuur met en zonder doorgetrokken VOP voor voetgangers.



Afbeelding 3.5. Voorbeelden van een fietspad zonder en met een VOP. Bron: Google Maps, 2021.

Rotonde

Een rotonde is een kruispunt tussen wegen zonder VRI en waarvoor voorrang is geregeld voor voertuigen op de rotonde. Onderstaande foto's tonen rotondes met en zonder VOP.



Afbeelding 3.6. Voorbeelden van een rotonde zonder en met een VOP. Bron: Google Maps, 2021.

Parkeerterrein

Hieronder vallen parkeergarages en (grote) parkeerterreinen, meestal bij winkelcentra, supermarkten en bouwmarkten.

Parkeren genoemd

Deze variabele geeft aan dat er op de ongevalslocatie geparkeerd werd, anders dan op een parkeerterrein. Het gaat dan om situaties waarbij voetgangers tussen langs de weg geparkeerde voertuigen de weg op lopen en hierdoor niet of te laat worden gezien, maar ook voetgangers die worden aangereden tijdens het fileparkeren of achteruitparkeren vallen in deze categorie.

Garageoprit

Dit betreft situaties waarbij een voetganger wordt aangereden door een voertuig dat een garage of oprit in- of uitrijdt.

Kanalisatiestrepen met VRI

Kanalisatiestrepen geven de locatie aan waar voetgangers kunnen oversteken. De voetgangers hebben hier geen voorrang, tenzij ze groen licht hebben.



Afbeelding 3.7. Voorbeeld van kanalisatiestrepen met VRI (Google Maps, 2021).

Bocht

Een bocht in de weg kan het zicht verminderen. Een ongevalslocatie nabij een bocht kan al dan niet een VOP hebben.

Fietsoversteekplaats

Deze variabele geeft aan dat het voetgangersongeval is gebeurd op een locatie waar (ook) fietsers kunnen oversteken. Onderstaande afbeelding toont een fietsoversteek nabij een oversteekplaats voor voetgangers. In dit voorbeeld hebben de fietsers en voetgangers geen voorrang, zoals is aangegeven door de kanalisatiestrepen bij beide oversteekplaatsen.



Afbeelding 3.8. Voorbeeld van een fietsoversteekplaats. Bron: Google Maps, 2021.

Auto(snel)weg

Deze variabele geeft aan dat het voetgangersongeval heeft plaatsgevonden op de auto(snel)weg of op de toerit of afrit van de auto(snel)weg.

Geen voetgangersongeval en Onduidelijk

Van de ongevallen die Rijkswaterstaat aan SWOV heeft geleverd, waren sommige ongevalsbeschrijvingen onduidelijk of bij nader inzien niet gerelateerd aan een voetgangersongeval. Deze ongevallen zijn daarom uit de dataset verwijderd.

In sommige gevallen was de ongevalsbeschrijving niet duidelijk genoeg om de exacte locatie en dus ook de voorzieningen te achterhalen. Indien er een straatnaam en plaatsnaam waren vermeld, is de locatie opgezocht in Cyclomedia StreetSmart en zijn de voorzieningen bekeken en genoteerd. In sommige andere gevallen bevatte de ongevalsbeschrijving wel een van de trefwoorden, maar was dit niet gerelateerd aan een voetgangersongeval. Zo werd het trefwoord 'voetganger' genoemd als afleiding voor een bestuurder die in aanrijding kwam met een andere auto, dus was het geen voetgangersongeval.

Na het verwijderen van deze ongevallen bleven er 622 voetgangersongevallen over.

3.4 Kanttekeningen

De gegevens die voor dit onderzoek zijn gebruikt, zijn aangeleverd door Rijkswaterstaat. Ze hebben een eerste controle uitgevoerd bij ongevallen die minstens één van de genoemde trefwoorden in het open tekstveld van het politiedossier hadden. Dit leverde 639 ongevallenregistraties met minstens één van de genoemde trefwoorden op. Deze zijn vervolgens verder bestudeerd door twee SWOV-onderzoekers, waarna er 622 verder konden worden geanalyseerd.

