

Verkeersveiligheidseffecten van '2e-tranchemaatregelen'

Schatting slachtoffer- en kostenbesparing tot en met het tweede deel van de investeringsimpuls infrastructuur

R-2023-19

SWOV



Auteurs



S.E. Gebhard, MSc



Dr. G.J. Wijlhuizen



Dr. ir. A. Dijkstra

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

Documentbeschrijving

| | |
|----------------------------|--|
| Rapportnummer: | R-2023-19 |
| Titel: | Verkeersveiligheidseffecten van '2e-tranchemaatregelen' |
| Ondertitel: | Schatting slachtoffer- en kostenbesparing tot en met het tweede deel van de investeringsimpuls infrastructuur |
| Auteur(s): | S.E. Gebhard, MSc, dr. G.J. Wijlhuizen & dr. ir. A. Dijkstra |
| Projectleider: | Dr. G.J. Wijlhuizen |
| Projectnummer SWOV: | E23.23 |
| Projectcode opdrachtgever: | N1711M-0940-ON-EKIE |
| Opdrachtgever: | IenW |
| Projectinhoud: | Met de tweede tranche van de Investeringsimpuls Verkeersveiligheid heeft de Nederlandse rijksoverheid in 2022-2023 een bedrag van 75 miljoen euro gehonoreerd voor infrastructurele verkeersveiligheidsmaatregelen op provinciale, gemeentelijke en waterschapswegen. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft aan SWOV gevraagd om de verkeersveiligheidseffecten van de (voor)genomen maatregelen uit deze tweede tranche en van de eerste en tweede tranche samen te schatten en af te zetten tegen de kosten. |
| Aantal pagina's: | 130 |
| Fotografen: | Paul Voorham (omslag) – Peter de Graaff (portretten) |
| Uitgave: | SWOV, Den Haag, 2023 |

**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

De Nederlandse rijksoverheid heeft tot 2030 een bedrag van 500 miljoen euro beschikbaar gesteld om een impuls te geven aan het verbeteren van de verkeersveiligheid, waarvan 450 miljoen voor provinciale, gemeentelijke en waterschapswegen. Deze Investeringsimpuls Verkeersveiligheid wordt in verschillende tranches gegeven. In de eerste tranche is in 2020-2021 een rijksbijdrage van 165 miljoen euro in de vorm van cofinanciering toegekend voor een veertigtal bewezen effectieve infrastructurele verkeersveiligheidsmaatregelen. Nu, in de tweede tranche, is in 2022-2023 weer een rijksbijdrage gehonoreerd van 75 miljoen euro. Decentrale overheden konden uit de 'menukaart'¹ met maatregelen kiezen om in aanmerking te komen voor (maximaal 50%) cofinanciering. De gehonoreerde maatregelen dienden/dienen voor de tweede tranche in de periode 2023-2027 te worden uitgevoerd.

Bij een meerjarig investeringsprogramma is het van belang om tussentijds een beeld te krijgen van de – tot dan toe – verwachte effecten, in dit geval verbetering van de verkeersveiligheid. In 2022 heeft SWOV de verkeersveiligheidseffecten van de (voor)genomen maatregelen uit de eerste tranche geschat en afgezet tegen de kosten.² Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft aan SWOV gevraagd om ook voor de tweede tranche aan maatregelen de verwachte verkeersveiligheidseffecten en kosteneffectiviteit in beeld te brengen. De onderzoeksvraag van het ministerie van IenW luidt:

Wat zijn de verkeersveiligheidseffecten (geschatte aantal vermeden verkeersslachtoffers) en kosteneffectiviteit van de (voor)genomen maatregelen uit de tweede tranche en van de eerste en tweede tranche samen?

Het is belangrijk om hier al op te merken dat met een schatting van 'het aantal vermeden verkeersslachtoffers' niet een-op-een geschat wordt hoeveel het aantal verkeersslachtoffers in Nederland zal gaan dalen. Slachtofferontwikkelingen worden immers ook door andere factoren beïnvloed, zoals mobiliteitsontwikkelingen. Wel geeft het vermeden aantal aan hoeveel méér verkeersslachtoffers er mogelijk zouden zijn gevallen als de 2e-tranchemaatregelen *niet* genomen zouden zijn. Er is in dit onderzoek van uitgegaan dat *alle* voorgenomen en gehonoreerde maatregelen in de periode 2023 tot en met 31 december 2027 (zullen) worden uitgevoerd.

Methode

Het onderzoek is uitgevoerd in twee stappen: de effectschatting en de kostenschatting.



1. <https://investeringsimpulssp.nl/investeringsimpuls-tweede-tranche/>

2. Gebhard, S. E., et al. (2022). *Verkeersveiligheidseffecten van '1e-tranchemaatregelen'; Schatting slachtoffer- en kostenbesparing als gevolg van eerste deel investeringsimpuls infrastructuur*. R-2022-12. Den Haag, SWOV.

Effectschatting

In de effectschatting zijn de aantallen vermeden verkeersslachtoffers – verkeersdoden en (ernstig) verkeersgewonden – door de maatregelen geschat. Per genomen maatregel is het verwachte aantal vermeden slachtoffers per jaar (Δ) berekend als: $\Delta = P \cdot S \cdot E$

Hierbij is:

- **P** = Penetratiegraad: het aandeel van de groep infrastructuur waarop de maatregel effect heeft, bijvoorbeeld het aandeel kruispunten dat wordt aangepast;
- **S** = Slachtoffers: het jaarlijks aantal slachtoffers in de groep waarop de maatregel betrekking heeft;
- **E** = Effectiviteit/reductiefactor: het aandeel slachtoffers (binnen **S**) dat volgens evaluatiestudies bespaard kan worden door invoering van de maatregel.

Er is aangenomen dat een infrastructurele maatregel een levensduur van circa 30 jaar heeft en gedurende die gehele periode een preventief effect heeft. Het aantal vermeden slachtoffers over die periode van 30 jaar is: $\Delta \times 30 \text{ jaar} = P \cdot S \cdot E \times 30 \text{ jaar}$. Bij maatregelen die ook deel uitmaakten van de eerste tranche investeringsimpuls is uitgegaan van eenzelfde effectiviteit (**E**) en slachtoffergroep (**S**) als in de eerdere effectschatting, om de effecten van de verschillende tranches vergelijkbaar te houden.

Bovengenoemde factoren **P**, **S** en **E** zijn niet altijd goed bekend, waardoor er veel schattingen en aannames nodig waren. Deze aannames zijn zo veel mogelijk ‘behoudend’ gedaan, wat wil zeggen dat de aantallen vermeden slachtoffers niet systematisch zijn overschat. Verder is er steeds van uitgegaan dat de maatregelen worden genomen op *gemiddelde* Nederlandse wegen/locaties zonder de maatregel. Als ze worden genomen op locaties waar er bijvoorbeeld veel meer slachtoffers vallen of waar veel meer verkeer rijdt dan gemiddeld, kan het zijn dat de besparingen op lokaal niveau hoger uitvallen. Door de vele onzekerheden geeft de effectschatting slechts een indicatie van het aantal vermeden slachtoffers.

Kostenschatting

In de kostenschatting zijn de kosten van de maatregelen berekend én de slachtofferkosten die daarmee naar schatting zijn bespaard.

De kosten van de maatregelen zijn gebaseerd op de omvang waarin deze in de tweede tranche investeringsimpuls zijn gehonoreerd en gesubsidieerd. Voor de kosten van een maatregel is uitgegaan van de totale verwachte kosten inclusief btw. De totale kosten betreffen de bedragen die de aanvrager heeft opgegeven bij de aanvraag van de cofinanciering. De toegekende cofinanciering door het Rijk is per aanvraag bepaald op basis van kostenkengetallen per maatregel³ en plafondbedragen per wegbeheerder. Verder mocht de rijksbijdrage maximaal 50% van de totale kosten bedragen.

De geschatte kostenbesparing door de maatregelen is gebaseerd op de effectschatting. Het aantal vermeden verkeersdoden en verkeersgewonden over de werkzame periode van 30 jaar is vervolgens in geld uitgedrukt aan de hand van de volgende waarderingen per slachtoffer:⁴

- Waarde van een verkeersdode: € 6,5 miljoen
- Waarde van een matig of ernstig verkeersgewonde (MAIS2+)⁵: € 0,7 miljoen



3. Soffers, E., Hensbroek, R. & Krijnen, T. (2022). *Kostenkengetallen menukaart regeling stimulering verkeersveiligheidsmaatregelen (2022-2023)*. Arcadis Nederland B.V., Amersfoort.

4. Horst, M. van der (2022). *Actualisatie maatschappelijke kosten van verkeersongevallen; Overzichtsnotitie*. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid KiM, Den Haag.

5. MAIS staat voor Maximum AIS: het ernstigste letsel bij een slachtoffer volgens de internationaal gebruikte Abbreviated Injury Scale (AIS). Deze schaal loopt van 1 (licht letsel) tot 6 (maximaal).

Omdat de kosten en – vooral – de baten grotendeels in de toekomst liggen, is ook gekeken naar de netto contante waarde. Hierbij hebben we de bedragen ‘gedisconteerd’ met een vastgesteld percentage (discontovoet).⁶ Met discontering van geldstromen in de toekomst wordt gecompenseerd voor onzekerheden en voor de economische voorkeur om geld in de nabije toekomst te ontvangen in plaats van in de verre toekomst. Hierdoor wordt een bedrag (kost of besparing) steeds minder waard naarmate dit verder in de toekomst ligt.

Resultaten

Geschat effect tweede tranche

Er is geschat dat over een periode van 30 jaar door alle 2e-tranchemaatregelen samen de volgende aantallen slachtoffers worden vermeden:

| | |
|------------------|---|
| 1. MAIS2 | 393 vermeden matig gewonde slachtoffers |
| 2. MAIS3+ | 183 vermeden ernstig gewonde slachtoffers |
| 3. Verkeersdoden | 15 vermeden verkeersdoden |
| Totaal: | 592 vermeden slachtoffers |

Zoals gezegd is dit een indicatieve – en conservatieve – inschatting, waarvoor er verschillende aannames zijn gedaan. Deze aantallen zijn *niet* op te vatten als de aantallen waarmee het aantal verkeersslachtoffers in Nederland de komende 30 jaar zal gaan dalen. Daarvoor zijn er te veel andere factoren die meespelen, zoals mobiliteitsontwikkelingen. Wel zijn ze te interpreteren als het geschatte verschil tussen wel of geen uitvoering van 2e-tranchemaatregelen. Zonder deze maatregelen zou het totale aantal verkeersslachtoffers in Nederland hoger uitvallen.

De resultaten per gehonoreerde maatregel staan weergegeven in *Tabel 1*, uitgedrukt in eurowaarde: de bespaarde kosten door vermeden verkeersslachtoffers, de totale maatregelkosten, en het netto resultaat, allemaal nog zonder discontering.

Geschatte kosteneffectiviteit tweede tranche

Zonder discontering (*Tabel 1*)

De totale maatregelkosten, gebaseerd op de opgegeven kosten uit de aanvragen, worden geschat op € 225 miljoen, waarvan € 75 miljoen door het Rijk is gefinancierd.

De kostenbesparingen per maatregel zijn gebaseerd op de effectschatting – de vermeden aantallen slachtoffers – en de kosten per verkeersdode (€ 6,5 miljoen) en verkeersgewonde (MAIS2 en MAIS3+; € 0,7 miljoen). De totale kostenbesparing door de gehonoreerde maatregelen uit de tweede tranche wordt daarmee geschat op € 501 miljoen, een factor 2,2 groter dan de totale maatregelkosten.

De kosteneffectiviteit is daarmee 2,2, wat wil zeggen dat een investering van elke €1000,- een besparing oplevert van € 2.200,-.

Met discontering

Omdat de kosten en – vooral – de baten grotendeels in de toekomst liggen, is ook gekeken naar de netto contante waarde van de kosten en baten. De gediscoteerde maatregelkosten worden geschat op € 217 miljoen en de gediscoteerde kostenbesparing op € 324 miljoen. De gediscoteerde netto kostenbesparing komt daarmee op ruim € 107 miljoen en de gediscoteerde kosteneffectiviteit op 1,5. Een investering van elke €1000,- levert een besparing op van € 1.500,-.



6. Rijkswaterstaat (2021). *Discontovoet*. Geraadpleegd November 2023 op <https://www.rwseconomie.nl/discontovoet>.

Tabel 1. Resultaten per maatregel — Besparing van aantal slachtoffers (doden + MAIS2+) in euro's versus de maatregelkosten.
De bedragen zijn afgerond op duizendtallen en er is nog geen discontovoet toegepast op deze kosten en besparingen.

| Cat. | ID | Maatregel | Omvang 2e tranche | Besparing slachtoffers | Kosten maatregelen ⁷ | Netto: besparing minus kosten |
|--------------|-----------------------|--|----------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Alg. | 301 | Openbare verlichting | 847 st | € 32.841.000 | € 1.049.000 | € 31.792.000 |
| Fiets | 310 | Kant-/asmarkering fietspad | 194 km | € 3.724.000 | € 1.820.000 | € 1.904.000 |
| | 311 | Lichtmasten verplaatsen | 90 st | € 11.000 | € 112.000 | - € 101.000 |
| | 312 | Fietspaaltjes verwijderen | 242 st | € 12.450.000 | € 131.000 | € 12.319.000 |
| | 313 | Fietspaaltjes: attentieverhogende markering | 255 st | € 4.854.000 | € 193.000 | € 4.661.000 |
| | 314 | Afgeschuinde stoepranden | 4,3 km | € 3.254.000 | € 153.000 | € 3.101.000 |
| | 315 + 316 | Gesloten verharding herstellen | 39 d | € 146.000 | € 284.000 | - € 138.000 |
| | 317 | Verharding fietspad vervangen | 59 km | € 6.650.000 | € 7.017.000 | - € 367.000 |
| | 318 | Verbreding fietspad | 62 km | € 21.739.000 | € 12.345.000 | € 9.394.000 |
| | 319 | Plateau op oversteek solitair fietspad | 37 st | € 376.000 | € 1.055.000 | - € 679.000 |
| | 321 | Vrijliggend (brom)fietspad GOW50, ETW60 of GOW80 | 70 km | € 32.726.000 | € 23.117.000 | € 9.609.000 |
| | 322 | Fysiek opheffen fietsoversteek | 12 st | € 0 | € 145.000 | - € 145.000 |
| | 323 | Aanleg ongelijkvloerse kruising (onderdoorgang) | 2 st | € 848.000 | € 14.907.000 | - € 14.059.000 |
| | 324 | Aanleg ongelijkvloerse kruising (brug) | 5 st | € 1.119.000 | € 20.289.000 | - € 19.170.000 |
| ETW30 | 330 | Kruispuntplateaus | 606 st | € 16.864.000 | € 28.000.000 | - € 11.136.000 |
| | 331 | Snelheidsremmer: drempels | 409 st | € 13.930.000 | € 4.888.000 | € 9.042.000 |
| | 332 | Snelheidsremmer: wegversmalling | 93 st | € 3.484.000 | € 379.000 | € 3.105.000 |
| | 333 | Snelheidsremmer: asverspringing | 74 st | € 3.024.000 | € 445.000 | € 2.579.000 |
| | 334 + 320 + 350 | Uitritconstructie | 168 st | € 56.701.000 | € 1.830.000 | € 54.871.000 |
| | 335 | VOP aanbrengen | 32 st | € 32.000 | € 817.000 | - € 785.000 |
| | 336 | Schoolzone | 171 st | € 3.225.000 | € 237.000 | € 2.988.000 |
| | 337 | Fietsstraat | 34 km | € 0 | € 27.646.000 | - € 27.646.000 |



7. De totale maatregelkosten zijn geschat op basis van de opgegeven kosten in de subsidieaanvragen. De rijksbijdrage vormt maximaal 50% van de maatregelkosten.

| Cat. | ID | Maatregel | Omvang 2e tranche | Besparing slachtoffers | Kosten maatregelen ⁷ | Netto: besparing minus kosten |
|---------------|--------------|---|----------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| GOW50 | 340 | Verwijderen langsparkeren | 144 st | € 852.000 | € 190.000 | € 662.000 |
| | 341 | Middengeleider tegen links afslaan | 9 st | € 3.274.000 | € 181.000 | € 3.093.000 |
| | 342 | Rotondes aanleggen | 31 st | € 27.933.000 | € 13.999.000 | € 13.934.000 |
| | 343 | Rammelstrook asmarkering | 9,2 km | € 354.000 | € 188.000 | € 166.000 |
| | 344 | Van 50 naar 30 | 41 km | € 158.435.000 | € 26.165.000 | € 132.270.000 |
| | 345 | GOP aanbrengen | 12 st | € 0 | € 560.000 | - € 560.000 |
| | 346 + 347 | VOP of zebra aanbrengen | 62 st | € 392.000 | € 2.269.000 | - € 1.877.000 |
| | 348 | Fietsoversteek met middeneiland | 48 st | € 1.675.000 | € 2.821.000 | - € 1.146.000 |
| | 349 | Snelheidsremmend plateau bij fietsoversteek | 58 st | € 2.324.000 | € 3.219.000 | - € 895.000 |
| ETW60 | 360 | Kruispuntplateaus | 206 st | € 19.088.000 | € 7.960.000 | € 11.128.000 |
| | 361 | Snelheidsremmers | 213 st | € 9.014.000 | € 3.089.000 | € 5.925.000 |
| | 362 | Rijloper met kantstroken (fiets- of suggestiestroken) | 52 km | € 5.288.000 | € 1.652.000 | € 3.636.000 |
| GOW80 | 370 + 371 | Gescheiden rijrichtingen | 11 km | € 2.617.000 | € 343.000 | € 2.274.000 |
| | 372 | Draagkrachtige berm | 8,3 km | € 1.867.000 | € 211.000 | € 1.656.000 |
| | 373 | Geleiderail aanbrengen | 1,8 km | € 195.000 | € 183.000 | € 12.000 |
| | 374 | Verwijderen bomen | 1 st | € 12.000 | € 300 | € 11.700 |
| | 375 | Parallelweg aanleggen | 0 km | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 376 | Rammelstrook asmarkering | 0 km | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 377 | Fietsoversteek met middeneiland | 12 st | € 1.321.000 | € 1.275.000 | € 46.000 |
| | 378 | Snelheidsremmend plateau bij fietsoversteek | 3 st | € 382.000 | € 175.000 | € 207.000 |
| | 379 | Rotondes aanleggen | 12 st | € 15.633.000 | € 9.446.000 | € 6.187.000 |
| | 380 | Van 80 naar 60 | 35 km | € 29.523.000 | € 3.933.000 | € 25.590.000 |
| S100 | 390 | Geleiderail rijrichtingscheiding | 0 km | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 391 | Draagkrachtige berm | 1,7 km | € 1.945.000 | € 406.000 | € 1.539.000 |
| | 393 | Obstakelvrije berm | 0 km | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 394 | Parallelweg aanleggen | 0 km | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 395 | Ongelijkvloerse kruising | 0 st | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 396 | Van 100 naar 80 | 0,81 km | € 1.318.000 | € 60.000 | € 1.258.000 |
| TOTAAL | | | | € 501.440.000 | € 225.184.000 | € 276.256.000 |

Kosteneffectiviteit eerste en tweede tranche samen

Tabel 2 toont per ernstcategorie de geschatte slachtofferbesparingen als gevolg van elk van de eerste twee tranches van de investeringsimpuls, en van beide samen. In totaal worden door beide tranches van de investeringsimpuls naar schatting 1.664 slachtoffers vermeden.

Tabel 2. Totale aantallen vermeden slachtoffers door de 1^e en 2^e tranche van de investeringsimpuls

| Slachtofferernst | Besparing aantal slachtoffers | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------|
| | 1 ^e tranche | 2 ^e tranche | Totaal |
| Doden | 26 | 15 | 41 |
| Ernstig verkeersgewonden (MAIS3+) | 333 | 183 | 516 |
| Matig verkeersgewonden (MAIS2) | 713 | 393 | 1.106 |
| Totaal | 1.072 | 592 | 1.664 |

Uitgedrukt in eurowaarde, zijn de resultaten van beide tranches in Tabel 3 weergegeven. De kosteneffectiviteit van de beide tranches samen is naar schatting 2,5 (zonder discontering) en 1,7 (met discontering). Omdat in beide gevallen de waarde >1 is, is de besparing groter dan de investering in de maatregelen. Een investering van elke €1000,- levert een besparing op van € 2.500,- (zonder discontering) en € 1.700,- (met discontering).

Tabel 3. Kosteneffectiviteit eerste en tweede tranche investeringsimpuls samen; zowel met- als zonder discontering

| Tranche | Zonder discontering | | | Met discontering | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| | Totale maatregelkosten | Totale besparing | Kosten-effectiviteit | Totale maatregelkosten | Totale besparing | Kosten-effectiviteit |
| 1 ^e tranche | € 328.960.000 | € 896.903.000 | 2,7 | € 316.278.000 | € 592.019.000 | 1,9 |
| 2 ^e tranche | € 225.184.000 | € 501.440.000 | 2,2 | € 218.202.000 | € 331.206.000 | 1,5 |
| Totaal | € 554.144.000 | € 1.398.343.000 | 2,5 | € 534.480.000 | € 923.225.000 | 1,7 |

Discussie

De tweede tranche investering blijkt met een gediscoteerde kosteneffectiviteit van 1,5 iets minder kosteneffectief te zijn dan de eerste tranche. Dat kan onder andere te maken hebben met het toevoegen van minder (kosten)effectieve maatregelen aan het maatregelpakket (bijvoorbeeld fietsstraten, fietspadverharding vervangen). Ook kan een rol gespeeld hebben dat de totale kosten bij de tweede tranche op een andere manier zijn bepaald. Bij de eerste tranche is ervan uitgegaan dat de rijksbijdrage over het algemeen 50% van de totale kosten zou bedragen en dat de totale kosten daarmee vergelijkbaar zouden zijn met twee keer de rijksbijdrage. Dit was mogelijk een onderschatting van de totale kosten. Bij het berekenen van de tweede tranche was meer informatie beschikbaar uit de subsidieaanvragen en is uitgegaan van totale maatregelkosten zoals die tijdens het subsidieaanvraagproces zijn vastgesteld.

Voor de effectschatting op het aantal slachtoffers waren aannames nodig en ook de schattingsmethode kent een aantal beperkingen. Om die reden blijft ook het effect van zo'n 592 vermeden slachtoffers door de 2^e-tranchemaatregelen een grove indicatie.

Om te beginnen is voor deze effectschatting aangenomen dat *alle* maatregelen waarvoor de rijksbijdrage in de tweede tranche is toegekend ook in de vastgestelde periode 2023-2027 worden uitgevoerd. Door omstandigheden zou het echter kunnen zijn dat een deel van deze

maatregelen niet of vertraagd wordt uitgevoerd. Het is niet bekend in welke mate dat aan de orde is.

Verder speelt bij de effectschatting nog een aantal andere onzekerheden, waarvan de belangrijkste hieronder worden besproken.

Mobiliteitsontwikkelingen

In deze methode van effectschatting is geen rekening gehouden met algemene mobiliteitsontwikkelingen die de verkeersveiligheid en mogelijk ook de effectiviteit van de maatregelen kunnen beïnvloeden. Dit zijn onder meer:

- toekomstige ontwikkelingen in intensiteiten en samenstelling van het verkeer;
- veranderingen in gebruik van vervoerswijzen, zoals een verschuiving daarin (modal shift) of het gebruik van nieuwe lichte elektrische voertuigen (LEV's);
- veranderingen op netwerkniveau (verkeersstromen en -samenstelling), bijvoorbeeld door de omvorming van een 50km/uur- naar een 30km/uur-weg.

Beschikbare gegevens

Niet alle benodigde gegevens voor de effectschatting waren beschikbaar:

- De effectiviteit van maatregelen (**E**) is niet altijd bekend uit Nederlandse evaluatiestudies; veel informatie over de effecten is daarom gebaseerd op buitenlandse studies. Daarnaast onderscheiden evaluatiestudies niet altijd verkeersslachtoffers van verschillende letselernst, of wordt alleen naar het effect op (letsel)ongevallen gekeken.
- De penetratiegraad (**P**) is niet altijd bekend: voor verschillende maatregelen moest de beginsituatie (grof) worden geschat. Het deel van de infrastructuur waarop een maatregel (bijvoorbeeld een kruispuntplateau) reeds was uitgevoerd komt immers niet meer in aanmerking voor die maatregel.
- De slachtoffergroep (**S**) is niet altijd bekend: onder andere door onbekende penetratiegraad moest deze groep soms (grof) worden geschat. Slachtoffers op een deel van de infrastructuur dat niet meer in aanmerking komt voor een maatregel zullen ook niet door die maatregel kunnen worden beïnvloed. Daarnaast zijn er tekortkomingen in de gegevensregistratie wat betreft aantallen verkeersongevallen (met name fietsongevallen), relevante ongevalskenmerken en ongevalslocaties

Locatiespecifieke gegevens

De effectschatting houdt op dit moment geen rekening met de kenmerken van de locaties waar de maatregelen worden uitgevoerd, zoals ontwerpkenmerken en intensiteit en samenstelling van het verkeer. Wanneer een locatie wat dat betreft niet 'gemiddeld' is, zou een maatregel een ander effect kunnen hebben dan hier is berekend. Noch de locaties waarop de maatregelen worden uitgevoerd, noch de kenmerken van die locaties zijn op dit moment echter beschikbaar. Om locatiespecifieke gegevens voor de effectschatting te kunnen gebruiken, is er een centraal punt nodig voor het vastleggen en beheren van gegevens over de gehonoreerde maatregelen, zoals type maatregel, tijdstip van realisatie, precieze locatie en verkeersintensiteiten vóór en na aanleg van de maatregel. Daarmee wordt het mogelijk om kennis te verwerven over effecten van genomen maatregelen in de Nederlandse situatie, bijvoorbeeld in voor-nastudies.

Aanbevelingen

Gericht op het optimaliseren van de kosteneffectiviteit

1. Uit de evaluaties van de eerste en tweede tranche van de investeringsimpuls is gebleken dat niet alle maatregelen even kosteneffectief zijn (zie ook *Tabel 1*). Aanbevolen wordt de menukaart aan maatregelen zo veel mogelijk te richten op de meest kosteneffectieve maatregelen.

Gericht op meer kennis over de effectiviteit van maatregelen

Bij veel maatregelen is het verkeersveiligheidseffect nog niet goed gekwantificeerd. Om te kunnen sturen op effectieve maatregelen is het wenselijk om evaluatiestudies te faciliteren:

2. Ontwikkel verdere kennis over effecten van maatregelen in de Nederlandse situatie. Gebruik daarvoor ook gegevens over genomen maatregelen, met aanvullende informatie over de locatie en de verkeersintensiteiten aldaar.
3. Zorg voor verdere kennisontwikkeling door de opzet en het beheer van een centraal bestand met gegevens over genomen maatregelen. Denk daarbij aan type maatregel, datum van realisatie, locatie en daaraan gerelateerde kenmerken zoals intensiteiten, snelheidslimieten. De gegevens lenen zich voor het uitvoeren van 'voor- en nastudies' om de effecten van genomen maatregelen te bepalen.

Gericht op betere doorrekening van effecten investeringsimpuls

4. Pas de huidige methode toe op gehonoreerde maatregelen in volgende tranches van de investeringsimpuls – ook als dit nieuwe, aanvullende typen maatregelen zijn (zoals bijvoorbeeld nu nog ontbrekende maatregelen om kruispunten veiliger te maken). Dat geeft een vergelijkbare verantwoording van de kosten en opbrengsten van de maatregelen.
5. Verminder de huidige onzekerheden in de schattingsmethode:
 - a. Verbeter de ongevallenregistratie (BRON) en ziekenhuisregistratie (LBZ) door volledige registratie van locatie, vervoerswijze, ongevalstype (bijv. tegenpartij, obstakels) en slachtoffers, vooral bij fietsongevallen.
 - b. Blijf investeren in het ontwikkelen van data over aanwezige infrastructuur op landelijk niveau, zoals aantal kruispunten van verschillende typen, lengte/breedte van fietsvoorzieningen.
 - c. Verzamel en beheer gegevens over de locaties waar maatregelen genomen worden, zoals intensiteiten en ontwerpkenmerken van de aan te passen locatie. Dit zou bijvoorbeeld meegenomen kunnen worden in het aanvraagproces.
 - d. Leg per gehonoreerde maatregel vast óf, en wanneer elke maatregel werkelijk is uitgevoerd.

Summary

Road safety effects of 'second-tranche measures'; Estimate of casualty and cost savings due to the first two parts of the infrastructure investment incentive

The Dutch government has made €450 million available until 2030 for road safety improvements on provincial, municipal and water board roads. This Road Safety Investment Incentive is being granted in several tranches. In the first tranche in 2020-2021, a government contribution of 165 million euros was allocated in the form of co-financing for some forty infrastructural road safety measures proven to be effective. In the second tranche, another government contribution of 75 million euros was granted in 2022-2023. Decentral road authorities were able to choose from the 'measure menu'⁸ to qualify for (up to 50%) co-financing. The approved measures were/are to be implemented for the second tranche in the period 2023-2027.

During a multi-year investment program, it is important to get an interim picture of the expected effects—in this case, improvement in road safety. In 2022, SWOV estimated the road safety effects of the measures taken or planned during the first-tranche phase and compared them to the costs.² The Ministry of Infrastructure and Water Management (IenW) asked SWOV to estimate the expected road safety effects and cost-effectiveness of the second tranche of measures as well. The research question of the Ministry of IenW reads:

What are the road safety effects (estimated number of casualties prevented) and cost-effectiveness of the measures taken or planned in the second-tranche phase and in the first- and second- tranche phases together?

It is important to note here that estimating 'the number of road casualties prevented' is not a one-to-one estimate of the reduction in road casualties in the Netherlands. After all, casualty developments are also influenced by other factors, such as developments in mobility. However, the number prevented does indicate how many more road casualties there might have been if the second-tranche measures had *not* been taken. This study assumes that *all* planned and approved measures were or will be implemented in the period 2023 to 31 December 2027.⁹



8. <https://investeringsimpulssp.nl/investeringsimpuls-tweede-tranche/>

9. Gebhard, S. E., et al. (2022). *Verkeersveiligheidseffecten van '1e-tranchemaatregelen'* [Road safety effects of 'first-tranche measures']. R-2022-12. Den Haag, SWOV. [With a summary in English]

Method

The study was conducted in two steps: effect estimation and cost estimation.

Effect estimation

In the effect estimation, the numbers of prevented casualties – road deaths and (serious) road injuries - due to the measures were estimated. For each measure taken, the expected number of prevented casualties per year (Δ) was calculated as: $\Delta = P * C * E$.

Here:

- **P** = Penetration rate: the proportion of the infrastructure group affected by the measure, e.g., the proportion of intersections that are modified;
- **C** = Casualties: the annual number of casualties in the group affected by the measure;
- **E** = Effectiveness/reduction factor: the proportion of casualties (within C) that, according to evaluation studies, can be saved by introducing the measure.

It is assumed that an infrastructure measure has a lifespan of about 30 years and has a preventive effect throughout that period. The number of prevented casualties over that 30-year period is: $\Delta \times 30 \text{ years} = P * C * E \times 30 \text{ years}$. For measures that were also part of the first tranche of the investment incentive, the same effectiveness (E) and casualty group (C) as in the earlier effect estimate were assumed in order to keep the effects of the different tranches comparable.

The above factors **P**, **C** and **E** are not always known, so many estimates and assumptions were needed. As far as possible, these assumptions were made 'conservatively', implying that the numbers of prevented casualties were not systematically overestimated. Furthermore, it was always assumed that the measures would be taken on average Dutch roads/locations where the measure is not yet in place. If they are taken at locations where, for example, there are many more casualties or where traffic volume is higher than average, the savings at the local level may be higher. Due to the many uncertainties, the effect estimate only gives an indication of the number of prevented casualties.

Cost estimate

In the cost estimate, the costs of the measures are calculated as well as the casualty costs saved.

The costs of the measures are based on the extent to which they were approved and subsidised in the second tranche of the investment incentive. The costs of a measure are based on the total expected costs including VAT. The total costs refer to the amounts submitted by the applicant when applying for co-financing. The co-financing granted by the State was determined per application based on cost key figures per measure¹⁰ and ceiling amounts per road authority. Furthermore, the subsidy contribution could not exceed 50% of the total costs.

The estimated costs saved by the measures are based on the effect estimate. The number of road deaths and road injuries prevented over the 30-year working period was monetised using the following valuations per casualty¹¹:

- Value of a road death: €6.5 million
- Value of a moderate or severe road injury (MAIS2+)¹²: €0.7 million



10. Soffers, E., Hensbroek, R. & Krijnen, T. (2022). *Kostenkengetallen menukaart regeling stimulering verkeersveiligheidsmaatregelen (2022-2023)*. Arcadis Nederland B.V., Amersfoort.

11. Horst, M. van der (2022). *Actualisatie maatschappelijke kosten van verkeersongevallen; Overzichtsnotitie*. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid KiM, Den Haag.

12. MAIS stands for Maximum AIS: the most serious injury of a casualty according to the internationally used Abbreviated Injury Scale (AIS). This scale runs from 1 (slight injury) to 6 (maximum).

As the costs and benefits will largely be incurred or achieved in the future, we also looked at the net present value. Here, we 'discounted' the amounts in the future by a set percentage (discount rate).¹³ Discounting future money flows compensates for uncertainties and for the economic preference to receive money in the near future rather than the distant future. As a result, an amount (cost or saving) steadily decreases in value the further into the future it is expected.

Results

Estimated effect second tranche

It has been estimated that over a 30-year period, all 2nd-tranche measures combined will avoid the following numbers of casualties:

| | |
|----------------|---------------------------------|
| 1. MAIS2 | 383 moderate injuries prevented |
| 2. MAIS3+ | 183 serious injuries prevented |
| 3. Road deaths | 15 road deaths prevented |
| Total: | 592 casualties prevented |

As mentioned, this is an indicative - and conservative - estimate, for which various assumptions were made. These numbers *cannot* be taken as an absolute reduction in road casualties in the Netherlands over the next thirty years. There are too many other factors at play, such as mobility developments. However, the numbers can be interpreted as the estimated difference between implementing or not implementing the 2nd-tranche measures. Without these measures, the total number of road casualties in the Netherlands would be higher.

The results for each approved measure are shown in *Table 1*, expressed in euros: the saved costs from prevented road casualties, total costs of the measures, and the net result, all without discounting.

Estimated cost-effectiveness second tranche

Without discounting (*Table 1*)

The total costs of the measures, based on the costs specified in the applications, are estimated at €225 million, of which €75 million was funded by the State.

The cost savings per measure are based on the effect estimate – the numbers of casualties prevented – and the costs per road death (€6.5 million) and road injury (MAIS2 and MAIS3+; €0.7 million). The total costs saved by the approved second-tranche measures are thus estimated at €501 million, a factor of 2.2 greater than the total costs of the measures.

The cost-effectiveness is thus 2.2, which means that an investment of every €1000 results in savings of €2,200.

With discounting

Because the costs and - especially - the benefits are largely in the future, the net present value of the costs and benefits was also considered. The discounted costs of the measures are estimated at €217 million and the discounted cost savings at €324 million. This puts the discounted net cost savings at over €107 million and the discounted cost-effectiveness at 1.5. An investment of every €1000 results in savings of €1,500.



6. Rijkswaterstaat (2021). *Discontovoet*. Accessed November 2023 at <https://www.rwseconomie.nl/discontovoet>.

Table 1. Results by measure - Savings in casualties (road deaths + MAIS2+) in euros versus the costs of the measures. Amounts are rounded to thousands and no discount rate has yet been applied to these costs and savings.

| Cat. | ID | Measure | Extent 2nd tranche | Casualty savings | Costs of measures ¹⁴ | Net: savings minus costs |
|-----------------|----------------------|---|----------------------|------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Gen. | 301 | Street lighting | 847 pcs | €32,841,000 | €1,049,000 | €31,792,000 |
| Bicycle | 310 | Edge-/centre line marking bicycle track | 194 km | €3,724,000 | €1,820,000 | €1,904,000 |
| | 311 | Move light poles | 90 pcs | €11,000 | €112,000 | - €101,000 |
| | 312 | Remove bollards | 242 pcs | €12,450,000 | €131,000 | €12,319,000 |
| | 313 | Bollards: alerting marking | 255 pcs | €4,854,000 | €193,000 | €4,661,000 |
| | 314 | Angled kerbs | 4.3 km | €3,254,000 | €153,000 | €3,101,000 |
| | 315 + 316 | Repair asphalt or concrete surface | 39 days | €146,000 | €284,000 | - €138,000 |
| | 317 | Replace road surface bicycle track | 59 km | €6,650,000 | €7,017,000 | - €367,000 |
| | 318 | Widen bicycle track | 62 km | €21,739,000 | €12,345,000 | €9,394,000 |
| | 319 | Raised crossing of solitary bicycle track | 37 pcs | €376,000 | €1,055,000 | - €679,000 |
| | 321 | Bicycle track on 50-, 60- or 80km/h road | 70 km | €32,726,000 | €23,117,000 | €9,609,000 |
| | 322 | Physical removal of bicycle crossing | 12 pcs | €0 | €145,000 | - €145,000 |
| | 323 | Construction grade-separated crossing (underpass) | 2 pcs | €848,000 | €14,907,000 | - €14,059,000 |
| | 324 | Construction of grade-separated crossing (bridge) | 5 pcs | €1,119,000 | €20,289,000 | - €19,170,000 |
| | 30 km/h roads | 330 | Raised intersections | 606 pcs | €16,864,000 | €28,000,000 |
| 331 | | Speed reduction measure: speed hump | 409 pcs | €13,930,000 | €4,888,000 | €9,042,000 |
| 332 | | Speed reduction measure: road narrowing | 93 pcs | €3,484,000 | €379,000 | €3,105,000 |
| 333 | | Speed reduction measure: axis offset | 74 pcs | €3,024,000 | €445,000 | €2,579,000 |
| 334 + 320 + 350 | | Raised exit construction (entrance 30 km/h zone) | 168 pcs | €56,701,000 | €1,830,000 | €54,871,000 |
| 335 | | Install pedestrian crossing | 32 pcs | €32,000 | €817,000 | - €785,000 |
| 336 | | School zone | 171 pcs | €3,225,000 | €237,000 | €2,988,000 |
| | 337 | Bicycle street | 34 km | €0 | €27,646,000 | - €27,646,000 |



7. The total costs of the measures were estimated based on the costs specified in the subsidy applications. The government contribution constitutes a maximum of 50% of the costs of the measures.

| Cat. | ID | Measure | Extent 2nd tranche | Casualty savings | Costs of measures ¹⁴ | Net: savings minus costs |
|----------------|-----------|---|--------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 50 km/h roads | 340 | Remove on-street parking | 144 pcs | €852,000 | €190,000 | €662,000 |
| | 341 | Anti-left-turn traffic island | 9 pcs | €3,274,000 | €181,000 | €3,093,000 |
| | 342 | Build roundabouts | 31 pcs | €27,933,000 | €13,999,000 | €13,934,000 |
| | 343 | Rumble strip centre line marking | 9.2 km | €354,000 | €188,000 | €166,000 |
| | 344 | From 50 to 30 km/h | 41 km | €158,435,000 | €26,165,000 | €132,270,000 |
| | 345 | Install signalised pedestrian crossing | 12 pcs | €0 | €560,000 | - €560,000 |
| | 346 + 347 | Install pedestrian crossing or zebra | 62 pcs | €392,000 | €2,269,000 | - €1,877,000 |
| | 348 | Bicycle crossing with central refuge island | 48 pcs | €1,675,000 | €2,821,000 | - €1,146,000 |
| | 349 | Speed-reducing raised bicycle crossing | 58 pcs | €2,324,000 | €3,219,000 | - €895,000 |
| 60 km/h roads | 360 | Raised intersections | 206 pcs | €19,088,000 | €7,960,000 | €11,128,000 |
| | 361 | Speed tables | 213 pcs | €9,014,000 | €3,089,000 | €5,925,000 |
| | 362 | Driving lane with edge strips (bicycle lane or non-designated bicycle lane) | 52 km | €5,288,000 | €1,652,000 | €3,636,000 |
| 80 km/h roads | 370 + 371 | Carriageway separation | 11 km | €2,617,000 | €343,000 | €2,274,000 |
| | 372 | Load-bearing verge | 8.3 km | €1,867,000 | €211,000 | €1,656,000 |
| | 373 | Install guard rail | 1.8 km | €195,000 | €183,000 | €12,000 |
| | 374 | Remove trees | 1 pc | €12,000 | €300 | €11,700 |
| | 375 | Construct parallel road | 0 km | €0 | €0 | €0 |
| | 376 | Rumble strip centre line marking | 0 km | €0 | €0 | €0 |
| | 377 | Bicycle crossing with central island | 12 pcs | €1,321,000 | €1,275,000 | €46,000 |
| | 378 | Speed-reducing raised bicycle crossing | 3 pcs | €382,000 | €175,000 | €207,000 |
| | 379 | Build roundabouts | 12 st | €15,633,000 | €9,446,000 | €6,187,000 |
| | 380 | From 80 to 60 km/h | 35 km | €29,523,000 | €3,933,000 | €25,590,000 |
| 100 km/h roads | 390 | Guard rail to separate driving directions | 0 km | €0 | €0 | €0 |
| | 391 | Load-bearing verge | 1.7 km | €1,945,000 | €406,000 | €1,539,000 |
| | 393 | Clear zone | 0 km | €0 | €0 | €0 |
| | 394 | Construct parallel road | 0 km | €0 | €0 | €0 |
| | 395 | Grade-separated crossing | 0 pcs | €0 | €0 | €0 |
| | 396 | From 100 to 80 km/h | 0.81 km | €1,318,000 | €60,000 | €1,258,000 |
| TOTAL | | | | €501,440,000 | €225,184,000 | €276,256,000 |

Cost-effectiveness first and second tranches combined

Table 2 shows the estimated casualty savings resulting from each of the first two tranches of the investment incentive, and from both tranches combined. In total, an estimated 1,664 casualties are prevented by both tranches of the investment incentive.

Table 2. Total numbers of casualties prevented by the 1st and 2nd tranches of the investment incentive.

| Casualty severity | Savings casualty numbers | | |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------|
| | 1 st tranche | 2 nd tranche | Total |
| Road deaths | 26 | 15 | 41 |
| Serious road injuries (MAIS3+) | 333 | 183 | 516 |
| Moderate road injuries (MAIS2) | 713 | 393 | 1,106 |
| Total | 1,072 | 592 | 1,664 |

Expressed in euros, the results of both tranches are shown in Table 3. The cost-effectiveness of the two tranches together is estimated to be 2.5 (without discounting) and 1.7 (with discounting). Since in both cases the value is >1, the savings exceed the investment in the measures. An investment of each €1000 results in savings of €2,500 (without discounting) and €1,700 (with discounting).

Table 3. Cost-effectiveness first and second tranche of the investment incentive combined; both with and without discounting.

| Tranche | Without discounting | | | With discounting | | |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|
| | Total costs of measures | Total savings | Cost effectiveness | Total costs of measures | Total savings | Cost effectiveness |
| 1 st tranche | €328,960,000 | €896,903,000 | 2.7 | €316,278,000 | €592,019,000 | 1.9 |
| 2 nd tranche | €225,184,000 | €501,440,000 | 2.2 | €218,202,000 | €331,206,000 | 1.5 |
| Total | €554,144,000 | €1,398,343,000 | 2.5 | €534,480,000 | €923,225,000 | 1.7 |

Discussion

With a discounted cost-effectiveness of 1.5, the second tranche investment appears to be slightly less cost-effective than the first tranche. This may partly be due to the addition of less (cost-)effective measures to the package of measures (e.g. bicycle streets, replacing the road surface of bicycle tracks). Another factor may be that the total costs were determined differently in the second tranche. In the first tranche it was assumed that the state contribution would generally be 50% of the total costs and that the total costs would therefore be comparable to twice the state contribution. This possibly underestimated the total costs. In calculating the second tranche, more information was available from the subsidy applications and the total costs of the measures were based on the costs determined during the subsidy application process.

The estimate of the effect on the number of casualties required assumptions and the estimation method also has some limitations. For this reason, even the effect of some 592 prevented casualties due to the 2nd-tranche measures remains a rough indication.

First of all, for this effect estimate, it was assumed that *all* measures for which the 2nd-tranche subsidy was approved will indeed be implemented in the defined period 2023-2027. However, due to circumstances, some of these measures might not be implemented or might be delayed. It is not known to what extent this is the case.

There are also a number of other uncertainties involved in the effect estimate, the most important of which are discussed below.

Mobility developments

This method of effect estimation does not take into account general mobility developments that could affect road safety and potentially the effectiveness of the measures. The developments include:

- future developments in traffic volume and composition;
- changes in the use of transport modes, such as a modal shift or the use of new light electric vehicles (LEVs);
- changes at network level (traffic flows and composition), for example due to converting a 50km/h road into a 30km/h road.

Available data

Not all of the data required for the effect estimation were available:

- Dutch evaluation studies do not always give an indication of the effectiveness of measures (**E**); a considerable amount of information on effects is therefore based on foreign studies. In addition, evaluation studies do not always distinguish between road casualties of different injury severity, or only look at the effect on (injury) crashes.
- The penetration rate (**P**) is not always known: for several measures, the initial situation had to be (roughly) estimated. After all, the share of relevant infrastructure where the measure (e.g., a raised intersection) has already been implemented is no longer eligible for that measure.
- The casualty group (**C**) is not always known: partly due to unknown penetration rates, this group sometimes had to be (roughly) estimated. Casualties on a share of the infrastructure that is no longer eligible for a measure cannot be affected by that measure. In addition, there are deficiencies in the recording of crashes (especially cycling crashes are underreported), relevant crash characteristics and crash locations.

Location-specific data

The effect estimation currently does not account for characteristics of the locations where measures are implemented, such as design features or traffic volume and composition. If a location is not 'average' in this respect, a measure could have a different effect than calculated here. However, neither the locations where measures will be implemented nor the characteristics of those locations are currently available. In order to use location-specific data for effect estimation, a central registry is needed to record and manage data about the approved measures, such as type of measure, date of realisation, exact location and traffic volumes before and after implementation of the measure. This can facilitate further research about the effects of measures taken in the Netherlands, for instance in 'before-and-after studies.'

Recommendations

Optimising cost-effectiveness

1. The evaluations of the first and second tranches of the investment incentive have shown that not all measures are equally cost-effective (see *Table 1*). It is recommended to focus the menu of measures as much as possible on the most cost-effective measures.

Increasing knowledge about the effectiveness of measures

For many measures, the road safety effect has not yet been properly quantified. To monitor effective measures, evaluation studies should be facilitated:

2. Develop further knowledge about effects of measures in the Dutch situation. For this, data on the measures taken, including characteristics of the location and its traffic volumes, can be used.
3. Ensure further knowledge development by setting up and managing a central database with data on the measures taken. Examples include: type of measure, date of realisation, location and related characteristics such as traffic volumes and speed limits. These data are useful for 'before and after studies' to determine the effects of measures taken.

Improving calculation of the effects of the investment incentive

4. Apply the current method to approved measures in subsequent tranches of the investment incentive - even if these are new, additional types of measures (e.g., currently missing measures to make intersections safer). This will allow for a comparable justification of the costs and benefits of the measures.
5. Reduce current uncertainties in the estimation method:
 - a. Improve crash registration (BRON) and hospital discharge register (LBZ) by fully recording location, mode of transport, crash type (e.g., crash opponent, obstacles) and casualties, especially in cycling crashes.
 - b. Continue to invest in developing data on the current infrastructure at the national level, such as the number of intersections of different types, length/width of bicycle facilities.
 - c. Collect and manage data on locations where measures are/will be taken, such as traffic volumes and design features of the location to be adapted. This could, for example, be included in the application process.
 - d. Record, for each approved measure, whether and when the measure is actually implemented.

