



# Een nieuwe kijk op bereikbaarheid

Duurzaam, persoonlijk en  
multimodaal



*Committed to the Environment*

**move**  
**mObility**  
*smart moving cities*

# Een nieuwe kijk op bereikbaarheid

Duurzaam, persoonlijk en multimodaal

Dit rapport is geschreven door:

Anco Hoen, Lianne van Wijngaarden, Arno Schroten (allen CE Delft),  
Hans Voerknecht, Dirk Bussche, Henk Tromp (allen MOVE Mobility)

Delft, CE Delft, november 2019

Publicatienummer: 19.4M81.155

Mobiliteit / Stedelijke omgeving / Bereikbaarheid / Belangengroepen / Vervoersmiddelen

Opdrachtgever: Diverse opdrachtgevers

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider [Anco Hoen](#) (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

## CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

# Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	7
	1.1 Bereikbaarheid steden onder druk	7
	1.2 Kan een fiets/OV-systeem de strijd aan met een autosysteem?	8
	1.3 Aanpak en scope	8
	1.4 Leeswijzer	10
2	Methode	11
	2.1 Modelontwikkeling: vernieuwende aanpak	11
	2.2 Multimodaal netwerk	12
	2.3 Methode 1: Pure reistijd	14
	2.4 Methode 2: Brede bereikbaarheid	14
3	Aanpak	23
	3.1 Ruimtelijke scenario's	24
	3.2 Modeexercities	26
	3.3 Overige effecten	30
4	Resultaten pure reistijd	37
	4.1 Inleiding	37
	4.2 Bereikbaarheidsresultaten Groningen-Assen	38
	4.3 Overige effecten Groningen-Assen	42
	4.4 Bereikbaarheidsresultaten Tilburg	49
	4.5 Overige effecten Tilburg	53
	4.6 Conclusies op basis van pure reistijd	59
5	Resultaten brede bereikbaarheid	61
	5.1 Inleiding	61
	5.2 Resultaten regio Groningen-Assen	62
	5.3 Resultaten regio Tilburg	70
	5.4 Verschillen tussen regio Groningen-Assen en Tilburg	77
	5.5 Overkoepelende conclusies op basis van brede bereikbaarheid	77
6	Beschouwing op methode en resultaten	78
	6.1 Algemene conclusies	78
	6.2 Beschouwing op methode en bredere toepasbaarheid	79
	6.3 Vervolgstappen/nader onderzoek	80
	Referenties	82
A	Impressie oogst werksessies regio's	84

A.1	Groningen Assen	84
A.2	Tilburg	86
B	Voorbeeld voorrangsp plein	87

# Samenvatting

## Is duurzame stedelijke bereikbaarheid gebaat bij meer auto of meer OV en fiets?

Hoe ontwikkelen we het huidige stedelijke mobiliteitssysteem, waarin de auto dominant is, verder op een manier die bereikbaarheid en duurzaamheid verbetert? Is het voor een duurzame en bereikbare stad beter meer investeringen toe te wijzen aan de auto, of aan openbaar vervoer en de fiets? Wat betekent dit voor de bereikbaarheid voor verschillende doelgroepen? Die vragen staan in deze studie centraal. CE Delft en MOVE Mobility hebben om die vragen te beantwoorden een nieuw multimodaal verkeersmodel toegepast.

## Waarom is een nieuwe methode nodig?

De gangbare methoden om verbeteringen in bereikbaarheid te bepalen hebben twee tekortkomingen voor het beantwoorden van onze onderzoeksvraag. Ten eerste rekenen gangbare modellen met één gemiddelde bereikbaarheidsmaat voor alle mensen. Daardoor houden we onvoldoende rekening met de uiteenlopende mogelijkheden van doelgroepen. Denk dan aan mensen zonder rijbewijs of aan mensen met een relatief laag inkomen. Het aantal banen dat voor deze doelgroepen binnen bereik ligt, is vele malen kleiner dan voor de automobilist of voor de hoogopgeleide kenniswerker die van zijn baas een businesskaart krijgt. Met een gemiddelde maat voor bereikbaarheid bestaat het risico dat deze verschillen uit beeld blijven en beleidskeuzes worden gemaakt die niet (voor iedereen) een verbetering opleveren. Dit lossen wij op met een model dat bereikbaarheid voor afzonderlijke doelgroepen in beeld kan brengen.

Een tweede tekortkoming van gangbare methoden is dat reizigers een keuze maken tussen een beperkt aantal modaliteiten, waarbij fietsreistijd naar stations als voor- en natransportmiddel voor de trein vrij grof zijn gemodelleerd. De bereikbaarheidsvoordelen van multimodale ketenverplaatsingen kunnen daarom maar zeer ten dele worden meegenomen. Wij ontwikkelden een multimodaal netwerk dat naast auto-, fiets- en looplinks ook een OV-netwerk en dienstregeling bevat tussen alle halten in Nederland. Met de nieuwe aanpak kunnen zinnigere reisalternatieven van 'deur tot deur verplaatsing' en per doelgroep worden meegenomen. Dit geeft onder meer grip op de voor dit onderzoek belangrijke synergie tussen fiets en OV.

## Vernieuwende aanpak werkt

Met het nieuw ontwikkelde multimodale verkeersmodel is een kwantitatieve vergelijking gemaakt tussen een mobiliteitssysteem dat zich primair richt op het verbeteren van de autobereikbaarheid en een systeem waar nieuwe investeringen primair worden gericht op het verbeteren van de OV- en fietsbereikbaarheid. Deze aanpak blijkt te werken en belangrijke inzichten te geven voor investeringen van overheden in bereikbaarheid.

Met behulp van het model presenteren we twee soorten uitkomsten: (1) pure reistijd en (2) brede bereikbaarheid. De eerste, voor bereikbaarheidsstudies vaak gebruikte methode, gaat uit van de kortst mogelijke reistijd voor de gemiddelde reiziger. De speciaal ontwikkelde tweede methode maakt onderscheid naar verschillende doelgroepen die elk anders worden beïnvloed door reiskosten, reismogelijkheden en voorkeuren.

De vernieuwende aanpak maakt dat deze studie zich grotendeels op onontgonnen terrein begeeft. Voor verschillende elementen in het model waren aannames nodig die niet konden worden onderbouwd met empirische studies, wat wel de voorkeur zou hebben.

Voor veel van de noodzakelijke aannames konden echter goede inschattingen worden gedaan op basis van expert judgement. Deze aannames en de methode zijn in aanvulling daarop getoetst door de wetenschappelijke begeleiders. Ook zijn er veel (meer dan 50) iteratieve modelsimulaties gedaan om te komen tot betrouwbare uitkomsten. Om goede oplossingen te vinden voor de uitdagingen die duurzame stedelijke bereikbaarheid met zich mee brengen, is deze aanpak in onze ogen een grote stap voorwaarts.

Desondanks zijn er een aantal verbeterpunten:

- meer zicht krijgen op mogelijkheden om de bereikbaarheid te verbeteren door de modeluitkomsten te vergelijken met daadwerkelijke veranderingen in verplaatsingen;
- verfijning van de doelgroepenaanpak door enerzijds empirische data over de impact van reistijd, kosten en discomfort op de vervoerwijzekeuze en anderzijds extra en/of meer betekenisvolle doelgroepen te definiëren;
- het in beeld brengen van effecten van meer niet-infrastructurele maatregelen zoals bijvoorbeeld cordonheffingen, een kilometerheffing en parkeerbeleid;
- een systematische gevoeligheidsanalyse om de robuustheid van modeluitkomsten te verifiëren.

## Belangrijkste bevindingen voor de regio's Groningen-Assen en Tilburg

Onderstaande bevindingen zijn alleen geldig voor deze twee regio's en kunnen niet één-op-één vertaald worden naar andere regio's/stedelijke gebieden. De genoemde effecten zijn ordegrrootte schattingen en gemiddelde uitkomsten die voor specifieke situaties anders kunnen uitvallen. Voor concrete investeringsprogramma's in de betreffende regio's zijn nauwkeuriger analyses vereist.

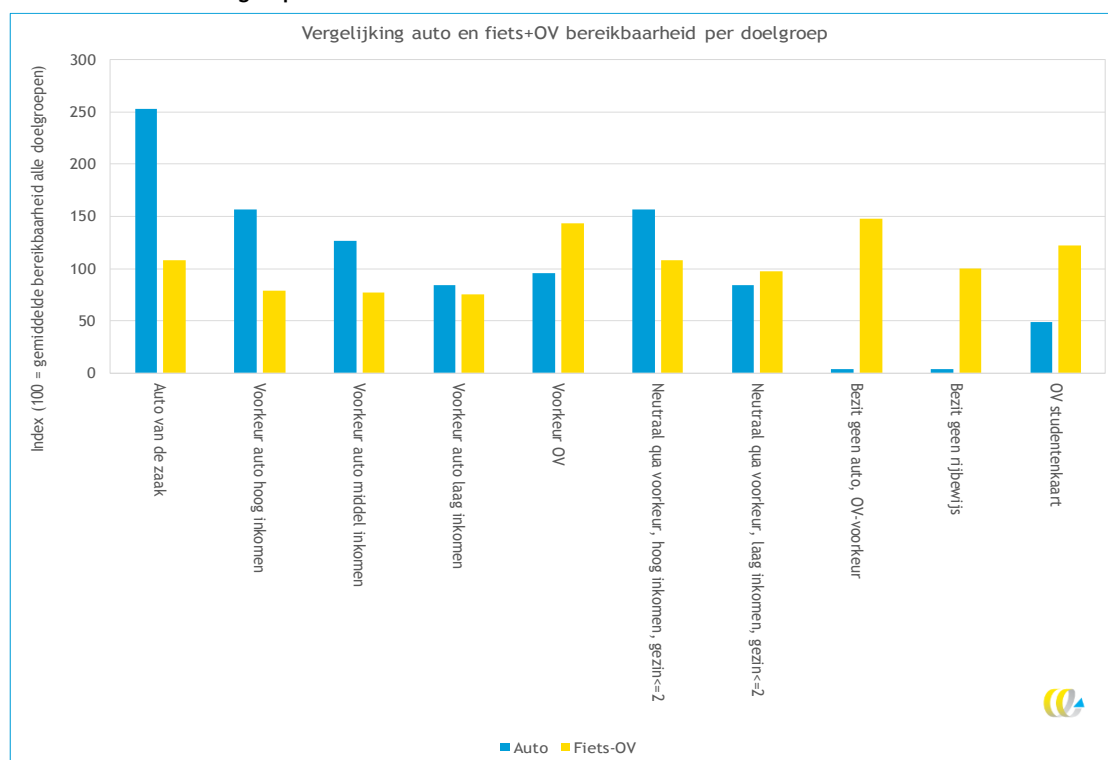
1. De toekomstige autonome verslechtering van de bereikbaarheid per auto kan maar voor een beperkt deel worden gecompenseerd met investeringen in het autonetwerk. Ruwweg maximaal een derde van de verslechtering wordt gecompenseerd door de investeringen die wij veronderstelden. Van grote delen van het autonetwerk in de onderzochte regio's is de maximale capaciteit al bereikt en zijn de mogelijkheden voor het accommoderen van extra vraag zeer beperkt.
2. Investeringen in fiets en OV leiden indirect tot positieve effecten voor automobilisten: meer mensen zullen kiezen voor fiets en/of OV waardoor er ruimte vrijkomt voor automobilisten die geen alternatief hebben of willen gebruiken.
3. Investeringen om de bereikbaarheid te vergroten met OV en fiets hebben aanzienlijk meer effect (gemiddeld een Factor 3 tot 4) dan investeringen in de auto. In alle gevallen is investeren in OV en fiets rendabeler in termen van bereikbaarheid dan investeren in de auto.
4. In de huidige situatie is de autobereikbaarheid op de meeste locaties hoger dan de OV- en fietsbereikbaarheid. Voor OV+fiets investeringen is er nog relatief veel laaghangend fruit te vinden, dat de bereikbaarheid kan vergroten.
5. Relatief kleine OV+fiets investeringen kunnen al tot een grote bereikbaarheidswinst leiden.
6. Waar de OV+fietsbereikbaarheid al relatief goed is, is de absolute verbetering door investeringen kleiner (ruwweg 5% in plaats van 15% betere bereikbaarheid). Ook in die gevallen hebben investeringen in OV en fiets nog steeds meer effect dan investeringen in de auto.
7. Investeren in OV en fiets leidt (in tegenstelling tot investeren in de auto) tot een verbetering van de milieukwaliteit (minder emissies, minder geluid), tot lagere gebruikskosten, minder ruimtebeslag en positieve gezondheidsbaten (door meer fietsen). De CO<sub>2</sub>-emissies nemen met maximaal 5 tot 10% af. De NO<sub>x</sub> en fijnstofemissies met maximaal 4 tot 8%. Investeren in alleen fiets scoort grofweg twee keer beter dan

investeren in OV en fiets tezamen omdat het OV vooralsnog ook uitstoot veroorzaakt. De OV+fietsscenario's zorgen voor een verslechtering van de verkeersveiligheid.

- De effecten van ingrepen in de bereikbaarheid verschillen sterk per doelgroep. Dat geldt zowel voor autobereikbaarheid als OV+fietsbereikbaarheid en met name wanneer naar specifieke deelregio's wordt gekeken.

Deze laatste bevinding illustreren we graag verder aan de hand van Figuur 1. Hierin zien we voor tien doelgroepen (van de in totaal 25 doelgroepen die het model rijk is) de potentiële bereikbaarheid. De figuur laat overduidelijk zien dat er grote verschillen zijn in de bereikbaarheid van doelgroepen. Dit betekent dat ingrepen om de autobereikbaarheid en de OV+fietsbereikbaarheid te veranderen in het model tot zeer verschillende uitkomsten per doelgroep leidt. De figuur illustreert daarmee dat het bij het kijken naar duurzame stedelijke bereikbaarheid van belang is om rekening te houden met verschillen per doelgroep.

**Figuur 1 - Illustratie van het verschil in auto- en OV+fiets voor bereikbaarheid en OV+fietsbereikbaarheid voor tien verschillende doelgroepen**



Het zichtbaar maken van doelgroepen maakt het beleidsmakers mogelijk beter verschillende belangen tegen elkaar af te wegen. Dit kan leiden tot betere besluitvorming omdat antwoord gegeven kan worden op de volgende vragen:

- Wie (welke doelgroep) heeft/krijgt nu werkelijk een bereikbaarheidsprobleem?
- Welke onderdelen van de ritketens zijn de belangrijkste (toekomstige) knelpunten in de deur tot deur verplaatsingen?
- Hoe pakken beleidsopties uit voor specifieke doelgroepen?

Wij moedigen meer partijen en (deel)regio's aan te onderzoeken hoe de methode voor hun kan werken en wat de voordelen er van zijn voor beleidsafwegingen op het domein van duurzame stedelijke bereikbaarheid.

# 1 Inleiding

## 1.1 Bereikbaarheid steden onder druk

De bereikbaarheid van steden en stedelijke regio's is een belangrijk en actueel thema. De bevolkingsgroei, het toenemend autobezit, de trek naar de stad, de digitalisering van de samenleving waarbij bestellingen via internet steeds meer 'just-in-time' aan de deur worden bezorgd, het zijn stuk voor stuk ontwikkelingen die steden drukker maken en de bereikbaarheid van, naar en binnen steden onder druk zetten. Het verbeteren van die bereikbaarheid is een complex vraagstuk dat raakt aan veel verschillende beleidsterreinen waaronder woningmarktbeleid, arbeidsmarktbeleid, ruimtelijke ordening en mobiliteitsbeleid. Het milieu- en klimaatbeleid voegt daar nog een dimensie aan toe. Met name langs drukke wegen in steden is de luchtvervuiling nog ver boven de advieswaarden die de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) hanteert. Het Parijsakkoord betekent dat steden ook een omslag moeten maken naar een mobiliteits-systeem dat nauwelijks CO<sub>2</sub>-uitstoot veroorzaakt.

In de studie Kansrijk Mobiliteitsbeleid van het Centraal Planbureau en het Planbureau voor de Leefomgeving wordt er het volgende over gezegd (PBL, 2016):

*'Hoewel een groot deel van de kilometers wordt afgelegd via de autosnelwegen en de intercity's tussen de steden, wordt ook veel reistijd doorgebracht in de stedelijke omgeving, in de auto, het openbaar vervoer of op de fiets. Het oplossen van mobiliteitsknelpunten in de stedelijke omgeving kan daarom relatief hoge maatschappelijke baten hebben. Tegelijkertijd is uitbreiding van het transportnetwerk in de stad vaak lastig; daar is bijvoorbeeld de ruimte niet voor, of de inpassingskosten zijn relatief hoog. Bovendien hebben in de stad al snel veel mensen last van externe effecten, zoals geluidsoverlast en luchtverontreiniging. Het oplossen van bereikbaarheidsknelpunten in de stedelijke omgeving vraagt daarom vaak om een combinatie van maatregelen. Zo kan verkeersoverlast in de binnenstad verminderen door die autoluwte maken, maar tegelijkertijd moet de bereikbaarheid op een andere manier worden gewaarborgd, bijvoorbeeld door extra openbaar vervoer en/of verbeterde fietsvoorzieningen. Naast de effecten van de afzonderlijke maatregelen, moet dus ook worden gekeken naar de combinatie ervan.'*

Dit roept de vraag op of het huidige stedelijke mobiliteitssysteem waarin de auto dominant is wel past bij de duurzame en bereikbare stad van de toekomst. Technologie die de uitstoot van voertuigen tot nagenoeg nul kan terugbrengen zal een belangrijke rol kunnen vervullen bij het verduurzamen van stedelijk mobiliteit. Tegelijkertijd is technologie geen panacee. Uiteindelijk zullen in ons huidige autogerichte systeem alle nul-emissievoertuigen nog steeds de stad inrijden wat bij een groeiende mobiliteit en verstedelijking de bereikbaarheid onder druk zet en veel extra ruimte en investeringen vergt in steden. Ook zijn er in een autogericht systeem veel (extra) parkeerplaatsen nodig en zal de leefbaarheid verder onder druk komen te staan.



## 1.2 Kan een fiets/OV-systeem de strijd aan met een autosysteem?

Er zijn alternatieven denkbaar voor een stad waarin de auto dominant is in het mobiliteits-systeem, bijvoorbeeld een stad waarin het OV en de fiets veel meer ruimte krijgen dan nu. De collectiviteit van het OV maakt dat de milieudruk per reizigerskilometer relatief laag is. Ook is het ruimtebeslag van OV kleiner, vooral ook door de vele parkeerplaatsen die auto's nodig hebben. De fiets is een zeer flexibel, gezond en zero-emissie vervoermiddel waarmee in de meeste Nederlandse steden vrijwel alle voorzieningen binnen 20 minuten bereikt kunnen worden.

Zo gezien heeft een OV+fietsstelsel kenmerken die mogelijk goed kunnen concurreren met een autosysteem. De vraag is echter in hoeverre een OV+fietsstelsel ook daadwerkelijk de strijd aankan met een autosysteem. In deze studie hebben we een serieuze poging gewaagd om een kwantitatieve vergelijking te maken tussen een stelsel dat zich primair richt op het verbeteren van de autobereikbaarheid en een stelsel waar nieuwe investeringen primair worden gericht op het verbeteren van de OV- en fietsbereikbaarheid.

## 1.3 Aanpak en scope

Om een kwantitatieve vergelijking te maken tussen een stelsel dat zich primair richt op autobereikbaarheid en een stelsel waar nieuwe investeringen primair worden gericht op het verbeteren van de OV- en fietsbereikbaarheid is voor een nieuwe geavanceerde model-aanpak gekozen die verder kijkt dan bereikbaarheid in termen van reistijd en/of kosten. Zo houden we onder meer rekening met de waardering van gebruikers voor verschillende reisalternatieven en maken we onderscheid tussen verschillende doelgroepen waarvoor die waardering verschilt (zie Tekstkader 1).

### Tekstkader 1 - Waarom een nieuwe methode?

De gangbare methoden om verbeteringen in bereikbaarheid te bepalen hebben twee tekortkomingen voor het beantwoorden van onze onderzoeksvraag. Ten eerste rekenen gangbare modellen met één gemiddelde bereikbaarheidsmaat voor alle mensen. Daardoor houden we onvoldoende rekening met de uiteenlopende mogelijkheden van doelgroepen. Neem als bijvoorbeeld mensen zonder rijbewijs of mensen met een relatief laag inkomen. Het aantal banen dat voor deze doelgroepen binnen bereik ligt, is vele malen kleiner dan voor de automobilist of voor de hoogopgeleide kenniswerker die van zijn baas een businesskaart krijgt. Met een gemiddelde reistijd bestaat het risico dat deze verschillen uit beeld blijven en beleidskeuzes worden gemaakt die niet (voor iedereen) een verbetering opleveren. Dit lossen wij op met een model dat bereikbaarheid voor afzonderlijke doelgroepen in beeld kan brengen.

Een tweede tekortkoming van gangbare methoden is dat reizigers een keuze maken tussen een beperkt aantal modaliteiten, waarbij fietsreistijd naar stations als voor- en natransportmiddel voor de trein vrij grof zijn gemodelleerd. De bereikbaarheidsvoordelen van multimodale ketenverplaatsingen kunnen daarom maar zeer ten dele worden meegenomen. Wij ontwikkelden een multimodaal netwerk dat naast auto-, fiets- en looplinks ook een OV-netwerk en dienstregeling bevat tussen alle haltes in Nederland. Een belangrijke stap is dat in deze aanpak een reiziger onderweg 'overstapmogelijkheden' tegenkomt om de auto te kunnen laten staan en verder te reizen met fiets of OV. Hij kan verderop niet opnieuw overstappen, uiteraard niet in zijn eigen auto, maar wel in taxi of deelauto. Deze aanpak is innovatief en betekent dat zinnigere reisalternatieven van 'deur tot deur' en per doelgroep kunnen worden meegenomen. De aanpak geeft bovendien grip op de voor dit onderzoek belangrijke synergie tussen fiets en OV.

Of iemand bereid is om over te stappen is opnieuw een kenmerk dat verschilt per doelgroep en heeft onder anderen te maken met inkomen en attitude (de aanvaarding of beleving van discomfort). Maar de wens en

mogelijkheid om over te stappen hangt ook af van de vraag of iemand 'gratis' kan reizen met het OV of 'gratis' kan parkeren omdat zijn werkgever de kosten vergoed of een parkeerplaats heeft 'geregeld'. Hier zien we dat beide verbeterlagen (de doelgroepenpak en het multimodale netwerk inclusief ketenverplaatsingen) onderling afhankelijk zijn en gecombineerd een geavanceerdere kijk op de bereikbaarheid van personen toestaan.

Samengevat, met de nieuwe methode brengen we het 'bereik' in beeld van een groot aantal doelgroepen met elk hun eigen kenmerken en mobiliteitsbudgetten en voorkeuren ten aanzien van de modaliteit(en) die zij prefereren in hun ketenverplaatsing. Ofwel, we kunnen dichter gaan zitten op de afwegingen en mogelijkheden van reizigers met elk hun eigen kenmerken.

In het onderzoek hebben we ons gericht op twee typische Nederlandse middelgrote stedelijke regio's: Groningen/Assen en Tilburg (zie Tekstkader 2). Samen met die regio's is bekeken welke soort ingrepen voor auto dan wel fiets+OV denkbaar zijn. Daarbij is ook gekeken naar forse, mogelijk nu nog controversiële, ingrepen zoals lightrailssystemen, maar ook oplossingen gericht op vrije doorstroming op asfalt, groot- of kleinschalig vervoer, comfortabele (snel)fietsroutes, etc.

Voor een goede vergelijking is het nodig de systemen naast bereikbaarheid te vergelijken op een reeks van betekenisvolle indicatoren zoals de benodigde infrastructuurinvesteringen, onderhouds- en exploitatiekosten, voertuig- en brandstofkosten, milieudruk (uitstoot van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en fijnstof), geluidbelasting, verkeersveiligheid, gezondheid en ruimtebeslag.

In deze studie hebben we ons beperkt tot personenvervoer. Goederenvervoer en stedelijke distributie vallen dus buiten de scope. Verder is er in het onderzoek geen aandacht besteed aan de wijze waarop mensen ertoe kunnen worden gebracht om over te stappen naar een alternatief vervoerssysteem. Anders gezegd, de (beleids)prikkels die nodig zijn om gebruikers te verleiden in plaats van de auto het OV of de fiets te gebruiken is geen onderwerp van onderzoek. Tot slot zijn uitsluitend 'eindbeelden' vergeleken. Dat houdt in dat het pad of de transitie om te komen tot een dominant auto- dan wel dominant fiets+OV-systeem niet is uitgewerkt.

De kwantitatieve analyse die we in deze studie hebben uitgevoerd is tot op heden nog niet eerder op een systematische wijze uitgevoerd. We hopen dat deze studie een aanzet zal zijn om discussies over stedelijke bereikbaarheid en de overgang naar duurzame stedelijke mobiliteit scherper te kunnen voeren. Een afgeleid doel van het onderzoek is om niet alleen voor de twee case-steden een uitspraak te kunnen doen over de mate waarin de twee systemen met elkaar kunnen concurreren, maar ook om bouwstenen te geven voor andere steden die een vergelijkbare analyse willen uitvoeren.

#### Tekstkader 2 - De twee cases Groningen-Assen en Tilburg

In deze studie berekenen we de bereikbaarheidseffecten van verschillende infrastructurele ingrepen voor twee regio's, de regio Groningen-Assen en de regio Tilburg. Deze steden zijn geselecteerd omdat ze interesse hebben getoond en de schaal goed paste bij het onderzoek. Grotere steden (bijvoorbeeld G4) hebben ten opzichte van andere steden een zeer goed functionerend OV-systeem, en waren om die reden in onze ogen niet representatief voor de gemiddelde Nederlandse stad.

Beide regio's zijn betrokken geweest bij de uitwerking van de verschillende (investerings)scenario's die in deze studie zijn onderzocht. Daarbij is hun gevraagd om 'out of the box' te denken omdat we met deze studie primair de 'hoeken van het speelveld' wilden laten zien en niet per se realistische investerings scenario's wilden maken. Dit laatst is met de ontwikkelde onderzoeksmethode en het modelinstrumentarium overigens wel mogelijk.

## 1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 van dit rapport gaan we in op de methoden die zijn toegepast voor het onderzoek. We gaan in op de definitie van bereikbaarheid en de wijze waarop dit in de modellering is geoperationaliseerd. We lichten de twee gebruikte methodes, *pure reistijd* en *brede bereikbaarheid*, toe en leggen uit waarom we beide methodes hanteren in dit onderzoek.

Hoofdstuk 3 geeft inzicht in de aanpak van het onderzoek, waarin de stappen die we doorlopen hebben om tot de eindresultaten te komen doornemen. We staan stil bij de gehanteerde ruimtelijke scenario's en de modeexercities. In Hoofdstuk 3 verdiepen we ons ook in de gehanteerde indicatoren voor overige (niet-bereikbaarheid) effecten.

In Hoofdstuk 4 presenteren we de resultaten met de *pure reistijd* methode. De resultaten volgens de *brede bereikbaarheid* methode zijn opgenomen in Hoofdstuk 5.

Hoofdstuk 6 rondt af met de belangrijkste conclusies, een beschouwing op de uitkomsten en enkele aanbevelingen.

## 2 Methode

Dit hoofdstuk beschrijft de methode die is toegepast voor het onderzoek. Het gaat daarbij om de wijze waarop bereikbaarheid is gedefinieerd en de wijze waarop dit in modelvorm is geoperationaliseerd. We merken hierbij vast op dat de beschrijving niet volledig recht doet aan de complexiteit van de modelontwikkeling en de uitgevoerde modelexercities. Het doel van dit hoofdstuk is om de lezer mee te nemen in de belangrijkste keuzes die zijn gemaakt en de relevantie van die keuzes voor het type onderzoek dat we hebben uitgevoerd.

### 2.1 Modelontwikkeling: vernieuwende aanpak

De centrale indicator waarmee we in dit onderzoek beide systemen met elkaar vergelijken is het aantal bereikbare arbeidsplaatsen en inwoners. Om de impact op deze bereikbaarheidsindicator te meten zijn voor dit onderzoek uitbreidingen gedaan op het bestaande verkeersmodel de Mobiliteitsscan<sup>1</sup>. De uitbreidingen stellen ons in staat om de (veranderingen in) bereikbaarheid op twee fundamenteel verschillende manieren te bepalen. Het schema in Figuur 2 verduidelijkt dit.

De basis van alle analyses is het multimodale netwerk. Het gebruik van dit netwerk is een verbetering ten opzichte van meer gangbare verkeersmodellen omdat er een groter aantal reisalternatieven mee kan worden gesimuleerd. In Paragraaf 2.2 lichten we dit nader toe.

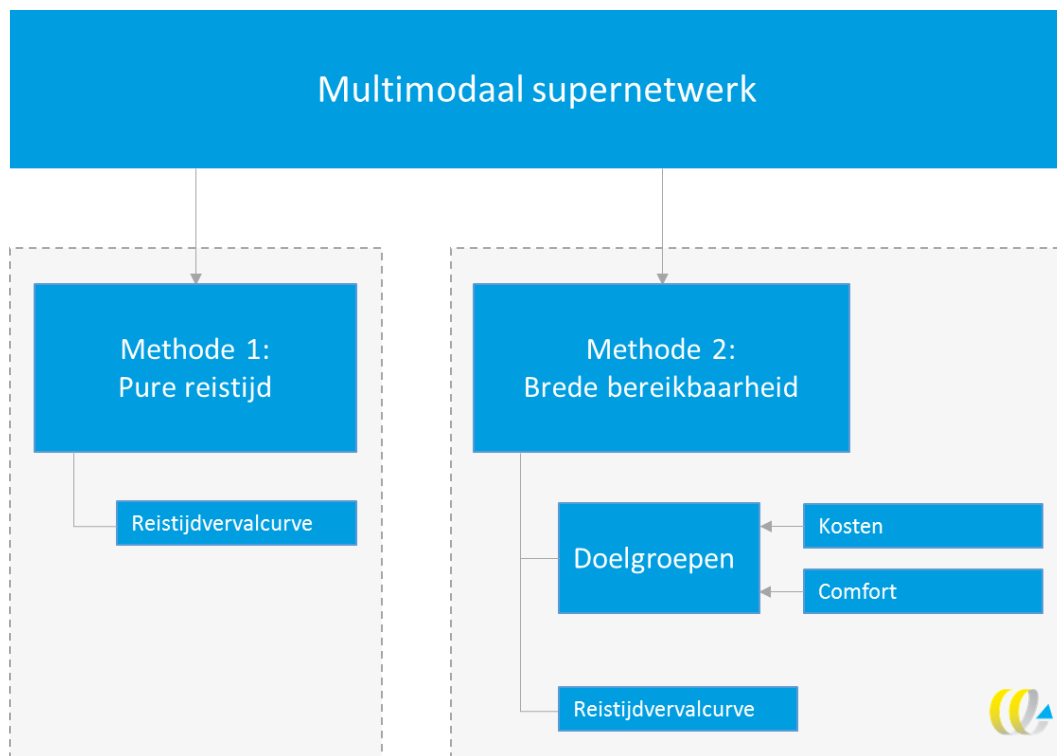
Vervolgens passen we twee methoden toe waarmee we de (veranderingen in) bereikbaarheid bepalen. Methode 1 is de meeste gangbare methode die in de meeste verkeersmodellen wordt toegepast. Hier wordt uitgegaan van 'pure reistijd' waarbij voor het meten van bereikbaarheid wordt gekozen voor 'potentiële bereikbaarheid' in combinatie met een reistijdvervalcurve. In Paragraaf 2.3 lichten we dit nader toe.

Methode 2 gaat uit van een breder bereikbaarheidsbegrip. Hierin maken we onderscheid naar verschillende doelgroepen omdat bereikbaarheid niet voor iedereen hetzelfde is of door iedereen hetzelfde wordt gewaardeerd. Bij Methode 2 is het daarom nodig om de reistijd van schakels van het multimodale netwerk aan te vullen met kenmerken waar doelgroepen gevoelig voor zijn. In onze systematiek zijn dat kosten en discomfort. In Methode 2 is ook de reistijdvervalcurve toegepast. Methode 2 wordt nader toegelicht in Paragraaf 2.4.

---

<sup>1</sup> [Platform Beter Benutten : Mobiliteitsscan](#)

Figuur 2 - schematische weergave van gebruikte methoden en kenmerken



De gekozen aanpak (en met name die in Methode 2) is nieuw en vooruitstrevend. Dat betekent enerzijds dat we veelbelovende en interessante nieuwe inzichten hebben opgedaan. Het betekent anderzijds dat het onderzoek en de in dit rapport beschreven resultaten een hoog 'greenfield' karakter hebben. De gekozen aanpak is bovendien zo veelomvattend dat voor diverse aspecten van het onderzoek aannames moesten worden gedaan die nog niet getoetst konden worden aan bestaande (wetenschappelijke) inzichten. De uitkomsten van dit onderzoek en daarop gebaseerde conclusies zullen ongetwijfeld voer voor discussie zijn, maar dit juichen wij ten zeerste toe. Deze discussie kan en zal helpen om de methode verder aan te scherpen en de waarde van toekomstige analyses te vergroten.

## 2.2 Multimodaal netwerk

In traditionele multimodale verkeersmodellen wordt ervan uitgegaan dat reizigers een keuze maken tussen een beperkt aantal modaliteiten (bijvoorbeeld auto, ov en fiets) en dat de keuze voor de modaliteit wordt bepaald door het reisalternatief met de kortste reistijd of de laagste kosten. Een beperking hiervan is dat het mogelijk is om bij één verplaatsing van A naar B-gebruik te maken van meerdere modaliteiten. Een treinreis wordt dikwijls voorafgegaan door een fietsrit naar het station, maar ook autoritten kunnen tegenwoordig op veel plekken gecombineerd worden met openbaar vervoer of fiets wanneer gebruik wordt gemaakt van een Park and Ride buiten het centrum van de stad. Om deze keuzemogelijkheid voor multimodale verplaatsingen mee te kunnen nemen werken wij met een 'multimodaal netwerk' dat naast auto-, fiets- en looplinks ook een OV-netwerk en dienstregeling bevat tussen alle halten in Nederland.



Voor openbaar vervoer speelt de weerstand door overstappen een belangrijke rol in het multimodale verplaatsingspatroon. We werken daarom met een ‘schedule based’ netwerk wat wil zeggen dat er is gewerkt met daadwerkelijke dienstregelingen. We bepalen dus de OV-reistijd volgens de dienstregeling inclusief overstaptijd tussen alle ov-haltes onderling. Dit doen we niet één keer maar voor elke minuut van het uur. De effectieve reistijd tussen twee haltes is dan het gemiddelde van alle minuten, waarbij wachtminuten op de beginhalte van meer dan 10 minuten voor de helft meetellen (omdat mensen erop anticiperen door bij voorkeur rond de vertrektijden te komen). Voor overstappen binnen de OV-reis geldt een extra penalty.

Er zijn een aantal restricties toegevoegd om implausibele uitkomsten te voorkomen. Denk bijvoorbeeld aan iemand die het eerste deel van een reis met de trein zou maken, dan een stuk met de auto en dan verder met de trein. Aanvankelijk was het de bedoeling om aanvullend op natransport per OV (P+R) of per fiets (P+Fiets), ook de auto als natransportmiddel mee te nemen in de analyse. Dit bleek echter te leiden tot onacceptabele rekentijden (omdat onbekend is waar in de toekomst opstappunten zijn voor auto's als natransportmiddel). Daarom is natransport voor de auto geen onderdeel van de aanpak.

Een belangrijk bijkomend voordeel van het multimodale netwerk is dat we grip krijgen op de synergie tussen fiets en OV. Het combineren van deze twee modaliteiten en het beter op elkaar afstemmen van het OV en fietsaanbod levert mogelijk een grotere positieve bijdrage aan de bereikbaarheid dan de afzonderlijke verbeteringen per modaliteit. We zien nu bijvoorbeeld vaker dan in traditionele modellen dat reizigers een voorstadhalte nemen om de reis te vervolgen met de fiets.

Een ander belangrijk aspect van het werken met multimodale ketens (en een netwerk dat dit faciliteert) is dat werkelijke reisalternatieven niet dichotoom zijn. Daarmee bedoelen we dat een keuzealternatief met de auto niet altijd en door iedereen zal worden gekozen. Tabel 1 geeft een zestal verschillende hypothetische reisalternatieven op één herkomst-bestemmingsrelatie. Alle zes alternatieven hebben grote verschillen ten aanzien van kosten en reistijden. Als alleen reistijd doorslaggevend zou zijn zou iedereen voor Alternatief 1 kiezen. Wanneer kosten doorslaggevend zouden zijn zou iedereen kiezen voor Alternatief 3. De kern van dit betoog is echter dat in werkelijkheid alle zes alternatieven zullen worden gekozen. Sommige mensen hebben bijvoorbeeld geen zin om een druk centrum in te rijden met de auto en daar ook nog eens duur te moeten parkeren en nemen de 21 minuten lagere reistijd voor lief door gebruik te maken van een P&R. Er zullen ook mensen zijn die überhaupt niet met de auto naar een stadscentrum willen en de voorkeur geven aan de trein. We zien hier dat persoonlijke voorkeuren het reisalternatief kunnen bepalen. Dit aspect is onderdeel van Methode 2 en bespreken we in Paragraaf 2.4 waar we de doelgroepenaanpak toelichten. Het is echter van belang het hier ook te noemen omdat het multimodale netwerk ons in staat stelt meerdere multimodale verplaatsingen op één herkomstbestemmingsrelatie tegelijkertijd te kunnen doorrekenen.