Een beperking van deze methode is dat niet alle politiedossiers (voldoende) informatie in hun tekstveld hebben. Voetgangersongevallen kunnen daarom in onze analyse ontbreken omdat ze geen informatie in het tekstveld hadden staan of omdat de informatie niet gedetailleerd genoeg was.

Een andere factor is dat we ons beperken tot de informatie die de politie heeft genoteerd. Een tekstveld zonder vermelding van een VOP wordt in onze analyse beschouwd als 'geen VOP', maar het is mogelijk dat er wel een VOP aanwezig was op de plaats van het ongeval maar dat deze niet vermeld werd in het politierapport. Alleen locaties met een onduidelijk tekstveld (ongevallen waarbij uit de politie-informatie niet duidelijk was wat de 'score' op een kenmerk was) zijn gecontroleerd op Google Maps of StreetSmart voor meer infrastructurele informatie over de ongevalslocatie.

Het is daarom belangrijk op te merken dat de hier gepresenteerde resultaten zijn gebaseerd op de informatie die door de politie is verstrekt. Op dit moment zijn politierapporten nog steeds de beste gegevensbron om een dergelijke analyse uit te voeren, maar er moet ook rekening worden gehouden met de betrouwbaarheid en volledigheid van politieregistraties.

4 Resultaten

Dit hoofdstuk bespreekt de resultaten. Hierbij geven we aan hoe vaak de verschillende infrastructurele kenmerken aanwezig waren, zowel afzonderlijk als in combinatie met elkaar. Daarnaast wordt op basis van de ongevalsbeschrijvingen een globale omschrijving gegeven van de typen ongevallen die plaatsvinden op de verschillende locaties.

4.1 Locatie voetgangersongevallen

Van de 622 bestudeerde ongevallen vond meer dan de helft (56%) plaats bij een VOP en bijna een vijfde (18%) bij een bus-/tramhalte. De frequenties van elke variabele zijn:

1. VOP:	56%
2. Verkeerslicht:	10%
3. Bus-/tramhalte:	18%
4. Voetpad:	4%
5. Fietspad:	9%
6. Rotonde:	4%
7. Parkeren:	6%
8. Kanalisatiestrepen met VRI:	2%
9. Bocht:	1%
10. Fietsoversteek:	0,5%

Per ongevalslocatie kunnen natuurlijk meer dan één van de infrastructurele elementen aanwezig zijn. *Tabel 4.1* toont de zogeheten combinatiefrequenties: frequentie van elke variabele die samen met een andere variabele aanwezig is. Zo vonden 28 aanrijdingen op een VOP plaats in de buurt van een bus-/tramhalte. De waarden in rood geven ongevallen aan waarbij alleen de ene variabele aanwezig was, bijvoorbeeld 247 ongevallen waarbij alleen de aanwezigheid van een VOP werd aangegeven.

Daarnaast kunnen er locaties zijn waar méér dan twee infrastructurele elementen aanwezig waren. Van de 28 locaties met een VOP nabij een bus-/tramhalte kan er bijvoorbeeld ook een aantal met verkeerslicht zijn geweest, of (ook nog) een fietspad. Een ongeval met meer dan twee elementen komt daardoor in verschillende rijen van de tabel voor, waardoor we de aantallen per kolom niet mogen optellen. De in de tabel genoemde totalen geven het totale aantal ongevallen met de betreffende variabele. Er zijn in totaal dus 349 voetgangersongevallen waarbij een VOP aanwezig was, alleen of in combinatie met een of meer andere variabelen.

Tabel 4.1. Combinatiefrequenties van de infrastructurele variabelen.