Inhoud

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Inleiding | 23 |
| 2 | Methode | 25 |
| 2.1 | Effectschatting | 25 |
| 2.1.1 | Penetratiegraad (P) | 25 |
| 2.1.2 | Slachtoffers waar de maatregel betrekking op heeft (S) | 26 |
| 2.1.3 | Effectiviteit van maatregelen (E) | 27 |
| 2.2 | Kostenschatting | 28 |
| 3 | Maatregelpakket tweede tranche | 29 |
| 3.1 | Maatregelen algemeen | 29 |
| 3.2 | Maatregelen fietsinfrastructuur | 29 |
| 3.3 | Maatregelen ETW30 | 30 |
| 3.4 | Maatregelen GOW50 | 31 |
| 3.5 | Maatregelen ETW60 | 31 |
| 3.6 | Maatregelen GOW80 | 32 |
| 3.7 | Maatregelen 100 km/uur | 32 |
| 4 | Effectschatting nieuwe maatregelen | 34 |
| 4.1 | Maatregelen verlichting | 35 |
| 4.1.1 | Verlichting van fietspaden | 35 |
| 4.1.2 | Verlichting van wegen | 37 |
| 4.1.3 | Verlichting op kruispunten | 39 |
| 4.2 | Maatregelen fietsinfrastructuur | 41 |
| 4.2.1 | Vervanging verharding fietspad | 41 |
| 4.2.2 | Vrijliggend fietspad langs een 50-, 60- of 80km/uur-weg | 43 |
| 4.2.3 | Fysiek opheffen fietsoversteek | 46 |
| 4.2.4 | Aanleg ongelijkvloerse kruising (onderdoorgang/brug) | 46 |
| 4.3 | Maatregelen ETW30 | 48 |
| 4.3.1 | Aanleg van een fietsstraat op een 30km/uur-weg | 48 |
| 4.4 | Maatregelen GOW50 | 49 |
| 4.5 | Maatregelen ETW60 | 49 |
| 4.6 | Maatregelen GOW80 | 49 |
| 4.6.1 | Rijrichtingscheiding: dubbele asmarkering | 49 |
| 4.6.2 | Draagkrachtige berm | 50 |
| 4.6.3 | Afwaarden van 80 km/uur naar 60 km/uur | 52 |
| 4.7 | Maatregelen SW100 | 53 |
| 4.7.1 | Draagkrachtige berm | 53 |
| 4.7.2 | Afwaarden 100 km/uur naar 80 km/uur | 54 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5 | Effectschatting bestaande maatregelen | 56 |
| 5.1 | Maatregelen fietsinfrastructuur | 56 |
| 5.1.1 | Kant- en asmarkering fietspaden | 56 |
| 5.1.2 | Lichtmasten verplaatsen | 58 |
| 5.1.3 | Fietspaaltjes verwijderen of markeren | 59 |
| 5.1.4 | Afgeschuinde opsluitbanden | 61 |
| 5.1.5 | Gesloten verharding herstellen | 62 |
| 5.1.6 | Verbreiding fietspad | 63 |
| 5.1.7 | Plateau op oversteek solitair fietspad | 65 |
| 5.2 | Maatregelen ETW30 | 66 |
| 5.2.1 | Kruispuntplateaus op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom | 66 |
| 5.2.2 | Snelheidsremmers op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom | 68 |
| 5.2.3 | Uitritconstructies | 71 |
| 5.2.4 | Voetgangersoversteekplaatsen | 72 |
| 5.2.5 | Schoolzones | 73 |
| 5.3 | Maatregelen GOW50 | 75 |
| 5.3.1 | Saneren van langsparkeren of parkeerstroken | 75 |
| 5.3.2 | Links afslaan verbieden met middengeleider | 76 |
| 5.3.3 | Rotondes aanleggen | 77 |
| 5.3.4 | Rammelstrook op asmarkering | 78 |
| 5.3.5 | Afwaarderen van 50 km/uur naar 30 km/uur | 80 |
| 5.3.6 | Voetgangersoversteekplaatsen aanbrengen | 81 |
| 5.3.7 | Fietsoversteek met middeneiland bij een kruispunt | 83 |
| 5.3.8 | Snelheidsremmend plateau op fietsoversteek bij een kruispunt | 85 |
| 5.4 | Maatregelen ETW60 | 86 |
| 5.4.1 | Kruispuntplateaus op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom | 86 |
| 5.4.2 | Verticale snelheidsremmers | 88 |
| 5.4.3 | Rijloper met fiets(suggestie)stroken en bermen | 89 |
| 5.5 | Maatregelen GOW80 | 91 |
| 5.5.1 | Rijrichtingscheiding: fysieke middenberm | 91 |
| 5.5.2 | Veilige en obstakelvrije bermen | 92 |
| 5.5.3 | Parallelweg aanleggen | 94 |
| 5.5.4 | Rammelstrook asmarkering | 95 |
| 5.5.5 | Fietsoversteek middeneiland bij een kruispunt | 95 |
| 5.5.6 | Snelheidsremmend plateau op fietsoversteek bij een kruispunt | 97 |
| 5.5.7 | Rotondes aanleggen | 98 |
| 5.6 | Maatregelen stroomwegen 100 km/uur | 99 |
| 5.6.1 | Geleiderail rijrichtingscheiding aanbrengen | 99 |
| 5.6.2 | Obstakelvrije berm | 100 |
| 5.6.3 | Parallelweg aanleggen | 100 |
| 5.6.4 | Kruising ongelijkvloers maken | 100 |
| 6 | Geschatte effecten en kosten totaal maatregelpakket 2^e tranche | 101 |
| 6.1 | Overzicht slachtofferbesparing en kosteneffectiviteit | 101 |
| 6.2 | Maatregelen met hogere aanlegkosten dan bespaarde kosten | 104 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 7 | Resultaten, discussie en aanbevelingen | 106 |
| 7.1 | Verkeersveiligheidseffecten maatregelen tweede tranche | 106 |
| 7.2 | Kosteneffectiviteit maatregelen tweede tranche | 107 |
| 7.2.1 | Totale kosten en baten | 107 |
| 7.2.2 | Netto contante waarde | 107 |
| 7.3 | Kosteneffectiviteit eerste en tweede tranche samen | 108 |
| 7.4 | Discussie kosteneffectiviteit | 109 |
| 7.5 | Discussie effectschatting | 109 |
| 7.5.1 | Mobiliteitsontwikkelingen | 110 |
| 7.5.2 | Beschikbare gegevens | 110 |
| 7.5.3 | Aard en spreiding effecten | 110 |
| 7.5.4 | Locatiespecifieke gegevens | 110 |
| 7.5.5 | Uitvoering 2e-tranchemaatregelen | 111 |
| 7.6 | Aanbevelingen | 111 |
| 7.6.1 | Gericht op het optimaliseren van de kosteneffectiviteit | 111 |
| 7.6.2 | Gericht op meer kennis over de effectiviteit van maatregelen | 111 |
| 7.6.3 | Gericht op betere doorrekening van effecten investeringsimpuls | 111 |
| | Literatuur | 113 |
| | Bijlage A Schatting verkeersslachtoffers | 118 |
| | Bijlage B Schatting bestaande infrastructuur in Nederland | 121 |
| | Bijlage C Oplossing verdeling slachtoffergroep en penetratiegraad | 125 |
| | Bijlage D Resultaten 1^e tranche maatregelen | 128 |

1 Inleiding

De Nederlandse rijksoverheid heeft tot 2030 een bedrag van 500 miljoen euro beschikbaar gesteld om een impuls te geven aan het verbeteren van de verkeersveiligheid. Hiervan is 450 miljoen beschikbaar voor regionale wegbeheerders voor het verbeteren van provinciale, gemeentelijke en waterschapswegen. Deze Investeringsimpuls Verkeersveiligheid wordt in verschillende tranches gegeven. In de eerste tranche is in 2020 een rijksbijdrage van 165 miljoen euro toegewezen in de vorm van (maximaal 50%) cofinanciering aan infrastructurele verkeersveiligheidsmaatregelen die op 'de menukaart' staan.¹⁵ In de tweede tranche (2022-2023) is een rijksbijdrage van 75 miljoen euro verstrekt¹⁶. De menukaart voor de eerste tranche bevatte een veertigtal bewezen effectieve infrastructurele maatregelen waaruit de decentrale overheden konden kiezen om in aanmerking te komen voor de subsidie. In de tweede tranche is aan deze menukaart een aantal maatregelen toegevoegd die betrekking hebben op: Openbare verlichting, Fietsinfrastructuur, ETW30, GOW80 en SW100. Van elk van de maatregelen op de menukaart is wetenschappelijk vastgesteld dat ze het verkeersveiligheidsrisico kunnen verlagen en zo verkeersslachtoffers kunnen voorkomen. De gehonoreerde maatregelen van de tweede tranche dienen in de periode 2023 tot en met december 2027 te worden uitgevoerd.

Bij een meerjarig investeringsprogramma is het van belang om tussentijds een beeld te krijgen van de – tot dan toe – verwachte effecten, in dit geval verbetering van verkeersveiligheid. In 2022 zijn daarom de effecten geschat van de maatregelen die zijn gefinancierd in de eerste tranche van de investeringsimpuls (Gebhard et al., 2022). In vervolg daarop, heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) aan SWOV gevraagd om nu ook de verkeersveiligheidseffecten van de in de tweede tranche gehonoreerde maatregelen te bepalen en af te zetten tegen de kosten. De onderzoeksvraag luidt:

Wat zijn de verkeersveiligheidseffecten (geschatte aantal vermeden verkeersslachtoffers) en kosteneffectiviteit van de (voor)genomen maatregelen uit de tweede tranche en van de eerste en tweede tranche samen?

Het is belangrijk om hier al op te merken dat met 'het aantal vermeden verkeersslachtoffers' niet een-op-een berekend wordt hoeveel het aantal verkeersslachtoffers in Nederland zal gaan dalen. Slachtofferontwikkelingen worden immers ook door andere factoren beïnvloed, zoals ontwikkelingen in mobiliteit. Wel geeft het vermeden aantal een indruk van hoeveel méér verkeersslachtoffers er naar verwachting zouden zijn gevallen als de 2e-tranchemaatregelen *niet* genomen zouden zijn. Er is van uitgegaan dat *alle* voorgenomen en gehonoreerde maatregelen in de periode 2023 tot en met 31 december 2027 (zullen) worden uitgevoerd.¹⁷



15. <https://investeringsimpulssp.nl/investeringsimpulssp-eerste-tranche>

16. <https://investeringsimpulssp.nl/investeringsimpuls-tweede-tranche/>

17. Van een aantal voorgenomen maatregelen bleek de uitvoering vertraagd te zijn. Op het moment van dit onderzoek was niet bekend bij welke maatregelen dat het geval was.

Het onderzoek dat in dit rapport wordt beschreven, betreft een vervolg op het onderzoek naar de effecten van de eerste tranche (Gebhard et al., 2022). De toegepaste methode van het in dit rapport beschreven onderzoek is daarom analoog aan het eerdere onderzoek.

In *Hoofdstuk 2* staat in het kort de methode beschreven waarmee de verkeersveiligheidseffecten en de kosten en de baten (kostenbesparing) van deze '2e-tranchemaatregelen' zijn geschat. *Hoofdstuk 3* bevat de maatregelen van de menukaart en de omvang waarin deze in de tweede tranche investeringsimpuls zijn gehonoreerd en gesubsidieerd. In *Hoofdstuk 4* wordt voor elk van de aanvullende maatregelen (toegevoegd in de tweede tranche) beargumenteerd en geschat hoeveel verkeersslachtoffers daarmee worden vermeden. *Hoofdstuk 5* bevat de effectschattingen van maatregelen die ook al in de eerste tranche zijn meegenomen, maar die nu zijn doorgerekend voor de omvang waarin ze in de tweede tranche zijn toegepast. In *Hoofdstuk 6* staat een overzicht met de geschatte aantallen vermeden slachtoffers en kostenbesparing daardoor, afgezet tegen de investeringskosten. Het conclusiehoofdstuk (*Hoofdstuk 7*) beantwoordt de onderzoeksvraag over veiligheidseffect en kosteneffectiviteit van de 2^e-tranchemaatregelen. Ook geeft het een overzicht van de cumulatieve kosten en effecten van de 1^e en de 2^e tranche samen. Daarnaast wordt in dit slothoofdstuk aandacht besteed aan de onzekerheden die een rol hebben gespeeld bij de beantwoording van de onderzoeksvraag en wordt een aantal aanbevelingen geformuleerd die daarmee samenhangen.

2 Methode

Dit hoofdstuk beschrijft de methode waarmee dit onderzoek is uitgevoerd. Omdat de methode grotendeels hetzelfde is als in het eerdere onderzoek over de eerste tranche (Gebhard et al., 2022), is de bespreking daarvan ook grotendeels identiek. De methode bestaat uit twee onderdelen: de effectschatting en de kostenschatting. In de effectschatting wordt het aantal vermeden verkeersslachtoffers (verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden) door de maatregelen geschat (Paragraaf 2.1). In de kostenschatting worden de kosten van de maatregelen geschat en de kosten die daarmee naar schatting zijn bespaard (Paragraaf 2.2).

2.1 Effectschatting

In de effectschatting zijn de aantallen vermeden verkeersslachtoffers – verkeersdoden en (ernstig) verkeersgewonden – door de maatregelen geschat. Per genomen maatregel is het verwachte aantal vermeden slachtoffers per jaar (Δ) berekend als: $\Delta = P \cdot S \cdot E$

Hierbij is:

- > **P** = Penetratiegraad: het aandeel van de groep infrastructuur waarop de maatregel effect heeft, bijvoorbeeld het aandeel kruispunten dat wordt aangepast;
- > **S** = Slachtoffers: het jaarlijks aantal slachtoffers in de groep waarop de maatregel betrekking heeft;
- > **E** = Effectiviteit/reductiefactor: het aandeel slachtoffers (binnen S) dat volgens evaluatiestudies bespaard kan worden door invoering van de maatregel.

Er is aangenomen dat een infrastructurele maatregel een levensduur van circa 30 jaar heeft en gedurende die gehele periode een preventief effect heeft. Het aantal vermeden slachtoffers over die periode van 30 jaar is: $\Delta \times 30 \text{ jaar} = P \cdot S \cdot E \times 30 \text{ jaar}$.

De bovengenoemde factoren zijn niet altijd goed bekend, waardoor er veel schattingen en aannames nodig waren. Deze aannames zijn zo veel mogelijk 'behoudend' gedaan, wat wil zeggen dat de aantallen vermeden slachtoffers niet systematisch zijn overschat. Door de vele onzekerheden geeft de effectschatting slechts een indicatie van het aantal vermeden slachtoffers. In de volgende paragraaf wordt een toelichting gegeven op zaken die betrekking hebben op keuzes als het om de gebruikte slachtoffers gaat.

2.1.1 Penetratiegraad (P)

De penetratiegraad (**P**) is het aandeel van de betreffende infrastructuur dat wordt aangepast. De omvang van deze aanpassingen – het aantal maatregelen van een bepaalde soort of het aantal kilometers infrastructuur waarop een maatregel wordt toegepast – is gegeven vanuit de tweede tranche van de investeringsimpuls (zie Hoofdstuk 3).

Om per maatregel te kunnen bepalen welk aandeel van de infrastructuur wordt aangepast (**P**), is dus informatie nodig over de omvang waarin de betreffende infrastructuur in Nederland

aanwezig is. Bij het veranderen van een kruispunt in een rotonde is het bijvoorbeeld van belang om het totaal aantal kruispunten te kennen dat daarvoor in aanmerking zou komen, zodat het aandeel aangepaste kruispunten kan worden bepaald.

Voor de schatting van de aanwezige infrastructuur in Nederland (kilometers fietspad of wegen per snelheidscategorie, aantal kruispunten of rotondes) zijn de volgende gegevensbestanden geraadpleegd (zie *Bijlage B*):

- > Nationaal Wegenbestand¹⁸ (NWB) met alle wegen in Nederland;
- > Wegkenmerkendatabase (WKD), die onder andere informatie over snelheidslimieten bevat;
- > Junctiebestand om kruispunten te bepalen door Van Petegem & Uijtdeuwilgen (2021);
- > Schatting door Mieras (2022) van het aantal kilometers fietspad op basis van OpenStreetMaps.

Van de aanwezige infrastructuur van een bepaald type in Nederland (zoals geschat in *Bijlage B*) komt alleen dat deel in aanmerking voor een maatregel waar die maatregel nog niet is toegepast. In veel gevallen is dus een schatting nodig van het aandeel van de infrastructuur waarop de voorziening/maatregel al aanwezig is. Bijvoorbeeld, het aanbrengen van een niet-overrijdbare rijrichtingscheiding op 80km/uur-wegen is alleen maar aan de orde op dat deel van de 80km/uur-wegen waar dat type rijrichtingscheiding nog niet aanwezig is. In dergelijke gevallen is eerst het aandeel 'maatregel reeds aanwezig' geschat om vervolgens de penetratiegraad (**P**) te kunnen vaststellen. Waar er geen gegevens beschikbaar waren over dat aandeel, hebben we aannames gedaan volgens de schaal: 5% (vrijwel niet aanwezig) - 25% - 50% - 75% - 95% (vrijwel overal al aanwezig). Zoals eerder genoemd, zijn de aannames in dit onderzoek behoudend gedaan en is voorzichtig gekozen voor het 'minimale' aandeel infrastructuur waarop de maatregel reeds aanwezig is.

Bij het bepalen van het aandeel 'maatregel reeds aanwezig' zijn niet de (voor)genomen maatregelen in het kader van de eerste tranche van de investeringsimpuls meegerekend. Deze maatregelen waren in veel gevallen nog niet geïmplementeerd, of in elk geval marginaal doorgevoerd (bij <1% van dat type infrastructuur). Bovendien waren deze maatregelen sowieso nog niet genomen in de periode waarover de slachtoffergroep is bepaald: de jaren 2014 t/m 2020; zie de volgende paragraaf.

2.1.2 Slachtoffers waar de maatregel betrekking op heeft (S)

In dit onderzoek is gekeken naar effecten op slachtoffers met verschillende letselernst: dodelijk letsel en matig en ernstiger letsel. Om te weten op welke slachtoffers een maatregel effect kan hebben, is informatie nodig over hun vervoerswijze en ongevalslocatie (zoals kruispunt/wegvak, fietspad/rijbaan, limiet van de weg). Maatregelen uit de investeringsimpuls hebben immers betrekking op bepaalde infrastructuur van wegen in beheer bij decentrale overheden (niet-rijkswegen). Het Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland (BRON) bevat dit soort locatiegegevens van ongevallen (SWOV, 2016).

Verkeersdoden

Voor de bepaling van het aantal dodelijke verkeersslachtoffers zijn de geregistreerde aantallen uit BRON over de periode 2014 tot en met 2020 samengenomen. Voor vervoerswijzen waarvan de slachtofferregistratie in BRON erg incompleet is (fietsers, bromfietzers en de categorie 'overige', waaronder scootmobielen) zijn aanvullend gegevens van het CBS gebruikt (CBS, 2021). De Verkeersdodenstatistiek van het CBS bevat echter geen gegevens over de ongevalslocatie. Voor de aanvullende aantallen verkeersdoden uit het CBS-bestand is daarom dezelfde verdeling over de verschillende locaties gehanteerd als voor de verkeersdoden met diezelfde vervoerswijze die wél in BRON zijn geregistreerd. De gebruikte aantallen verkeersdoden per vervoerswijze en snelheidslimiet staan in *Bijlage A*.



18. Voor informatie over het NWB en WKD zie: <https://www.nationaalwegenbestand.nl/documenten>

Verkeersgewonden (MAIS2 en MAIS3+)

Bij de verkeersgewonden is onderscheid gemaakt naar twee ernstcategorieën: MAIS2,¹⁹ wat in medisch jargon gelijkstaat aan ‘matig gewond’, en MAIS3 of hoger (MAIS3+), wat in medische termen ‘ten minste ernstig gewond’ is (uitgezonderd verkeersdoden) (SWOV, 2022a).

Voor het schatten van het aantal verkeersgewonden is de Landelijke Basisregistratie Ziekenhuiszorg (LBZ) als uitgangspunt genomen. BRON-gegevens zijn vooral nodig voor de noodzakelijke locatiegegevens. Niet alle verkeersgewonden die in de LBZ voorkomen zijn geregistreerd in BRON (SWOV, 2022b). Voor de schatting is daarom gebruikgemaakt van de koppeling tussen BRON en LBZ die jaarlijks door SWOV bij CBS wordt uitgevoerd (Bos et al., 2021). Bij de ‘gekoppelde slachtoffers’ is de ongevalslocatie en de snelheidslimiet ter plaatse bekend (uit BRON). De verdeling van verkeersgewonden over die locatiegegevens is vervolgens ook toegepast op de ‘niet-gekoppelde’ verkeersgewonden uit de LBZ. Een dergelijke werkwijze is ook gebruikt in de *Verkeersveiligheidsverkenning 2030* (Weijermars, Van Schagen & Aarts, 2018). Net als bij de verkeersdoden, zijn ook de verkeersgewonden over de jaren 2014-2020 samengenomen. De schattingsmethode en de gebruikte aantallen verkeersgewonden per vervoerswijze en snelheidslimiet staan uitgebreider in *Bijlage A* weergegeven.

Verdere selectie van ‘S’

Om de groep slachtoffers te bepalen waar een specifieke maatregel invloed op heeft is het vaak noodzakelijk om verder te selecteren binnen de bovengenoemde aantallen slachtoffers per vervoerswijze en snelheidslimiet. Bijvoorbeeld de aanleg van een kruispuntplateau op 60km/uur-wegen heeft alleen invloed op kruispuntongevallen op die wegen, en het verwijderen van paaltjes op het fietspad zal alleen effect hebben op enkelvoudige ongevallen op fietspaden waarbij de fietser tegen een paaltje is gebotst. Die selectie levert het relevante aantal slachtoffers waar de maatregel betrekking op heeft (S).

Daarnaast heeft een specifieke voorziening/maatregel alleen effect op de slachtoffergroep op dát deel van de infrastructuur waar de maatregel nog níet aanwezig is. In het voorbeeld van het kruispuntplateau: alleen slachtoffers die op kruispunten zónder plateau vielen, kunnen door de aanleg van een plateau worden vermeden. Aangezien de locaties zonder die maatregel/voorziening minder veilig zijn, nemen we aan dat daar naar verhouding (per kilometer of kruispunt) meer slachtoffers zijn waar de maatregel invloed op heeft. De methode om deze slachtoffergroep (S) te schatten, is uitgewerkt in *Bijlage C*.

Deze schattingsmethode voor de slachtoffergroep (S) van een maatregel resulteert in een iets hogere slachtofferbesparing dan wanneer we alle wegen en alle slachtoffers zouden meenemen (inclusief wegen waar de maatregel al genomen is).

2.1.3 Effectiviteit van maatregelen (E)

De effectiviteit van elk van de maatregelen is geschat op basis van nationaal en internationaal onderzoek. Daarbij is als volgt te werk gegaan:

- Schattingen van de effectiviteit zijn bij voorkeur gebaseerd op Nederlands onderzoek. Als deze onderzoeksgegevens niet beschikbaar zijn, dan is de effectiviteit geschat op basis van buitenlands onderzoek.
- Bij het gebruik van onderzoeksgegevens is steeds rekening gehouden met het type ongevallen (toedrachten, vervoerswijzen) waarop de gerapporteerde effectiviteit van een maatregel betrekking heeft. Bijvoorbeeld: de effectiviteit van de maatregel ‘rijrichtingscheiding’ betreft vooral reductie in slachtoffers van frontale aanrijdingen tussen gemotoriseerd verkeer.



19. MAIS staat voor Maximum AIS: het ernstigste letsel bij een slachtoffer volgens de internationaal gebruikte Abbreviated Injury Scale (AIS). Deze schaal loopt van 1 (licht letsel) tot 6 (maximaal).

- > Van sommige maatregelen is er wel informatie uit onderzoek over reductie van verkeersdoden, maar niet over reductie van (ernstig) verkeersgewonden, of juist andersom. In dat geval is aangenomen dat de effectiviteit van de maatregel voor beide categorieën slachtoffers gelijk is.
- > De geschatte effectiviteit van een maatregel is altijd een ‘gemiddelde’ effectiviteit. Er is geen rekening gehouden met de specifieke omstandigheden van de locaties waar de betreffende maatregel is uitgevoerd.

2.2 Kostenschatting

In de kostenschatting zijn de kosten van de maatregelen berekend én de kosten die daarmee naar schatting zijn bespaard. Het gaat om bedragen inclusief btw.

De totale maatregelkosten betreffen de bedragen die de aanvrager heeft opgegeven bij de aanvraag van de cofinanciering. Bij elke maatregel is de toegekende cofinanciering door het Rijk maximaal 50% van de totale kosten.

De geschatte kostenbesparing door de maatregelen is gebaseerd op de effectschatting. Het aantal vermeden verkeersdoden en verkeersgewonden over de werkzame periode van 30 jaar is vervolgens in geld uitgedrukt aan de hand van de volgende waarderingen per slachtoffer (Schoeters et al., 2021; Van der Horst, 2022):

- > Waarde van een verkeersdode: € 6,5 miljoen
- > Waarde van een matig tot ernstig verkeersgewonde (MAIS2+): € 0,7 miljoen

Omdat de kosten en – vooral – de baten grotendeels in de toekomst liggen, is ook gekeken naar de netto contante waarde. Hierbij hebben we de bedragen ‘gedisconteerd’ met een vastgesteld percentage (discontovoet; Rijkswaterstaat, 2021). Met discontering van geldstromen in de toekomst wordt gecompenseerd voor onzekerheden en voor de economische voorkeur om geld in de nabije toekomst te ontvangen in plaats van in de verre toekomst. Hierdoor wordt een bedrag (kost of besparing) steeds minder waard naarmate dit verder in de toekomst ligt.

De kosteneffectiviteit is de verhouding tussen de kostenbesparing door de maatregelen en de totale maatregelkosten. Deze is niet alleen bepaald voor de maatregelen uit de tweede tranche, maar ook voor alle maatregelen uit de eerste en de tweede tranche van de investering samen.

3 Maatregelpakket tweede tranche

In dit hoofdstuk worden de maatregelen gepresenteerd die met de tweede tranche investeringsimpuls zijn medegefinancierd en de omvang waarin dit is gebeurd, volgens een overzicht dat is aangeleverd door het ministerie van IenW. Deze informatie is gebruikt voor de effectenberekening in *Hoofdstukken 4 en 5* en de kostenschattting in *Hoofdstuk 6*. Ook voor de totale maatregelkosten is uitgegaan van de aangeleverde gegevens van het ministerie van IenW. De maatregelen zijn gegroepeerd naar het wegtype waarop ze betrekking hebben.

3.1 Maatregelen algemeen

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 1 maatregel die op alle soorten voorzieningen – fietspaden, wegen en kruispunten met verschillende snelheidslimieten – toegepast kan worden (zie *Tabel 3.1*). Deze maatregel – openbare verlichting – is als nieuwe mogelijkheid aan de menukaart toegevoegd sinds de eerste tranche investeringsimpuls. Uit de subsidieaanvragen is afgeleid dat deze maatregel wordt toegepast langs fietspaden, 30-, 50- en 60km/uur-wegen en kruispunten.

Tabel 3.1. Algemene maatregelen en de omvang waarin deze vanuit de tweede tranche investeringsimpuls is medegefinancierd.

| ID | Maatregel | Omvang 2 ^e tranche | Financiering Rijk (incl. btw) | Totale opgegeven kosten* |
|-----|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 301 | Openbare verlichting (totaal) | 847 st | € 496.121 | € 1.049.000 |

* De totale maatregelkosten (rijksbijdrage dekt maximaal 50%) geschat op basis van de opgegeven kosten uit de subsidieaanvragen

3.2 Maatregelen fietsinfrastructuur

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 15 maatregelen gericht op fietsvoorzieningen (zie *Tabel 3.2*). Veel van deze maatregelen zijn bedoeld om enkelvoudige fietsongevallen te voorkomen door mogelijke obstakels op en naast het fietspad te verwijderen of te markeren (paaltjes, stoepranden, oneffenheden, etc.). Ook worden vrijliggende fietspaden, plateaus en ongelijkvloerse fietsoversteken aangelegd om het aantal conflicten tussen fietsers en motorvoertuigen te beperken. Sinds de eerste tranche investeringsimpuls zijn maatregelen 317, 322 en 323 nieuw toegevoegd en zijn maatregelen 321 en 324 uitgebreid, om op meer wegtypen toegepast te kunnen worden.

Tabel 3.2. Fietsinfrastructuur: maatregelen en de omvang waarin deze vanuit de tweede tranche investeringsimpuls zijn medegefinancierd.

| ID | Maatregel | Omvang 2 ^e tranche | Financiering Rijk (incl. btw) | Totale opgegeven kosten* |
|-----|---|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 310 | Kant-/asmarkering aanbrengen op fietspad | 194 km | € 798.419 | € 1.820.000 |
| 311 | Lichtmasten verplaatsen | 90 st | € 54.829 | € 112.000 |
| 312 | Fietspaaltjes verwijderen | 242 st | € 60.429 | € 131.000 |
| 313 | Fietspaaltjes: attentieverhogende markering | 255 st | € 90.741 | € 193.000 |
| 314 | Afgeschuinde stoepranden aanbrengen | 4,3 km | € 73.867 | € 153.000 |
| 315 | Gesloten verharding: oneffenheden verwijderen | 23 dagen | € 59.797 | € 120.000 |
| 316 | Gesloten verharding: gaten en scheuren vullen | 16 dagen | € 82.140 | € 164.000 |
| 317 | Verharding fietspad vervangen | 59 km | € 3.030.315 | € 7.017.000 |
| 318 | Fietspad verbreden | 62 km | € 5.172.562 | € 12.345.000 |
| 319 | Plateau/drempel op oversteek solitair fietspad aanbrengen | 37 stuks | € 385.531 | € 1.055.000 |
| 320 | Plateau/drempel op fietsoversteek over ETW bij een GOW-ETW-kruispunt aanbrengen** | 29 stuks | € 212.370 | € 464.000 |
| 321 | Vrijliggend (brom)fietspad GOW50, ETW60 of GOW80 aanleggen | 70 km | € 7.294.546 | € 23.117.000 |
| 322 | Fietsoversteek fysiek opheffen | 12 st | € 71.532 | € 145.000 |
| 323 | Ongelijkvloerse kruising (onderdoorgang) aanleggen | 2 st | € 1.720.000 | € 14.907.000 |
| 324 | Ongelijkvloerse kruising (brug) aanleggen | 5 st | € 1.589.283 | € 20.289.000 |

* De totale maatregelkosten (rijksbijdrage dekt maximaal 50%) geschat op basis van de opgegeven kosten uit de subsidieaanvragen

** In de praktijk komt deze maatregel grotendeels overeen met een uitritconstructie en de effecten daarvan. Daarom wordt voor de effectschatting deze maatregel gerekend bij de maatregel uitritconstructie (*Maatregel 334*).

3.3 Maatregelen ETW30

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 8 maatregelen op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 30 km/uur (zie *Tabel 3.3*). De meeste maatregelen zijn gericht op snelheidsvermindering op zowel wegvakken (verticale en horizontale snelheidsremmers) als kruispunten (plateaus en uitritconstructies). Nieuw in het maatregelpakket in de tweede tranche is de aanlag van fietsstraten.

Tabel 3.3. Erftoegangswegen binnen de bebouwde kom (30 km/uur): maatregelen en de omvang waarin deze vanuit de tweede tranche investeringsimpuls zijn medegefinancierd.

| ID | Maatregel | Omvang 2 ^e tranche | Financiering Rijk (incl. btw) | Totale opgegeven kosten* |
|-----|--|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 330 | Kruispuntplateau ETW30-ETW30 aanleggen | 606 st | € 11.733.779 | € 28.000.000 |
| 331 | Snelheidsremmer: drempel aanleggen | 409 st | € 2.235.934 | € 4.888.000 |
| 332 | Snelheidsremmer: wegversmalling aanbrengen | 93 st | € 169.514 | € 379.000 |
| 333 | Snelheidsremmer: asverspringing aanbrengen | 74 st | € 198.470 | € 445.000 |
| 334 | Uitritconstructie GOW50/ETW30 aanbrengen | 122 st | € 530.888 | € 1.181.000 |
| 335 | Voetgangersoversteekplaats (VOP) aanleggen | 32 st | € 379.608 | € 817.000 |
| 336 | Schoolzone aanbrengen | 171 st | € 108.855 | € 237.000 |
| 337 | Fietsstraat op een 30 km/uur-weg aanleggen | 34 km | € 9.458.761 | € 27.646.000 |

* De totale maatregelkosten (rijksbijdrage dekt maximaal 50%) geschat op basis van de opgegeven kosten uit de subsidieaanvragen

3.4 Maatregelen GOW50

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 11 maatregelen op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur (zie Tabel 3.4). Er worden onder andere rotondes aangelegd, wegen afgewaardeerd van 50 km/uur naar 30 km/uur en nieuwe oversteekvoorzieningen aangelegd voor fietsers en voetgangers. Het maatregelpakket voor 50km/uur-wegen is hetzelfde gebleven als bij de eerste tranche investeringsimpuls.

Tabel 3.4. Gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom (50 km/uur): maatregelen en de omvang waarin deze vanuit de tweede tranche investeringsimpuls zijn medegefinancierd.

| ID | Maatregel | Omvang 2 ^e tranche | Financiering Rijk (incl. btw) | Totale opgegeven kosten* |
|-----|--|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 340 | Verwijderen langsparkeren/parkeerstroken langs rijbaan | 144 st | € 92.035 | € 190.000 |
| 341 | Middengeleider tegen links afslaan aanleggen | 9 st | € 90.560 | € 181.000 |
| 342 | Rotonde aanleggen | 31 st | € 5.215.179 | € 13.999.000 |
| 343 | Rammelstrook rijbaanscheiding op asmarkering aanbrengen | 9,2 km | € 89.028 | € 188.000 |
| 344 | Afwaarderen van 50 km/uur naar 30 km/uur | 41 km | € 8.021.645 | € 26.165.000 |
| 345 | Geregelde oversteekplaats (GOP) aanleggen | 12 st | € 231.042 | € 560.000 |
| 346 | Voetgangersoversteekplaatsen (VOP) aanleggen | 37 st | € 925.581 | € 2.120.000 |
| 347 | Zebepad aanleggen | 25 st | € 68.990 | € 149.000 |
| 348 | Fietsoversteek met middeneiland bij een kruispunt aanleggen | 48 st | € 1.099.340 | € 2.821.000 |
| 349 | Snelheidsremmend plateau bij fietsoversteek op kruispunt aanleggen | 58 st | € 1.367.386 | € 3.219.000 |
| 350 | Uitritconstructie GOW50-ETW30 aanbrengen** | 17 st | € 90.401 | € 186.000 |

* De totale maatregelkosten (rijksbijdrage dekt maximaal 50%) geschat op basis van de opgegeven kosten uit de subsidieaanvragen.

** Deze maatregel komt ook voor in de lijst van maatregelen bij 30km/uur-wegen. Voor de effectschatting wordt deze daarom gerekend bij Maatregel 334.

3.5 Maatregelen ETW60

De tweede tranche investeringsimpuls financiert in totaal 3 maatregelen op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 60 km/uur (zie Tabel 3.5). De maatregelen zijn vooral gericht op snelheidsvermindering op zowel wegvakken (verticale snelheidsremmers en kantstroken) als kruispunten (plateaus). Deze drie maatregelen voor 60km/uur-wegen zijn dezelfde als in de eerste tranche investeringsimpuls.

Tabel 3.5. Erftoegangswegen buiten de bebouwde kom (60 km/uur): maatregelen en de omvang waarin deze vanuit de tweede tranche investeringsimpuls zijn medegefinancierd.

| ID | Maatregel | Omvang 2 ^e tranche | Financiering Rijk (incl. btw) | Totale opgegeven kosten* |
|-----|---|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 360 | Kruispuntplateaus ETW60-ETW60 aanleggen | 206 st | € 3.632.906 | € 7.960.000 |
| 361 | Verticale snelheidsremmers aanleggen | 213 st | € 1.524.700 | € 3.089.000 |
| 362 | Rijloper met kantstroken (fietsstroken of suggestiestroken) aanleggen | 52 km | € 655.085 | € 1.652.000 |

* De totale maatregelkosten (rijksbijdrage dekt maximaal 50%) geschat op basis van de opgegeven kosten uit de subsidieaanvragen.

3.6 Maatregelen GOW80

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 11 maatregelen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur (zie *Tabel 3.6*). Veel van de maatregelen zijn gericht op het voorkomen van (ernstige) conflicten (rijrichtingscheiding, geleiderail, bomen verwijderen, parallelwegen). Ook heeft een aantal maatregelen betrekking op de veiligheid van fietsers bij kruisingen (fietsonderdoorgang, middeneiland, oversteekplateau). Ook worden op 80km/uur-wegen rotondes aangelegd. Voor drie van de elf maatregelen is door wegbeheerders geen aanvraag gedaan. Nieuw sinds de eerste tranche investeringsimpuls zijn een draagkrachtige berm (372) en het afwaarderen en herinrichten van een 80km/uur-weg naar een 60km/uur-weg (380). Verder is rijrichtingscheiding sinds de berekening van de eerste tranche verder gespecificeerd in twee varianten, waarvan de dubbele asmarkering variant (370) bij de eerste schatting nog niet is meegenomen.

Tabel 3.6. Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom (80 km/uur): maatregelen en de omvang waarin deze vanuit de tweede tranche investeringsimpuls zijn medegefinancierd.

| ID | Maatregel | Omvang 2 ^e tranche | Financiering Rijk (incl. btw) | Totale opgegeven kosten* |
|-----|--|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 370 | Rijrichtingscheiding 2x1 aanbrengen: dubbele asmarkering | 11 km | € 171.660 | € 343.000 |
| 371 | Rijrichtingscheiding 2x2 aanbrengen: fysieke middenberm | 0 km | € 0 | € 0 |
| 372 | Draagkrachtige berm van 2 meter aanleggen | 8,3 km | € 128.064 | € 211.000 |
| 373 | Geleiderail in berm aanbrengen (geleiderail + begin-/eindstukken) | 1,8 km | € 91.314 | € 183.000 |
| 374 | Bomen verwijderen | 1 st | € 143 | € 300 |
| 375 | Parallelweg aanleggen | 0 km | € 0 | € 0 |
| 376 | Rammelstrook rijbaanscheiding op asmarkering aanbrengen | 0 km | € 0 | € 0 |
| 377 | Fietsoversteek middeneiland bij een kruispunt aanleggen | 12 st | € 637.423 | € 1.275.000 |
| 378 | Snelheidsremmend plateau bij fietsoversteek op kruispunt aanleggen | 3 st | € 78.785 | € 175.000 |
| 379 | Rotonde aanleggen | 12 st | € 3.337.070 | € 9.446.000 |
| 380 | Afwaarderen van 80 km/uur naar 60 km/uur | 35 km | € 1.248.608 | € 3.933.000 |

* De totale maatregelkosten (rijksbijdrage dekt maximaal 50%) geschat op basis van de opgegeven kosten uit de subsidieaanvragen.

3.7 Maatregelen 100 km/uur

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 6 maatregelen op regionale stroomwegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 100 km/uur (zie *Tabel 3.7*). Vier van de maatregelen zijn door wegbeheerders niet genomen. De andere maatregelen zijn gericht op het draagkrachtig maken van de berm (nieuw toegevoegd sinds de eerste tranche) en het afwaarderen en herinrichten van een 100km/uur-weg naar een 80km/uur-weg (voor het eerst aangevraagd bij de tweede tranche).

Tabel 3.7. Regionale stroomwegen buiten de bebouwde kom (100 km/uur): maatregelen en de omvang waarin deze vanuit de tweede tranche investeringsimpuls zijn medegefinancierd.

| ID | Maatregel | Omvang 2 ^e tranche | Financiering Rijk (incl. btw) | Totale opgegeven kosten* |
|-----|---|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 390 | Geleiderail rijrichtingscheiding aanbrengen | 0 km | € 0 | € 0 |
| 391 | Draagkrachtige berm van 2 meter aanleggen | 1,7 km | € 152.236 | € 406.000 |
| 393 | Berm obstakelvrij inrichten | 0 km | € 0 | € 0 |
| 394 | Parallelweg aanleggen | 0 km | € 0 | € 0 |
| 395 | Ongelijkvloerse kruising aanleggen | 0 st | € 0 | € 0 |
| 396 | Afwaarderen van 100 km/uur naar 80 km/uur | 0,81 km | € 29.762 | € 60.000 |

* De totale maatregelkosten (rijksbijdrage dekt maximaal 50%) geschat op basis van de opgegeven kosten uit de subsidieaanvragen.

4 Effectschatting nieuwe maatregelen

Dit hoofdstuk bevat de effectschatting van maatregelen uit de tweede tranche die nieuw zijn of zijn gewijzigd ten opzichte van de eerste tranche, waardoor de effectschatting nog niet in het rapport over de eerste tranche was beschreven (Gebhard et al., 2022; zie *Hoofdstuk 5*). Elk van deze maatregelen wordt in verschillende paragrafen eerst kort beschreven. Vervolgens worden de keuzes en gegevens gepresenteerd die gebruikt zijn om tot een schatting van het bespaarde aantal slachtoffers over een periode van 30 jaar te komen. Per maatregel worden penetratiegraad (P), slachtoffergroep (S) en veiligheidseffect (E) afzonderlijk geschat en vervolgens samengebracht om de verwachte besparing van de betreffende maatregel in aantal slachtoffers te berekenen.

Zoals in *Hoofdstuk 2* is weergegeven, is de verwachte besparing van een genomen maatregel berekend als de werkzame periode van een infrastructuurmaatregel – 30 jaar – vermenigvuldigd met de jaarlijkse besparing van $P * S * E$, waarbij:

- > P = penetratiegraad: aandeel van infrastructuur waarop de maatregel effect heeft;
- > S = slachtoffers: jaarlijks aantal slachtoffers in de groep waarop de maatregel betrekking heeft;
- > E = effectiviteit/reductiefactor (E): aandeel slachtoffers (binnen S) dat volgens evaluatiestudies bespaard kan worden door invoering van de maatregel.

De penetratiegraden zijn berekend door de gefinancierde maatregelen (aantal aangepaste kilometers of locaties) uit de 2^e tranche te delen door de geschatte totale omvang van de infrastructuur in Nederland die voor die maatregel in aanmerking zou komen. De schattingen van deze bestaande infrastructuur zijn in *Bijlage B* te vinden.

Voor de slachtoffergroep is gekeken naar doden en (matig) ernstig verkeersgewonden (MAIS2 en MAIS3+) die in de jaren 2014 tot en met 2020 vielen. Meer informatie over de schatting van deze aantallen ernstig verkeersgewonden staat in *Bijlage A*. In dit hoofdstuk wordt de besparing uitgewerkt voor verkeersgewonden met een letselnst van MAIS2+ (matig en ernstig verkeersgewonden samen genomen). Wel wordt er bij elke maatregel vermeld welk aandeel van die bespaarde verkeersgewonden een letselnst van MAIS3+ zou hebben gehad, op basis van de verdeling binnen de betreffende slachtoffergroep in *Bijlage A*.

De effectiviteit van de maatregel is voor zo ver mogelijk onderbouwd met onderzoek. Waar er geen studies bekend waren die het effect van de maatregel op de slachtoffergroep kwantificeren, zijn er aannames gedaan en zijn deze toegelicht.

4.1 Maatregelen verlichting

Openbare verlichting helpt verkeersdeelnemers om het wegverloop, andere weggebruikers en de omgeving beter (op tijd) waar te nemen. Daarmee kan het invloed hebben op verschillende typen ongevallen in het donker. De tweede tranche investeringsimpuls financiert het aanleggen van openbare verlichting langs wegen, fietspaden en op kruispunten of oversteken. Voor het bepalen van de penetratiegraad en de slachtoffergroep is het belangrijk om te weten langs welke typen infrastructuur en wegcategorieën de verlichting wordt aangebracht. Op basis van informatie uit het beschikbare overzicht van subsidieaanvragen, zijn daarom de volgende subgroepen openbare verlichting onderscheiden:

- langs fietspaden (vrijliggend en solitair)
- langs 30km/uur-wegen
- langs 50km/uur-wegen
- op kruispunt op een 30km/uur-weg
- op kruispunt op een 50km/uur-weg
- op kruispunt op een 60km/uur-weg

Waar de verlichting gericht zou zijn op een fiets- of voetgangersoversteek (enkele locaties), is deze aanvraag meegenomen bij de kruispunten, omdat de oversteken meestal op of naast een kruispunt lagen, waardoor de verlichting ook (een deel van) het kruispunt zal verlichten. Daarnaast zou het berekenen van een penetratiegraad (onbekend aantal oversteken in Nederland) en slachtoffergroep (onbekend aantal slachtoffers op oversteken) voor de oversteken alleen veel aannames vereisen.

Bij sommige van de locaties lijkt er al verlichting aanwezig te zijn. In deze gevallen gaat het waarschijnlijk om één van de volgende gevallen: het vullen van ‘gaten’ (onverlichte plekken) in de verlichting, het vervangen van onvoldoende/slechte verlichting door betere verlichting, of nieuwe verlichting bij een herinrichting (waarbij de oude verlichting verwijderd moet worden). Ook is er een aantal gevallen waarbij het om verlichting langs een volledig nieuw fietspad gaat. Omdat deze nieuwe of verbeterde verlichting in deze gevallen door de tweede tranche wordt gefinancierd, nemen wij deze gevallen mee in de effectenschatting.

4.1.1 Verlichting van fietspaden

Bij deze subgroep van de maatregel ‘openbare verlichting’ worden lantaarnpalen aangebracht langs fietspaden om zo het zicht en de zichtbaarheid van fietsers te bevorderen. De fietspaden liggen zowel langs wegen (vrijliggend) als solitair.

Penetratiegraad investering

Deze maatregel heeft betrekking op alle typen fietspaden die niet of slecht verlicht zijn. De tweede tranche financiert ongeveer 502 straatlantaarns langs fietspaden. Om dit te kunnen vergelijken met het aandeel fietspaden dat wel of niet is verlicht, is het nodig om het aantal lantaarns om te rekenen in kilometers fietspad die worden verlicht. Voor een deel van de lantaarnpalen (297) wordt de lengte van het fietspad ook aangegeven in de subsidieaanvraag. Dat deel gaat om ongeveer 7,4 km fietspad. Voor de andere 205 lantaarns veronderstellen wij dat 3 lantaarnpalen per 100 meter nodig zijn om een fietspad goed te verlichten, zoals ook wordt aangenomen in de kostenraming van de tweede tranche investeringsimpuls (Soffers, Hensbroek & Krijnen, 2022). Hiervan uitgaand, komt het erop neer dat 14,2 km ($7,4 + 0,033 * 205$) fietspad nieuw wordt verlicht.

Het totaal aantal kilometers fietspad in Nederland is door SWECO geschat op basis van OpenStreetMap-data (zie *Bijlage B.3*). In totaal gaat het om ongeveer 36.000 kilometer fietspad (Mieras, 2022), inclusief solitaire fietspaden, eenrichtings- en tweerichtings(brom)fietspaden, en onverplichte fietspaden. Om het aandeel fietspaden te schatten dat goed wordt verlicht, is gebruikgemaakt van de Verkeersveiligheidsvergelijker ([Verkeersveiligheidsvergelijker.nl](https://www.verkeersveiligheidsvergelijker.nl)) die is

gemaakt met data uit het netwerk van de Fietsersbond. Dit overzicht is helaas alleen per gemeente beschikbaar en niet op nationaal niveau. Hieruit blijkt dat in (licht) stedelijke gemeenten meestal een groot aandeel van de fietspaden (50-90%) als 'goed verlicht' worden beschouwd (door Fietsersbond-vrijwilligers). In landelijke gemeenten is juist het merendeel beperkt of niet verlicht. Uit het overzicht wordt grof geschat dat op dit moment ongeveer de helft van de fietspadkilometers goed wordt verlicht, wat betekent dat 18.000 kilometer fietspad in aanmerking komt voor deze maatregel. Op basis hiervan wordt de uiteindelijke penetratiegraad $P = (14,2 / 18.000) = 0,079\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep betreft ongevallen op fietspaden die in het donker zijn gebeurd zonder (werkende) openbare verlichting. Omdat de straatlantaarns vooral gericht zijn op het fietspad, veronderstellen wij dat deze maatregel vooral effect heeft op fietsongevallen zonder betrokkenheid van een motorvoertuig. Het kan alsnog zo zijn dat betere verlichting op fietspaden ook effect heeft op fiets-motorvoertuigongevallen, bijvoorbeeld bij het oversteken van de weg of bij kruispunten, omdat bestuurders op de weg fietsers eerder kunnen waarnemen. Deze slachtoffergroep wordt buiten beschouwing gelaten omdat kruispunten en oversteekplaatsen meestal al zijn verlicht, en omdat het niet bekend is welk deel van de fiets-motorvoertuigongevallen gebeurt op een weg met een fietspad zonder werkende verlichting. Daarom is ervoor gekozen om uit te gaan van een conservatieve schatting en de fiets-motorvoertuigongevallen buiten beschouwing te laten.

In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 587 doden en ongeveer 70.300 verkeersgewonden (MAIS2+) onder fietsers in ongevallen waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest. Ongeveer een derde (33%) van de fietsslachtoffers zonder betrokkenheid van een motorvoertuig valt op fietspaden (Scheppers, 2008; Veroude, Van Gorp & Van Boggelen, 2022).

Op basis van BRON is geschat welk deel van de fietsongevallen zonder betrokkenheid van een motorvoertuig is gebeurd zowel in het donker (duisternis of schemer) als zonder werkende verlichting (niet brandend of geen verlichting). Van de ongevallen waarbij een fietser en geen motorvoertuig is betrokken gebeurden ongeveer 22% van de dodelijke en 23% van de ziekenhuisongevallen tijdens duisternis of schemer. Bij respectievelijk 24% en 16% daarvan ontbrak werkende openbare verlichting. In totaal gaat het dus om ongeveer 5% van de dodelijke ongevallen en 4% van de ziekenhuisongevallen. Dit betekent een slachtoffergroep (S_a) van ongeveer **11 doden** ($587 * 33\% * 5\%$) en **883 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($70.300 * 33\% * 4\%$) die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het effect van openbare verlichting wordt gebaseerd op een meta-analyse van Høye (2021) op basis van 35 internationale (waaronder 3 Nederlandse) onderzoeken naar de effecten van openbare verlichting. Hieruit kwam een effect van 49% minder doden en ernstig verkeersgewonden bij donkerte waar openbare verlichting aanwezig was. In deze meta-analyse is geen significant verschil gevonden tussen landelijke en stedelijke gebieden, anders dan in ouder onderzoek (zie onder andere SWOV (2018)). Ook zijn geen systematische verschillen gevonden tussen wegvakken en kruispunten. Voor verlichting specifiek op fietspaden is geen aparte schatting bekend. Wij gebruiken daarom de meta-analyse van Høye (2021) voor de effectiviteit van openbare verlichting op slachtoffers in het donker voor alle uitvoeringsvarianten van deze maatregel ($E = 49\%$).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van het plaatsen van 502 straatlantaarns langs fietspaden is een besparing van ongeveer 0,018 doden en 1,5 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 49\% * \left(\frac{11 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,079\% = 0,018 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 49\% * \left(\frac{883 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,079\% = 1,5 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

4.1.2 Verlichting van wegen

Deze subgroep van de maatregel verlichting wordt toegepast langs een weg. Het is niet duidelijk uit de beschikbare informatie hoe de lantaarns over de weglengte zijn verdeeld (bijv. alleen op wegvakken of ook op kruispunten). Wij veronderstellen dat het hier over verlichting van 'hele wegen', inclusief kruispunten gaat, en dat kruispunten op die weg daarmee ook worden verlicht en veiliger worden.