Tabel 1 - Illustratie van verschillen in kosten en reistijd binnen dezelfde modaliteit (auto of OV+fiets) voor dezelfde herkomst-bestemmingsrelatie

Systeem	Keuzealternatief	Reistijd
 Auto	1. Met de auto tot voor de deur, parkeren € 26	24 minuten
	2. Met de auto tot woonwijk (gratis parkeren), € 13	55 minuten
	3. Met de auto naar P&R, tram naar bestemming € 6	45 minuten
 OV+fiets	4. Fietsen naar station, trein € 12	28 minuten
	5. Bus naar station, trein € 14,80	41 minuten
	6. Bus naar eindbestemming (geen overstap) € 8,40	64 minuten

## 2.3 Methode 1: Pure reistijd

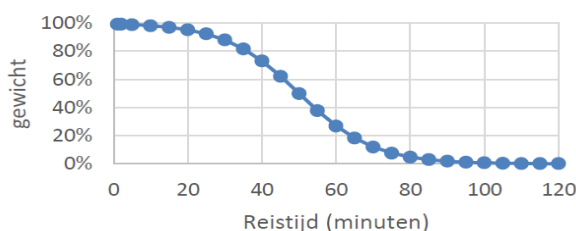
Om de bereikbaarheid in een context van duurzame verstedelijking te meten kiezen wij voor 'potentiële bereikbaarheid'. Het argument daarbij is dat het geen basisbehoefte is om je met zo hoog mogelijke snelheid te verplaatsen, maar om binnen acceptabele tijd voldoende (variëteit aan) bestemmingen te kunnen bereiken.

De standaarddefinitie van de potentiële bereikbaarheid van een plek is het aantal bestemmingen (in ons geval gemeten in aantallen arbeidsplaatsen en inwoners) dat binnen een 'acceptabele' reistijd kan worden bereikt. Wat 'acceptabel' is kan overigens niet eenduidig objectief worden vastgesteld. Het is mogelijk om een vaste waarde te nemen (bijvoorbeeld 30 minuten). Dit heeft echter het nadeel dat een reisalternatief dat één minuut langzamer is dan deze 30 minuten nooit zal worden gekozen in de modelsimulatie. Ook zou het ertoe leiden dat een verbetering van reistijd (door bijvoorbeeld het uitbreiden van de busdienstregeling op een verbinding) van 33 naar 30 minuten, in het model geen enkel effect zal hebben maar een verbetering van 30 naar 29 minuten wel. Dit is niet erg realistisch.

Het is beter om een reistijdvervalscurve te gebruiken om dergelijke grenseffecten te voorkomen. Hierdoor tellen bestemmingen met een korte reistijd relatief zwaarder mee dan bestemmingen met een langere reistijd.

Met een reistijdvervalscurve wordt de aantrekkelijkheid van bestemmingen maar voor een bepaald percentage meegenomen, afhankelijk van de afstand, verplaatsingsweerstand of reistijd. De curve in Figuur 3 geeft bijvoorbeeld aan dat bestemmingen tot 20 minuten reistijd bijna volledig worden meegenomen, terwijl bestemmingen op 50 minuten reistijd nog maar voor de helft en op 80 minuten reistijd alleen 5% van de bestemmingen daar meetellen tot de potentiële bereikbaarheid. Anders gezegd, de bereidheid tot het maken van een reis neemt snel af wanneer een dagelijkse reis langer duurt dan 30 minuten.

Figuur 3 - Voorbeeld van een reistijdvervalscurve



## 2.4 Methode 2: Brede bereikbaarheid

Potentiële bereikbaarheid zoals we die operationaliseren in Methode 1 wordt al tientallen jaren gebruikt in de praktijk bij bijvoorbeeld MIRT onderzoeken en capaciteitsverkenningen. Het heeft echter twee belangrijke beperkingen:

1. Er bestaat niet zoiets als een objectieve reistijd tussen A en B. Op de meeste relaties bestaan verschillende routes, vervoerwijzen en multimodale reisalternatieven. Als tien mensen dezelfde verplaatsing maken kunnen er in beginsel ook tien verschillende reistijden gemeten worden.
2. De focus op alleen reistijd verdoezelt dat er ook andere belangrijke weerstanden zijn voor een verplaatsing. Denk bijvoorbeeld aan privé-kosten (kosten die niet door een werkgever worden vergoed), gebrek aan comfort, aan sociale veiligheid, aan onbetrouwbaarheid van de vervoerwijze en aan persoonlijke voorkeuren.

Deze punten kwamen al langs in Paragraaf 2.2. Aan de hand van Tabel 1 illustreerden we dat er vaak meerdere (uni- dan wel multimodale) manieren zijn om van A naar B te komen en dat er niet één manier is die uitsluitend wordt gebruikt omdat de reistijd of de kosten daarvan het laagst zijn. Alle zes reisalternatieven in Tabel 1 zijn realistisch in de zin dat er mensen bestaan die ze subjectief als de meest gunstige beschouwen en ook daadwerkelijk gebruiken. Sommigen zijn kostengevoelig en kiezen de goedkoopste reis, anderen willen graag zo snel mogelijk op hun bestemming zijn en weer anderen willen de lange fietsrit naar het station voorkomen of juist graag maken.

Het is op grond hiervan nauwelijks mogelijk een geaggregeerde reistijd te bepalen voor auto of openbaar vervoer. Immers, het gebruiken van het alternatief met de kortste reistijd als maat voor bereikbaarheid valt af: niet iedereen is bereid of in staat 26 euro te betalen voor parkeren. Ook het gemiddelde is een slechte maat: die is in Tabel 1 nu 44 minuten voor openbaar vervoer. Stel dat de buslijn wordt geschrapt, dan zou het gemiddelde rekenkundig naar 34 minuten gaan. Dit impliceert een verbetering van de bereikbaarheid door minder alternatieven. Echter, voor hen die nu de bus nemen leidt dit natuurlijk tot een verslechtering van de bereikbaarheid. En voor hen die de bus niet gebruikten verandert er niets.

Bovenstaande voorbeelden illustreren de behoefte aan een breder bereikbaarheidsbegrip. Om daar invulling aan te geven kiezen wij ervoor om de potentiële bereikbaarheid uit te breiden met doelgroepen. Per doelgroep veronderstellen wij bepaalde voorkeuren en bepalen op basis daarvan separaat de 'beste' reisalternatieven. De potentiële bereikbaarheid van een gebied is dan de naar het aandeel van deze doelgroep in de totale bevolking gewogen gemiddelde (of als het om bestemmingen gaat van de bezoekers). In de volgende drie paragrafen lichten we toe hoe onze doelgroepenpak werkt en is geoperationaliseerd.

### 2.4.1 Doelgroepen

De reiskeuzemogelijkheden van een individu worden beïnvloed door diverse factoren (Kalter, et al., 2015):

- **huishoud- en persoonskenmerken**, zoals huishoudgrootte, auto-/rijbewijsbezit, inkomen, leeftijd, geslacht en opleidingsniveau;
- **attitudes en voorkeuren**, zoals de houding ten opzichte van de auto, milieubewustzijn en persoonlijke voorkeuren;
- **ruimtelijke kenmerken van de infrastructuur en omgeving**, ook wel omschreven als de 5 D's: 'density', 'diversity', 'design', 'distance to public transport' en 'destination accessibility';
- **verplaatsingskenmerken**, zoals afstand, reistijd, reiskosten en het reismotief (woonwerk, zakelijk, recreatief, etc.);
- **ICT-gebruik**, door toenemend ICT-gebruik kan de reistijd efficiënter benut worden.

Het opdelen van de totale populatie in een discreet aantal doelgroepen op basis van bovenstaande factoren kan vanzelfsprekend op heel veel verschillende manieren. In de zoektocht naar een zinvolle indeling in doelgroepen is gekeken naar:

- een aantal doelgroepen dat nog handzaam was voor modelontwikkeling en -simulaties;
- de beschikbaarheid van gegevens over de omvang van de doelgroepen.

Er is tijdens de uitvoering van het onderzoek geëxperimenteerd met verschillende doelgroepenindelingen. Gegevens over de omvang van de doelgroepen zijn ontleend aan het OViN (CBS, Lopend). Een voorlopige doelgroepenindeling en de wijze waarop we deze in het onderzoek wilden betrekken is voorgelegd aan de wetenschappers die onderdeel uitmaakten



van de begeleidingsgroep waarna verder aanpassingen zijn gedaan. Uiteindelijk is gekozen voor in totaal 25 doelgroepen.

In Figuur 4 en Figuur 5 is schematisch weergegeven hoe de totale populatie in verschillende stappen in (sub)doelgroepen is opgedeeld. Allereerst is de totale populatie opgedeeld in:

1. Personen die primair zakelijke verplaatsingen maken.
2. Personen die primair niet-zakelijke (of overige) soorten verplaatsingen maken.
3. OV-studentenkaarthouders.

Vervolgens zijn op basis van analyses met het OViN binnen Groep 1 en 2 onderverdelingen gemaakt op basis van:

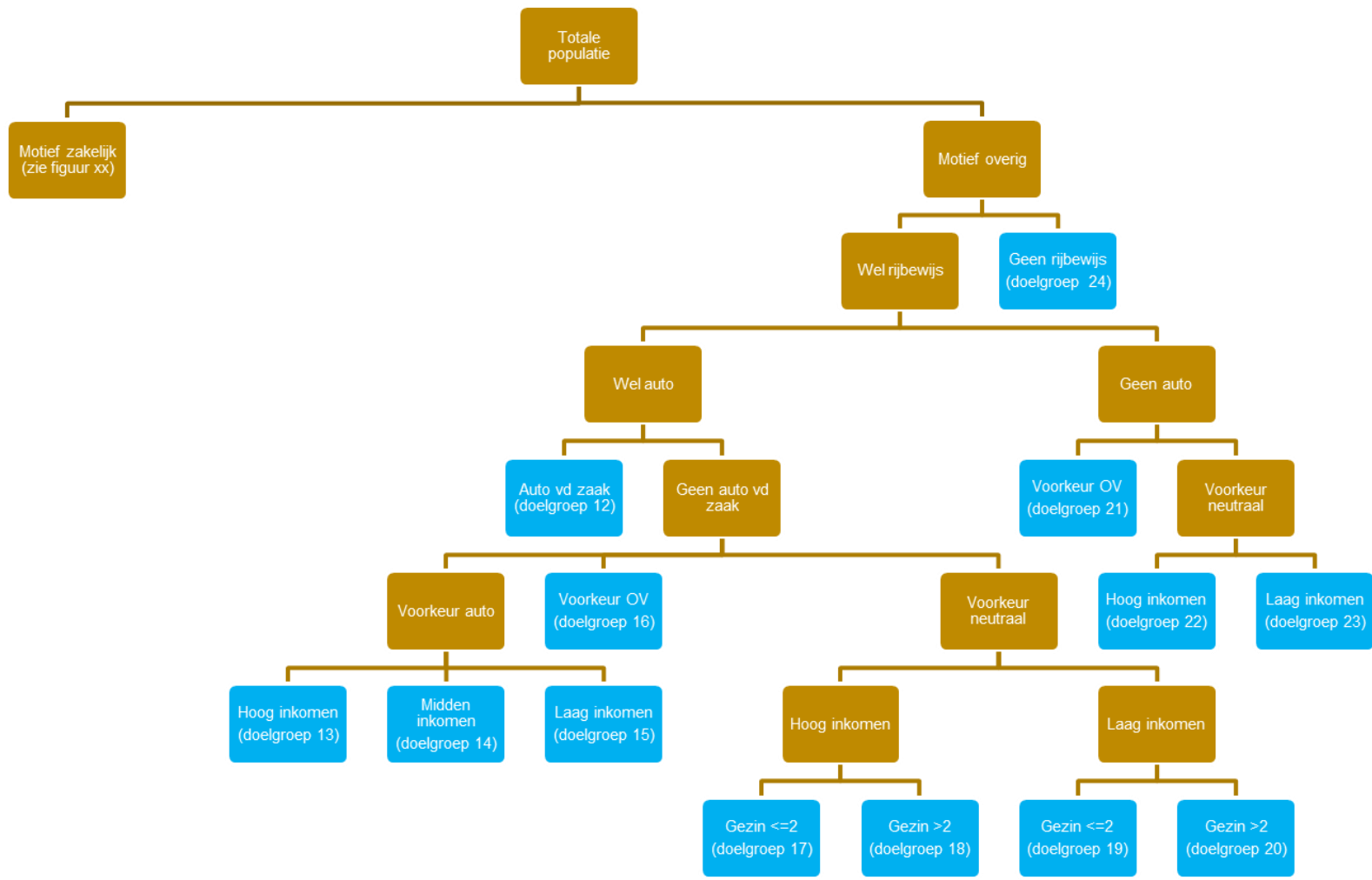
- wel of geen auto van de zaak;
- inkomen;
- wel of geen voorkeur voor OV of auto;
- wel of geen autobezit;
- wel of geen rijbewijs;
- gezinsomvang.

Tabel 2 geeft weer wat volgens het OViN het aandeel van de 25 doelgroepen is in het totaal aantal verplaatsingen in Nederland.

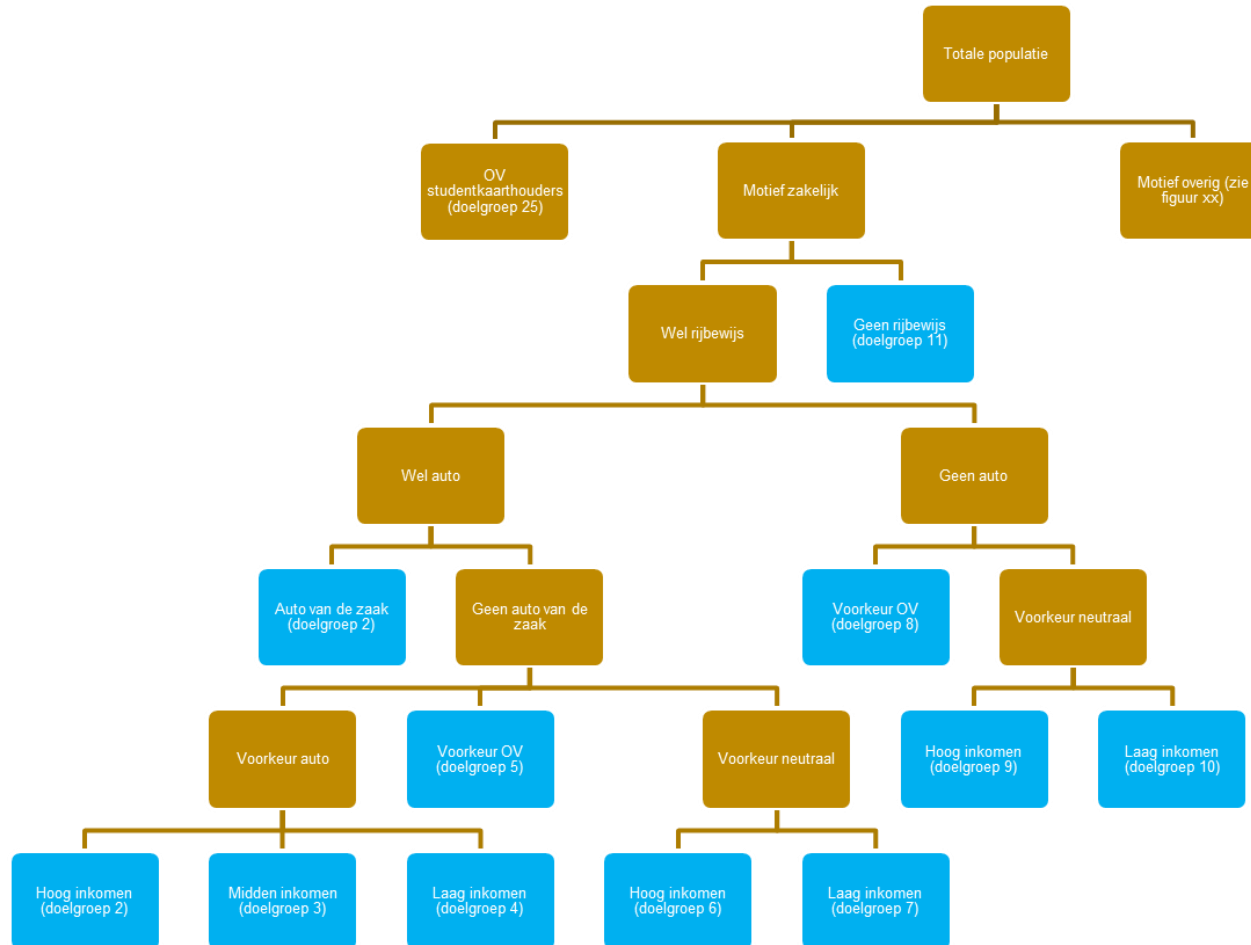
Tabel 2 - Aandeel van de doelgroepen in totaal aantal verplaatsingen

Nr.	Motief	Doelgroep	Aandeel in totaal aantal verplaatsingen
1	Zakelijk	Auto van de zaak	2,8%
2		Voorkeur auto hoog inkomen	3,6%
3		Voorkeur auto middel inkomen	2,2%
4		Voorkeur auto laag inkomen	1,2%
5		Voorkeur OV	1,2%
6		Neutraal qua voorkeur, hoog inkomen	4,2%
7		Neutraal qua voorkeur, laag inkomen	3,3%
8		Bezit geen auto, OV-voorkeur	2,5%
9		Bezit geen auto, voorkeur neutraal, hoog inkomen	1,9%
10		Bezit geen auto, voorkeur neutraal, laag inkomen	1,9%
11		Bezit geen rijbewijs	1,1%
		<b>Subtotaal</b>	<b>25,9%</b>
12	Overig	Auto van de zaak	4,0%
13		Voorkeur auto hoog inkomen	14,1%
14		Voorkeur auto middel inkomen	9,1%
15		Voorkeur auto laag inkomen	6,2%
16		Voorkeur OV	2,9%
17		Neutraal qua voorkeur, hoog inkomen, gezin < = 2	7,4%
18		Neutraal qua voorkeur, hoog inkomen, gezin > 2	6,1%
19		Neutraal qua voorkeur, laag inkomen, gezin < = 2	4,8%
20		Neutraal qua voorkeur, laag inkomen, gezin > 2	3,7%
21		Bezit geen auto, OV voorkeur	2,6%
22		Bezit geen auto, voorkeur neutraal, hoog inkomen	0,6%
23		Bezit geen auto, voorkeur neutraal, laag inkomen	2,6%
24		Bezit geen rijbewijs	2,8%
		<b>Subtotaal</b>	<b>66,9%</b>
25	OV-studentkaarthouder		7,3%

Figuur 4 - Onderverdeling doelgroepen voor verplaatsingen met motief Overig



Figuur 5 - Onderverdeling doelgroepen voor verplaatsingen met motief zakelijk



## 2.4.2 Wegingsfactoren

Na het identificeren/kiezen van de doelgroepen zijn wegingsfactoren gekozen die in het model bepalen welke vervoerwijze een individu kiest. De keuze (en daarmee de weegfactor) wordt in het model beïnvloedt door drie factoren:

1. Kosten.
2. Reistijdwaardering.
3. (dis)comfort.

Deze drie factoren zijn onderdeel van de gehanteerde 'generaliseerde reisweerstand', uitgedrukt in 'ervaren' reistijd. We lichten hieronder toe welke aannames zijn gedaan en hoe ze doorwerken in de modellering van de potentiële bereikbaarheid.

### Kosten

Allereerst zijn de kosten van een reis bepalend voor de vervoerwijzekeuze. Voor de kosten van de reis zijn de bedragen gehanteerd zoals gegeven in Tabel 3. Indien de reiskosten voor een doelgroep worden vergoed (meestal door de werkgever) dan zijn de kosten voor het gebruik van de betreffend vervoerswijze op € 0,00 gesteld.

Tabel 3 - Gebruikte kosten per kilometer per vervoerwijze

Vervoerwijze	Kosten per kilometer
Eigen auto	€ 0,19
Autogebruik niet eigen auto (bijvoorbeeld deelauto)	€ 0,33
Fiets	€ 0,02
Lopen	€ 0,00
Bus	€ 0,15
Tram/Metro/Lightrail	€ 0,15
Trein	€ 0,15

### Reistijdwaardering

Als uitgangspunt voor de reistijdwaardering hebben we de hoeveelheid reistijdwinst genomen die nodig is om ervoor te zorgen dat iemand bereid is om € 1,00 extra voor de reis te betalen. Wij noemen dat de Time Value of Money (TVoM) en het is de reciproke van de Value of Time. Wanneer de TVoM € 10,00 per uur is, dan is een reiziger dus bereid om voor 6 minuten reistijdwinst € 1,00 extra te betalen, of bereid om 6 minuten extra reistijd te accepteren als de reis € 1,00 goedkoper is.

De TVoM verschilt afhankelijk van het beschikbare inkomen van de reiziger. Iemand met een laag inkomen zal bereid zijn om veel extra tijd te accepteren om geld te besparen, iemand met een hoog inkomen zal juist eerder extra willen betalen voor tijdswinst. Dit zal nog sterker gelden wanneer het motief van de reis zakelijk is. Voor de TVoM zijn de waarden gehanteerd zoals weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 - Gehanteerde Time Value of Money (TVoM) waarden per groep

Groep	Waarde van € 1,00 in reistijd motief woon-werk/zakelijk	Waarde van € 1,00 in reistijd motief overig
Hoog inkomen	4 minuten	6 minuten
Midden Inkomen	6 minuten	8 minuten
Laag inkomen	10 minuten	12 minuten
Bezit geen Rijbewijs	10 minuten	12 minuten
OV-studentenkaart	N.v.t.	12 minuten

## (Dis)comfort

Tot slot zijn de wegingsfactoren bepaald op basis van de mate van (dis)comfort die mensen ervaren. De mate waarin mensen hechten aan comfort verschilt. Dat kan gaan over fietsen en daarbij de kans lopen nat te regenen, maar ook het gevoel van veiligheid in de trein. Comfortaspecten verschillen ook per vervoerwijze. In de modelaanpak zijn drie comfortaspecten meegenomen: parkeerdruk, overstap-/wachtijden, discomfort vanwege attitude.

Parkeren is in de aanpak beschouwd als een aparte modaliteit met zijn eigen (parkeer) weerstand. In de huidige aanpak is uitgegaan van een parkeerweerstand per stedelijkheidsklasse, maar het is technisch mogelijk om dit te doen met daadwerkelijke of als instrument ingevoerde parkeerweerstand. De parkeerweerstand is momenteel als volgt uitgewerkt: wanneer het lastig is om een parkeerplaats te vinden (en dat is bekend bij de gebruiker) is er een penalty van 30% op de parkeerzoektijd toegepast bij een parkeerdruk van meer dan 90% en een penalty van 75% bij een parkeerdruk van meer dan 95%.

Voor overstap-/wachtijden zijn de volgende (gebruikelijke) aannames gedaan: wachtijden op het station bedragen de helft van de frequentie. Oftewel, wanneer er in de dienstregeling zes bussen per uur vertrekken is de wachttijd 5 minuten. De wachttijd is gemaximeerd op 10 minuten. Er is ook een overstappenalty die 25% bedraagt van de daadwerkelijke overstaptijd. Oftewel, indien het 10 minuten duurt om een overstap te maken dan wordt dit ervaren als 12,5 minuten.

Verder is er nog ervaren discomfort vanwege attitudes, omdat mensen een bepaalde vervoerswijze als onprettig ervaren. Tabel 5 geeft de factoren waarmee de ervaren reistijd wordt verhoogd voor verplaatsingen met de auto en het OV.

Tabel 5 - Ophoogfactoren voor ervaren reistijd afhankelijk van attitude (intrinsieke voorkeur voor auto, fiets of OV)

Vervoerswijze	Auto	Trein, metro	Bus, tram	Fiets
Reistijdverhogingsfactor ten opzichte van verplaatsing met auto	N.v.t.	0,4	0,5	0,25
Reistijdverhogingsfactor ten opzichte van verplaatsing met fiets of OV	0,4	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.

Naast de drie (dis)comfortaspecten hierboven zijn er nog andere die niet zijn geoperationaliseerd maar (in theorie) wel de vervoerwijzekeuze (of ervaren reistijd) beïnvloeden:

- de (on)betrouwbaarheid van de reistijd;
- de zitplaatsgarantie in het OV;
- Snelfietsroutes (worden hoger gewaardeerd dan een reguliere fietsroute).

In Tabel 6 is voor Doelgroep 1 en 2 weergegeven hoe de weegfactoren er uit kunnen zien. Merk daarbij op dat de verschillende elementen van discomfort zijn verwerkt in de weegfactoren voor tijdwaardering en kostenwaardering, zoals hierboven uiteengezet. Voor de wijze waarop discomfort in tijd en in kosten zijn uitgedrukt zijn vooral praktische redenen. Er is eenvoudigweg nog te weinig bekend over de doorwerking van discomfort bij gemaakte afwegingen. Voor zover er duidelijk sprake is van discomfort, bijvoorbeeld bij het ondervinden van stress bij het zoeken naar een parkeerplaats, is die discomfort voorlopig toegepast als ophoogfactor op de parkeerzoektijd. Verder is het van belang om vooral de verschillen in waarderingen tussen de vervoerwijzen goed te kiezen (en niet zozeer de absolute waarden). Bij iemand met een auto van de zaak verwacht je dat de kostenwaardering van de auto laag is ten opzichte van de andere vervoerwijzen, aangezien veelal de kosten per kilometer en de parkeerkosten van een zakelijke verplaatsing door de werkgever worden vergoed. De tijdwaardering is voor deze doelgroep gelijk voor alle vervoerswijzen. Kijk je daarentegen naar Doelgroep 2, dan zie je voor deze doelgroep de tijdwaardering bij de fiets en het OV hoger is dan bij de auto, wat de negatieve attitude van deze doelgroep ten opzichte van van deze vervoerswijzen (vanwege de voorkeur voor de auto) weergeeft. De kostenwaardering is voor deze doelgroep voor alle vervoerswijzen (met uitzondering van lopen, wat gratis is) hetzelfde.

Tabel 6 - Matrix met weegfactoren voor Doelgroep 1 en 2

Vervoerwijze	Doelgroep 1 (Auto van de zaak - zakelijke verplaatsing)		Doelgroep 2 (Zakelijke verplaatsing - voorkeur auto - hoog inkomen)	
	Tijdwaardering	Kostenwaardering	Tijdwaardering	Kostenwaardering
Lopen	1	0	1	0
Fietsen	1	0,67	1,25	0,67
Deelfiets	1	0,67	1,25	0,67
Auto	1	0	1	0,67
Deelauto	1	0	1	0,67
Parkeren	1	0	1	0,67
Trein	1	0,67	1,4	0,67
Bus	1	0,67	1,4	0,67
...	...	...	...	...

### 2.4.3 Kalibratie

De meeste wegingsfactoren zijn gekozen op basis van expert judgement. Om de plausibiliteit van de aanpak te toetsen is een voorlopige set van wegingsfactoren voorgelegd aan de wetenschappers die onderdeel uitmaakten van de begeleidingsgroep. In dat overleg is beoordeeld/bekeken of de richting van de penalty's de juiste was. Het oordeel was dat de aanpak en weegfactoren er op hoofdlijnen goed uitzagen, maar dat niet veel te beoordelen of de gekozen wegingsfactoren tot goede/plausibele uitkomsten zou leiden. Daarbij speelt met name het ontbreken van empirie om de wegingsfactoren te kunnen onderbouwen.

Vervolgens zijn de door ons bedachte weegfactoren die de keuze voor een reiswijze beïnvloedt gevalideerd/gekalibreerd op basis van het OViN. Het min of meer kunnen reproduceren van de aandelen per doelgroep als in het OViN is een indicatie van de juistheid van de wegingsfactoren.

Anders gezegd, de modal split van alle autobezitters in onze studie is getoetst aan de modal split onder dezelfde groep uit het OViN. Hetzelfde is gedaan voor de niet-autobezitters. Verder hebben wij gevoeligheidsanalyses uitgevoerd.

#### 2.4.4 Mogelijke uitbreidingen op doelgroepenaanpak

Gedurende de uitvoering van het onderzoek zijn ook andere factoren geïnventariseerd die relevant (kunnen) zijn voor de doelgroepenaanpak. Hieronder bespreken we er drie waarvan is overwogen ze mee te nemen, maar wat uiteindelijk vanwege tijdgebrek niet is gelukt.

##### De (on)betrouwbaarheid van de reistijd

Als het vooraf onzeker is hoe lang een reis gaat duren door files op de weg of vertragingen op het spoor is de kans dat iemand besluit een verplaatsing te maken kleiner. Men kiest dan voor een betrouwbaarder alternatief (mits aanwezig) met eventueel een langere reistijd. In de huidige uitwerking van de doelgroepenaanpak is betrouwbaarheid nog niet meegenomen.

Een goede schatter voor de onbetrouwbaarheid van de auto-reistijd is de verhouding tussen spits- en dalsnelheid. Voor de trein zijn de betrouwbaarheidscijfers voor diverse trajecten bekend, maar echter niet voor het overige openbaar vervoer. Een mogelijkheid zou om in het model een gedifferentieerde reistijdverhogende factor toe te voegen voor de auto en het openbaar vervoer.

##### De zitplaatsgarantie in het OV

Hoe groter de kans op een zitplaats, hoe meer comfort de reis biedt en hoe groter de kans dat iemand kiest voor dat reisalternatief. Een correctie voor zitplaatsgarantie zit momenteel nog niet in het model maar zou een goede toevoeging kunnen zijn. Lastig is wel dat het toevoegen ervan zeer uitgebreide capaciteitsberekeningen nodig maakt.

Uit (summier) buitenlands onderzoek blijkt een reistijdverhoging die oploopt van 0 bij 80% reizigers ten opzichte van het aantal zitplaatsen tot 100% bij een verhouding reizigers/zitplaatsen van twee (in het laatste geval ervaart een reiziger een reis van 30 minuten als een reis van een uur).

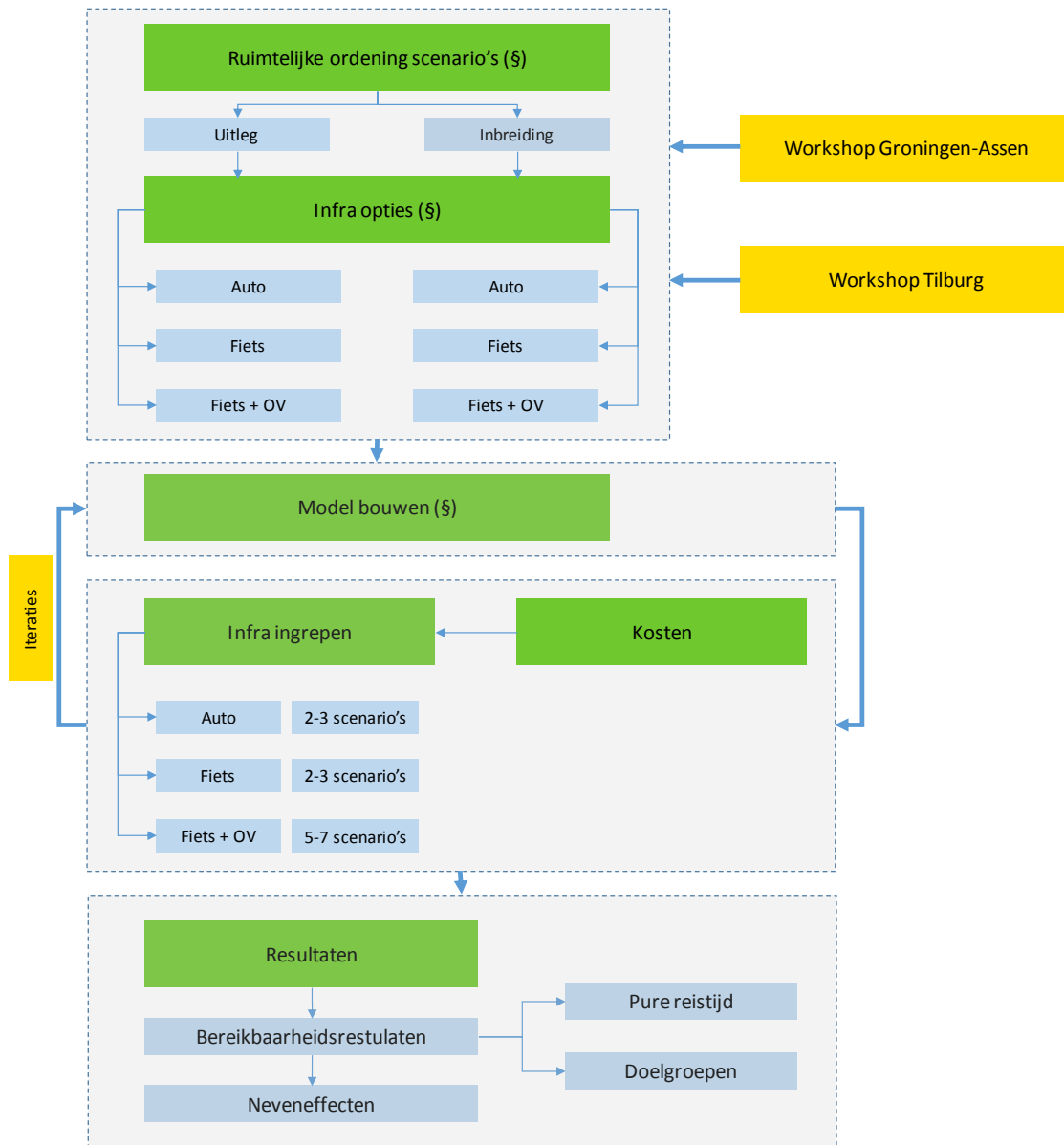
##### Snelfietsroutes

Het is bekend dat snelfietsroutes als comfortabeler worden ervaren dan gewone fietsroutes. Dit vormt nog geen onderdeel van de doelgroepenaanpak en de berekeningen.

# 3 Aanpak

In dit hoofdstuk beschrijven we de stappen die we hebben doorlopen om tot eindresultaten te komen. We staan eerst stil bij de ruimtelijke scenario's die als onderlegger dienen bij de modelberekeningen. In Hoofdstuk 2 zijn we ingegaan op de modelaanpak zelf en beschrijven we welke vernieuwende elementen zijn toegevoegd aan de traditionele modellering. De wijze waarop het model is toegepast in deze studie en op welke wijze beide systemen zijn ontworpen ten behoeve van de modelruns wordt beschreven in Paragraaf 3.2. Naast de effecten op bereikbaarheid worden in deze studie ook andere effecten in kaart gebracht (bijvoorbeeld milieueffecten). De indicatoren die daarvoor zijn gebruikt en de wijze waarop die zijn geoperationaliseerd wordt uitgelegd in Paragraaf 3.3.

Figuur 6 - Schematische weergave van de procesaanpak van het onderzoek





## 3.1 Ruimtelijke scenario's

### 3.1.1 Verdichting of ruimtelijke spreiding?

Ongeacht het precieze jaar<sup>2</sup> waarin de twee toekomstige systemen (auto dan wel OV+fiets) zouden moeten zijn gerealiseerd staat vast dat er onzekerheid is over de wijze waarop de twee stedelijke regio's die in ons onderzoek centraal staan zich ruimtelijk zullen ontwikkelen. Grofweg kunnen we hierin twee extremen onderscheiden:

1. **Verdichting:** wordt ook wel bundelingsbeleid genoemd (PBL, 2016). Het gaat hierbij om het ruimtelijk concentreren van functies in, aan of nabij bestaand bebouwd gebied. Zowel voor woningbouw als voor werkgelegenheid kan bundelingsbeleid worden gevoerd. Bundelen kan door nieuwe woningen of werklocaties toe te voegen in bestaand stedelijk gebied in plaats van op uitleglocaties. Maar bundeling kan ook door nieuwbouw te realiseren in/aan grotere steden in plaats van in/aan kleinere kernen of door nieuwbouw te bundelen in grootschalige in plaats van kleinschalige locaties.
2. **Ruimtelijke spreiding:** is in feite het omgekeerde van bundelingsbeleid. Het ruimtelijk spreiden van onder andere woon- en werklocaties is niet zozeer een beleidsdoel maar wel een mogelijk gevolg van het feit dat ruimtelijk beleid vrijwel geheel is gedecentraliseerd naar regio's en gemeenten. Hierdoor bestaat het risico dat ruimtelijke ontwikkeling minder integraal wordt afgewogen.

Voor mobiliteit heeft de mate van ruimtelijke spreiding in beginsel gevolgen voor de hoeveelheid kilometers die moet worden afgelegd naar waardevolle bestemmingen (waaronder woon- en werklocaties). Een grotere ruimtelijke spreiding leidt doorgaans tot relatief meer kilometers (Geurs & Wee, 2006). Om deze reden is het werken met twee ruimtelijke scenario's op zichzelf ook onderzoeksmatig interessant.

Bij de ruimtelijke scenario's voor de twee caseregio's is aangesloten op de ontwikkelambities die beide regio's hebben voor de komende 10 tot 20 jaar. Het gaat daarbij om relatief bescheiden woningaantallen die geen grote invloed hebben op de uitkomsten. Het is met het ontwikkelde modelinstrumentarium echter prima mogelijk om ingrijpender ontwikkelopgaven en effecten van sterkere verdichting en ruimtelijke spreiding te berekenen. Het feit dat we in de resultatensectie niet ingaan op de effecten van ruimtelijke spreiding is dus niet gelegen in het feit dat dit geen effect kan hebben, of het model daar niet mee om kan gaan, maar omdat de ruimtelijke scenario's in deze studie niet onderscheiden genoeg zijn om betekenisvolle verschillen te geven.