	VOP	Verkeerslicht	Bus-/tramhalte	Voetpad	Fietspad	Rotonde	Parkeren	Kanalisatie met VRI	Bocht	Fietsoversteek
VOP	247	46	28	-	12	19	3	-	2	0
Verkeerslicht	46	4	7	0	4	0	0	-	1	0
Bus-/tramhalte	28	7	67	0	10	1	2	0	1	0
Voetpad	-	0	0	22	1	0	1	0	0	0
Fietspad	12	4	10	1	48	1	3	0	1	0
Rotonde	19	0	1	0	1	2	0	0	-	1
Parkeren	3	0	2	1	3	0	31	0	0	0
Kanalisatie met VRI	-	-	0	0	0	0	0	10	0	0
Bocht	2	1	1	0	1	-	0	0	2	0
Fietsoversteek	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
TOTAAL*	349	60	109	24	53	24	40	10	6	3
%	56%	10%	18%	4%	9%	4%	6%	2%	1%	0,5%

* Dit is het totale aantal voetgangersongevallen op een locatie waar de genoemde variabele aanwezig is. Het is niet de som van de aantallen die erboven staan, omdat locaties met meer dan twee variabelen dan dubbel zouden worden geteld.

Van de 622 onderzochte voetgangersongevallen gebeurden er 349 (56%) ongevallen bij een VOP. Als we het in meer detail bekijken, was er bij 71% van de 349 ongevallen die plaatsvonden bij een VOP, geen melding gemaakt van andere infrastructurele kenmerken. Op deze locaties het is mogelijk dat de bestuurder de voetganger en/of de oversteekplaats niet op tijd had gezien om een aanrijding te voorkomen. Verder gebeurde 13% van de ongevallen op VOP's waar ook een verkeerslicht aanwezig was. In deze gevallen zou het kunnen dat voetgangers en afslaande auto's tegelijk groen hadden, of dat de voetganger of de bestuurder een rood verkeerslicht negeerde. Van de ongevallen bij een VOP vond 8% plaats in de buurt van bus- of tramhaltes, mogelijk toen de voetganger uit of in de bus of tram stapte, of de voetganger naar de halte rende om de bus of tram te halen. De overige 10% van de VOP-ongevallen vond plaats op een rotonde, op een fietspad of nabij geparkeerde auto's of een bocht.

Ongevallen bij een verkeerslicht deden zich meestal voor waar een VOP aanwezig was (77%). Verder was er bij 12% van de ongevallen bij een verkeerslicht ook een bus- of tramhalte aanwezig.

Van de 109 ongevallen bij een bus-/tramhalte, was bij 61% deze bus-/tramhalte de enige variabele. Ongevallen die plaatsvinden bij een bus- of tramhalte, zijn vermoedelijk passagiers die in- of uit willen stappen van de bus/tram of voetgangers die richting de bus-/tramhalte lopen of rennen.

Bijna 8% van de ongevallen vond plaats op fietspaden waar geen andere infra-element aanwezig was. Dit zijn locaties waar voetgangers vanaf het trottoir over het fietspad heen lopen om over te steken. De meeste ongevallen in deze categorie waren tussen voetgangers en fietsers, scooters en bromfietsen.

Tot slot vond 4% van de ongevallen plaats op het voetpad. Ongevallen die plaatsvinden op het voetpad, hebben meestal als botspartner een fietser of snor-/bromfietser, of het zijn voertuigen die over het voetpad moeten rijden om naar een parkeergarage te gaan.

Nog eens 1,6% van de ongevallen vond plaats op locaties waar alleen verkeerslichten stonden, op een rotonde, in een bocht of op fietsoversteekplaatsen.

In totaal waren er 84 ongevallen waarbij geen van de infrastructurele elementen op de ongevalslocatie aanwezig was of was genoteerd door de politie. Sommige van deze ongevallen hadden informatie zoals 'ongeval op 10 meter van de VOP' (het ongeval is opgenomen in de dataset vanwege het gebruik van het trefwoord VOP), maar aangezien het ongeval niet precies op de VOP was, is het toegedeeld aan de categorie 'geen voorziening aanwezig'. Of het ging om een ongeval waarbij de voetganger naar een verderop gelegen bushalte liep, maar het ongeval niet plaatsvond bij die bushalte, waardoor er geen voorziening kon worden genoteerd voor de plaats van het ongeval.

4.2 Locaties naar ongevalsernst

De politiedossiers bevatten informatie over ongevallen met dodelijke afloop of verwondingen, maar ze bevatten geen gedetailleerde informatie over de letselernst. Er wordt alleen aangegeven of iemand ter plaatse is overleden, is overgebracht naar het ziekenhuis, alleen ter plaatse is behandeld, of niet ter plaatse is behandeld.