Penetratiegraad investering

Deze maatregel heeft betrekking op wegen die niet of slecht verlicht zijn. De tweede tranche financiert 65 lantaarnpalen langs 30km/uur-wegen en 241 langs 50km/uur-wegen. Om dit te kunnen vergelijken met de weglengte die wel of niet is verlicht, is het nodig om het aantal lantaarnpalen om te rekenen naar kilometers weglengte die worden verlicht. Wij veronderstellen dat 3 lantaarns per 100 meter nodig zijn om een weg goed te verlichten, zoals ook wordt aangenomen in de kostenraming van de tweede tranche investeringsimpuls (Soffers, Hensbroek & Krijnen, 2022). Hiervan uitgaand, komt het neer op 2,2 km aan verlichting op 30km/uur-wegen en 8,0 km aan verlichting op 50km/uur-wegen.

Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 54.000 kilometer weg in Nederland met een snelheidslimiet van 30 km/uur. Voor het aantal kilometers 50km/uur-weg, gebruiken we de schatting van SWECO. SWECO heeft een schatting gemaakt van het totaal aantal kilometer weg in Nederland met een snelheidslimiet van 50 km/uur en komt uit op 16.880 kilometer (Drolenga, 2021; dit komt redelijk overeen met de SWOV-schatting van 18.000 km uit *Bijlage B.1*).

Als laatste is geschat welk deel van de bestaande wegen al voldoende is verlicht. Er zijn hier geen schattingen van bekend. Wel is bekend uit BRON welk deel van de ongevallen op 30km/uur- en 50km/uur-wegen zou zijn gebeurd bij niet-brandende of ontbrekende verlichting tijdens schemer of duisternis (zie kop *Slachtoffergroep*). Ook is een schatting beschikbaar van de effectiviteit van openbare verlichting in het verminderen van ongevallen in het donker (zie kop *Verkeersveiligheidseffecten*). Om het aandeel van de wegkilometers met/zonder werkende verlichting te schatten, is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.2*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddelde weg met verlichting minder ongevallen plaats zullen vinden in het donker dan op een weg zonder verlichting, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheids-effect van verlichting op ongevallen in het donker (zie *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van deze methode is geschat dat ongeveer 92% van de 30km/uur-wegen en 94% van de 50km/uur-wegen al zijn verlicht. Dit betekent ongeveer 4.206 km aan 30km/uur-weg en 1.053 km aan 50km/uur-weg die nog onverlicht is, en penetratiegraden van:

- a. 30km/uur-wegen
 $P_a = (2,2 / 4.206) = 0,051\%$
- b. 50km/uur-wegen
 $P_b = (8,0 / 1.053) = 0,762\%$

Slachtoffergroep

Openbare verlichting maakt de weg in principe veiliger voor alle verkeersdeelnemers. Wij veronderstellen dat verlichting langs wegen invloed heeft op zowel wegvakongevallen als kruispuntongevallen. De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft dus alle ongevallen die in het donker zijn gebeurd zonder (werkende) verlichting op 30- en 50km/uur-wegen.

a. 30km/uur-wegen

In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer 429 doden en 33.400 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 30 km/uur. Op basis van BRON is geschat welk deel van de ongevallen is gebeurd zowel in het donker (duisternis of schemer) als zonder werkende verlichting (niet brandend of geen verlichting) op 30km/uur-wegen. Op 30km/uur-wegen gebeurt ongeveer een kwart van de ongevallen tijdens duisternis of schemer en bij ongeveer 13% daarvan ontbrak werkende openbare verlichting. In totaal gaat het dus om ongeveer 3% van zowel de dodelijke als ziekenhuisongevallen. Dit betekent een slachtoffergroep (S_a) van ongeveer **13 doden** ($429 * 3\%$) en **997 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($33.400 * 3\%$) die vielen in de periode 2014-2020.

b. 50km/uur-wegen

In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer 1.280 doden en 72.400 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 50 km/uur. Op basis van BRON is geschat welk deel van de ongevallen is gebeurd zowel in het donker (duisternis of schemer) als zonder werkende verlichting (niet brandend of geen verlichting) op 50km/uur-wegen. Op 50km/uur-wegen gebeurt ongeveer 31% van de dodelijke en 26% van de ziekenhuisongevallen tijdens duisternis of schemer. Bij ongeveer 11% van beide groepen ontbrak werkende openbare verlichting. In totaal gaat het dus om ongeveer 4% bij de dodelijke ongevallen en 3% bij ziekenhuisongevallen. Dit betekent een slachtoffergroep (S_b) van ongeveer **46 doden** ($1.280 * 4\%$) en **2.180 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($72.400 * 3\%$) die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het effect van openbare verlichting wordt gebaseerd op een meta-analyse van Høye (2021) op basis van 35 internationale (waaronder 3 Nederlandse) onderzoeken naar de effecten van openbare verlichting. Hieruit kwam een effect van 49% minder doden en ernstig verkeersgewonden bij donkerte waar openbare verlichting aanwezig was. In deze meta-analyse is geen significant verschil gevonden tussen landelijke en stedelijke gebieden, anders dan in ouder onderzoek (zie onder andere SWOV (2018)). Ook zijn geen systematische verschillen gevonden tussen wegvakken en kruispunten. Wij gebruiken daarom de meta-analyse van Høye (2021) voor de effectiviteit van openbare verlichting op slachtoffers in het donker voor alle uitvoeringsvarianten van deze maatregel ($E = 49\%$).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 306 straatlantaarns langs ongeveer 10 km 30- en 50km/uur-weg is een besparing van ongeveer 0,74 doden en 36 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar. Per snelheidslimiet is dit:

a. 30km/uur-wegen

$$Besparing_{doden} = E * S_a * P_a = 49\% * \left(\frac{13 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,051\% = 0,014 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S_a * P_a = 49\% * \left(\frac{997 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,051\% = 1,1 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 32% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

b. 50km/uur-wegen

$$Besparing_{doden} = E * S_b * P_b = 49\% * \left(\frac{46 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,762 \% = 0,73 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S_b * P_b = 49\% * \left(\frac{2180 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,762 \% = 35 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 30% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

4.1.3 Verlichting op kruispunten

Deze subgroep van de maatregel verlichting wordt lokaal toegepast op een kruispunt.

Penetratiegraad investering

Deze maatregel heeft betrekking op kruispunten die niet of slecht verlicht zijn. De tweede tranche financiert ongeveer 10 lantaarnpalen op kruispunten van een 30km/uur-weg, 15 op kruispunten van een 50km/uur-weg en 14 op kruispunten van een 60km/uur-weg. Om dit te kunnen vergelijken met het aantal kruispunten dat wel of niet is verlicht, is het nodig om het aantal lantaarnpalen om te rekenen in aantal kruispunten dat wordt verlicht. Wij veronderstellen dat één lantaarn een kwart van een gemiddeld kruispunt (goed) verlicht. Bij erftoegangswegen kan één straatlantaarn soms genoeg zijn om alleen het kruisingsvlak te verlichten; er is in dat geval echter nog geen goed zicht op de takken. Uitgaand van 4 straatlantaarns per kruispunt (of eigenlijk 1 per kwart kruispunt), komt de financiering in de tweede tranche neer op 2,5 verlichte kruispunten op 30km/uur-wegen, 3,8 verlichte kruispunten op 50km/uur-wegen en 3,5 verlichte kruispunten op 60km/uur-wegen.

Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.2*) liggen er in Nederland ongeveer 361.000 kruispunten op 30km/uur-wegen, 71.000 kruispunten op 50km/uur-wegen en 58.000 kruispunten op 60 km/uur-wegen. Deze kruispuntaantallen zijn inclusief kruisingen met andere snelheidslimieten.

Als laatste is geschat welk deel van de bestaande kruispunten al voldoende is verlicht. Er zijn hier geen schattingen van bekend. Wel is bekend uit BRON welk deel van de kruispuntongevallen bij een bepaalde snelheidslimiet zou zijn gebeurd bij niet-brandende of ontbrekende verlichting tijdens schemer of duisternis (zie kop *Slachtoffergroep*). Ook is een schatting beschikbaar van de effectiviteit van openbare verlichting in het verminderen van ongevallen in het donker (zie kop *Verkeersveiligheidseffecten*). Om het aandeel van de kruispunten met/zonder werkende verlichting te schatten, is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.2*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld kruispunt met verlichting minder ongevallen plaats zullen vinden tijdens duisternis/schemer dan op een kruispunt zonder verlichting, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van verlichting op ongevallen in het donker (zie *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van deze methode is geschat dat ongeveer 92% van de kruispunten op 30km/uur-wegen, 94% van de kruispunten op 50km/uur-wegen en 78% van de kruispunten op 60km/uur-wegen al zijn verlicht. Dit betekent dat ongeveer 29.000 kruispunten op 30km/uur-wegen, 4.000 kruispunten op 50km/uur-wegen en 12.000 kruispunten op 60km/uur-wegen nog onverlicht zijn, en penetratiegraden van:

a. 30km/uur kruispunten

$$P_a = (2,5 / 29.000) = 0,008\%$$

b. 50km/uur kruispunten

$$P_b = (3,8 / 4.000) = 0,086\%$$

c. 60km/uur kruispunten

$$P_c = (3,5 / 12.000) = 0,028\%$$

Slachtoffergroep

Openbare verlichting maakt de weg in principe veiliger voor alle verkeersdeelnemers. Wij veronderstellen dat lokale verlichting van kruispunten vooral effect heeft op kruispuntongevallen. De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft dus alle kruispuntongevallen die in het donker zijn gebeurd zonder (werkende) verlichting op 30-, 50- en 60km/uur-wegen.

a. 30km/uur-wegen

In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer 429 doden en 33.400 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 30 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 37% van de dodelijke en 46% van de ernstige ongevallen op 30km/uur-wegen gebeurden op kruispunten. Ook met BRON is geschat welk deel van de ongevallen is gebeurd zowel in het donker (duisternis of schemer) als zonder werkende verlichting (niet brandend of geen verlichting) op 30km/uur-weg-kruispunten. Op kruispunten van een 30km/uur-weg gebeurt 27% van de dodelijke en 19% van de ziekenhuisongevallen tijdens duisternis of schemer. Bij respectievelijk 7% en 15% daarvan ontbrak werkende openbare verlichting. In totaal gaat het om ongeveer 2% bij de dodelijke ongevallen en 3% bij ziekenhuisongevallen. Dit betekent een slachtoffergroep (S_a) van ongeveer **3 doden** ($429 * 37% * 2%$) en **423 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($33.400 * 46% * 3%$) die vielen in de periode 2014-2020.

b. 50km/uur-wegen

In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer 1.280 doden en 72.400 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 50 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 51% van de dodelijke en 57% van de ernstige ongevallen op 50km/uur-wegen gebeurden op kruispunten. Ook met BRON is geschat welk deel van de ongevallen is gebeurd zowel in het donker (duisternis of schemer) als zonder werkende verlichting (niet brandend of geen verlichting) op 50km/uur-weg-kruispunten. Op kruispunten van een 50km/uur-weg gebeurt ongeveer een kwart van de ongevallen tijdens duisternis of schemer en bij ongeveer 11% daarvan ontbrak werkende openbare verlichting. In totaal gaat het om ongeveer 2% bij de dodelijke ongevallen en 3% bij ziekenhuis ongevallen. Dit betekent een slachtoffergroep (S_b) van ongeveer **16 doden** ($1280 * 51% * 2%$) en **1.161 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($72.400 * 57% * 3%$) die vielen in de periode 2014-2020.

c. 60km/uur-wegen

In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 737 doden en ongeveer 15.300 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 60 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 24% van de dodelijke en 31% van de ernstige ongevallen op 60km/uur-wegen gebeurden op kruispunten. Ook met BRON is geschat welk deel van de ongevallen is gebeurd zowel in het donker (duisternis of schemer) als zonder werkende verlichting (niet brandend of geen verlichting) op 60km/uur-weg-kruispunten. Op kruispunten van een 60km/uur-weg gebeurt 18% van de dodelijke en 17% van de ziekenhuisongevallen tijdens duisternis of schemer. Bij respectievelijk 23% en 35% daarvan ontbrak werkende openbare verlichting. In totaal gaat het om ongeveer 4% bij de dodelijke ongevallen en 6% bij ziekenhuis ongevallen. Dit betekent een slachtoffergroep (S_c) van ongeveer **7 doden** ($737 * 24% * 4%$) en **281 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($15.300 * 31% * 6%$) die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het effect van openbare verlichting wordt gebaseerd op een meta-analyse van Høye (2021) op basis van 35 internationale (waaronder 3 Nederlandse) onderzoeken naar de effecten van openbare verlichting. Hieruit kwam een effect van 49% minder doden en ernstig verkeersgewonden bij donkerte waar openbare verlichting aanwezig was. In deze meta-analyse is geen significant verschil gevonden tussen landelijke en stedelijke gebieden, anders dan in ouder

onderzoek (zie onder andere SWOV (2018)). Ook zijn geen systematische verschillen gevonden tussen wegvakken en kruispunten. Wij gebruiken daarom de meta-analyse van Høye (2021) voor de effectiviteit van openbare verlichting op slachtoffers in het donker voor alle uitvoeringsvarianten van deze maatregel (**E = 49%**).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 39 straatlantaarns op kruispunten is een besparing van ongeveer 0,034 doden en 2,3 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar. Per snelheidslimiet is dit:

a. 30km/uur kruispunten

$$Besparing_{doden} = E * S_a * P_a = 49\% * \left(\frac{3 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,008 \% = 0,00052 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S_a * P_a = 49\% * \left(\frac{423 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,008 \% = 0,076 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 32% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

b. 50km/uur kruispunten

$$Besparing_{doden} = E * S_b * P_b = 49\% * \left(\frac{16 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,086 \% = 0,029 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S_b * P_b = 49\% * \left(\frac{1161 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,086 \% = 2,1 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 30% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

c. 60km/uur kruispunten

$$Besparing_{doden} = E * S_c * P_c = 49\% * \left(\frac{7 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,028 \% = 0,0043 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S_c * P_c = 49\% * \left(\frac{281 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,028 \% = 0,17 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

4.2 Maatregelen fietsinfrastructuur

Van de tweede tranche investeringen die betrekking hebben op fietsinfrastructuur, zijn in deze paragraaf de effecten geschat voor vier (samengestelde) maatregelen die niet eerder voor de eerste tranche zijn doorgerekend.

4.2.1 Vervanging verharding fietspad

Door oneffenheden op het fietspad kan een fietser uit balans raken en ten val komen. Een fietspad moet daarom goed onderhouden en vlak zijn, zonder obstakels. Oneffenheden op het fietspaden kunnen onder andere komen door boomwortelopdruk, verzakking in de ondergrond of losliggende tegels/klinkers. De tweede tranche financiert het vervangen van 59 km aan fietspad voorzien van elementverharding (bijv. tegels, klinkers) door gesloten verharding (bijv. asfalt, beton).

Penetratiegraad investering

Deze maatregel kan worden toegepast op alle typen fietspaden zonder gesloten verharding. Het is echter voor de slachtoffergroep niet bekend welk deel van de fietsongevallen wordt veroorzaakt door losliggende tegels/klinkers en welk deel door andere oneffenheden op het wegdek. Daarom is ervoor gekozen om uit te gaan van een gemiddeld fietspad: alle fietspad-kilometers (ongeacht verharding) en alle enkelvoudige fietsongevallen door oneffenheden (ongeacht verharding) worden meegenomen. Zo wordt het effect berekend van een gemiddeld fietspad (met alle ongevallen veroorzaakt door oneffenheden) vervangen door een nieuw, vlak fietspad, vrij van oneffenheden die onder andere door tegels/klinkers veroorzaakt kunnen zijn. Wanneer er per kilometer fietspad met elementenverharding meer ongevallen door oneffenheden gebeuren dan op een gemiddeld fietspad ongeacht verharding, kan het zo zijn dat het slachtofferbesparing van deze maatregel wordt onderschat.

Het totaal aantal kilometers fietspad in Nederland is door SWECO geschat op basis van OpenStreetMap-data (zie *Bijlage B.3*). In totaal gaat het om ongeveer 36.000 kilometer fietspad (Mieras, 2022), inclusief solitaire fietspaden, eenrichtings- en tweerichtings(brom)fietspaden, en onverplichte fietspaden van alle typen verharding. Op basis hiervan wordt de uiteindelijke penetratiegraad $P = (59 / 36.000) = 0,164\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep betreft enkelvoudige fietsongevallen veroorzaakt door oneffenheden op fietspaden. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 587 doden en ongeveer 70.300 verkeersgewonden (MAIS2+) onder fietsers waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest. Ongeveer 80% van de fietsongevallen waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest zijn enkelvoudige ongevallen (Veroude, Van Gorp & Van Boggelen, 2022).

Vervolgens moet er geselecteerd worden op de enkelvoudige ongevallen die op een fietspad plaatsvonden en waarbij de fietser beïnvloed werd door oneffenheden op het fietspad. Hiervoor is gebruikgemaakt van de aanvullende analyses die Schepers (2008) op de resultaten uit de vragenlijststudie van Ormel, Klein Wolt & Den Hertog (2008) heeft uitgevoerd. Van alle onderzochte enkelvoudige fietsongevallen had ruim 6% te maken met oneffenheden op het wegdek (op alle typen voorzieningen) en 2% met oneffenheden op een fietspad (Schepers, 2008). Dit laatste percentage betreft de slachtoffergroep. In totaal komt dit dus neer op een slachtoffergroep van ongeveer **11 doden** ($587 * 80\% * 2\%$) en **1.260 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($70.300 * 80\% * 2\%$) die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Er zijn geen studies bekend die het effect van het verwijderen van oneffenheden op fietspaden op ongevallen onderzoeken. Bij enkelvoudige ongevallen met 'kuilen' of 'hobbels' als oorzaak is het aannemelijk dat er zonder die kuil/hobbel geen (zwaar) ongeval had plaatsgevonden. Een effect op deze ongevallen van 100% wordt daarom verwacht. Anders dan bij de plaatselijke reparaties op een fietspad (maatregel 315/316) nemen wij aan dat het geheel vervangen van de verharding de volledige schattingsperiode (30 jaar) meegaat. Wij gaan daarom uit van een effect van $E = 100\%$ op enkelvoudige ongevallen door oneffenheden op de nieuw geasfalteerde fietspaden.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 59 km nieuwe verharding op fietspaden is een besparing van ongeveer 0,074 doden en 8,9 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 100\% * \left(\frac{11 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,164\% = 0,074 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 100\% * \left(\frac{1.260 VG}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,164 \% = 8,9 VG^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

4.2.2 Vrijliggend fietspad langs een 50-, 60- of 80km/uur-weg

Bij snelheidslimieten boven 30 km/uur is het belangrijk om fietsers fysiek te scheiden van het gemotoriseerde verkeer. Deze maatregel financiert vrijliggende fietspaden op wegen binnen en buiten de bebouwde kom met limieten van 50, 60 en 80 km/uur. In de eerste tranche van de investeringsimpuls kwamen 50- en 80km/uur wegen al aan bod. Bij de tweede tranche zijn 60km/uur-wegen ook toegevoegd aan het maatregelpakket. Omdat niet bekend was welk deel van de fietspadkilometers op welk type weg wordt aangelegd is verder gekeken naar de subsidieaanvragen om de wegcategorieën te bepalen. De wegcategorie waarlangs de fietspaden worden aangelegd is belangrijk om de penetratiegraad en slachtoffergroep te bepalen.

Penetratiegraad investering

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 69,7 kilometer vrijliggende fietspaden op wegen met een limiet van 50, 60 of 80 km/uur. Op basis van de subsidieaanvragen is geschat welk aandeel van de kilometers bij welk snelheidslimiet hoort en of het om kilometers fietspad in één richting of in twee richtingen gaat. Dit laatste is belangrijk omdat een eenrichtingsfietspad per aangelegde kilometer maar de helft van een weg bedient, in tegenstelling tot een tweerichtingsfietspad die beide richtingen bedient. Wanneer er uit de beschikbare data geen indicatie was over het soort fietspad, is aangenomen dat het aan te leggen fietspad een tweerichtingsfietspad wordt, omdat dit voor de meeste aangevraagde fietspaden geldt.

a. Fietspaden op 50km/uur-wegen

De tweede tranche financiert ongeveer 24,1 km aan fietspaden langs 50km/uur-wegen, waarvan 1,8 km om een eenrichtingsfietspad lijkt te gaan. Voor de penetratiegraad wordt gerekend met kilometers weglengte en wordt aangenomen dat de eenrichtingsfietspaden per aangelegde kilometer maar de helft van een weg bedienen. Om die reden worden de kilometers eenrichtingsfietspaden gehalveerd (1,8 km naar 0,9 km). Dit komt uit op ongeveer 23,2 km aan weglengte die wordt voorzien van vrijliggende fietspaden.

Voor het aantal kilometers 50km/uur-weg dat nog geen vrijliggend fietspad heeft, gebruiken we de schatting van SWECO. Van alle 50km/uur-wegen in Nederland (16.880 km) zou 11.130 kilometer nog geen vrijliggende fietspaden hebben (Drolenga, 2021). Dit komt neer op een penetratiegraad van $P = (23,2 / 11.130) = 0,208\%$.

b. Fietspaden op 60km/uur-wegen

De tweede tranche financiert ongeveer 40,7 km aan fietspaden langs 60km/uur-wegen. Bij alle aanvragen waar het wel is aangegeven, gaat het om een tweerichtingsfietspad. Wij veronderstellen dat dit ook voor de (meeste) andere locaties zal gelden. Dit betekent dat het aantal kilometers fietspad gelijk is aan het aantal kilometers 60km/uur-weg dat wordt voorzien van fietspaden.

Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 50.000 kilometer weg in Nederland met een snelheidslimiet van 60 km/uur. Wij veronderstellen dat verreweg de meeste 60km/uur-wegen geen vrijliggende fietsvoorziening hebben en gaan daarom uit van de gemiddelde 60km/uur-weg voor de schatting (alle wegkilometers en alle slachtoffers). Dit betekent een penetratiegraad van $P_b = (40,7 / 50.000) = 0,081\%$.

c. Fietspaden op 80km/uur-wegen

De tweede tranche financiert ongeveer 4,95 km aan fietspaden langs 80km/uur-wegen. Bij alle aanvragen waar het wel is aangegeven, gaat het om een tweerichtingsfietspad. Wij veronderstellen dat dit ook voor de (meeste) andere locaties zal gelden. Dit betekent dat het aantal kilometers fietspad gelijk is aan het aantal kilometers 80km/uur-weg dat wordt voorzien van fietspaden.

Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 12.000 km wegen in Nederland met een limiet van 80 km/uur. Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom met fietsers op de rijbaan zouden zelden voor moeten komen. De meeste 80km/uur-wegen hebben al vrijliggende fietspaden of een parallelweg die ook voor fietsverkeer is bestemd. Wij nemen aan dat 95% van de 80km/uur-wegen geen fietsers op de rijbaan heeft. Hiervan uitgaand, zou ruim 600 km aan 80km/uur-weg nog fietsers op de rijbaan hebben en in aanmerking komen voor deze maatregel. Dit betekent een penetratiegraad van $P_c = (4,95 / 600) = 0,825\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle ongevallen tussen fietsers en motorvoertuigen op 50-, 60- of 80km/uur-wegen waar een fietspad ontbreekt:

a. Fietspaden op 50km/uur-wegen

In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 405 doden en ongeveer 11.700 verkeersgewonden (MAIS2+) bij fiets-motorvoertuigongevallen op wegen met een limiet van 50 km/uur.

Om het aandeel van de slachtoffers in deze ongevallen te schatten die op een 50km/uur-weg zonder vrijliggend fietspad vielen, is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddelde weg met vrijliggende fietspaden minder fiets-motorvoertuigongevallen plaats zullen vinden dan op een weg zonder fietspaden, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van een vrijliggend fietspad op fiets-motorvoertuigongevallen (zie *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van het veiligheidseffect en het aandeel 50km/uur-wegen zonder fietspad (66%; zie *Penetratiegraad*) wordt geschat dat ongeveer **307 doden** en **8.870 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep (S_a) vielen in de periode 2014-2020.

b. Fietspaden op 60km/uur-wegen

In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 143 doden en ongeveer 1.589 verkeersgewonden (MAIS2+) bij fiets-motorvoertuigongevallen op wegen met een limiet van 60 km/uur. Wij veronderstellen dat verreweg de meeste 60km/uur-wegen geen vrijliggende fietsvoorziening hebben en gaan daarom uit van de gemiddelde 60km/uur-weg voor de schatting (alle wegekilometers en alle slachtoffers). Dit betekent een slachtoffergroep (S_b) van ongeveer **143 doden** en **1.589 verkeersgewonden (MAIS2+)** in de periode 2014-2020.

c. Fietspaden op 80km/uur-wegen

Dit In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 147 doden en ongeveer 1.453 verkeersgewonden (MAIS2+) bij fiets-motorvoertuigongevallen op wegen met een limiet van 80km/uur.

Om het aandeel van de slachtoffers in deze ongevallen te schatten die op een 80km/uur-weg zonder vrijliggend fietspad vielen, is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddelde weg met vrijliggende fietspaden minder fiets-motorvoertuigongevallen plaats zullen vinden dan op een weg zonder fietspaden, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van een vrijliggend fietspad op fiets-motorvoertuigongevallen (zie *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van het veiligheidseffect en het aandeel 80km/uur-wegen zonder fietspad (5%; zie *Penetratiegraad*)

wordt geschat dat ongeveer **12 doden** en **114 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep (S_c) vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het veiligheidseffect van een vrijliggend fietspad wordt gebaseerd op een recent onderzoek naar de veiligheid van fietspaden vergeleken met fietsstroken en gemengd verkeer op Amsterdamse 50km/uur-wegen (Van Petegem, Schepers & Wijlhuizen, 2021). Er zijn geen aparte schattingen bekend voor 60- en 80km/uur-wegen; wij veronderstellen dat het effect op fiets-motorvoertuig-ongevallen op deze wegen vergelijkbaar is als het effect bij 50km/uur-wegen.

Bij het genoemde onderzoek is rekening gehouden met de intensiteiten van zowel motorvoertuigen als fietsverkeer. Kijkend naar alleen de wegen met een gemiddelde etmaalintensiteit van minstens 3.000 motorvoertuigen (bij lagere intensiteit zijn fietspaden veel minder gebruikelijk) was het ongevalsrisico een factor 1,62 hoger op fietsstroken (statistisch significant) en een factor 1,64 hoger bij gemengd verkeer (net niet statistisch significant) dan op vrijliggende fietspaden (Van Petegem, Schepers & Wijlhuizen, 2021). Hierbij gaat het om fietsongevallen op zowel wegvakken als kruispunten. Omgerekend naar een percentage betekent dit ongeveer 38% minder ongevallen op een fietspad vergeleken met een fietsstrook ($1 - (1/1,62)$). Dit percentage nemen wij aan als het effect van een vrijliggend fietspad (**E = 38%**).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van het in totaal 69,7 kilometer vrijliggende fietspaden op wegen met een limiet van 50, 60 of 80 km/uur is een besparing van ongeveer 1,4 doden en 34 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar. Per snelheidslimiet is dit:

a. 50km/uur wegen

$$Besparing_{doden} = E * S_a * P_a = 38\% * \left(\frac{307 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,208\% = 1,1 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S_a * P_a = 38\% * \left(\frac{8870 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,208\% = 30 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

b. 60km/uur wegen

$$Besparing_{doden} = E * S_b * P_b = 38\% * \left(\frac{143 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,081\% = 0,19 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S_b * P_b = 38\% * \left(\frac{1589 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,081\% = 2,1 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 38% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

c. 80km/uur wegen

$$Besparing_{doden} = E * S_c * P_c = 38\% * \left(\frac{12 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,825\% = 0,16 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S_c * P_c = 38\% * \left(\frac{114 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,825\% = 1,5 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 41% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

4.2.3 Fysiek opheffen fietsoversteek

De tweede tranche investeringsimpuls financiert het opheffen van 12 fietsoversteeken. Het opheffen van een fietsoversteek heeft vooral een verkeersveiligheidseffect wanneer 1) deze wordt vervangen door een veiliger oplossing, bijvoorbeeld een onderdoorgang, of 2) gebruikers een veiligere route nemen na het opheffen van de oversteek. Uit de subsidieaanvragen is afgeleid dat deze maatregel in de meeste gevallen onderdeel is van een groter project waarbij een oversteek wordt verplaatst/vervangen tijdens het herinrichten van een weg. Het is uit de beschikbare informatie niet te achterhalen óf en in welke mate de nieuwe oversteeken veiliger zijn. Verwacht wordt dat in de meeste gevallen fietsers nog steeds over zullen steken (op de nieuwe oversteek of daar vlakbij). Als de oversteek wordt vervangen door een ongelijkvloers oplossing dan wordt het veiligheidseffect hiervan meegenomen bij de desbetreffende maatregel. Bij deze maatregel als zelfstandige verkeersveiligheidsmaatregel is er dus sprake van weinig verkeersveiligheidswinst – of waar deze er wel zou zijn, is dit geheel afhankelijk van de locatie-specifieke oplossingen die de oversteek vervangen. Deze zijn onvoldoende bekend en te verschillend om een inschatting op basis hiervan te kunnen maken. Verder heeft deze maatregel weinig invloed op de totale schattingen, omdat het om enkele locaties met mogelijk een klein effect gaat.

Om deze redenen is bij deze maatregel een besparing van 0 aangehouden.

4.2.4 Aanleg ongelijkvloerse kruising (onderdoorgang/brug)

Gelijkvloers een gebiedsontsluitingsweg of stroomweg oversteken is voor fietsers en voetgangers onveilig door de hoge snelheden en intensiteiten van het gemotoriseerde verkeer. Deze maatregel betreft het aanleggen van een ongelijkvloerse fietsoversteekplaats op een dergelijke gebiedsontsluitingsweg of stroomweg binnen of buiten de bebouwde kom. Hierbij worden twee mogelijkheden onderscheiden: een fietsonderdoorgang (fietstunnel), of een fietsbrug. Omdat deze twee maatregelen voor verschillende wegtypen en op verschillende manieren aangevraagd konden worden, is verder gekeken naar de aanvragen om de wegcategorieën te bepalen. Voor het bepalen van de penetratiegraad en de slachtoffergroep is het belangrijk om te weten op welke infrastructuur de onderdoorgangen/bruggen worden aangelegd.

Na het raadplegen van de subsidieaanvragen zijn drie maatregelvarianten te onderscheiden, allemaal op 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom:

- a. Fietsonderdoorgang vervangt kruispunt
- b. Fietsbrug vervangt kruispunt
- c. Fietsbrug vormt onderdeel van een wegvak (bestaande brug met fietsers op de rijbaan krijgt vrijliggende fietsvoorziening)

Penetratiegraad investering

De tweede tranche van de investeringsimpuls financiert (a) 2 fietsonderdoorgangen en (b) 2 fietsbruggen op kruispunten/rotondes tussen 50km/uur-wegen. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.2*) liggen er ongeveer 22.900 kruispunten tussen 50km/uur-wegen (inclusief rotondes) in Nederland. Dit komt neer op de volgende penetratiegraden:

- a. Fietsonderdoorgang vervangt kruispunt

$$P_a = (2 / 22.900) = 0,009\%$$

- b. Fietsbrug vervangt kruispunt

$$P_b = (2 / 22.900) = 0,009\%$$

Daarnaast zijn (c) 3 fietsbruggen aangevraagd waar fietsers in de voorsituatie op de rijbaan van een bestaande brug fietsen. Met deze maatregel wordt een eigen voorziening aangelegd voor de fietsers waardoor zij geen gebruik meer hoeven te maken van de rijbaan. Verondersteld wordt

dat de bruggen met fietsers op de rijbaan een vergelijkbaar veiligheidsniveau hebben als een gemiddelde 50km/uur-wegvak met fietsers op de rijbaan. Deze fietsbruggen worden dan als vergelijkbaar beschouwd met het aanleggen van een vrijliggend fietspad op een 50km/uur-weg, alleen met andere kosten. Elk van de 3 gefinancierde fietsbruggen dekt ongeveer 75 meter aan weglengte, in totaal 225 meter. Voor het aantal kilometers 50km/uur-weg dat nog geen vrijliggend fietspad heeft, gebruiken we de schatting van SWECO. Van alle 50km/uur-wegen in Nederland (16.880 km) zou 11.130 kilometer nog geen vrijliggend fietspad hebben (Drolenga, 2021). Dit komt neer op een penetratiegraad van:

- c. Fietsbrug vormt onderdeel van een wegvak
 $P_c = (0,225 / 11.130) = 0,002 \%$

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor maatregelvarianten (a) en (b) betreft alle ongevallen tussen fietsers en motorvoertuigen op kruispunten/rotondes tussen gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 50 km/uur. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 405 doden en ongeveer 11.700 verkeersgewonden (MAIS2+) bij fiets-motorvoertuigongevallen op wegen met een limiet van 50 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 64% van de dodelijke en 65% van de ernstige ongevallen met een fietser op 50km/uur-wegen gebeurden op kruispunten. Hiervan gebeurt een deel op kruispunten tussen 50km/uur-wegen (GOW50-GOW50) en een deel op andere typen kruispunten (bijvoorbeeld GOW50-ETW30). Van de in BRON geregistreerde kruispuntongevallen op 50km/uur-wegen is geschat (zie *Bijlage B.2*) welk deel specifiek op een GOW50-GOW50-kruispunt/rotonde) is gebeurd: ongeveer 28% voor dodelijke ongevallen en 34% voor (ernstig) verkeersgewonden. Dit komt neer op een slachtoffergroep (S_{ab}) van ongeveer **72 doden** ($405 * 64% * 28%$) en **2.584 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($11.700 * 65% * 34%$) die vielen in de periode 2014-2020.

Voor fietsbruggen die deel uitmaken van een wegvak is de slachtoffergroep hetzelfde als bij het aanleggen van een vrijliggend fietspad langs een gemiddeld stuk 50km/uur-weg met fietsers op de rijbaan (zie *Paragraaf 4.2.2* voor de uitwerking). Er wordt geschat dat ongeveer **307 doden** en **8.870 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep (S_c) vielen in de periode 2014-2020. Hierbij gaat het om alle ongevallen tussen fietsers en motorvoertuigen op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 50 km/uur waar een fietspad ontbreekt.

Verkeersveiligheidseffecten

Een gelijkvloerse fietsoversteek vervangen door een fietsonderdoorgang of fietsbrug zou theoretisch gezien alle fiets-motorvoertuigongevallen op het kruispunt moeten voorkomen. Als fietsers na aanleg van de onderdoorgang er alsnog voor zouden kiezen om gelijkvloers over te steken, op hetzelfde kruispunt of elders in het netwerk, zou het effect minder kunnen zijn. Om een dergelijk effect op routekeuze te kunnen schatten, is echter aanvullende locatie- en netwerk-specifieke informatie nodig, wat buiten de scope van dit onderzoek valt. Voor het vervangen van een kruispunt met een ongelijkvloers fietsoversteek (a & b) wordt een effectiviteit van $E_{ab} = 100\%$ verondersteld voor fiets-motorvoertuigongevallen op kruispunten.

Voor fietsbruggen die deel uitmaken van een wegvak, wordt een vrijliggende fietsvoorziening aangelegd voor fietsers waar die in de voorsituatie op de rijbaan reden. De bestaande brug wordt vermoedelijk verbreed of er wordt een aparte brug voor fietsers aangelegd. Wij veronderstellen dat het effect hiervan vergelijkbaar is met het aanleggen van een vrijliggend fietspad langs een gemiddeld stuk 50km/uur-weg met fietsers op de rijbaan (maatregel 321). Het veiligheidseffect van een vrijliggend fietspad wordt gebaseerd op een onderzoek naar de veiligheid van fietspaden vergeleken met fietsstroken en gemengd verkeer op Amsterdamse 50km/uur-wegen (Van Petegem, Schepers & Wijlhuizen, 2021). Voor het effect van fietsbruggen op wegvakken wordt dit effect van $E_c = 38\%$ gebruikt.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 2 fietsonderdoorgangen en 2 fietsbruggen die kruispunten vervangen, plus 3 fietsbruggen die onderdeel zijn van een wegvak, is een totale besparing van ongeveer 0,064 doden en 2,2 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar. Per uitvoeringsvariant is dit:

a. Fietsonderdoorgang vervangt kruispunt

$$Besparing_{doden} = E_{ab} * S_a * P_a = 100\% * \left(\frac{72 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,009\% = 0,027 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E_{ab} * S_a * P_a = 100\% * \left(\frac{2584 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,009\% = 0,97 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

b. Fietsbrug vervangt kruispunt

$$Besparing_{doden} = E_{ab} * S_b * P_b = 100\% * \left(\frac{72 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,009\% = 0,027 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E_{ab} * S_b * P_b = 100\% * \left(\frac{2584 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,009\% = 0,97 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

c. Fietsbrug vormt onderdeel van een wegvak

$$Besparing_{doden} = E_c * S_c * P_c = 38\% * \left(\frac{307 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,002\% = 0,010 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E_c * S_c * P_c = 38\% * \left(\frac{8870 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,002\% = 0,29 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

4.3 Maatregelen ETW30

Binnen de tweede tranche investeringsimpuls is één maatregel toegevoegd die betrekking heeft op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 30 km/uur (ETW30).

4.3.1 Aanleg van een fietsstraat op een 30km/uur-weg

Met de aanleg van fietsstraten wordt beoogd om de positie van de fietsers te versterken op een type infrastructuur waar het gemotoriseerd verkeer te gast is. Verwacht wordt dat daarmee het gebruik van de fiets aantrekkelijker zal zijn en het autoverkeer langzamer zal rijden.

De tweede tranche investeringsimpuls financiert het aanleggen van ca. 34 kilometer fietsstraat. Recentelijk is door SWOV (Nabavi Niaki et al., 2023) onderzocht wat er (inter)nationaal uit publicaties bekend is over de veiligheid van fietsstraten. Uit het SWOV-onderzoek blijkt onder meer dat het op dit moment nog onbekend is of fietsstraten de verkeersveiligheid – uitgedrukt in besparing van slachtoffers – bevorderen.

Bij deze maatregel als zelfstandige verkeersveiligheidsmaatregel is er vooralsnog geen aanwijzing voor verkeersveiligheidswinst.

Om deze reden is bij deze maatregel een besparing van 0 aangehouden.

4.4 Maatregelen GOW50

Geen van de maatregelen op 50km/uur-wegen is aangepast of toegevoegd ten opzichte van de maatregelen die reeds zijn doorgerekend voor de eerste tranche investeringsimpuls.

4.5 Maatregelen ETW60

Geen van de maatregelen op 60km/uur-wegen is aangepast of toegevoegd ten opzichte van de maatregelen die reeds zijn doorgerekend voor de eerste tranche investeringsimpuls.

4.6 Maatregelen GOW80

Van de tweede tranche investeringen die betrekking hebben op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur, zijn in deze paragraaf de effecten geschat voor drie maatregelen die niet eerder voor de eerste tranche zijn doorgerekend.

4.6.1 Rijrichtingscheiding: dubbele asmarkering

Deze maatregel gaat om het aanbrengen van een dubbele asmarkering als rijrichtingscheiding op een 2x1 gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom.

Omdat bij het berekenen van de effecten van de tweede tranche investeringsimpuls meer informatie beschikbaar was over de uitvoeringsvarianten van deze maatregel dan bij de effectschatting van de eerste tranche, is voor deze maatregel een nieuwe schatting uitgewerkt. Bij de eerste tranche is er uitgegaan van een fysieke rijrichtingscheiding; bij de tweede tranche is gebleken dat alleen financiering is aangevraagd voor het vervangen van een enkele asmarkering door een dubbele asmarkering.

Penetratiegraad investering

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 10,7 kilometer aan dubbele asmarkering op 80km/uur-wegen. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 12.000 kilometer weg in Nederland met een snelheidslimiet van 80 km/uur. Bij een deel van de 80km/uur-wegen ligt er al een vorm van fysieke rijrichtingscheiding, waardoor dubbele asmarkering niet nodig is. Met data uit 2012 over provinciale 80km/uur-wegen hebben Bax et al. (2017) geconcludeerd dat 15% van de wegvakken al een fysieke rijrichtingscheiding had. Verder heeft een deel van de overgebleven wegkilometers (10.200 km) al dubbele asmarkering. Om hoeveel km weglengte het gaat, is niet bekend. Wij nemen aan dat ruim de helft²⁰ van de 80km/uur-wegen zonder fysieke rijrichtingscheiding al wel dubbele asmarkering heeft. Dit komt neer op een penetratiegraad van $P = (10,7 / 5.100) = 0,209\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle ongevallen tussen motorvoertuigen op de wegvakken van gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 80 km/uur en met alleen



20. Omdat er vervolgens ook wordt geselecteerd op ongevallen die op dit deel van de wegkilometers plaats zou hebben gevonden, heeft de schatting van de huidige penetratiegraad uiteindelijk maar een klein effect. De orde van grootte van de totaalschatting wordt dus niet sterk beïnvloed door de onzekerheid in deze schatting.

enkele asmarkering. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 692 doden en ongeveer 6.080 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 80 km/uur. Hierbij gaat het uitsluitend om slachtoffers in motorvoertuigen. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode 2014-2020 ongeveer 69% van de dodelijke en 62% van de ernstige ongevallen op 80km/uur-wegen gebeurden op wegvakken.

Om het aandeel van de wegvakongevallen te schatten dat op 80km/uur-wegen *zonder* een fysieke rijrichtingscheiding of dubbele asmarkering²¹ gebeurde, is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld wegvak met een dubbele asmarkering minder ongevallen plaats zullen vinden dan op een wegvak met enkele asmarkering, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van dubbele asmarkering (zie kop *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van het veiligheidseffect en het aandeel wegen met en zonder enkele asmarkering (zie kop *Penetratiegraad*) wordt geschat dat ongeveer **221 doden** en **1.748 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Verdubbelen van een bestaande enkele asmarkering is in Nederland alleen onderzocht door Van Beek (2002). Hij onderzocht 9 wegvakken met een totale lengte van 40 km. Het aantal wegvakongevallen is met 11% gedaald. De ongevallen zijn niet gespecificeerd naar ernstgraad. Voor de onderhavige studie nemen we aan dat er een effect optreedt door verdubbeling van de asmarkering van **E = 11%**.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 10,7 kilometer aan dubbele asmarkering op 80km/uur-wegen buiten de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,22 doden en 1,7 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 11\% * \left(\frac{221 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,209\% = 0,22 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 11\% * \left(\frac{1748 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,209\% = 1,7 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 31% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

4.6.2 Draagkrachtige berm

Een veilige en draagkrachtige (zij)berm is belangrijk om de ernst te beperken van ongevallen waarbij het voertuig uit koers raakt en in de berm terecht komt (CROW, 2013b). Deze berm moet draagkrachtig genoeg zijn om het voertuig bestuurbaar te laten blijven en de snelheid voldoende af te kunnen remmen. Het gaat dan vooral om de draagkracht van de vlucht- en bergingszone, die daarnaast ook ruimte voor tijdelijk gestrande voertuigen biedt. Een (semi-)verharde vlucht- en bergingszone verhoogt de draagkracht zodat de wielen minder snel wegzakken.

Penetratiegraad investering

Deze maatregel wordt toegepast op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur die nog geen draagkrachtige berm hebben. De tweede tranche



21. Deze schatting is in twee stappen gedaan: eerst voor het selecteren van ongevallen zonder fysieke rijrichtingscheiding (op basis van een huidige penetratiegraad van 15% en een effectiviteit van 20%; zie ook Gebhard, Wijlhuizen & Dijkstra (2022)) en vervolgens opnieuw om uit de ongevallen zonder fysieke rijrichtingscheiding te selecteren op ongevallen met alleen enkele asmarkering (op basis van de hier genoemde penetratiegraad en effectiviteit).

investeringsimpuls financiert 8,32 km aan semi-verharde vlucht- en bergingszones van 2 meter breed. Wij veronderstellen dat het aantal kilometers om een aanpassing aan één kant van de weg gaat, waardoor het totaal aantal kilometers aangepaste weg daar de helft van is (4,16 km). Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 12.000 km weg in Nederland met een limiet van 80 km/uur. Het is niet bekend welk deel van de 80km/uur-wegen al een draagkrachtige berm heeft. Wij nemen aan dat dit ruim de helft is.²² Dit komt neer op een penetratiegraad van $P = (4,16 / 6.000) = 0,069\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle motorvoertuigongevallen die gebeuren op 80km/uur-wegvakken die nog geen draagkrachtige berm hebben. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 692 doden en ongeveer 6.080 verkeersgewonden (MAIS2+) onder motorvoertuig-inzittenden op wegen met een limiet van 80 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 69% van de dodelijke en 62% van de ernstige ongevallen op 80km/uur-wegen plaatsvonden op wegvakken.

Om het aandeel van de wegvakongevallen op 80km/uur-wegen *zonder* een draagkrachtige berm te schatten, is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld wegvak met een draagkrachtige berm minder ongevallen plaats zullen vinden dan op een wegvak zonder, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van een draagkrachtige berm (zie kop *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van het veiligheidseffect en het aandeel wegen met en zonder een draagkrachtig berm (zie kop *Penetratiegraad*) wordt geschat dat ongeveer **21 doden** en **2.538 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Er zijn geen Nederlandse studies bekend die alleen het effect van een semi-verharde vlucht- en bergingszone onderzoeken. Voor onze berekening van het veiligheidseffect is gebruikgemaakt van de schatting uit (SWOV, 2023) die is gebaseerd op Crash Modification Factors uit de Verenigde Staten (AASHTO, 2010). Die schatten het effect van een verharde berm van 1,8 meter op een reductie van ongeveer **E = 33%** in het aantal ongevallen (enkelvoudige, flank- en frontale ongevallen samen).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 8,32 km draagkrachtige berm aanleggen op 4,16 km 80km/uur-wegen is een besparing van ongeveer 0,021 doden en 2,5 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 33\% * \left(\frac{21 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,069\% = 0,021 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 33\% * \left(\frac{2538 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,069\% = 2,5 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 31% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.



22. Omdat er vervolgens ook wordt geselecteerd op ongevallen die op dit deel van de wegkilometers plaats zou hebben gevonden, heeft de schatting van de huidige penetratiegraad uiteindelijk maar een klein effect. De orde van grootte van de totaalschatting wordt dus niet sterk beïnvloed door de onzekerheid in deze schatting.

4.6.3 Afwaarderen van 80 km/uur naar 60 km/uur

Deze maatregel gaat om het volwaardig afwaarderen van een gebiedsontsluitingsweg met een snelheidslimiet van 80 km/uur naar een erftoegangsweg type I conform het *Handboek Wegontwerp* (CROW, 2013a) met een limiet van 60 km/uur. Behalve van een verlaging van de snelheidslimiet, wordt in het maatregelpakket uit de tweede tranche ook uitgegaan van een versmalling van de weg en andere markering. Voor een effectieve toepassing is het verder belangrijk dat wegen die afgewaardeerd worden na de afwaardering geen belangrijke stroomfunctie meer hebben.

Penetratiegraad investering

De tweede tranche investeringsimpuls financiert het afwaarderen van 35,1 kilometer 80km/uur-gebiedsontsluitingsweg naar 60km/uur-erftoegangsweg. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 12.000 kilometer weg in Nederland met een snelheidslimiet van 80 km/uur. Dit betekent een penetratiegraad van $P = (35,1 / 12.000) = 0,292\%$.

Verschillende 80km/uur-wegen zullen in meer of mindere mate geschikt zijn voor een (geloofwaardige) 60km/uur-uitvoering, wat onder andere afhankelijk is van de huidige balans tussen de functies stromen en uitwisselen. Omdat het niet bekend is welke soorten 80km/uur-weg aangepakt worden en hoe de ongevallen over de verschillende 80km/uur-wegen verdeeld zijn, is voor de effectschatting uitgegaan van een gemiddelde Nederlandse 80km/uur-weg.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle ongevallen op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 80 km/uur. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer **692 doden** en **6.080 verkeersgewonden (MAIS2+)** op wegen met een limiet van 80 km/uur. Omdat een verlaagde snelheid effect kan hebben op de veiligheid onder alle vervoerswijzen op wegvakken en op kruispunten is hier geen verdere selectie nodig.

Verkeersveiligheidseffecten

Bij een 'volwaardige afwaardering' van een gebiedsontsluitingsweg (limiet 80) naar een erftoegangsweg (limiet 60) mag een snelheidsremmend effect worden verwacht. Een dergelijke aanpassing is nooit op grote schaal toegepast. Maar er zijn bij de invoering van zone 60 wel plattelandswegen met een limiet van 80 km/uur veranderd in wegen met een limiet van 60 km/uur. De invoering van zone 60 is geëvalueerd door Jaarsma et al. (2011). Het betreft een voor-nastudie van de gebieden met zone 60 en een controlegebied zonder deze zones. De evaluatie laat zien dat in een periode van vijf jaar na de invoering van zone 60, het aantal KSI-slachtoffers (doden en ernstig gewonden) is gedaald met 27%. Deze reductie ($E = 27\%$) nemen wij aan als het effect van het afwaarderen van een 80km/uur-weg naar een 60km/uur-weg.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van het afwaarderen en herinrichten van 35,1 kilometer 80km/uur-weg naar 60km/uur-weg is een besparing van ongeveer 2,3 doden en 21 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 27\% * \left(\frac{692 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,292\% = 2,3 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 27\% * \left(\frac{6.080 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,292\% = 21 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

4.7 Maatregelen SW100

Van de tweede tranche investeringen die betrekking hebben op regionale stroomwegen met een snelheidslimiet van 100 km/uur, zijn in deze paragraaf de effecten geschat voor twee maatregelen die niet eerder voor de eerste tranche zijn doorgerekend.

Het is wellicht goed om nog eens op te merken dat de investeringsimpuls bedoeld is voor het regionale wegennet, beheerd door decentrale overheden. Dit houdt in dat het Rijk als wegbeheerder geen gebruik maakt van de investeringsimpuls en dat rijkswegen – en ook de ongevallen op rijkswegen – met een limiet van 100 km/uur buiten beschouwing worden gelaten.