### 3.1.2 Werksessies met de regio's

Om de ruimtelijke scenario's te vullen zijn workshops belegd met gemeenteambtenaren van de beide stedelijk regio's van Tilburg en Groningen/Assen. Tijdens deze workshops is onder begeleiding van het projectteam op kaartbeelden geschetst waar mogelijke nieuwe uitleglocaties voor wonen- en werken zouden kunnen worden gesitueerd en op welke plekken in de stad er juist verdicht zou kunnen worden. Op deze manier zijn voor zowel Tilburg als Groningen/Assen twee (dus in totaal vier) ruimtelijke scenario's ontworpen.

---

<sup>2</sup> Deze studie richt zich op een toekomstig jaar ergens tussen 2030 en 2040. Er is bewust niet gekozen voor een specifiek zichtjaar omdat de discussie over de resultaten dan mogelijk zou gaan over de vraag of het geschetste toekomstbeeld voor het gekozen zichtjaar wel realistisch is. Wij hechten er aan dat de discussie zich toespitst op de verschillen tussen het auto en het OV+fietsstelsel en op manieren hoe die verschillen eventueel kunnen worden overbrugd.

Tijdens dezelfde workshop is aan de deelnemers gevraagd om op de kaartbeelden infrastructuurplannen te tekenen die passen bij dan wel het verdichtingsscenario dan wel het scenario met ruimtelijke spreiding. Voor elk van de ruimtelijke scenario's is gevraagd een autosysteem te ontwerpen én een fiets+OV-systeem. Op deze manier zijn er acht verschillende kaartbeelden gemaakt. In Tabel 7 is dit schematisch weergegeven. De geschetste infrastructuurplannen hebben als basis/startpunt gediend voor het uitwerken van de modelinput (zie Paragraaf 3.2). Een impressie van de oogst van de werksessies is te vinden in Bijlage A.

Tabel 7 - Overzicht van de basisscenario's op basis van combinaties van ruimtelijke scenario's en het systeemvarianten

Scenario	Case-stad	Ruimtelijk	Systeem
1	Tilburg	Verdichting	Auto
2			OV+fiets
3		Spreiding	Auto
4			OV+fiets
5	Groningen	Verdichting	Auto
6			OV+fiets
7		Spreiding	Auto
8			OV+fiets

### 3.1.3 Overige omgevingsfactoren

#### Welvaart en Leefomgeving

Los van de ruimtelijke ontwikkeling van de twee stedelijke regio's zijn er tal van andere omgevingsfactoren waarvan het onzeker is hoe die zich in de toekomst gaan ontwikkelen. Denk hierbij aan de demografische ontwikkeling, de ontwikkeling van energieprijzen en de economische groei en de hiermee samenhangende groei van de mobiliteit. Voor deze overige omgevingsfactoren sluiten we aan op de bestaande scenario's van de Welvaart en Leefomgeving (CPB & PBL, 2015). Zowel het lage als het hoge scenario uit de WLO zijn in het onderzoek toegepast.

In dit rapport zijn alleen de resultaten opgenomen met WLO-hoog als achtergrondscenario. De overwegingen daarbij waren dat een scenario met relatief hoge mobiliteitsgroei eerder knelpunten blootlegt en dat verschillen tussen het auto en OV+fietsstelsel duidelijker zichtbaar worden. Een pragmatische reden was bovendien om de leesbaarheid van het rapport te waarborgen en een overvloed aan figuren en tabellen te voorkomen. Op verzoek kunnen modeluitkomsten voor WLO-laag worden gedeeld. Over het algemeen is van de effecten nagenoeg hetzelfde als in WLO-hoog, alleen is de omvang van de effecten iets kleiner.

#### Groepsdynamiek en energietransitie

Er zijn ook andere (deels) autonome maatschappelijke processen die de uitkomsten van deze studie beïnvloeden. We staan kort stil bij twee voorbeelden: groepsdynamiek en de energietransitie.

Bij groepsdynamiek kan worden gedacht aan de verandering van de samenstelling van een wijk doordat mensen ouder worden. Dit kan (afhankelijk van het type wijk) onder meer als gevolg hebben dat inkomens stijgen, autobezit toeneemt en kinderen uit huis gaan. Deze veranderingen hebben gevolgen voor het mobiliteitsgedrag van de bewoners. Ook kan door de instroom van een bepaalde doelgroep (bijvoorbeeld yuppen) de aard van het type bewoners in een aantal jaren flink veranderen. De wijk Lombok Utrecht is hiervan een voorbeeld. Twintig jaar geleden was dit vooral een migranten en studentenwijk, inmiddels is het erg in trek bij jonge hoogopgeleide gezinnen. In onze studie nemen we dergelijke groepsdynamieken niet mee omdat het geen onderdeel uitmaakt van de WLO-scenario's. Het is echter prima mogelijk om veranderingen in de bewonerssamenstelling in wijken wel mee te nemen in de analyses. Sterker, omdat verschillende doelgroepen kunnen worden onderscheiden is de methodiek bij uitstek geschikt om effecten van groepsdynamiek in beeld te brengen. Het is dan wel nodig om voorspellingen te doen over de wijksamenstellingen voor het zichtjaar waar onderzoek naar wordt gedaan.

Ook de energietransitie zal leiden tot veranderingen in het mobiliteitsgedrag. Meer elektrisch vervoer, meer deelmobiliteit en op termijn autonoom rijden zal de wijze waarop mensen zich in en rond steden verplaatsen ingrijpend kunnen veranderen. Deze studie kijkt niet naar de veranderingen in mobiliteitspatronen die het gevolg zullen zijn van de energietransitie. Echter ook voor dit onderwerp geldt dat de modelsystematiek zich prima leent voor het in beeld brengen van de effecten op stedelijke bereikbaarheid.

## 3.2 Modelexercities

De volgende stap in de uitvoering van het project waren de modelexercities. Deze stap bestond feitelijk uit een iteratief proces (zie Tabel 8) tussen twee onderdelen:

1. Modelontwikkeling.
2. Ingrepen doorrekenen.

De functionaliteit van het model en de plausibiliteit van de uitkomsten is in verschillende iteraties geoptimaliseerd. Verschillende voorlopige scenario's met OV+fiets dan wel auto-ingrepen zijn doorgerekend met vroege versies van het model waarna de uitkomsten werden gecheckt op onmogelijke of tegen intuïtieve resultaten waarna het model op dat punt werd aangepast/verbeterd. De beschrijving van de methode welke de basis vormt voor het ontwikkelde model is beschreven in Hoofdstuk 2. We gaan in het vervolg van deze paragraaf in op de wijze waarop de systeemingrepen zijn gekozen en hoe het zoekproces naar logische (effectieve en renderende) ingrepen is verlopen.

### 3.2.1 Systeemcomponenten

Wanneer we spreken over ingrepen kan het over verschillende zaken gaan, zoals veranderingen in de infrastructuur (aanleggen of schrappen van wegen/spoorlijnen/fietspaden), aangepaste dienstregelingen (hogere frequenties van bus en tram) en overige voorzieningen (zoals Park & Ride, parkeerplaatsen, fietsenstallingen). Alle verschillende soorten ingrijpen bij elkaar noemen we in deze studie de 'systeemcomponenten'.

De systeemcomponenten verschillen qua 'ingrijpendheid': een andere afstelling van verkeerslichten op een kruispunt is vanzelfsprekend veel makkelijker te realiseren dan het aanleggen van een ongelijkvloerse kruising. In Tabel 8 is een overzicht gegeven van kleinere en grotere systeemcomponenten voor het autosysteem en het OV+fietsstelsel die in het model zijn ingevoerd. We zien dat er ook systeemcomponenten die op zowel auto, OV als fiets betrekking hebben.

Tabel 8 - Voorbeelden van kleinere en grotere meer ingrijpende systeemcomponenten

	Auto	Fiets	OV
Licht	Geen nieuwe infra, verbetering verkeersmanagement, afstelling VRI's en voorrangsregelingen	Geen nieuwe infra, verkeersmanagement (meer groen, groene golven) en voorrangsregelingen	Geen nieuwe infra, wel nieuwe lijnen en frequentieverhoging, voorrang voor OV
Middel	Aanpassing infra (zoals vervangen VRI's door voorrangspleinen)	Uitbreiding fietsinfrastructuur (geen ongelijkvloerse kruisingen)	Uitbreiding vrijliggende of gestrekte businfra, geen rail, wel extra passeersporen
Zwaar	Zware aanpassingen infra (ongelijkvloerse kruisingen)	Snelfietsroutes inclusief ongelijkvloerse kruisingen	Nieuwe railverbindingen (lightrail of heavy rail)

Bij de verschillende systeemcomponenten zijn vervolgens indicatieve kostenkentalen gezocht. Voor elk van de ingrepen zijn jaarlijkse kosten geschat op basis van investeringskosten en levensduur. In Tabel 9 is een overzicht gegeven van de gehanteerde jaarlijkse kosten. Bij het ontwerpen van een nieuw auto- dan wel OV+fietsstelsysteem zijn de kostenkentalen kaderstellend geweest, dat betekent dat de totale kosten in verhouding moesten staan tot de beoogde bereikbaarheidswinst (maar dat het doel niet was om nauwkeurig de investeringskosten en jaarlijkse kosten vast te stellen). Alhoewel de bereikbaarheidswinst uiteraard pas precies duidelijk werd na een modelrun was op basis van expert judgement vooraf wel te bepalen of de kosten exorbitant hoog zouden worden.

Tabel 9 - Indicatieve jaarlijkse kosten van ingrepen in infrastructuur en enkele overige ingrepen

		Eenheid	Jaarlijkse kosten (€/jr) <sup>a)</sup>	
			<i>Bibeko</i>	<i>Bubeko</i>
Auto	Nieuwe weg			
	<i>Gebiedsontsluitingsweg</i>	Km	53.000	45.000
	<i>2x1 rijstroken</i>	Km	52.000	119.000
	<i>2x2</i>	Km	78.000	179.000
	<i>2x3</i>	Km	N.v.t.	238.000
	Extra rijstrook	Km	4.000	3.000
	Gelijkvloerse kruising	Stuk	1.000	1.000
	Ongelijkvloerse kruising	Stuk	2.700.000	2.700.000
Fiets	Nieuw fietspad/fietsnelweg	Km	13.000	8.000
	Verbreding fietspad	Km	10.000	7.000
	Fietsbrug over autoweg	Stuk	21.000	21.000
	Fietstunnel onder autoweg	Stuk	26.000	26.000
OV	Nieuwe vrije busbaan	Km	400.000	115.000
	Autorijstrook-> vrije busbaan	Km	57.000	17.000
	Tram	Km	1.430.000	N.v.t.
	Lightrail	Km	3.150.000	2.290.000
	'Complexe halte'	Stuk	34.000	34.000
<b>Overige ingrepen</b>				
Exploitatie OV	Bus	Dru <sup>b)</sup>	108	108
	Tram	Dru	270	270
	Metro/lichtrail	Dru	450	450
	Trein	Dru	600	600
Overig	P+R-plaats	Stuk	6.500	6.500
	Fietsenstalling	Stuk	1.000	1.000
	Parkeerplaats (maaiveld)	Plek/jaar	1.000	500
	Parkeerplaats (garage)	Plek/jaar	3.500	N.v.t.

Bronnen: Bouwkostenkompas (lopend); CiCom Engineering et al. (2013), bewerking CE Delft.

a) gerekend met een levensduur van 35 jaar en een rentevoet van 4,5%; b) dru staat voor dienstregelinguur.

### 3.2.2 Zoekproces effectieve ingrepen

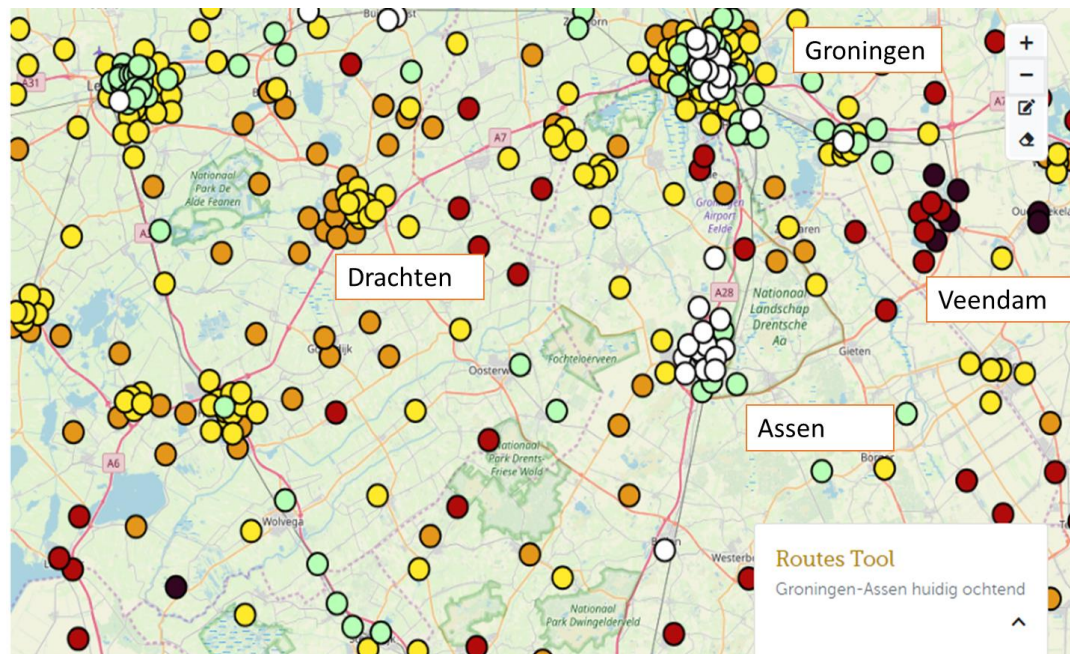
Bij het ontwerpen van de auto en OV+fietsscenario's zijn stapsgewijs nieuwe systeem-componenten toegevoegd beginnend bij relatief kleine ingrepen en daarna steeds grotere/meer ingrijpende ingrepen. De kaartbeelden uit de sessies met regio's (zie Paragraaf 3.1) waren richtinggevend voor de locatie en aard van de ingrepen. Via trial en error is gekeken welke ingrepen effectief waren en welke minder om zo tot en aantal plausibele scenario's te komen. Vervolgens bestond het zoekproces uit een aantal stappen.

#### Zoekproces OV-ingrepen

Hieronder illustreren we het zoekproces naar effectieve OV-ingrepen:

- Stap 1: Het identificeren van OV-verbindingen waar relatief veel bereikbaarheidswinst geboekt kan worden is gedaan door middel van het maken van een kaartje met de zogenaamde VF-verhouding. De VF-verhouding is de verhouding tussen de OV-fietsreistijd met de autoreistijd. Hoe hoger deze verhouding, hoe groter de winst van een betere OV-verbinding, tenminste als het gaat om gebieden met veel inwoners en/of arbeidsplaatsen. In Figuur 7 is te zien dat Veendam en Drachten vanuit Assen moeilijker met OV zijn te bereiken dan Groningen (wit is goed bereikbaar, donker is slecht bereikbaar).
- Stap 2: Vervolgens worden OV-verbindingen toegevoegd in het modelsysteem. Daarbij kan gevarieerd worden met de frequentie van de dienstregeling en de plekken waar haltes komen.
- Stap 3: Vervolgens wordt een nieuw kaart met VF-verhoudingen gemaakt en bekeken of de bereikbaarheid met OV is toegenomen. Ook is in het 'dashboard' van het model te zien hoeveel meer (of minder) inwoners of arbeidsplaatsen bereikbaar zijn vanaf het gekozen punt.
- Stap 4: Wanneer uit de isochronenkaarten (aantal bereikbare inwoners of arbeidsplaatsen binnen een bepaalde reistijd) en het dashboard een relevante verbetering blijkt, wordt nagegaan wat de kosten zijn van de nieuwe ingreep op basis van Tabel 9. Indien de kosten erg hoog zijn kan worden gekeken wat de invloed is van minder haltes of een minder frequente dienstregeling.
- Stap 5: Wanneer er een verbinding is gevonden die effectief is tegen redelijke jaarlijkse kosten kan een nieuw gezichtspunt (bijvoorbeeld Veendam i.p.v. Assen) worden gekozen om te zoeken naar resterende matig bereikbare plaatsen met OV. Zo wordt iteratief een pakket van maatregelen samengesteld dat met het model wordt doorgerekend.
- Stap 6: Tot slot worden verschillende pakketten (of scenario's) opgesteld variërend in lichte, middelzware en zware OV-ingrepen. Dit leidt voor OV+fiets uiteindelijk tot zeven verschillende scenario's voor de regio Groningen-Assen.

Figuur 7 - Voorbeeld van VF-verhouding gezien vanuit Assen, Veendam is vanuit Assen slecht bereikbaar met de huidige OV-dienstregeling



## Zoekproces auto-ingrepen

Bij het zoeken naar ingrepen voor de autoscenario's is primair gekeken naar de plekken waar in de bestaande situatie knelpunten/vertragingen ontstaan. Dat is in de meeste gevallen op kruispunten. Er is slim gekeken op welke kruispunten ingrepen het meest zinvol zouden zijn (zodat knelpunten niet/in mindere mate op andere punten zouden ontstaan). Vervolgens is er geëxperimenteerd met het toevoegen van drie verschillende soorten ingrepen van minder naar meer ingrijpend:

- doorstroming verbeteren via de VRI's (verkeerslichten op kruispunten);
- het aanleggen van voorrangspoleinen (zie voor een voorbeeld Bijlage B);
- het aanleggen van ongelijkvloerse kruisingen.

Voor de regio Groningen-Aspen zijn er in het 'lichte' investeringscenario 6 VRI-installaties aangepast. In het middelzware scenario zijn daar nog eens 21 voorrangspoleinen aan toegevoegd. En in het zware investeringscenario zijn daar bovenop nog eens vier ongelijkvloerse kruisingen toegevoegd.

## Investeringscenario's

Uiteindelijk zijn er diverse investeringscenario's gemaakt voor zowel de regio Groningen-Aspen als de regio Tilburg. Daarin zijn ook verschillende combinaties van minder zware OV-ingrepen met zwaardere fietsingrepen en vice versa samengesteld. Een overzicht van de scenario's is te vinden in Paragraaf 4.1.

### 3.3 Overige effecten

Naast de bereikbaarheidseffecten brengen we in deze studie ook verschillende overige (of neven)effecten in kaart. Het gaat daarbij om:

- kosten van infrastructuurinvesteringen;
- onderhouds- en exploitatiekosten;
- voertuig- en brandstofkosten;
- milieueffecten (CO<sub>2</sub>, luchtvervuilende emissies, geluid);
- veiligheids- en gezondheidseffecten (verkeersveiligheid, gezondheidsbaten fietsen);
- ruimtebeslag (in het bijzonder parkeerruimte).

De kosten van infrastructuurinvesteringen en de onderhouds- en exploitatiekosten zijn reeds in Paragraaf 3.2 besproken en zullen we daarom verder in het rapport niet bespreken.

Voor de overige effecten lichten we de gehanteerde indicatoren en de wijze waarop ze zijn gekwantificeerd hieronder kort toe.

#### 3.3.1 Voertuig- en brandstofkosten

Voor de verschillende scenario's brengen we de invloed op de kosten voor de gebruiker in beeld. Bij de auto gaat het daarbij om alle variabele kosten, die voornamelijk bestaan uit de brandstofkosten en onderhoudskosten. De vaste kosten (die vooral bestaan uit de afschrijvingskosten) laten we in onze vergelijking buiten beschouwing, omdat we ervan uit gaan dat de verschillende investeringsscenario's geen (significante) invloed heeft op het autobezit. Bij de fiets nemen we zowel de vaste als variabele kosten mee, omdat we veronderstellen dat wanneer mensen in de verschillende scenario's structureel meer gaan fietsen (bijvoorbeeld in het woon-werkverkeer) zij een goede nieuwe fiets zullen aanschaffen. Tot slot, voor het OV nemen we de gemiddelde prijs van het gebruik van de bus en de trein mee in onze analyses.

De gehanteerde kostenkennallen (in € per reizigerskilometer) zijn weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10 - Gehanteerde kentallen voor de gebruikerskosten

Vervoerswijze	Gemiddelde gebruikerskosten (€/rkm)	Bronnen
Auto	0,22	Op basis van berekeningen met het TCO-model COSTREAM
Fiets	0,10	Schatting van CE Delft op basis van TNO (2010). Hierbij is gekozen voor een gemiddelde van een conventionele en elektrische fiets.
OV	0,19	Schatting van CE Delft op basis van tariefgegevens van de NS, Qbuzz en de provincie Noord-Brabant.

#### 3.3.2 Milieueffecten

Bij de milieueffecten onderscheiden we drie typen effecten, namelijk CO<sub>2</sub>-emissies, luchtvervuilende emissies en geluid. Voor deze drie effecten bepalen we zowel de omvang van de fysieke effecten (in termen van kilo's emissies die worden gereduceerd of de reductie in het geluidsvolume in decibellen). Daarnaast brengen we ook in beeld wat de invloed van de verschillende scenario's is op de omvang van de externe kosten die door deze milieueffecten worden veroorzaakt.

## CO<sub>2</sub>-emissies

Bij de bepaling van de fysieke CO<sub>2</sub>-emissies gaat het om de zogenaamde Well-to-Wheel (WTW) emissies, die zowel de emissies omvat die worden uitgestoten als gevolg van de verbranding van de brandstof in het voertuig als de CO<sub>2</sub>-emissies die vrijkomen bij de winning, productie en transport van de brandstof/energiedrager. Voor de bepaling van deze emissies zijn we uitgegaan van de gemodelleerde reizigerskilometers per modaliteit voor de verschillende scenario's. Op basis van de Nationale Energieverkenning 2017 (ECN ; PBL, 2017) waar nodig aangevuld met gegevens uit CE Delft (2014), zijn aannames opgesteld voor de samenstelling van het wagenpark (bijv. het aandeel elektrische auto's en bussen<sup>3</sup>) en de bijbehorende emissiefactoren (zie Tabel 11) voor het jaar 2030. Met behulp van deze data zijn de CO<sub>2</sub>-emissies bepaald voor de verschillende scenario's.

Tabel 11 - CO<sub>2</sub>-emissiefactoren (WTW)

	Auto	OV gemiddeld <sup>a</sup>
CO <sub>2</sub> -emissiefactor (gram/reizigerskilometer)	130	40

<sup>a</sup> Hierbij is uitgegaan van een verhouding bus en trein in het totale aantal reizigerskilometers van 25 en 75%.

Naast inzicht in de verandering die bij de verschillende scenario's optreedt in de uitgestoten CO<sub>2</sub>-emissies brengen we in deze studie ook de verandering in de externe kosten van CO<sub>2</sub>-emissies in beeld. Hierbij gaat het om de kosten die samenhangen met de bijdrage die de CO<sub>2</sub>-emissies leveren aan het klimaatprobleem. Voor de bepaling van de omvang van deze kosten is gebruik gemaakt van een CO<sub>2</sub>-prijs van € 80 per ton (CE Delft, 2017).

## Luchtvervuilende emissies

De luchtvervuilende emissies die we in dit onderzoek in kaart brengen zijn stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) en fijnstof (PM). Daarbij hebben, in tegenstelling tot bij CO<sub>2</sub>-emissies, enkel gekeken naar de Tank-To-Wheel-emissies. Ook bij de productie van brandstoffen en de opwekking van elektriciteit komen luchtvervuilende emissies vrij, maar omdat die over het algemeen in dunbevolkte gebieden en via hoge schoorstenen in hogere luchtlagen worden uitgestoten zijn de schadelijke effecten voor de menselijke gezondheid van deze emissies aanmerkelijk kleiner dan de uitlaatemissies (CE Delft, 2017). Het is dan ook gebruikelijk om bij milieu-analyses van transport alleen te kijken naar de Tank-To-Wheel luchtvervuilende emissies. Bij de fijnstofemissie maken we onderscheid tussen uitlaatemissies en slijtage-emissies. Bij de laatstgenoemde categorie gaat het om de emissies die vrijkomen bij de slijtage van banden en remmen (en slijtage van bovenleidingen, stroomafnemers, rails en remmen bij treinen).

Voor de kwantificering van de luchtvervuilende emissies hanteren we eenzelfde methodiek en dezelfde aannames als voor de CO<sub>2</sub>-emissies, waarbij data uit de Nationale Energieverkenning en CE Delft (2014) de belangrijkste input vormen. De gehanteerde emissiefactoren zijn weergegeven in Tabel 12.

<sup>3</sup> Bij personenauto's wordt verondersteld dat 15% van de reizigerskilometers elektrisch worden gereden (met een volledig elektrische auto of een plug-in hybride), terwijl dit percentage voor de bus op 60% ligt.



Tabel 12 - Emissiefactoren (TTW) voor luchtvervuilende emissies (gram/reizigerskilometer)

	Auto	OV gemiddeld <sup>a</sup>
NO <sub>x</sub>	0,069	0,045
Fijnstof - verbranding	0,002	0,001
Fijnstof - slijtage	0,016	0,018

<sup>a</sup> Hierbij is uitgegaan van een verhouding bus en trein in het totale aantal reizigerskilometers van 25 en 75%.

De externe kosten van de luchtvervuilende emissies bestaan uit een viertal posten:

- *Gezondheidseffecten*: de inademing van fijnstofemissies en NO<sub>x</sub> heeft schadelijke effecten voor de menselijke gezondheid en leidt tot grotere risico's op bijvoorbeeld hart- en vaatziekten. Deze schadelijke effecten leiden tot kosten in de vorm van medische behandelingen, productieverlies en welvaartsverlies door een verminderde gezondheid of zelfs een voortijdig overlijden.
- *Schade aan gebouwen en materialen*: fijnstofemissies kunnen gebouwen en materialen vervuilen, terwijl NO<sub>x</sub>-corrosie kunnen veroorzaken.
- *Verlies van landbouwgewassen*: verzurende stoffen (zoals NO<sub>x</sub>) kunnen leiden tot schade aan landbouwgewassen en daarmee tot een vermindering van het productievolume.
- *Schade aan ecosystemen en biodiversiteit*: NO<sub>x</sub> leidt tot een verzuring van de bodem en het grondwater en kan op die manier schade veroorzaken aan de biodiversiteit.

Hierbij zijn de gezondheidseffecten verantwoordelijk voor het overgrote dele van de kosten van luchtvervuiling (meer dan 90%).

Voor de bepaling van de verandering in externe kosten van luchtvervuiling is gebruik gemaakt van de milieuprijzen zoals die voor Nederland worden aanbevolen in het Europese Handboek voor externe kosten van transport (CE Delft, et al., 2019). Deze milieuprijzen zijn weergegeven in Tabel 13. De milieuprijzen voor fijnstofemissies door slijtage liggen daarbij lager dan de verbrandingsemisies, omdat de deeltjes bij het eerstgenoemde type emissie gemiddeld groter zijn. Hierdoor dringen ze minder diep door in het menselijk lichaam, waardoor ze minder gezondheidsschade aanrichten.

Tabel 13 - Milieuprijzen luchtvervuilende emissies

Stof	Milieuprijs (€/kg) <sup>a</sup>
NO <sub>x</sub>	18
Fijnstof - verbranding	113
Fijnstof - slijtage	6

<sup>a</sup> Bij de bepaling van de milieuprijs zijn we ervan uitgegaan dat 25% van de kilometers in stedelijke omgeving wordt gereden en 75% in een landelijke omgeving.

## Geluid

De impact van de scenario's op het geluidsniveau van het personenvervoer is in deze ook in kaart gebracht. Op basis van de ontwikkelingen in de verkeersvolumes is ingeschat welke verandering in decibellen verwacht mag worden<sup>4</sup>. Hierbij is rekening gehouden met ver-

<sup>4</sup> De verandering in het geluidsniveau (in dB) kan worden ingeschat met behulp van de formule  $10 \log \left( \frac{I_{\text{nieuw}}}{I_{\text{uitgangssituatie}}} \right)$ . Als de (naar geluid gewogen) voertuigkilometers bijvoorbeeld verdubbelen, dan leidt dit tot  $10 \log \left( 2 \times \frac{I_{\text{uitgangssituatie}}}{I_{\text{uitgangssituatie}}} \right) = 10 \log (2) = 3,0103$  extra decibellen.

schillen in geluidsproductie van de verschillende typen voertuigen, door de voertuigkilometers te wegen met specifieke geluidweegfactoren (zie (CE Delft; VU, 2014))<sup>5</sup>. Zo wordt bijvoorbeeld aangenomen dat een bus in de bebouwde kom ca. tien keer zoveel geluid produceert als een personenauto.

De externe kosten van verkeersgeluid bestaan uit een tweetal elementen:

- *Overlastkosten*. Hierbij gaat het om sociale en/of economische kosten van een belemmering van recreatieve/sociale activiteiten, ongenoegen, overlast, etc.
- *Gezondheidskosten*. Verkeersgeluid kan ook fysieke gezondheidsschade veroorzaken zoals hart- en vaatziekten (hoge bloeddruk, hartinfarcten), beroertes en dementie. Evenals bij luchtkwaliteit leiden deze schadelijke gezondheidseffecten tot kosten in de vorm van medische behandelingen, productieverlies en welvaartsverlies door een verminderde gezondheid of zelfs een voortijdig overlijden.

Voor de bepaling van de verandering in externe geluidskosten die optreden in de verschillende scenario's maken we in deze studie gebruik van milieuprijzen uitgedrukt in €/reizigerskilometer. Een overzicht van deze milieuprijzen is weergegeven in Tabel 14. Deze milieuprijzen zijn overgenomen uit (CE Delft, et al., 2019).

Tabel 14 - Milieuprijzen geluid

	Auto	OV gemiddeld <sup>a</sup>
Milieuprijzen geluid (€/reizigerskilometer)	0,54	0,41

<sup>a</sup> Hierbij is uitgegaan van een verhouding bus en trein in het totale aantal reizigerskilometers van 25 en 75%.

### 3.3.3 Veiligheids- en gezondheidseffecten

Bij de veiligheids- en gezondheidseffecten onderscheiden we twee verschillende effecten: effecten op de verkeersveiligheid en de gezondheidsbaten van fietsen. De wijze waarop deze twee effecten zijn bepaald in deze studie wordt hieronder nader toegelicht.

#### Verkeersveiligheid

Om de invloed van de verschillende scenario's op verkeersveiligheid in kaart te brengen maken we een grove inschatting van de verandering in het aantal dodelijke slachtoffers en ziekenhuisslachtoffers als gevolg van verkeersongevallen. Daartoe vermenigvuldigen we per modaliteit de verandering in reizigerskilometers met de kans op verkeersslachtoffers per reizigerskilometer voor die specifieke modaliteit. De kansen op dodelijke slachtoffers en ziekenhuisslachtoffers schatten we in op basis van ongevallenstatistieken van de SWOV (zie Tabel 15).

Tabel 15 - Kans op verkeersslachtoffer binnen een modaliteit (aantal slachtoffer per 1 miljoen reizigerskilometers)

Vervoerswijze	Kans op een dodelijk ongeval	Kans op een ongeval met ziekenhuisslachtoffers
Auto	0,0034	0,0448
Fiets	0,0121	0,8186
Bus	0,0042	0,0361
Trein	0,0007	0,0017

<sup>5</sup> Deze geluidweegfactoren geeft de relatieve geluidproductie ten opzichte van een personenauto weer.

De kans op een slachtoffer op de fiets is echter niet alleen afhankelijk van het aantal fietskilometers, maar ook van het aantal auto- en OV-kilometers. Immers als het aantal autokilometers afneemt, dan is er minder kans op een auto-fiets ongeval en dus ook minder kans op slachtoffers op de fiets. Om dit effect mee te nemen voegen we aan de bovenstaande berekening een correctie toe, waarbij we de invloed die veranderingen in reizigerskilometers van modaliteit X hebben op de kans op slachtoffers in modaliteit Y meenemen. Ook deze kansen berekenen we wederom op basis van ongevallenstatistieken van de SWOV (zie Tabel 16).

Tabel 16 - Kans op verkeersslachtoffer in ongevallen tussen verschillende vervoerswijzen per reizigerskilometer van de tegenpartij

Ongevallen tussen:	Vervoerswijze slachtoffer	Dodelijk slachtoffer	Ziekenhuisgewonde
Auto en fiets	Fiets	0,00055	0,00802
	Auto		0,00401
Auto en bus	Bus		
	Auto	0,00093	0,00763
Auto en trein	Trein		
	Auto	0,00013	0,00068
Fiets en bus	Fiets	0,00228	0,00822
	Bus		0,00026
Fiets en trein	Fiets	0,00016	0,00057
	Trein		
Bus en trein	Bus		
	Trein	0,00028	0,00139

Tot slot houden we in onze berekeningen voor de fiets ook rekening met het effect dat een toename van het aantal fietsers leidt tot een afname van het risico voor die fietsers om betrokken te raken bij een ongeval. Dit effect, dat bekend staat als het ‘safety-in-numbers’ effect, is in verschillende studies empirisch aangetoond (o.a. Jacobsen et al. (2003); Elvik en Bjornskau (2017)). Volgens dit effect neemt de kans dat een fietser (dodelijk) gewond raakt in een ongeval af met ca.  $-0,6^{\text{de}}$  macht van de toename in het aantal fietsers. Met andere woorden, als het aantal fietsers met 50% toeneemt, dan neemt de individuele kans op een ongeval (per reizigerskilometer) voor fietsers af tot ca. 78% van de initiële kans<sup>6</sup>.

In onze analyses houden we geen rekening met de invloed die specifieke infrastructuur-ingrepen die worden gedaan in de verschillende scenario's kunnen hebben op de verkeersveiligheid. Het vervangen van een VRI-geregeld kruispunt door een voorrangsplein of door een ongelijkvloerse kruising kan bijvoorbeeld leiden tot een lagere ongevalskans op die specifieke locatie. Echter, deze veranderingen in ongevalskansen zijn zeer locatie- en maatregel specifiek en het was daarom niet mogelijk om die in deze analyse mee te nemen. De ingeschatte verkeersveiligheidseffecten moeten daarom ook met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

Naast een inschatting van de verandering in het aantal verkeersslachtoffers hebben we in deze studie voor de verschillende scenario's ook de verandering in externe ongevalskosten bepaald. Hierbij gaat het om:

- *immateriële kosten voor slachtoffers en hun naasten*, waarbij het gaat om de kosten van leed, pijn, verdriet en verlies aan levensvreugde van de slachtoffers en hun familie en vrienden;

<sup>6</sup>  $1.5^{-0.6} = 0.78$ .

- *kosten van productieverlies*, waarbij het gaat om de kosten voor de maatschappij als geheel die het gevolg zijn van tijdelijk of blijvende arbeidsongeschiktheid van gewonden en het geheel wegvallen van de productie door overleden verkeersslachtoffers;
- *medische kosten*, zoals kosten van het ziekenhuis, revalidatie en geneesmiddelen;
- *afhandelingskosten*, zoals de kosten van de brandweer, politie, justitie en verzekeraars;
- *materiële kosten*, zoals de kosten die voortvloeien uit de beschadiging van goederen zoals voertuigen, lading en infrastructuur.

Een deel van deze kosten worden reeds geïnternaliseerd via verzekeringen of doordat de verkeersdeelnemer rekening houdt met deze kosten bij het nemen van de beslissing om deel te gaan nemen aan het verkeer. Bij de gehanteerde kostenkentalen is hiervoor gecorrigeerd. Een overzicht van de kostenkentalen zoals gebruikt in deze studie is gepresenteerd in Tabel 17<sup>7</sup>.

Tabel 17 - Kostenkentalen externe ongevalskosten

	Dodelijke slachtoffers	Ziekenhuisgewonden
Kostenkental (€/slachtoffer)	3.550.347	543.938

### Gezondheidsbaten fietsen

Meer fietsen leidt tot een betere gezondheid. Verschillende wetenschappelijke studies (zie bijvoorbeeld (Titze, et al., 2011), (Celis-Morales, et al., 2017), (De Hartog, et al., 2013)) tonen aan dat regelmatig fietsen leidt tot meer fitheid, minder overgewicht en obesitas en lagere risico's op hart- en vaatziekten en kanker. Dit leidt tot een langer en gezonder leven voor de fietser, maar ook tot een hoger arbeidsproductiviteit en minder ziektekosten. De grootste gezondheidsbaten treden daarbij op als mensen gebruik maken van een conventionele fiets, maar ook overstappen van de auto of het OV naar een elektrische fiets leidt tot significante gezondheidsbaten (Bourne, et al., 2018).

Zoals hierboven al aangestipt bestaan de gezondheidsbaten van fietsen uit verschillende elementen: een welvaartsstijging door een langer en gezonder leven, lagere medische kosten, hogere productiviteit, etc. Het voert voor deze studie te ver om de omvang van de verschillende (fysieke) elementen afzonderlijk in kaart te brengen. In plaats daarvan drukken we alle verschillende typen gezondheidsbaten van meer fietsen uit in monetaire baten, zodat we ze onder één noemer kunnen presenteren. Hiervoor maken we gebruik van een waarderingskental van € 0,15 per fietskilometer, zoals aanbevolen door (Decisio, 2017). Dit kental omvat de baten van een hogere arbeidsproductiviteit, lagere ziektekosten, een lagere ziektelast en langere levensduur.

#### 3.3.4 Ruimtebeslag

Veranderingen in verkeersvolumes kunnen ook leiden tot meer of minder beslag op de schaarse ruimte in de stads- en dorpscentra. In dit opzicht is vooral de behoefte aan parkeerplaatsen relevant.