Van de 622 beoordeelde voetgangersongevallen waren er 30 met dodelijke slachtoffers. Tabel 4.2 geeft de frequentie van infrastructurele elementen weer bij de 30 dodelijke voetgangersongevallen. Het merendeel van de dodelijke ongevallen vond plaats bij een VOP (47%) en 20% bij bushaltes.

Tabel 4.2. Combinatiefrequenties van variabelen voor dodelijke ongevallen

	VOP	Verkeerslicht	Bus/tram halte	Voetpad	Fietspad	Rotonde	Parkeren	Kanalisisatie met VRI	Bocht	Fietsoversteek
VOP	11	1	3	0	0	0	0	0	0	0
Verkeerslicht	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bus/tram halte	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0
Voetpad	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Fietspad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rotonde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parkeren	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Kanalisisatie met VRI	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Bocht	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fietsoversteek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAAL*	14	2	6	1	0	0	2	2	0	1
%	47%	7%	20%	3%	0%	0%	7%	7%	0%	3%

* Dit is het totale aantal voetgangersongevallen op een locatie waar de genoemde variabele aanwezig is, niet de som van de aantallen die erboven staan.

Van de 622 onderzochte voetgangersongevallen is in 165 gevallen (27%) de voetganger naar het ziekenhuis overgebracht. *Tabel 4.3* toont de variabelen die bij deze letselongevallen aanwezig waren. We zien we dat de meerderheid van de voetgangers die naar het ziekenhuis werden overgebracht, afkomstig was van locaties waar de voetganger zich op de VOP (59%) bevond. Andere locaties voor voetgangersverwondingen zijn bus-/tramhaltes, fietspaden en verkeerslicht: 12%, 10% en 8%.

Tabel 4.3. Combinatiefrequenties van variabelen voor letselongevallen (slachtoffer vervoerd naar ziekenhuis).

	VOP	Verkeerslicht	Bus/tram halte	Voetpad	Fietspad	Rotonde	Parkeren	Kanalisisatie met VRI	Bocht	Fietsoversteek
VOP	74	10	5	0	2	6	1	0	11	0
Verkeerslicht	10	9	1	0	3	0	0	2	1	0
Bus/tram halte	5	1	11	0	2	0	0	0	0	0
Voetpad	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Fietspad	2	3	2	0	10	0	0	0	1	0
Rotonde	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Parkeren	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Kanalisisatie met VRI	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0
Bocht	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Fietsoversteek	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
TOTAAL*	97	14	20	3	17	7	12	2	2	1
%	59%	8%	12%	2%	10%	4%	7%	1%	1%	1%

* Dit is het totale aantal voetgangersongevallen op een locatie waar de genoemde variabele aanwezig is, niet de som van de aantallen die erboven staan.

4.3 Ernst afloop per infrastructuurelement

Uit de hierboven gepresenteerde resultaten blijkt dat de meeste ongevallen gebeuren op VOP's (56% van de onderzochte ongevallen). Dit is aannemelijk aangezien de meeste voetgangers de weg/kruising oversteken waar een VOP aanwezig is. Van de 349 ongevallen op een VOP had 4% een dodelijke afloop en 28% een relatief ernstige afloop (slachtoffer naar ziekenhuis vervoerd). *Tabel 4.4* toont per infrastructuurelement de aandelen ongevallen met dodelijke afloop, ernstig letsel en alleen licht letsel/materiële schade.

Er zijn 0 dodelijke voetgangersongevallen aangetroffen op fietspaden en rotondes; de meeste van deze ongevallen hadden slechts licht letsel of materiële schade als afloop.

Bij fietsoversteeklocaties is er een hoog percentage voetgangersongevallen met dodelijke afloop (33%), maar dit komt door de zeer lage frequentie van deze ongevallen in onze dataset. Slechts 3 van de 622 bestudeerde ongevallen gebeurden bij een fietsoversteeklocatie. Meer ongevallen op fietsoversteeklocaties zullen moeten worden geëvalueerd om hun veiligheidsniveau voor voetgangers te onderzoeken.