4.7.1 Draagkrachtige berm

Een veilige en draagkrachtige (zij)berm is belangrijk om de ernst te beperken van ongevallen waarbij het voertuig uit koers raakt en in de berm terechtkomt (CROW, 2013b). Deze berm moet draagkrachtig genoeg te zijn om het voertuig bestuurbaar te laten blijven en de snelheid voldoende af te kunnen remmen. Het gaat dan vooral om de draagkracht van de vlucht- en bergingszone, die daarnaast ook ruimte voor tijdelijk gestrande voertuigen biedt. Een (semi-)verharde vlucht- en bergingszone verhoogt de draagkracht zodat de wielen minder snel wegzakken.

Penetratiegraad investering

Deze maatregel wordt toegepast op regionale stroomwegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 100 km/uur die nog geen draagkrachtige berm hebben. De tweede tranche investeringsimpuls financiert 1,7 km aan semi-verharde vlucht- en bergingszones van 2 meter breed. Wij veronderstellen dat het aantal kilometers om een aanpassing aan één kant van de weg gaat, waardoor het totaal aantal kilometers aangepaste weg daar de helft van is (0,85 km). Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 700 km regionale stroomweg in Nederland met een limiet van 100 km/uur (exclusief rijkswegen). Het is niet bekend welk deel van die 100km/uur-wegen al een draagkrachtige berm heeft. Wij nemen aan dat dit ruim de helft is.²³ Dit komt neer op een penetratiegraad van $P = (0,85 / 350) = 0,243\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle motorvoertuigongevallen die gebeuren op 100km/uur-wegvakken die nog geen draagkrachtige berm hebben. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 78 doden en ongeveer 686 verkeersgewonden (MAIS2+) onder motorvoertuig-inzittenden op wegen met een limiet van 100 km/uur (exclusief rijkswegen). Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 95% van de dodelijke en 97% van de ernstige ongevallen op 100km/uur-wegen plaatsvonden op wegvakken.

Om het aandeel van de wegvakongevallen op 100km/uur-wegen *zonder* een draagkrachtige berm te schatten, is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld wegvak met een draagkrachtige berm minder ongevallen plaats zullen vinden dan op een wegvak zonder, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van een draagkrachtige berm (zie kop *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van het veiligheidseffect en het aandeel wegen met en zonder een draagkrachtig berm (zie kop *Penetratiegraad*) wordt geschat dat ongeveer **44 doden** en **400 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020.



23. Omdat er vervolgens ook wordt geselecteerd op ongevallen die op dit deel van de wegkilometers plaats zou hebben gevonden, heeft de schatting van de huidige penetratiegraad uiteindelijk maar een klein effect. De orde van grootte van de totaalschatting wordt dus niet sterk beïnvloed door de onzekerheid in deze schatting.

Verkeersveiligheidseffecten

Er zijn geen Nederlandse studies bekend die alleen het effect van een semi-verharde vlucht- en bergingszone onderzoeken. Voor onze berekening van het veiligheidseffect is gebruikgemaakt van de schatting uit (SWOV, 2023) die is gebaseerd op Crash Modification Factors uit de Verenigde Staten (AASHTO, 2010). Die schatten het effect van een verharde berm van 1,8 meter op een reductie van ongeveer **E = 33%** in het aantal ongevallen (enkelvoudige, flank- en frontale ongevallen samen).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 1,7 km draagkrachtige berm aanleggen op 0,85 km 100km/uur-wegen is een besparing van ongeveer 0,15 doden en 1,4 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 33\% * \left(\frac{44 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,243 \% = 0,15 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 33\% * \left(\frac{400 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,243 \% = 1,4 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 32% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

4.7.2 Afwaarderen 100 km/uur naar 80 km/uur

Deze maatregel gaat om het volwaardig afwaarderen van een regionale stroomweg met een snelheidslimiet van 100 km/uur naar een gebiedsontsluitingsweg met een limiet van 80 km/uur. Behalve van een verlaging van de snelheidslimiet wordt in het maatregelpakket van de tweede tranche ook uitgegaan van een andere markering.

Penetratiegraad investering

De tweede tranche investeringsimpuls financiert het afwaarderen van 0,81 kilometer regionale stroomweg met limiet 100 km/uur naar een 80km/uur-gebiedsontsluitingsweg. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 700 km regionale stroomweg in Nederland met een limiet van 100 km/uur (exclusief rijkswegen). Dit betekent een penetratiegraad van **P = (0,81 / 700) = 0,116%**.

Zoals bij de andere afwaarderingsmaatregelen (zie *Paragrafen 4.6.3 en 5.3.5*), zullen verschillende 100km/uur-wegen in meer of mindere mate geschikt zijn voor een (geloofwaardige) 80km/uur-uitvoering, wat onder andere afhankelijk is van de huidige balans tussen de functies stromen en uitwisselen. Omdat het niet bekend is welke soorten 100km/uur-weg aangepakt worden en hoe de ongevallen over de verschillende 100km/uur-wegen verdeeld zijn, is voor de effectschatting uitgegaan van een gemiddelde Nederlandse 100km/uur-weg.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle ongevallen op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 100 km/uur (exclusief rijkswegen). In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer **78 doden en 686 verkeersgewonden (MAIS2+)** op wegen met een limiet van 100 km/uur. Omdat een verlaagde snelheid effect kan hebben op de veiligheid onder alle vervoerswijzen op wegvakken en op kruispunten is hier geen verdere selectie nodig.

Verkeersveiligheidseffecten

Bij een 'volwaardige afwaardering' van een regionale stroomweg (limiet 100) naar een gebiedsontsluitingsweg (limiet 80) mag een snelheidsremmend effect worden verwacht. Een dergelijke aanpassing is nooit op grote schaal toegepast. Wel zijn op grote schaal wegen met een limiet van 80 km/uur veranderd in wegen met een limiet 60 km/uur. In de onderhavige studie

nemen we aan dat het effect van die verandering (80 naar 60) gelijk is aan de verandering van 100 naar 80. De evaluatie van zone 60 (Jaarsma et al., 2011) laat zien dat in een periode van vijf jaar na de invoering van zone 60, het aantal KSI-slachtoffers (doden en ernstig gewonden) is gedaald met 27%. Deze reductie (**E = 27%**) nemen wij aan als het effect van het afwaarderen van een 100km/uur-weg naar een 80km/uur-weg.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van het afwaarderen en herinrichten van 35,1 kilometer 100km/uur-weg naar 80km/uur-weg is een besparing van ongeveer 0,10 doden en 0,92 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 27\% * \left(\frac{78 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,116 \% = 0,10 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 27\% * \left(\frac{686 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,116 \% = 0,92 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 32% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5 Effectschatting bestaande maatregelen

Dit hoofdstuk bevat de effectschatting van de maatregelen uit de tweede tranche die ook al in de eerste tranche zijn voorgenomen en doorgerekend. De bespreking per maatregel is daarom identiek aan die in Gebhard et al. (2022), met uitzondering van de omvang waarin deze maatregelen in de tweede tranche zijn voorgenomen (de penetratiegraad P).

Net als in *Hoofdstuk 4*, worden in dit hoofdstuk per maatregel de keuzes en gegevens gepresenteerd die zijn gebruikt om tot een schatting van het bespaarde aantal slachtoffers over een periode van 30 jaar te komen. De nieuwe penetratiegraden (P) zijn berekend op basis van de aangevraagde subsidies voor de tweede tranche. Ze worden vervolgens vermenigvuldigd met exact dezelfde slachtoffergroep (S) en hetzelfde verkeersveiligheidseffect (E) als in de effectschatting voor de eerste tranche (Gebhard et al., 2022).

5.1 Maatregelen fietsinfrastructuur

Van de tweede tranche investeringen die betrekking hebben op fietsinfrastructuur, zijn in deze paragraaf de effecten geschat voor zeven (samengestelde) maatregelen die al eerder voor de eerste tranche zijn doorgerekend.

5.1.1 Kant- en asmarkering fietspaden

Kantmarkering op fietspaden is bedoeld om het verloop van het fietspad beter zichtbaar te maken en daarmee enkelvoudige bermongevallen van fietsers te voorkomen. CROW-Fietsberaad beveelt aan om een doorgetrokken, reflecterende kantmarkering toe te passen die ook voelbaar is voor de fietser (Wolters & Van Gurp, 2022b).

Asmarkering is belangrijk voor de herkenbaarheid van tweerichtingsfietspaden en is ervoor bedoeld om fietspadgebruikers en overstekende voertuigen alert te maken op het feit dat fietsverkeer uit beide richtingen kan komen. Asmarkering wordt op tweerichtings(brom)fietspaden al standaard toegepast.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregel wordt toegepast op fietspaden die nog geen kantmarkering hebben. De tweede tranche investeringsimpuls financiert 194 kilometer kant- en asmarkering op fietspaden. Hoe het totaal verdeeld is tussen kilometers kantmarkering en kilometers asmarkering is niet bekend. Wij veronderstellen dat de gefinancierde kilometers vooral gaan om enkel kantmarkering of om kantmarkering en asmarkering samen, en in mindere mate om enkel asmarkering (omdat deze al standaard wordt toegepast). Wij nemen ook aan dat het totaal aantal kilometers om kilometers belijning gaat en niet om kilometers fietspad. Omdat kantmarkering aan beide kanten van een fietspad toegepast moet worden, delen wij daarom het totaal aantal kilometers door twee om tot een schatting van het aantal kilometers fietspad te komen ($194 / 2 = 97$ km).

Het aantal kilometers fietspad in Nederland is door SWECO geschat op basis van OpenStreetMap-data (zie *Bijlage B.3*). Volgens het Fietsberaad wordt kantmarkering aanbevolen op fietspaden en bromfietspaden zowel binnen als buiten de bebouwde kom (Wolters & Van Gulp, 2022b). Wij nemen daarom het totaal aantal kilometers fietspad mee, inclusief solitaire fietspaden, eenrichtings(brom)fietspaden, tweerichtings(brom)fietspaden en onverplichte fietspaden. In totaal is dit ongeveer 36.000 kilometer fietspad (Mieras, 2022). Welk aandeel van alle fietspaden al kantmarkering heeft is niet bekend, maar waarschijnlijk is dit laag. Wij nemen daarom alle fietspaden mee, wat betekent dat het effect wordt berekend voor een gemiddeld Nederlands fietspad (waarvan een klein deel al kantmarkering zal hebben).

Op basis hiervan wordt de uiteindelijke penetratiegraad $P = (97 / 36.000) = 0,269\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor kantmarkering betreft enkelvoudige bermongevallen op fietspaden. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 587 doden en ongeveer 70.300 verkeersgewonden (MAIS2+) onder fietsers in ongevallen waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest. Ongeveer 80% van de fietsongevallen waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest zijn enkelvoudige ongevallen (Veroude, Van Gulp & Van Boggelen, 2022).

Vervolgens moet er geselecteerd worden op de enkelvoudige ongevallen die op een fietspad plaatsvonden én een bermongeval waren. De oorzaken van enkelvoudige fietsongevallen zijn in 2008 onderzocht met een vragenlijst uitgestuurd aan slachtoffers die op de SEH van een ziekenhuis behandeld zijn (Ormel, Klein Wolt & Den Hertog, 2008). Op de resultaten daarvan zijn aanvullende analyses uitgevoerd, om te bepalen waar infrastructuur mogelijk een rol speelde bij het ongeval (Schepers, 2008). Hieruit bleek dat ruim een derde van de enkelvoudige fietsongevallen plaatsvond op een fietspad (langs een weg of solitair). Ook is verder gespecificeerd naar verschillende infrastructurele oorzaken van het ongeval. Bij ruim 57% van de enkelvoudige fietsongevallen op fietspaden speelde infrastructuur een rol. Van alle onderzochte enkelvoudige fietsongevallen betrof ruim 7% een bermongeval (op alle typen voorzieningen) en ongeveer 5% een bermongeval op een fietspad (Schepers, 2008). Dit laatste percentage betreft de slachtoffergroep. In totaal komt dit dus neer op een slachtoffergroep van ongeveer **22 doden** ($587 * 80\% * 5\%$) en **2.690 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($70.300 * 80\% * 5\%$) die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Zoals hierboven benoemd is het niet bekend welk deel van de aangelegde markering om kantmarkering en/of asmarkering gaat. Er wordt daarom verondersteld dat de gefinancierde kilometers vooral gaan om enkel kantmarkering of kantmarkering en asmarkering samen, en in mindere mate om enkel asmarkering (omdat deze al langer standaard wordt toegepast). Voor het veiligheidseffect moet daarom worden gekeken naar het verwachte effect van kantmarkering op fietspaden. Het effect van kantmarkering op het aantal slachtoffers op fietspaden is helaas nog niet gekwantificeerd met onderzoek. Er wordt verondersteld dat kantmarkering fietspadgebruikers helpt om het verloop van het fietspad beter waar te nemen (te zien en/of te voelen). De aanwezigheid van kantmarkering lijkt wel gewaardeerd te worden door fietspadgebruikers, wat leidt tot een hogere subjectieve veiligheid (Pol, Brouwer & Beterams, 2022). Omdat er geen studies bekend zijn die het effect van markering op fietsongevallen hebben onderzocht, is ervoor gekozen om uit te gaan van het effect van rammelstroken aan de zijkant van rijstroken voor motorvoertuigen. Wij nemen daarom een effect van **E = 16%** aan, afkomstig uit een meta-analyse van Høy & Elvik (2010) over het effect van rammelstrookbelijning langs de wegrand op bermongevallen onder motorvoertuigen.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 194 kilometer kantmarkering op 97 kilometer fietspad is een besparing van ongeveer 0,041 doden en 4,5 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 16\% * \left(\frac{22 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,269\% = 0,041 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 16\% * \left(\frac{2.687 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,269\% = 4,5 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.1.2 Lichtmasten verplaatsen

Gebruikers van het fietspad kunnen botsen tegen een lichtmast (lantaarnpaal) wanneer deze dicht op het fietspad is geplaatst. Net als bij wegen, moet een obstakelvrije berm weggebruikers in de berm de ruimte geven om weer op koers te raken, of om snelheid te minderen.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregel heeft betrekking op lantaarnpalen langs fietspaden. De tweede tranche investeringsimpuls financiert het verplaatsen van 90 lantaarnpalen naast fietspaden. Het totaal aantal lantaarnpalen (te dicht) langs fietspaden is niet bekend. Wij gaan uit van een invloedsgebied van een lantaarnpaal om het aandeel van de totale fietspadlengte in Nederland dat wordt aangepast te berekenen. Om het invloedsgebied van een lantaarnpaal te schatten, veronderstellen wij dat een fietser op een botskoers met een lantaarnpaal een reactietijd van minstens 1 seconde nodig heeft om uit te wijken. Bij een gemiddelde fietssnelheid van 18 km/uur wordt binnen 1 seconde 5 meter afgelegd. Op basis hiervan nemen wij aan dat fietsers op het naastliggende fietspad binnen ongeveer 5 meter vóór de lantaarnpaal risico lopen om ertegenaan te botsen. Dit betekent ongeveer 0,45 kilometer (90 * 0,005 km) fietspad die beïnvloed wordt door het verplaatsen van een lantaarnpaal.

Het aantal kilometer fietspad in Nederland is door SWECO geschat op basis van OpenStreetMap-data (zie *Bijlage B.3*). Er kunnen lantaarnpalen liggen naast alle soorten fietspaden, hoewel het risico om tegen een lantaarnpaal te botsten waarschijnlijk afhangt van het soort berm of stoep(rand). Wij nemen bij het totaal aantal kilometers alle soorten fietspaden mee, inclusief solitaire fietspaden, eenrichtings(brom)fietspaden, tweerichtings(brom)fietspaden en onverplichte fietspaden. In totaal is dit ongeveer 36.000 kilometer fietspad (Mieras, 2022). Op basis hiervan wordt de uiteindelijke penetratiegraad **P = (0,45 / 36.000) = 0,001%**.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep betreft enkelvoudige ongevallen op fietspaden waarbij de fietser tegen een lantaarnpaal botst. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 587 doden en ongeveer 70.300 verkeersgewonden (MAIS2+) onder fietsers in ongevallen waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest. Ongeveer 80% van de fietsongevallen waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest zijn enkelvoudige ongevallen (Veroude, Van Gorp & Van Boggelen, 2022).

Vervolgens moet er geselecteerd worden op de enkelvoudige ongevallen waarbij een fietser tegen een lantaarnpaal botste. Hiervoor is wederom gebruikgemaakt van de aanvullende analyses die Schepers (2008) op de resultaten uit vragenlijststudie van Ormel, Klein Wolt & Den Hertog (2008) heeft uitgevoerd. Van alle onderzochte enkelvoudige fietsongevallen botste ruim 1% tegen een lantaarnpaal of verkeersbord (Schepers, 2008). In totaal komt dit dus neer op een

slachtoffergroep van ongeveer **5 doden** ($587 * 80\% * 1\%$) en **560 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($70.300 * 80\% * 1\%$) die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het effect van het verplaatsen van lantaarnpalen op de veiligheid van fietspaden is niet bekend. Een bredere obstakelvrije berm – zonder lantaarnpaal – zorgt er weliswaar voor dat fietsers in de berm meer tijd hebben om hun koers te corrigeren of af te remmen voor een botsing, maar kan niet voorkomen dat een deel van de fietsers in de berm belandt en daar bij een val letsel kunnen oplopen. Een effect van 100% op de slachtoffergroep wordt daarom niet verwacht. Het effect van een voldoende brede obstakelvrije ruimte op bermongevallen met letsel bij motorvoertuigen wordt geschat op 69% (zie *Paragrafen 4.5.2 en 4.6.2*). Omdat fietsers minder beschermd zijn bij een ongeval dan inzittenden van een motorvoertuig, wordt verwacht dat fietsers sneller gewond zullen raken door een val in de berm (ook zonder lantaarnpaal), waardoor het effect kleiner is. Wij nemen daarom een effect van **E = 50%** aan.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van het verplaatsen van 90 lantaarnpalen naast fietspaden is een besparing van ongeveer 0,00013 doden en 0,015 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 50\% * \left(\frac{5 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,001 \% = 0,00013 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 50\% * \left(\frac{563 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,001 \% = 0,015 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.1.3 Fietspaaltjes verwijderen of markeren

Paaltjes op het fietspad, of afsluitpaaltjes, worden neergezet om het fietspad af te sluiten voor overig (gemotoriseerd) verkeer. Deze paaltjes vormen echter ook een obstakel en kunnen enkelvoudige ongevallen veroorzaken wanneer ze niet op tijd door een fietspadgebruiker worden opgemerkt. Om die reden beveelt CROW aan om afsluitpaaltjes alleen toe te passen “als andere maatregelen onvoldoende effectief zijn en als het probleem dat moet worden opgelost zwaarder weegt dan de nadelen van de afsluitpaal” (Wolters & Van Gurp, 2022a). Als een paaltje toch toegepast wordt, kan een inleidende markering fietsers helpen om de juiste koers te volgen en het paaltje op tijd op te merken, ook wanneer het zicht door andere verkeersdeelnemers wordt belemmerd. Voor deze inleidende markering wordt een ribbelmarkering in de vorm van een puntstuk aanbevolen, die 15 meter voor de paal begint (Wolters & Van Gurp, 2022a).

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert twee maatregelen die betrekking hebben op paaltjes op fietspaden:

- a. 242 paaltjes worden verwijderd
- b. 255 paaltjes krijgen attentieverhogende markeringen

Het is niet duidelijk hoeveel paaltjes er op fietspaden staan in Nederland. Vaak hebben wegbeheerders zelf geen goed beeld van waar er paaltjes staan in hun netwerk (De Geus, 2021). Volgens Veilig Verkeer Nederland staan er ongeveer 200.000 paaltjes op fietspaden (Kanselaar, 2022). Het is niet bekend waarop deze schatting is gebaseerd. Gezien het totaal aantal kilometers fietspad in Nederland (ongeveer 36.000 km) lijkt het aantal van 200.000 aan de hoge kant, ook al worden per locatie vaak meerdere paaltjes toegepast. Wij veronderstellen dat het om ongeveer

de helft van dat aantal afsluitpaaltjes op fietspaden gaat, die in aanmerking komen om verwijderd of gemarkeerd te worden. Door de grote onzekerheden is deze schatting indicatief.

Dit komt neer op penetratiegraden van:

a. Paaltjes verwijderen

$$P_a = (242 / 100.000) = 0,242\%$$

b. Attentieverhogende markering aanbrengen

$$P_b = (255 / 100.000) = 0,255\%$$

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft enkelvoudige ongevallen op fietspaden waarbij de fietser tegen een afsluitpaaltje botst. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er 587 doden en ongeveer 70.300 verkeersgewonden (MAIS2+) onder fietsers waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest. Ongeveer 80% van de fietsongevallen waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest zijn enkelvoudige ongevallen (Veroude, Van Gorp & Van Boggelen, 2022).

Vervolgens moet er geselecteerd worden op de enkelvoudige ongevallen die op een fietspad plaatsvonden en waarbij een fietspadgebruiker tegen een afsluitpaaltje bootste. Hiervoor is wederom gebruikgemaakt van de aanvullende analyses die Schepers (2008) op de resultaten van vragenlijststudie van Ormel, Klein Wolt & Den Hertog (2008) heeft uitgevoerd. Van alle onderzochte enkelvoudige fietsongevallen botste ruim 4% tegen afsluitpaaltjes (op alle typen voorzieningen) en 3% tegen afsluitpaaltjes op fietspaden (Schepers, 2008). Dit laatste percentage betreft de slachtoffergroep. In totaal komt dit dus neer op een slachtoffergroep van ongeveer **13 doden** ($587 * 80\% * 3\%$) en **1.600 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($70.300 * 80\% * 3\%$) die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het effect van het verwijderen of markeren van paaltjes of fietspaden op ongevallen is niet vastgesteld in onderzoek. Bij enkelvoudige ongevallen met paaltjes op het fietspad is het aannemelijk dat er zonder het paaltje geen (zwaar) ongeval had plaatsgevonden. Anders dan bij obstakels in de berm, reed de fietser namelijk niet al op een ongevalscoers. Wij nemen daarom een effect van **$E_a = 100\%$** aan voor het verwijderen van paaltjes op het fietspad.

Het effect van de aanbevolen markering op het risico om alsnog tegen het paaltje te botsen is niet bekend. Volgens een aantal gedragsobservaties lijkt markering sterk bij te dragen aan het geleiden van fietsers tot een veilige koers (Fietsberaad, 2014). Omdat er geen studies bekend zijn die het effect hebben onderzocht van inleidende (ribbel)markering voor fietspaaltjes, is ervoor gekozen om uit te gaan van het effect van een rammelstrook op de asmarkering op motorvoertuigongevallen. Wij nemen daarom een effect van **$E_b = 37\%$** aan, afkomstig uit de meta-analyse van Høye & Elvik (2015; zie ook *Paragraaf 5.3.4*).

Verwachte besparing

a. Paaltjes verwijderen

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van het weghalen van 242 afsluitpaaltjes is een besparing van ongeveer 0,14 doden en 17 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E_a * S_a * P_a = 100\% * \left(\frac{13 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,242\% = 0,14 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E_a * S_a * P_a = 100\% * \left(\frac{1.600 VG}{7 jaar} * 30 jaar \right) * 0,242 \% = 17 VG^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

b. Attentieverhogende markering aanbrengen

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van markering aanbrengen bij 255 afsluitpaaltjes is een besparing van ongeveer 0,054 doden en 6,5 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E_b * S_b * P_b = 37\% * \left(\frac{13 doden}{7 jaar} * 30 jaar \right) * 0,255 \% = 0,054 doden$$

$$Besparing_{VG} = E_b * S_b * P_b = 37\% * \left(\frac{1.600 VG}{7 jaar} * 30 jaar \right) * 0,255 \% = 6,5 VG^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.1.4 Afgeschuinde opsluitbanden

Bij een botsing tegen en verticale (rechthoekige) stoeprand, of opsluitband, langs een fietspad kan een fietspadgebruiker uit balans raken. Voor de vergevingsgezindheid van het fietspad gaat de voorkeur daarom uit naar afgeschuinde opsluitbanden.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregel wordt toegepast op fietspaden die begrensd zijn door een verticale (rechthoekige) opsluitband. De tweede tranche investeringsimpuls financiert 4,34 kilometer afgeschuinde opsluitbanden op fietspaden. Vaak zijn afgeschuinde opsluitbanden alleen nodig aan één kant van het fietspad (stoeprand) omdat de andere kant geen/weinig hoogteverschil heeft met de tussenberm. Wij veronderstellen daarom dat het totaal aantal kilometers afgeschuinde opsluitband min of meer gelijk is aan het aantal kilometers fietspad dat wordt aangepast.

Helaas is het niet bekend welk deel van de fietspaden in Nederland een verticale opsluitband heeft. Het aantal kilometers fietspad in Nederland is door SWECO geschat op basis van OpenStreetMap-data (zie *Bijlage B.3*) en onderscheidt de volgende typen voorzieningen: solitaire fietspaden, solitaire bromfietspaden, vrijliggende²⁴ fietspaden (een- en tweerichtings), vrijliggende bromfietspaden (een- en tweerichtings) en onverplichte fietspaden. Er wordt verondersteld dat vrijliggende bromfietspaden, solitaire (brom)fietspaden en onverplichte fietspaden meestal een zachte zijberm hebben (in plaats van een stoeprand), en dat vrijliggende fietspaden meestal een verticale opsluitband hebben (gemiddeld aan minstens een kant). In de realiteit zal een deel van de bromfietspaden/solitaire paden wel een verticale opsluitband hebben en een deel van de vrijliggende fietspaden juist niet. Wij nemen aan dat het aantal kilometers vrijliggende fietspaden (een- en tweerichtings) een aanvaardbare benadering is voor het aantal kilometers verticale opsluitband. Van het totaal aantal kilometers fietspad in Nederland (36.000) zou ongeveer 9.200 kilometer een vrijliggend fietspad zijn. Op basis hiervan wordt de uiteindelijke penetratiegraad **P = (4,34 / 9.200) = 0,047%**.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep betreft enkelvoudige ongevallen op fietspaden waarbij de fietser tegen de stoeprand is gebotst. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 587 doden en ongeveer 70.300 verkeersgewonden (MAIS2+) onder fietsers waarbij geen motorvoertuig



24. Vrijliggende fietspaden zijn fietspaden langs een weg, in tegenstelling tot solitaire fietspaden.

betrokken is geweest. Ongeveer 80% van de fietsongevallen waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest zijn enkelvoudige ongevallen (Veroude, Van Gorp & Van Boggelen, 2022).

Vervolgens moet er geselecteerd worden op de enkelvoudige ongevallen die op een fietspad plaatsvonden en waarbij de fietser tegen een stoeprand botste. Hiervoor is wederom gebruikgemaakt van de aanvullende analyses die Schepers (2008) op de resultaten van de vragenlijststudie van Ormel, Klein Wolt & Den Hertog (2008) heeft uitgevoerd. Van alle onderzochte enkelvoudige fietsongevallen botste ruim 13% tegen een stoeprand (op alle typen voorzieningen) en 5% tegen een stoeprand op een fietspad (Schepers, 2008). Dit laatste percentage betreft de slachtoffergroep. In totaal komt dit dus neer op een slachtoffergroep van ongeveer **24 doden** ($587 * 80\% * 5\%$) en **2.860 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($70.300 * 80\% * 5\%$) die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het effect van een afgeschuinde opsluitband op fietspadongevallen is niet bekend. Wel zorgt het ervoor dat een fietser die van het fietspad af raakt niet meteen uit balans raakt door botsing met een verticale rand (Kennisnetwerk-SPV, 2022b). Echter, ook met een afgeschuinde opsluitband zou een deel van deze fietsers vervolgens op de stoep of – via die band – op de andere helft van het fietspad kunnen belanden en daar letsel oplopen (door botsing met een ander obstakel of een tegenligger). Een effect van 100% op de slachtoffergroep wordt daarom niet verwacht. Wij nemen een effect van **E = 75%** aan.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 4,34 kilometer afgeschuinde opsluitbanden op fietspaden is een besparing van ongeveer 0,036 doden en 4,3 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 75\% * \left(\frac{24 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,047\% = 0,036 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 75\% * \left(\frac{2.863 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,047\% = 4,3 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.1.5 Gesloten verharding herstellen

Door gaten en scheuren en andere oneffenheden op het fietspad, onder andere door opdruk van boomwortels, kan een fietser uit balans raken en in ten val komen. Een fietspad moet daarom vlak zijn en vrij van obstakels. De tweede tranche financiert zowel het inzetten van een freesploeg om boomwortels te verwijderen als het inzetten van een ploeg om scheuren en gaten te vullen/verwijderen.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregel wordt toegepast op oneffenheden op fietspaden zoals boomwortels, gaten of scheuren. De tweede tranche investeringsimpuls financiert 23 dagen werk aan het verwijderen van boomwortels en 16 dagen aan het verwijderen/vullen van andere soorten oneffenheden. Omdat de slachtoffergroep die te maken had met oneffenheden op het fietspad niet te onderscheiden is naar soort obstakel (boomwortel of gat/scheur), en van beide een vergelijkbaar effect wordt verwacht, is ervoor gekozen om de twee typen samen te nemen. Dit betekent in totaal 39 dagen werk aan het verwijderen van oneffenheden op fietspaden. Om een penetratiegraad te kunnen berekenen, moet er ook geschat worden hoeveel lengte aan fietspad in een dag hersteld wordt. Helaas is dit niet bekend. Wij veronderstellen dat er per dag 100 meter fietspad hersteld kan worden, wat neerkomt op 3,9 kilometer ($39 \text{ dagen} * 0,1 \text{ km}$) aangepast fietspad.

Het totaal aantal kilometers fietspad in Nederland is door SWECO geschat op basis van OpenStreetMap-data (zie *Bijlage B.3*). Oneffenheden kunnen voorkomen op alle soorten fietspaden. Wij nemen daarom het totaal aantal van 36.000 kilometer fietspad mee (Mieras, 2022), inclusief solitaire fietspaden, eenrichtings(brom)fietspaden, tweerichtings(brom)fietspaden en onverplichte fietspaden. Op basis hiervan wordt de uiteindelijke penetratiegraad $P = (3,9 / 36.000) = 0,011\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep betreft enkelvoudige fietsongevallen veroorzaakt door oneffenheden op fietspaden. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 587 doden en ongeveer 70.300 verkeersgewonden (MAIS2+) onder fietsers waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest. Ongeveer 80% van de fietsongevallen waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest zijn enkelvoudige ongevallen (Veroude, Van Gulp & Van Boggelen, 2022).

Vervolgens moet er geselecteerd worden op de enkelvoudige ongevallen die op een fietspad plaatsvonden en waarbij de fietser beïnvloed werd door oneffenheden op het fietspad. Hiervoor is wederom gebruikgemaakt van de aanvullende analyses die Schepers (2008) op de resultaten uit de vragenlijststudie van Ormel, Klein Wolt & Den Hertog (2008) heeft uitgevoerd. Van alle onderzochte enkelvoudige fietsongevallen had ruim 6% te maken met oneffenheden op het wegdek (op alle typen voorzieningen) en 2% met oneffenheden op een fietspad (Schepers, 2008). Dit laatste percentage betreft de slachtoffergroep. In totaal komt dit dus neer op een slachtoffergroep van ongeveer **11 doden** ($587 * 80\% * 2\%$) en **1.260 verkeersgewonden (MAIS2+)** ($70.300 * 80\% * 2\%$) die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Er zijn geen studies bekend die het effect van het verwijderen van oneffenheden op fietspaden op ongevallen onderzoeken. Bij enkelvoudige ongevallen met 'kuilen' of 'hobbels' als oorzaak is het aannemelijk dat er zonder die kuil/hobbel geen (zwaar) ongeval had plaatsgevonden. Een effect op deze ongevallen van 100% wordt daarom verwacht. Wij nemen aan dat de reparaties 10 jaar meegaan, oftewel een derde van de schattingsperiode (30 jaar). Voor de berekening is dit gelijk aan een effect van 33% over 30 jaar. Wij gaan daarom uit van een effect van **E = 33%** voor het verwijderen van oneffenheden op fietspaden.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 39 dagen werk aan het verwijderen van oneffenheden op fietspaden is een besparing van ongeveer 0,0016 doden en 0,20 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 33\% * \left(\frac{11 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,011 \% = 0,0016 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 33\% * \left(\frac{1.261 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,011 \% = 0,20 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.1.6 Verbreding fietspad

Een voldoende breed fietspad biedt genoeg ruimte om andere verkeersdeelnemers op een veilige afstand te kunnen passeren of in te halen en eventueel te ontwijken, en zo de kans op enkelvoudige ongevallen en ongevallen tussen fietspadgebruikers onderling te verkleinen (Veroude, Van Gulp & Van Boggelen, 2022). Deze maatregel gaat om het verbreden van bestaande fietspaden.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregel wordt toegepast op bestaande fietspaden. De tweede tranche investeringsimpuls financiert het verbreden van 61,5 kilometer fietspad. Het SPV beveelt aan om vooral eenrichtingsfietspaden te verbreden, omdat daar het grootste effect wordt verwacht (Kennisnetwerk-SPV, 2022a). Wij nemen daarom aan dat vooral eenrichtingsfietspaden (of smalle tweerichtingspaden, met een vergelijkbare aantal ongevallen per kilometer en te behalen effect) worden aangepast. Dit betekent dat we het effect berekenen voor een gemiddeld Nederlands eenrichtingsfietspad.

Het totaal aantal kilometers een- en tweerichtingsfietspad in Nederland is door SWECO geschat op basis van OpenStreetMap-data (zie *Bijlage B.3*). In totaal gaat het om ongeveer 9.400 kilometer eenrichtingsfietspaden en eenrichtingsbromfietspaden in Nederland (Mieras, 2022). Onverplichte fietspaden worden voor deze maatregel buiten beschouwing gelaten. Op basis hiervan wordt de uiteindelijke penetratiegraad $P = (61,5 / 9.400) = 0,655\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep betreft zowel enkelvoudige ongevallen als ongevallen tussen fietspadgebruikers onderling, oftewel alle fietsongevallen waarbij geen motorvoertuig was betrokken die plaatsvonden op een eenrichtingsfietspad. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 587 doden en ongeveer 70.300 verkeersgewonden (MAIS2+) onder fietsers waarbij geen motorvoertuig betrokken is geweest, op alle soorten voorzieningen. Ongeveer een derde (33%) van de fiets-slachtoffers zonder betrokkenheid van een motorvoertuig valt op fietspaden (Schepers, 2008; Veroude, Van Gorp & Van Boggelen, 2022).

Om het aandeel van de fietspadongevallen te schatten dat op een *eenrichtingsfietspad* is gebeurd, is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld tweerichtingsfietspad iets minder enkelvoudige en fiets-fietsongevallen plaats zullen vinden dan op een eenrichtingsfietspad, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van het verbreden van een eenrichtingsfietspad (zie kop *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van het veiligheidseffect en het aandeel een- en tweerichtingsfietspaden (zie kop *Penetratiegraad*) wordt geschat dat ongeveer **66 doden en 7.940 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Er is beperkt onderzoek gedaan naar het effect van bredere fietspaden op fietsongevallen. Het effect baseren we op een Nederlandse afstudeeronderzoek, dat concludeerde dat er op een 10% breder eenrichtingsfietspad 13% minder fietsongevallen gebeuren (Van Weelderen, 2020). Het is niet bekend in welke mate de aangepaste fietspaden worden verbreed, maar we veronderstellen dat een verbreding van minder dan 10% onwaarschijnlijk is in verband met de aanlegkosten. We nemen daarom voor het verbreden van een eenrichtingsfietspad de effectiviteit ($E = 13\%$) aan van Van Weelderen (2020).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van het verbreden van 61,5 kilometer eenrichtingsfietspad is een besparing van ongeveer 0,24 doden en 29 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 13\% * \left(\frac{66 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,655\% = 0,24 \text{ doden}$$

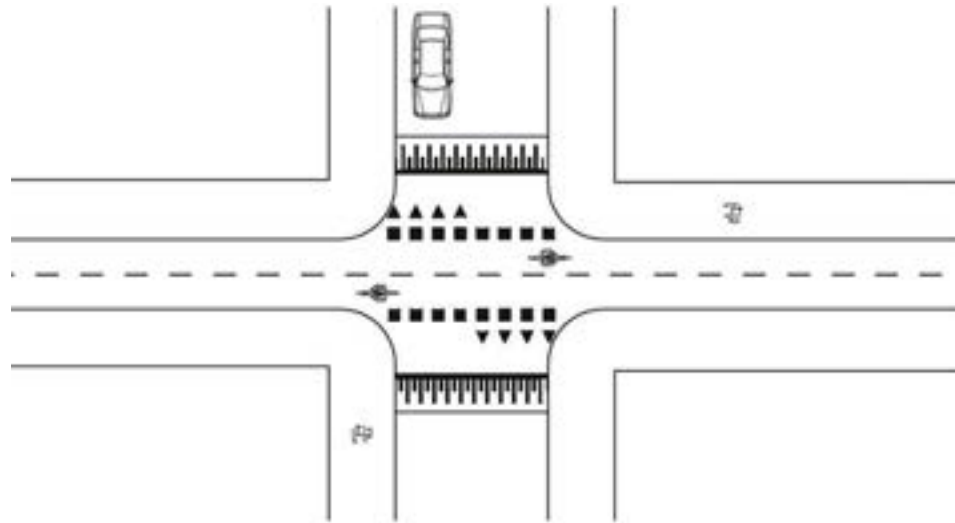
$$Besparing_{VG} = E * S * P = 13\% * \left(\frac{7.943 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,655\% = 29 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.1.7 Plateau op oversteek solitair fietspad

Deze maatregel gaat om het toepassen van een plateau om de snelheid van het kruisende verkeer te remmen op plekken waar solitaire fietspaden (waarop het verkeer voorrang heeft) een erftoegangsweg oversteken (zie *Afbeelding 5.1*).

Afbeelding 5.1.
Oversteek solitair fietspad
met plateau volgens
ASVV 14.2.15 (CROW, 2021)



Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 37 plateaus op oversteeken van solitaire fietspaden. Wij veronderstellen dat de plateaus bestaande oversteeken zonder plateaus vervangen. Helaas is het niet bekend hoeveel oversteeken er al liggen in Nederland waarbij een solitair fietspad een erftoegangsweg oversteeft zonder plateau. Het aantal kilometers solitair fietspad in Nederland is door SWECO op basis van OpenStreetMap-data (zie *Bijlage B.3*) geschat op ongeveer 15.000 km (Mieras, 2022). Als wij uitgaan van ongeveer één oversteek per kilometer solitair fietspad, en aannemen dat de helft van deze oversteeken al een plateau heeft, gaat het om grofweg 7.500 oversteeken. Op basis hiervan wordt de uiteindelijke penetratiegraad $P = (37 / 7.500) = 0,493\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep betreft ongevallen tussen een fietser en een motorvoertuig op oversteeken van een solitair fietspad over een 30km/uur-weg zonder een plateau. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 101 doden en ongeveer 3.830 verkeersgewonden onder fietsers bij fiets-motorvoertuigongevallen op wegen met een limiet van 30 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in die periode ongeveer 37% van de dodelijke en 46% van de ernstige fietsongevallen op 30km/uur-wegen op kruispunten zijn gebeurd. Vervolgens laten we ongevallen op kruispunten met verschillende snelheidslimieten (bijv. GOW50-ETW30) buiten beschouwing, wat ongeveer 32% van de dodelijke en 29% van de ernstige fietsongevallen betreft. Van de overige kruispuntongevallen is het uit de ongevallenregistratie van BRON helaas niet te halen welke daarvan plaatsvonden op een fietspadoversteek. Daarom is aangenomen dat fiets-motorvoertuigongevallen op 30km/uur-wegkruispunten²⁵ evenredig verdeeld zijn over ETW30-ETW30-kruispunten en (solitaire) fietspadoversteeken. Van alle ETW30-ETW30-kruispunten (309.000) en solitaire fietspadoversteeken (15.000) samen (309.000 + 15.000), zouden de oversteeken dus 5% (15.000 / 324.000) van de fiets-motorvoertuigongevallen op 30km/uur-kruispunten en -oversteeken moeten vertegenwoordigen. Alles bij elkaar komen wij in eerste instantie uit op een slachtoffergroep van ongeveer 1 dode en 58 ernstig verkeersgewonden die vielen in de periode 2014-2020 op solitaire fietsoversteeken (met en zonder plateaus) op 30km/uur-wegen.



25. Ongevallen op een fietspadoversteek zijn in BRON meestal gecategoriseerd als kruispuntongevallen. Bij de oversteek van een solitair fietspad over een 30km/uur-weg zou 30 km/uur de enige aanwezige snelheidslimiet moeten zijn.

Tot slot is geschat welk deel van deze slachtoffers op de oversteek van een solitair fietspad *zonder plateau* viel. Hiervoor is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddelde oversteek met plateau minder fiets-motorvoertuig-ongevallen plaats zullen vinden dan op een oversteek zonder plateau, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van een plateau op fiets-motorvoertuig-ongevallen (zie *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van het veiligheidseffect en het aandeel fietsoversteken zonder een plateau (zie *Penetratiegraad*) wordt geschat dat ongeveer **1 dode** en **40 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Er zijn geen onderzoeken bekend die het effect van een plateau op een fietsoversteek in de voorrang op een 30km/uur-wegvak hebben onderzocht. Wel is het effect van een uitritconstructie bij T-kruisingen tussen GOW50 en ETW30 onderzocht (Van Petegem, Schepers & Wijlhuizen, 2021). Uit dit onderzoek bleek dat er bij aanwezigheid van een drempel of uitritconstructie 54% minder fiets-motorvoertuigongevallen met letsel plaatsvonden. Omdat een oversteekplateau op een solitair fietspad ook betrekking heeft op fiets-motorvoertuigongevallen waarbij een fietspad een 30km/uur-weg oversteekt, nemen wij het effect van een uitritconstructie (**E = 54%**) aan.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 37 plateaus op oversteken van solitaire fietspaden is een besparing van ongeveer 0,0092 doden en 0,45 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 54\% * \left(\frac{1 \text{ dode}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,493 \% = 0,0092 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 54\% * \left(\frac{40 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,493 \% = 0,45 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde (ernstig) verkeersgewonden schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

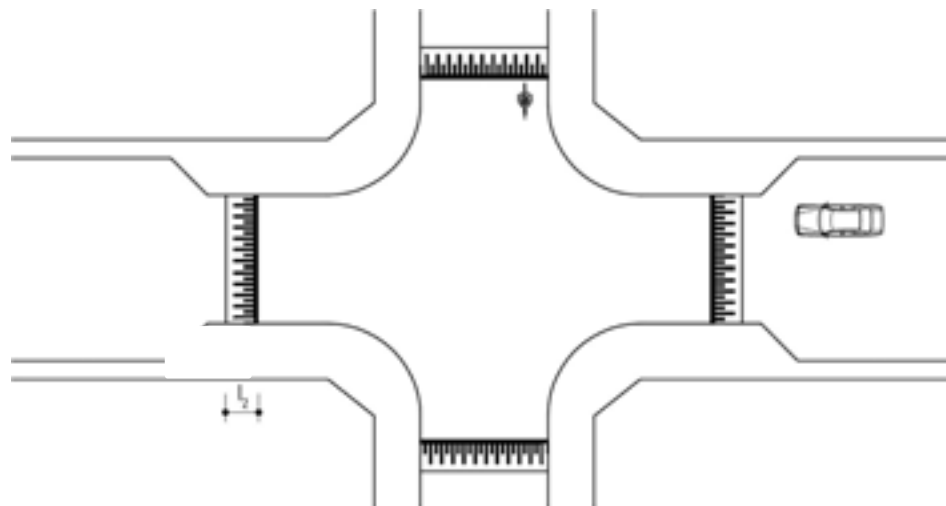
5.2 Maatregelen ETW30

Binnen de tweede tranche investeringsimpuls zijn vijf (samengestelde) maatregelen opgenomen die betrekking hebben op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 30 km/uur (ETW30) en die al eerder voor de eerste tranche zijn doorgerekend.

5.2.1 Kruispuntplateaus op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom

Een kruispuntplateau (zie *Afbeelding 5.2*) is een vlakke verhoging van het gehele kruisingsvlak met een talud op elke tak van het kruispunt (CROW, 2021). Deze maatregel is gericht op kruispunten tussen erftoegangswegen binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 30 km/uur, oftewel ETW30-ETW30-kruispunten.

Afbeelding 5.2.
Kruispuntplateau ETW30-
ETW30 volgens ASVV 11.3.2
(CROW, 2021)



Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregel wordt toegepast op ETW30-ETW30-kruispunten die nog geen kruispuntplateau hebben. De tweede tranche investeringsimpuls financiert 606 kruispuntplateaus op 30km/uur-wegen. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.2*) zijn er ongeveer 309.000 kruispunten in Nederland tussen erftoegangswegen met een limiet van 30 km/uur. Het aantal kruispunten met of zonder een kruispuntplateau is niet bekend. In 2008 is geschat dat ruim 70% van de erftoegangswegen binnen de bebouwde kom een vorm van snelheidsremming – zoals een plateau, klinkerverharding, of horizontale snelheidsremmers – op hun kruispunten hadden (Weijermars & Van Schagen, 2009). Hiervan zal maar een deel daadwerkelijk een plateau hebben. Wij nemen aan dat een kwart van de ETW30-ETW30-kruispunten al een plateau heeft. Dit komt neer op ongeveer 232.000 kruispunten die in aanmerking komen voor deze maatregel, en een penetratiegraad van $P = (606 / 232.000) = 0,261\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle ongevallen die gebeuren op ETW30-ETW30-kruispunten die nog geen plateau hebben. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 429 doden en ongeveer 33.400 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 30 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 37% van de dodelijke en 46% van de ernstige ongevallen op 30km/uur-wegen zijn gebeurd op kruispunten. Van deze in BRON geregistreerde kruispuntongevallen is ook geschat (zie *Bijlage B.2*) welk deel specifiek op een ETW30-ETW30-kruispunt (niet-rotonde) is gebeurd: ongeveer 65% voor dodelijke ongevallen en 67% voor (ernstig) verkeersgewonden.

Om vervolgens het aandeel ongevallen op ETW30-ETW30-kruispunten *zonder* een plateau te schatten is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld kruispunt met plateau minder ongevallen plaats zullen vinden dan op een kruispunt zonder plateau, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van een kruispuntplateau. Op basis van de effectiviteit van een plateau en het aantal kruispunten met en zonder een plateau wordt geschat dat er ongeveer **82 doden** en **8.250 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Er zijn geen Nederlandse studies bekend die specifiek kijken naar het effect van kruispuntplateaus op 30km/uur-wegen. Eerder onderzoek heeft het effect van een kruispuntplateau geschat op 20% voor 50km/uur-wegen en 35% voor 60km/uur-wegen (Schoon, 2000) en in een andere onderzoek is een effect van 40% gevonden voor 80km/uur-wegen (Fortuijn, Carton & Feddes, 2005). Een Deense voor-nastudie heeft het verkeersveiligheidseffect onderzocht van het aanbrenge van een plateau op kruispunten binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet

van 50 km/uur of minder. Deze studie heeft een afname gevonden van 24% voor alle typen ongevallen samen (Jensen, 2021). Omdat deze kruispunttypes redelijk overeenkomen met Nederlandse kruispunten binnen de bebouwde kom en omdat dit een voor-nastudie betreft, is ervoor gekozen om **E = 24%** als effect te nemen voor zowel dodelijke ongevallen als ongevallen met ernstig verkeersgewonden.

Verwachte besparing

Het totale verkeersveiligheidseffect van de 606 kruispuntplateaus op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,22 doden en 22 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 24\% * \left(\frac{82 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,261\% = 0,22 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 24\% * \left(\frac{8.246 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,261\% = 22 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 32% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.2.2 Snelheidsremmers op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom

Te hoge snelheden hebben een negatief effect op de verkeersveiligheid (SWOV, 2021). Bij lange rechtstanden kunnen verticale en laterale snelheidsremmers toegepast worden om rij snelheden terug te dringen. Deze maatregel is gericht op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 30 km/uur en kent verschillende uitvoeringen (zie *Afbeelding 5.3*):

- a. Drempels (zie *Afbeelding 5.3a*)
- b. Wegversmallingen (zie *Afbeelding 5.3b*)
- c. Asverspringingen (zie *Afbeelding 5.3c*)

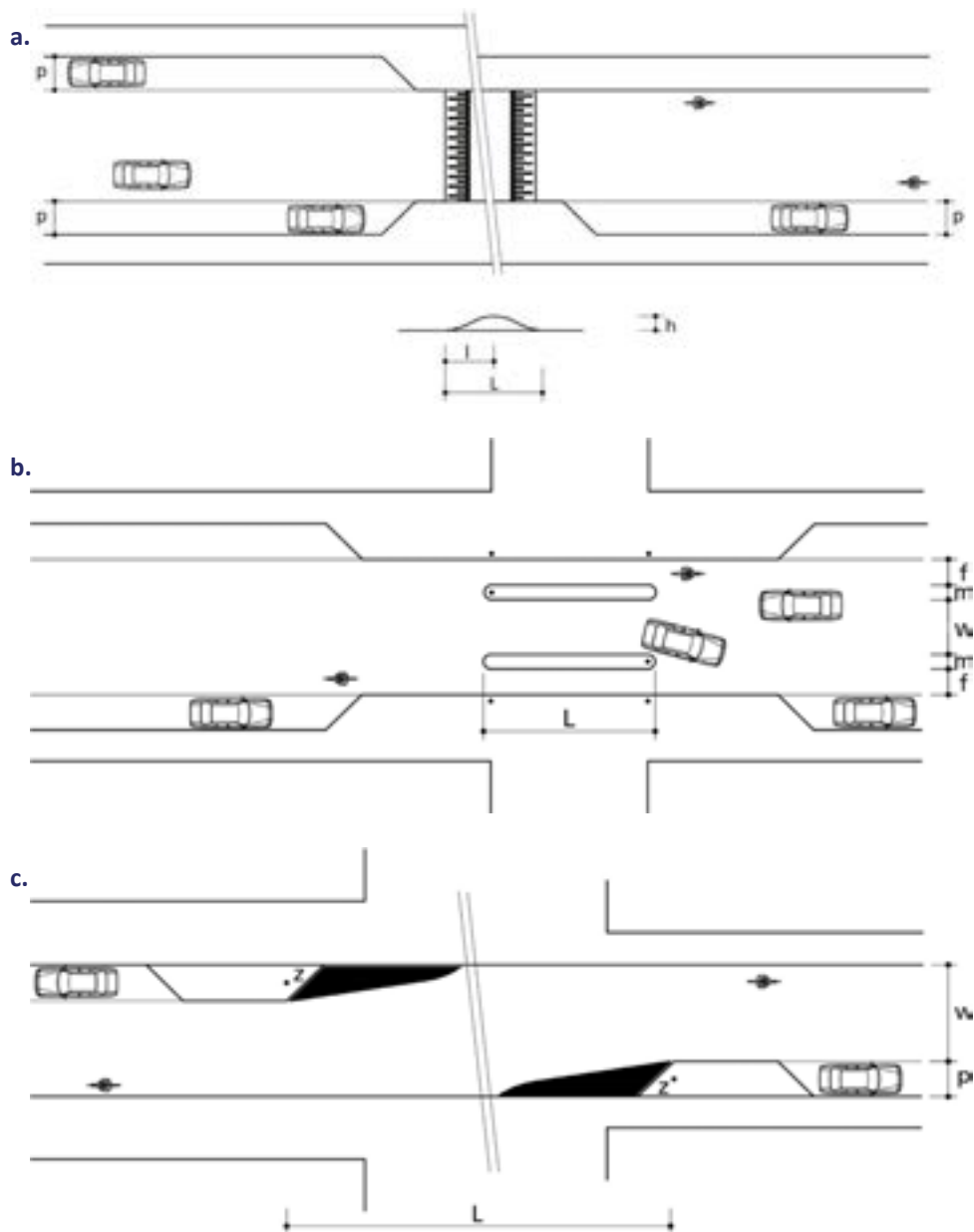
Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregelen worden toegepast op erftoegangswegen met een limiet van 30 km/uur. De tweede tranche investeringsimpuls financiert 409 drempels, 93 wegversmallingen en 74 asverspringingen. Op basis van meerdere studies naar het snelheidsprofiel rondom een snelheidsremmer wordt het invloedsgebied van elk van de drie soorten snelheidsremmers geschat op ongeveer 100 meter weg, waarvan een deel voor en een deel na de remmer ligt (Distefano & Leonardi, 2019; Huang et al., 2011; Ziolkowski, 2014). Dit betekent ongeveer 40,9 km weg die beïnvloed wordt door een nieuwe drempel, 9,3 km weg door nieuwe wegversmallingen en 7,4 km weg door nieuwe asverspringingen.