Omdat schaarse ruimte ook voor andere renderende activiteiten gebruikt kan worden, kunnen de misgelopen opbrengsten van deze activiteiten gezien worden als een kostenpost voor de maatschappij (CE Delft; VU, 2014).

<sup>7</sup> De externe kosten van licht gewonden blijven in deze studie buiten beschouwing vanwege een gebrek aan betrouwbare data om het aantal lichtgewonden per scenario in te schatten.

In deze studie zullen we de effecten op ruimtebeslag enkel kwalitatief beschrijven. Een kwantitatieve uitwerking van deze effecten is niet mogelijk, o.a. omdat de modelresultaten geen inzicht bieden in de veranderingen in voertuigbezit.

# 4 Resultaten pure reistijd

## 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken voor Groningen-Assen en Tilburg op basis van pure reistijd. Dat houdt in dat de doelgroep-specifieke waarderingen voor de verschillende reisalternatieven niet in deze resultaten tot uitdrukking komen, die volgen in Hoofdstuk 5. Wel is in de analyses voor dit hoofdstuk gebruik gemaakt van het supernetwerk van multimodale reisalternatieven. Zie Hoofdstuk 2 voor een nadere uitleg over de gebruikte methode.

We beschrijven in Paragraaf 4.2 eerst de bereikbaarheidsresultaten voor Groningen-Assen, beginnend met de hele regio en daarna inzoomend op het centrum van Groningen en dat van Assen. In Paragraaf 4.3 zijn de overige effecten voor de regio Groningen-Assen gegeven. In Paragraaf 4.4 en 4.5 volgen op dezelfde wijze de resultaten voor Tilburg.

Zoals aangegeven in Paragraaf 3.2 zijn er meerdere investeringsscenario's samengesteld op basis van het zoekproces naar effectieve ingrepen om de bereikbaarheid te vergroten. In Tabel 18 en Tabel 19 geven we een overzicht van de scenario's en een korte toelichting op de inhoud. De namen van de scenario's komen in de figuren in de rest van het hoofdstuk telkens terug. Ook is in de tabellen aangegeven wat de ordegrrootte van de jaarlijkse kosten zijn per scenario. We zien dat de jaarlijkse kosten voor het hoge autoscenario voor beide casestudies zich redelijk verhouden tot de kosten in het OV-middel fietsmiddelscenario.

Tabel 18 - Investeringscenario's voor regio Groningen-Assen

Systeem	Naam	Korte omschrijving	Indicatie jaarlijkse kosten in euro
Autoscenario	Autolicht	Aanpassingen aan VRI's op vier drukste kruispunten	20 tot 25 (x 1.000)
	Auto middel	Autolicht plus 21 voorrangspunten op drukste kruispunten	600 tot 650 (x 1.000)
	Auto hoog	Auto middel plus vier ongelijkvloerse kruisingen	11 tot 12 (x mln)
Fietsscenario	Alleen fietslicht	Extra fietsvoorzieningen	~ 50 (x 1.000)
	Alleen fietsmiddel	Fietslicht plus extra fietsverbindingen en snelfietsroutes	- 7 (x mln)
OV+fiets-scenario	OV licht fiets-middel	Fietsmiddel plus extra busverbindingen op zes trajecten.	9 tot 10 (x mln)
	OV-middel fiets-licht	OV-lichtfiets licht plus extra busverbindingen op zes trajecten	2 tot 3 (x mln)
	OV-middel fiets-middel	OV-lichtfiets middel plus extra busverbindingen op zes trajecten	16 tot 17 (x mln)
	OV zwaar fietslicht	OV-middel fietslicht plus twee extra treinverbindingen	60 tot 65 (x mln)
	OV zwaar fiets-middel	OV-middel fietsmiddel plus twee extra treinverbindingen	70 tot 75 (x mln)

Tabel 19 - Investeringscenario's voor regio Tilburg

Systeem	Naam	Korte omschrijving	Indicatie jaarlijkse kosten in euro
Autoscenario	Auto middel	Aanpassingen aan 20 VRI's plus tien voorrangspunten op drukste kruispunten.	~ 400 (x 1.000)
	Auto hoog	Auto middel + zes ongelijkvloerse kruisingen	~ 17 (x mln)
Fietsscenario	Alleen fietslicht	Extra fietsvoorzieningen	~ 50 (x 1.000)
	Alleen fietsmiddel	Fietslicht plus extra fietsverbindingen en snelfietsroutes	~ 6 (x mln)
OV+fietsscenario	OV licht-fietslicht	Fietslicht + extra busverbindingen op vijf trajecten	~ 400 (x 1.000)
	OV licht fietsmiddel	Fietsmiddel + extra busverbindingen op vijf trajecten	~ 6 (x mln)
	OV-middel fietslicht	OV-licht + fietslicht	~ 4 (x mln)
	OV-middel fietsmiddel	OV-licht + fietsmiddel	~ 10 (x mln)
	OV zwaar fietslicht	OV-middel + fietslicht + twee extra treinverbindingen en een expresbusverbinding	~ 42 (x mln)
	OV zwaar fietsmiddel	OV-middel + fietsmiddel + twee extra treinverbindingen en een expresbusverbinding	~ 48 (x mln)

## 4.2 Bereikbaarheidsresultaten Groningen-Assen

### 4.2.1 Hele regio Groningen-Assen

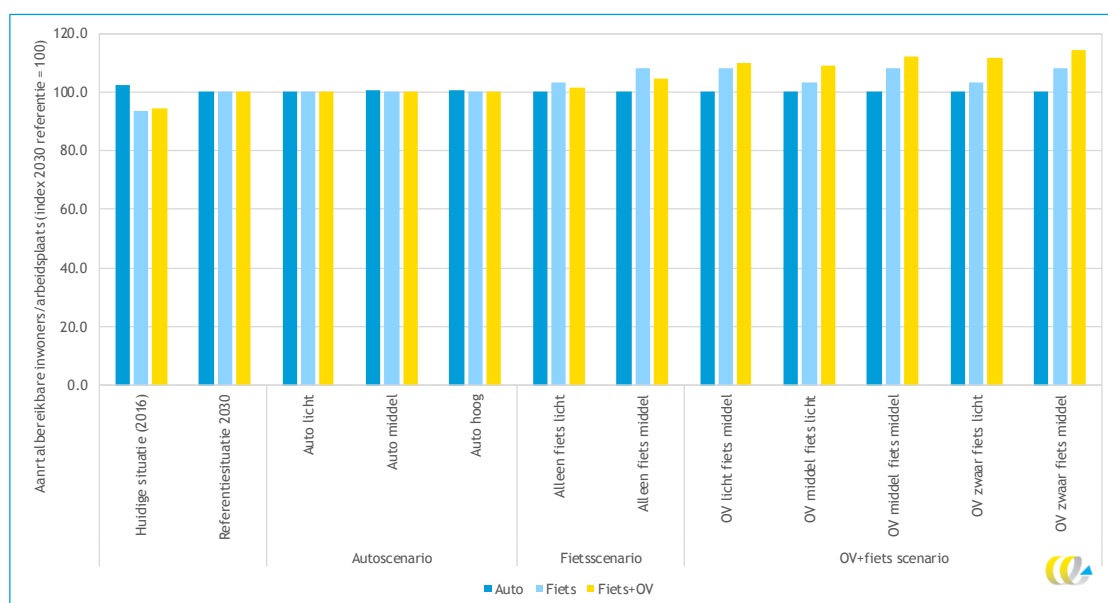
In Figuur 8 zien we voor de auto-, fiets- en OV+fietsscenario's de veranderingen in bereikbare inwoners per arbeidsplaats ten opzichte van de referentiesituatie in 2030.

We zien tussen nu (2016) en 2030 een kleine autonome daling van de autobereikbaarheid van ruim 2% inwoners per arbeidsplaats. De fiets en fiets+OV-bereikbaarheid neemt autonoom juist toe tussen 2016 en 2030 met respectievelijk ruim 6% en ruim 5% inwoners per arbeidsplaats. De daling van de autobereikbaarheid is het gevolg van de groei van het autoverkeer (dat op zijn beurt voor een belangrijk deel wordt veroorzaakt door de bevolkingsgroei). Hierdoor wordt het drukker op de weg en kunnen per saldo minder bestemmingen binnen dezelfde tijd worden bereikt.

De verbetering van de OV+fietsbereikbaarheid is het gevolg van reeds geplande investeringen in beide modaliteiten.

Wanneer we door de oogbalken naar Figuur 8 kijken zien we dat bij de auto de absolute verandering van de bereikbaarheid als gevolg van ingrepen in auto relatief klein is met 0,1 tot 0,7%. Bij fiets en OV+fiets is de toename relatief veel groter. Daar loopt de range van 1,7 tot 16,7%.

**Figuur 8 - Aantal bereikbare inwoners per arbeidsplaats voor auto, fiets en OV+fiets in de regio Groningen-Assen**



In Figuur 9 zijn de procentuele verbeteringen van de auto-, fiets- en fiets+OV-scenario's beter te zien, en is ook de verandering in de totale bereikbaarheid te zien. Het is duidelijk dat alle drie investeringsscenario's voor de auto een zeer beperkt effect hebben op de autobereikbaarheid. In het scenario licht gaat het om een toename van 0,1% en in zwaar om een toename van 0,7% ten opzichte van de referentie. Dit betekent ook dat de scenario's niet in staat zijn de autonome verslechtering van de autobereikbaarheid te compenseren. Met andere woorden, zelfs met relatief zware ingrepen voor de auto zal er naar verwachting een verslechtering van de autobereikbaarheid optreden in de regio Groningen-Assen.

De OV+fietsscenario's hebben een relatief (veel) groter effect op de OV+fietsbereikbaarheid. In het minst ingrijpende scenario (OV-middel fietslicht) gaat het om een toename van 8,9%, in het scenario OV-zwaar-fietsmiddel om een toename van 14,4%.

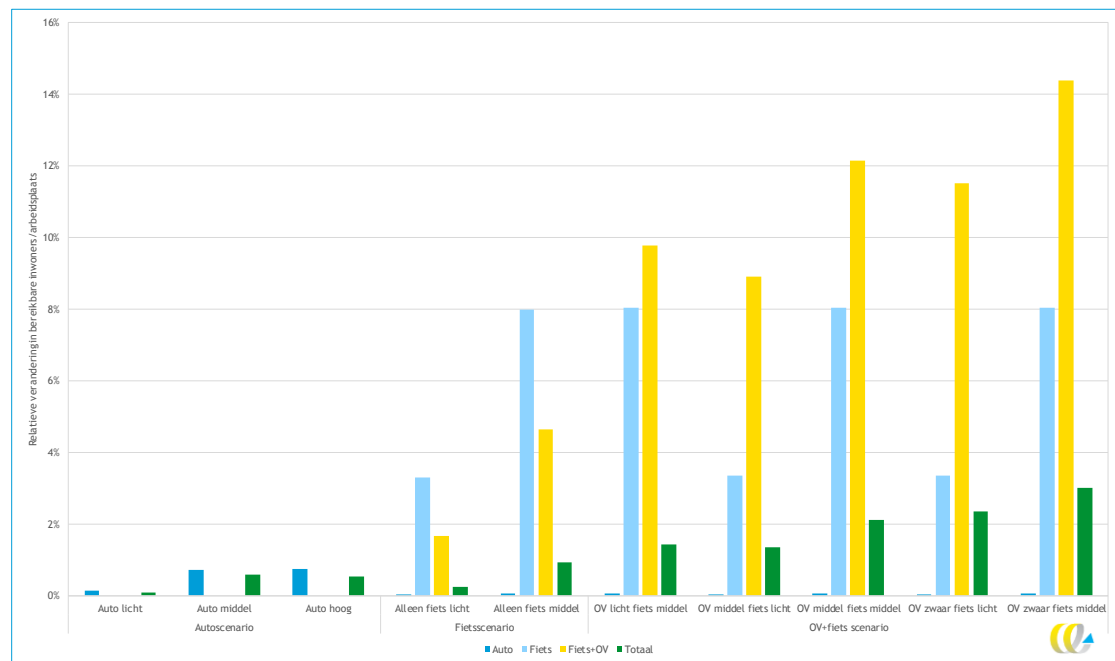
Ook de scenario's met alleen fietsinvesteringen verbeteren de fietsbereikbaarheid relatief veel te weten met 3,3 en 8%.

Als we de OV+fietsscenario's met elkaar vergelijken valt op dat er al relatief veel bereikbaarheidswinst te boeken is in de scenario's OV-licht-fietsmiddel en OV-middel-fietslicht. Extra investeringen in het openbaar vervoer en de fiets bovenop de investeringen uit die twee milde scenario's leveren dus relatief weinig extra bereikbaarheidswinst op.

In Figuur 8 hebben we enkel de effecten op de potentiële bereikbaarheid van de afzonderlijke modaliteiten gepresenteerd. Echter, het is ook interessant om te zien wat het effect van de verschillende scenario's is op de totale bereikbaarheid. Dit is ook weergegeven in Figuur 9. Hieruit blijkt dat de totale bereikbaarheid in de OV+fietsscenario's meer toemenemen dan in de autoscenario's. Hierbij is vooral de vergelijking tussen het scenario 'auto hoog' en het scenario 'OV-middel - fietsmiddel' interessant, omdat deze scenario's vergelijkbare kosten kennen. Tegen vergelijkbare jaarlijkse kosten blijken er in het OV+fietsscenario grotere bereikbaarheidswinsten behaald te kunnen worden dan in het autoscenario.



**Figuur 9 - Procentuele verandering in aantal bereikbare inwoners per arbeidsplaats ten opzichte van 2030 in de regio Groningen-Assen**



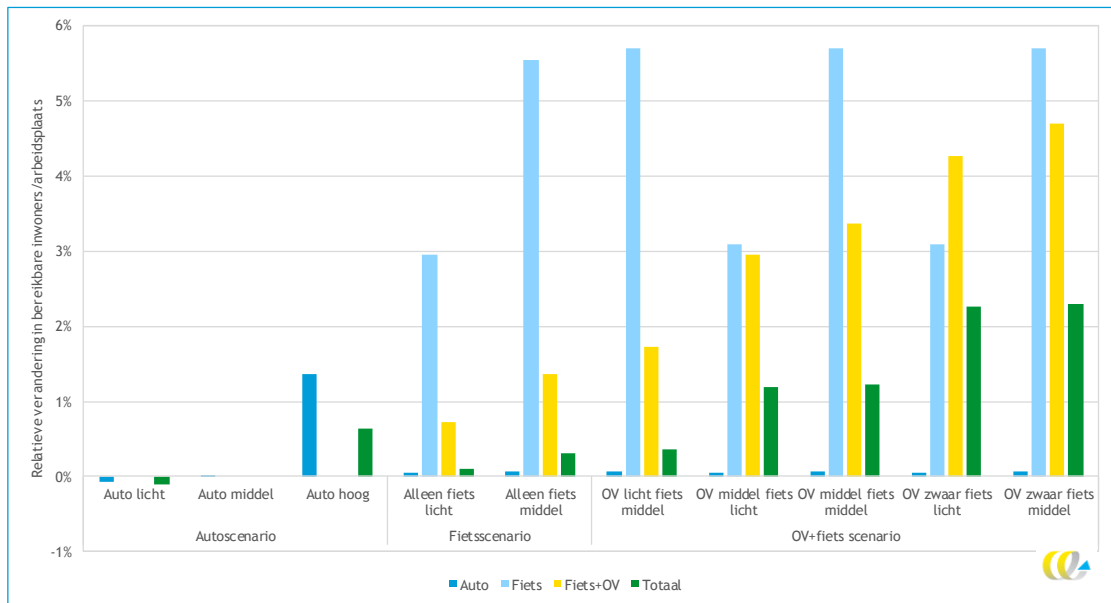
#### 4.2.2 Centrum Groningen

In Figuur 10 zijn de procentuele veranderingen in de bereikbaarheid voor de auto-, fiets- en fiets+OV-scenario's weergegeven voor het centrum van de stad Groningen. Wanneer we deze figuur vergelijken met de resultaten voor de hele regio (Figuur 9) dan valt vooral op dat de reistijdverbeteringen voor fiets+OV flink kleiner zijn. Dat is gelegen in het feit dat het centrum van Groningen reeds uitstekend met openbaar vervoer ontsloten is. Daarom is er in potentie minder bereikbaarheidswinst mogelijk door het openbaar vervoer en fietsvoorzieningen te verbeteren.

Verder valt op dat de verbetering van de reistijd in het scenario auto-hoog wat groter is ten opzichte van de hele regio, terwijl de scenario's autolicht en auto-middel nagenoeg geen effect hebben.

De relatieve verbetering in de totale bereikbaarheid is over het algemeen groter in de OV+fietsscenario's dan in de fietsscenario's of autoscenario's (met uitzondering van auto-hoog).

**Figuur 10 - Procentuele verandering in aantal bereikbare inwoners per arbeidsplaats in Groningen centrum ten opzichte van 2030**

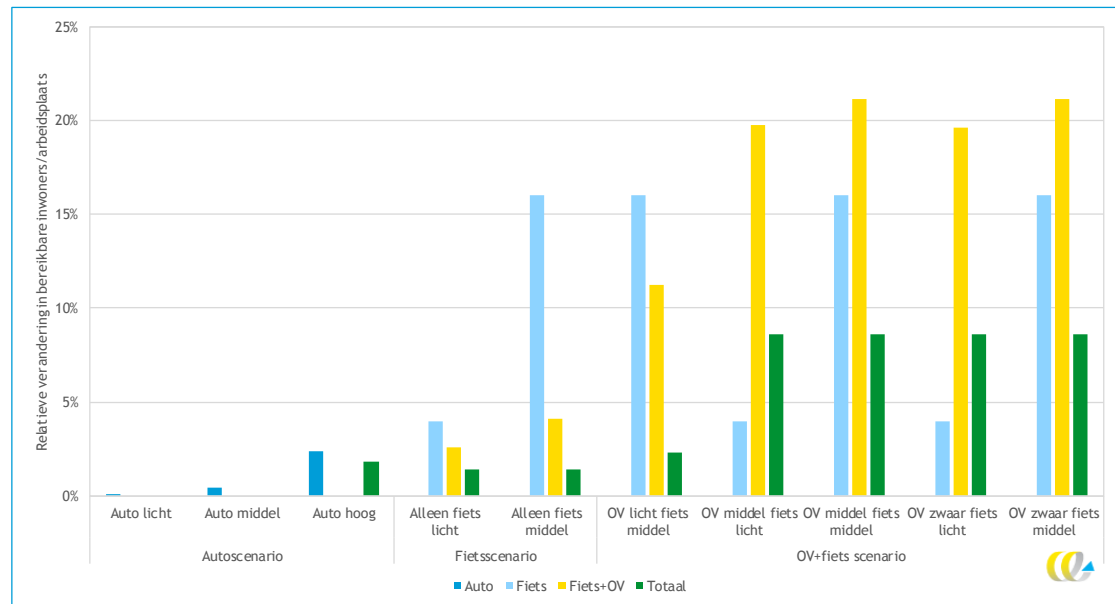


### 4.2.3 Centrum Assen

In Figuur 11 laten we de procentuele veranderingen in de bereikbaarheid voor de auto-, fiets- en fiets+OV-scenario's zien voor het centrum van de stad Assen. In vergelijking met het centrum van Groningen is er in het centrum van Assen juist wel veel bereikbaarheids-winst te boeken bij de fiets en het OV (meer dan 20% in twee van de OV+fietsscenario's). De verklaring hiervoor is dat (het centrum) van Assen juist relatief slecht bereikbaar is met het openbaar vervoer en de fiets. Met name de wat zwaardere investeringen in fiets (nieuwe fietsverbindingen en fietssnelwegen) leveren een relatief grote verbetering van de fiets-bereikbaarheid op. Ook de totale bereikbaarheid neemt in deze scenario's het sterkst toe.

Voor de auto leveren de scenario's auto-middel en auto-hoog een iets grotere toename van de autobereikbaarheid dan Groningen centrum.

Figuur 11 - verandering in aantal bereikbare inwoners per arbeidsplaats ten opzichte van 2016



#### 4.2.4 Overige gebieden binnen de regio Groningen-Assen

Voor Veendam en Zuidlaren zien we grofweg hetzelfde beeld als voor het centrum van Assen: relatief grote verbeteringen in bereikbaarheid zijn mogelijk bij de fiets en OV+fiets. In Veendam zien we wel sterker dan elders dat er relatief veel bereikbaarheidswinst optreedt bij het openbaar vervoer in de OV+fietsscenario's. In Zuidlaren hebben deze scenario's juist relatief veel impact op de fietsbereikbaarheid.

### 4.3 Overige effecten Groningen-Assen

Naast de bereikbaarheidseffecten hebben de verschillende scenario's ook enkele andere effecten. In deze paragraaf bespreken voor de gehele regio Groningen-Assen de volgende effecten:

- voertuig- en brandstofkosten;
- fysieke externe effecten;
- gemonetariseerde externe effecten.

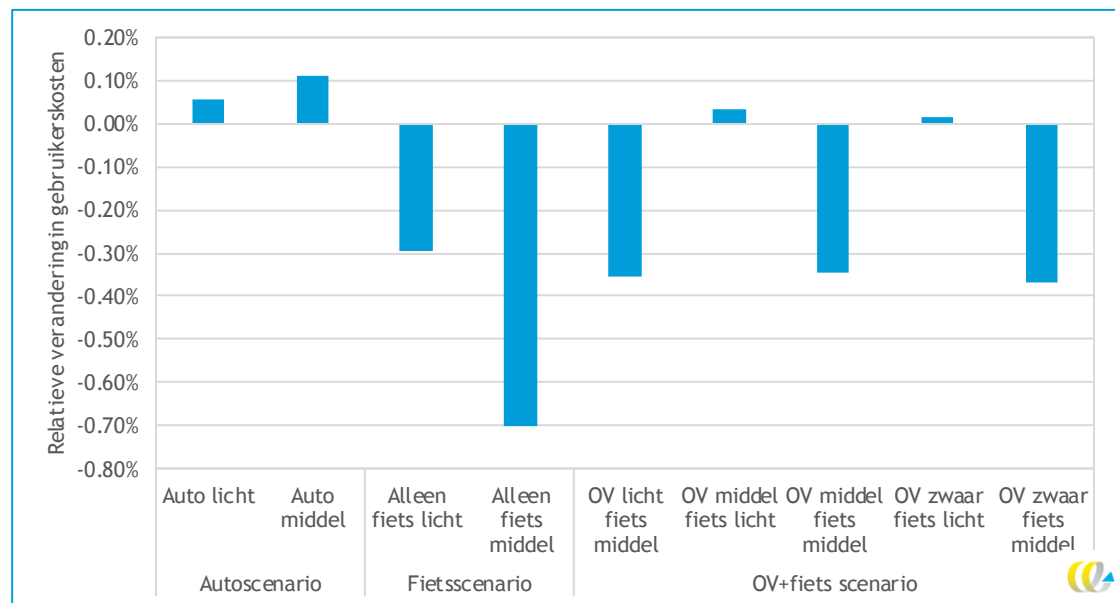
In aanvulling op deze effecten leiden de verschillende scenario's ook tot investerings-, onderhouds- en exploitatiekosten van bestaande en nieuwe infrastructuur. Deze kosten zijn reeds in Paragraaf 3.2 in kaart gebracht en worden daarom in deze paragraaf niet verder besproken.

#### 4.3.1 Voertuig- en brandstofkosten

Een overzicht van de verandering in de gebruikerskosten wordt gepresenteerd in Figuur 12. Zoals verwacht, stijgen de kosten in de autoscenario's. De verschuiving van OV en vooral fietskilometers naar autokilometers leidt tot een toename van de gemiddelde gebruikerskosten per reizigerskilometer. Omdat de gebruikerskosten het laagst zijn voor de fiets, dalen de gemiddelde kosten in de fietsscenario's. In de OV + fietsscenario's zijn de resultaten wisselend. In de scenario's 'OV licht fietsmiddel', 'OV-middel fietsmiddel' en 'OV zwaar fietsmiddel' dalen de gemiddelde gebruikerskosten, terwijl die in de scenario's

‘OV-middel fietslicht’ en ‘OV zwaar fietslicht’ juist toenemen. De reden hiervoor is dat in de twee laatstgenoemde scenario’s er per saldo een modal shift van de fiets naar het OV plaatsvindt (doordat de getroffen maatregelen het OV significant aantrekkelijker maakt dan de fiets). Dit leidt tot hogere kosten (de gebruikerskosten van het OV liggen hoger dan voor de fiets) en deze kostenstijging kan niet worden gecompenseerd door de modal shift van de auto naar het OV. In de overige OV+fietsscenario’s is er wel sprake van een netto toename van het aantal fietskilometers, waardoor de gemiddelde gebruikerskosten per reizigerskilometer hier wel dalen.

Figuur 12 - Relatieve verandering in de gebruikerskosten



### 4.3.2 Fysieke externe effecten

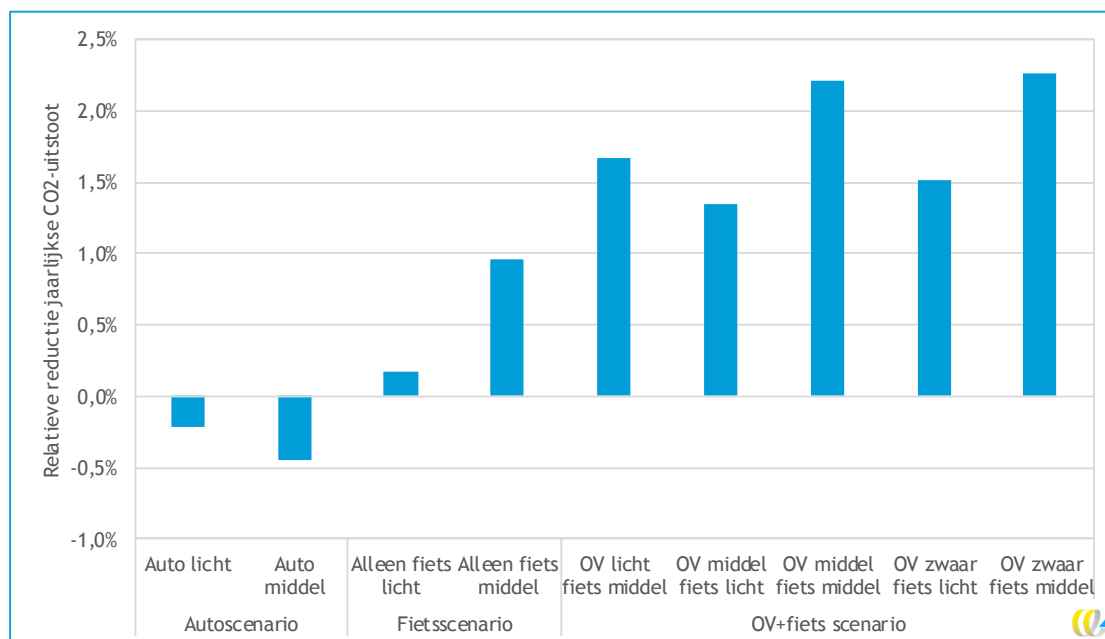
De scenario’s leiden tot verschillende externe effecten. Voor de volgende externe effecten wordt de fysieke omvang ervan in deze paragraaf nader toegelicht:

- CO<sub>2</sub>-emissies;
- luchtvervuilende emissies;
- geluid;
- verkeersongevallen;
- ruimtebeslag.

#### CO<sub>2</sub>-emissies

De effecten op de CO<sub>2</sub>-emissies zijn weergegeven in Figuur 13. Bij de autoscenario’s is er sprake van een beperkte toename van de totale jaarlijkse CO<sub>2</sub>-emissies van het personenverkeer, wat het gevolg is van de verschuiving van de fiets en het OV naar de auto. Bij de fiets en OV+fietsscenario’s is er sprake van een reductie van de jaarlijkse CO<sub>2</sub>-emissies, die kan oplopen naar ruim 2%.

Figuur 13 - Relatieve reductie in jaarlijkse CO<sub>2</sub>-uitstoot voor de hele regio Groningen-Assen

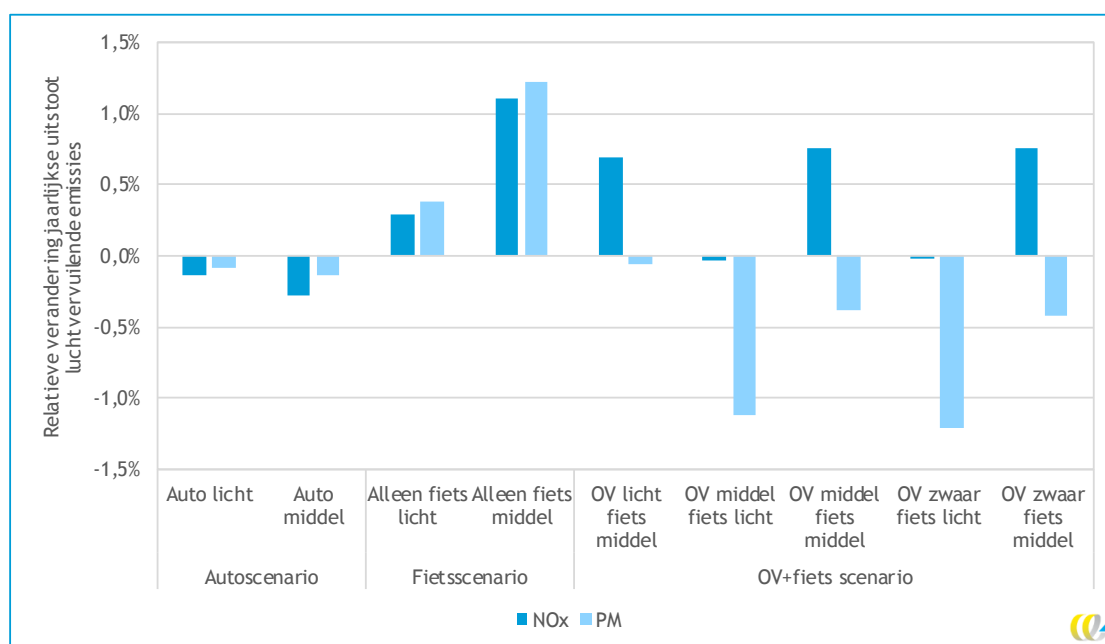


## Luchtvervuilende emissies

Figuur 14 geeft een overzicht van de verwachte relatieve reducties in jaarlijkse NO<sub>x</sub> en fijnstofemissies. In de autoscenario's is er sprake van een toename van de luchtvervuilende emissies, die het grootst is in het scenario 'auto-middel'. In de fietsscenario's is er daarentegen sprake van een afname van de luchtvervuilende emissies, wat het gevolg is van de verschuiving van reizigerskilometer van de auto en het OV naar de fiets.

Bij de OV+fietsscenario's variëren de resultaten tussen de verschillende scenario's. De NO<sub>x</sub>-emissies nemen af in de scenario's 'OV licht fietsmiddel', 'OV-middel fietsmiddel' en 'OV zwaar fiets middel', terwijl die in de scenario's 'OV-middel fietslicht' en 'OV zwaar fiets-licht' juist (zeer) licht toenemen. Zoals eerder toegelicht leiden de OV-investeringen er in de twee laatstgenoemde scenario's toe dat er (ook) sprake is van een netto modal shift van de fiets naar het OV (wat resulteert in extra NO<sub>x</sub>-emissies), terwijl in de andere drie scenario's (waar de investeringen in fiets en OV-voorzieningen dicht bij elkaar liggen) alle nieuwe OV-reizigers uit de auto komen. De fijnstofemissies nemen zelfs in alle scenario's toe. De belangrijkste verklaring hiervoor is dat de toekomstige fijnstofemissies grotendeels bestaan uit slijtage-emissies (ca. 85 tot 95%). Omdat deze emissies per reizigerskilometer hoger liggen bij bussen en de trein dan bij een personenauto, leidt een verschuiving van de auto naar het OV tot hogere fijnstofemissies. Daar komt bij dat, zoals hierboven besproken, er in sommige scenario's sprake is van een netto modal shift van de fiets naar het OV, wat ook leidt tot extra fijnstofemissies.

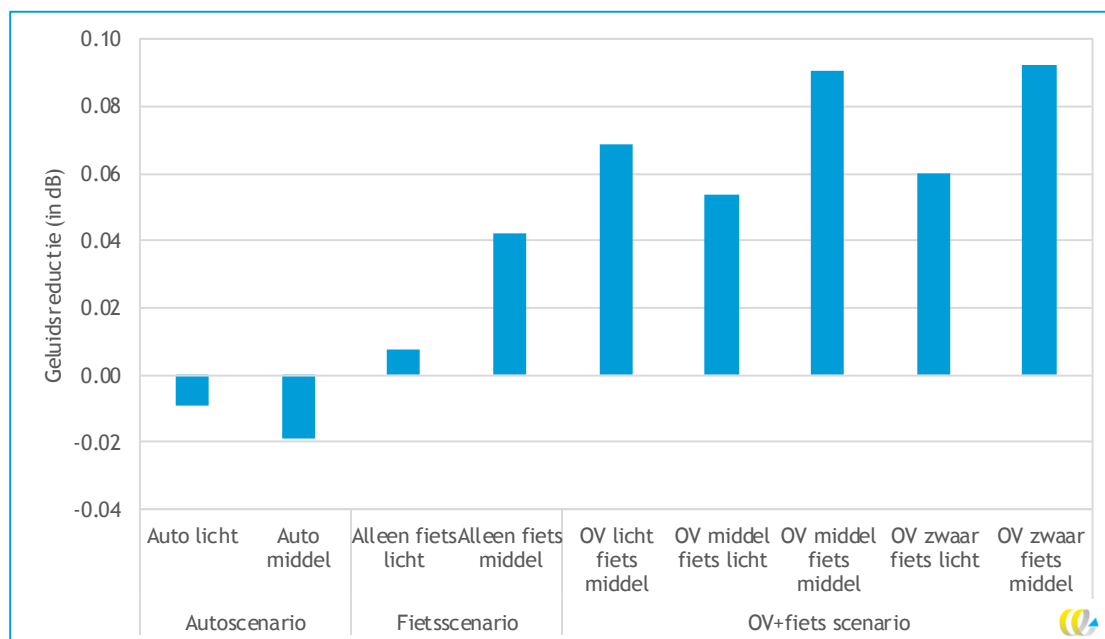
**Figuur 14 - Relatieve reductie in jaarlijkse uitstoot luchtvervuilende emissies voor de hele regio Groningen- Assen**



## Geluid

We hebben een ruwe inschatting gemaakt van de impact van de verschillende scenario's op het geluidsniveau. De resultaten van deze analyse worden gepresenteerd in Figuur 15. In de autoscenario's neemt het geluidsniveau van het personenverkeer licht toe als gevolg van de toename in het totale aantal voertuigkilometers. In de fiets en fiets+OV-scenario's is er daarentegen sprake van een reductie van geluid. Bij de fietsscenario's is dit te verklaren door een verschuiving van auto en OV-kilometers naar 'stille' fietskilometers. Bij de fiets+OV-scenario's leidt de verschuiving van auto naar het OV tot minder voertuigkilometers en daarmee tot minder geluid.

Figuur 15 - Inschatting van de geluidsreductie voor de gehele regio Groningen - Assen



## Verkeersveiligheid

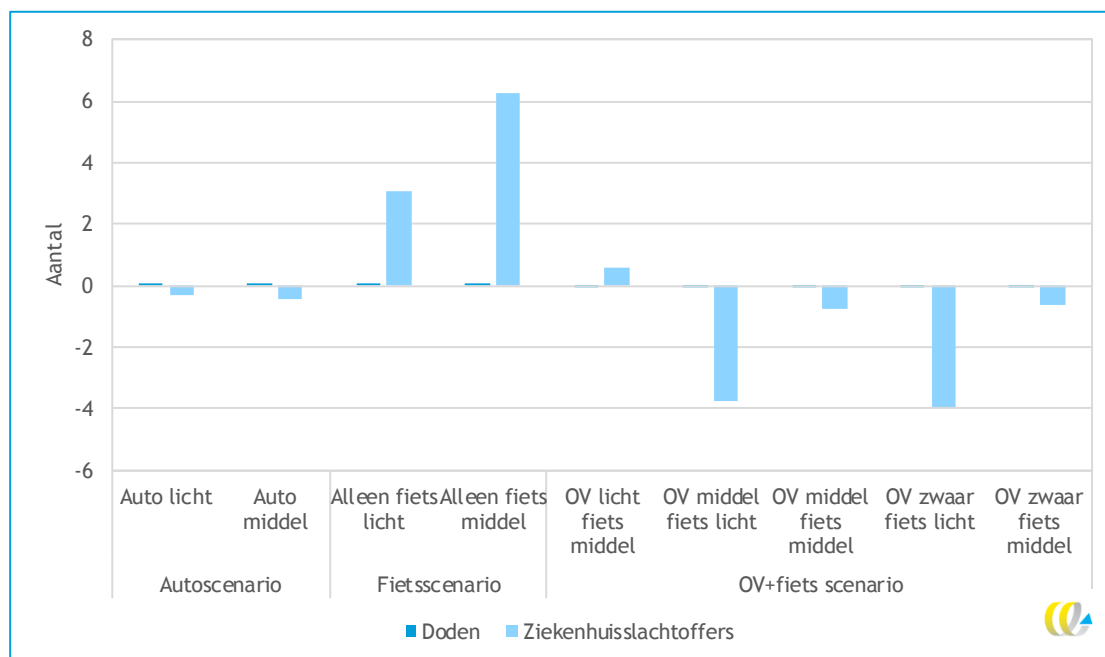
In Figuur 16 zijn de veranderingen in het aantal dodelijke en ziekenhuisslachtoffers van verkeersongevallen weergegeven voor de verschillende scenario's. In de fietsscenario's is er sprake van een kleine toename van het aantal verkeersslachtoffers (vooral ziekenhuisgewonden), wat het gevolg is van de toename in het aantal fietskilometers. De kwetsbare positie van fietsers zorgt ervoor dat de kans op verkeersslachtoffers bij deze vervoerswijze groter is dan bij de auto en het OV en dat een verschuiving naar de fiets dus een nadelig effect heeft op de verkeersveiligheid. Deze conclusie is in lijn met de resultaten van een analyse van de SWOV naar de verkeersveiligheidseffecten van een modal shift van de auto naar de fiets (SWOV, 2010).