Tabel 4.4. Ernst afloop voetgangersongevallen per element van infrastructuur.

Infrastructuurelement	Frequentie ongevallen	Dodelijk letsel	Ernstig letsel	Licht letsel / materiële schade
VOP	349	4%	28%	68%
Verkeerslicht	60	3%	23%	73%
Bus-/tramhalte	109	6%	18%	76%
Voetpad	24	4%	13%	83%
Fietspad	53	0%	32%	68%
Rotonde	24	0%	29%	71%
Parkeren	40	5%	30%	65%
Kanaliserie met VRI	10	20%	20%	60%
Bocht	6	0%	33%	67%
Fietsoversteek	3	33%	33%	33%

5 Conclusie

De probleemstelling voor dit onderzoek was welke infrastructurele voorzieningen er aanwezig zijn op locaties waar ongevallen met voetgangers plaatsvinden.

Na analyse van 622 geregistreerde ongevallen die door Rijkswaterstaat waren gefilterd op relevante trefwoorden in de ongevalsbeschrijving, komen we tot de conclusie dat ruim de helft (56%) van de voetgangers wordt aangereden op een voetgangersoversteekplaats (VOP). Dit is conform de verwachting, aangezien VOP's specifiek bedoeld zijn om oversteken voor voetgangers mogelijk te maken. Op deze locaties steken dus relatief veel voetgangers over (hoge expositie). Wettelijk gezien moeten bestuurders voetgangers, die op een VOP met zebra oversteken of kennelijk op het punt staan dit te doen, voor laten gaan (RVV 1990 art 49.2). Deze resultaten geven een eerste inzicht in de veiligheid op deze locaties. Nader onderzoek op VOP-locaties zal uit moeten wijzen hoe dergelijke ongevallen kunnen gebeuren en hoe deze zijn te voorkomen. Voorbeelden van mogelijke oorzaken zijn: slecht zicht, onoverzichtelijke situatie, te laat worden opgemerkt (door afleiding), verkeerde inschatting door de voetganger/bestuurder en dergelijke.

Ook nabij bus- en tramhaltes vinden vaak aanrijdingen plaats met voetgangers; 18% van de geanalyseerde voetgangersongevallen vond plaats nabij een bus- of tramhalte. Sommige ongevallenregistraties gaven aan dat de voetganger in of uit de bus/tram stapte, en sommige renden naar de halte om een bus of tram te halen. Ook deze locaties zijn van belang voor verder onderzoek.

VRI-kruispunten vormen de derde groep als het gaat om voetgangersongevallen; 10% van de geanalyseerde ongevallen vond plaats bij een VRI. In deze gevallen is het mogelijk dat voetgangers en afslaande auto's tegelijk groen hadden. Het zou ook kunnen dat de voetganger of de bestuurder het rode licht negeerde.

De resultaten van dit onderzoek belichten de specifieke infrastructurele elementen die aanwezig waren op een ongevalslocatie voor voetgangers. Het geeft een globaal beeld van de locaties waar voetgangersongevallen plaatsvinden. Op basis van dit onderzoek en op basis van de beschikbare gegevens is het aan te bevelen om vooral bij VOP's en bus-/tramhaltes verder onderzoek te doen naar de oorzaak van voetgangersongevallen.

Literatuur

Abaza, O.A., Arafat, M. & Chowdhury D. (2018). *Study on Pedestrian Road Crossing Compliance at High Pedestrian Crash Locations of Anchorage, Alaska*. In: International Conference on Transportation and Development 2018: Planning, Sustainability, and Infrastructure Systems - Selected Papers: p. 19–29.

Al-Shammari, N., Bendak, S. & Al-Gadhi, S. (2009). *In-Depth Analysis of Pedestrian Crashes in Riyadh*. In: Traffic Injury Prevention, vol. 10, nr. 6, p. 552–59.

Apardian, R.E. & Monwar Alam, B. (2020). *Pedestrian Fatal Crash Location Analysis in Ohio Using Exploratory Spatial Data Analysis Techniques*. In: Transportation Research Record, vol. 2674, nr. 11, p. 888–900.