Om de penetratiegraad te berekenen, worden deze weglengtes vervolgens gedeeld door het totaal aantal kilometers 30km/uur-weg. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 54.000 kilometer weg in Nederland met een snelheidslimiet van 30 km/uur. Dit komt neer op penetratiegraden van:

- a. Drempels
 $P_a = (40,9 / 54.000) = 0,076\%$
- b. Wegversmallingen
 $P_b = (9,3 / 54.000) = 0,017\%$
- c. Asverspringingen
 $P_c = (7,4 / 54.000) = 0,014\%$

Afbeelding 5.3.
 Snelheidsremmers op
 erftoegangswegen binnen de
 bebouwde kom volgens ASVV
 11.2.21, 11.2.24, 11.2.25
 (CROW, 2021)



Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle wegvakongevallen op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom (ETW30). Hoewel kruispuntongevallen ook beïnvloed zouden kunnen worden door een snelheidsremmer als die vlak voor een kruispunt ligt, wordt er vooral uitgegaan van een lokaal effect op het wegvak. Drempels en plateaus op kruispunten werden bovendien apart aangevraagd (zie *Paragraaf 5.2.1* en *5.2.3*).

In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 429 doden en ongeveer 33.400 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 30 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 63% van de dodelijke en 54% van de ernstige ongevallen op 30km/uur-wegen zijn gebeurd op wegvakken. Dit betekent een slachtoffergroep van ongeveer **270 doden** en **18.000 verkeersgewonden (MAIS2+)** die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

De veiligheidseffecten van verschillende snelheidsremmers zijn samengevat in een meta-analyse van Elvik & Høy (2020). Drempels zijn in de literatuur vaker onderzocht, met meestal gunstige resultaten voor alle weggebruikers. Op basis van studies uit verschillende landen kwamen Elvik en Høy uit op een ongeveer 30% lager risico op slachtofferongevallen bij de toepassing van een drempel. Over hoeveel weglengte dit effect is berekend is niet duidelijk en zal ook per meegenomen studie verschillen. Wij nemen aan dat dit effect ($E_a = 30\%$) op zijn minst verwacht kan worden binnen het bovengenoemde invloedsgebied van een drempel (100 meter). De effecten van wegversmallingen en asverspringingen op ongevallen zijn minder onderzocht, maar door de afgedwongen snelheidsvermindering wordt een vergelijkbaar effect verwacht als bij drempels. Wel heeft een Italiaanse voor-nastudie (op kleine schaal) de effecten van beide maatregelen onderzocht (Distefano & Leonardi, 2019). Uit hun studie kwam een reductie van 33% in het aantal ongevallen na aanleg van een wegversmalling, en een reductie van 36% na aanleg van een asverspringing. Hoewel het om een kleine studie gaat, komen de gevonden effecten wel overeen met de verwachting. Wij nemen deze reductiepercentages aan voor het effect van een wegversmalling ($E_b = 33\%$) en een asverspringing ($E_c = 36\%$).

Verwachte besparing

a. Drempels

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 409 drempels aanleggen op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,26 doden en 18 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E_a * S * P_a = 30\% * \left(\frac{270 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,076 \% = 0,26 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E_a * S * P_a = 30\% * \left(\frac{18.032 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,076 \% = 18 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 32% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

b. Wegversmallingen

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 93 wegversmallingen aanleggen op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,066 doden en 4,4 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E_b * S * P_b = 33\% * \left(\frac{270 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,017 \% = 0,066 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E_b * S * P_b = 33\% * \left(\frac{18.032 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,017 \% = 4,4 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 32% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

c. Asverspringingen

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 74 asverspringingen aanleggen op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,057 doden en 3,8 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E_c * S * P_c = 36\% * \left(\frac{270 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,014 \% = 0,057 \text{ doden}$$

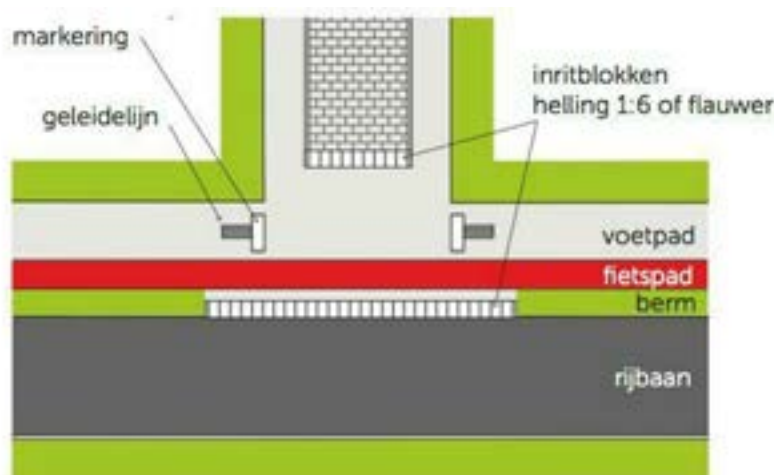
$$Besparing_{VG} = E_c * S * P_c = 36\% * \left(\frac{18.032 VG}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,014 \% = 3,8 VG^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 32% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.2.3 Uitritconstructies

Een uitritconstructie kan worden toegepast waar een erftoegangsweg met een snelheidslimiet van 30 km/uur (of een woonerf) aansluit op een gebiedsontsluitingsweg met een snelheidslimiet van 50 km/uur (CROW, 2021). Bij een uitritconstructie loopt het trottoir en het fietspad door op een plateau dat voor het gemotoriseerd verkeer verhoogd is (zie *Afbeelding 5.4*). Deze maatregel komt meerdere keren voor in het maatregelpakketlijst (ook bij fietsmaatregel 320 en GOW50-maatregel 350). Deze maatregelen zijn bij elkaar opgeteld en worden hier als één groep behandeld.

Afbeelding 5.4.
Uitritconstructie met
fietspad volgens het ASVV
(CROW, 2021)



Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregel wordt toegepast op kruispunten tussen een erftoegangsweg en gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom (GOW50-ETW30-kruispunten) die nog geen uitritconstructie hebben. De tweede tranche investeringsimpuls financiert 168 uitritconstructies op GOW50-ETW30-kruispunten. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.2*) liggen er ongeveer 41.800 kruispunten in Nederland tussen een GOW50 en ETW30. Het aandeel GOW50-ETW30-kruispunten dat al een uitritconstructie heeft is afgeleid uit de studie van Van Petegem & Uijtdewilligen (2021). In hun steekproef van drietaks GOW50-ETW30-kruispunten had ongeveer 47% geen drempel of uitritconstructie. Dit komt neer op ongeveer 19.600 kruispunten ($41.800 * 47\%$) die nog geen uitritconstructie hebben en een penetratiegraad van $P = (168 / 19.600) = 0,857\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep van deze maatregel betreft ongevallen op GOW50-ETW30-kruispunten die geen uitritconstructie hebben. Omdat de veiligheidseffecten op alle vervoerswijzen samen niet duidelijk zijn vastgesteld (Hummel, 1998; Van Minnen & Catshoek, 1997) is ervoor gekozen om alleen naar het effect te kijken op ongevallen tussen een motorvoertuig en een fietser, waar wel een groot effect voor is gevonden.

Ongevallen op GOW50-ETW30-kruispunten kunnen geregistreerd worden met een snelheidslimiet van 50 km/uur of van 30 km/uur. Om het aantal ongevallen op deze kruispunten te schatten moet er dus naar beide categorieën worden gekeken. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer 405 doden en 11.700 ernstig verkeersgewonden bij fiets-motorvoertuig-ongevallen op wegen met een limiet van 50 km/uur, en ongeveer 101 doden en 3.830 verkeersgewonden (MAIS2+) bij fiets-motorvoertuigongevallen op wegen met een limiet van 30 km/uur.

Op basis van BRON is vervolgens geschat²⁶ welk deel van deze ongevallen op een GOW50-ETW30-kruispunt is gebeurd. Voor ongevallen geregistreerd op een 50km/uur-weg is dat ongeveer 39% van de dodelijke en 36% van de ernstige ongevallen. Voor ongevallen geregistreerd op een 30km/uur-weg is dat ongeveer 11% van de dodelijke en 13% van de ernstige ongevallen.

Tot slot is geschat welk deel van de GOW50-ETW30-slachtoffers op een locatie zonder uitritconstructie viel. Hiervoor is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld kruispunt met uitritconstructie minder fiets-motorvoertuig-ongevallen plaats zullen vinden dan op een kruispunt zonder uitritconstructie, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van een uitritconstructie op fiets-motorvoertuigongevallen (zie *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van het veiligheidseffect en het aandeel GOW50-ETW30-kruispunten zonder uitritconstructie (zie *Penetratiegraad*) wordt geschat dat ongeveer **111 doden** en **3.070 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020. Hierbij gaat het om de relevante slachtoffers die geregistreerd zijn met een snelheidslimiet van 50 km/uur en 30 km/uur samen.

Verkeersveiligheidseffecten

Het verkeersveiligheidseffect van een uitritconstructie op fiets-motorvoertuigongevallen wordt gebaseerd op een studie naar fietsveiligheid op T-kruisingen binnen de bebouwde kom waarbij een ETW30-weg aansluit op een GOW50-weg (Van Petegem, Schepers & Wijlhuizen, 2021). Uit dit onderzoek bleek dat er bij aanwezigheid van een drempel of uitritconstructie 54% minder fiets-motorvoertuig letselongevallen gebeurden. Voor het veiligheidseffect van een uitritconstructie wordt dit percentage genomen (**E = 54%**).

Verwachte besparing

Het totale verkeersveiligheidseffect van de 168 uitritconstructies op GOW50-ETW30-kruispunten binnen de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 2,2 doden en 61 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 54\% * \left(\frac{111 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,857\% = 2,2 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 54\% * \left(\frac{3.068 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,857\% = 61 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde ernstig verkeersgewonden schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.2.4 Voetgangersoversteekplaatsen

Deze maatregel betreft het aanleggen van een voetgangersoversteekplaats (VOP) op een erftoegangsweg binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 30 km/uur. Bij een VOP hebben overstekende voetgangers voorrang op doorgaand verkeer.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 32 VOP's op 30km/uur-wegen. We veronderstellen dat ze op wegvakken worden aangelegd, en dat voetgangers 25 meter voor en na de oversteek de nieuwe oversteek zullen benutten (een invloedsgebied van 50 meter). Dit betekent ongeveer 1,60 kilometer (32 * 0,05 kilometer) weg die beïnvloed wordt door een nieuwe VOP.



26. Deze schatting is in twee stappen gemaakt. Eerst is er gekeken welk deel van de in BRON geregistreerde fietsongevallen op kruispunten van 50km/uur- en 30km/uur-wegen plaatsvonden. Vervolgens is er gekeken (zie *Bijlage B.2*) welk deel van de betreffende kruispuntongevallen daadwerkelijk op een GOW50-ETW30 -kruispunt (niet-rotonde) zijn gebeurd en niet op een andere type kruispunt.

Om de penetratiegraad te berekenen wordt deze weglengte vervolgens gedeeld door het totaal aantal kilometers 30km/uur-weg. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 54.000 kilometer weg in Nederland met een snelheidslimiet van 30 km/uur. Uitgaand van de invloedsgebied van 50 meter betekent dit een penetratiegraad van $P = (1,60 / 54.000) = 0,003\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft voetgangersongevallen op wegvakken met een limiet van 30 km/uur. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 56 doden en ongeveer 1.770 verkeersgewonden (MAIS2+) bij voetgangersongevallen op wegen met een limiet van 30 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 71% van de dodelijke en 74% van de ernstige voetgangersongevallen op 30km/uur-wegen zijn gebeurd op wegvakken. Het is niet bekend welk deel van deze ongevallen gebeurde bij een VOP of op een plek zonder deze voorziening; ook is niet bekend hoeveel VOP's er al liggen in Nederland. Maar aangezien VOP's niet vaak voorkomen op 30km/uur-wegen is het aannemelijk dat de meeste voetgangersongevallen niet op een VOP plaatsvonden. Er wordt daarom uitgegaan van een gemiddeld 30km/uur-wegvak. De slachtoffergroep bestaat dus uit ongeveer **40 doden en 1.300 verkeersgewonden (MAIS2+)** onder voetgangers op wegvakken in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het veiligheidseffect van een voetgangersoversteek is samengevat in een meta-analyse van Høye & Elvik (2019). Op basis van een aantal studies uit de Verenigde Staten kwamen de auteurs uit op een ongeveer 22% lager risico op voetgangersongevallen bij de implementatie van een oversteekplaats op wegen met twee rijstroken. De snelheidslimieten van de wegen uit de onderliggende studies worden niet vermeld, maar liggen waarschijnlijk hoger dan 30 km/uur. In deze studies is wel gecontroleerd voor het aantal overstekende voetgangers. Omdat er vaak meer voetgangers oversteken na aanleg van een nieuwe voetgangersoversteek, is er een kans dat het absolute aantal ongevallen lokaal stijgt. Wij gaan er voor de berekening van uit dat deze nieuwe voetgangers anders op een minder veilige plek hadden overgestoken en dat het totale aantal voetgangersongevallen wel daalt. Een vermindering van $E = 22\%$ in het aantal slachtoffers onder voetgangers wordt dus verwacht binnen het bovengenoemde invloedsgebied van een voetgangersoversteek (50 meter).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 32 VOP's op 30km/uur-wegen is een besparing van ongeveer 0,0011 doden en 0,036 ernstig verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 22\% * \left(\frac{40 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,003\% = 0,0011 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 22\% * \left(\frac{1.299 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,003\% = 0,036 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 34% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.2.5 Schoolzones

Te hoge snelheden hebben een negatief effect op de verkeersveiligheid (SWOV, 2021). Deze maatregel gaat om het inrichten van een schoolzone op een erftoegangsweg binnen de bebouwde kom in de omgeving van een school, met als doel om de snelheid te verlagen van passerende motorvoertuigen. Tot deze maatregel behoren bebording en wegmarkering van de schoolzone (Soffers, Hensbroek & Krijnen, 2022); andere (fysieke) snelheidsremmers vallen binnen *Paragraaf 5.2.2*.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 171 schoolzones op erftoegangswegen met een snelheidslimiet van 30 km/uur. De weglengte waarop de schoolzones betrekking hebben is niet bekend. Er wordt van uitgegaan dat de schoolzone in ieder geval langs de breedte van het schoolterrein loopt op één aansluitende weg; een gebied van meestal minstens 100 meter. Als elke schoolzone (minstens) 100 meter dekt, hebben de aangelegde schoolzones invloed op 17,1 kilometer weg.

Om de penetratiegraad te berekenen wordt deze weglengte vervolgens gedeeld door het totaal aantal kilometers 30km/uur-weg. Het aandeel van de 30 km/uur-wegen dat al een schoolzone heeft is niet bekend maar waarschijnlijk te verwaarlozen ten opzichte van het totaal. Daarnaast worden bij de slachtoffergroep alle slachtoffers op 30km/uur-wegen meegenomen, omdat niet bekend is of een ongeval binnen een schoolzone is gebeurd, waardoor de berekening over een gemiddelde 30km/uur-weg gaat (in plaats van alleen de wegen zonder schoolzone). Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 54.000 kilometer weg in Nederland met een snelheidslimiet van 30 km/uur. Dit komt neer op een penetratiegraad van $P = (17,1 / 54.000) = 0,032\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle wegvakongevallen op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom. Omdat het niet bekend is welk deel van de ongevallen voor een school is gebeurd, is uitgegaan van een gemiddelde erftoegangsweg met een limiet van 30 km/uur. Ook is ervan uitgegaan dat de schoolzone wordt aangelegd tussen kruispunten in en dat deze daardoor alleen invloed kunnen hebben op wegvakongevallen.

In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 429 doden en ongeveer 33.400 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 30 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 63% van de dodelijke en 54% van de ernstige ongevallen op 30km/uur-wegen zijn gebeurd op wegvakken. Dit betekent een slachtoffergroep van ongeveer **270 doden** en **18.000 verkeersgewonden (MAIS2+)** die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het effect van een schoolzone op ongevallen is nog niet goed vastgesteld met onderzoek. Wel zijn er enkele studies buiten Europa die wijzen op een lichte snelheidsreductie na aanleg (bebording en/of markering) van een schoolzone, samengevat door Goldenbeld & Schermers (2017). Bij de meeste onderzoeken in deze literatuurstudie is een reductie van meer dan 3 km/uur in de gemiddeld gereden snelheid gehaald. Wij gaan ervan uit dat een vergelijkbare snelheidsreductie te verwachten is bij schoolzones in Nederland.

Vervolgens is een schatting gemaakt van het effect van een snelheidsvermindering van 3 km/uur op het aantal slachtoffers. Dit is gedaan op basis van het exponentiele model van Elvik (2019). Dit geeft een vergelijkbare reductie als het wat oudere 'power model', dat Elvik (2013) eerder had ontwikkeld (zie ook SWOV (2021)). De modellen zijn opgesteld op basis van resultaten uit meerdere studies naar de relatie tussen gereden snelheden en ongevallen. Volgens het exponentiele model leidt een vermindering in de gemiddeld gereden snelheid van 3 km/uur tot een reductie van 21% in het aantal doden en van 16% in het aantal ernstig verkeersgewonden. Deze twee reducties nemen wij aan als de effecten van snelheidsvermindering door aanleg van een schoolzone op het aantal doden ($E_1 = 21\%$) en het aantal verkeersgewonden ($E_2 = 16\%$).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 171 schoolzones op 30km/uur-wegen is een besparing van ongeveer 0,077 doden en 3,9 ernstig verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E_1 * S * P = 21\% * \left(\frac{270 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,032 \% = 0,077 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E_2 * S * P = 16\% * \left(\frac{18.032 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,032 \% = 3,9 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 32% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.3 Maatregelen GOW50

Van de tweede tranche investeringen die betrekking hebben op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur (GOW50), zijn de effecten geschat voor acht (samengestelde) maatregelen die al eerder voor de eerste tranche zijn doorgerekend.

5.3.1 Saneren van langsparkeren of parkeerstroken

Deze maatregel betreft het verwijderen van langsparkerplekken (parkeervakken of parkeerstroken) langs gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert het weghalen van 144 langsparkerplekken op 50km/uur-wegen. Om een penetratiegraad te kunnen berekenen moet er geschat worden hoeveel parkeervakken er in Nederland langs 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen liggen. SWECO heeft geschat dat 6.740 kilometer van de 50km/uur-wegen in Nederland parkeervakken heeft langs minstens 25% van de wegvaklengte (Drolenga, 2021). Dit is ongeveer 40% van de in totaal 16.880 kilometer 50km/uur-wegen die er volgens hun schatting zou liggen.

Als wij voor de groep wegen mét parkeervakken aannemen dat deze wegen gemiddeld parkeervakken hebben op 50% van hun weglengte aan beide kanten, en een langsparkerplek een lengte van ongeveer 7 meter heeft, betekent dit gemiddeld ruim 143 parkeervakken per kilometer weg. Voor 6.740 kilometer weg, met per kilometer ongeveer 143 parkeervakken, komt dit uit op ongeveer 962.900 parkeervakken op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom. Met het weghalen van 144 parkeerplekken betekent dit een penetratiegraad van **P = (144 / 962.900) = 0,015%**.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle²⁷ wegvakongevallen op de 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen met langsparkerplekken. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 1280 doden en ongeveer 72.400 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 50 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 49% van de dodelijke en 43% van de ernstige ongevallen op 50km/uur-wegen zijn gebeurd op wegvakken.

Om het aandeel van de wegvakongevallen op 50km/uur-wegen met parkeervakken te schatten is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld wegvak zonder parkeervakken minder ongevallen plaats zullen vinden dan op een wegvak met parkeervakken, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheids-effect van het weghalen van parkeervakken. Op basis van de effectiviteit van het saneren van



27. Het geschatte verkeersveiligheidseffect houdt al rekening met het aandeel wegvakongevallen dat te maken heeft met geparkeerde auto's en is gericht op een reductie in het totaal aantal wegvakongevallen. Om die reden is voor de slachtoffergroep niet specifiek naar parkeer-gerelateerde ongevallen gekeken.

parkeervakken (12% minder ongevallen) en het aandeel 50km/uur-wegen met en zonder parkeervakken volgens SWECO wordt geschat dat er ongeveer **270 doden** en **13.400 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Op basis van meerdere bronnen schatten Wijnen, Mesken & Vis (2010) in dat ongeveer 18% van de ongevallen op wegvakken van gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom te maken hebben met geparkeerde auto's en dat een parkeerverbod tot een reductie van 12% zou leiden van het aantal doden en ziekenhuisgewonden. Een kanttekening hierbij is dat deze schatting op verouderde cijfers is gebaseerd. Helaas is het niet meer in BRON betrouwbaar te achterhalen hoeveel ongevallen tegenwoordig te maken hebben met geparkeerde auto's. Wij veronderstellen dat het aandeel wegvakongevallen dat te maken heeft met parkeervakken vergelijkbaar is gebleven voor de wegen met parkeervakken. Wij passen een effect van **E = 12%** toe op zowel doden als verkeersgewonden.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van het weghalen van 144 langspaarkeerplekken op 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,021 doden en 1,0 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 12\% * \left(\frac{270 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,015 \% = 0,021 \text{ doden}$$

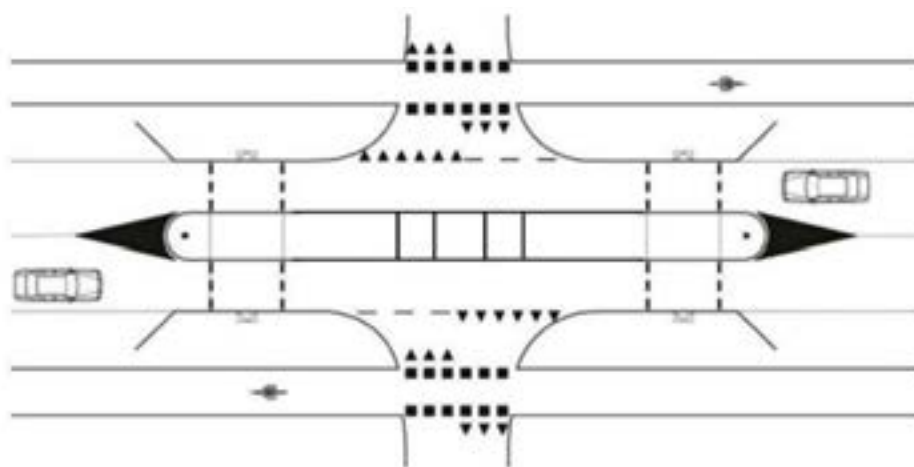
$$Besparing_{VG} = E * S * P = 12\% * \left(\frac{13.394 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,015 \% = 1,0 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 29% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.3.2 Links afslaan verbieden met middengeleider

Deze maatregel gaat om het onmogelijk maken van links afslaan op (drukke) gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom door middel van een doorgetrokken middengeleider, weergegeven in *Afbeelding 5.5*. Verkeer moet dan op het eerstvolgende kruispunt (bij voorkeur een rotonde) keren en vervolgens rechts afslaan (Soffers, Hensbroek & Krijnen, 2022). Deze maatregel is vooral gericht op kruispunten tussen gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen binnen de bebouwde kom, oftewel GOW50-ETW30-kruispunten.

Afbeelding 5.5. Doorgetrokken middengeleider op een GOW50-ETW30 kruispunt (Soffers, Hensbroek & Krijnen, 2022)



Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregel wordt toegepast op GOW50-ETW30-kruispunten die nog geen middengeleider hebben. De tweede tranche investeringsimpuls financiert 9 middengeleiders op 50km/uur-

wegen. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.2*) liggen er ongeveer 41.800 kruispunten in Nederland tussen een GOW50 en ETW30. Dit komt neer op een penetratiegraad van $P = (9 / 41.800) = 0,022\%$.

N.B. Het aandeel GOW50-ETW30-kruispunten dat al een doorgetrokken middengeleider heeft is niet bekend. Wij nemen daarom alle GOW50-ETW30-kruispunten mee, wat betekent dat het effect wordt berekend voor een gemiddeld GOW50-ETW30-kruispunt.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft ongevallen die op GOW50-ETW30-kruispunten gebeuren die te maken hebben met het links afslaan. Omdat de middengeleider op de GOW50 komt te liggen, wordt er verondersteld dat de gerelateerde ongevallen vooral geregistreerd zullen zijn met een snelheidslimiet van 50 km/uur en niet 30 km/uur.

In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 1280 doden en ongeveer 72.400 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 50 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 51% van de dodelijke en 57% van de ernstige ongevallen op 50km/uur-wegen zijn gebeurd op kruispunten. Van deze in BRON geregistreerde kruispuntongevallen is ook geschat (zie *Bijlage B.2*) welk deel specifiek op een GOW50-ETW30-kruispunt is gebeurd: 47% voor dodelijke ongevallen en 58% voor verkeersgewonden.

Tot slot moet ook geselecteerd worden op ongevallen die te maken hebben met links afslaan. Dit is in BRON niet voldoende te achterhalen. Hiervoor is gebruikgemaakt van de schatting van Høyve & Elvik (2021) die betrekking heeft op kruispuntongevallen in Noorwegen; zij vonden dat ruim een kwart van de kruispuntongevallen te maken heeft met links afslaan. Dit komt neer op een slachtoffergroep van ongeveer **77 doden** en **5.990 verkeersgewonden (MAIS2+)** in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Voor het veiligheidseffect van een linksaf-verbod is gebruikgemaakt van de schatting uit de voorstudie van Ott et al. (2012). Links afslaan verbieden zou leiden tot een **E = 76%** reductie in het aantal linksaf-gerelateerde ongevallen.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 9 doorgetrokken middengeleiders op kruispunten tussen een GOW50 en ETW30 weg binnen de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,054 doden en 4,2 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 76\% * \left(\frac{77 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,022\% = 0,054 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 76\% * \left(\frac{5986 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,022\% = 4,2 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 29% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.3.3 Rotondes aanleggen

Deze maatregel betreft het omvormen van een kruispunt tussen gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom tot een rotonde.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 31 rotondes op 50km/uur-wegen. Omdat een groot deel van de kruispunten tussen een gebiedsontsluitingsweg (50 km/uur) en een erftoegangs-

weg (30 km/uur) niet geschikt zijn voor een rotonde, veronderstellen we dat de nieuwe rotondes worden aangelegd op kruispunten tussen gebiedsontsluitingswegen (GOW50-GOW50). Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.2*) liggen er ongeveer 21.800 kruispunten tussen 50km/uur-wegen (exclusief rotondes) in Nederland. Dit komt neer op een penetratiegraad van $P = (31 / 21.800) = 0,142\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle ongevallen die op kruispunten tussen gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 50 km/uur gebeuren. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 1280 doden en ongeveer 72.400 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 50 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 51% van de dodelijke en 57% van de ernstige ongevallen op 50km/uur-wegen zijn gebeurd op kruispunten. Van de in BRON geregistreerde kruispuntongevallen is ook geschat (zie *Bijlage B.2*) welk deel specifiek op een GOW50-GOW50-kruispunt (niet-rotonde) is gebeurd: 23% voor dodelijke ongevallen en 26% voor verkeersgewonden. Dit komt neer op een slachtoffergroep van ongeveer **148 doden** en **10.700 verkeersgewonden (MAIS2+)** die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het verkeersveiligheidseffect van het omvormen van een kruispunt tot een rotonde is onderzocht met een aantal voor-nastudies (Churchill, Stipdonk & Bijleveld, 2010; Dijkstra, 2005; Schoon & Van Minnen, 1993). Uit het onderzoek van Schoon & Van Minnen (1993) is geconstateerd dat het omvormen van een kruispunt binnen de bebouwde kom tot een rotonde leidde tot een reductie van 69% in het aantal slachtoffers. In het onderzoek van Churchill, Stipdonk & Bijleveld (2010) is een reductie van 76% gevonden onder doden en 46% onder doden en ernstig verkeersgewonden samen (geen onderscheid gemaakt tussen binnen of buiten de bebouwde kom). Er is echter ook een verschil in veiligheidswinst tussen rotondes waarbij fietsers voorrang hebben, zoals gebruikelijk binnen de bebouwde kom, of waarbij dat niet zo is. Op basis van data uit verschillende oudere voor-nastudies vindt Dijkstra (2005) een reductie van 11% in (brom)fiets-motorvoertuigongevallen bij rotondes waar fietsers voorrang hebben versus een reductie van 87% bij rotondes met fietsers uit de voorrang. Voor alle vervoerswijzen samen kwam hij uit op een reductie van 55% in aantal ziekenhuisgewonden na omvormen tot een rotonde met fietsers in de voorrang (Dijkstra, 2005). Dit laatste percentage ($E = 55\%$) wordt aangenomen als het effect van de maatregel.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 31 rotondes op 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,49 doden en 36 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 55\% * \left(\frac{148 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,142\% = 0,49 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 55\% * \left(\frac{10.693 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,142\% = 36 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde ernstig verkeersgewonden schatten we dat ongeveer 29% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.3.4 Rammelstrook op asmarkering

Deze maatregel gaat om het aanbrengen van een rammelstrook als rijrichtingscheiding op de asmarkering op een gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom, met als doel om frontale ongevallen tussen motorvoertuigen tegen te gaan. Een bestuurder die de wegas overschrijdt, krijgt daardoor een signaal bestaand uit fysieke trillingen en geluid.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 9,2 kilometer rammelstroken op 50km/uur-wegen. SWECO heeft een schatting gemaakt van het totaal aantal kilometer weg in Nederland met een snelheidslimiet van 50 km/uur en komt uit op 16.880 kilometer (Drolenga, 2021). Dit komt redelijk overeen met de SWOV-schatting (zie *Bijlage B.1*) van 18.000 km. Voor het aantal kilometers 50km/uur-weg gebruiken wij de schatting van SWECO.

Daarnaast heeft een deel van de 50km/uur-wegen al een vorm van fysieke rijrichtingscheiding, waardoor een rammelstrook op de asmarkering niet nodig is. Volgens onze schatting (zie *Bijlage B.1*) is ongeveer 12% van de 50km/uur-wegen dubbelbaans en dus met een fysieke scheiding. Deze schatting is waarschijnlijk aan de lage kant. Als we hier toch van uitgaan komt dit neer op ongeveer 14.854 km weg die in aanmerking komt voor deze maatregel. Deze weglengte is dus waarschijnlijk wat aan de hoge kant, wat leidt tot een conservatieve inschatting van een penetratiegraad van $P = (9,2 / 14.854) = 0,062\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft frontale ongevallen tussen motorvoertuigen op de wegvakken van gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 50 km/uur. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 382 doden en ongeveer 9.520 verkeersgewonden (MAIS2+) met alleen motorvoertuigen op wegen met een limiet van 50 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 49% van de dodelijke en 43% van de ernstige ongevallen op 50km/uur-wegen plaatsvonden op wegvakken.

Ook is in BRON gekeken naar de aard van het ongeval. Van de in BRON geregistreerde wegvakongevallen tussen 2014 en 2020 waren 12% van de dodelijke en 8% van de ernstige ongevallen als 'frontaal' gecategoriseerd; aangenomen is dat deze plaatsvonden op wegen zonder fysieke rijrichtingscheiding. In totaal zouden dus 6% van alle dodelijke en 3% van alle ernstige ongevallen op 50km/uur-wegvakken frontale wegvakongevallen zijn geweest. Dit betekent een slachtoffergroep van ongeveer **22 doden** en **311 verkeersgewonden (MAIS2+)** die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Høye & Elvik (2015) hebben een meta-analyse gedaan naar de effecten van rammelstroken op de as op het aantal ongevallen. De studies komen vooral uit de Verenigde Staten en twee studies uit Noord-Europa; ze onderzochten allemaal wegen met twee rijstroken in landelijke gebieden. De verschillende bevindingen hebben Høye & Elvik (2015) samengevat in een statistische significante reductie van 37% in de doelgroep aan ongevallen (frontale ongevallen en bermongevallen 'aan de overkant') zonder significante verschillen tussen ongevallen van verschillende ernst. Wij gebruiken dit percentage ($E = 37\%$) als het effect van een rammelstrook op de slachtoffergroepen van zowel doden als verkeersgewonden. Daarbij moet dus wel opgemerkt worden dat het toepassingsgebied in onze studie (binnen de bebouwde kom) afwijkt van het toepassingsgebied in de meeste eerdere studies (buiten de bebouwde kom).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 9,2 kilometer rammelstroken op de asmarkering van 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,022 doden en 0,31 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 37\% * \left(\frac{22 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,062\% = 0,022 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 37\% * \left(\frac{311 VG}{7 jaar} * 30 jaar \right) * 0,062 \% = 0,31 VG^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 23% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.3.5 Afwaarderen van 50 km/uur naar 30 km/uur

Deze maatregel gaat om het volwaardig afwaarderen van een gebiedsontsluitingsweg met een snelheidslimiet van 50 km/uur naar een erftoegangsweg met een limiet van 30 km/uur.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert het afwaarderen van 40,9 kilometer 50km/uur-gebiedsontsluitingswegen naar 30km/uur-erftoegangswegen. SWECO heeft een schatting gemaakt van het totaal aantal kilometer weg in Nederland met een snelheidslimiet van 50 km/uur en komt uit op 16.880 kilometer (Drolenga, 2021). Dit komt redelijk overeen met de SWOV-schatting (zie *Bijlage B.1*) van 18.000 km. Voor het aantal kilometers 50km/uur-weg gebruiken wij de schatting van SWECO. Dit betekent een penetratiegraad van $P = (40,9 / 16.880) = 0,242\%$.

Verschillende 50km/uur-wegen zullen in meer of minder mate geschikt zijn voor een (geloofwaardige) 30km/uur-uitvoering, wat onder andere afhankelijk is van de huidige balans tussen de functies stromen en uitwisselen. Omdat het niet bekend is welke soorten 50km/uur-weg aangepakt worden en hoe de ongevallen over de verschillende 50km/uur-wegen verdeeld zijn, is voor de effectschatting uitgegaan van een gemiddelde Nederlandse 50km/uur-weg.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle ongevallen op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 50 km/uur. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer **1.280 doden** en **72.400 verkeersgewonden (MAIS2+)** op wegen met een limiet van 50 km/uur. Omdat een verlaagde snelheid effect kan hebben op de veiligheid onder alle vervoerswijzen op wegvakken en op kruispunten is hier geen verdere selectie nodig.

Verkeersveiligheidseffecten

De veiligheidseffecten van 30km/uur-gebieden zijn in het buitenland en ook in Nederland onderzocht, vooral in het verleden toen de Zone 30 op grotere schaal werd geïntroduceerd. Vis & Kaal (1993) hebben 150 Nederlandse 30km/uur-gebieden onderzocht en een daling gevonden in het aantal letselongevallen van gemiddeld 22% (met een spreiding van 13%). In 2001 heeft Elvik (2001) een meta-analyse gedaan van studies binnen en buiten Europa die hebben gekeken naar het effect van het invoeren van een verblijfsgebied met verlaagde snelheid en snelheidsremmende maatregelen. Hij kwam uit op een gemiddelde reductiepercentage van ongeveer 26% voor de Nederlandse studies (spreiding van 20%). In 2014 is weer een meta-analyse gedaan en een effect van 35% gevonden op letselongevallen (Høye & Elvik, 2014a). Een Zwitserse studie naar het invoeren van 30km/uur-gebieden heeft ook een effect van 27,5% gevonden op het aantal slachtoffers (Lindenmann, 2005). Op basis van deze studies wordt het effect ingeschat op $E = 26\%$ voor het afwaarderen en herinrichten van een 50km/uur-weg naar een 30km/uur-weg.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van het afwaarderen en herinrichten van 40,9 kilometer 50km/uur-wegen naar 30km/uur-wegen binnen de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 3,5 doden en 195 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 26\% * \left(\frac{1.280 doden}{7 jaar} * 30 jaar \right) * 0,242 \% = 3,5 doden$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 26\% * \left(\frac{72.389 VG}{7 jaar} * 30 jaar \right) * 0,242\% = 195 VG^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 29% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.3.6 Voetgangersoversteekplaatsen aanbrengen

Op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom worden drie soorten oversteekplaatsen voor voetgangers gefinancierd door de tweede tranche investeringsimpuls:

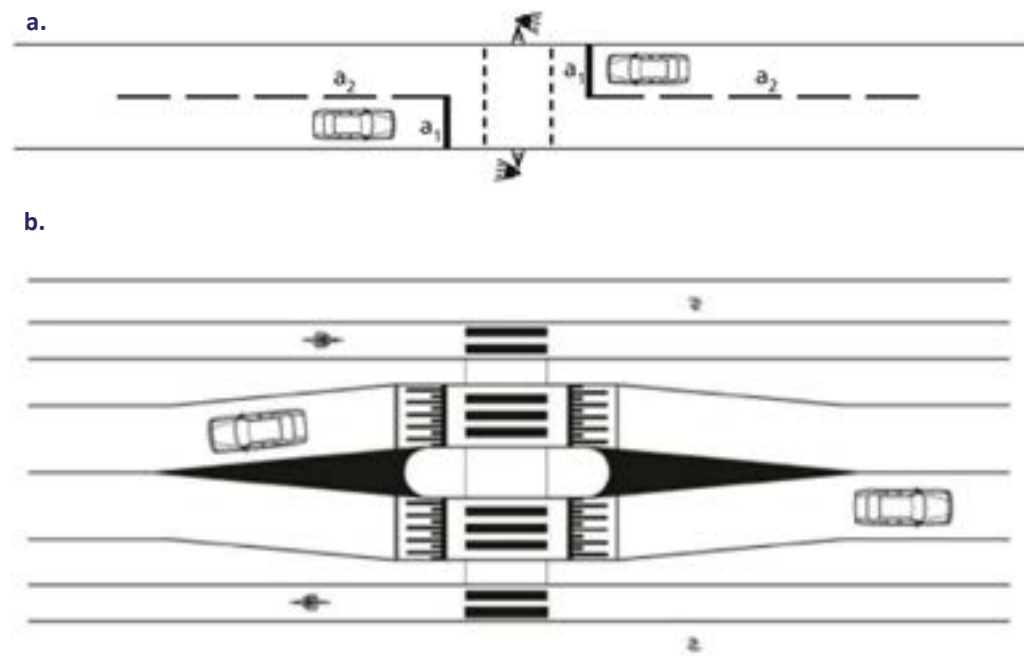
- Geregelde oversteekplaats (GOP) (12 stuks)
- Voetgangersoversteekplaats (VOP) (37 stuks)
- Zebra (25 stuks)

Bij een GOP (Afbeelding 5.6a) wordt een verkeerslicht gebruikt om voorrang te regelen. Voetgangers vragen meestal via een drukknop een groen licht aan (CROW, 2021). Bij een VOP en een zebra (Afbeelding 5.6b) hebben overstekende voetgangers standaard voorrang op doorgaand verkeer. Zeker bij een snelheidslimiet van 50 km/uur is het belangrijk om de snelheid bij de oversteek te beperken met snelheidsremmers en om attentieverhogende markering aan te brengen.

Afbeelding 5.6.

a. GOP volgens ASVV (CROW, 2021)

b. VOP met zebra (Soffers, Hensbroek & Krijnen, 2022)



Gezien de gunstige effecten die voor een VOP/zebra zijn gevonden, zou men verwachten dat een GOP ook tot een reductie in voetgangersongevallen zou leiden. Voor een GOP laat de literatuur echter tegenstrijdige effecten zien, met zowel positieve als negatieve effecten op voetgangersongevallen (Elvik & Høy, 2019). Met het toevoegen van een oversteekplaats is er sowieso een kans dat het absolute aantal ongevallen lokaal stijgt omdat er meer voetgangers gaan oversteken. Maar ook onder studies die controleren voor het aantal overstekende voetgangers zijn de resultaten inconsequent en heel afhankelijk van de voorsituatie. Omdat een gunstig effect in de evaluatiestudies niet voldoende wordt bewezen is er besloten om voor GOP's een conservatief effect van nul ($E = 0\%$) te hanteren op het aantal ongevallen. Een volledige berekening is voor deze maatregel daarom niet uitgewerkt.

Bij ongeregelde voetgangersoversteken is er in de literatuur wel een vermindering in het ongevalsrisico gevonden. Hoewel ook hier het absolute aantal ongevallen lokaal kan toenemen, gaan we ervan uit dat de overstekende voetgangers anders op een minder veilige plek waren

overgestoken en dat het totale aantal voetgangersongevallen wel daalt. Overigens zijn de verschillen tussen de twee aangevraagde varianten VOP en zebra uit de beschikbare informatie niet helder. Bovendien is het veiligheidseffect niet uit te splitsen voor een VOP of een zebra zonder aanvullende informatie over hun uitvoering. Er is daarom besloten om de twee maatregelen samen te nemen, uitgaande van een VOP of zebra voor voetgangers op een 50km/uur-weg waar er voorheen geen oversteek lag.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 62 VOP's of zebrapadden op 50km/uur-wegen. We veronderstellen dat ze op wegvakken worden aangelegd, en dat voetgangers 25 meter voor en na de oversteek de nieuwe oversteek zullen benutten (een invloedsgebied van 50 meter). Dit betekent ongeveer 3,1 kilometer ($62 * 0,05$ kilometer) weg die beïnvloed wordt door een nieuwe VOP of zebrapad.

SWECO heeft een schatting gemaakt van het totale aantal kilometers weg met een snelheidslimiet van 50 km/uur in Nederland en komt uit op 16.880 kilometer (Drolenga, 2021). Dit komt redelijk overeen met de SWOV-schatting (zie *Bijlage B.1*) van 18.000 km. Voor het aantal kilometers 50km/uur-weg gebruiken wij de schatting van SWECO. Uitgaand van een invloedsgebied van 50 meter betekent dit een penetratiegraad van $P = (3,1 / 16.880) = 0,018\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft wegvakongevallen met voetgangers op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 50 km/uur. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 153 doden en ongeveer 4.100 verkeersgewonden (MAIS2+) bij voetgangersongevallen op wegen met een limiet van 50 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 57% van de dodelijke en 59% van de ernstige voetgangersongevallen op 50km/uur-wegen plaatsvonden op wegvakken. Het is niet bekend welk deel van deze ongevallen op een VOP/zebra overstak of op een plek zonder voorziening; ook is niet bekend hoeveel VOP's of zebrapaden er al liggen in Nederland. Er wordt daarom uitgegaan van een gemiddeld 50km/uur-wegvak. De slachtoffergroep bestaat dus uit ongeveer **88 doden** en **2.440 verkeersgewonden (MAIS2+)** onder voetgangers op wegvakken in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het veiligheidseffect van een voetgangersoversteek is samengevat in een meta-analyse van Høy & Elvik (2019). Op basis van een aantal studies uit de Verenigde Staten kwamen ze uit op een ongeveer 22% lager risico op voetgangersongevallen door het aanleggen van een oversteekplaats. In deze studies is gecontroleerd voor het aantal overstekende voetgangers. Wij veronderstellen dat dit effect ($E = 22\%$) verwacht kan worden binnen het bovengenoemde invloedsgebied van een voetgangersoversteek (50 meter).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 62 VOP's of zebrapadden op 50km/uur-wegen is een besparing van ongeveer 0,015 doden en 0,42 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 22\% * \left(\frac{88 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,018 \% = 0,015 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 22\% * \left(\frac{2.438 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,018 \% = 0,42 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 36% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.3.7 Fietsoversteek met middeneiland bij een kruispunt

Het aanleggen van een middeneiland bij een fietsoversteek biedt fietsers, en binnen de bebouwde kom meestal ook voetgangers, de mogelijkheid om gefaseerd over te steken. Hoewel deze maatregel gericht is op fietsoversteken, gaan wij er voor de effectschatting van uit dat het middeneiland wordt aangelegd op een kruispunttak waar ook voetgangers oversteken die ervan kunnen profiteren.

Uit de beschikbare informatie is niet bekend of de gesubsidieerde fietsoversteken met middeneilanden nieuwe fietsoversteken betreffen of bestaande oversteken vervangen. In het eerste geval staken er in de voorsituatie geen fietsers over en is er daarom geen veiligheidswinst op lokaal niveau. Voor de berekening gaan wij uit van een vervanging van een bestaande fiets- en voetgangersoversteek op 50km/uur-wegen door oversteken met een middeneiland.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 48 oversteken met middeneilanden op 50km/uur-wegen. We veronderstellen dat middeneilanden per kruispunttak worden aangelegd. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.2*) liggen er ongeveer 65.500 kruispunten (exclusief rotondes) in Nederland op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 50 km/uur. Dit zijn zowel kruisingen tussen twee 50km/uur-wegen als kruisingen tussen een 50km/uur-weg en een weg met een andere snelheidslimiet. Voor elk type kruispunt met een 50km/uur-weg is geschat welk aandeel een drietaks-kruispunt of een viertaks-kruispunt zou zijn. Daarbij is verondersteld dat een drietaks-kruispunt drie fietsoversteken heeft en een viertaks-kruispunt vier fietsoversteken heeft, maar dat alleen de oversteken op de 50km/uur-takken in aanmerking komen voor deze maatregel (bijv. alle oversteken op een GOW50-GOW50-kruispunt, de helft van de oversteken op een viertaks GOW50-ETW30-kruispunt). In totaal gaat het om een geschatte 149.000 fietsoversteken op kruispunttakken met een limiet van 50km/uur.

Het is niet bekend welk deel van deze kruispunttakken al een middeneiland heeft. Wij nemen aan dat 50% van de fietsoversteken op kruispunten met 50km/uur-wegen al een middeneiland heeft. Als we hiervan uitgaan komt dit neer op ongeveer 74.600 fietsoversteken die in aanmerking komen voor deze maatregel, en een penetratiegraad van $P = (48 / 74.600) = 0,064\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft kruispuntongevallen tussen fietsers en motorvoertuigen en tussen voetgangers en motorvoertuigen op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 50 km/uur waar een middeneiland ontbreekt. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 405 doden en ongeveer 11.700 verkeersgewonden (MAIS2+) bij fiets-motorvoertuigongevallen op wegen met een limiet van 50 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 58% van de dodelijke en 52% van de ernstige fietsongevallen op 50km/uur-wegen gebeurden op (niet-rotonde)kruispunten.

Onder voetgangers vielen er 153 doden en ongeveer 4.100 verkeersgewonden (MAIS2+) tussen 2014 en 2020 op wegen met een limiet van 50 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 40% van de dodelijke en 36% van de ernstige voetgangersongevallen op 50km/uur-wegen gebeurden op (niet-rotonde)kruispunten.

Om het aandeel van deze kruispuntongevallen te schatten dat op een kruispunttak zonder middeneiland gebeurde, is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld kruispunt met een middeneiland minder fiets-motorvoertuig- en voetgangersongevallen plaats zullen vinden dan op een kruispunt zonder middeneiland, en dat de verhoudingen daartussen worden bepaald door het veiligheidseffect van een middeneiland op de betreffende ongevallen (zie *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van

het veiligheidseffect en het aandeel kruispunten zonder een middeneiland (zie *Penetratiegraad*) worden twee slachtoffergroepen geschat:

- a. **126 doden en 3.260 verkeersgewonden (MAIS2+)** onder fietsers die vielen bij fiets-motorvoertuigongevallen in de periode 2014-2020 (S_f)
- b. **35 doden en 820 verkeersgewonden (MAIS2+)** onder voetgangers die vielen in de periode 2014-2020 (S_v)

Verkeersveiligheidseffecten

Voor zowel fietsongevallen als voetgangersongevallen lijkt er sprake te zijn van veiligheidswinst door een middeneiland bij een oversteeklengte van drie of meer rijstroken, maar bij fietsongevallen is een effect nog heel indicatief. Schepers & Voorham (2010) hebben het effect van een middeneiland op kruispuntongevallen tussen fietsers en motorvoertuigen wel onderzocht, maar de resultaten bleken statistisch niet significant te zijn. Ze hebben gekeken naar oversteekongevallen op wegen met een limiet tussen 50 en 70 km/uur waarbij de fietser de gebiedsontsluitingsweg overstak. Voor wegen met een oversteeklengte van twee rijstroken is onverwacht een (niet-significant) hoger ongevalsrisico gevonden met een middeneiland dan zonder. Bij een oversteeklengte van drie of meer rijstroken bleek het ongevalsrisico juist lager (28% lager) te zijn met een middeneiland. Voor voetgangers is wel een statistisch significant 44% lager risico gevonden bij aanwezigheid van een middeneiland op wegen met meer dan twee rijstroken (Zegeer et al., 2005).