In de OV+fietsscenario's verslechtert de verkeersveiligheid enkel in het scenario 'OV licht fietsmiddel'. In dit scenario is er sprake van een aanzienlijke toename van het fietsgebruik en zoals hierboven besproken leidt dit tot een grotere kans op verkeersslachtoffers. In de overige OV+fietsscenario's is er geen of een positief effect op het aantal verkeersslachtoffers. Met name in de scenario's waarin het aantal verkeersslachtoffers afnemen treedt er een verschuiving van fietskilometers naar OV-kilometers op, wat positieve verkeersveiligheidseffecten heeft.

Tot slot, in de autoscenario's neemt het aantal ziekenhuisslachtoffers licht af, wat wederom vooral toe te schrijven is aan de afname van het aantal fietskilometers.<sup>8</sup> Wel treedt er een lichte stijging van het aantal dodelijke slachtoffers op, wat te verklaren valt door de verschuiving van reizigers van het (relatief veilige) OV naar de auto.

<sup>8</sup> Omdat empirie ontbreekt is in de berekeningswijze nog geen rekening gehouden met de naar verwachting lagere ongevalskans die de toepassing van voorrangspelen en ongelijkvloerse kruisingen met zich mee brengen. Het ligt voor de hand dit in een vervolg nader uit te werken.

Figuur 16 - Verandering in aantal dodelijke en ziekenhuisslachtoffers van verkeersongevallen



## Ruimtebeslag

Het ruimtebeslag in stads- (en dorps)centra door parkeerplaatsen kan in de scenario's waarin er een daling van het autogebruik optreedt mogelijk afnemen. Dit geldt voor alle fiets- en OV+fietsscenario's, waarbij de effecten voor de OV+fietsscenario's naar verwachting groter zullen zijn dan in de fietsscenario's. In de autoscenario's neemt het autogebruik toe, waardoor de vraag om parkeerruimte zal toenemen. Dit kan leiden tot hogere bezettingsgraden van bestaande parkeerplaatsen of (op langere termijn) de realisatie van extra parkeerplaatsen. De autoscenario's leiden dus mogelijk tot extra ruimtebeslag.

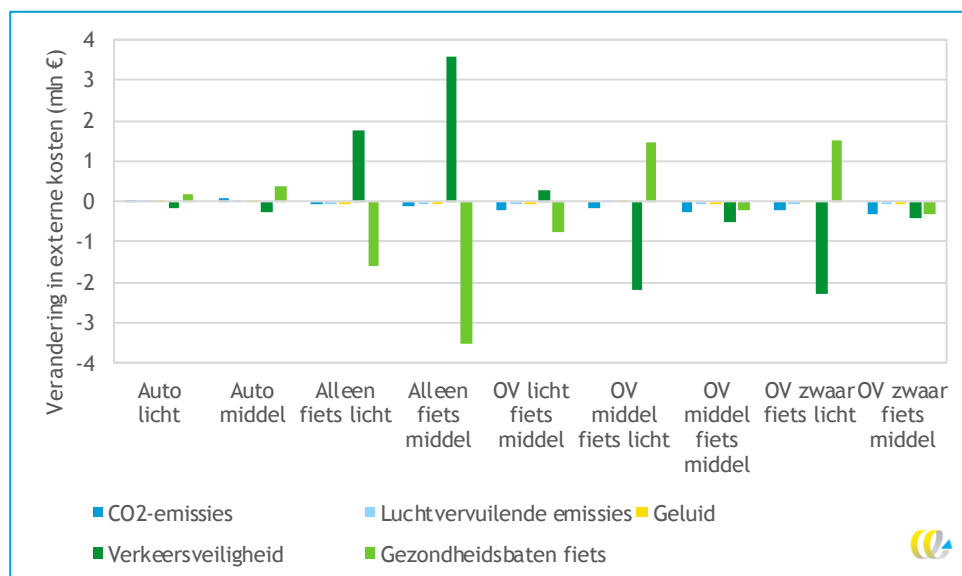
### 4.3.3 Gemonetariseerde externe effecten

In deze paragraaf presenteren we de gemonetariseerde externe effecten voor de verschillende scenario's. Naast de milieueffecten en verkeersveiligheidseffecten nemen we daarbij ook de gezondheidsbaten als gevolg van meer fietsgebruik mee.

Een overzicht van de gemonetariseerde externe effecten per scenario is weergegeven in Figuur 17. In de meeste scenario's vormen de kosten van verkeersveiligheid en de gezondheidsbaten van fietsen de grootste posten. Zoals verwacht mocht worden zijn de gezondheidsbaten van fietsen het grootst in de fietsscenario's, aangezien daar de grootste stijgingen in fietskilometers optreden. De autoscenario's leiden tot een (beperkte) verschuiving van fiets- naar autokilometers, wat resulteert in negatieve gezondheidseffecten. Bij de OV+fietsscenario's zijn de resultaten wisselend. In de scenario's waar de investeringen in OV en fiets relatief ver uit elkaar liggen, treedt er per saldo een verschuiving van de fiets naar het OV op, wat resulteert in minder fietskilometers en daarmee in negatieve gezondheidseffecten. Daar staat tegenover dat in scenario's waarin de verhouding in investeringen in het OV en de fiets gelijkmatiger verdeeld zijn, er per saldo een stijging van de fietskilometers plaatsvindt, wat resulteert in positieve gezondheidseffecten.



Figuur 17 - Verandering in de gemonetariseerde externe effecten



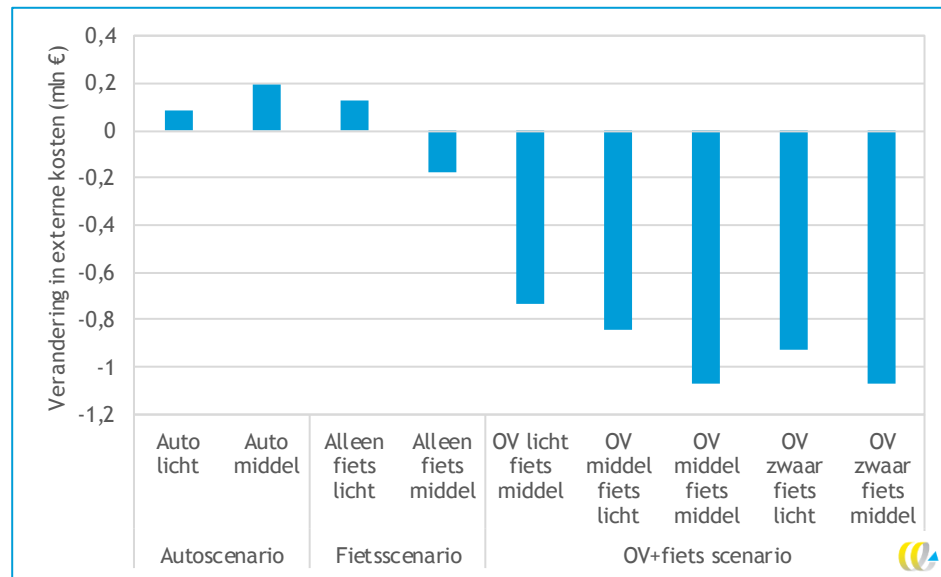
In Figuur 18 zijn de verschillende externe effecten gesaldeerd, zodat per scenario het saldo van de gemonetariseerde externe effecten wordt weergegeven. Hieruit blijkt dat de grootste daling in externe kosten wordt gerealiseerd bij de verschillende OV+fiets-scenario's. In deze scenario's nemen alle externe kosten af door de verschuiving van autokilometers naar het OV en/of de fiets. In de scenario's 'OV-middel fietslicht' en 'OV zwaar fietslicht' nemen de externe kosten minder af dan in de andere twee middelzware en zware OV scenario's. De reden hiervoor is dat er in deze scenario's een verschuiving van de fiets naar het OV plaats vindt, waardoor de gezondheidsbatens van fietsen afnemen.

In het middelzware fietsscenario nemen de externe kosten ook af, terwijl de externe kosten bij de lichte fietsscenario juist licht toenemen. Dit laatste is het gevolg van het feit dat de positieve gezondheidsbatens van meer fietsen teniet worden gedaan door de hogere externe kosten van verkeersveiligheid. De toename in het aantal fietskilometers en de relatief grote afname in het aantal OV-kilometers (die gekenmerkt worden door een relatief laag ongevalsrisico) zijn hiervan de oorzaak.

Tot slot, in de autoscenario's is er sprake van een toename van de externe kosten. Deze scenario's leiden tot een stijging van de klimaatkosten, kosten van luchtvervuiling en geluidskosten en tot een daling van de gezondheidsbatens van fietsen. Hoewel de externe ongevalskosten in deze scenario's dalen (door de afname in fietskilometers), is die daling onvoldoende om de stijging in de overige externe kosten te compenseren.

We merken op dat de saldo's in Figuur 18 erg gevoelig zijn voor de aanname over het waarderingskental van gezondheidsbatens. Als dit iets lager wordt gekozen valt het saldo negatief uit. Gegeven de onzekerheid over de gezondheidsbatens van fietsen (en het waarderingskental) is het verstandig de uitkomsten met de nodige voorzichtigheid te interpreteren. Hierbij speelt ook dat we aan hebben genomen dat het aantal verkeersslachtoffers in de toekomst niet zal stijgen of dalen. Indien er wel een stijging optreedt zal het saldo ook snel negatief uitpakken.

Figuur 18 - Saldi van de veranderingen in gemonetariseerde externe effecten



#### 4.3.4 Conclusies

Evenals bij de bereikbaarheidswinsten blijken ook bij de overige effecten de fiets en het OV over het algemeen beter te scoren dan de auto. Zo leiden de fiets- en OV+fietsscenario's over het algemeen tot lagere gebruikskosten, meer milieuwinst, meer geluidsreductie en minder ruimtebeslag. Een kanttekening die hierbij geplaatst dient te worden is dat in de scenario's waarbij er een modal shift plaats vindt van de fiets naar het OV er sprake kan zijn van negatieve milieueffecten. Op het vlak van verkeersveiligheidseffecten scoren de fiets en OV+fietsscenario's overigens wel slechter dan de autoscenario's.

### 4.4 Bereikbaarheidsresultaten Tilburg

#### 4.4.1 Hele regio Tilburg

In Figuur 19 zien we voor de auto-, fiets- en OV+fietsscenario's de veranderingen in bereikbare inwoners per arbeidsplaats ten opzichte van de referentiesituatie in 2030.

We zien tussen nu (2016) en 2030 een autonome daling van de autobereikbaarheid van 7,5% inwoners per arbeidsplaats. De fiets en fiets+OV-bereikbaarheid blijven autonoom juist ongeveer gelijk tussen 2016 en 2030. De daling van de autobereikbaarheid is het gevolg van de groei van het autoverkeer (dat op zijn beurt voor een belangrijk deel wordt veroorzaakt door de bevolkingsgroei). Hierdoor wordt het drukker op de weg en kunnen per saldo minder (verre) bestemmingen binnen dezelfde tijd worden bereikt.

Wanneer we door de oogbaren naar Figuur 19 kijken zien we dat de absolute verandering van de bereikbaarheid als gevolg van ingrepen in auto relatief klein is met 0,8 tot 2,8%. Bij fiets en OV+fiets is de toename relatief veel groter. Daar loopt de range van 9 tot 54%.

In Figuur 20 zijn de procentuele verbeteringen van de auto-, fiets- en OV+fietsscenario's beter te zien. Ook de totale bereikbaarheid is in deze figuur te zien. De totale bereikbaarheid neemt toe met 1% tot 2% in de autoscenario's, met 1% tot 3% in de fietsscenario's en met 1% tot 17% in de fiets+OV-scenario's.

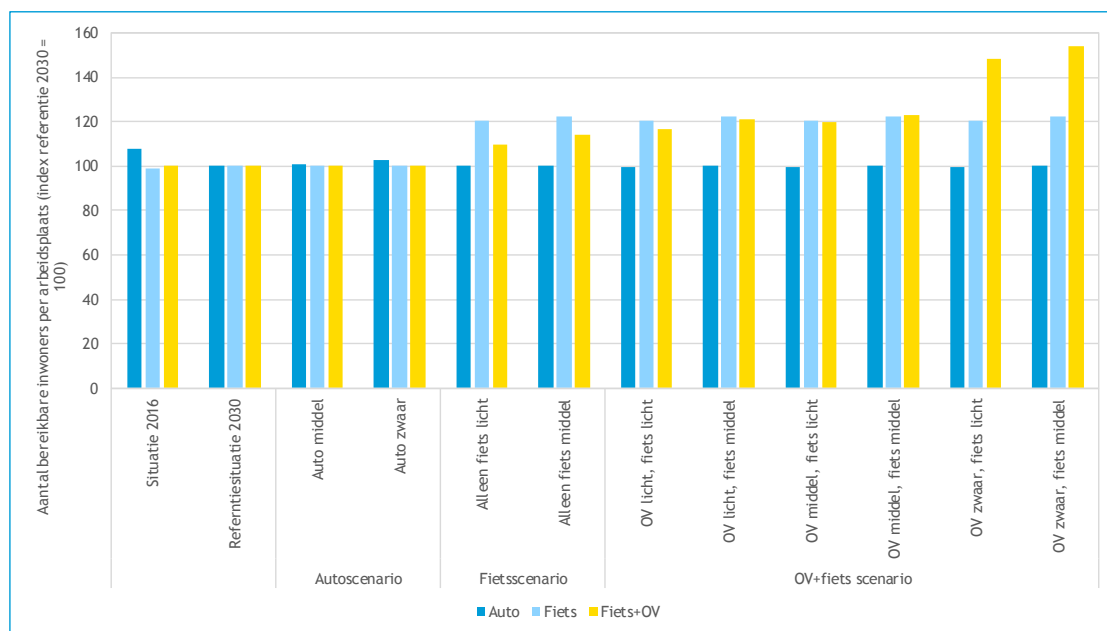
Het is duidelijk dat de twee investeringsscenario's voor de auto een vrij klein effect hebben op de autobereikbaarheid. In het scenario auto-middel gaat het om een toename van 1% en in auto-zwaar om een toename van 3% ten opzichte van de referentie. Dit betekent dat in beide scenario's de autonome verslechtering van de autobereikbaarheid niet wordt gecompenseerd.

De fiets+OV-scenario's hebben een relatief (veel) groter effect op de bereikbaarheid. In het minst ingrijpende scenario (OV licht fietslicht) gaat het om een toename van 17%, in het scenario OV zwaar fietsmiddel om een toename van 54%.

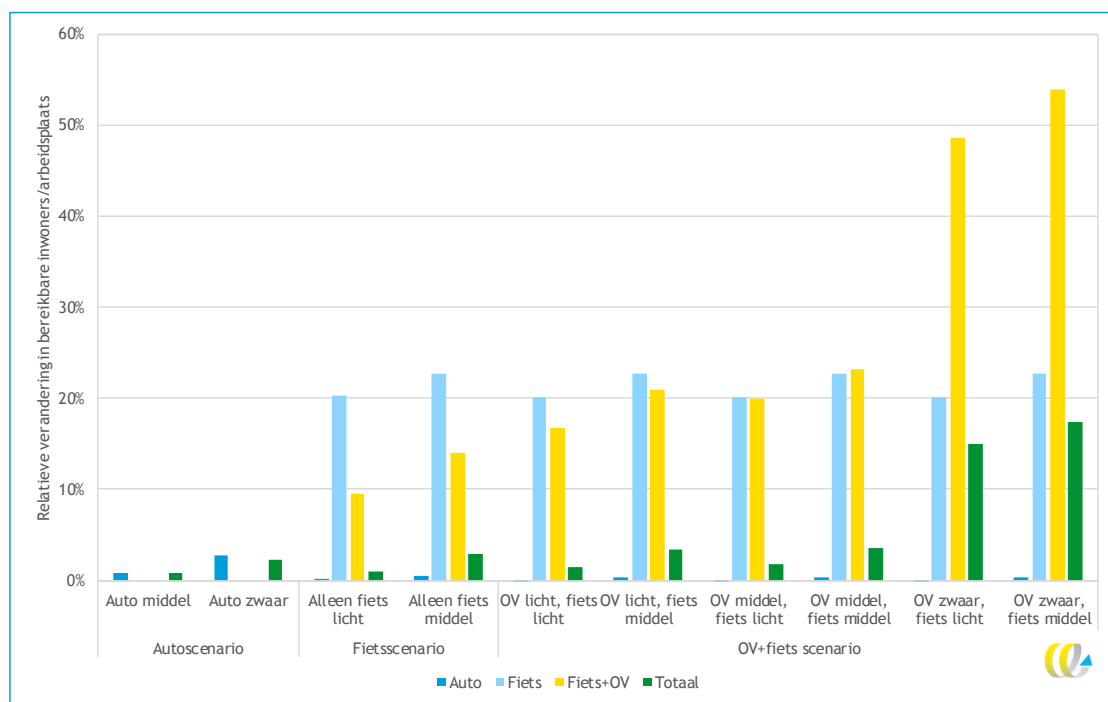
Ook de scenario's met alleen fietsinvesteringen verbeteren de bereikbaarheid (ten opzichte van de auto) relatief veel te weten met 20 en 23%.

Als we de OV+fietsscenario's met elkaar vergelijken valt op dat er al relatief veel bereikbaarheidswinst te boeken is in de scenario's OV licht fietslicht en OV licht fietsmiddel. Daarnaast leveren de scenario's waarin zwaar geïnvesteerd wordt in het OV ook een relatief hoge bereikbaarheidswinst op.

Figuur 19 - Aantal bereikbare inwoners per arbeidsplaats voor auto, fiets en OV+fiets in de regio Tilburg



**Figuur 20 - Procentuele verandering in aantal bereikbare inwoners per arbeidsplaats ten opzichte van 2030 in de regio Tilburg**



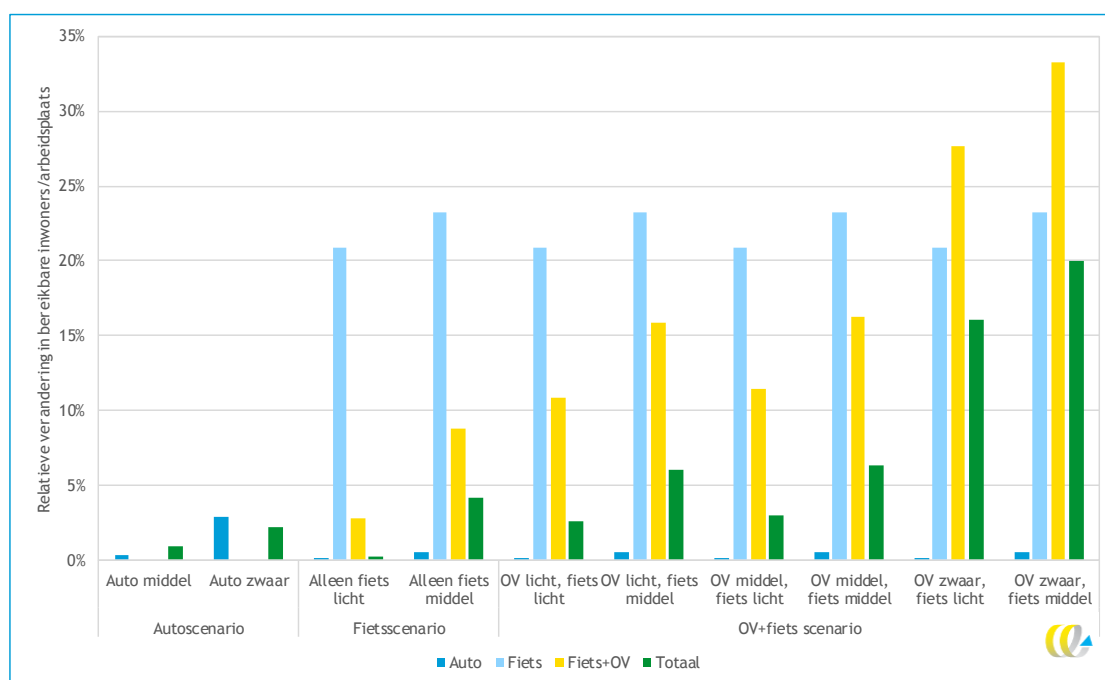
#### 4.4.2 Centrum Tilburg

In Figuur 21 zijn de procentuele veranderingen in de bereikbaarheid voor de auto-, fiets- en fiets+OV-scenario's weergegeven voor het centrum van de stad Tilburg. Wanneer we deze figuur vergelijken met de resultaten voor de hele regio (Figuur 20) dan valt vooral op dat de reistijdverbeteringen voor fiets+OV kleiner zijn. Dat is gelegen in het feit dat het centrum van Tilburg reeds uitstekend met openbaar vervoer ontsloten is. Daarom is er in potentie minder bereikbaarheidswinst mogelijk door het openbaar vervoer en fietsvoorzieningen te verbeteren.

Verder valt op dat de verbetering van de reistijd in het scenario auto-middel wat kleiner is ten opzichte van de hele regio. Voor het auto-zwaar scenario is de verbetering van reistijd ongeveer gelijk.

Tot slot is het opvallend dat de totale bereikbaarheid in Tilburg centrum ongeveer met hetzelfde percentage toeneemt als het regio gemiddelde, ondanks de betere OV-ontsluiting. Dit komt omdat de auto in absolute zin zwaarder meeweegt in de totale bereikbaarheid, omdat er veel meer ritten met de auto gemaakt worden dan het OV.

Figuur 21 - Procentuele verandering in aantal bereikbare inwoners per arbeidsplaats in Tilburg centrum ten opzichte van 2030

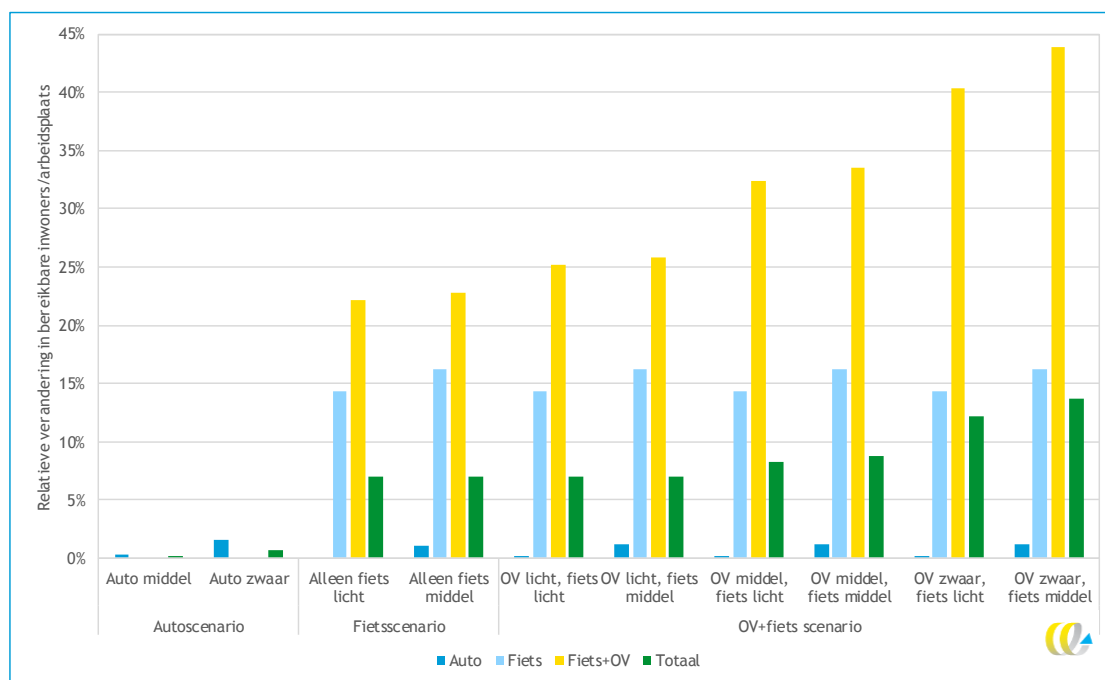


#### 4.4.3 Tilburg Reeshof

Voor de wijk Reeshof bij Tilburg zien we dat de reistijdverbeteringen voor OV+fiets over het algemeen vergelijkbaar zijn met de hele regio Tilburg. Wel valt op dat in vergelijking met Tilburg centrum de OV-bereikbaarheid in de wijk Reeshof relatief veel meer profiteert van investeringen in OV+fiets. Dit geeft aan dat er met investeringen in het openbaar vervoer in deze wijk nog relatief veel bereikbaarheidswinst te boeken valt.

Vergeleken met het regiogemiddelde neemt de totale bereikbaarheid in de wijk Reeshof sterker toe voor de fiets en de lichte en middel OV+fietsscenario's. Bij de zware OV+fiets-scenario's blijft de relatieve verandering in de totale bereikbaarheid juist achter in Reeshof ten opzichte van het regiogemiddelde.

**Figuur 22 - Procentuele verandering in aantal bereikbare inwoners per arbeidsplaats in Tilburg - Reeshof ten opzichte van 2030**



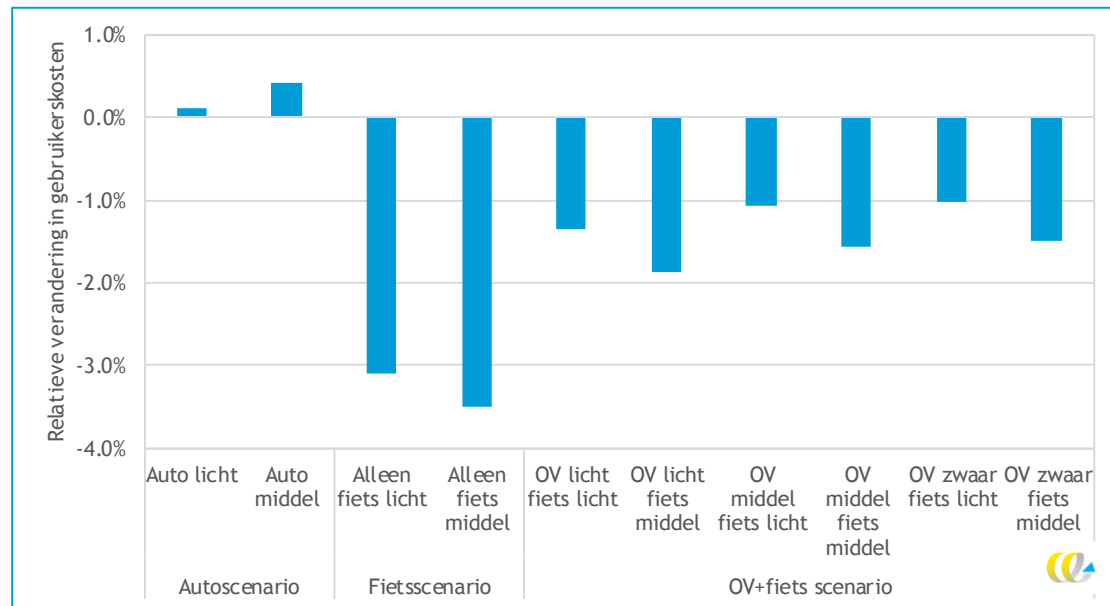
## 4.5 Overige effecten Tilburg

Evenals voor de regio Groningen-Assen, hebben we ook voor de regio Tilburg enkele overige effecten voor de verschillende scenario's in kaart gebracht. De resultaten van deze analyses worden hieronder gepresenteerd.

### 4.5.1 Voertuig- en brandstofkosten

Figuur 23 presenteert de relatieve verandering in de gebruikerskosten voor de verschillende investeringsscenario's ten opzichte van het referentiescenario. Deze kosten nemen, zoals verwacht, toe in de autoscenario's. In de fietsscenario's en OV+fietsscenario's nemen deze kosten af. De grootste kostendaling wordt gerealiseerd in de fietsscenario's, wat te verklaren is door het feit dat de kosten voor de fiets het laagst zijn.

Figuur 23 - Relatieve verandering in de variabele voertuigkosten



In vergelijking met Groningen-Assen is de kostendaling in de fiets- en OV+fietsscenario's voor de regio Tilburg aanmerkelijk groter. De reden hiervoor is dat de veronderstelde maatregelen in deze scenario's in de regio Tilburg tot een grotere verschuiving van (vooral) autokilometers naar fietskilometers opleveren dan in de regio Groningen-Assen. Een mogelijke verklaring hiervoor is het meer stedelijke karakter van de regio Tilburg, waardoor de gemiddelde triplengte korter is en de fiets dus vaker een goed alternatief voor de auto.

#### 4.5.2 Fysieke externe effecten

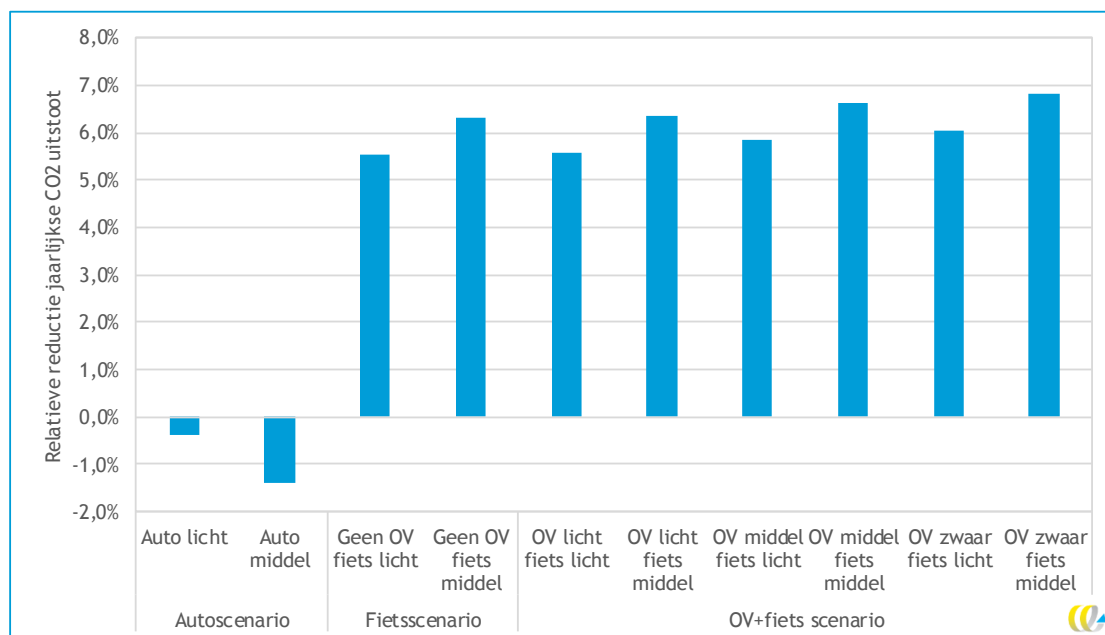
In deze paragraaf lichten we de veranderingen in de omvang van de volgende fysieke externe effecten toe:

- CO<sub>2</sub>-emissies;
- luchtvervuilende emissies;
- geluid;
- verkeersongevallen;
- ruimtebeslag.

#### CO<sub>2</sub>-emissies

De resultaten van de analyses voor CO<sub>2</sub> zijn weergegeven in Figuur 24. In de autoscenario's is er sprake van een toename van de CO<sub>2</sub>-emissies, als gevolg van het feit dat er verschuivingen optreden van de fiets en het OV naar de auto. Bij de fietsscenario's en de OV+fiets-scenario's is er daarentegen sprake van een reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot, variërend van 5,5% tot bijna 7,0%. In vergelijking met de regio Groningen-Assen (zie Paragraaf 4.3) liggen deze CO<sub>2</sub>-reducties aanmerkelijk hoger. Dit is vooral het gevolg van het feit dat er voor de regio Tilburg een grotere modal shift naar de fiets wordt gevonden.

Figuur 24 - Relatieve reductie in jaarlijkse CO<sub>2</sub>-uitstoot voor de hele regio Tilburg

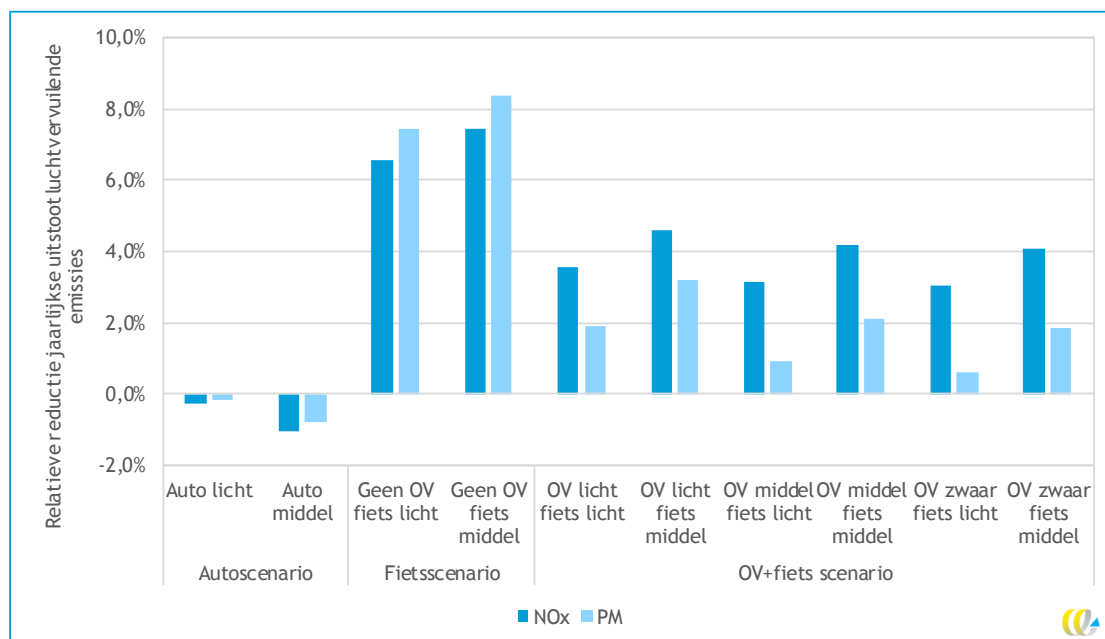


## Luchtvervuilende emissies

Het effect van de verschillende scenario's op de luchtvervuilende emissies wordt gepresenteerd in Figuur 25. In de autoscenario's nemen deze emissies toe, terwijl er in de fiets- en OV+fietsscenario's sprake is van een reductie van deze emissies. De modal shift naar de fiets vormt de belangrijkste verklaring voor deze emissiereducties. Vandaar ook dat de emissiereducties in de fietsscenario's aanzienlijk hoger liggen dan in de OV+fietsscenario's. Bij de fijnstofemissies leidt een verschuiving van auto naar OV-kilometers zelfs tot extra emissies (door de hogere slijtage-emissies van bussen en treinen in vergelijking met personenauto's). Deze extra emissies worden in alle OV+fietsscenario's meer dan gecompenseerd door de emissiereductie van de modal shift naar de fiets, maar verklaren wel waarom de emissiereducties het laagst zijn in de scenario's met de grootste toename in OV-kilometers (OV-middel fietslicht, OV zwaar fietslicht).



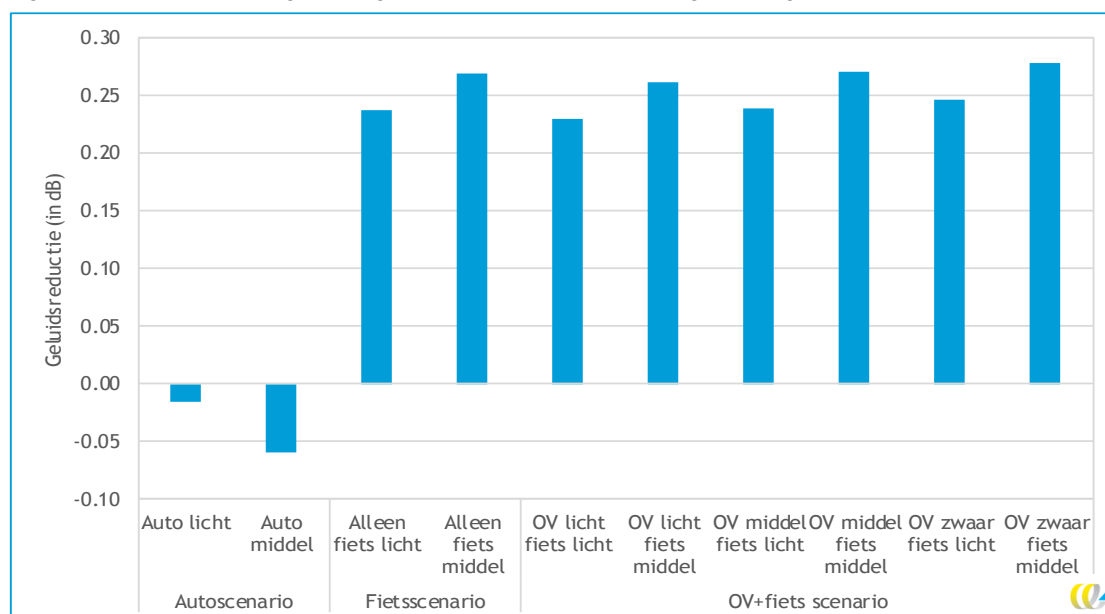
**Figuur 25 - Relatieve reductie in jaarlijkse uitstoot luchtvervuilende emissies voor de hele regio Tilburg**



## Geluid

Figuur 26 geeft een ruwe inschatting van de te verwachten geluidsreductie van het personenverkeer in de regio Tilburg voor de verschillende scenario's. In de autoscenario's neemt het geluidsniveau toe (door een toename van het aantal voertuigkilometers), terwijl voor de overige scenario's een geluidsreductie wordt verwacht. Dit is enerzijds het gevolg van de modal shift naar (stille) fietskilometers en anderzijds door de modal shift naar het OV, waardoor het totale verkeersvolume afneemt.