BRON (2020). *Slachtoffers Voetganger*. Geraadpleegd 30 november 2021 op: [https://theses.swov.nl/single/?appid=d1569e91-8a56-4922-a336-2373764a6889&sheet=1f44fbe4-879c-4f7e-adc4-4e7a5cc5cdb5&opt=cursel%2Cctxmenu&select=Voetganger%20\(betrokkenheid\),1](https://theses.swov.nl/single/?appid=d1569e91-8a56-4922-a336-2373764a6889&sheet=1f44fbe4-879c-4f7e-adc4-4e7a5cc5cdb5&opt=cursel%2Cctxmenu&select=Voetganger%20(betrokkenheid),1)

CBS Statline (2020). *Overledenen; doden door verkeersongeval in Nederland, wijze van deelname*. Geraadpleegd 29 september 2021 op: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/71936ned/table?ts=1539365088669>

Chen, P. & Zhou, J. (2016). *Effects of the Built Environment on Automobile-Involved Pedestrian Crash Frequency and Risk*. In: Journal of Transport and Health, vol. 3, nr. 4, p. 448–56.

Clifton, K.J., Burnier, C.V. & Akar, G. (2009). *Severity of Injury Resulting from Pedestrian–Vehicle Crashes: What Can We Learn from Examining the Built Environment?* In: Transportation Research Part D: Transport and Environment, vol. 14, nr. 6, p. 425–36.

Damsere-Derry, J., Ebel, B.E., Mock, C.N., Afukaar, F., et al. (2010). *Pedestrians' Injury Patterns in Ghana*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 42, nr. 4, p. 1080–88.

European Road Safety Observatory (2018). *ERSO-EU Traffic Safety Basic Facts 2018: Pedestrians*. European Commission, Directorate General for Transport, June 2018.

Ewing, R., Schieber, R.A. & Zegeer, C.V. (2003). *Urban Sprawl as a Risk Factor in Motor Vehicle Occupant and Pedestrian Fatalities*. In: American Journal of Public Health, vol. 93, nr. 9, p. 1541–45.

Gitelman, V., Balasha, D., Carmel, R., Hendel, L., et al. (2012). *Characterization of Pedestrian Accidents and an Examination of Infrastructure Measures to Improve Pedestrian Safety in Israel*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 44, nr. 1, p. 63–73.