Bij grotere kruispunten op 50km/uur-wegen zijn er onder andere door voorsorteerstroken vaak meer dan twee rijstroken aanwezig. Het is echter niet bekend op welke soorten kruispunten de nieuwe middeneilanden worden aangelegd. Omdat grotere kruispunten vaak al een middeneiland hebben, en omdat middeneilanden ook bij twee rijstroken worden toegepast, is het niet aan te nemen dat alle middeneilanden op kruispunten met drie of meer rijstroken worden aangelegd. Er wordt daarom aangenomen dat de helft van de middeneilanden wordt aangelegd op kruispunttakken met meer dan twee rijstroken, waar een gunstig effect wordt verwacht, en dat de helft van de middeneilanden wordt aangelegd op takken met twee rijstroken. Bij de middeneilanden op twee rijstroken wordt uitgegaan van een slachtofferbesparing van 0%. Voor het gemiddelde effect van een middeneiland komen wij daarom op $E_f = 14\%$ voor fietsers (de besparing van Schepers & Voorham (2010) gehalveerd) en op $E_v = 22\%$ voor voetgangers (de besparing van Zegeer et al. (2005) gehalveerd).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 48 fietsoversteken met middeneilanden op 50km/uur-wegen binnen de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,070 doden en 1,8 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$\begin{aligned} \text{Besparing}_{\text{doden}} &= (E_f * S_f + E_v * S_v) * P \\ &= \left(14\% * \left(\frac{126 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) + 22\% * \left(\frac{35 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) \right) * 0,064 \% \\ &= 0,070 \text{ doden} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besparing}_{\text{VG}} &= (E_f * S_f + E_v * S_v) * P \\ &= \left(14\% * \left(\frac{3.256 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) + 22\% * \left(\frac{820 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) \right) * 0,064 \% \\ &= 1,8 \text{ VG}^1 \end{aligned}$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 34% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.3.8 Snelheidsremmend plateau op fietsoversteek bij een kruispunt

Deze maatregel bestaat uit het aanleggen van een snelheidsremmend plateau op een fietsoversteek bij een kruispunt op een gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom. Uit de beschikbare informatie is verder niet duidelijk op wat voor kruispunten het plateau wordt toegepast. Wij veronderstellen dat het op alle kruispunten op 50km/uur-wegen aangelegd kan worden (bijv. GOW50-GOW50, GOW50-ETW30), maar dat het plateau alleen toegepast zou worden op een tak met een limiet van 50 km/uur.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 58 plateaus bij fietsoversteken op kruispunten van 50km/uur-wegen. We veronderstellen dat fietsplateaus per kruispunttak worden aangelegd, op oversteken op de gebiedsontsluitingsweg. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.2*) liggen er ongeveer 65.500 kruispunten (exclusief rotondes) in Nederland op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 50 km/uur. Dit zijn zowel kruisingen tussen twee 50km/uur-wegen als kruisingen tussen een 50km/uur-weg en een weg met een andere snelheidslimiet. Voor elk type kruispunt met een 50km/uur-weg is geschat welk aandeel een drietaks-kruispunt of een viertaks-kruispunt zou zijn. Daarbij is verondersteld dat een drietaks-kruispunt drie fietsoversteken heeft en een viertaks-kruispunt vier fietsoversteken heeft, maar dat alleen de oversteken op de 50km/uur-takken in aanmerking komen voor deze maatregel (bijv. alle oversteken op een GOW50-GOW50-kruispunt, de helft van de oversteken op een viertaks GOW50-ETW30-kruispunt). In totaal gaat het om een geschatte 149.000 fietsoversteken op kruispunttakken met een limiet van 50km/uur.

Het is niet bekend welk deel van deze kruispunttakken al een plateau op de fietsoversteek heeft. Wij verwachten dat het aandeel fietsoversteken met een plateau redelijk laag is. Wij nemen daarom aan dat 5% van de kruispunten op 50km/uur-wegen al een plateau heeft op de fietsoversteek over de gebiedsontsluitingsweg. Dit komt uit op ongeveer 142.000 mogelijke fietsoversteken die geen plateau zouden hebben en een penetratiegraad van $P = (58 / 142.000) = 0,041\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle kruispuntongevallen tussen fietsers en motorvoertuigen op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 50 km/uur die geen plateau op de fietsoversteek hebben. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 405 doden en ongeveer 11.700 verkeersgewonden (MAIS2+) bij fiets-motorvoertuigongevallen op wegen met een limiet van 50 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 58% van de dodelijke en 52% van de ernstige fietsongevallen op 50km/uur-wegen plaatsvonden op (niet-rotonde)kruispunten.

Om het aandeel van deze kruispuntongevallen te schatten die op een fietsoversteek zonder een plateau gebeurden is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld oversteek met een plateau minder fiets-motorvoertuigongevallen plaats zullen vinden dan op een oversteek zonder een plateau, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van een plateau op fiets-motorvoertuigongevallen (zie *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van het veiligheidseffect en het aandeel fietsoversteken zonder een plateau (zie *Penetratiegraad*) wordt geschat dat ongeveer **226 doden** en **5.820 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Er zijn geen Nederlandse studies bekend die specifiek kijken naar het effect van een plateau op fietsoversteken op GOW50-kruispunten binnen de bebouwde kom. Buiten de bebouwde kom is het effect van een plateau op of voor fietsoversteken wel onderzocht. Met hun voor-nastudie van provinciale 80km/uur-wegen hebben Fortuijn, Carton & Feddes (2005) een vermindering gevonden van 40% van het aantal slachtofferongevallen na aanleg van een plateau. Echter, de veiligheidseffecten van een snelheidsvermindering door een plateau zijn binnen de bebouwde kom, bij lagere snelheden, meestal kleiner dan eenzelfde snelheidsvermindering buiten de

bebouwde kom (SWOV, 2021). Binnen de bebouwde kom heeft Jensen (2021) in Denemarken de effecten van kruispuntplateaus (over het gehele kruisingsvlak) bij snelheidslimieten gelijk of minder dan 50 km/uur onderzocht. Daaruit kwam een afname van 24% voor alle typen ongevallen samen, na aanleg van een kruispuntplateau (Jensen, 2021).

Ook zijn de effecten van drempels en uitritconstructies, die meestal een sterker afremmend effect hebben dan een plateau, onderzocht binnen de bebouwde kom. Bij aanwezigheid van een drempel of uitritconstructie op een T-kruising tussen een gebiedsontsluitingsweg en erftoegangsweg zijn 54% minder fiets-motorvoertuigongevallen met letsel waargenomen (Van Petegem, Schepers & Wijlhuizen, 2021).

Het effect van een plateau op een geregelde fietsoversteek is echter iets anders dan een drempel op een voorrangskruispunt. Omdat een plateau op een fietsoversteek qua ontwerp en snelheidsverlaging meer overeenkomt met een kruispuntplateau dan met een drempel, nemen wij daarom het effect (**E = 24%**) van Jensen (2021) aan. Omdat het plateau alleen de fietsoversteek dekt op een kruispunttak, en niet het gehele kruispuntvlak, wordt het effect alleen toegepast op fiets-motorvoertuigongevallen. Wellicht zal er ook veiligheidswinst zijn onder andere typen ongevallen door verminderde snelheden, maar deze worden buiten beschouwing gelaten.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 58 plateaus bij fietsoversteken op kruispunten van 50km/uur-wegen is een besparing van ongeveer 0,10 doden en 2,5 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 24\% * \left(\frac{226 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,041 \% = 0,10 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 24\% * \left(\frac{5.823 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,041 \% = 2,5 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

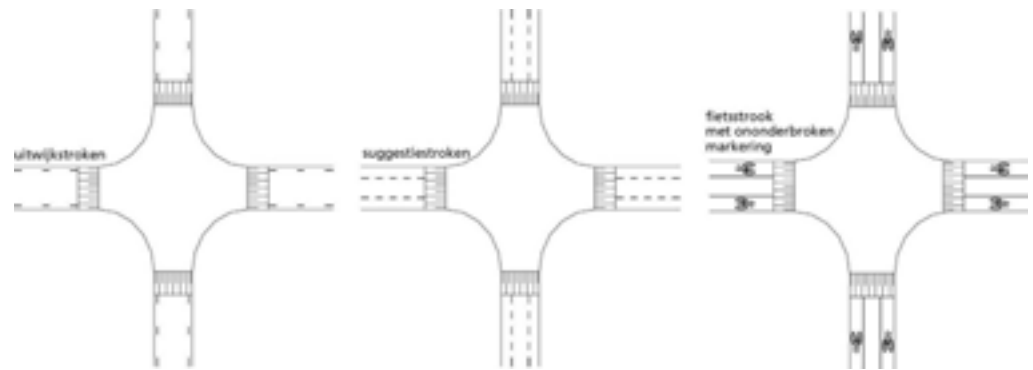
5.4 Maatregelen ETW60

Binnen de tweede tranche investeringsimpuls zijn drie maatregelen opgenomen die betrekking hebben op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 60 km/uur (ETW60) en die al eerder voor de eerste tranche zijn doorgerekend.

5.4.1 Kruispuntplateaus op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom

Een kruispuntplateau (zie *Afbeelding 5.7*) is een vlakke verhoging van het gehele kruisingsvlak met een talud op elke tak van het kruispunt (CROW, 2013a). Deze maatregel is gericht op kruispunten tussen erftoegangswegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 60 km/uur, oftewel ETW60-ETW60-kruispunten.

Afbeelding 5.7.
Kruispuntplateau
ETW60-ETW60 volgens
HWO (CROW, 2013a)



Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregel wordt toegepast op ETW60-ETW60-kruispunten die nog geen kruispuntplateau hebben. De tweede tranche investeringsimpuls financiert 206 kruispuntplateaus op 60km/urwegen. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.2*) liggen er ongeveer 38.600 kruispunten in Nederland tussen erftoegangswegen met een limiet van 60 km/ur. Het aandeel ETW60-ETW60-kruispunten dat al een plateau heeft is niet bekend. Omdat kruispuntplateaus buiten de bebouwde kom nog niet heel vaak voorkomen, wordt geschat dat minstens²⁸ 5% van de ETW60-ETW60 kruispunten al een plateau hebben. Dit komt neer op ongeveer 36.700 kruispunten die in aanmerking komen voor deze maatregel, en een penetratiegraad van $P = (206 / 36.700) = 0,562\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle slachtoffers bij ongevallen die op ETW60-ETW60-kruispunten gebeuren die nog geen plateau hebben. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 737 doden en ongeveer 15.300 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 60 km/ur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 24% van de dodelijke en 31% van de ernstige ongevallen op 60km/ur-wegen plaatsvonden op kruispunten. Van deze in BRON geregistreerde kruispuntongevallen is ook geschat (zie *Bijlage B.2*) welk deel op een ETW60-ETW60-kruispunt is gebeurd: 77% voor dodelijke ongevallen en 78% voor verkeersgewonden. Van alle slachtoffers op 60km/ur-wegen komt dit erop neer dat ongeveer 18% ($24\% * 77\%$) van de doden en 24% ($31\% * 78\%$) van de verkeersgewonden op een ETW60-ETW60-kruispunt vielen.

Om vervolgens het aandeel van deze ongevallen te schatten dat op kruispunten *zonder* een plateau gebeurde, is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld kruispunt met plateau minder ongevallen plaats zullen vinden dan op een kruispunt zonder plateau, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van een kruispuntplateau. Op basis van de effectiviteit van een plateau en het aantal kruispunten met en zonder een plateau wordt geschat dat ongeveer **130 doden** en **3530 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Er zijn geen Nederlandse studies bekend die het effect van kruispuntplateaus op 60km/ur-wegen onderzoeken. In een onderzoek naar plateaus vlak voor kruispunten op provinciale wegen met een snelheidslimiet van 80 km/ur is een reductie van 40% gevonden onder slachtofferongevallen (Fortuijn, Carton & Feddes, 2005). Een Deense voor-nastudie heeft het verkeersveiligheidseffect onderzocht van het aanbrengen van een plateau op kruispunten binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/ur of minder. Deze studie heeft een afname gevonden van 24% voor



28. Bij een lagere schatting is de groep die in aanmerking komt voor de maatregel groter en dus de penetratiegraad (en uiteindelijk effect) van de investering lager. Er is daarom geprobeerd het aandeel kruispunten met plateaus niet te overschatten. Omdat er bij de slachtoffergroep ook wordt geselecteerd op ongevallen op kruispunten zonder plateaus is het uiteindelijke effect van deze aanname (5%) op de besparing marginaal.

alle typen ongevallen samen (Jensen, 2021). Omdat erftoegangswegen buiten de bebouwde kom qua snelheid en ontwerp behoorlijk verschillen van provinciale 80km/uur-wegen, en om het effect niet te overschatten, is ervoor gekozen om het effect van de Deense studie aan te nemen (**E = 24%**).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 206 kruispuntplateaus op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,75 doden en 20 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 24\% * \left(\frac{130 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,562\% = 0,75 \text{ doden}$$

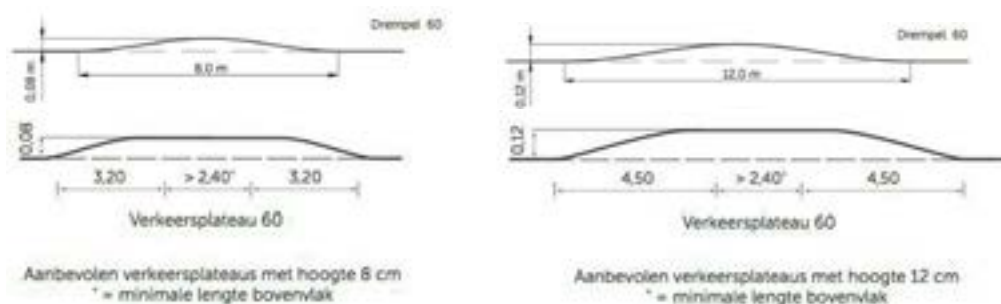
$$Besparing_{VG} = E * S * P = 24\% * \left(\frac{3529 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,562\% = 20 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.4.2 Verticale snelheidsremmers

Te hoge snelheden hebben een negatief effect op verkeersveiligheid (SWOV, 2021). Bij lange rechtstanden kunnen verticale snelheidsremmers (drempels en plateaus) toegepast worden om rijnsnelheden terug te dringen. Deze maatregel is gericht op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 60 km/uur en kent verschillende uitvoeringen (zie *Afbeelding 5.8*).

Afbeelding 5.8. Verticale snelheidsremmers op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom (CROW, 2021)



Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregel wordt toegepast op erftoegangswegen met een limiet van 60 km/uur. De tweede tranche investeringsimpuls financiert 213 verticale snelheidsremmers op deze wegen. Op basis van een aantal studies naar het snelheidsprofiel rondom een snelheidsremmer, wordt het invloedsgebied ingeschat op ongeveer 150 meter weg, waarvan een deel voor en een deel na de remmer ligt (Distefano & Leonardi, 2019; Huang et al., 2011; Ziolkowski, 2014). Dit is iets groter dan het geschatte invloedsgebied voor drempels op 30km/uur-wegen omdat de snelheden hoger zijn en de snelheidsremmers breder. Het aantal van 213 nieuwe verticale snelheidsremmers betekent dat ongeveer 32 km weg beïnvloed wordt.

Om de penetratiegraad te berekenen wordt deze weglengte vervolgens gedeeld door het totaal aantal kilometers 60km/uur-weg. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 50.000 kilometer weg in Nederland met een snelheidslimiet van 60 km/uur. Dit komt neer op een penetratiegraad van **P = (32 / 50.000) = 0,064%**. Omdat het aantal al bestaande snelheidsremmers op 60km/uur-wegen niet bekend is, is hier geen rekening mee gehouden. Het gaat daarom om alle ongevallen op alle weglengtes van 60km/uur-wegen, oftewel een gemiddelde Nederlandse 60km/uur-weg.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle wegvakongevallen op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom met een limiet van 60 km/uur. Hoewel kruispunt ongevallen ook beïnvloed zouden kunnen worden door een snelheidsremmer als die vlak voor een kruispunt ligt, wordt er vooral uitgegaan van een lokaal effect op het wegvak waar er anders lange rechtstanden waren geweest. Plateaus op kruispunten werden bovendien apart aangevraagd (zie *Paragraaf 5.4.1*).

In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 737 doden en ongeveer 15.300 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 60 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 76% van de dodelijke en 69% van de ernstige ongevallen op 60km/uur-wegen gebeurden op wegvakken. Dit komt uit op een slachtoffergroep van ongeveer **560 doden** en **10.500 verkeersgewonden (MAIS2+)** die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het veiligheidseffect van een drempel is samengevat in een meta-analyse van Elvik & Høy (2020). Op basis van studies uit verschillende landen kwamen deze auteurs uit op een ongeveer 30% lager risico op slachtofferongevallen door implementatie van een drempel. Over hoeveel weglengte dit effect is berekend is niet duidelijk en zal per meegenomen studie verschillen. Wij nemen aan dat dit effect (**E = 30%**) op zijn minst verwacht kan worden binnen het bovengenoemde invloedsgebied van een drempel (150 meter).

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 213 verticale snelheidsremmers op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,46 doden en 8,7 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 30\% * \left(\frac{560 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,064\% = 0,46 \text{ doden}$$

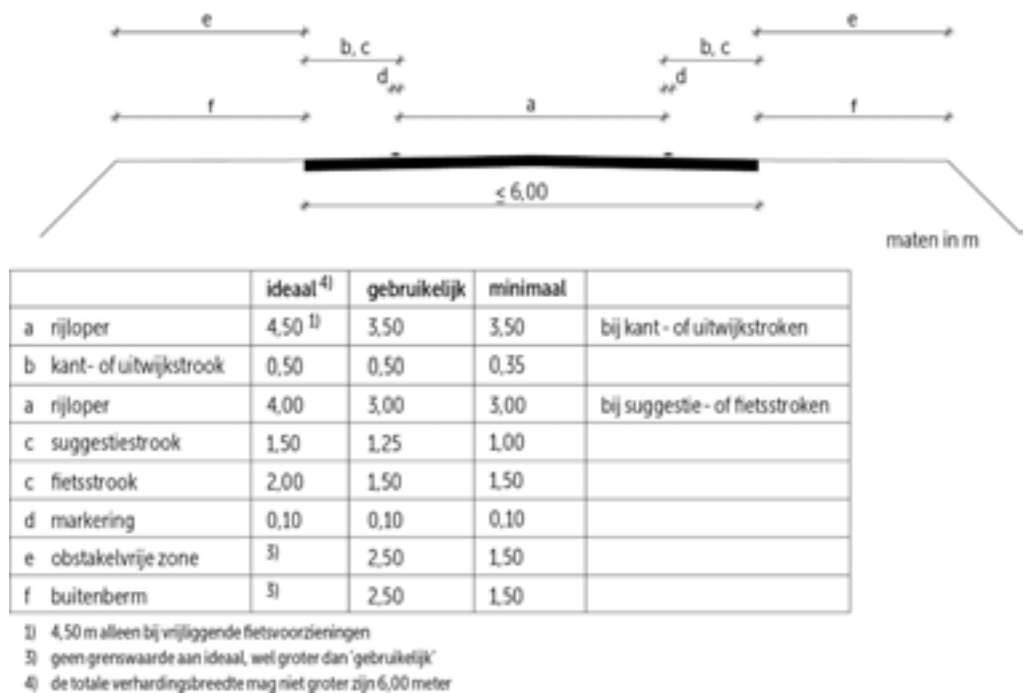
$$Besparing_{VG} = E * S * P = 30\% * \left(\frac{10.539 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,064\% = 8,7 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.4.3 Rijloper met fiets(suggestie)stroken en bermen

Op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom moet het wegbeeld overeenkomen met snelheden niet hoger dan 60 km/uur. Het gebruik van kantstroken, suggestiestroken of fietsstroken kan de weg smaller laten ogen en meer comfort bieden aan fietsers (Van der Kooi & Dijkstra, 2003). Waar de verharding breed genoeg is, kunnen fietsstroken of suggestiestroken worden toegepast (zie *Afbeelding 5.9*).

Afbeelding 5.9. Dwarsprofiel van erftoegangswegen buiten de bebouwde kom—Type 1 (CROW, 2013a)



Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregel wordt toegepast op erftoegangswegen met een limiet van 60 km/uur die vermoedelijk nog geen suggestiestrook of fietsstrook hebben. De tweede tranche investeringsimpuls financiert 52,1 km aan fiets(suggestie)stroken op deze wegen. Er wordt verondersteld dat beide kanten van de weg worden aangepast per aangegeven kilometer. Volgens onze schattingen (zie Bijlage B.1) ligt er ongeveer 50.000 kilometer weg in Nederland met een snelheidslimiet van 60 km/uur. Een groot deel hiervan zal al een vorm van stroken hebben. Met een enquête uit 2008 hebben Weijermars & Van Schagen (2009) geschat dat 76% van de erftoegangswegen met een limiet van 60 km/uur voldoet aan de essentiële herkenbaarheids-kenmerken: één rijloper zonder asmarkering en bij een wegbreedte groter dan 4,5 meter onderbroken kantmarkering, suggestiestroken of fietsstroken. Het is niet bekend welk deel van deze wegen daadwerkelijk suggestiestroken of fietsstroken heeft; er is daarom aangenomen dat de helft (38%) alleen kantmarkering heeft en de andere helft fiets- of suggestiestroken heeft. Alles bij elkaar komt dit neer op ongeveer 31.000 (50.000 * 62%) kilometer 60km/uur-wegen die nog geen suggestiestroken of fietsstroken hebben, en een penetratiegraad van $P = (52,1 / 31.000) = 0,168\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle wegvakongevallen op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom met een limiet van 60 km/uur waar er geen fiets- of suggestiestroken liggen. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal 737 doden en ongeveer 15.300 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 60 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 76% van de dodelijke en 69% van de ernstige ongevallen op 60km/uur-wegen plaatsvonden op wegvakken.

Om het aandeel van deze wegvakongevallen te schatten die op wegen zonder fiets- of suggestiestroken gebeurden, is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in Bijlage C.1. Uitgangspunt is dat er op een gemiddelde 60km/uur-weg met deze stroken minder ongevallen plaats zullen vinden dan op een 60km/uur-weg zonder, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van fiets- of suggestiestroken (zie Verkeersveiligheidseffecten). Op basis van het veiligheidseffect en het aandeel wegen zonder fiets- of suggestiestroken (zie Penetratiegraad) wordt geschat dat ongeveer **368 doden** en **6.740 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het veiligheidseffect van een rijloper met suggestiestroken of fietsstroken op een 60km/uur-weg is niet volledig vastgesteld met onderzoek. Wel is er onderzoek geweest naar de effecten van het (deels) duurzaam veilig (DV) inrichten van een voorheen 80km/uur-weg tot een ETW60²⁹. Hiervoor kwamen Jaarsma et al. (2011) uit op 18% minder slachtoffers op wegvakken. Een deel van dit effect zal komen door de verlaagde snelheidslimiet. Daarnaast heeft een expertgroep binnen de Delphi-studie van Wijnen, Weijermars & Bos (2013) een verwacht effect van 5% tot 30% geconstateerd voor het DV inrichten van wegvakken op een weg die al een limiet van 60 km/uur heeft.

Als veiligheidseffect van suggestiestroken of fietsstroken nemen wij het effect van Jaarsma et al. (2011) aan, minus de verwachte bijdrage van alleen de limietverlaging van 80 naar 60 km/uur die ook op de wegen in de studie van Jaarsma et al. is toegepast. Het effect van alleen de limietverlaging baseren we op Elvik (2013). Hij rapporteert over limietaanpassingen waarbij de gereden snelheid daalde van gemiddeld 54,6 naar gemiddeld 48,8 km/uur. Daarbij is een reductie vastgesteld van ongeveer 3% van het aantal dodelijke ongevallen en van 10% van het aantal letselongevallen. Als we hiervan uitgaan, dan wordt het verwachte effect van de DV-inrichting van 60km/uur-wegvakken gelijk aan $E_{doden} = 18\% - 3\% = 15\%$ voor doden en $E_{VG} = 18\% - 10\% = 8\%$ voor verkeersgewonden. Deze reductiepercentages vallen beide binnen de range van 5-30% die Wijnen, Weijermars & Bos (2013) rapporteerden voor het DV inrichten van wegvakken op een weg die al een limiet van 60 km/uur heeft.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 52,1 km fiets(suggestie)stroken op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,40 doden en 3,9 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E_{doden} * S * P = 15\% * \left(\frac{368 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,168\% = 0,40 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E_{VG} * S * P = 8\% * \left(\frac{6.739 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,168\% = 3,9 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.5 Maatregelen GOW80

Binnen de tweede tranche investeringsimpuls zijn zeven (samengestelde) maatregelen opgenomen die betrekking hebben op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur (GOW80) en die al eerder voor de eerste tranche zijn doorgerekend.

5.5.1 Rijrichtingscheiding: fysieke middenberm

Deze maatregel gaat om het aanbrengen van een fysieke rijrichtingscheiding (middenberm) op een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom om frontale ongevallen tussen motorvoertuigen tegen te gaan.

Binnen de tweede tranche investeringsimpuls wordt deze maatregel niet genomen door wegbeheerders. Er is daarom geen volledige berekening uitgevoerd voor deze maatregel. Wel



29. Een DV-inrichting van ETW60-wegvakken houdt in: één rijloper met een maximale breedte van 4,5 m, kantmarkering bij een verhardingsbreedte > 4,5 m, fiets(suggestie)stroken bij een verhardingsbreedte > 6,5 m, snelheidsremmers bij lange rechtstanden (Wijnen, Weijermars & Bos, 2013).

wordt een positief veiligheidseffect verwacht als deze maatregel in toekomstige tranches wordt toegepast, vooral onder dodelijke en ernstige ongevallen.

Het verkeersveiligheidseffect van een harde – moeilijk tot niet overrijdbare – middenberm is bestudeerd door Wijnen, Mesken & Vis (2010) aan de hand van ouder onderzoek. Zij schatten het effect van een moeilijk overrijdbare middenberm in op 20% minder doden en verkeersgewonden.

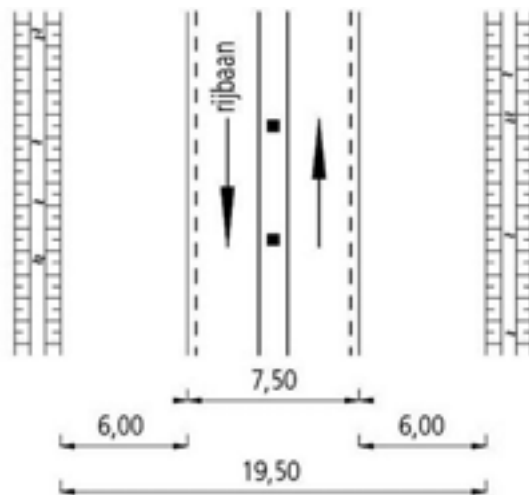
Bij deze maatregel is een besparing van 0 aangehouden, vanwege een penetratiegraad van 0%.

5.5.2 Veilige en obstakelvrije bermen

Een obstakelvrije berm is belangrijk om de ernst te beperken van ongevallen waarbij het voertuig uit koers raakt en in de zijberm terecht komt (CROW, 2013b). Een berm moet draagkrachtig genoeg te zijn om het voertuig bestuurbaar te laten blijven en de snelheid voldoende af te kunnen remmen. Bij een snelheidslimiet van 80 km/uur dient er een obstakelvrije berm te zijn van minstens 4,5 meter en idealiter minstens 6 meter tot het eerste obstakel (ook tot een fietspad of parallelweg; zie *Afbeelding 5.10*). Twee maatregelen uit de tweede tranche hebben betrekking op veilige, obstakelvrije bermen:

- a. Geleiderail plaatsen
- b. Bomen verwijderen

Afbeelding 5.10. Maatgeving obstakelvrije bermen bij enkelbaans 80km/uur-wegen (GOW80) buiten de bebouwde kom (CROW, 2016)



Penetratiegraad investering in tweede tranche

Deze maatregel wordt toegepast op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur die nog geen voldoende veilige berm hebben. De tweede tranche investeringsimpuls financiert a) 1,75 km geleiderails en b) 1 boom kappen. Wij veronderstellen dat het aantal kilometers geleiderail om een aanpassing aan één kant van de weg gaat, waardoor het totaal aantal kilometers aangepaste weg daar de helft van is (0,877 km weg met geleiderails). Het totaal aantal bomen (te dicht) langs 80km/uur-wegen is niet bekend. Wij nemen aan dat een boom langs de weg invloed kan hebben op ruim 25 meter aan weglengte. Dit betekent ongeveer 0,025 kilometer ($1 * 0,025$ km) weg die beïnvloed wordt door het verwijderen van één boom.

Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.1*) ligt er ongeveer 12.000 km regionale stroomweg in Nederland met een limiet van 80 km/uur. Voor een steekproef provinciale wegen met een snelheidslimiet van 80 km/uur is vastgesteld dat ongeveer 23% voldoet aan de aanbevolen obstakelvrije afstand (Bax et al., 2017). Dit betekent dat van de 80km/uur-wegen ongeveer (77% x 12.000 km) 9.240 km in aanmerking zou komen voor een geleiderail of bomen verwijderen. Dit komt neer op penetratiegraden van:

a. Geleiderail plaatsen

$$P_a = (0,877 / 9.240) = 0,009\%$$

b. Bomen verwijderen

$$P_b = (0,025 / 9.240) = 0,0003\%$$

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft bermongevallen op wegen met een limiet van 80 km/uur waarbij motorvoertuigen botsen tegen een object binnen de aanbevolen obstakelvrije afstand. De twee maatregelen hebben invloed op verschillende subgroepen van deze slachtoffers:

a. Geleiderail plaatsen

Onderzoek wijst erop dat het plaatsen van een geleiderail een gunstig effect heeft op (de ernst van) bermongevallen, maar kan leiden tot een toename van frontale ongevallen als bestuurders daardoor terugkaatsen naar de andere weghelft (Høye & Elvik, 2020). Deze maatregel heeft dus mogelijk effect op zowel bermongevallen als op frontale ongevallen. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer 692 doden en 6.080 verkeersgewonden (MAIS2+) onder motorvoertuig-inzittenden op wegen met een limiet van 80 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in de periode 2014-2020 ongeveer 33% van de dodelijke en 21% van de ernstige ongevallen op 80km/uur-wegen gecategoriseerd kan worden als bermongeval. Aangenomen is dat deze ongevallen gebeurden op wegen zonder een voldoende veilige berm (d.w.z. niet volgens de richtlijnen). Dit komt uit op een slachtoffergroep voor bermongevallen ($S_{a,1}$) van ongeveer **228 doden** en **1.280 verkeersgewonden** (MAIS2+) die vielen in de periode 2014-2020.

Voor diezelfde periode is op basis van BRON is geschat dat ongeveer 25% van de dodelijke en 13% van de ernstige ongevallen op 80km/uur-wegen gecategoriseerd kan worden als frontaal ongeval. Dit komt uit op een slachtoffergroep voor frontale ongevallen ($S_{a,2}$) van ongeveer **173 doden** en **790 verkeersgewonden** (MAIS2+) die vielen in de periode 2014-2020.

b. Bomen verwijderen

Deze maatregel heeft specifiek effect op bermongevallen waarbij een motorvoertuig tegen een boom botst. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer 692 doden en 6.080 verkeersgewonden (MAIS2+) onder motorvoertuig-inzittenden op wegen met een limiet van 80 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 25% van de dodelijke en 8% van de ernstige motorvoertuigongevallen op 80km/uur-wegen een botsing tegen een boom betrof. Aangenomen is dat deze ongevallen op wegen gebeurden zonder een voldoende veilige (volgens de richtlijnen) berm. Dit komt uit op een slachtoffergroep (S_b) van ongeveer (25% * 692) **173 doden** en (8% * 6080) **516 verkeersgewonden** (MAIS2+) die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

a. Geleiderail plaatsen

Het verwachte verkeersveiligheidseffect van een geleiderail in de berm plaatsen, baseren we op de meta-analyse van Høye & Elvik (2020). Zij hebben gekeken naar de effecten van een geleiderail op verschillende soorten ongevallen uit 27 internationale studies. Ze vinden een reductie van 40% onder het aantal letsel-bermongevallen en een toename van 28% onder het aantal frontale letselongevallen. Voor de besparing onder doden en verkeersgewonden gebruiken wij dus een effect van $E_{a,1} = 40\%$ voor de slachtoffergroep ($S_{a,1}$) van bermongevallen, en een effect van $E_{a,2} = -28\%$ voor de slachtoffergroep ($S_{a,2}$) van frontale ongevallen. Een negatief effect wordt afgetrokken van de besparing.

b. Bomen verwijderen

Het precieze effect van het verwijderen van bomen hangt in grote mate af van de voorsituatie. Een rij bomen op een korte afstand van de weg heeft bijvoorbeeld een ander effect op veiligheid dan één boom die op een grotere afstand van de weg ligt. Ook is niet bekend of er zonder de bomen wel voldaan wordt aan de aanbevolen obstakelvrije ruimte. Zeker bij de kleine selectie van 4 km weg kan er lastig gesproken worden over een gemiddelde situatie en kunnen de lokale omstandigheden voor grote onzekerheden zorgen. Voor onze berekening van het veiligheidseffect is gebruikgemaakt van de schatting uit Wijnen, Mesken & Vis (2010) die gebaseerd is op een ouder, maar het enige Nederlandse onderzoek van Schoon & Bos (1983). Die schatten het effect van een voldoende brede obstakelvrije ruimte op een reductie van ongeveer $E_b = 69\%$ in het aantal bermongevallen met letsel. Dit effect is indicatief door onzekerheden over de lokale voorsituaties en het mogelijk verouderde onderzoek waarop het effect is gebaseerd.

Verwachte besparing

a. Geleiderail plaatsen

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 1,75 km geleiderail aanleggen op 80km/uur-wegen is een besparing van ongeveer 0,017 doden en 0,12 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$\begin{aligned} \text{Besparing}_{doden} &= (E_{a.1} * S_{a.1} + E_{a.2} * S_{a.2}) * P_a \\ &= \left(40\% * \left(\frac{228 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) - 28\% * \left(\frac{173 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) \right) \\ &\quad * 0,009 \% = 0,017 \text{ doden} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besparing}_{VG} &= (E_{a.1} * S_{a.1} + E_{a.2} * S_{a.2}) * P_a \\ &= \left(40\% * \left(\frac{1.276 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) - 28\% * \left(\frac{790 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) \right) * 0,009 \% \\ &= 0,12 \text{ VG}^1 \end{aligned}$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 31% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

b. Bomen verwijderen

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van 1 boom verwijderen langs een 80km/uur-weg is een besparing van ongeveer 0,0014 doden en 0,0041 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$\text{Besparing}_{doden} = E_b * S_b * P_b = 69\% * \left(\frac{173 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,0003 \% = 0,0014 \text{ doden}$$

$$\text{Besparing}_{VG} = E_b * S_b * P_b = 69\% * \left(\frac{516 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,0003 \% = 0,0041 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 31% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.5.3 Parallelweg aanleggen

Deze maatregel betreft het aanleggen van een parallelweg op een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom, bestemd voor langzaam verkeer en het ontsluiten van percelen.

Binnen de tweede tranche investeringsimpuls wordt deze maatregel niet genomen door wegbeheerders. Er is daarom geen volledige berekening uitgevoerd voor deze maatregel. Wel

wordt een positief veiligheidseffect verwacht als deze maatregel in toekomstige tranches wordt toegepast, vooral onder dodelijke en ernstige ongevallen.

Het verkeersveiligheidseffect is onderzocht in een oude studie van Goudappel Coffeng (Thijssen et al., 2001). Zij hebben het aantal letselongevallen vergeleken tussen wegen buiten de bebouwde kom met en zonder parallelvoorzieningen. Hieruit kwam dat op wegen met parallelvoorzieningen 18% minder letselongevallen plaatsvonden. Daarbij gaat het om wegen die al een vrijliggend fietspad hadden, zoals nu ook gebruikelijk is bij een 80km/uur-weg. Dit effect geldt overigens voor alle wegvakongevallen.

Bij deze maatregel is een besparing van 0 aangehouden, vanwege een penetratiegraad van 0%.

5.5.4 Rammelstrook asmarkering

Bij deze maatregel gaat het om het toepassen van een rammelstrook als rijrichtingscheiding op de asmarkering van een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom om frontale ongevallen tussen motorvoertuigen tegen te gaan. Een bestuurder die de wegas overschrijdt krijgt een signaal bestaand uit fysieke trillingen en geluid.

Binnen de tweede tranche investeringsimpuls wordt deze maatregel niet genomen door wegbeheerders. Er is daarom geen volledige berekening uitgevoerd voor deze maatregel. Wel wordt een positief veiligheidseffect verwacht als deze maatregel in toekomstige tranches wordt toegepast, vooral onder dodelijke en ernstige ongevallen.

Het verkeersveiligheidseffect is samengevat in een meta-analyse van Høye & Elvik (2015) naar het effect van rammelstroken op de as. De studies komen vooral uit de Verenigde Staten en twee studies uit Noord-Europa; ze onderzochten allemaal wegen met twee rijstroken in landelijke gebieden. De verschillende bevindingen hebben Høye & Elvik (2015) samengevat in een statistische significante reductie van 37% in de doelgroep aan ongevallen (frontale ongevallen en bermongevallen 'aan de overkant') zonder significante verschillen tussen ongevallen van verschillende ernst.

Bij deze maatregel is een besparing van 0 aangehouden, vanwege een penetratiegraad van 0%.

5.5.5 Fietsoversteek middeneiland bij een kruispunt

Gelijkvloers een 80km/uur-weg oversteken is voor fietsers en voetgangers onveilig door de hoge snelheden van gemotoriseerd verkeer. Het aanleggen van een middeneiland op een fietsoversteek biedt fietsers de mogelijkheid om gefaseerd over te steken. Uit de beschikbare informatie is niet bekend of de gesubsidieerde fietsoverstekten met middeneilanden nieuwe fietsoverstekten betreffen of bestaande oversteken vervangen. Bij de eerste situatie is er in de voorsituatie geen slachtoffergroep die gereduceerd kan worden, en is er daarom geen veiligheidswinst op lokaal niveau. Voor de berekening gaan wij uit van een vervanging van bestaande fietsoverstekten op 80km/uur-wegen door oversteken met een middeneiland.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 12 fietsoverstekten met middeneilanden op 80km/uur-wegen. We veronderstellen dat middeneilanden per kruispunttak worden aangelegd. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.2*) liggen er ongeveer 12.200 kruispunten in Nederland op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 80 km/uur. Daarvan zouden ongeveer 70% drietakskruispunten zijn en 30% viertakskruispunten. Als het gemiddelde drietakskruispunt één fietsoversteek heeft, en het gemiddelde viertakskruispunt twee fietsoverstekten, dan betekent dit ongeveer 15.700 fietsoverstekten op kruispunten met 80km/uur-wegen.

Het is niet bekend welk deel van deze kruispunttakken al een middeneiland heeft. Met data uit 2012 over provinciale 80km/uur-wegen hebben Bax et al. (2017) geconcludeerd dat 15% van de wegvakken al een fysieke rijrichtingscheiding had. Omdat ook veel wegen zonder rijrichtingscheiding middeneilanden hebben op hun kruispunten, zal het aandeel kruispunten met middeneilanden veel hoger liggen. Wij nemen aan dat 75% van de fietsoverstekten op kruispunten met 80km/uur-wegen al een middeneiland heeft. Als we hiervan uitgaan komt dit neer op ongeveer 3.900 fietsoverstekten die in aanmerking komen voor deze maatregel, en een penetratiegraad van $P = (12 / 3.900) = 0,307\%$.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft kruispuntongevallen tussen fietsers en motorvoertuigen op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 80 km/uur waar een middeneiland ontbreekt. We nemen aan dat de oversteek alleen door fietsers wordt gebruikt. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer 147 doden en 1450 verkeersgewonden (MAIS2+) bij fiets-motorvoertuigongevallen op wegen met een limiet van 80 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 66% van de dodelijke en 52% van de ernstige fietsongevallen op 80km/uur-wegen gebeurden op kruispunten (niet-rotondes).

Om het aandeel van deze kruispuntongevallen te schatten dat op een kruispunt zonder middeneiland gebeurde, is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld kruispunt met een middeneiland minder fiets-motorvoertuigongevallen plaats zullen vinden dan op een kruispunt zonder middeneiland, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van een middeneiland op fiets-motorvoertuigongevallen (zie *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van het veiligheidseffect en het aandeel kruispunten zonder een middeneiland (zie *Penetratiegraad*) wordt geschat dat ongeveer **31 doden** en **238 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Hoewel er studies zijn geweest die kijken naar de veiligheidswinst voor voetgangers en naar subjectieve fietsveiligheid, is het effect van een middeneiland op fietsongevallen weinig onderzocht. Schepers & Voorham (2010) hebben het effect van een middeneiland op kruispuntongevallen tussen fietsers en motorvoertuigen wel onderzocht, maar de resultaten bleken statistisch niet significant te zijn. Ze hebben gekeken naar oversteekongevallen op wegen met een limiet tussen 50 en 70 km/uur, waarbij de fietser de gebiedsontsluitingsweg overstak. Voor wegen met een oversteeklengte van twee rijstroken is onverwacht een (niet-significant) hoger ongevalsrisico gevonden met een middeneiland dan zonder. Bij een oversteeklengte van drie of meer rijstroken bleek het ongevalsrisico juist lager (28% lager) te zijn met een middeneiland. Omdat er geen geschiktere schattingen bekend zijn van het effect van een middeneiland op fiets-motorvoertuigongevallen, nemen wij het (niet-significante) effect van Schepers & Voorham (2010) bij drie of meer rijstroken aan ($E = 28\%$). Dit omdat er verwacht wordt dat de meeste kruispunten op 80km/uur-wegen een oversteeklengte van meer dan twee rijstroken zullen hebben, door onder andere voorsorteerstroken.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 12 fietsoverstekten met middeneilanden op 80km/uur-wegen buiten de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,11 doden en 0,86 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 28\% * \left(\frac{31 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,307\% = 0,11 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 28\% * \left(\frac{238 VG}{7 jaar} * 30 jaar \right) * 0,307 \% = 0,86 VG^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 42% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.5.6 Snelheidsremmend plateau op fietsoversteek bij een kruispunt

Deze maatregel gaat om het toevoegen van een snelheidsremmend plateau op een fietsoversteek bij een kruispunt op een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom. Uit de beschikbare informatie is verder niet duidelijk op wat voor kruispunten het plateau wordt toegepast. Wij veronderstellen dat het op alle kruispunten op 80km/uur-wegen aangelegd kan worden (bijv. GOW80-GOW80, GOW80-ETW60), maar dat het plateau alleen toegepast zal worden op een tak met een limiet van 80 km/uur.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 3 plateaus op fietsoversteeken bij kruispunten op 80km/uur-wegen. We veronderstellen dat fietsplateaus per kruispunttak worden aangelegd. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.2*) liggen er ongeveer 12.200 kruispunten in Nederland op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 80 km/uur. Dit zijn zowel kruispunten tussen gebiedsontsluitingswegen als tussen een gebiedsontsluitingsweg en een erftoegangsweg. Daarvan zouden ongeveer 70% drietakskruispunten zijn en 30% viertakskruispunten. Als het gemiddelde drietakskruispunt één fietsoversteek heeft en het gemiddelde viertakskruispunt twee fietsoversteeken, dan betekent dit ongeveer 15.700 fietsoversteeken op kruispunten met 80km/uur-wegen.

Het is niet bekend welk deel van deze kruispunttakken al een plateau op de fietsoversteek heeft. Wij verwachten dat het aandeel fietsoversteeken met een plateau redelijk laag is en nemen daarom aan dat 5% van de kruispunten op 80km/uur-wegen al een plateau heeft op de fietsoversteek. Dit komt uit op ongeveer 14.900 fietsoversteeken die nog geen plateau zouden hebben en een penetratiegraad van **P = (3 / 14.900) = 0,020%**.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle kruispuntongevallen tussen fietsers en motorvoertuigen op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 80 km/uur. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer 147 doden en 1450 verkeersgewonden (MAIS2+) bij fiets-motorvoertuigongevallen op wegen met een limiet van 80 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 66% van de dodelijke en 52% van de ernstige fietsongevallen op 80km/uur-wegen gebeurden op kruispunten (niet-rotondes).

Om het aandeel van deze kruispuntongevallen te schatten dat op een oversteek zonder plateau gebeurde is gebruikgemaakt van de methode die staat beschreven in *Bijlage C.1*. Uitgangspunt is dat er op een gemiddelde oversteek met plateau minder fiets-motorvoertuigongevallen plaats zullen vinden dan op een kruispunt zonder plateau, en dat de verhouding daartussen wordt bepaald door het veiligheidseffect van een plateau op fiets-motorvoertuigongevallen (zie *Verkeersveiligheidseffecten*). Op basis van het veiligheidseffect en het aandeel oversteeken zonder een plateau (zie *Penetratiegraad*) wordt geschat dat ongeveer **94 doden** en **729 verkeersgewonden (MAIS2+)** binnen de slachtoffergroep vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Er is één Nederlandse studie bekend waarin (onder andere) naar het effect van een plateau op geregelde fietsoversteeken buiten de bebouwde kom is gekeken. Met een voor-nastudie op provinciale 80km/uur-wegen in Zuid-Holland hebben Fortuijn, Carton & Feddes (2005) een vermindering gevonden van 40% in het aantal slachtofferongevallen na aanleg van een plateau. In hun studie zijn de plateaus op de rijbaan aangelegd waar het fietspad oversteekt of ongeveer 50 meter voor het kruispunt. Het gevonden effect is niet nader uit te splitsen naar type plateau.

Binnen de bebouwde kom is gevonden dat er 54% minder fiets-motorvoertuigongevallen met letsel zijn bij aanwezigheid van een drempel of uitritconstructie op een T-kruising tussen een gebiedsontsluitingsweg en erftoegangsweg (Van Petegem, Schepers & Wijlhuizen, 2021). Het effect van een plateau op een geregelde fietsoversteek is echter iets anders dan een drempel op een voorrangskruispunt. Wij nemen daarom het effect (**E = 40%**) van Fortuijn, Carton & Feddes (2005) aan. Omdat het plateau alleen de fietsoversteek dekt op een kruispunttak, en niet het gehele kruispuntvlak, wordt het effect alleen toegepast op fiets-motorvoertuigongevallen. Wellicht zal er ook veiligheidswinst zijn onder motorvoertuig-motorvoertuigongevallen door verminderde snelheden, maar deze worden buiten beschouwing gelaten.

Omdat maar een heel beperkt aantal locaties (3 kruispunttakken) met onbekende voorsituaties wordt aangepast is dit effect indicatief. Zeker bij een kleine selectie kan er lastig gesproken worden over een 'gemiddelde' Nederlandse situatie en kunnen de lokale omstandigheden voor grote onzekerheden zorgen.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 3 plateaus bij fietsoversteken op kruispunttakken van een 80km/uur-weg is een besparing van ongeveer 0,032 doden en 0,25 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 40\% * \left(\frac{94 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,020\% = 0,032 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 40\% * \left(\frac{729 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,020\% = 0,25 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 42% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.5.7 Rotondes aanleggen

Deze maatregel betreft het omvormen van een kruispunt op een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom tot een rotonde.

Penetratiegraad investering in tweede tranche

De tweede tranche investeringsimpuls financiert 12 rotondes op 80km/uur-wegen. Volgens onze schattingen (zie *Bijlage B.2*) liggen er ongeveer 12.200 kruispunten (exclusief rotondes) in Nederland op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 80 km/uur. Omdat de al bestaande rotondes (ook geschat via methode in *Bijlage B.2*) voorkomen op zowel kruisingen tussen gebiedsontsluitingswegen (GOW80-GOW80) als kruisingen met een erftoegangsweg op minstens één tak (GOW80-ETW60) komen alle 12.200 kruispunten op 80km/uur-wegen ervoor in aanmerking om omgevormd te worden tot een rotonde. Dit komt neer op een penetratiegraad van **P = (12 / 12.200) = 0,098%**.

Slachtoffergroep

De relevante slachtoffergroep voor deze maatregel betreft alle ongevallen die op kruispunten gebeuren op gebiedsontsluitingswegen met een limiet van 80 km/uur. In de periode 2014 tot en met 2020 vielen er in totaal ongeveer 964 doden en ongeveer 13.800 verkeersgewonden (MAIS2+) op wegen met een limiet van 80 km/uur. Op basis van BRON is geschat dat in diezelfde periode ongeveer 31% van de dodelijke en 38% van de ernstige ongevallen op 80km/uur-wegen plaatsvonden op kruispunten. Daarvan gebeurden 97% van de dodelijke en 94% van de ernstige ongevallen op niet-rotondekruispunten. Dit komt neer op een slachtoffergroep van ongeveer **289 doden en 4.910 verkeersgewonden (MAIS2+)** die vielen in de periode 2014-2020.