**Figuur 26 - Ruwe inschatting van de geluidsreductie voor de hele regio Tilburg**

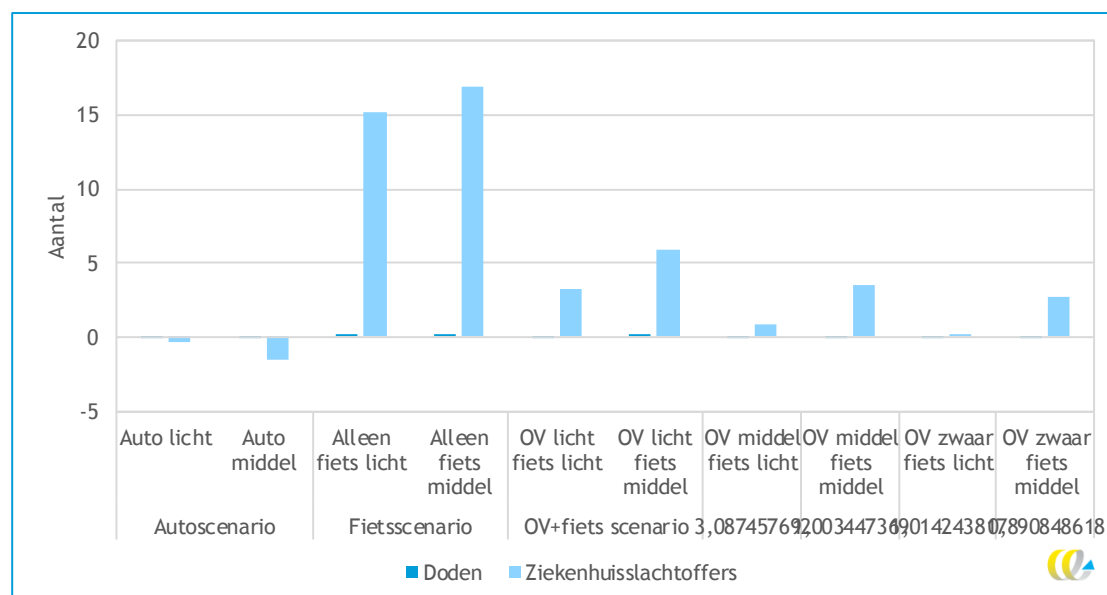


## Verkeersveiligheid

De verandering in het aantal dodelijke en ziekenhuisslachtoffers van verkeersongevallen is weergegeven in Figuur 27. Het aantal verkeersslachtoffers neemt af in de autoscenario's, terwijl ze toenemen in de fiets- en OV+fietsscenario's. Dit kan vooral verklaard worden door de afname van het aantal fietskilometers in de autoscenario's, terwijl de fietskilometers in de andere scenario's juist toenemen. Gegeven het relatieve hoge risico per fietskilometer op verkeersongevallen leidt dit tot de resultaten zoals gepresenteerd in Figuur 27.

In vergelijking met de regio Groningen-Assen zijn de verkeersveiligheidseffecten voor de regio Tilburg groter. Dit is vooral het gevolg van de grotere veranderingen in het fietsgebruik in deze regio. De verklaring voor deze grotere veranderingen zijn hierboven reeds toegelicht.

Figuur 27 - Verandering in aantal dodelijke en ziekenhuisslachtoffers van verkeersongevallen



## Ruimtebeslag

Zoals aangegeven in de analyse voor Groningen-Assen is het ruimtebeslag door parkeerplaatsen vooral afhankelijk van de omvang van het autogebruik. In de fiets- en OV+fiets scenario's treedt er een afname van het autogebruik op, wat mogelijk kan leiden tot minder ruimtebeslag. In de autoscenario's kan het omgekeerde effect optreden.

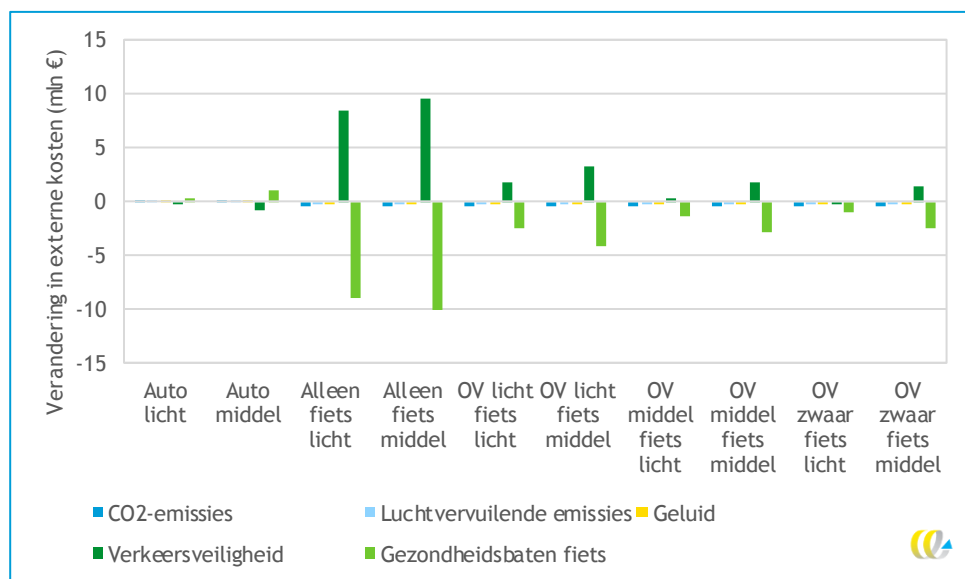
### 4.5.3 Gemonetariseerde externe effecten

In deze paragraaf presenteren we de gemonetariseerde externe effecten voor de verschillende scenario's. Naast de milieueffecten en verkeersveiligheidseffecten nemen we daarbij ook de gezondheidsbaten als gevolg van meer fietsgebruik mee.

Figuur 28 geeft een overzicht per scenario van de veranderingen in de verschillende externe kosten. In de meeste scenario's zijn de externe verkeersveiligheidseffecten en de gezondheidsbaten dominant. Dit geldt vooral voor de scenario's die leiden tot significante

veranderingen in het aantal fietskilometers. De grootste gezondheidsbaten worden voorzien voor de fietsscenario's, aangezien daar de fietskilometers het snelst toenemen. In deze scenario's nemen daarentegen ook de externe ongevalskosten het snelst toe, wederom als gevolg van de toename in het aantal fietskilometers. In de OV + fietsscenario's zien we dezelfde veranderingen, maar dan in afgezwakte vorm. In de autoscenario's is er sprake van een afname van het aantal fietskilometers, wat resulteert in minder gezondheidsbaten van fietsen en ook minder externe ongevalskosten.

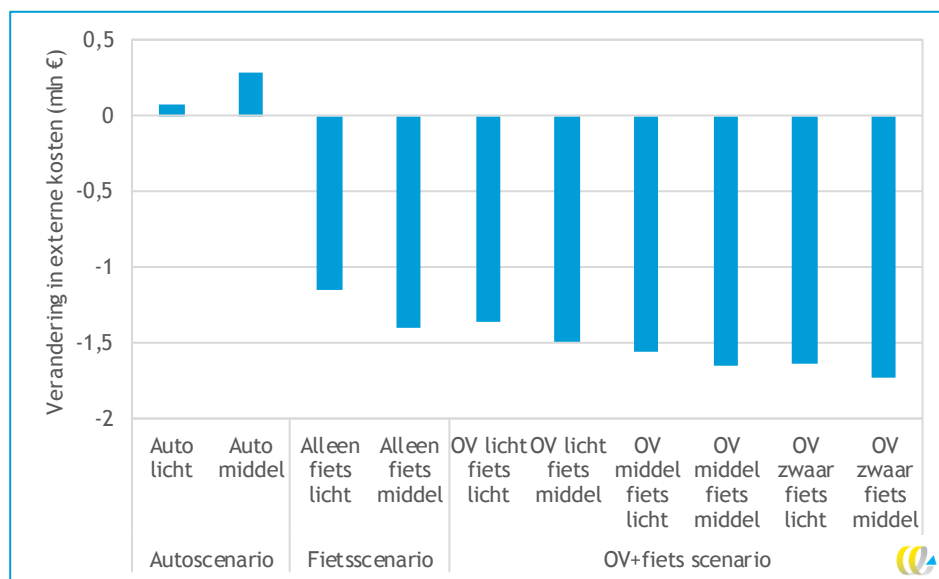
**Figuur 28 - Verandering in de gemonetariseerde externe effecten**



De saldi van de veranderingen in gemonetariseerde externe effecten worden gepresenteerd in Figuur 29. De afname in externe kosten is het grootst voor de OV+fietsscenario's, maar ook in de fietsscenario's treedt er een duidelijke afname van de externe kosten op. Deze afname is groter dan voor Groningen-Assen, wat vooral te verklaren is door het feit dat de nieuwe fietskilometers vooral in plaats van autokilometers komen, terwijl in Groningen - Assen er ook een significante verschuiving van het OV naar de fiets plaatsvindt. Aangezien de auto per kilometer hogere ongevalskosten kent dan het OV, leidt dit tot een minder sterke stijging van de externe ongevalskosten voor de regio Tilburg en per saldo dus tot een sterkere daling van de externe kosten in de fietsscenario's.

We merken op dat de saldo's in Figuur 29 erg gevoelig zijn voor de aanname over het waarderingskental van gezondheidsbaten. Als dit iets lager wordt gekozen valt het saldo negatief uit. Gegeven de onzekerheid over de gezondheidsbaten van fietsen (en het waarderingskental) is het verstandig de uitkomsten met de nodige voorzichtigheid te interpreteren. Hierbij speelt ook dat we aan hebben genomen dat het aantal verkeersslachtoffers in de toekomst niet zal stijgen of dalen. Indien er wel een stijging optreedt zal het saldo ook snel negatief uitpakken.

Figuur 29 - Saldi van de veranderingen in gemonetariseerde externe effecten



#### 4.5.4 Conclusies

Net als voor Groningen-Assen zijn de overige effecten in Tilburg over het algemeen gunstiger in de scenario's waar vooral in fiets en OV+fiets wordt geïnvesteerd dan in de autoscenario's. Zo leiden de fiets en OV+fietsscenario's over het algemeen tot lagere gebruikskosten, meer milieuwinst, meer geluidsreductie en minder ruimtebeslag. Op het vlak van verkeersveiligheidseffecten scoren de fiets en OV+fietsscenario's echter wel slechter dan de autoscenario's, vanwege de kwetsbaardere positie van de fietser in het verkeerssysteem.

Verder dient er nog een kanttekening geplaatst te worden bij de OV+fietsscenario's waarbij er een modal shift plaats vindt van de fiets naar het OV. In deze scenario's kan er sprake zijn van negatieve milieueffecten.

#### 4.6 Conclusies op basis van pure reistijd

##### 4.6.1 Overkoepelende conclusies voor de regio's Groningen-Assen en Tilburg

In beide onderzochte regio's zien we dat ingrepen/investeringen om de autobereikbaarheid te vergroten aanzienlijk minder effect hebben dan ingrepen/investeringen in fiets dan wel OV+fiets. Hiervoor zijn twee belangrijke verklaringen. Ten eerste is het aantal bereikbare plaatsen met de auto veel groter dan met openbaar vervoer en fiets. Het is daarom veel moeilijker om een even grote relatieve toename van de autobereikbaarheid te realiseren dan voor fiets en openbaar vervoer. Ten tweede bereik je met ingrepen in de stedelijke auto-infrastructuur sneller de grenzen van het systeem. Bij zwaardere (infrastructurele) ingrepen in de stad zou bestaande bebouwing deels moeten wijken. In de autoscenario's zijn dit soort ingrepen niet meegenomen vanwege het ingrijpende karakter.

Met ingrepen/investeringen in openbaar vervoer en fiets zijn relatief grote verbeteringen in bereikbaarheid mogelijk. Deze verbeteringen zijn voor beide regio's groter wanneer naar de gehele regio wordt gekeken in vergelijking met de centra van Groningen en Tilburg.

De verklaring hiervoor is dat de stadscentra reeds relatief goed ontsloten zijn door OV en fiets. Daardoor is er in potentie minder bereikbaarheidswinst mogelijk door het openbaar vervoer en fietsvoorzieningen te verbeteren.

Bij OV+fiets zien we dat relatief milde investeringen/verbeteringen al tot een grote bereikbaarheidswinst leiden.

In steden of wijken buiten de stadscentra zien we zowel in de regio Groningen-Assen als de regio Tilburg dat er met investeringen in het openbaar vervoer relatief veel bereikbaarheidswinst te boeken valt.

#### 4.6.2 Verschillen tussen de regio's Groningen-Assen en Tilburg

Er is naast de overeenkomsten ook een opvallend verschil in de bereikbaarheidsresultaten tussen de regio's Groningen-Assen en Tilburg. De bereikbaarheidswinst van OV+fiets ingrepen in de regio Tilburg is relatief veel groter (Factor 2 à 3) dan in de regio Groningen-Assen. Dit is gelegen in het feit dat met name de stad Groningen relatief goed ontsloten is door openbaar vervoer en fiets. Het is daar daarom moeilijker om nog een extra toename van de OV+fietsbereikbaarheid te bewerkstelligen. In de regio Tilburg daarentegen lonen investeringen in OV+fiets juist relatief veel.

Indien we inzoomen op de overige effecten is er nog een opvallend verschil tussen de twee regio's. Over het algemeen is de ordegrrootte van de verandering van alle overige effecten groter in Tilburg dan in Groningen-Assen. Dit geldt voor de vervoerskosten, verkeersveiligheid, gezondheid en geluid, alsook voor de luchtvervuilende en broeikasgasemissies. De verklaring hiervoor is dat in de verschillende scenario's in Tilburg grotere verschuivingen van (vooral) autokilometers naar fietskilometers optreden dan in Groningen-Assen. Dit zou het gevolg kunnen zijn van het meer stedelijke karakter van de regio Tilburg, waardoor de gemiddelde triplengte korter is en de fiets dus vaker een goed alternatief is voor de auto.

# 5 Resultaten brede bereikbaarheid

## 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken voor Groningen-Assen en Tilburg gebaseerd op Methode 2: brede bereikbaarheid. Voor een beschrijving van deze methode verwijzen we naar Paragraaf 2.4.

De investeringsscenario's zoals gegeven in Paragraaf 4.1 zijn niet aangepast voor de berekeningen met Methode 2. Dit maakt een zuivere vergelijking van de uitkomsten tussen beide methoden mogelijk.

Voordat we ingaan op de resultaten voor verschillende doelgroepen in beide regio's Groningen-Assen en Tilburg kijken we eerst naar de totale bereikbaarheid gesommeerd over alle doelgroepen. In Figuur 30 en Figuur 31 zien we voor de regio Groningen-Assen het verschil in de verandering in het aantal bereikbare inwoners per arbeidsplaats tussen Methode 1 en Methode 2 als gevolg van de verschillende investeringsscenario's. Beide figuren illustreren dat de totaaluitkomsten tussen beide methoden goed met elkaar in lijn zijn.

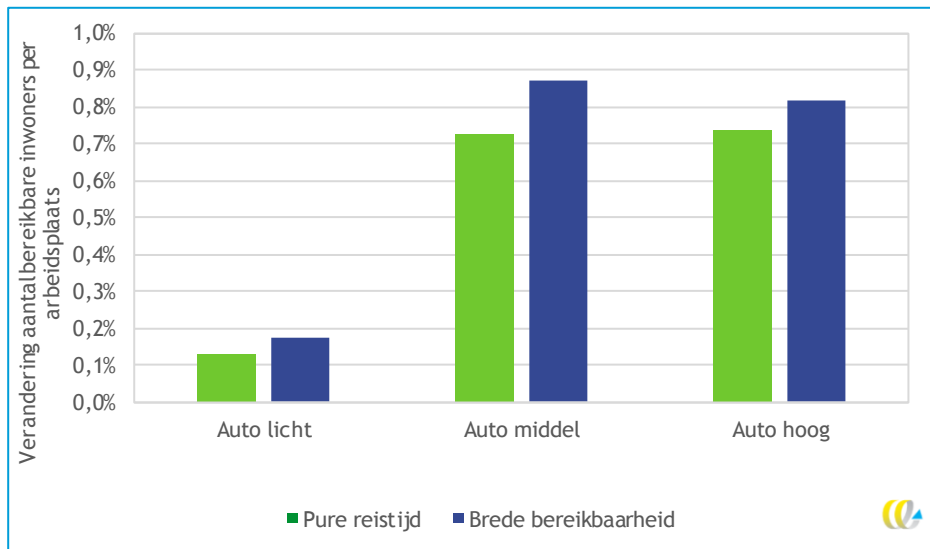
In Figuur 30 zien we bijvoorbeeld dat het scenario auto-middel in Methode 1 (pure reistijd) ruim 0,7% extra bereikbare inwoners per arbeidsplaats oplevert, terwijl dat in Methode 2 (brede bereikbaarheid) ruim 0,8% is.

In Figuur 31 zien we voor de OV+fietsscenario's dat de effecten op basis van pure reistijd iets hoger zijn dan voor brede bereikbaarheid. De verschillen zijn minimaal 0,3 procentpunt en maximaal 2,8 procentpunten.

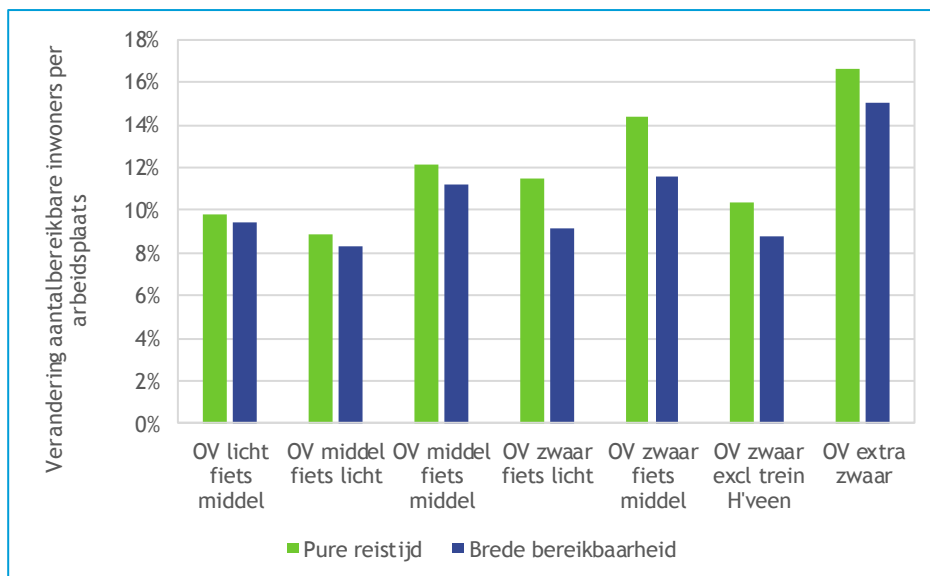
Voor de regio Tilburg zien de figuren van de autoscenario's er nagenoeg hetzelfde uit. Daar zijn de verschillen maximaal 1 procentpunt. Bij de OV+fietsscenario's is dit verschil aanzienlijk groter, namelijk tussen de 3 en 12 procentpunt. Met name bij de zwaardere investeringsscenario's voor OV+fiets loopt het verschil sterk uiteen.

De over het algemeen relatief kleine verschillen in de bereikbaarheidsuitkomsten over alle doelgroepen in Methode 1 en Methode 2 is een indicatie dat de wegingsfactoren voor de doelgroepen (zie Paragraaf 2.4.2 ) goed zijn gekozen. Ze reproduceren immers behoorlijk goed de veranderingen in bereikbaarheid als gevolg van ingrepen op basis van pure reistijd. Dat neemt uiteraard niet weg dat we aanbevelen nadere onderzoek te doen naar de impact van kosten en discomfort op de ervaren reistijd en de wegingsfactoren daarop aan te passen (zie ook Paragraaf 2.4).

**Figuur 30 - Verschil in de verandering in het aantal bereikbare inwoners per arbeidsplaats tussen Methode 1 en Methode 2 voor de autoscenario's - Groningen**



**Figuur 31 - Verschil in de verandering in het aantal bereikbare inwoners per arbeidsplaats tussen Methode 1 en Methode 2 voor de OV+fietsscenario's - Groningen**



## 5.2 Resultaten regio Groningen-Assen

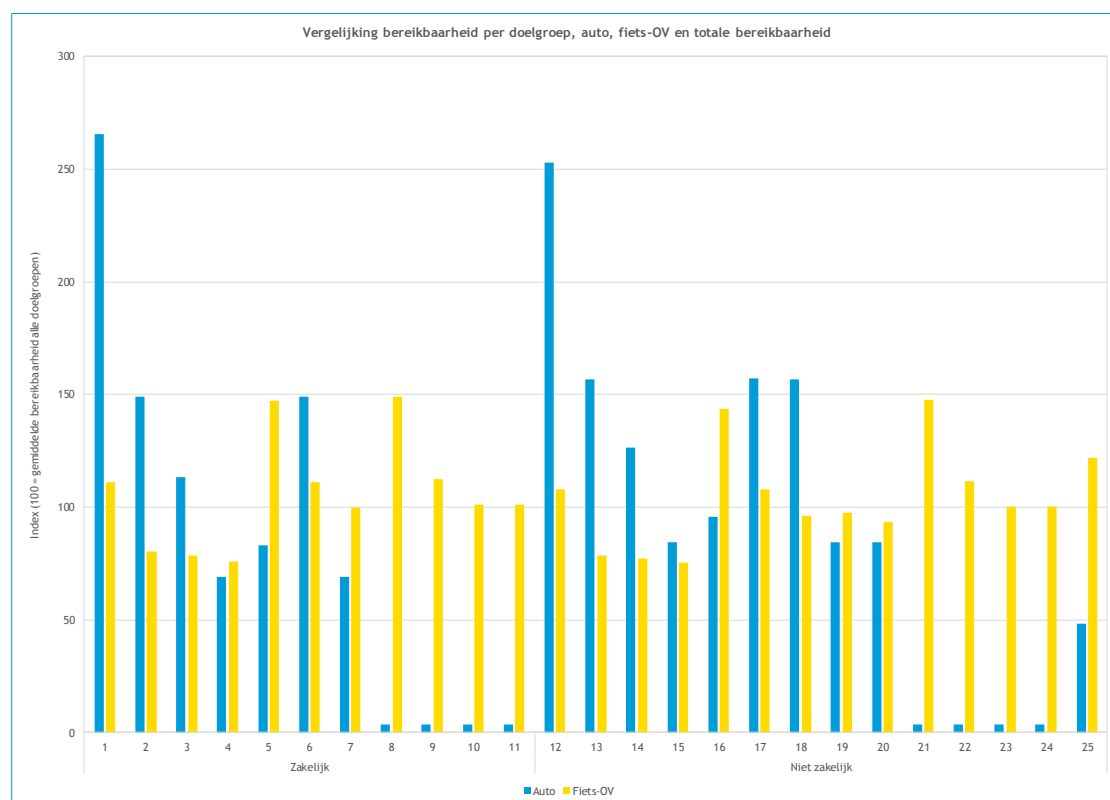
### 5.2.1 Verschil in potentiële bereikbaarheid per doelgroep

In Figuur 32 is de potentiële bereikbaarheid weergegeven van alle 25 doelgroepen voor de auto, OV+fiets en de totale bereikbaarheid. In de figuur zijn de doelgroepwaarden geïndexeerd op de gemiddelde potentiële bereikbaarheid over alle doelgroepen. We zien in één oogopslag dat er zeer grote verschillen zijn in potentiële bereikbaarheid per doelgroep.

De verschillen zijn bovendien groot tussen auto en OV+fiets: voor de ene doelgroep is de potentiële bereikbaarheid veel groter bij OV+fiets dan met de auto, en bij andere doelgroepen juist andersom. Dit is een eerste indicatie dat ingrepen die de bereikbaarheid moeten verbeteren sterk zullen verschillen per doelgroep, en dat het bij het kijken naar duurzame stedelijke bereikbaarheid van belang is om rekening te houden met die verschillen.

In de volgende paragrafen zoomen we in op een aantal afzonderlijke doelgroepen en kijken we of deze voorlopig conclusie standhoudt.

**Figuur 32 - Potentiële bereikbaarheid voor de 25 doelgroepen ten opzichte van de gemiddelde bereikbaarheid over alle doelgroepen in de regio Groningen-Assen**



### 5.2.2 Vergelijking impact systeemingenrepen op verschillende doelgroepen

In deze paragraaf vergelijken we steeds drie verschillende doelgroepen met elkaar op vijf verschillende dwarsdoorsnedes/kenmerken:

- reismotief (zakelijk of overig);
- huishoudengrootte;
- hoogte van het inkomen;
- autobezit;
- sterk verschillende doelgroepen.



## Reismotief (zakelijk of overig)

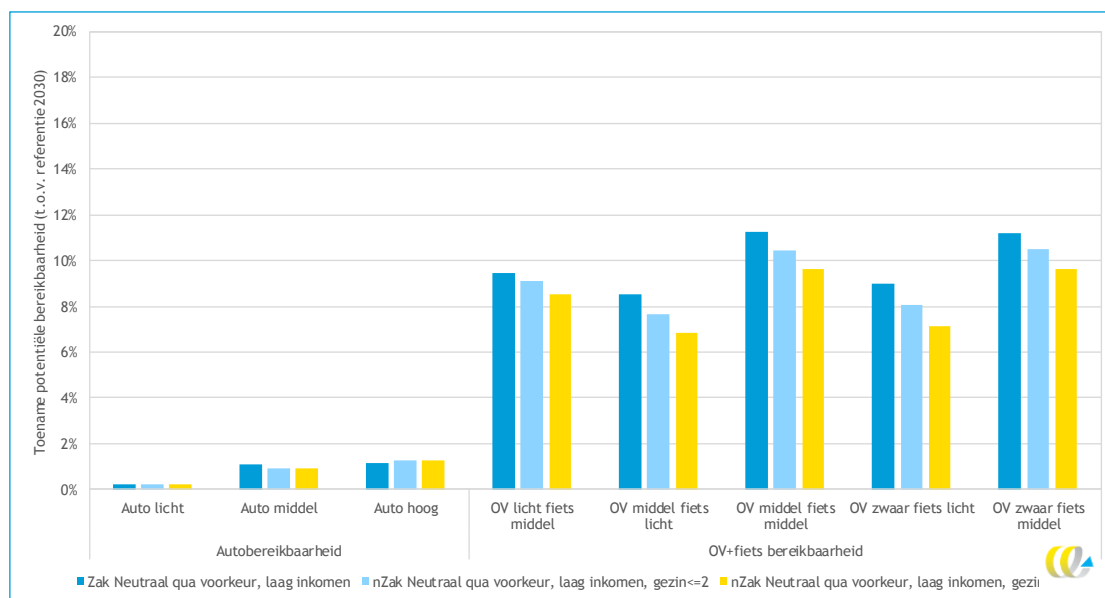
In Figuur 33 zien we een vergelijking tussen Doelgroepen 7, 19 en 20. De vergelijking geeft inzicht in het verschil in de toename van potentiële bereikbaarheid tussen zakelijke verplaatsingen (Doelgroep 7) en overige soorten verplaatsingen (Doelgroep 19 en 20). We zien dat voor de OV+fietsscenario's de toename van de potentiële bereikbaarheid groter is voor de zakelijke verplaatsingen dan voor de overige verplaatsingen. Dit wordt verklaard uit het feit dat zakelijke reiziger minder kostengevoelig zijn (omdat hun reiskosten worden vergoed).

Bij de autoscenario's zien we zeer kleine verschillen in de veranderde potentiële bereikbaarheid tussen de doelgroepen. Bij auto-hoog stijgt de bereikbaarheid voor zakelijke verplaatsingen iets minder dan bij overige verplaatsingen, terwijl dat bij het scenario auto-middel juist andersom is.

## Huishoudengrootte

We zien in Figuur 33 ook nog een andere dwarsdoorsnede, namelijk gezinsgrootte. Voor gezinnen met meer dan twee kinderen neemt de OV+fietsbereikbaarheid minder sterk toe in alle OV+fietsscenario's dan bij gezinnen met twee of minder kinderen. In deze resultaten zien we terug dat mensen het lastiger (meer gedoe) vinden om met meer kinderen met het openbaar vervoer te reizen. Interessant hierbij is dat hogere inkomens (in Figuur 33 zijn alleen doelgroepen met lage inkomens opgenomen) met meer dan twee kinderen een relatief lagere toename in bereikbaarheid hebben dan gezinnen met lage inkomens en meer dan twee kinderen. Oftewel, hoe hoger het inkomen hoe groter de 'gedoefactor' voor reizen met kinderen in het openbaar vervoer.

Figuur 33 - Regio Groningen-Assen, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 7, 19 en 20



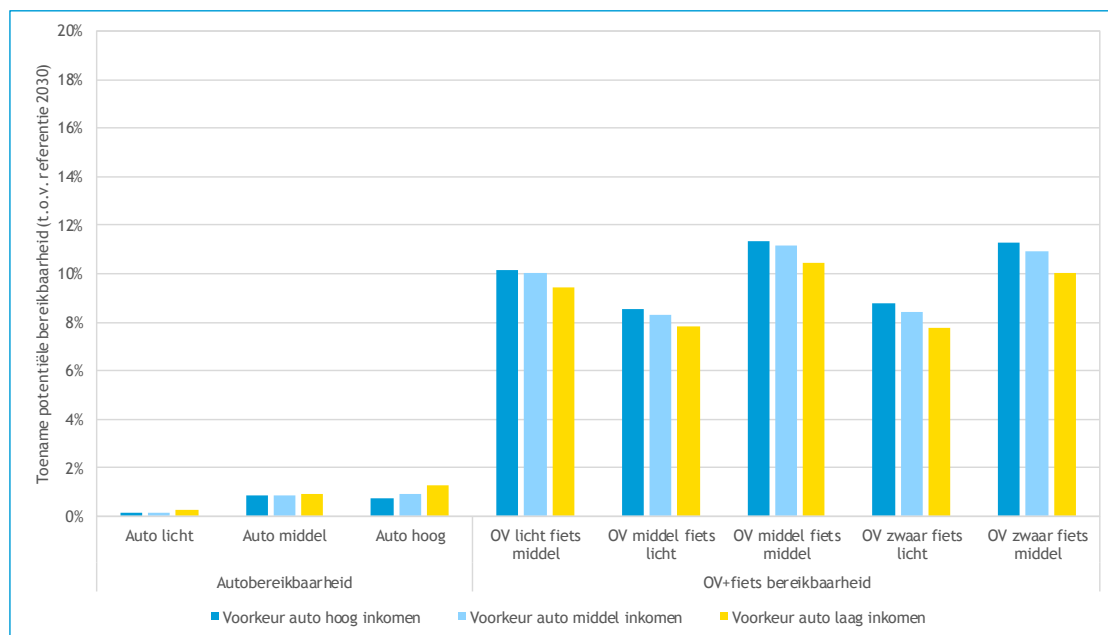
## Hoogte van het inkomen

In Figuur 34 zien we een vergelijking tussen Doelgroepen 13, 14 en 15. De vergelijking geeft inzicht in het verschil in de toename van potentiële bereikbaarheid tussen mensen met een voorkeur voor de auto met een laag (Doelgroep 13), midden (Doelgroep 14) en hoog inkomen (Doelgroep 15). Het gaat in alle drie gevallen om niet-zakelijke verplaatsingen. We zien dat voor de OV+fietsscenario's de toename van de potentiële bereikbaarheid groter is voor hoge inkomens dan voor lagere inkomens. Dit is logisch wanneer we bedenken dat je met meer geld verdere (en dus een groter aantal) bestemmingen kunt bereiken.

Bij lage inkomens zien we om die reden dat de toename van de potentiële bereikbaarheid juist het kleinst is.

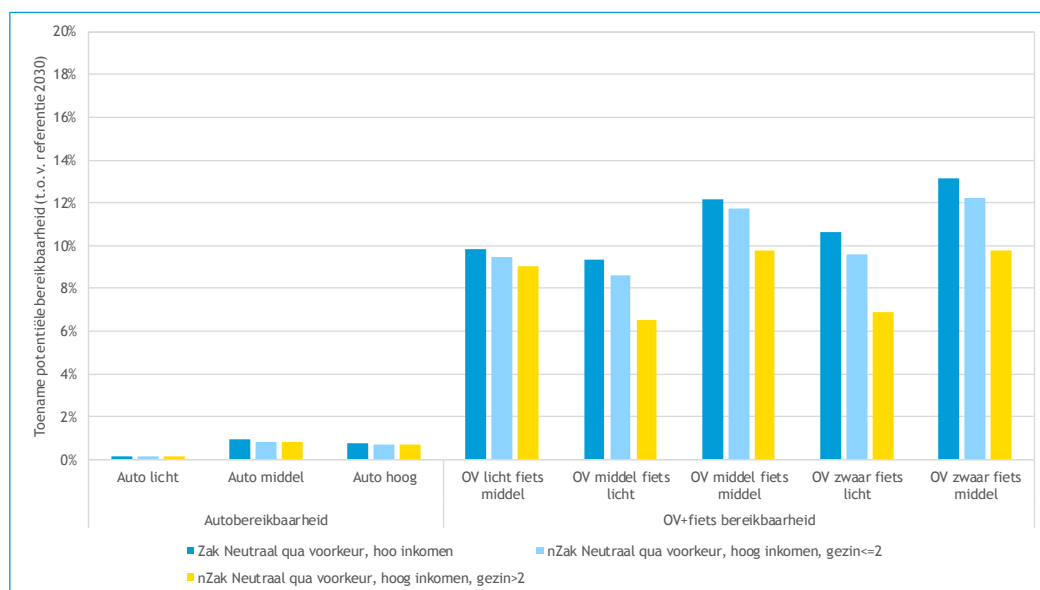
Bij de autoscenario's zien we dat de potentiële bereikbaarheid juist het sterkst groeit bij doelgroepen met een laag inkomen. Dit komt omdat doelgroepen met een hoog inkomen in de referentiesituatie al een hoge potentiële bereikbaarheid hebben en de investerings-scenario's daar relatief weinig extra aan kunnen toevoegen. Bij de doelgroepen met lagere inkomens is het omgekeerde waar.

**Figuur 34 - Regio Groningen-Assen, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 13, 14 en 15**



Een vergelijkbaar effect voor de hoogte van het inkomen zien we als we Figuur 33 vergelijken met Figuur 35. Het verschil tussen beide figuren is dat het in de eerste figuur gaat om doelgroepen met een laag inkomen, en in de tweede figuur om doelgroepen met een hoog inkomen. Alhoewel de verschillen niet heel groot zijn zien we dat de toenames van de potentiële bereikbaarheid met OV+fietsscenario's in Figuur 35 wat groter zijn dan in Figuur 33. Een hoger inkomen betekent meer mogelijk reizen met meer bestemmingen. Opvallend is verder dat de gezinnen met hogere inkomens en meer dan twee kinderen relatief minder profiteren van de toename in OV+fietsbereikbaarheid dan gezinnen met lage inkomens en meer dan twee kinderen. De 'gedoefactor' om met kinderen met het OV te reizen weegt bij hogere inkomens dus zwaarder dan bij lagere inkomens.