- Haleem, K., Alluri, P. & Gan, A. (2015). *Analyzing Pedestrian Crash Injury Severity at Signalized and Non-Signalized Locations*. In: *Accident Analysis and Prevention*, vol. 81, p. 14–23.
- Haule, H.J., Sando, T., Kitali, A.E. & Richardson, R. (2019). *Investigating Proximity of Crash Locations to Aging Pedestrian Residences*. In: *Accident Analysis and Prevention*, vol. 122, p. 215–225.
- Hess, P., Moudon, A. & Matlick, J. (2004). *Pedestrian Safety and Transit Corridors*. In: *Journal of Public Transportation*, vol. 7, nr. 2, p. 73–93.
- Kwayu, K.M., Kwigizile, V. & Oh, J.S. (2019). *Evaluation of Pedestrian Crossing-Related Crashes at Undesignated Midblock Locations Using Structured Crash Data and Report Narratives*. In: *Journal of Transportation Safety and Security*, <https://doi.org/10.1080/19439962.2019.1679306>.
- Lee, C. & Abdel-Aty, M. (2005). *Comprehensive Analysis of Vehicle-Pedestrian Crashes at Intersections in Florida*. In: *Accident Analysis and Prevention*, vol. 37, nr. 4, p. 775–786.
- Lenze, D.G. (2003). *A Micro-Location Model of Public Investment in Pedestrian Safety Capital*. Bureau of Economic and Business Research, University of Florida.
- Lightstone, A.S., Dhillon, P.K. Peek-Asa, C. & Kraus, J.F. (2001). *A Geographic Analysis of Motor Vehicle Collisions with Child Pedestrians in Long Beach, California: Comparing Intersection and Midblock Incident Locations*. In: *Injury Prevention*, vol. 7, nr. 2, p. 155–160.
- Ministerie van IenW, et al. (2018). *Strategisch Plan Verkeersveiligheid 2030; Veilig van deur tot deur*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Den Haag.
- National Safety Council (2019). *Pedestrians*. Geraadpleegd juli 2021 op NSC Injury Facts: <https://injuryfacts.nsc.org/motor-vehicle/road-users/pedestrians/>
- Oh, C., Kang, Y.S., Youn, Y. & Konosu, A. (2008). *Development of Probabilistic Pedestrian Fatality Model for Characterizing Pedestrian-Vehicle Collisions*. In: *International Journal of Automotive Technology*, vol. 9, nr. 2, p. 191–196.
- Olszewski, P., Szagała, p., Wola, M. & Zieli, A. (2015). *Pedestrian Fatality Risk in Accidents at Unsignalized Zebra Crosswalks in Poland*. In: *Accident Analysis and Prevention*, vol. 84, p. 83–91.
- Platform Ruimte voor Lopen (2019). *Over Ruimte voor Lopen*. Platform Ruimte voor Lopen, Den Haag. Geraadpleegd 11 november 2020 op <https://ruimtevoorlopen.nl/over-ruimte-voor-lopen/>
- Raghuram Kadali, B. & Vedagiri, P. (2020). *Role of Number of Traffic Lanes on Pedestrian Gap Acceptance and Risk Taking Behaviour at Uncontrolled Crosswalk Locations*. In: *Journal of Transport and Health*, vol. 19, art. 100950.
- Rothman, L., Howard, A.W., Camden, A. & Macarthur, C. 2012. *Pedestrian Crossing Location Influences Injury Severity in Urban Areas*. In: *Injury Prevention*, vol. 18, nr. 6, p. 365–370.
- Schneider, R.J., Ryznar, R.M. & Khattak, A.J. (2004). *An Accident Waiting to Happen: A Spatial Approach to Proactive Pedestrian Planning*. In: *Accident Analysis and Prevention*, vol. 36, nr. 2, p. 193–211.
- Schneider, R.J., Sanders, R.L., Proulx, F.R. & Moayyed, H. (2021). *United States Fatal Pedestrian Crash Hot Spot Locations and Characteristics*. In: *Journal of Transport and Land Use*, vol. 14, nr. 1, p. 1–23.

Sebert Kuhlmann, A.K., Brett, J., Thomas, D. & Sain, S.R. (2009). *Environmental Characteristics Associated with Pedestrian-Motor Vehicle Collisions in Denver, Colorado*. In: American Journal of Public Health, vol. 99, nr. 9, p. 1632–1637.

Siddiqui, N.A., Chu, X. & Guttenplan, M. (2006). *Crossing Locations, Light Conditions, and Pedestrian Injury Severity*. In: Transportation Research Record, vol. 1982, nr. 1, p. 141–149.

Schepers, J.P. & Methorst, R. (2020). *Voetgangersveiligheid; Verkenning van onveiligheid, oorzaken en beleidsmogelijkheden*. R-2020-4. SWOV, Den Haag.

SWOV (2020a). *Voetgangers*. SWOV-factsheet, juli 2020, SWOV, Den Haag.

SWOV (2020b). *Ernstig verkeersgewonden in Nederland*. SWOV-factsheet, december 2020, SWOV, Den Haag.

Tarko, A. & Azam, M.S. (2011). *Pedestrian Injury Analysis with Consideration of the Selectivity Bias in Linked Police-Hospital Data*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 43, nr. 5, p. 1689–1695.

Ukkusuri, S., Miranda-Moreno, L.F., Ramadurai, G. & Isa-Tavarez, J. (2012). *The Role of Built Environment on Pedestrian Crash Frequency*. In: Safety Science, vol. 50, nr. 4, p. 1141–1151.

Ongevallen voorkomen Letsel beperken Levens redden

SWOV

Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Postbus 93113

2509 AC Den Haag

Bezuidenhoutseweg 62

070 – 317 33 33

info@swov.nl

www.swov.nl

 [@swov_nl](#) / [@swov](#)

 [linkedin.com/company/swov](https://www.linkedin.com/company/swov)