Verkeersveiligheidseffecten

Het verkeersveiligheidseffect van het omvormen van een kruispunt tot een rotonde is onderzocht met een aantal voor-nastudies (Churchill, Stipdonk & Bijleveld, 2010; Dijkstra, 2005; Schoon & Van Minnen, 1993). Uit het onderzoek van Schoon & Van Minnen (1993) is geconstateerd dat het omvormen van een kruispunt buiten de bebouwde kom tot een rotonde leidde tot een reductie van 86% in het aantal slachtoffers. Voor rotondes met fietsers 'uit de voorrang', zoals gebruikelijk buiten de bebouwde kom, komt Dijkstra (2005) ook uit op een reductie van 85% in aantal ziekenhuisgewonden. In het onderzoek van Churchill, Stipdonk & Bijleveld (2010) is een reductie van 76% gevonden onder doden en 46% onder doden en verkeersgewonden samen (geen onderscheid gemaakt tussen binnen of buiten de bebouwde kom, maar grotendeels binnen). Als laatste heeft Fortuijn (2005) een effect van 70% geschat op het aantal letselslachtoffers op basis van een voor-nastudie naar rotondes op provinciale wegen buiten de bebouwde kom. Omdat deze laatste studie specifiek gericht is op provinciale wegen buiten de kom, iets minder gedateerd is dan die van Schoon & Van Minnen (1993) en aan de voorzichtige kant ligt van de bovengenoemde bevindingen, is **E = 70%** aangenomen als het verkeersveiligheidseffect.

Verwachte besparing

Het totale verwachte verkeersveiligheidseffect van de 12 rotondes op 80km/uur-wegen buiten de bebouwde kom is een besparing van ongeveer 0,85 doden en 15 verkeersgewonden (MAIS2+) in een periode van 30 jaar:

$$Besparing_{doden} = E * S * P = 70\% * \left(\frac{289 \text{ doden}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,098\% = 0,85 \text{ doden}$$

$$Besparing_{VG} = E * S * P = 70\% * \left(\frac{4.914 \text{ VG}}{7 \text{ jaar}} * 30 \text{ jaar} \right) * 0,098\% = 15 \text{ VG}^1$$

¹ Van de bespaarde verkeersgewonden (MAIS2+) schatten we dat ongeveer 33% een letsel van MAIS3+ zou hebben gehad.

5.6 Maatregelen stroomwegen 100 km/uur

Binnen de 'menukaart' van de tweede tranche investeringsimpuls zijn zes maatregelen opgenomen die betrekking hebben op regionale stroomwegen met een snelheidslimiet van 100 km/uur. Vier van deze zes maatregelen zijn al eerder voor de eerste tranche doorgerekend, maar voor geen van deze vier maatregelen hebben de wegbeheerders in de tweede tranche financiering aangevraagd. De vier maatregelen worden hieronder wel kort besproken.

5.6.1 Geleiderail rijrichtingscheiding aanbrengen

Een fysieke rijrichtingscheiding in de vorm van een geleiderail kan aangelegd worden in een middenberm om frontale ongevallen te voorkomen.

Binnen de tweede tranche investeringsimpuls wordt deze maatregel niet genomen door wegbeheerders. Er is daarom geen volledige berekening uitgevoerd voor deze maatregel. Wel wordt een positief veiligheidseffect verwacht als deze maatregel in toekomstige tranches wordt toegepast, vooral onder dodelijke en ernstige ongevallen. Onderzoek laat zien dat dodelijke ongevallen met ongeveer 64% en verkeersgewonden met ongeveer 39% kunnen afnemen na aanleg van een geleiderail in de middenberm, maar dat ongevallen met lagere ernst of alleen materiële schade kunnen toenemen (Høye & Elvik, 2020). Deze maatregel is daarom vooral gericht op een minder ernstige afloop van ongevallen.

Bij deze maatregel is een besparing van 0 aangehouden, vanwege een penetratiegraad van 0%.

5.6.2 Obstakelvrije berm

Een obstakelvrije berm is belangrijk om de ernst te beperken van ongevallen waarbij het voertuig uit koers raakt en in de zijberm terecht komt (CROW, 2013b). Een berm moet draagkrachtig genoeg te zijn om het voertuig bestuurbaar te laten blijven en de snelheid voldoende af te kunnen remmen. Bij een snelheidslimiet van 100 km/uur dient er een obstakelvrije berm te zijn van minstens 10 meter en obstakels binnen 10 meter moeten worden afgeschermd.

Binnen de tweede tranche investeringsimpuls wordt deze maatregel niet genomen door wegbeheerders. Er is daarom geen volledige berekening uitgevoerd voor deze maatregel. Wel wordt een positief veiligheidseffect verwacht als deze maatregel in toekomstige tranches wordt toegepast. Het verkeersveiligheidseffect van een voldoende brede obstakelvrije ruimte is bestudeerd door Wijnen, Mesken & Vis (2010) aan de hand van ouder onderzoek. Zij schatten het effect in op een reductie van ongeveer 69% in het aantal obstakelongevallen.

Bij deze maatregel is een besparing van 0 aangehouden, vanwege een penetratiegraad van 0%.

5.6.3 Parallelweg aanleggen

Op wegen met een limiet van 100 km/uur dienen er geen erfaansluitingen te zijn en is langzaam verkeer verboden. Een parallelweg wordt aangelegd voor langzaam verkeer en aansluitingen van percelen.

Binnen de tweede tranche investeringsimpuls wordt deze maatregel niet genomen door wegbeheerders. Aangezien langzaam verkeer niet is toegestaan op wegen met een snelheidslimiet van 100 km/uur en er ook geen erfaansluitingen aan dienen te liggen, is er in de voorsituatie verder nauwelijks sprake van een slachtoffergroep. Het aanleggen van een parallelweg heeft dan ook geen/weinig toegevoegd veiligheidseffect als er daarvoor geen aansluitingen op de hoofdweg lagen en/of langzaam verkeer op de rijbaan reed. Als het wel om bijzondere locaties zou gaan met langzaam verkeer en/of erfaansluitingen zou er wel een positief effect van worden verwacht.

Om deze reden is – ongeacht de penetratiegraad – bij deze maatregel een besparing van 0 aangehouden.

5.6.4 Kruising ongelijkvloers maken

Op regionale stroomwegen met een snelheidslimiet van 100 km/uur dienen er geen frontale of dwarsconflicten plaats te kunnen vinden (CROW, 2012). Kruisingen moeten daarom ongelijkvloers worden uitgevoerd.

Binnen de tweede tranche investeringsimpuls wordt deze maatregel niet genomen door wegbeheerders. Het veiligheidseffect van het ongelijkvloers maken van een kruising is samengevat in een meta-analyse van Høye & Elvik (2014b). Op basis van studies uit verschillende Europese landen kwamen ze uit op een 45% lager risico op slachtofferongevallen op ongelijkvloerse kruisingen. Een volledige, 100% reductie in ongevallen is niet mogelijk, omdat ongevallen ook voorkomen bij op- en afritten en deze ook tot de kruispuntongevallen kunnen worden gerekend.

Bij deze maatregel is een besparing van 0 aangehouden, vanwege een penetratiegraad van 0%.

6 Geschatte effecten en kosten totaal maatregelpakket 2^e tranche

In dit hoofdstuk worden de geschatte slachtofferbesparingen per maatregel uit *Hoofdstuk 4 en 5* samengenomen voor de totale geschatte besparing van slachtoffers door het gehele 2e-tranchemaatregelpakket. De daarmee bespaarde kosten worden afgezet tegen de kosten van de maatregelen.

6.1 Overzicht slachtofferbesparing en kosteneffectiviteit

De bespaarde slachtoffers en kosten zijn per maatregel samengevat en opgeteld voor het gehele pakket in *Tabel 6.2*. Er kon geen rekening worden gehouden met een overlap van effecten op locaties waar eventueel twee of meer maatregelen worden genomen.

Voor de kosten van een maatregel is uitgegaan van de totale verwachte kosten inclusief btw. De totale kosten betreffen het bedrag dat de aanvrager heeft opgegeven bij de aanvraag van de cofinanciering. Bij elke maatregel is de toegekende cofinanciering door het Rijk maximaal 50% van de totale kosten.

Voor de bespaarde kosten per slachtoffer is de volgende waardering aangehouden (Schoeters et al., 2021; Van der Horst, 2022; zie ook *Hoofdstuk 2*):

- waarde van een verkeersdode: € 6,5 miljoen
- waarde van een matig tot ernstig verkeersgewonde (MAIS2+): € 0,7 miljoen

In totaal zullen de aangevraagde maatregelen over een periode van 30 jaar naar schatting 15 doden, 183 ernstig verkeersgewonden met een letselnst van MAIS3 of hoger, en 393 verkeersgewonden met een letselnst van MAIS2 vermijden. Inclusief MAIS2-slachtoffers gaat het daarmee om een totale kostenbesparing van € 501 miljoen (zonder discontering; zie *Tabel 6.1*). Als MAIS2-slachtoffers buiten beschouwing worden gelaten en wordt uitgegaan van uitsluitend ernstig verkeersgewonden (MAIS3+), bedraagt de totale kostenbesparing € 228 miljoen als gevolg van vermeden doden en MAIS3+-slachtoffers. Omdat er door het vermijden van MAIS2-slachtoffers ook nog steeds veel kosten vermeden kunnen worden, zijn deze wel meegenomen bij de kosteneffectiviteitsschatting in *Tabel 6.2*.

Tabel 6.1. Totale kostenbesparing door vermeden slachtoffers: inclusief en exclusief ernstig verkeersgewonden met een letselnst MAIS2 (zonder discontering)

| Slachtoffers | Besparing (aantal) | Kosten per slachtoffer | Besparing (euro's) | Totale besparing slachtoffers (euro's) | |
|-----------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--|---------------|
| | | | | Totaal MAIS3+ | Totaal MAIS2+ |
| Doden | 15 | € 6,5 miljoen | € 100 miljoen | € 228 miljoen | € 501 miljoen |
| Ernstig verkeersgewonden (MAIS3+) | 183 | € 0,7 miljoen | € 127 miljoen | | |
| Matig verkeersgewonden (MAIS2) | 393 | € 0,7 miljoen | € 274 miljoen | | |

Vergeleken met de investering van het Rijk (€ 75 miljoen) en de totale verwachte kosten van implementatie van het maatregelpakket (€ 225 miljoen) zijn de bespaarde kosten veel hoger. Inclusief de besparing in MAIS2-slachtoffers zijn de bespaarde kosten – wederom zonder discontering – ongeveer **€ 276 miljoen** hoger dan de maatregelkosten.

Tabel 6.2. Resultaten per maatregel – Besparing van slachtoffers – in aantallen en euro's – versus de maatregelkosten. De bedragen zijn afgerond op duizendtallen en er is nog geen discontoet toegepast op de kosten en besparingen over de komende jaren.

| Maatregel | | | | Besparing slachtoffers | | | Eurowaarde | | Netto |
|-------------------|-----------------------|---|----------------------|------------------------|---------|-------|---|---------------------------------|---------------------------|
| Cat. | ID | Omschrijving | Omvang 2e tranche | Doden | MAIS3+* | MAIS2 | Totale besparing doden + MAIS2+ maatregelen ** | Totale kosten maatregelen ** | Besparing minus Kosten |
| Alg. | 301 | Openbare verlichting | 847 st | 0,80 | 12 | 28 | € 32.841.000 | € 1.049.000 | € 31.792.000 |
| Fiets | 310 | Kant-/asmarkering fietspad | 194 km | 0,041 | 1,6 | 3,3 | € 3.724.000 | € 1.820.000 | € 1.904.000 |
| | 311 | Lichtmasten verplaatsen | 90 st | 0,00013 | 0,0050 | 0,010 | € 11.000 | € 112.000 | - € 101.000 |
| | 312 | Fietspaaltjes verwijderen | 242 st | 0,14 | 5,5 | 11 | € 12.450.000 | € 131.000 | € 12.319.000 |
| | 313 | Fietspaaltjes: attentie- verhogende markering | 255 st | 0,054 | 2,1 | 4,3 | € 4.854.000 | € 193.000 | € 4.661.000 |
| | 314 | Afgeschuinde stoepranden | 4,3 km | 0,036 | 1,4 | 2,9 | € 3.254.000 | € 153.000 | € 3.101.000 |
| | 315 + 316 | Gesloten verharding herstellen | 39 d | 0,0016 | 0,065 | 0,054 | € 146.000 | € 284.000 | - € 138.000 |
| | 317 | Verharding fietspad vervangen | 59 km | 0,074 | 2,9 | 5,9 | € 6.650.000 | € 7.017.000 | - € 367.000 |
| | 318 | Verbreiding fietspad | 62 km | 0,24 | 9,6 | 19 | € 21.739.000 | € 12.345.000 | € 9.394.000 |
| | 319 | Plateau op oversteek solitair fietspad | 37 st | 0,0092 | 0,15 | 0,30 | € 376.000 | € 1.055.000 | - € 679.000 |
| | 321 | Vrijliggend (brom)fietspad GOW50, ETW60 of GOW80 | 70 km | 1,4 | 12 | 22 | € 32.726.000 | € 23.117.000 | € 9.609.000 |
| | 322 | Fysiek opheffen fietsoversteek | 12 st | 0 | 0 | 0 | € 0 | € 145.000 | - € 145.000 |
| | 323 | Aanleg ongelijkvloerse kruising (onderdoorgang) | 2 st | 0,027 | 0,32 | 0,64 | € 848.000 | € 14.907.000 | - € 14.059.000 |
| | 324 | Aanleg ongelijkvloerse kruising (brug) | 5 st | 0,037 | 0,42 | 0,84 | € 1.119.000 | € 20.289.000 | - € 19.170.000 |
| ETW 30 | 330 | Kruispuntplateaus | 606 st | 0,22 | 7,2 | 15 | € 16.864.000 | € 28.000.000 | - € 11.136.000 |
| | 331 | Snelheidsremmer: drempels | 409 st | 0,26 | 5,7 | 12 | € 13.930.000 | € 4.888.000 | € 9.042.000 |
| | 332 | Snelheidsremmer: wegversmalling | 93 st | 0,066 | 1,4 | 3,0 | € 3.484.000 | € 379.000 | € 3.105.000 |
| | 333 | Snelheidsremmer: asverspringing | 74 st | 0,057 | 1,2 | 2,6 | € 3.024.000 | € 445.000 | € 2.579.000 |
| | 334 + 320 + 350 | Uitritconstructie | 168 st | 2,2 | 20 | 41 | € 56.701.000 | € 1.830.000 | € 54.871.000 |
| | 335 | VOP aanbrengen | 32 st | 0,0011 | 0,012 | 0,024 | € 32.000 | € 817.000 | - € 785.000 |
| | 336 | Schoolzone | 171 st | 0,077 | 1,3 | 2,6 | € 3.225.000 | € 237.000 | € 2.988.000 |
| | 337 | Fietsstraat | 34 km | 0 | 0 | 0 | € 0 | € 27.646.000 | - € 27.646.000 |
| GOW 50 | 340 | Verwijderen langsparkeren | 144 st | 0,021 | 0,31 | 0,72 | € 852.000 | € 190.000 | € 662.000 |
| | 341 | Middengeleider tegen links afslaan | 9 st | 0,054 | 1,3 | 2,9 | € 3.274.000 | € 181.000 | € 3.093.000 |

| Maatregel | | | | Besparing slachtoffers | | | Eurowaarde | | Netto |
|-------------------|--------------|---|----------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--|--|----------------------------------|
| Cat. | ID | Omschrijving | Omvang 2e tranche | Doden | MAIS3+* | MAIS2 | Totale besparing doden + MAIS2+ maatregelen ** | Totale kosten maatregelen ** | Besparing minus Kosten |
| | 342 | Rotondes aanleggen | 31 st | 0,49 | 11 | 25 | € 27.933.000 | € 13.999.000 | € 13.934.000 |
| | 343 | Rammelstrook asmarkering | 9,2 km | 0,022 | 0,071 | 0,23 | € 354.000 | € 188.000 | € 166.000 |
| | 344 | Van 50 naar 30 | 41 km | 3,5 | 59 | 136 | € 158.435.000 | € 26.165.000 | € 132.270.000 |
| | 345 | GOP aanbrengen | 12 st | 0 | 0 | 0 | € 0 | € 560.000 | - € 560.000 |
| | 346 + 347 | VOP of zebra aanbrengen | 62 st | 0,015 | 0,15 | 0,27 | € 392.000 | € 2.269.000 | - € 1.877.000 |
| | 348 | Fietsoversteek met middeneiland | 48 st | 0,070 | 0,58 | 1,2 | € 1.675.000 | € 2.821.000 | - € 1.146.000 |
| | 349 | Snelheidsremmend plateau bij fietsoversteek | 58 st | 0,10 | 0,82 | 1,6 | € 2.324.000 | € 3.219.000 | - € 895.000 |
| ETW 60 | 360 | Kruispuntplateaus | 206 st | 0,75 | 6,8 | 14 | € 19.088.000 | € 7.960.000 | € 11.128.000 |
| | 361 | Snelheidsremmers | 213 st | 0,46 | 2,9 | 5,8 | € 9.014.000 | € 3.089.000 | € 5.925.000 |
| | 362 | Rijloper met kantstroken (fiets- of suggestiestroken) | 52 km | 0,40 | 1,3 | 2,6 | € 5.288.000 | € 1.652.000 | € 3.636.000 |
| GOW 80 | 370 + 371 | Gescheiden rijrichtingen | 11 km | 0,22 | 0,54 | 1,2 | € 2.617.000 | € 343.000 | € 2.274.000 |
| | 372 | Draagkrachtige berm | 8,3 km | 0,021 | 0,78 | 1,7 | € 1.867.000 | € 211.000 | € 1.656.000 |
| | 373 | Geleiderail aanbrengen | 1,8 km | 0,017 | 0,037 | 0,081 | € 195.000 | € 183.000 | € 12.000 |
| | 374 | Verwijderen bomen | 1 st | 0,0014 | 0,0013 | 0,0028 | € 12.000 | € 300 | € 11.700 |
| | 375 | Parallelweg aanleggen | 0 km | 0 | 0 | 0 | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 376 | Rammelstrook asmarkering | 0 km | 0 | 0 | 0 | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 377 | Fietsoversteek met middeneiland | 12 st | 0,11 | 0,35 | 0,51 | € 1.321.000 | € 1.275.000 | € 46.000 |
| | 378 | Snelheidsremmend plateau bij fietsoversteek | 3 st | 0,032 | 0,10 | 0,15 | € 382.000 | € 175.000 | € 207.000 |
| | 379 | Rotondes aanleggen | 12 st | 0,85 | 4,9 | 9,6 | € 15.633.000 | € 9.446.000 | € 6.187.000 |
| | 380 | Van 80 naar 60 | 35 km | 2,3 | 6,9 | 14 | € 29.523.000 | € 3.933.000 | € 25.590.000 |
| S100 | 390 | Geleiderail rijrichtingscheiding | 0 km | 0 | 0 | 0 | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 391 | Draagkrachtige berm | 1,7 km | 0,15 | 0,43 | 0,94 | € 1.945.000 | € 406.000 | € 1.539.000 |
| | 393 | Obstakelvrije berm | 0 km | 0 | 0 | 0 | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 394 | Parallelweg aanleggen | 0 km | 0 | 0 | 0 | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 395 | Ongelijkvloerse kruising | 0 st | 0 | 0 | 0 | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 396 | Van 100 naar 80 | 0,81 km | 0,10 | 0,29 | 0,63 | € 1.318.000 | € 60.000 | € 1.258.000 |
| TOTAAL | | | | 15 Doden | 183 EVG MAIS3+ | 393 VG MAIS2 | € 501.440.000 Totale besparing slachtoffers | € 225.184.000 Investering maatregelen | € 276.256.000 Verschil |

*Aandeel verkeersgewonden met een letselerst van MAIS3+ is geschat op basis van de verdeling in letselerst voor de jaren 2014 t/m 2020 (zie Bijlage A)

** De totale maatregelkosten zijn geschat op basis van de opgegeven kosten uit de subsidieaanvragen. De rijksbijdrage dekt maximaal 50% van de maatregelkosten.

6.2 Maatregelen met hogere aanlegkosten dan bespaarde kosten

Uit *Tabel 6.2* blijkt dat voor een aantal maatregelen de investeringen hoger zijn dan de verwachte kostenbesparing door vermeden slachtoffers. Dit betekent niet per se dat de maatregelen niet effectief zijn; in de meeste gevallen besparen ze nog steeds slachtoffers. De aanlegkosten per eenheid zijn echter dusdanig hoog dat – volgens deze schatting – de bespaarde slachtofferkosten (doden en MAIS2+-gewonden) in een periode van 30 jaar lager zijn. Hieronder gaan we verder in op de verschillende oorzaken daarvan.

Bij drie maatregelen is er onvoldoende bewijs gevonden voor een positief effect, en is ervoor gekozen om het effect conservatief in te schatten op nul:

- Fysiek opheffen fietsoversteek (322) (*uit de subsidieaanvragen bleek deze vooral te gaan om verplaatste/vervangen oversteken*)
- Aanleg van een fietsstraat op een 30 km/uur-weg (337)
- Geregelde voetgangersoversteekplaats (GOP) aanleggen op 50km/uur-wegen (345)

Bij één maatregel was de investering weliswaar iets hoger ingeschat dan de besparing, maar ligt de verhouding daartussen dicht bij de 1 (~ 0,95):

- Vervanging verharding fietspad (317)

Tot slot is er een groep van maatregelen die wel slachtoffers besparen, maar die volgens deze inschatting aanzienlijk meer zouden kosten:

- Lichtmasten naast fietspaden verplaatsen (311)
- Gesloten verharding herstellen (315-316)
- Plateau op oversteek solitair fietspad aanleggen (319)
- Kruispuntplateaus op 30km/uur-wegen aanleggen (330)
- Voetgangersoversteekplaats aanbrengen op 30km/uur- (335) of 50km/uur-wegen (346/347)
- Fietsoversteek met middeneiland aanleggen bij een 50km/uur-kruispunt (348)
- Snelheidsremmend plateau bij fietsoversteek bij een 50km/uur-kruispunt (349)
- Fietsonderdoorgang (323) of fietsbrug (324)

Afhankelijk van de maatregel, kunnen er verschillende oorzaken zijn voor dit negatieve totaal: een kleine relevante slachtoffergroep, een lage effectiviteit, hoge aanlegkosten, of – zoals in de meeste gevallen – een combinatie van deze factoren. De effectiviteit van de bovengenoemde maatregelen varieert echter tussen de 14% en 100% en is dus niet bijzonder laag. Belangrijk zijn dus vooral de andere twee factoren – een kleine relevante slachtoffergroep en hoge aanlegkosten – al of niet in combinatie. Een voorbeeld daarvan zijn fietsmaatregelen gericht op specifieke ongevalsoorzaken op fietspaden (311, 315, 316): deze zijn niet bijzonder duur, maar betreffen wel een redelijk kleine relevante slachtoffergroep. Een ander voorbeeld vormen kruispuntplateaus, die redelijk veel slachtoffers kunnen besparen, maar waarvan de aanlegkosten ook hoog zijn.

Ook fietsonderdoorgangen (323) en fietsbruggen (324) zijn weliswaar heel gunstig voor de verkeersveiligheid wanneer ze een gelijkvloerse oversteek vervangen, maar kosten veel om aan te leggen. Opvallend bij deze twee maatregelen is dat de toegekende rijksbijdragen gemiddeld veel minder dan de helft van de totale aangegeven kosten dekken (*zie Tabel 3.2*). Dit komt onder andere doordat de totale kosten zoals die zijn opgegeven bij de subsidieaanvragen veel hoger waren dan de subsidiebedragen die voor deze maatregelen maximaal beschikbaar waren (Soffers, Hensbroek & Krijnen, 2022).

Wat verder voor alle bestudeerde maatregelen geldt, is dat er in deze studie steeds is uitgegaan van een conservatieve schatting om de besparingen niet te overschatten. Dit kan in sommige

gevallen hebben geleid tot een onderschatting. Ook is ervan uitgegaan dat de maatregelen worden genomen op een 'gemiddelde' locatie (bijvoorbeeld een gemiddelde 50km/uur-weg). Waar mogelijk is er gekeken naar een gemiddelde locatie zonder de maatregel (bijvoorbeeld een gemiddeld 30km/uur-kruispunt zonder plateau). Als de maatregelen worden genomen op locaties waar er bijvoorbeeld al veel meer slachtoffers vallen of waar veel meer verkeer rijdt dan gemiddeld, kan het zijn dat de besparingen op lokaal niveau hoger uitvallen.

7 Resultaten, discussie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk wordt allereerst antwoord gegeven op de onderzoeksvragen van het ministerie van IenW: **Wat zijn de verkeersveiligheidseffecten (geschatte aantal vermeden verkeersslachtoffers) en kosteneffectiviteit van de (voor)genomen maatregelen uit de tweede tranche en van de eerste en tweede tranche samen?**

Deze vraag wordt beantwoord in *Paragrafen 7.1 t/m 7.3*, gevolgd door een beschouwing van de kosteneffectiviteiten (*Paragraaf 7.4*). Voor de effectschatting zijn regelmatig aannames gedaan omdat precieze gegevens voor de effectberekening ontbreken. De belangrijkste aannames worden in de discussieparagraaf (*Paragraaf 7.5*) besproken, waarna in *Paragraaf 7.6* een aantal aanbevelingen is geformuleerd.

7.1 Verkeersveiligheidseffecten maatregelen tweede tranche

Wanneer nieuwe infrastructuur eenmaal is aangelegd, ligt deze er voor een langere periode. Gemiddeld wordt uitgegaan van een levensduur van 30 jaar (Wesemann, 2000). Bij een aanpassing van de infrastructuur, zoals de 2e-tranchemaatregelen, is er daarom van uitgegaan dat deze over een periode van 30 jaar werkzaam is, dat wil zeggen een preventieve invloed heeft op verkeersongevallen.

Ook is ervan uitgegaan dat alle voorgestelde en gehonoreerde maatregelen in de periode 2023 tot en met 31 december 2027 zijn/worden uitgevoerd.

Onderscheiden in drie ernstcategorieën, is geschat dat in totaal, over een periode van 30 jaar, de volgende aantallen slachtoffers door de 2e-tranchemaatregelen worden vermeden:

| | |
|------------------|---|
| 1. MAIS2 | 393 vermeden matig gewonde slachtoffers |
| 2. MAIS3+ | 183 vermeden ernstig gewonde slachtoffers |
| 3. Verkeersdoden | 15 vermeden verkeersdoden |
| Totaal: | 592 vermeden slachtoffers |

Bovenstaande is een indicatieve – en conservatieve – inschatting, waarvoor er verschillende aannames zijn gedaan. Ook is het belangrijk om op te merken dat het aantal verkeersslachtoffers in Nederland over de komende periode van 30 jaar niet per se zal dalen met de genoemde aantallen vermeden slachtoffers. Slachtofferontwikkelingen worden immers ook door andere factoren beïnvloed, zoals verschuivingen en andere ontwikkelingen in mobiliteit. Wel geven de resultaten de indicatie dat het totale aantal verkeersslachtoffers over de komende periode van 30 jaar 592 hoger zou uitvallen als deze 2e-tranchemaatregelen niet genomen zouden zijn.

Het aantal vermeden verkeersslachtoffers door de 2e-tranchemaatregelen is beperkt. Dat heeft met name de volgende redenen:

- De omvang van de genomen maatregelen (aantal stuks/ kilometers) is klein ten opzichte van de benodigde maatregelen, met andere woorden: de penetratiegraad is gering.
- De ingeschatte effectiviteit van maatregelen is soms laag.

Pas na evaluatie van de voorgenomen en gehonoreerde maatregelen uit de 3e tranche van de investeringsimpuls zal duidelijk worden wat het totaal aantal vermeden slachtoffers zal zijn.

De conclusie is dat het totaal aantal vermeden verkeersslachtoffers als gevolg van alle gehonoreerde maatregelen uit de tweede tranche over de periode van 30 jaar indicatief kan worden geschat op in totaal 592 verkeersslachtoffers.

7.2 Kosteneffectiviteit maatregelen tweede tranche

De totale kosten van de maatregelen en besparing in slachtofferkosten zijn opgeteld voor het totaal aantal bespaarde slachtoffers. Eerst zijn de kosten en baten vergeleken zonder een discontovoet toe te passen (*Paragraaf 7.2.1*). In deze vergelijking zijn alle uitgaven en besparingen in de toekomst evenveel 'waard' als in het beginjaar. Omdat het gebruikelijk is om bij toekomstige geldstromen een discontovoet toe te passen, is daarnaast ook gekeken naar de verhouding in kosten en baten als er elk jaar gediscoteerd wordt. Hierbij worden kosten of besparingen steeds minder waard naarmate die verder in de toekomst liggen. Het verschil tussen kosten en baten, gediscoteerd naar de waarde van vandaag, heet een netto contante waarde (*Paragraaf 7.2.2*; CPB, 2015).

7.2.1 Totale kosten en baten

De schatting van de kosten van de maatregelen is gebaseerd op de omvang waarin deze in de tweede tranche investeringsimpuls zijn voorgenomen. Voor de kosten van een maatregel is uitgegaan van de totale verwachte kosten inclusief btw. De totale kosten betreffen de bedragen die de aanvrager heeft opgegeven bij aanvraag van de cofinanciering. Bij elke maatregel is de toegekende cofinanciering door het Rijk maximaal 50% van de totale kosten.

De totale kosten van de maatregelen uit de tweede tranche zijn geschat op € 225 miljoen. De schatting van de kostenbesparing is gebaseerd op recente indicaties van kosten per verkeersdode (te weten: € 6,5 miljoen) en per verkeersgewonde MAIS2+ (te weten: € 0,7 miljoen). Als deze waarden vermenigvuldigd worden met het aantal bespaarde verkeersdoden en verkeersgewonden (MAIS2+) wordt de totale kostenbesparing geschat op € 501 miljoen door de maatregelen uit de eerste tranche. De verhouding tussen deze kosten en besparingen is 2,2:

| | |
|--|-----------------|
| Kostenbesparing vermeden slachtoffers (geen discontering): | € 501.440.000,- |
| Kosten van maatregelen (geen discontering): | € 225.184.000,- |
| Kostenbesparing netto: | € 276.256.000,- |

Kosteneffectiviteit (geen discontering):

€ 501.440.000,- / € 225.184.000,- = 2,2;

Een investering van elke €1.000,- levert een besparing op van € 2.200,-.

Zoals gezegd is bij deze schatting nog geen discontovoet toegepast op de toekomstige kosten en baten van investeringen en verkeersslachtoffers in de komende jaren.

7.2.2 Netto contante waarde

Omdat de kosten en – vooral – de baten grotendeels in de toekomst liggen, is ook gekeken naar de netto contante waarde van de kosten en baten. Bij een netto contante waarde zijn geldstromen in de toekomst 'gediscoteerd' met een vastgestelde percentage (discontovoet) om te compenseren voor onzekerheden en voor de economische voorkeur om geld in de nabije toekomst te ontvangen in plaats van in de verre toekomst (CPB, 2015). Bij een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) is het toepassen van een discontovoet gebruikelijk en voorgeschreven door de overheid. Hoewel bij deze studie geen uitgebreide MKBA is uitgevoerd, is ook gekeken naar het effect van discontering op de kosten en baten. Het jaar 2022 is daarvoor als beginjaar genomen

en er is gebruikgemaakt van de door Rijkswaterstaat vastgestelde discontovoeten voor 2021 (Rijkswaterstaat, 2021). De maatregelkosten zijn verdeeld over de jaren 2022 tot en met 2027, en gediscoteerd met een percentage van 1,60% per jaar (discontovoet van vaste en verzonken kosten). De baten (de bespaarde slachtofferkosten) beginnen in jaar 2028 en zijn evenredig verdeeld over de volgende 30 jaar (tot en met 2057). Bij de baten is de standaard discontovoet van 2,25% per jaar toegepast (Rijkswaterstaat, 2021).

Alles bij elkaar opgeteld komt dit uit op een gediscoteerde slachtofferkostenbesparing van € 324 miljoen en een gediscoteerde investering van € 217 miljoen; de netto contante waarde is € 107 miljoen:

| | |
|---|------------------------|
| Kostenbesparing vermeden slachtoffers (gediscoteerd): | € 323.703.000,- |
| <u>Kosten van maatregelen (gediscoteerd):</u> | <u>€ 216.502.000,-</u> |
| Kostenbesparing netto: | € 107.201.000,- |

Kosteneffectiviteit gediscoteerd:

€ 323.703.000,- / € 216.502.000,- = 1,5;

Een investering van elke €1.000,- levert een besparing op van € 1.500,-.

7.3 Kosteneffectiviteit eerste en tweede tranche samen

In *Tabel 7.1* wordt per ernstcategorie aangegeven welke besparing het resultaat zijn van elk van de tranches (zie ook *Bijlage D*) en van beide samen genomen. In totaal worden door beide tranches 1.664 slachtoffers vermeden.

Tabel 7.1. Totale aantallen vermeden slachtoffers door de 1^e en 2^e tranche van de investeringsimpuls

| Slachtofferernst | Besparing aantal slachtoffers | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------|
| | 1 ^e tranche | 2 ^e tranche | Totaal |
| Doden | 26 | 15 | 41 |
| Ernstig verkeersgewonden (MAIS3+) | 333 | 183 | 516 |
| Matig verkeersgewonden (MAIS2) | 713 | 393 | 1.106 |
| Totaal | 1.072 | 592 | 1.664 |

Uitgedrukt in eurowaarde, zijn de resultaten van beide tranches in *Tabel 7.2* weergegeven, alsmede de kosteneffectiviteit, zowel met- als zonder discontering. De kosteneffectiviteit van de beide tranches samen is naar schatting 2,5 (zonder discontering) en 1,7 (met discontering). Omdat in beide gevallen de waarde >1 is, is de besparing groter dan de investering in de maatregelen. Een investering van elke €1000,- levert een besparing op van € 2.500,- (zonder discontering) en € 1.700,- (met discontering).

Tabel 7.2. Kosteneffectiviteit eerste en tweede tranche investeringsimpuls samen; zowel met- als zonder discontering

| Tranche | Zonder discontering | | | Met discontering | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| | Totale maatregelkosten | Totale besparing | Kosten-effectiviteit | Totale maatregelkosten | Totale besparing | Kosten-effectiviteit |
| 1 ^e tranche | € 328.960.000 | € 896.903.000 | 2,7 | € 316.278.000 | € 592.019.000 | 1,9 |
| 2 ^e tranche | € 225.184.000 | € 501.440.000 | 2,2 | € 218.202.000 | € 331.206.000 | 1,5 |
| Totaal | € 554.144.000 | € 1.398.343.000 | 2,5 | € 534.480.000 | € 923.225.000 | 1,7 |

7.4 Discussie kosteneffectiviteit

De tweede tranche van de investering blijkt met een gediscoteerde kosteneffectiviteit van 1,5 iets minder kosteneffectief te zijn dan de eerste tranche. Dat kan onder andere te maken hebben met het toevoegen van minder (kosten)effectieve maatregelen aan het maatregelpakket van de tweede tranche (bijvoorbeeld aanleg van fietsstraten, vervangen van fietspadverharding). Ook kan een rol gespeeld hebben dat de totale maatregelkosten bij de eerste en tweede tranche op verschillende manieren zijn bepaald.

Bij de eerste tranche is ervan uitgegaan dat de rijksbijdrage over het algemeen 50% van de totale kosten zou bedragen en dat de totale kosten daarmee vergelijkbaar zouden zijn met twee keer de rijksbijdrage. Dit was mogelijk een onderschatting van de totale kosten. Bij het berekenen van de tweede tranche was meer informatie beschikbaar uit de subsidieaanvragen en is uitgegaan van de totale maatregelkosten zoals die tijdens het subsidieaanvraagproces zijn opgegeven. Deze kosten bleken bij de tweede tranche aanzienlijk hoger te liggen dan twee keer de rijksbijdrage, namelijk € 225 miljoen in totaal, in plaats van € 150 miljoen. Dit betekent dat het Rijk in een substantieel deel van de gevallen minder dan 50% van de kosten heeft gesubsidieerd. Dat in de tweede tranche een kleiner deel van de kosten is gedekt door het Rijk, zou kunnen komen doordat er bij de tweede tranche anders is omgegaan met plafondbedragen per wegbeheerder (afhankelijk van gemeentegrootte zijn maximale subsidiebedragen vastgesteld). Het is ook mogelijk dat de totale kosten van de eerste tranche zijn onderschat vanwege een gebrek aan informatie uit de subsidieaanvragen. Echter, met uitzondering van enkele maatregelen zoals fietsonderdoorgangen, lijken de totale kosten per eenheid voor de meeste maatregelen in de beide tranches vergelijkbaar te zijn.

Ondanks de verschillen in de berekende kosteneffectiviteit, zijn die van beide tranches – apart en samen – nog steeds positief en liggen ze in dezelfde orde van grootte. Deze uitkomsten zijn iets minder positief dan een eerdere kosteneffectiviteitsschatting van Weijermars & Van Schagen (2009). Zij beschouwden een pakket met een selectie van de meest effectieve verkeersveiligheidsmaatregelen en kwamen uit op een kosteneffectiviteit van 3 à 4. Het huidige onderzoek en dat uit 2009 verschillen echter sterk in de samenstelling van het pakket van maatregelen waarnaar gekeken is en laten daardoor uiteenlopende resultaten zien.

7.5 Discussie effectschatting

In dit onderzoek hebben we de effecten van maatregelen uit de tweede tranche geschat. Omdat de gegevens die hiervoor nodig waren niet allemaal beschikbaar waren, zijn daarbij veel aannames en schattingen gedaan, bijvoorbeeld ten aanzien van de penetratiegraad van een maatregel en de omvang van de slachtoffergroepen waarop deze betrekking had. Voor elke maatregel is in de *hoofdstukken 4 en 5* expliciet verantwoord welke aannames en schattingen dit zijn en welke bronnen daarvoor zijn gebruikt. Daarmee zijn keuzes en aannames zo transparant mogelijk weergegeven.

De effectschatting kent dus verschillende onzekerheden, maar geeft wel een indicatie van de effecten (vermeden verkeersslachtoffers en daarmee bespaarde kosten) van het totaal aan gehonoreerde maatregelen. Als het pakket aan te honoreren maatregelen verder wordt uitgebreid, dan zal de methode moeten worden aangevuld met een schatting van de effectiviteit van deze maatregelen; denk bijvoorbeeld aan kenmerken van kruispuntinrichting die in deze tranche slechts deels zijn opgenomen.

Een aantal van de onzekerheden die onderdeel vormen van de methode wordt hieronder benoemd en besproken.

7.5.1 Mobiliteitsontwikkelingen

In deze methode van effectschatting is geen rekening gehouden met algemene mobiliteitsontwikkelingen die de verkeersveiligheid, en mogelijk ook de effectiviteit van de maatregelen kunnen beïnvloeden. Dit zijn onder meer:

- > veranderingen in intensiteiten en samenstelling van het verkeer;
- > veranderingen in het gebruik van vervoerswijzen, zoals een verschuiving daarin (modal shift) of het gebruik van nieuwe lichte elektrische voertuigen (LEV's);
- > veranderingen op netwerkniveau (verkeersstromen en -samenstelling), bijvoorbeeld door de maatregel 'afwaardering van 50- naar 30km/uur-weg'.

7.5.2 Beschikbare gegevens

De maatregelen uit de tweede tranche zijn uiteenlopende infrastructurele maatregelen. De effecten van deze maatregelen zijn niet allemaal bekend uit Nederlandse evaluatiestudies. Veel informatie over de effecten is daarom uit buitenlandse studies verkregen. De toepasbaarheid van resultaten uit buitenlandse situatie is soms discutabel omdat de omstandigheden in Nederland anders kunnen zijn. Toch vormen buitenlandse studies vaak de enige bron om zicht te krijgen op de orde van grootte van een maatreefeffect. Er is in dit onderzoek voor gekozen om per maatregel zo veel mogelijk onderzoek – ook internationaal – met beschikbare evidentie op te nemen. Een andere kwestie is de beschikbare gegevens voor de berekening van penetratiegraad en slachtoffergroep. Er is namelijk niet altijd bekend in welke mate een maatregel al was uitgevoerd bij aanvang van de tweede tranche. Een voorbeeld is de onbekende weglengte van 80km/uur-wegen waarop al rijrichtingscheiding aanwezig is, waardoor dat deel niet meer in aanmerking komt voor die maatregel en ook de slachtoffers op dat deel niet meer door de maatregel zullen worden beïnvloed. Voor meerdere maatregelen was die beginsituatie niet bekend en moest deze worden geschat.

Daarnaast is de omvang van de slachtoffergroep ook niet altijd goed bekend door tekortkomingen in de gegevensregistratie. Niet alle verkeersongevallen – met name fietsongevallen – worden in BRON geregistreerd, niet alle relevante ongevalskenmerken zijn goed bekend, en ook de ongevalslocaties worden niet altijd nauwkeurig geregistreerd.

De beschikbaarheid van bovengenoemde gegevens vormen een prioriteit voor onderzoek in Nederland naar de veiligheidseffecten van genomen maatregelen.

7.5.3 Aard en spreiding effecten

De effecten die in geraadpleegde evaluatiestudies zijn genoemd verschillen onderling van aard: soms zijn er bijvoorbeeld expliciet reducties genoemd van het aantal doden en (ernstig) gewonden (MAIS2, MAIS3+), soms reducties van het aantal letselongevallen, en soms van het aantal verkeersslachtoffers zonder dat een ernstgraad is vermeld. Bij de effectschattingen in deze studie hebben we geprobeerd de verschillende effectmaten zo goed mogelijk te 'vertalen' naar aantallen doden en aantallen (matig) ernstig gewonden (MAIS2, MAIS3+).

Ook vermelden de evaluatiestudies meestal alleen 'gemiddelde' effecten en geven ze zelden informatie over de statistische spreiding van de effecten. In dit rapport zijn daarom geen gegevens opgenomen over – statistische – spreiding in de geschatte reductie van verkeersslachtoffers door de maatregelen.

7.5.4 Locatiespecifieke gegevens

Het effect van een maatregel kan afhangen van de hoeveelheid en het type verkeer dat met het veiligheidsvoordeel van de maatregel te maken krijgt. Er zijn nu geen gegevens beschikbaar over de intensiteit en samenstelling van het verkeer op de locaties waar de maatregelen worden uitgevoerd. Wanneer een maatregel wordt uitgevoerd op locaties die wat dat betreft niet 'gemiddeld' zijn, zou deze een ander effect kunnen hebben dan hier is berekend. Meer informatie over – kenmerken van – de precieze maatregellocaties kan bijdragen aan een betere inschatting

van de effecten. Daarvoor is het bijvoorbeeld nodig om een centraal punt te bestemmen voor het vastleggen en beheren van gegevens over de gehonoreerde maatregelen zoals: tijdstip realisatie van maatregel, precieze locatie, en verkeersintensiteiten vóór en na aanleg van de maatregel. Dit maakt het mogelijk om kennis te verwerven over effecten van genomen maatregelen in de Nederlandse situatie. Dat kan door voor verschillende evaluatiestudies (zoals voor-nastudies) uit te voeren waarbij ook de verkeersintensiteiten op de betreffende locaties worden betrokken. Dergelijk onderzoek kan een deel van de genoemde onzekerheden verminderen en de huidige methode in de toekomst versterken.

7.5.5 Uitvoering 2e-tranchemaatregelen

De effecten zijn geschat voor alle maatregelen in de omvang die is opgegeven en waarvoor de rijksbijdrage in de tweede tranche is toegekend. Door omstandigheden zou het echter kunnen zijn dat een deel van deze maatregelen niet wordt uitgevoerd. Dat kan bijvoorbeeld het geval zijn als door vertragingen de vastgestelde periode waarbinnen de uitvoering had moeten plaatsvinden niet wordt gehaald. Het is niet bekend in welke mate dat aan de orde is; op een later moment zal daarvan wellicht een overzicht komen en kan de schatting van de effecten worden verbeterd.

7.6 Aanbevelingen

7.6.1 Gericht op het optimaliseren van de kosteneffectiviteit

1. Uit de evaluaties van de eerste en tweede tranche van de investeringsimpuls is gebleken dat niet alle maatregelen even kosteneffectief zijn (zie ook *Paragraaf 6.2*). Aanbevolen wordt de menukaart aan maatregelen zo veel mogelijk te richten op de meest kosteneffectieve maatregelen.

7.6.2 Gericht op meer kennis over de effectiviteit van maatregelen

Bij veel maatregelen is het verkeersveiligheidseffect nog niet goed gekwantificeerd. Om te kunnen sturen op effectieve maatregelen is het wenselijk om evaluatiestudies te faciliteren:

2. Ontwikkel verdere kennis over effecten van maatregelen in de Nederlandse situatie. Gebruik daarvoor ook gegevens over genomen maatregelen, met aanvullende informatie over de locatie en de verkeersintensiteiten aldaar.
3. Zorg voor verdere kennisontwikkeling door de opzet en het beheer van een centraal bestand met gegevens over genomen maatregelen. Denk daarbij aan type maatregel, datum van realisatie, locatie en daaraan gerelateerde kenmerken zoals intensiteiten, snelheidslimieten. De gegevens lenen zich voor het uitvoeren van 'voor- en nastudies' om de effecten van genomen maatregelen te bepalen.

7.6.3 Gericht op betere doorrekening van effecten investeringsimpuls

4. Pas de huidige methode toe op gehonoreerde maatregelen in volgende tranches van de investeringsimpuls – ook als dit nieuwe, aanvullende typen maatregelen zijn (zoals bijvoorbeeld nu nog ontbrekende maatregelen om kruispunten veiliger te maken). Dat geeft een vergelijkbare verantwoording van de kosten en opbrengsten van de maatregelen.
5. Verminder de huidige onzekerheden in de schattingsmethode:
 - a. Verbeter de ongevallenregistratie (BRON) en ziekenhuisregistratie (LBZ) door volledige registratie van locatie, vervoerswijze, ongevalstype (bijv. tegenpartij, obstakels) en slachtoffers, vooral bij fietsongevallen.
 - b. Blijf investeren in het ontwikkelen van data over aanwezige infrastructuur op landelijk niveau, zoals aantal kruispunten van verschillende typen, lengte/breedte van fietsvoorzieningen.

- c. Verzamel en beheer gegevens over de locaties waar maatregelen genomen worden, zoals intensiteiten en ontwerpkenmerken van de aan te passen locatie. Dit zou bijvoorbeeld meegenomen kunnen worden in het aanvraagproces.
- d. Leg per gehonoreerde maatregel vast óf, en wanneer elke maatregel werkelijk is uitgevoerd.

Literatuur

- AASHTO (2010). *Highway Safety Manual (first edition)*. American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO, Washington, D.C.
- Bax, C.A., Eenink, R.G., Commandeur, J.J.F. & Loenis, B.J.C. (2017). *Een lichte variant van ProMeV toegepast in twaalf provincies; Een invulling van een risicogestuurde aanpak van weginfrastructuur*. R-2017-7A. SWOV, Den Haag.
- Beek, W. van (2002). *Effect van dubbele asmarkering op de verkeersveiligheid: Verkennend voor- en naonderzoek van een aantal provinciale wegvakken*. Provincie Overijssel.
- Bos, N.M., Bijleveld, F.D., Decae, R.J. & Aarts, L.T. (2021). *Ernstig verkeersgewonden 2020; Schatting van het aantal ernstig verkeersgewonden in 2020*. R-2021-22. SWOV, Den Haag.
- CBS (2021). *Verkeersdoden naar wijze van deelname*. Geraadpleegd November 2022 op <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/71936ned/table?dl=7426A>.
- Churchill, T., Stipdonk, H. & Bijleveld, F. (2010). *Effects of roundabouts on road casualties in the Netherlands*. R-2010-21. SWOV, Leidschendam.
- CPB (2015). *De discontovoet ontrafeld: Onderzoek uitgevoerd op verzoek van de Deltacommissaris*. Centraal Planbureau, Den Haag.
- CROW (2012). *Basiskennmerken wegontwerp*. CROW publicatie 315. CROW, Ede.
- CROW (2013a). *Handboek wegontwerp 2013 - Erftoegangswegen*. CROW publicatie 329. CROW, Ede.
- CROW (2013b). *Handboek wegontwerp 2013 - Regionale stroomwegen*. CROW publicatie 331. CROW, Ede.
- CROW (2016). *Alles over wegbermen*. Kennismodule. CROW, Ede.
- CROW (2021). *ASVV 2021: Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom*. CROW publicatie 740. CROW, Ede.
- Dijkstra, A. (2005). *Rotondes met vrijliggende fietspaden ook veilig voor fietsers?; Welke voorrangregeling voor fietsers is veilig op rotondes in de bebouwde kom?* R-2004-14. SWOV, Leidschendam.
- Distefano, N. & Leonardi, S. (2019). *Evaluation of the benefits of traffic calming on vehicle speed reduction*. In: Civil Engineering and Architecture, vol. 7, p. 200-214.
- Drolenga, H. (2021). *White Paper: In een lagere versnelling?* SWECO, De Bilt.

Elvik, R. (2001). *Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 33, nr. 3, p. 327-336.

Elvik, R. (2009). *The Power Model of the relationship between speed and road safety: Update and new analyses*. TØI report 1034/2009. TØI Institute of Transport Economics, Oslo.

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

Elvik, R. (2019). *A comprehensive and unified framework for analysing the effects on injuries of measures influencing speed*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 125, p. 63-69.

Elvik, R. & Høy, A. (2019). *Signalregulering av gangfelt*. In: Trafikksikkerhetshåndboken. Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Elvik, R. & Høy, A. (2020). *Fysisk fartsregulering*. In: Trafikksikkerhetshåndboken. Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Fietsberaad (2014). *Evaluatie aanbevelingen voor palen op fietspaden*. CROW-Fietsberaad, Utrecht.

Fortuijn, L.G.H. (2005). *Veiligheidseffect turborotondes in vergelijking met enkelstrooksrotondes*. Verkeerskundige Werkdagen 2005. Ede.

Fortuijn, L.G.H., Carton, P.J. & Feddes, B.J. (2005). *Veiligheidseffect van kruispuntplateaus in gebiedsontsluitingswegen*. In: Verkeerskundige werkdagen 2005, Ede.