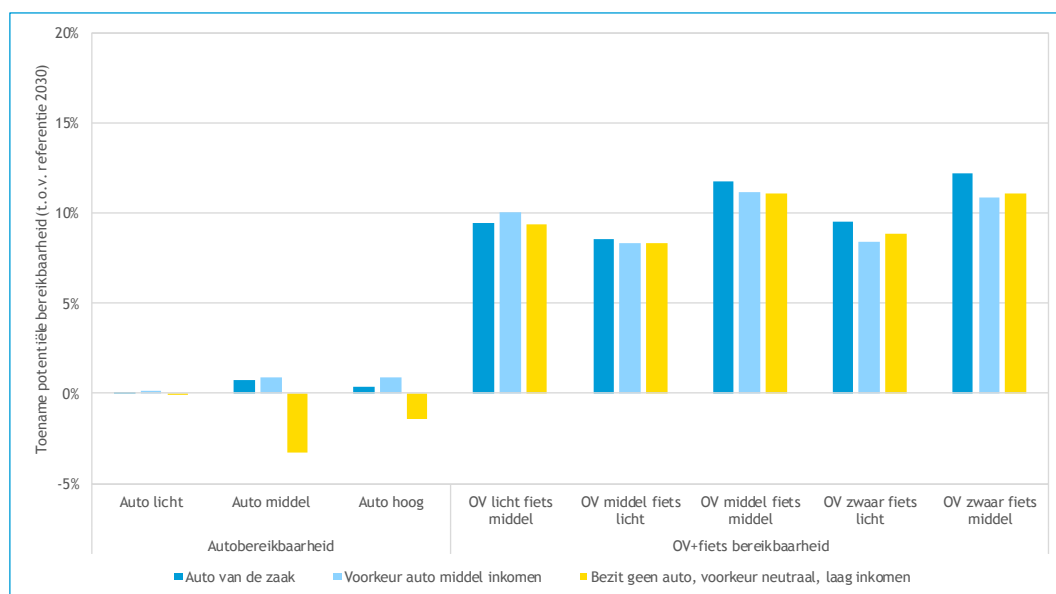
**Figuur 35 - Regio Groningen-Assen, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 6, 17 en 18**



## Autobezit

In Figuur 36 vergelijken we voor niet-zakelijke verplaatsingen de toename in potentiële bereikbaarheid voor mensen met een auto van de zaak (Doelgroep 12), mensen met een eigen auto (Doelgroep 14) en mensen zonder auto (Doelgroep 23). Alle drie de doelgroepen hebben een voorkeur voor de auto. We zien aan deze figuur dat autobezit (en een voorkeur voor autogebruik) een geringe invloed hebben op het verschil in impact tussen de investeringsscenario's. Dit is enigszins verrassend. Mogelijk zijn er andere factoren die verschillen binnen deze doelgroepen (zoals inkomen) die niet tot uitdrukking komen in deze figuur.

**Figuur 36 - Regio Groningen-Assen, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 12, 14 en 23**



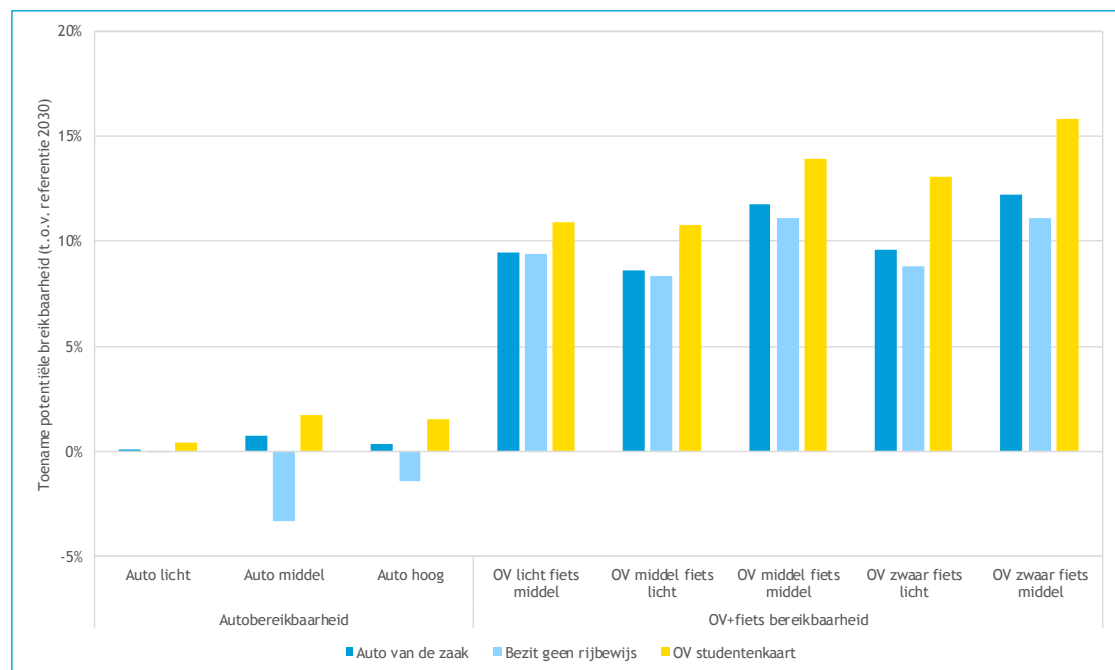
## Sterk verschillende doelgroepen

In Figuur 37 laten we zien hoe drie sterk verschillende doelgroepen reageren op ingrepen in auto dan wel OV+fiets. Het gaat om Doelgroep 24 zonder rijbewijs, Doelgroep 12 met een auto van de zaak en Doelgroep 25, de OV-studentenkaarthouders.

Van deze drie doelgroepen profiteren OV-studentenkaarthouders relatief het meest van investeringen in OV+fiets. Dit is plausibel als we bedenken dat zij niet direct met de kosten van openbaar vervoer worden geconfronteerd in vergelijking met rijbewijslozen en mensen met een auto van de zaak. Mensen met een auto van de zaak profiteren meer van OV+fiets-investeringen dan mensen zonder rijbewijs. Dit is plausibel wanneer we bedenken dat mensen met een auto van de zaak makkelijker (wan tegen lagere kosten) combineren met auto en OV kunnen maken.

Verder zien we dat OV-studentenkaarthouders door investeringen in het autosysteem meer profiteren dan mensen met een auto van de zaak. Dit is plausibel als we bedenken dat mensen met een auto van de zaak in de referentie al een relatief hoge potentiële auto-bereikbaarheid kennen en er dus relatief weinig extra te winnen is voor hen in vergelijking met OV-studentenkaarthouders.

**Figuur 37 - Regio Groningen-Assen, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 24, 12 en 25 en 25**

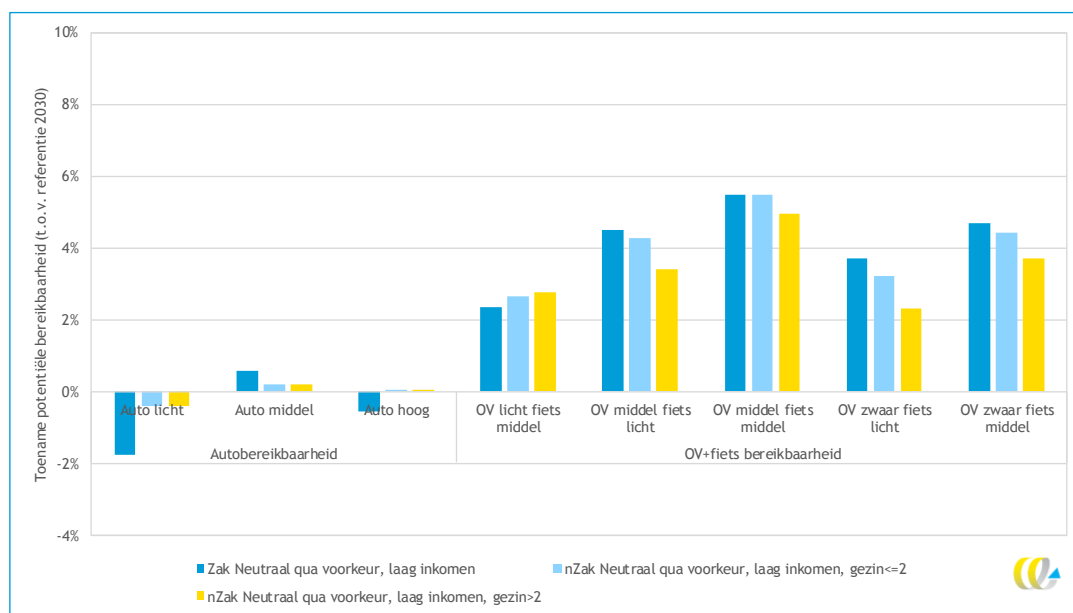


### 5.2.3 Centrum Groningen en centrum Assen

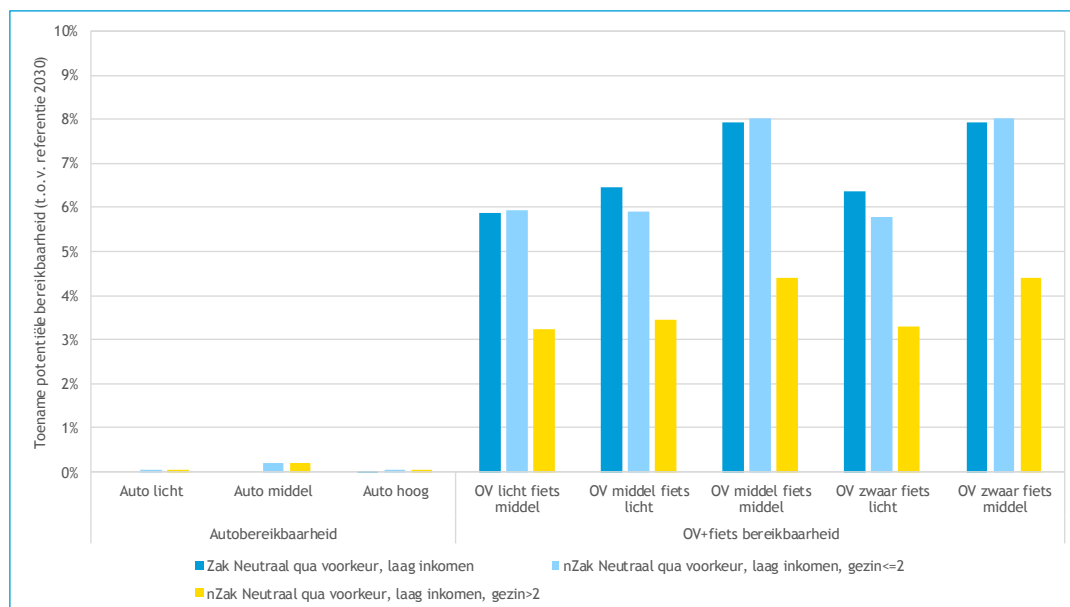
In deze paragraaf laten we enkele van dezelfde doelgroepenplaatjes zien als in Paragraaf 5.2.2 maar dan voor het centrum van Groningen en het centrum van Assen. In Figuur 38 en Figuur 39 zien we dezelfde Doelgroepen (7, 19 en 20) als in Figuur 33. Ten opzichte van de hele regio Groningen-Assen zien we voor de centra van beide steden duidelijk grotere verschillen tussen de doelgroepen in de verandering van de potentiële bereikbaarheid als gevolg van de investeringsscenario's. Dit valt met name op voor het centrum van Assen. Daar is met name de doelgroep met meer dan twee kinderen die verhoudingsgewijs veel minder potentiële bereikbaarheidswinst boekt dan in de gehele regio Groningen-Assen.

Dit heeft er mee te maken dat Assen centrum (ondanks investeringen in OV+fiets) voor gezinnen relatief slecht bereikbaar is met het OV. In Groningen centrum zien we dat de toename van de bereikbaarheid voor de drie doelgroepen veel dicht bij elkaar ligt omdat de OV+fietsbereikbaarheid hier al op een hoog niveau ligt. Zoals we ook bij pure reistijd zagen is de toename (in procentpunten) wel lager dan in de gehele regio en het centrum van Assen, omdat het aantal bereikbare inwoners per arbeidsplaats in de referentiesituatie al relatief hoog is.

**Figuur 38 - Groningen Centrum, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 7, 19 en 20**

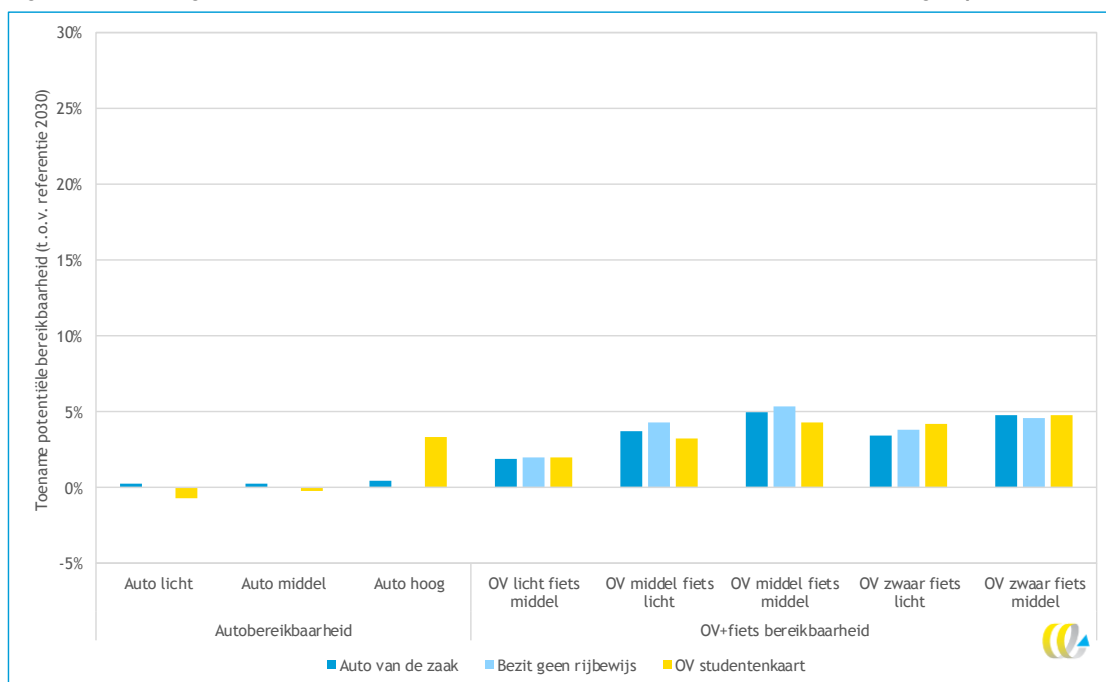


**Figuur 39 - Assen Centrum, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroep 7, 19 en 20**

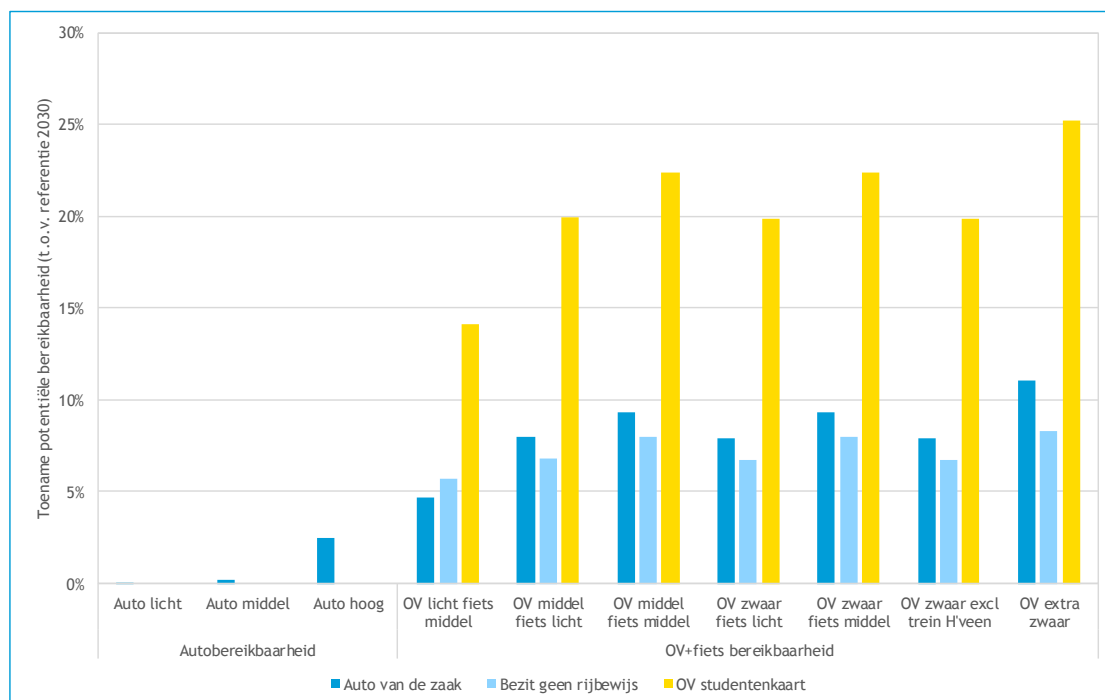


Hieronder laten we nog één dwarsdoorsnede zien om de grotere verschillen tussen doelgroepen per deelregio te illustreren. In Figuur 40 en Figuur 41 zien we dezelfde doelgroepen (12, 24 en 25) als in Figuur 37. Voor deze doelgroepen zijn de verschillen nog opvallender. In de eerste plaats zijn de veranderingen in bereikbaarheid in Assen centrum beduidend groter. Daarnaast springt met name de toename in potentiële bereikbaarheid van de doelgroep OV-studentenkaarthouders er uit. Voor die groep is de toename van de OV+fietsbereikbaarheid door investeringen in het OV+fietsstelsel veel groter in het centrum van Assen dan in het centrum van Groningen. Opnieuw wordt dit uiteraard verklaard door het feit dat het centrum van Groningen al zeer goed met OV is ontsloten en dat OV studentekaarthouders niet direct met kosten van OV-gebruik worden geconfronteerd.

**Figuur 40 - Groningen Centrum, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroep 24, 12 en 25**



Figuur 41 - Assen Centrum, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroep 24, 12 en 25



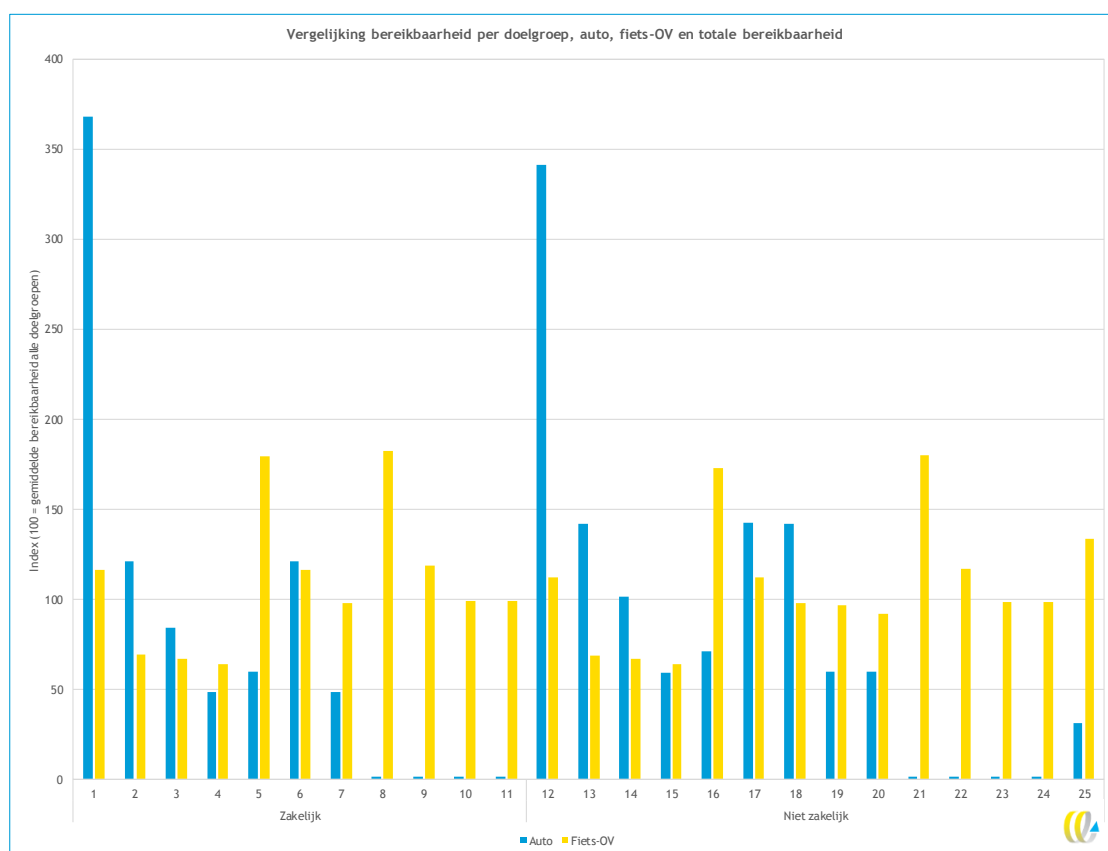
## 5.3 Resultaten regio Tilburg

### 5.3.1 Verschil in potentiële bereikbaarheid per doelgroep

In Figuur 42 is de potentiële bereikbaarheid weergegeven van alle 25 doelgroepen voor de auto, OV+fiets en de totale bereikbaarheid. In de figuur zijn de doelgroepwaarden geïndexeerd op de gemiddelde potentiële bereikbaarheid over alle doelgroepen. We zien in één oogopslag dat er zeer grote verschillen zijn in potentiële bereikbaarheid per doelgroep. De verschillen zijn bovendien groot tussen auto en OV+fiets: voor de ene doelgroep is de potentiële bereikbaarheid veel groter bij OV+fiets dan met de auto, en bij andere doelgroepen juist andersom. Dit is een eerste indicatie dat ingrepen die de bereikbaarheid moeten verbeteren sterk zullen verschillen per doelgroep, en dat het bij het kijken naar duurzame stedelijke bereikbaarheid van belang is om rekening te houden met die verschillen.

In de volgende paragrafen zoomen we in op een aantal afzonderlijke doelgroepen en kijken we of deze voorlopig conclusie standhoudt.

**Figuur 42 - Potentiële bereikbaarheid voor de 25 doelgroepen ten opzichte van de gemiddelde bereikbaarheid over alle doelgroepen in de regio Tilburg**



### 5.3.2 Vergelijking impact systeemingenrepen op verschillende doelgroepen

In deze paragraaf vergelijken we steeds drie verschillende doelgroepen met elkaar op vijf verschillende dwarsdoorsnedes/kenmerken:

- reismotief (zakelijk of overig);
- huishoudengrootte;
- hoogte van het inkomen;
- autobezit;
- sterk verschillende doelgroepen.

#### Reismotief (zakelijk of overig)

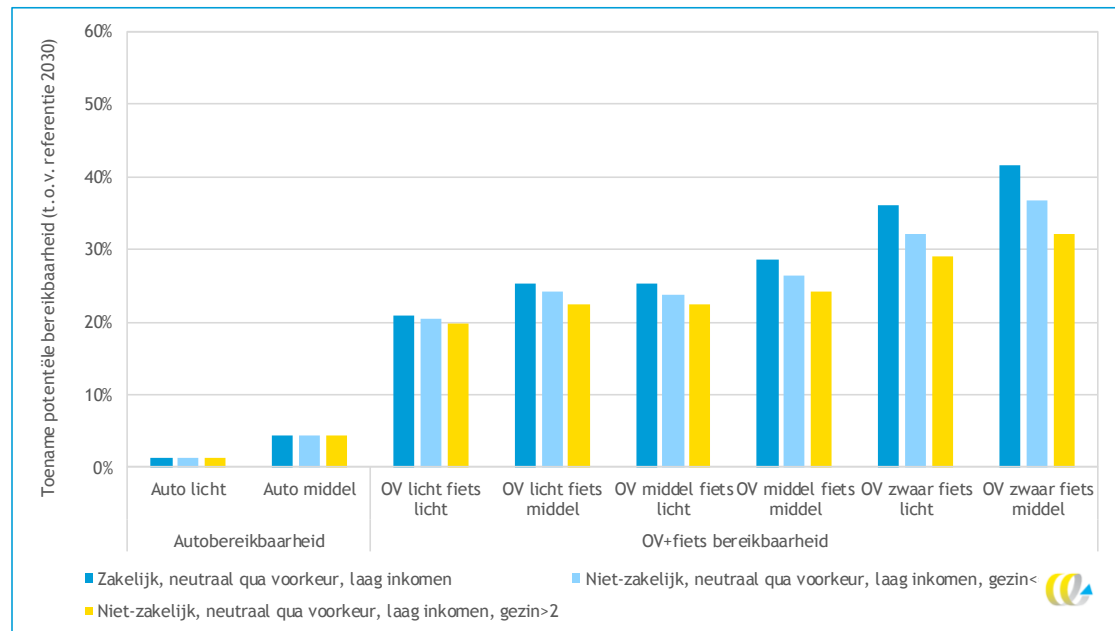
In Figuur 43 zien we een vergelijking tussen Doelgroep en 7, 19 en 20. De vergelijking geeft inzicht in het verschil in de toename van potentiële bereikbaarheid tussen zakelijke verplaatsingen (Doelgroep 7) en overige soorten verplaatsingen (Doelgroepen 19 en 20). We zien dat voor de OV+fietsscenario's de toename van de potentiële bereikbaarheid groter is voor de zakelijke verplaatsingen dan voor de overige verplaatsingen. Dit wordt verklaard uit het feit dat zakelijke reiziger minder kostengevoelig zijn (omdat hun reiskosten worden vergoed). Bij de autoscenario's zien we zeer kleine verschillen in de veranderde potentiële bereikbaarheid tussen deze doelgroepen.



## Huishoudengrootte

We zien in Figuur 43 ook nog een andere dwarsdoorsnede, namelijk gezinsgrootte. Voor gezinnen met meer dan twee kinderen neemt de OV+fietsbereikbaarheid minder sterk toe in alle OV+fietsscenario's dan bij gezinnen met twee of minder kinderen. In deze resultaten zien we terug dat mensen het lastiger (meer gedoe) vinden om met meer kinderen met het openbaar vervoer te reizen.

Figuur 43 - Regio Tilburg, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 7, 19 en 20

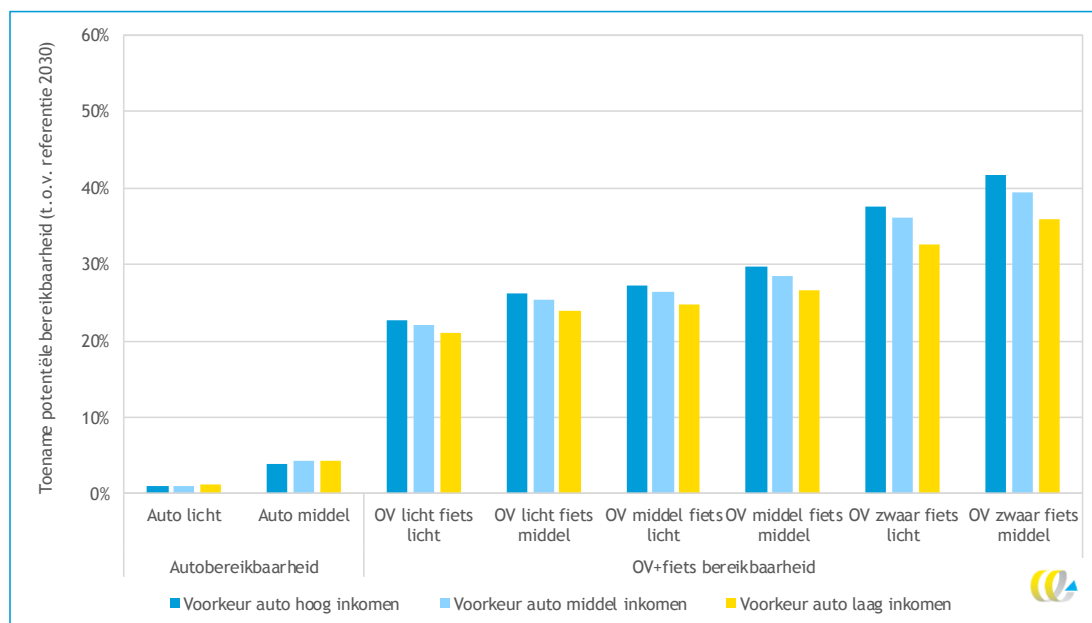


## Hoogte van het inkomen

In Figuur 44 zien we een vergelijking tussen Doelgroepen 13, 14 en 15. De vergelijking geeft inzicht in het verschil in de toename van potentiële bereikbaarheid tussen mensen met een voorkeur voor de auto met een laag (Doelgroep 13), midden (Doelgroep 14) en hoog inkomen (Doelgroep 15). Het gaat in alle drie gevallen om niet-zakelijke verplaatsingen. We zien dat voor de OV+fietsscenario's de toename van de potentiële bereikbaarheid groter is voor hoge inkomens dan voor lagere inkomens. Dit is logisch wanneer we bedenken dat je met meer geld verdere (en dus een groter aantal) bestemmingen kunt bereiken. Bij lage inkomens zien we om die reden dat de toename van de potentiële bereikbaarheid juist het kleinst is.

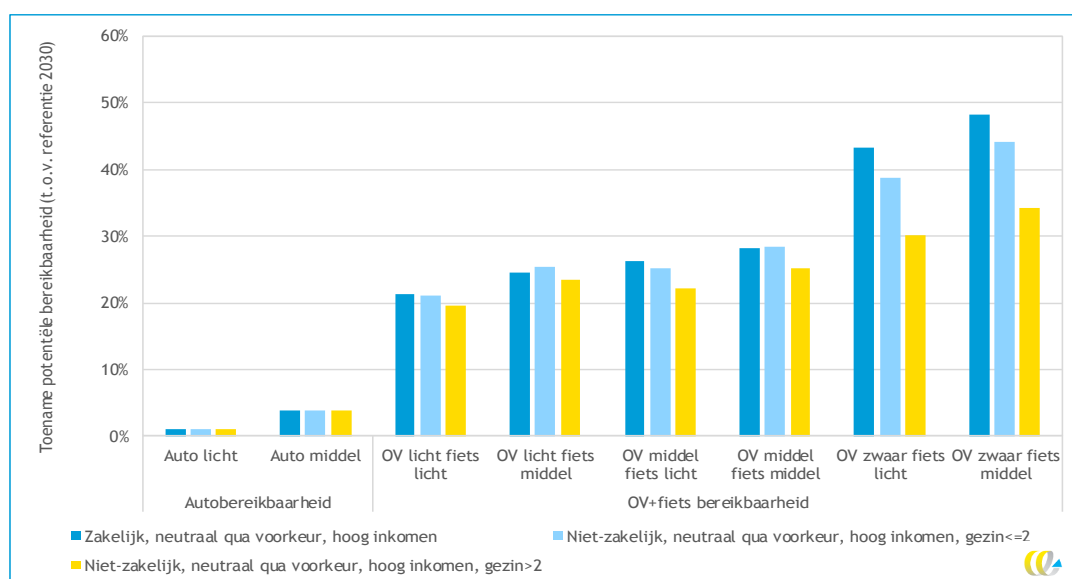
Bij de autoscenario's zien we dat de potentiële bereikbaarheid juist het sterkst groeit bij doelgroepen met een laag inkomen. Dit komt omdat doelgroepen met een hoog inkomen in de referentiesituatie al een hoge potentiële bereikbaarheid hebben en de investerings-scenario's daar relatief weinig extra aan kunnen toevoegen. Bij de doelgroepen met lagere inkomens is het omgekeerde waar.

**Figuur 44 - Regio Tilburg, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 13, 14 en 15**



Een vergelijkbaar effect voor de hoogte van het inkomen zien we als we Figuur 43 vergelijken met Figuur 45. Het verschil tussen beide figuren is dat het in de eerste figuur gaat om doelgroepen met een laag inkomen, en in de tweede figuur om doelgroepen met een hoog inkomen. Alhoewel de verschillen niet heel groot zijn zien we dat de toenames van de potentiële bereikbaarheid met OV+fietsscenario's in Figuur 45 wat groter zijn dan in Figuur 43. Een hoger inkomen betekent meer mogelijk reizen met meer bestemmingen. Opvallend is verder dat de gezinnen met hogere inkomens en meer dan twee kinderen ongeveer evenveel profiteren van de toename in OV+fietsbereikbaarheid dan gezinnen met lage inkomens en meer dan twee kinderen. De 'gedoefactor' om met kinderen met het OV te reizen weegt bij hogere inkomens dus even zwaar als bij lagere inkomens.

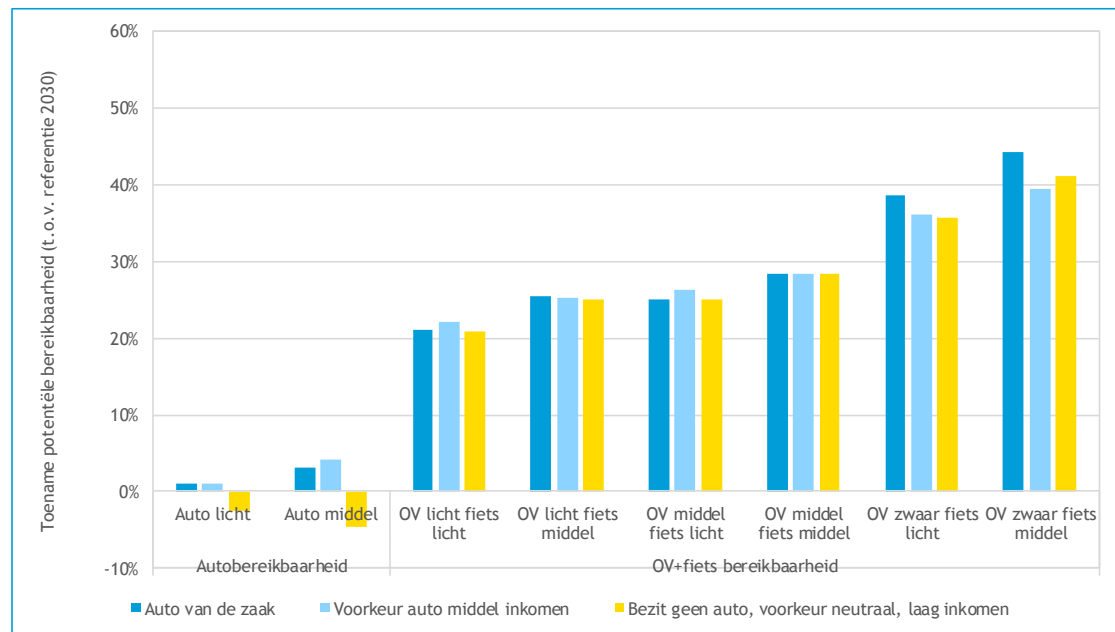
**Figuur 45 - Regio Tilburg, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 6, 17 en 18**



## Autobezit

In Figuur 46 vergelijken we voor niet-zakelijke verplaatsingen de toename in potentiële bereikbaarheid voor mensen met een auto van de zaak (Doelgroep 12), mensen met een eigen auto (Doelgroep 14) en mensen zonder auto (Doelgroep 23). Alle drie de doelgroepen hebben een voorkeur voor de auto.

Figuur 46 - Regio Tilburg, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 12, 14 en 23



## Sterk verschillende doelgroepen

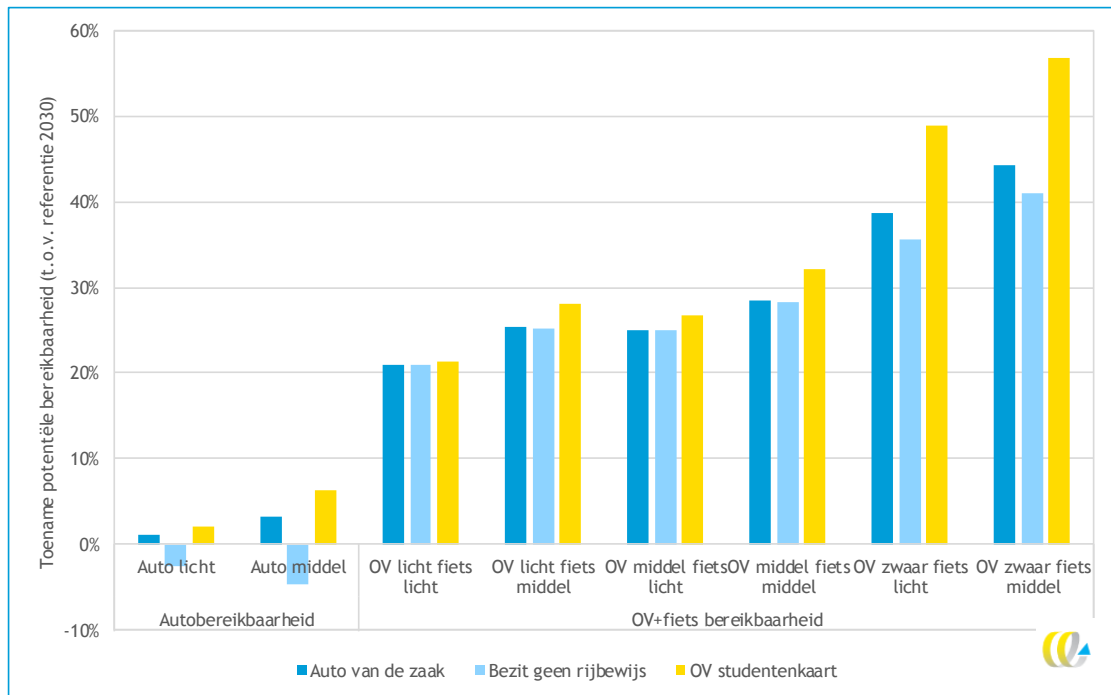
In Figuur 47 laten we zien hoe drie sterk verschillende doelgroepen reageren op ingrepen in auto dan wel OV+fiets. Het gaat om Doelgroep 24 zonder rijbewijs, Doelgroep 12 met een auto van de zaak en Doelgroep 25, de OV-studentenkaarthouders.

Van deze drie doelgroepen profiteren OV-studentenkaarthouders relatief het meest van investeringen in OV+fiets. Dit is plausibel als we bedenken dat zij niet direct met de kosten van openbaar vervoer worden geconfronteerd in vergelijking met rijbewijslozen en mensen met een auto van de zaak. Voor de mensen zonder rijbewijs neemt de potentiële OV+fiets-bereikbaarheid het minst toe van deze drie doelgroepen.

Mensen met een auto van de zaak profiteren meer van OV+fietsinvesteringen dan mensen zonder rijbewijs. Dit is plausibel wanneer we bedenken dat mensen met een auto van de zaak makkelijker (want tegen lagere kosten) combineren met auto en OV kunnen maken.