Gebhard, S.E., Wijnhuizen, G.J., Dijkstra, A. (2022). *Verkeersveiligheidseffecten van '1e-tranchemaatregelen'; Schatting slachtoffer- en kostenbesparing als gevolg van eerste deel investeringsimpuls infrastructuur*. R-2022-12. SWOV, Den Haag.

Geus, E. de (2021). *Dossier Fietspaal*. Fietsersbond, Utrecht.

Goldenbeld, C. & Schermers, G. (2017). *School zones, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube*. European Commission, Brussels.

Høy, A. (2021). *Vegbelysning*. In: Trafikksikkerhetshåndboken. Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Høy, A. & Elvik, R. (2010). *Vegoppmerking*. In: Trafikksikkerhetshåndboken. Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Høy, A. & Elvik, R. (2014a). *Miljøgater*. In: Trafikksikkerhetshåndboken. Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Høy, A. & Elvik, R. (2014b). *Planskilte kryss*. In: Trafikksikkerhetshåndboken. Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Høy, A. & Elvik, R. (2015). *Forsterket og profilert midtoppmerking*. In: Trafikksikkerhetshåndboken. Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Høy, A. & Elvik, R. (2019). *Kryssingsmuligheter for fotgjengere*. In: Trafikksikkerhetshåndboken. Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Høyve, A. & Elvik, R. (2020). *Vegrekkverk*. In: Trafikksikkerhetshåndboken. Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Høyve, A. & Elvik, R. (2021). *Kanalisering av kryss*. In: Trafikksikkerhetshåndboken. Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Horst, M. van der (2022). *Actualisatie maatschappelijke kosten van verkeersongevallen; Overzichtsnotitie*. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid KiM, Den Haag.

Huang, J., Liu, P., Zhang, X., Wan, J.-j., et al. (2011). *Evaluating the speed reduction effectiveness of speed bump on local streets*. In: ICCTP 2011. p. 2348-2357.

Hummel, T. (1998). *Nader onderzoek uitritconstructies en voorrangskruisingen; Verschillen in geschiktheid voor de aansluiting van erftoegangswegen op gebiedsontsluitende wegen*. R-98-10. SWOV, Leidschendam.

Jaarsma, R., Louwse, R., Dijkstra, A., Vries, J. de, et al. (2011). *Making minor rural road networks safer: The effects of 60km/h-zones*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 43, nr. 4, p. 1508-1515.

Jensen, M.L., Sørensen, M. W. J., Madsen, T. K. O., & Thomsen, S. D. (2021). *Trafikksikkerhed ved hævede krydsflader i vigepligtskryds: En før-efter ulykkesevaluering*. Aalborg Universitet.

Kanselaar, M. (2022). *Fietspaaltjes nog steeds oorzaak van honderden ongelukken per jaar*. In: VerkeersNet, 4 augustus 2022,

Kennisnetwerk-SPV (2022a). *Effectiviteitswijzer: Fietspad verbreden*. Kennisnetwerk SPV, Utrecht.

Kennisnetwerk-SPV (2022b). *Veilige randen en bermen langs het fietspad*. Kennisnetwerk SPV, Utrecht.

Kooi, R.M. van der & Dijkstra, A. (2003). *Enkele gedragseffecten van suggestiestroken op smalle rurale wegen; Evaluatie van de aanleg van rijloperen en suggestiestroken op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom*. R-2003-17. SWOV, Leidschendam.

Lindenmann, H.P. (2005). *The effects on road safety of 30 kilometer-per-hour zone signposting in residential districts*. In: Institute of Transportation Engineers. ITE Journal, vol. 75, nr. 6, p. 50-54.

Mieras, W. (2022). *Areaalgegevens fietspaden*. SWECO, De Bilt.

Minnen, J. van & Catshoek, J.W.D. (1997). *Uniformering voorrangregeling: onderzoek naar de veiligheid van voorrangskruisingen en uitritconstructies*. SWOV, Leidschendam.

Nabavi Niaki, M., Uijtdeuwilgen, T., Gebhard, S.E., Weijermars, W.A.M., et al. (2023). *Veiligheid van fietsstraten; Literatuurstudie, beschouwing richtlijnen en ideeën voor onderzoek*. R-2023-14. SWOV, Den Haag.

Ormel, W., Klein Wolt, K. & Hertog, P. den (2008). *Enkelvoudige fietsongevallen: Een LIS-vervolgonderzoek*. Stichting Consument en Veiligheid, Amsterdam.

Ott, S.E., Haley, R.L., Hummer, J.E., Foyle, R.S., et al. (2012). *Safety effects of unsignalized superstreets in North Carolina*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 45, p. 572-579.

Petegem, J.W.H. van, Schepers, P. & Wijnhuizen, G.J. (2021). *The safety of physically separated cycle tracks compared to marked cycle lanes and mixed traffic conditions in Amsterdam*. In: European Journal of Transport and Infrastructure Research, vol. 21, nr. 3, p. 19-37.

Petegem, J.W.H. van & Uijtdewilligen, T. (2021). *Fietsongevallen door parkeervakken langs gebiedsontsluitingswegen; Analyse van risico op aanrijdingen met motorvoertuigen nabij kruispunten met erftoegangswegen*. R-2021-32. SWOV, Den Haag.

Pol, M., Brouwer, M. & Beterams, A. (2022). *Het effect van markering op smalle fietspaden: Dwarsposities en beleving*. KeuzeWeg, Loendersloot.

Rijkswaterstaat (2021). *Discontovoet*. Geraadpleegd November 2022 op <https://www.rwseconomie.nl/discontovoet>.

Schepers, J.P. & Voorham, J. (2010). *Oversteekongevallen met fietsers*. Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart, Delft.

Schepers, P. (2008). *De rol van infrastructuur bij enkelvoudige fietsongevallen*. Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart, Delft.

Schoeters, A., Large, M., Koning, M., Carnis, L., et al. (2021). *Monetary valuation of the prevention of road fatalities and serious road injuries: Results of the VALOR project*. 2021-R-20-EN. VIAS institute, Brussels.

Schoon, C.C. (2000). *Verkeersveiligheidsanalyse van het concept-NVVP; Deel 1: Effectiviteit van maatregelen; Toelichting op een lijst van maatregelen en berekening van de slachtofferbesparingen met het oog op de taakstelling 2010*. D-2000-9 I. SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. & Bos, J.M.J. (1983). *Boomongevallen; een verkennend onderzoek naar de frequentie en ernst van botsingen tegen obstakels, in relatie tot de breedte van de obstakelvrije zone*. R-83-23. SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. & Van Minnen, J. (1993). *Ongevallen op rotondes II; Tweede onderzoek naar de onveiligheid van rotondes vooral voor fietsers en bromfietsers*. R-93-16. SWOV, Leidschendam.

Siegrist, S. (2010). *Towards a method to forecast the effectiveness of national road safety programmes*. In: Safety Science, vol. 48, nr. 9, p. 1106-1110.

Soffers, E., Hensbroek, R. & Krijnen, T. (2022). *Kostenkengetallen menukaart regeling stimulerend verkeersveiligheidsmaatregelen (2022-2023)*. Arcadis, Amersfoort.

SWOV (2016). *Gegevensbronnen: Uitgebreid overzicht*. SWOV, Den Haag.

SWOV (2018). *Openbare en voertuigverlichting*. SWOV-factsheet, juli 2018. SWOV, Den Haag.

SWOV (2021). *Snelheid en snelheidsmanagement*. SWOV-factsheet, juli 2021. SWOV, Den Haag.

SWOV (2022a). *Ernstig verkeersgewonden in Nederland*. SWOV-factsheet, november 2022. SWOV, Den Haag.

SWOV (2022b). *Verkeersongevallen*. SWOV. Geraadpleegd november 2022 op <https://swov.nl/nl/cijfers/verkeersongevallen>

SWOV (2023). *Veilige berm*. SWOV-factsheet, februari 2023. SWOV, Den Haag.

- Thijssen, G., Wagenaar, M., Knol, A. & Kroeze, P. (2001). *Erfaansluitingen en verkeersveiligheid*. Goudappel Coffeng, Deventer.
- Veroude, B., Gurp, M. van & Boggelen, O. van (2022). *Geactualiseerde aanbevelingen voor de breedte van fietspaden 2022*. CROW-Fietsberaad, Utrecht.
- Vis, A.A. & Kaal, I. (1993). *De veiligheid van 30 km/uur-gebieden; Een analyse van letselongevallen in 151 heringerichte gebieden in Nederlandse gemeenten*. R-93-17. SWOV, Leidschendam.
- Weelderens, G. van (2020). *Relations between the obstacle space of cycling infrastructure and bicycle crashes*. Proefschrift Delft University of Technology, Delft.
- Weijermars, W.A.M. & Schagen, I.N.L.G. van (2009). *Tien jaar Duurzaam Veilig; Verkeersveiligheidsbalans 1998-2007*. R-2009-14. SWOV, Leidschendam.
- Weijermars, W.A.M., Schagen, I.N.L.G. van & Aarts, L. (2018). *Verkeersveiligheidsverkenning 2030: Slachtofferprognoses en beschouwing SPV*. R-2018-17. SWOV, Den Haag.
- Weijermars, W.A.M. & Wesemann, P. (2013). *Road safety forecasting and ex-ante evaluation of policy in the Netherlands*. In: Transportation Research Part A, vol. 52, p. 64-72.
- Wesemann, P. (2000). *Verkeersveiligheidsanalyse van het concept-NVVP; Deel 2: Kosten en kosteneffectiviteit; Beschrijving en berekening per maatregel en toetsing aan financiële randvoorwaarden*. D-2000-9 II. SWOV, Leidschendam.
- Wijnen, W., Mesken, J. & Vis, M.A. (2010). *Effectiviteit en kosten van verkeersveiligheidsmaatregelen*. R-2010-9. SWOV, Leidschendam.
- Wijnen, W., Weijermars, W.A.M. & Bos, Y.R. (2013). *Update effectiviteit en kosten van verkeersveiligheidsmaatregelen*. SWOV, Den Haag.
- Wit, M. de & Methorst, R. (2012). *Kosten verkeersongevallen in Nederland: Ontwikkelingen 2003 - 2009*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart (RWS, DVS).
- Wolters, S. & Gurp, M. van (2022a). *Geactualiseerde aanbevelingen voor afsluitpalen op fietspaden 2022*. CROW-Fietsberaad, Utrecht.
- Wolters, S. & Gurp, M. van (2022b). *Geactualiseerde aanbevelingen voor markering op fietspaden 2022*. CROW-Fietsberaad, Utrecht.
- Zegeer, C.V., Stewart, J.R., Huang, H.H., Lagerwey, P.A., et al. (2005). *Safety effects of marked versus unmarked crosswalks at uncontrolled locations; Final report and recommended guidelines*. FHWA-HRT-04-100. Federal Highway Administration FHWA, Turner-Fairbank Highway Research Center Research, Development and Technology, McLean, VA.
- Ziolkowski, R. (2014). *Speed profile as a tool to estimate traffic calming measures efficiency*. In: Journal of Civil Engineering and Architecture, vol. 8, nr. 12, p. 1585-1592.

Bijlage A Schatting verkeersslachtoffers

Om het aantal verkeersslachtoffers in de periode 2014 t/m 2020 te bepalen is gebruikgemaakt van drie bronnen:

1. BRON (Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland) met ongevallen die door de politie worden geregistreerd (SWOV, 2022b)
2. CBS geregistreerde verkeersdoden (CBS, 2021)
3. Landelijke Basisregistratie Ziekenhuiscare LBZ 2014-2020 van de stichting Dutch Hospital Data

Om de relevante slachtoffergroepen te bepalen was voor dit project een onderverdeling nodig van het aantal verkeersslachtoffers naar vervoerswijze en naar snelheidslimiet. Ongevallen die in BRON zijn geregistreerd hebben het voordeel dat er meestal een snelheidslimiet van bekend is. Omdat BRON helaas niet voldoende compleet is, zijn aanvullende gegevens gebruikt om hiervoor te corrigeren. Voor het aantal verkeersdoden zijn cijfers van het CBS gebruikt bij een aantal vervoerswijzen met onvoldoende registratie in BRON, en voor het aantal (ernstig) verkeersgewonden (met ernst MAIS2 en MAIS3+) zijn data van de Landelijke Basisregistratie Ziekenhuiscare LBZ 2014-2020 gebruikt.

A.1 Schatting verkeersdoden

Als uitgangspunt voor het bepalen van het aantal vermeden dodelijke verkeersslachtoffers zijn BRON (Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland) (SWOV, 2022b) gegevens gebruikt waarbij de geregistreerde aantallen over 2014 tot en met 2020 zijn samengenomen. Het aantal verkeersdoden staat grotendeels wel in BRON geregistreerd. Voor vervoerswijzen waar BRON erg incompleet is (fietsers, bromfietsers en overige vervoermiddelen waaronder scootmobielen) zijn aanvullend gegevens van het CBS gebruikt (CBS, 2021). De gebruikte aantallen verkeersdoden worden weergegeven in *Tabel A.1*.

Tabel A.1. Gebruikte schatting aantal verkeersdoden per snelheidslimiet periode 2014 t/m 2020 op basis van BRON- en CBS-cijfers. Exclusief verkeersdoden op rijkswegen.

| Snelheidslimiet | Vervoerswijze | | | | | | | Totaal |
|-----------------|---------------|----------------------|----------------------|------------------------------|------------|--------------|-------------------|--------------|
| | Voetganger | Nfiets ^{1*} | Mfiets ^{1*} | Brom-/Snorfiets [*] | Motor | (Bestel)Auto | Rest [*] | |
| 30 km/uur | 56 | 135 | 101 | 50 | 8 | 35 | 44 | 429 |
| 50 km/uur | 153 | 205 | 405 | 134 | 79 | 209 | 94 | 1.280 |
| 60 km/uur | 39 | 103 | 143 | 59 | 59 | 297 | 37 | 737 |
| 70 km/uur | 6 | 3 | 9 | 5 | 7 | 33 | 3 | 66 |
| 80 km/uur | 32 | 59 | 147 | 34 | 91 | 564 | 37 | 964 |
| 100 km/uur | 4 | 3 | 3 | 0 | 8 | 70 | 0 | 88 |
| Onbekend | 27 | 79 | 22 | 17 | 9 | 55 | 18 | 227 |
| Totaal | 317 | 587 | 830 | 298 | 261 | 1.263 | 233 | 3.789 |

¹ Fietslachtoffers bij ongevallen zónder (Nfiets) en mét (Mfiets) betrokkenheid van een motorvoertuig. Inclusief e-bikeslachtoffers.

*Bij deze vervoerswijzen zijn de ongevallen per snelheidslimiet uit BRON opgehoogd, om tot het werkelijk aantal ongevallen volgens het CBS te komen.

A.2 Schatting verkeersgewonden

Het aantal (ernstig) verkeersgewonden staat onvoldoende in BRON geregistreerd. Er is daarom gebruikgemaakt van een tweede bron, de Landelijke Basisregistratie Ziekenhuiszorg LBZ 2014-2020, om het aantal (ernstig) verkeersgewonden (met ernst MAIS2+ en MAIS3+) te schatten. Jaarlijks bepaalt SWOV het aantal ernstig verkeersgewonden op basis van een koppeling tussen BRON en LBZ (Bos et al., 2021).

Voor de analyses was een verdere specificatie nodig van het aantal verkeersslachtoffers naar snelheidslimiet (wegtype). Voor de in BRON geregistreerde ongevallen is informatie over snelheidslimiet beschikbaar, maar voor de verkeersgewonden die alleen in het LBZ staan niet. Onder de aanname dat de wegtypeverdeling per vervoerswijze van de niet aan BRON gekoppelde verkeersgewonden hetzelfde is als de wel gekoppelde, kan het aantal ernstig verkeersgewonden per wegtype/snelheidslimiet geschat worden. Er zijn dus per wegtype ophoogfactoren toegepast per jaar en per vervoerswijze om tot het aantal ernstig verkeersgewonden in het LBZ te komen. Vooral voor de ernstig verkeersgewonden onder fietsers zonder betrokkenheid van een motorvoertuig is de registratiegraad in BRON zeer laag (circa 10%) en is de ophoogfactor dus hoog. Voor deze groep is de wegtypeverdeling dus zeer onzeker.

Bij de koppeling tussen BRON en het LBZ is een andere indeling van wegtypen gebruikt op basis van een combinatie van wegbeheerder en (combinaties van) snelheidslimiet. Voor dit project was het nodig om de verkeersgewonden te herverdelen naar snelheidslimiet. Dit is weer gedaan op basis van de in BRON geregistreerde verkeersgewonden (vervoerd naar ziekenhuis) met achterliggende informatie over de snelheidslimiet. Zo zijn schattingen gemaakt van de verkeersgewonden (MAIS2+ en MAIS3+) per vervoerswijze die vielen bij verschillende snelheidslimieten.

De gebruikte aantallen verkeersgewonden met een letselerntst MAIS2 of hoger (MAIS2+) wordt weergegeven in *Tabel A.2*. Ook is gekeken naar het aandeel hiervan die een letselerntst van MAIS3 of hoger (MAIS3+) had, wat in de meeste gevallen ongeveer een derde van het aantal MAIS2+ slachtoffers betreft. Het aantal MAIS3+-slachtoffers wordt weergegeven in *Tabel A.3*.

Tabel A.2. Gebruikte schatting aantal **MAIS2+** verkeersgewonden per snelheidslimiet tussen 2014 t/m 2020. Totalen zijn gebaseerd op het LBZ en de onderverdeling naar snelheidslimiet wordt gebaseerd op BRON geregistreerde ongevallen. Exclusief slachtoffers op rijkswegen.

| Snelheidslimiet | Vervoerswijze | | | | | | | Totaal |
|-----------------|---------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|----------------|
| | Voetganger | Nfiets ¹ | Mfiets ¹ | Brom-/Snorfiets | Motor | (Bestel)Auto | Rest | |
| 30 km/uur | 1.766 | 21.804 | 3.830 | 4.065 | 540 | 687 | 702 | 33.393 |
| 50 km/uur | 4.099 | 35.412 | 11.698 | 11.662 | 3.534 | 4.231 | 1.752 | 72.389 |
| 60 km/uur | 262 | 8.290 | 1.589 | 1.539 | 1.214 | 2.005 | 374 | 15.274 |
| 70 km/uur | 36 | 226 | 141 | 143 | 206 | 555 | 78 | 1.385 |
| 80 km/uur | 302 | 4.569 | 1.453 | 1.357 | 1.618 | 3.958 | 499 | 13.757 |
| 100 km/uur | 9 | 17 | 2 | 5 | 126 | 496 | 65 | 719 |
| Totaal | 6.474 | 70.318 | 18.714 | 18.770 | 7.238 | 11.932 | 3.470 | 136.916 |

¹ Fietsslachtoffers bij ongevallen zonder (Nfiets) en mét (Mfiets) betrokkenheid van een motorvoertuig. Inclusief e-bikeslachtoffers.

Tabel A.3. Gebruikte schatting aantal **MAIS3+** verkeersgewonden per snelheidslimiet tussen 2014 t/m 2020. Totalen zijn gebaseerd op het LBZ en de onderverdeling naar snelheidslimiet wordt gebaseerd op BRON geregistreerde ongevallen. Exclusief slachtoffers op rijkswegen.

| Snelheidslimiet | Vervoerswijze | | | | | | | Totaal |
|-----------------|---------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | Voetganger | Nfiets ¹ | Mfiets ¹ | Brom-/Snorfiets | Motor | (Bestel)Auto | Rest | |
| 30 km/uur | 591 | 7.474 | 1.224 | 1.064 | 111 | 140 | 235 | 10.839 |
| 50 km/uur | 1.456 | 11.305 | 3.892 | 3.038 | 807 | 922 | 482 | 21.902 |
| 60 km/uur | 101 | 2.837 | 597 | 472 | 300 | 662 | 128 | 5.096 |
| 70 km/uur | 14 | 78 | 58 | 44 | 62 | 182 | 24 | 461 |
| 80 km/uur | 132 | 1.587 | 591 | 399 | 430 | 1.306 | 165 | 4.608 |
| 100 km/uur | 4 | 6 | 1 | 1 | 33 | 163 | 22 | 229 |
| Totaal | 2.297 | 23.286 | 6.362 | 5.018 | 1.742 | 3.374 | 1.056 | 43.135 |

¹ Fietsslachtoffers bij ongevallen zonder (Nfiets) en mét (Mfiets) betrokkenheid van een motorvoertuig. Inclusief e-bikeslachtoffers.

Bijlage B Schatting bestaande infrastructuur in Nederland

B.1 Kilometers weg

Om een penetratiegraad te kunnen berekenen was voor veel van de maatregelen een schatting nodig van het aantal kilometers weg met een bepaalde snelheidslimiet. Een schatting van het aantal kilometers weg per snelheidslimiet is gemaakt op basis van de wegkenmerkendatabase³⁰ (WKD) die onder andere informatie over snelheidslimieten bevat en het nationaal wegenbestand (NWB) die informatie over het wegtype bevat. Beide bestanden zijn GIS-bestanden die lijnen bevatten van alle wegvakken in Nederland. Wegvakken in de twee bestanden delen een wegvak ID waarbij de kenmerken met elkaar gekoppeld kunnen worden.

Op basis van de wegtype (BST_CODE) in het NWB zijn fiets- en voetpaden, parkeerterreinen en erfaansluitingen er grotendeels uitgefilterd. Daarnaast moest er een correctie plaatsvinden voor de weglengtes van dubbelbaanswegen. In het WKD en NWB zitten dubbelbaanswegen er als aparte lijnen in, waardoor de kilometers van een dubbelbaansweg twee keer worden geteld. Dit leidt tot een totaal aantal kilometers rijbaan in plaats van kilometers weg. Voor de maatregelen was vooral het aantal kilometers weg van belang.

Of een weg dubbelbaans of enkelbaans is (of er een fysieke rijrichtingscheiding is) zit nog niet expliciet in het NWB/WKD. Wel is er informatie beschikbaar over of een wegvak verkeer in één richting of twee richtingen toestaat. Bij een dubbelbaansweg is het meestal zo dat beide rijbanen voor eenrichtingsverkeer zijn. Een enkelbaansweg kan voor eenrichtings- of tweerichtingsverkeer zijn, maar bij hogere snelheidslimieten (hoger dan 30 km/uur) staan enkelbaanswegen meestal verkeer in twee richtingen toe. Voor snelheidslimieten boven 30 km/uur wordt daarom het richtingskenmerk (RPE_CODE) gebruikt om een correctie uit te voeren voor dubbelbaanswegen. Het totaal aantal kilometers eenrichtingswegvakken (met een limiet boven 30 km/uur) is daarom gedeeld door twee. Vervolgens zijn de gehalveerde kilometers eenrichtingswegvakken en kilometers tweerichtingswegvakken bij elkaar opgeteld, met als resultaat:

| Snelheidslimiet (MAXSHD) | Kilometers weg (afgerond) |
|--------------------------|---------------------------|
| 30 | 54.000 |
| 50 | 18.000 |
| 60 | 50.000 |
| 80 | 12.000 |
| 100 | 700 |



30. Voor informatie over het NWB en WKD zie: <https://www.nationaalwegenbestand.nl/documenten>

Voor één van de maatregelen was een schatting van het aantal kilometers parallelweg (met een snelheidslimiet van 60 km/uur) ook nodig. Hiervoor is dezelfde analyse uitgevoerd, voor alleen wegvakken met het type (BST_CODE) parallelweg of ventweg. Hieruit kwam ongeveer 1.000 kilometer parallelwegen met een snelheidslimiet van 60 km/uur.

N.B.: Voor parallelwegen is RPE_CODE veel minder betrouwbaar als proxy voor tweezijdige parallelwegen dan bij de hoofdrijbaan. Echter heeft de 'correctie' weinig effect op het totaal omdat de meeste parallelwegen niet gecodeerd zijn als eenrichtingsweg.

B.2 Kruispunten

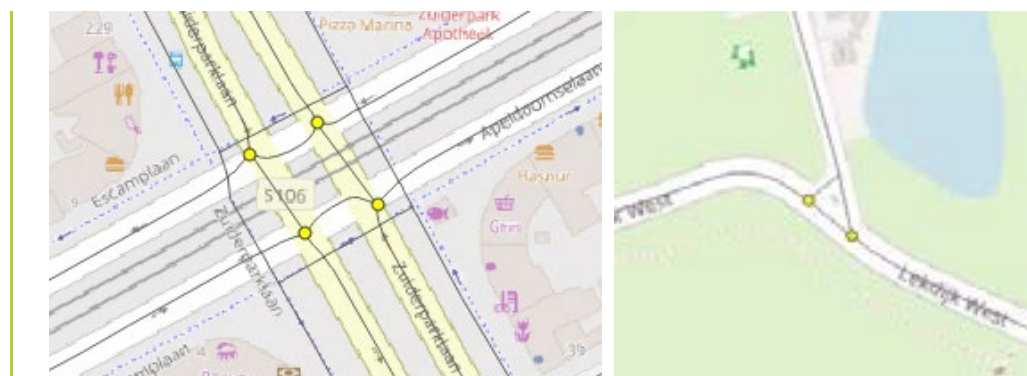
Deze bijlageparagraaf bevat de benaderingsmethode die we hebben gehanteerd om het aantal kruispunten van een bepaald type te schatten. Gezien de vele verschillende kruispunttypen, geven we hier niet de geschatte aantallen. Deze kruispuntaantallen kunnen eventueel op aanvraag beschikbaar gesteld worden.

Kruispunten per snelheidslimiet

Om een penetratiegraad te kunnen berekenen was voor veel van de maatregelen een schatting nodig van het aantal kruispunten per snelheidslimiet. Hiervoor is voortgebouwd op het kruispuntenbestand dat eerder door Van Petegem & Uijtdewilligen (2021) is ontwikkeld. In dit bestand zijn juncties (punten) van het nationaal wegenbestand (NWB) die behoren tot één kruispunt aan elkaar gekoppeld (zie *Afbeelding B.1*). Juncties die tot dezelfde kruispunt zouden horen delen een ID. Voor een beschrijving van de ontwikkeling hiervan zie hun rapport (Van Petegem & Uijtdewilligen, 2021).

Afbeelding B.1.

Twee voorbeelden van juncties die behoren tot één kruispunt



Voor dit rapport is een aantal aanvullende stappen genomen om tot een betere schatting te komen van het aantal kruispunten bij alle snelheidslimieten.

Ten eerste zijn kruispunten gecategoriseerd op basis van de snelheidslimieten op hun takken. De snelheidslimieten zijn al eerder door Van Petegem & Uijtdewilligen (2021) geïdentificeerd. Elk kruispunt krijgt een type, bijvoorbeeld "ETW30_GOW50" bij aanwezigheid van (enkel) de snelheidslimieten 30 km/uur³¹ en 50 km/uur.

Filters niet-gekoppelde juncties

Verder is een aantal filters toegepast om juncties uit te filteren die óf geen kruispunt zijn óf, als ze wel tot een kruispunt behoren, niet al gekoppeld zijn aan het kruispunt:



31. Takken met een snelheidslimiet van minder dan 30 km/uur (vaak woonerven) zijn ook meegeteld als type "ETW30" om het aantal kruispunttypen beperkt te houden.

- De juncties bij fietsoversteken en voetgangersoversteken zijn er al door Van Petegem & Uijtdewilligen (2021) uitgefilterd (viertaksjunctie met twee fietspad/voetpad-takken; drietaks-juncties met één fietspad/voetpad-tak). Bij deze analyse zijn ook juncties uitgefilterd:
 - tussen alleen fietspaden of voetpaden;
 - tussen drie takken, waarbij twee takken een fietspad of voetpad zijn;
 - tussen alleen busbanen.
- Een ander probleem is juncties die onderdeel zijn van één weg en geen kruispunten zijn (bijvoorbeeld een weg die in tweeën splitst). Sommigen zijn al samengevoegd met naastliggende kruispunten maar veel niet. Deze gevallen tellen meestal maar één unieke straatnaam (aantal_straten=1). Erfaansluitingen zitten hier ook tussen. Omdat er ook veel kruispunten zijn, vooral op 30-wegen en industriële gebieden, waarbij twee wegen met dezelfde naam elkaar kruisen, kunnen niet alle juncties met maar één straatnaam weg worden gelaten. De volgende filters worden toegepast op juncties met maar één unieke straatnaam die niet gekoppeld zijn aan een kruispunt:
 - juncties met 1 unieke straatnaam en een wegtype “service” in OpenStreetMaps -> bijna altijd erfaansluitingen;
 - juncties met 1 unieke straatnaam en 3 unieke rijrichtingen (RPE_CODE) -> meestal wegsplitsingen die van enkelbaans (tweerichtingsverkeer) naar twee eenrichtingsverkeer wegvakken gaan;
 - juncties met 1 unieke straatnaam en wegtype (BST_CODE) van een doorsteek -> meestal doorsteken tussen twee kanten van een dubbelbaansweg;
 - alle overgebleven juncties met maar 1 straatnaam zijn eruit gefilterd behalve als het: om een ETW30 (of lager) kruispunt gaat, binnen een bedrijventerrein³² zit, om een ventweg of parallelweg gaat (aansluitingen van een parallel/ventweg worden als kruispunten beschouwen en hebben vaak maar een straatnaam), of als de junctie al gekoppeld is aan een kruispunt.
- Op basis van de wegvak kenmerk BST_CODE (die de wegtype beschrijft) zijn juncties bij op en afritten van stroomwegen eruit gefilterd.
- Voor de 2e-trancheschattingen zijn kruispunten met het Rijk als wegbeheerder er ook uitgefilterd (buiten beschouwing gelaten).

Correctie onjuist gekoppelde juncties

Zoals hierboven uitgelegd is door Van Petegem & Uijtdewilligen (2021) een methode ontwikkeld om te bepalen of juncties tot dezelfde kruispunt horen en dus als één kruispunt geteld moeten worden. Deze juncties krijgen een gedeelde ID (Composed_id).

Juncties kunnen echter soms ook onjuist worden gekoppeld, meestal op plekken waar naastliggende kruispunten dezelfde straatnamen delen. Dit gebeurt het vaakst bij wegen met een snelheidslimiet van 30 km/uur, waar delen van een buurt één straatnaam delen. Ook op bedrijventerreinen met een snelheidslimiet van 50 km/uur komt het vaak voor dat een straatnaam wordt gebruikt. Om hiervoor te corrigeren is het maximale afstand tussen juncties binnen een gecombineerd kruispunt berekend. Als die afstand heel groot is horen de juncties waarschijnlijk niet tot dezelfde kruispunt. Op basis van deze afstand is besloten of juncties als afzonderlijke kruispunten worden geteld of als een gecombineerd kruispunt. De grenswaarden hiervoor zijn een grove schatting en hangen af van het type kruispunt. Bij kruispunttypen waar er vaker dubbelbaanswegen voorkomen kunnen de afstanden tussen juncties binnen één kruispunt groter zijn. Een grenswaarde van 15 meter is bijvoorbeeld gehanteerd bij ETW30-kruispunten, en van 45 meter voor GOW50- of GOW80-wegen. Verschillende grenswaarden zijn uitgezocht in GIS om redelijke aannames te kunnen maken die de meeste onjuist gekoppelde juncties meenemen zonder teveel juncties die wel gekoppeld moeten worden er ook bij te doen. Als een junctie als



32. Of een junctie binnen een bedrijventerrein zit is bepaald op basis van het open-data Basisregistratie topografie (BRT) bestand. Met een spatiale analyse is bepaald of een junctie binnen een functioneel gebied zit met type ‘Bedrijventerrein’.

‘onjuist gekoppeld’ wordt geïdentificeerd worden de juncties afzonderlijk geteld; bij gekoppelde kruispunten wordt het aantal unieke gekoppelde ID’s (Composed_id) geteld.

Ongevallen per kruispunttype

Tot slot wordt ook een koppeling gemaakt tussen BRON-ongevallen uit de jaren 2014-2020 en het kruispuntenbestand. Alleen de ongevallen in BRON die exact gekoppeld zijn aan een locatie zijn hierin meegenomen. Op basis van een junctie ID’s worden kruispuntongevallen aan een kruispunt gekoppeld. Dit is gedaan om de verdeling van kruispuntongevallen binnen een snelheidslimiet (bijv. 50km/uur-wegen) over verschillende typen kruispunten (bijv. GOW50-ETW30 of GOW50-GOW50) te schatten. Deze schatting is indicatief.

B.3 Fietsvoorzieningen

Het aantal kilometers fietspad is geschat door SWECO op basis van OpenStreetMaps data (Mieras (2022)). Hierbij worden fietspaden aan beide zijden van de weg afzonderlijk meegeteld. De indeling tussen solitair en vrijliggend fietspad is met een heuristiek vastgesteld op basis van onder andere afstand tot de weg. Of het om een eenrichtingsfietspad of tweerichtingsfietspad gaat komt uit OpenStreetMaps en verder is het verkeersbordenbestand gebruikt om het type fietspad (bromfietspad, onverplicht fietspad) vast te stellen.

| | Solitair | Vrijliggend | Totaal |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Eenrichtingsfietspad | 0 | 5.054 | 5.054 |
| Tweerichtingsfietspad | 6.858 | 4.129 | 10.987 |
| Eenrichtingsbromfietspad | 0 | 4.303 | 4.303 |
| Tweerichtingsbromfietspad | 2.711 | 6.966 | 9.677 |
| Onverplicht fietspad | 5.611 | 270 | 5.881 |
| Totaal | 15.180 | 20.722 | 35.902 |

Bijlage C Oplossing verdeling slachtoffergroep en penetratiegraad

C.1 Schatting slachtoffergroep

Voor de effectenberekening van de maatregelen was een schatting nodig van de groep slachtoffers die op locaties vielen zonder de betreffende maatregel³³.

- Voorbeeld kruispuntplateau: Om het effect van een kruispuntplateau te schatten, gaan wij uit van de slachtoffers die vielen op kruispunten *zonder* een plateau.

Helaas is gedetailleerde informatie over de aanwezige voorzieningen ter plaatse van ongevallen niet beschikbaar. Daarom wordt dit afgeleid uit twee vergelijkingen:

1. Vergelijking 1: Het totaal aantal ongevallen (z) bestaat uit ongevallen op locaties met (x) en zonder (y) de maatregel:

$$x + y = z$$

2. Vergelijking 2: De effectiviteitsfactor (θ) van de maatregel is gelijk aan het aantal ongevallen per locatie met de maatregel (x / x_n) gedeeld door het aantal ongevallen per locatie zonder de maatregel (y / y_n).

$$\theta = \frac{(x / x_n)}{(y / y_n)}$$

Onbekenden

x = aantal ongevallen met maatregel

y = aantal ongevallen zonder maatregel

Bekenden

x_n = aantal locaties³⁴ met maatregel (kruispunten of kilometers)

y_n = aantal locaties zonder maatregel (kruispunten of kilometers)

z = totaal aantal ongevallen

θ = effectiviteitsfactor (1 - reductiepercentage), bijvoorbeeld 0,76 voor kruispuntplateaus met een reductiepercentage van 24%



33. Omdat we bij de penetratiegraad ook uitgaan van de genomen maatregelen gedeeld door het totaal aantal voorzieningen *zonder* de maatregel zou het meenemen van alle slachtoffers, ongeacht aanwezigheid van de maatregel, tot een overschatting van het relevante slachtoffergroep leiden.

34. Het aantal locaties met/zonder de maatregel is waar mogelijk berekend aan de hand van aanvullende informatie over de bestaande voorzieningen. Waar dit niet bekend was is dit met aannames berekend (bijv. 25% van de kruispunten heeft al een plateau). Voor het oplossen van de vergelijking is deze dus alsnog een "bekende."

Bij de berekening gaan wij er dus van uit dat er op een gemiddelde locatie met de maatregel er minder ongevallen plaats zullen vinden dan op locaties waar de maatregel nog niet is genomen.

- Voorbeeld kruispuntplateau: Uitgangspunt is dat er op een gemiddeld kruispunt met een plateau minder ongevallen plaats zullen vinden dan op een kruispunt zonder plateau, met een verhouding gelijk aan het veiligheidseffect van een kruispuntplateau (verhouding = 0,76).

Deze twee vergelijkingen worden opgelost voor (y), de slachtoffergroep van ongevallen op locaties zonder de maatregel:

| Stap | Uitwerking | Opmerking |
|------------------|--|---|
| 1 | $\theta = \frac{(x / x_n)}{(y / y_n)}$ | Vergelijking 2 |
| 2 | $\theta = \frac{((z - y) / x_n)}{(y / y_n)}$ | x vervangen (Vergelijking 1) |
| 3 | $\left(\frac{y}{y_n}\right) * \theta = \frac{(z - y)}{x_n}$ | |
| 4 | $y * \left(\frac{\theta}{y_n}\right) = \frac{z}{x_n} - \frac{y}{x_n}$ | |
| 5 | $y * \left(\frac{\theta}{y_n}\right) + \frac{y}{x_n} = \frac{z}{x_n}$ | |
| 6 | $y * \left(\frac{\theta}{y_n} + \frac{1}{x_n}\right) = \frac{z}{x_n}$ | |
| Oplossing | $y = \frac{\left(\frac{z}{x_n}\right)}{\left(\frac{\theta}{y_n} + \frac{1}{x_n}\right)}$ | Oplossing voor y op basis van alleen bekende variabelen |

N.B.: Deze methode om de slachtoffergroep te schatten houdt geen rekening met eventuele intensiteitsverschillen tussen locaties met en zonder de maatregel. Als de gemiddelde verkeersintensiteit binnen een groep hoger is dan bij de andere groep kan dat ook leiden tot meer ongevallen.

C.2 Schatting relevante wegekilometers

Bij een aantal maatregelen (openbare verlichting) was de relevante slachtoffergroep wél bekend, net als de effectiviteit van de maatregel, maar was het aandeel van de locaties waar de maatregel al wel/niet is toegepast onbekend. In dit geval wordt de vergelijking zoals die in *Bijlage C.1* wordt gebruikt, omgedraaid om op te lossen voor andere onbekende variabelen. De aanname wordt gemaakt dat de verdeling in slachtoffers met of zonder aanwezigheid van de maatregel, samen met de effectiviteit van de maatregel, gebruikt kan worden om het aandeel van de wegekilometers met/zonder de maatregel te schatten.

Daarom wordt dit afgeleid uit twee vergelijkingen:

1. Vergelijking 1: Het totaal aantal wegekilometers (z_n) bestaat uit kilometers met (x_n) en zonder (y_n) de maatregel:

$$x_n + y_n = z_n$$

2. Vergelijking 2: De effectiviteitsfactor (θ) van de maatregel is gelijk aan het aantal ongevallen per kilometer met de maatregel (x / x_n) gedeeld door het aantal ongevallen per kilometer zonder de maatregel (y / y_n).

$$\theta = \frac{(x / x_n)}{(y / y_n)}$$

Onbekenden

x_n = aantal locaties met maatregel (kilometers)

y_n = aantal locaties zonder maatregel (kilometers)

Bekenden

x = aantal ongevallen³⁵ met maatregel

y = aantal ongevallen zonder maatregel

z_n = totaal aantal locaties (kilometers)

θ = effectiviteitsfactor (1 - reductiepercentage), voor openbare verlichting (reductiepercentage van 49%) gelijk aan 0,51

Bij de berekening gaan wij er dus van uit dat er op een gemiddelde locatie met de maatregel (verlichting) er minder ongevallen plaats zullen vinden dan op locaties waar de maatregel nog niet is genomen. De verhouding hiertussen ligt aan de effectiviteitsfactor van verlichting.

Deze twee vergelijkingen worden opgelost voor (y_n), het aantal kilometers zonder de maatregel:

| Stap | Uitwerking | Opmerking |
|------------------|--|---|
| 1 | $\theta = \frac{(x / x_n)}{(y / y_n)}$ | Vergelijking 2 |
| 2 | $\theta = \frac{(x / (z_n - y_n))}{(y / y_n)}$ | x vervangen (Vergelijking 1) |
| 3 | $\theta = \frac{x}{z_n - y_n} * \frac{y_n}{y}$ | |
| 4 | $\theta * (z_n y - y_n y) = x y_n$ | |
| 5 | $\theta z_n y = x y_n + \theta y_n y$ | |
| 6 | $\theta z_n y = y_n * (x + \theta y)$ | |
| Oplossing | $y_n = \frac{\theta z_n y}{x + \theta y}$ | Oplossing voor y_n op basis van alleen bekende variabelen |



35. Het aandeel slachtoffers op plekken met/zonder verlichting is bepaald op basis van BRON ongevallen in de periode 2014 t/m 2020 die tijdens duisternis of schemer zijn gebeurd. De aandelen zijn apart bepaald voor wegvak en kruispuntongevallen op 30-, 50- en 60km/uur-wegen en voor fietsongevallen.

Bijlage D Resultaten 1^e tranche maatregelen

Tabel D.1. Resultaten per maatregel—besparingen in aantal slachtoffers en euro's versus de maatregelkosten. Er is hier geen discontovoet toegepast op de kosten en besparingen over de komende jaren en de bedragen in euro's zijn afgerond op duizendtallen.

| Maatregel | | | | Besparing slachtoffers | | | Eurowaarde | | Totaal |
|-----------|-------------------|---|-------------------|------------------------|---------|--------|--|---------------------------|------------------------|
| Cat. | ID | Omschrijving | Omvang 2e tranche | Doden | MAIS3+* | MAIS2 | Totale besparing slachtoffers (doden + MAIS2+) | Totale maatregelkosten ** | Besparing minus Kosten |
| Fiets | 1.1 | Kant-/asmarkering fietspad | 1350 km | 0,29 | 11,44 | 23,10 | € 25.916.000 | € 8.289.000 | € 17.627.000 |
| | 1.2.1 | Lichtmasten verplaatsen | 211 st | 0,0003 | 0,012 | 0,024 | € 27.000 | € 155.000 | - € 128.000 |
| | 1.2.2 | Fietspaaltjes verwijderen | 306 st | 0,18 | 6,95 | 14,03 | € 15.742.000 | € 276.000 | € 15.466.000 |
| | 1.2.3 | Fietspaaltjes: attentieverhogende markering | 472 st | 0,10 | 3,97 | 8,01 | € 8.984.000 | € 332.000 | € 8.652.000 |
| | 1.3 | Afgeschuinde stoepranden | 31 km | 0,26 | 10,27 | 20,74 | € 23.265.000 | € 2.143.000 | € 21.122.000 |
| | 1.4 | Gesloten verharding herstellen | 102 d | 0,004 | 0,17 | 0,34 | € 383.000 | € 779.000 | - € 396.000 |
| | 1.5 | Verbreeding fietspad | 202 km | 0,79 | 31,49 | 63,61 | € 71.348.000 | € 43.916.000 | € 27.432.000 |
| | 1.6.1 | Plateau op oversteek solitair fietspad | 63 st | 0,02 | 0,25 | 0,53 | € 640.000 | € 1.631.000 | - € 991.000 |
| | 1.7 | Vrijliggend (brom)fietspad GOW50 of GOW80 | 111 km | 3,17 | 30,43 | 61,03 | € 84.236.000 | € 26.506.000 | € 57.730.000 |
| ETW 30 | 2.1 | Kruispuntplateaus | 935 st | 0,34 | 11,11 | 23,11 | € 26.019.000 | € 42.167.000 | - € 16.148.000 |
| | 2.2.1 | Snelheidsremmer: drempels | 690 st | 0,44 | 9,62 | 20,01 | € 23.500.000 | € 6.581.000 | € 16.919.000 |
| | 2.2.2 | Snelheidsremmer: wegversmalling | 64 st | 0,05 | 0,98 | 2,04 | € 2.398.000 | € 354.000 | € 2.044.000 |
| | 2.2.3 | Snelheidsremmer: asverspringing | 91 st | 0,07 | 1,52 | 3,17 | € 3.719.000 | € 616.000 | € 3.103.000 |
| | 2.3 + 1.6.2 + 3.9 | Uitritconstructie | 285 st | 3,75 | 34,02 | 69,23 | € 96.189.000 | € 2.124.000 | € 94.065.000 |
| | 2.4 | VOP aanbrengen | 52 st | 0,002 | 0,02 | 0,04 | € 53.000 | € 1.303.000 | - € 1.250.000 |
| | 2.5 | Schoolzone | 113 st | 0,05 | 0,84 | 1,75 | € 2.131.000 | € 218.000 | € 1.913.000 |
| GOW 50 | 3.1 | Verwijderen langsparkeren | 316 st | 0,05 | 0,68 | 1,58 | € 1.869.000 | € 398.000 | € 1.471.000 |
| | 3.2 | Middengeleider tegen links afslaan | 10 st | 0,06 | 1,41 | 3,25 | € 3.638.000 | € 293.000 | € 3.345.000 |
| | 3.3 | Rotondes aanleggen | 66 st | 1,05 | 22,89 | 52,76 | € 59.470.000 | € 34.317.000 | € 25.153.000 |
| | 3.4 | Rammelstrook asmarkering | 6,54 km | 0,02 | 0,05 | 0,17 | € 252.000 | € 254.000 | - € 2.000 |
| | 3.5 | Van 50 naar 30 | 78 km | 6,59 | 112,77 | 259,96 | € 302.217.000 | € 41.884.000 | € 260.333.000 |
| | 3.6.1 | GOP aanbrengen | 38 st | 0,00 | 0,00 | 0,00 | € 0 | € 1.971.000 | - € 1.971.000 |

| Maatregel | | | | Besparing slachtoffers | | | Eurowaarde | | Totaal |
|---------------|------------|---|----------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--|--|----------------------------------|
| Cat. | ID | Omschrijving | Omvang 2e tranche | Doden | MAIS3+* | MAIS2 | Totale besparing slachtoffers (doden + MAIS2+) | Totale maatregel- kosten ** | Besparing minus Kosten |
| | 3.6.2 + | VOP of zebra aanbrengen | 153 st | 0,04 | 0,37 | 0,67 | € 968.000 | € 5.385.000 | - € 4.417.000 |
| | 3.6.3 | | | | | | | | |
| | 3.7 | Fietsoversteek met middeneiland | 136 st | 0,20 | 1,65 | 3,32 | € 4.746.000 | € 9.446.000 | - € 4.700.000 |
| | 3.8 | Snelheidsremmend plateau bij fietsoversteek | 50 st | 0,08 | 0,70 | 1,41 | € 2.004.000 | € 1.245.000 | € 759.000 |
| ETW 60 | 4.1 | Kruispuntplateaus | 280 st | 1,02 | 9,25 | 18,48 | € 25.945.000 | € 11.066.000 | € 14.879.000 |
| | 4.2 | Snelheidsremmers | 276 st | 0,60 | 3,74 | 7,48 | € 11.681.000 | € 3.762.000 | € 7.919.000 |
| | 4.3 | Rijloper met kantstroken (fietsstroken of suggestiestroken) | 222 km | 1,69 | 5,52 | 11,03 | € 22.525.000 | € 4.567.000 | € 17.958.000 |
| GOW 80 | 5.1 | Gescheiden rijrichtingen | 3,12 km | 0,11 | 0,27 | 0,60 | € 1.314.000 | € 100.000 | € 1.214.000 |
| | 5.2.1 + | Geleiderail aanbrengen | 39 km | 0,39 | 0,82 | 1,80 | € 4.343.000 | € 6.787.000 | - € 2.444.000 |
| | 5.2.2 | | | | | | | | |
| | 5.2.3 | Verwijderen bomen | 4 km | 0,11 | 0,10 | 0,23 | € 949.000 | € 143.000 | € 806.000 |
| | 5.3 | Parallelweg aanleggen | 5 km | 0,22 | 0,93 | 1,85 | € 3.346.000 | € 3.535.000 | - € 189.000 |
| | 5.4 | Rammelstrook asmarkering | 26 km | 0,56 | 0,63 | 1,38 | € 5.039.000 | € 544.000 | € 4.495.000 |
| | 5.5 | Fietsonderdoorgang | 10 st | 0,34 | 1,07 | 1,57 | € 4.047.000 | € 28.647.000 | - € 24.600.000 |
| | 5.6 | Fietsoversteek met middeneiland | 25 st | 0,23 | 0,73 | 1,07 | € 2.751.000 | € 2.115.000 | € 636.000 |
| | 5.7 | Snelheidsremmend plateau bij fietsoversteek | 3 st | 0,03 | 0,10 | 0,15 | € 382.000 | € 69.000 | € 313.000 |
| | 5.8 | Rotondes aanleggen | 39 st | 2,77 | 15,79 | 31,34 | € 50.807.000 | € 20.511.000 | € 30.296.000 |
| S100 | 6.1 | Geleiderail rijrichtingscheiding | 0 km | 0,00 | 0,00 | 0,00 | € 0 | € 0 | € 0 |
| | 6.2 | Obstakelvrije berm | 6,7 km | 0,25 | 0,80 | 1,74 | € 3.394.000 | € 615.000 | € 2.779.000 |
| | 6.3 | Parallelweg aanleggen | 4 km | 0,00 | 0,00 | 0,00 | € 0 | € 2.673.000 | - € 2.673.000 |
| | 6.4 | Ongelijkvloerse kruising | 3 st | 0,07 | 0,10 | 0,22 | € 666.000 | € 5.706.000 | - € 5.040.000 |
| | 6.5 | Fietsonderdoorgang | 4 st | 0,00 | 0,00 | 0,00 | € 0 | € 5.537.000 | - € 5.537.000 |
| | 6.6 | Van 100 naar 80 | 0 km | 0,00 | 0,00 | 0,00 | € 0 | € 0 | € 0 |
| TOTAAL | | | | 26 Doden | 333 EVG MAIS3+ | 713 VG MAIS2 | € 896.903.000 Totale besparing slachtoffers | € 328.960.000 Investering maatregelen | € 567.943.000 Verschil |

*Aandeel verkeersgewonden met een letselerst van MAIS3+ is geschat op basis van de verdeling in letselerst voor de jaren 2014 t/m 2020 (zie Bijlage A)

**De totale kosten zijn twee keer de bijdrage van het Rijk inclusief btw, ervan uitgaande dat de maximale 50% cofinanciering door het Rijk volledig is benut.

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)