Bij de autoscenario's zien we dat de doelgroep zonder rijbewijs wordt geconfronteerd met een verslechtering van de potentiële autobereikbaarheid. Verder zien we dat OV-studentenkaarthouders door investeringen in het autosysteem meer profiteren dan mensen met een auto van de zaak. Dit is plausibel als we bedenken dat mensen met een auto van de zaak in de referentie al een relatief hoge potentiële autobereikbaarheid kennen en er dus relatief weinig extra te winnen is voor hen in vergelijking met OV-studentenkaarthouders.

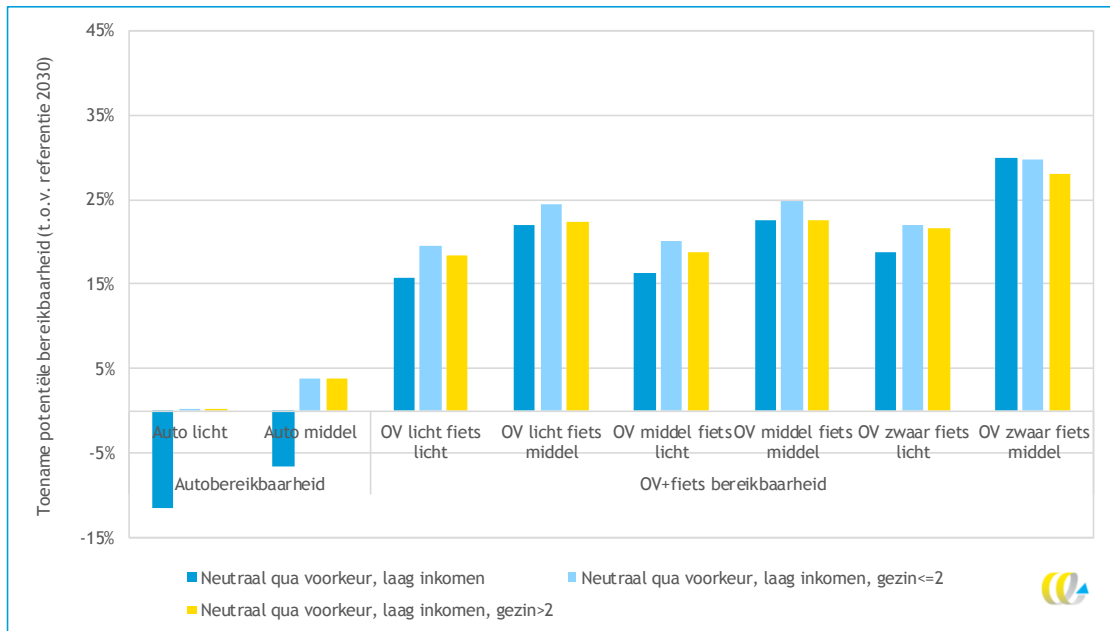
Figuur 47 - Regio Tilburg, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 24, 12 en 25



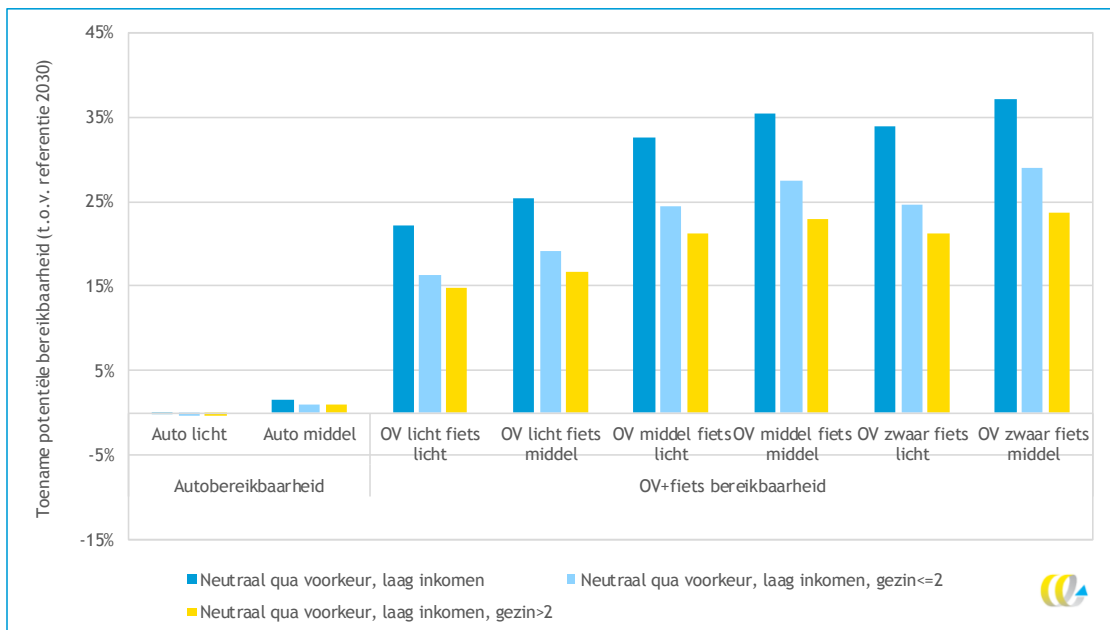
### 5.3.3 Centrum Tilburg en Reeshof

In deze paragraaf laten we enkele van dezelfde doelgroepenplaatjes zien als in Paragraaf 5.3.2 maar dan voor het centrum van Tilburg en de wijk Reeshof. In Figuur 48 en Figuur 49 zien we dezelfde Doelgroepen (7, 19 en 20) als in Figuur 43. Ten opzichte van de hele regio Tilburg zien we voor het centrum wat kleinere verschillen en andere patronen. Voor de wijk Reeshof zijn de verschillen tussen de doelgroepen juist groter in de verandering van de potentiële bereikbaarheid. Met name de doelgroep met meer dan twee kinderen boekt verhoudingsgewijs veel minder potentiële bereikbaarheidswinst dan in de gehele regio Tilburg. Dit heeft er waarschijnlijk mee te maken dat de OV-bereikbaarheid in Reeshof lager is dan gemiddeld in de regio Tilburg. Interessant is dat we (in tegenstelling tot de regio Groningen-Assen) zien dat de toename (in procentpunten) voor beide situaties hoger is dan in de gehele regio. Kennelijk is er in het centrum van Tilburg en Reeshof relatief veel bereikbaarheidswinst te realiseren voor deze doelgroepen met investeringen in OV en fiets.

Figuur 48 - Tilburg Centrum, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 7, 19 en 20



Figuur 49 - Tilburg Reeshof, verschil in effect van auto en OV+fietsscenario's voor Doelgroepen 7, 19 en 20



## 5.4 Verschillen tussen regio Groningen-Assen en Tilburg

De algemene uitkomsten van de brede bereikbaarheid voor Groningen-Assen en Tilburg zijn zeer vergelijkbaar. De verschillen tussen doelgroepen en de patronen in veranderingen in potentiële bereikbaarheid van de verschillende auto- en OV+fietsscenario's zijn goed met elkaar in lijn. Toch zijn er ook enkele verschillen die we hieronder kort bespreken.

In Tilburg zijn de relatieve toenames van de potentiële bereikbaarheid met OV+fiets en fiets groter dan in de regio Groningen-Assen. Dit is consistent met de uitkomsten van Methode 1 (pure reistijd). Het schetst dat de regio Groningen-Assen in de referentie reeds beter bereikbaar is met het openbaar vervoer en de fiets in vergelijking met de regio Tilburg. Om die reden kost het meer moeite om in de regio Groningen-Assen een toename van de potentiële OV+fietsbereikbaarheid te bewerkstelligen.

In Tilburg zijn de relatieve verschillen tussen de doelgroepen ten aanzien van de toename van de potentiële bereikbaarheid door systeemingrepen iets kleiner in vergelijking met de regio Groningen-Assen. De doelgroepenaanpak illustreert hiermee dat dezelfde aanpak voor doelgroepen in verschillende regio's anders kan uitpakken. We benadrukken hierbij dat de omvang van de doelgroepen en de wegingsfactoren per doelgroep niet verschillend zijn gekozen voor beide regio's.

## 5.5 Overkoepelende conclusies op basis van brede bereikbaarheid

We zien grote verschillen in de potentiële bereikbaarheid tussen doelgroepen en de referentiesituatie. Dit impliceert dat ingrepen die de bereikbaarheid moeten verbeteren sterk zullen verschillen per doelgroep, en dat het bij het kijken naar duurzame stedelijke bereikbaarheid van belang is om rekening te houden met die verschillen. Dat geldt zowel voor autobereikbaarheid als OV+fietsbereikbaarheid.

Tegelijkertijd geldt dat waar de verschillen in potentiële bereikbaarheid tussen doelgroepen in de referentiesituatie erg groot zijn, de verschillen in impact van de systeemingrepen beduidend kleiner zijn tussen de doelgroepen. In de dwarsdoorsnedes die in dit hoofdstuk voor een aantal doelgroepen zijn belicht zijn de verschillen meestal niet groter dan 5%.

Bovenstaande geldt echter met name voor de gehele regio Groningen-Assen en de regio Tilburg. Wanneer we inzoomen op de stadscentra van Groningen, Assen en de wijk Reeshof (regio Tilburg) zien we veel grotere verschillen in de impact van investeringsscenario's tussen doelgroepen. Dit geeft aan dat het voor investeringsbeslissingen in auto dan wel openbaar vervoer of fiets van belang is om zowel de karakteristieken van de deelregio als de samenstelling van de bevolking in ogenschouw te nemen.

We zien grofweg dezelfde patronen in de regio's Groningen-Assen en Tilburg ten aanzien van de invloed van systeemingrepen (zowel voor auto als OV+fiets) voor wat betreft de veranderingen in potentiële bereikbaarheid per doelgroep. Ook is de orde van grootte van de toename in potentiële bereikbaarheid over alle doelgroepen vergelijkbaar met de methode op basis van pure reistijd. Verder zijn de richtingen van de verandering in potentiële reistijd per doelgroep plausibel, dat wil zeggen, gegeven de doelgroep karakteristieken laat Methode 2 veranderingen zien die je logischerwijs zou verwachten. Deze drie uitkomsten laten zien dat de vernieuwende aanpak in de basis werkt. We moedigen meer partijen en (deel)regio's aan te onderzoeken hoe de methode voor hun kan werken en wat de voordelen er van zijn voor beleidsafwegingen op het domein van duurzame stedelijke bereikbaarheid.

# 6 Beschouwing op methode en resultaten

In dit hoofdstuk formuleren we een aantal algemene conclusies die we uit deze studie kunnen trekken. Ook staan we stil bij de bruikbaarheid van de resultaten voor andere dan de onderzochte casesteden/regio's. Tot slot doen we een aantal aanbevelingen voor verder onderzoek.

## 6.1 Algemene conclusies

### **Investeren in autonetwerk kan autonome verslechtering autobereikbaarheid niet volledig repareren**

In beide onderzochte regio's zien we dat de toekomstige autonome verslechtering van de bereikbaarheid per auto maar voor een beperkt deel kan worden gecompenseerd met investeringen in het autonetwerk. Ruwweg maximaal een derde van de verslechtering wordt gecompenseerd door de veronderstelde investeringen. Van grote delen van het autonetwerk in de onderzochte regio's is de maximale capaciteit al bereikt en zijn de mogelijkheden voor het accommoderen van extra vraag zeer beperkt. Ook geldt hierbij dat met ingrepen in de stedelijke auto-infrastructuur relatief snel de grenzen van het systeem worden bereikt. Bij zwaardere (infrastructurele) ingrepen in de stad zou bestaande bebouwing deels moeten wijken. In de autoscenario's zijn dit soort ingrepen niet meegenomen vanwege het ingrijpende karakter.

### **Toename fiets en OV geeft indirect meer ruimte voor de automobilist**

Investerings in fiets en OV leiden indirect tot positieve effecten voor automobilisten: meer mensen zullen kiezen voor fiets en/of OV waardoor er ruimte vrijkomt voor automobilisten die geen alternatief hebben of willen gebruiken.

### **Investerings in OV+fiets zijn rendabeler dan investings in het autosysteem**

Investerings om de bereikbaarheid te vergroten met OV en fiets hebben aanzienlijk meer effect (gemiddeld een factor 3 tot 4) dan investings in de auto. In alle gevallen is investeren in OV en fiets rendabeler in termen van bereikbaarheid dan investeren in de auto.

### **Kleinere verbeterings in bereikbaarheid als bestemmingen met OV+fiets reeds goed zijn ontsloten**

In situaties waar de OV+fietsbereikbaarheid al relatief goed is, de absolute verbetering van de potentiële bereikbaarheid kleiner is dan in situaties waar er een minder goede ontsluiting met OV en fiets bestaat. Zo zien we dat de toenames in potentiële bereikbaarheid voor OV+fiets in Tilburg groter is dan in Groningen-Assen omdat in laatstgenoemde regio met name de stad Groningen relatief goed is ontsloten met OV en fiets. Echter ook in die gevallen hebben investings in OV en fiets nog steeds meer effect dan investings in de auto.

## Voor OV+fiets investeringen nog relatief veel laaghangend fruit

In de huidige situatie is de autobereikbaarheid op de meeste locaties hoger dan de OV- en fietsbereikbaarheid. Hierdoor is er bij OV+fietsinvesteringen nog relatief veel laaghangend fruit die de bereikbaarheid kan vergroten. Ook zien we bij OV+fiets dat relatief milde investeringen/verbeteringen al tot een grote bereikbaarheidswinst leiden. Extra investeringen daar bovenop leiden tot relatief weinig extra bereikbaarheidswinst.

## Bereikbaarheid verschilt sterk per doelgroep

De effecten van ingrepen in de bereikbaarheid verschillen sterk per doelgroep. Wel geldt dat de verschillen *in de impact van de systeemingrepen* kleiner zijn tussen de doelgroepen wanneer naar een relatief groot gebied (de hele regio) wordt gekeken. Wanneer echter wordt ingezoomd op de stadscentra van Groningen, Assen de wijk Reeshof (regio Tilburg) zien we veel grotere verschillen in de impact van investeringsscenario's tussen doelgroepen. Al met al concluderen we dat het voor investeringsbeslissingen in auto dan wel openbaar vervoer of fiets van belang is om zowel de karakteristieken van de deelregio als de samenstelling van de bevolking (de aanwezigheid en omvang van doelgroepen) in ogenschouw te nemen.

## OV+fiets beter voor onder andere milieukwaliteit en gezondheid

Investeren in OV en fiets leidt (in tegenstelling tot investeren in de auto) tot een verbetering van de milieukwaliteit (minder emissies, minder geluid), tot lagere gebruikskosten, minder ruimtebeslag en positieve gezondheidsbaten (door meer fietsen). De CO<sub>2</sub>-emissies nemen met maximaal 5 tot 10% af. De NO<sub>x</sub>- en fijnstofemissies met maximaal 4 tot 8%. Investeren in alleen fiets scoort grofweg twee x beter dan in OV en fiets tezamen omdat het OV vooralsnog ook uitstoot veroorzaakt.

Als side-note merken we nog op dat in de analyse voor Groningen bleek dat er bij investeringen in het OV kritisch gekeken moet worden of die niet ten koste gaan van het fietsgebruik. In verschillende scenario's voor de regio Groningen-Assen was dit namelijk wel het geval, wat bijvoorbeeld resulteerde in een toename van de emissies. Een zorgvuldige combinatie van OV en fietsmaatregelen is in deze situatie gewenst.

## 6.2 Beschouwing op methode en bredere toepasbaarheid

Deze studie heeft een sterk greenfield karakter. De vernieuwende aanpak maakt dat deze studie zich grotendeels op onontgonnen terrein begeeft. Voor verschillende elementen in het model waren aannames nodig die niet konden worden onderbouwd met empirische studies, wat wel de voorkeur zou hebben. Voor veel van de noodzakelijke aannames konden echter goede inschattingen worden gedaan op basis van expert judgement. Deze aannames en de methode zijn in aanvulling daarop getoetst door de wetenschappelijke begeleiders. Ook zijn er veel (meer dan 50) iteratieve modelsimulaties gedaan om te komen tot betrouwbare uitkomsten. Om goede oplossingen te vinden voor de uitdagingen die duurzame stedelijke bereikbaarheid met zich mee brengen, is deze aanpak in onze ogen een grote stap voorwaarts.

Wij zien geen enkele reden waarom de methode niet breder toepasbaar zou zijn dan de twee caseregio's uit dit onderzoek. Met name belangrijk is de bevinding dat investeringen in OV en fiets de meest effectieve manier is om de achteruitgang van de autobereikbaarheid te compenseren. Het is interessant om te onderzoeken of deze conclusie ook geldt voor andere regio's dan Groningen-Assen en Tilburg.



Tegelijkertijd blijkt ook uit de aanpak dat er geen ‘one-size-fits-all’ aanpak is waar het gaat om Duurzame Stedelijke Mobiliteit. Potentiële bereikbaarheid kan sterk verschillen tussen doelgroepen en per deelregio. Wanneer beleidsmakers de bereikbaarheid in een bepaalde regio’s willen vergroten is het dus van belang om af te vragen voor wie zij de bereikbaarheid met name willen vergroten. Afhankelijke van het antwoord daarop kunnen hel verschillende investeringsbeslissingen/infrastructuurinvesteringen lonend zijn. De differentiatie naar doelgroepen is vooral een essentiële voorwaarde voor beleidsmakers om met de vertegenwoordigers van doelgroepen in gesprek te gaan. Het zichtbaar maken van doelgroepen maakt het beleidsmakers mogelijk hun belangen te erkennen. Dit kan leiden tot betere besluitvorming omdat antwoord gegeven kan worden op de volgende vragen:

1. Wie (welke doelgroep) heeft/krijgt nu werkelijk een bereikbaarheidsprobleem?
2. Welke onderdelen van de ritketens zijn de belangrijkste (toekomstige) knelpunten in de deur tot deur verplaatsingen?
3. Hoe pakken beleidsopties uit voor specifieke doelgroepen?

Om concrete beleidsaanbevelingen te kunnen doen is het nodig om nauwkeurige berekeningen te doen dan binnen het kader van deze studie mogelijk was voor de twee onderzochte regio’s. Wanneer echter goede lokale gegevens worden verzameld over de samenstelling en motieven van doelgroepen in en regio kan het modelinstrumentarium prima worden ingezet voor beleidsafwegingen. Anders gezegd, als de lokale kenmerken van het onderzoeksgebied bekend zijn kunnen ze in het model worden ingebracht en kunnen de uitkomsten in beginsel gebruikt worden voor concrete investeringsprogramma’s.

### 6.3 Vervolgstappen/nader onderzoek

Deze studie presenteert een vernieuwende aanpak voor de analyse van de bereikbaarheidseffecten (en overige effecten) van investeringen in auto, fiets en OV-infrastructuur. Op verschillende punten kan deze analyse worden verbeterd en uitgebreid. Enkele onderwerpen voor vervolgonderzoek zijn:

- De methode zoals gehanteerd in deze studie berust vooral op het kwantificeren van potentiële bereikbaarheid. De daadwerkelijke veranderingen in verplaatsingen komen maar beperkt in beeld. Het zou interessant zijn om hier nader onderzoek naar te doen, waarbij ook aandacht besteed kan worden aan de wijze waarop de mogelijkheden van de potentiële bereikbaarheid benut kunnen worden (bijvoorbeeld welke maatregelen zou je kunnen treffen om mensen in het OV te krijgen).
- De methodiek zoals die is ontwikkeld in deze studie biedt goede mogelijkheden om de kansrijkheid van ketenverplaatsingen in beeld te brengen. Zo zou er nader onderzoek mee kunnen worden gedaan naar MAAS.
- Een belangrijk vernieuwend concept dat in deze studie wordt toegepast is de doelgroepenbenadering. Deze benadering zou verder verfijnd kunnen worden, bijvoorbeeld door de indeling in doelgroepen verder te detailleren. Hierbij zou bijvoorbeeld onderscheid gemaakt kunnen worden naar forensen voor wie het parkeren bij de werkgever wel/niet gefaciliteerd worden. Naast verfijning van de doelgroepen is het ook van belang de empirie over de impact van kosten en discomfort te verbeteren om zo de betrouwbaarheid van de weegfactoren te kunnen vergroten.
- Er dient ervaring te worden opgedaan met discomfort als verklarende variabele. Hierbij kan gedacht worden aan een verdere verfijning van deze parameter door bijvoorbeeld rekening te houden met zitplaatscomfort, onzekere reistijden en de onzekerheid en (kwaliteit) van het vinden van een fietsenstalling.

- Een interessante uitbreiding op het model zou zijn om een mechanisme op te nemen het uitwijken van automobilisten naar naburige wijken of wijken met een goede OV-verbinding, als zij worden geconfronteerd met een parkeerweerstand nabij de bestemming (en/of herkomst).
- De maatregelen die zijn meegenomen in de auto-, fiets- en OV+fietsscenario's zijn vooral gericht op aanpassingen aan de infrastructuur of dienstregeling. Het zou interessant zijn om ook te kijken naar de effecten van ander type maatregelen, zoals bijvoorbeeld cordonheffingen, een kilometerheffing en parkeerbeleid.
- Een grondige en systematische gevoeligheidsanalyse uitvoeren met het model zou helpen om de robuustheid van modeluitkomsten te verifiëren.

# Referenties

Bourne, J. et al., 2018. Health benefits of electrically-assisted cycling : a systematic review. *International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity*, 15(21 november).

Calcsoft : IGG Bouweconomie, lopend. *Bouwkostenkompas*. [Online]  
Available at: <http://www.bouwkostenkompas.nl/>  
[Geopend 2019].

CBS, Lopend. *Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OVIN)*. [Online]  
Available at: <https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/onderzoeksomschrijvingen/korte-onderzoeksbeschrijvingen/onderzoek-verplaatsingen-in-nederland--ovin-->  
[Accessed 2019].

CE Delft; VU, 2014. *Externe en infrastructuurkosten van verkeer ; Een overzicht voor Nederland in 2010*, Delft: CE Delft.

CE Delft, 2014. *STREAM personenvervoer 2014 - Studie naar TRansportEmissies van Alle Modaliteiten Emissiekentallen 2011*, Delft: s.n.

CE Delft, 2017. *Handboek Milieuprijzen 2017*, Delft: CE Delft.

CE Delft, INFRAS, TRT & Ricardo, 2019. *Handbook on the external costs of transport - Version 2019*, Delft: CE Delft.

Celis-Morales, C. et al., 2017. Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study. *BMJ*, 19 April.357(1456).

CiCom Engineering bv ; Pragt Gebiedsontwikkeling ; Urbun Reality, 2013. *Prijzenboek 2014*, Utrecht: Urbun Reality.

CPB & PBL, 2015. *WLO scenarios; Nederland in 2030-2050: twee referentiescenario's : Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving*, Den Haag: Centraal Planbureau (CPB) ; Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

De Hartog, J., Boogaard, H., Nijland, H. & Hoek, G., 2013. Gezondheidsvoordelen van fietsen vele malen groter dan de gezondheidsrisico's. *Tijdschrift Vervoerswetenschap*, 49(1), pp. 24-45.

Decisio, 2017. *Waarderingskengetallen MKBA Fiets: state-of-the-art*, Amsterdam: Decisio BV.

ECN ; PBL, 2017. *Nationale Energieverkenning 2017*, Petten: ECN.

Elvik, R. & Bjørnskau, T., 2017. Safety-in-numbers: A systematic review and meta-analysis of evidence. *Safety science*, Volume 92, pp. 274-282.

Geurs, K. & Wee, B. v., 2006. 'Ex-post evaluation of thirty years of compact urban development in the Netherlands. *Urban Studies*, 43(1), pp. 139-160.

Jacobsen, P. L., 2003. Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury Prevention*, Volume 9, pp. 205-209.

Kalter, M.-J. O., Geurs, K. & Hoogendoorn-Lanser, S., 2015. Vervoerwijzekeuze in woon-werkverkeer : Eerste analyses met het nieuwe Mobiliteitspanel Nederland. *Tijdschrift Vervoerswetenschap*, 51(4), pp. 107-127.

PBL, 2016. *Kansrijk Mobiliteitsbeleid*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Platform Beter Benuten, lopend. *Mobiliteitsscan*. [Online]

Available at: <https://www.tenderned.nl/tenderned-tap/aankondigingen/179972>

[Geopend 2019].

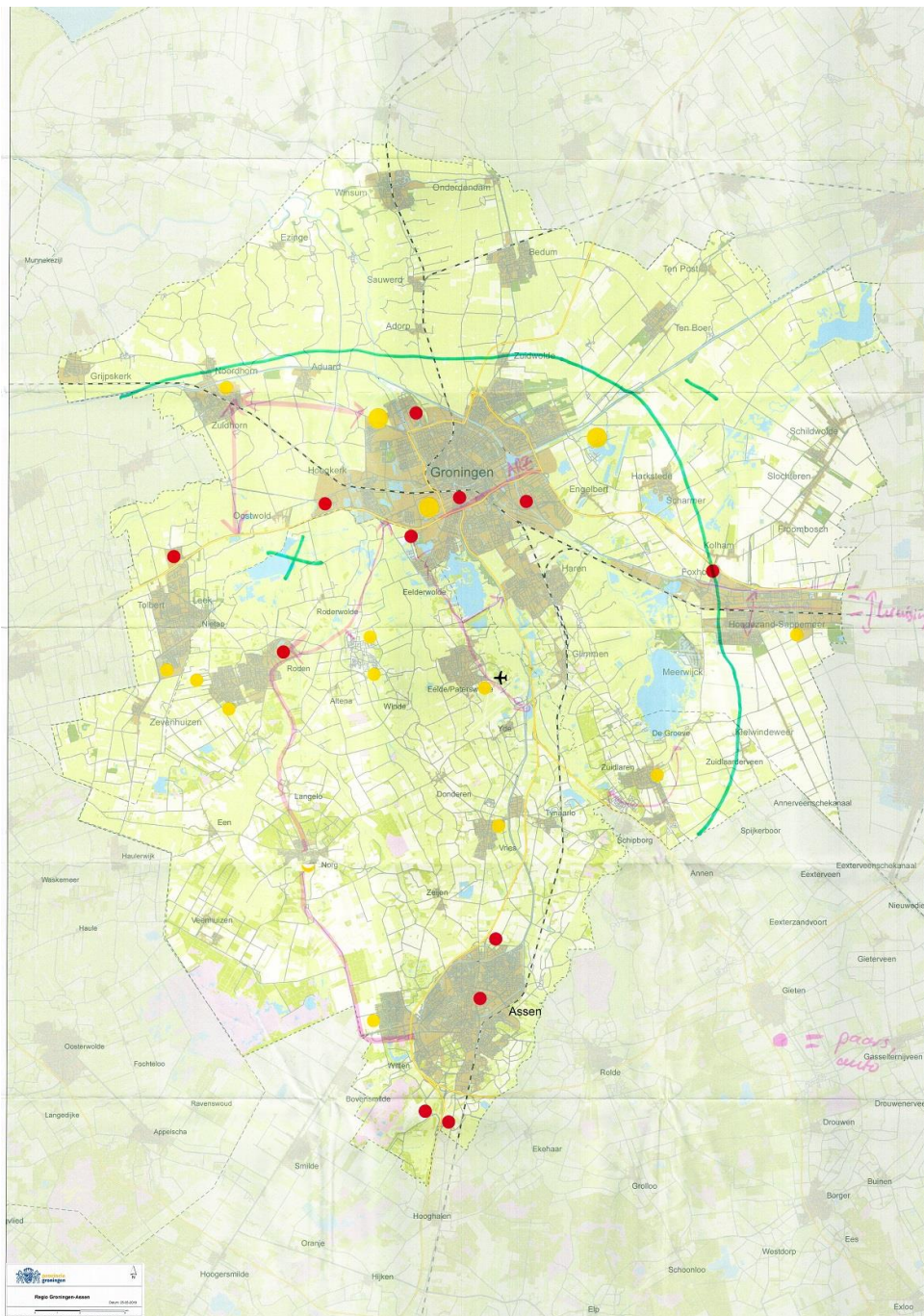
SWECO, 2019. *Verkenning vormgeving Voorrangspointje met onderdoorgang*, De Bilt: Sweco.

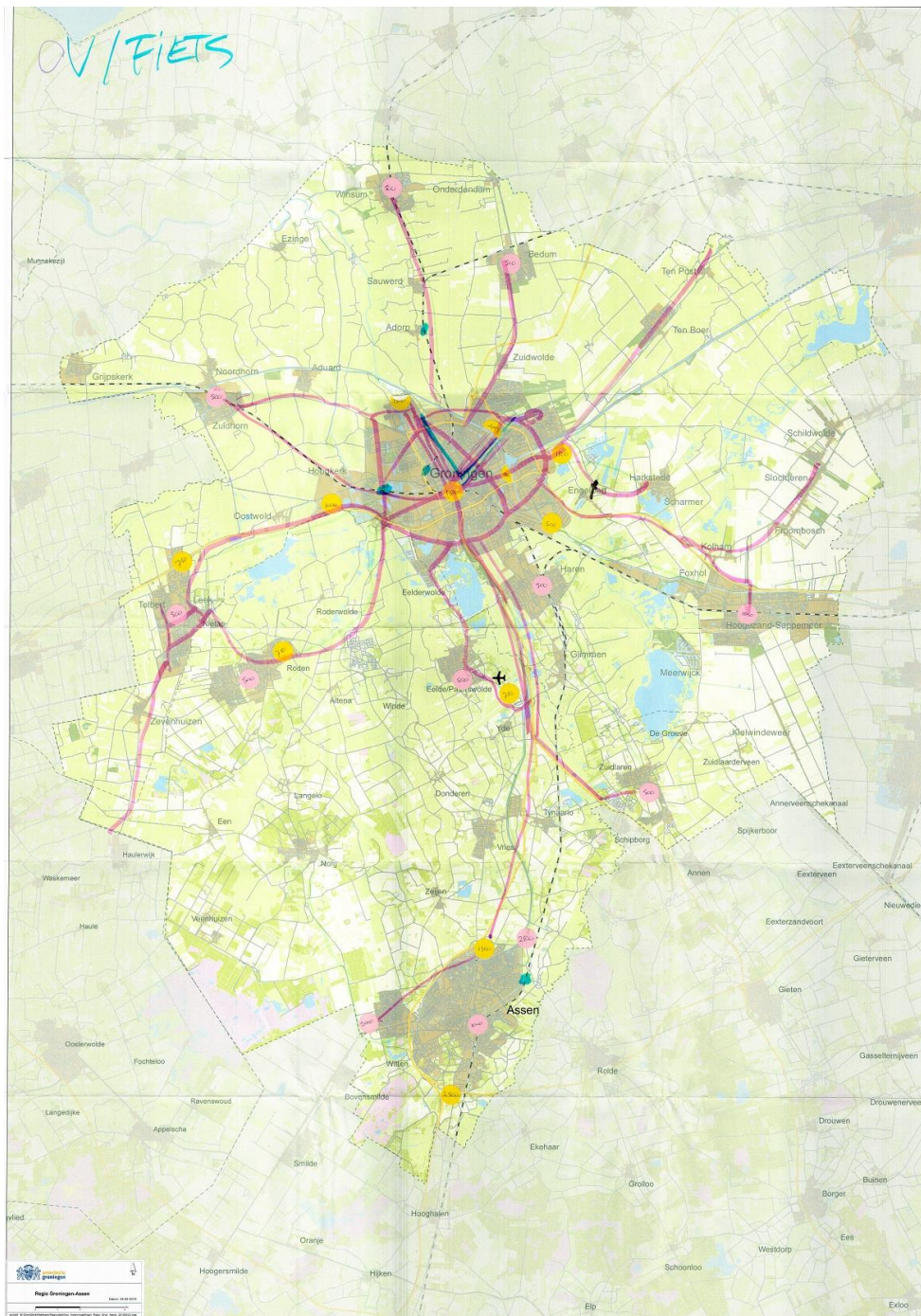
SWOV, 2010. *The safety effect of exchanging car mobility for bicycly mobility*, Leidschendam: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV).

Titze, S., Krenn, P. & De Geus, B., 2011. Health benefits of cycling : A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(4), pp. 496-509.

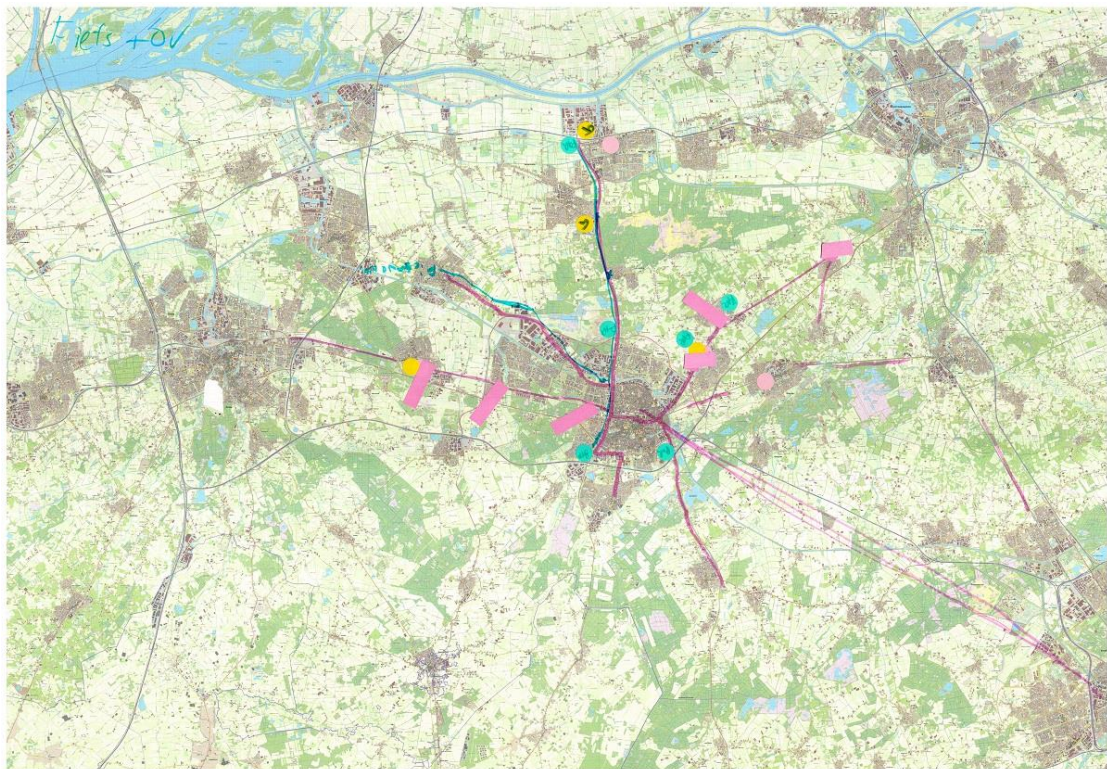
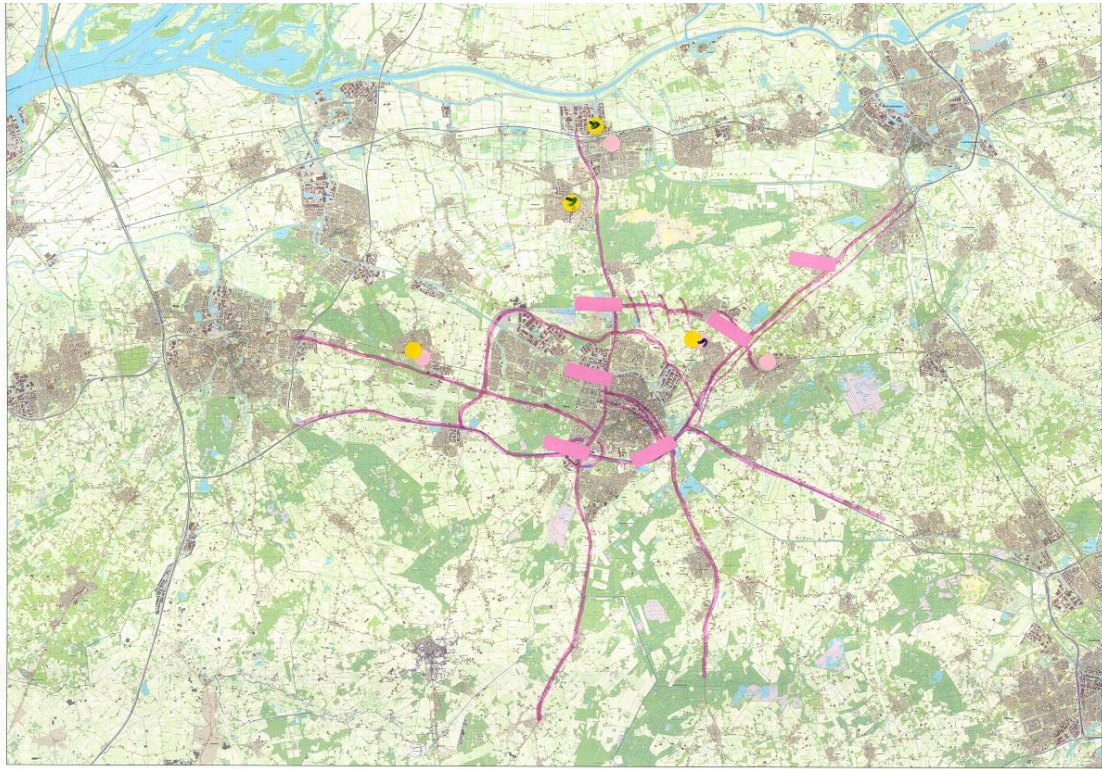
# A Impressie oogst werksessies regio's

## A.1 Groningen Assen



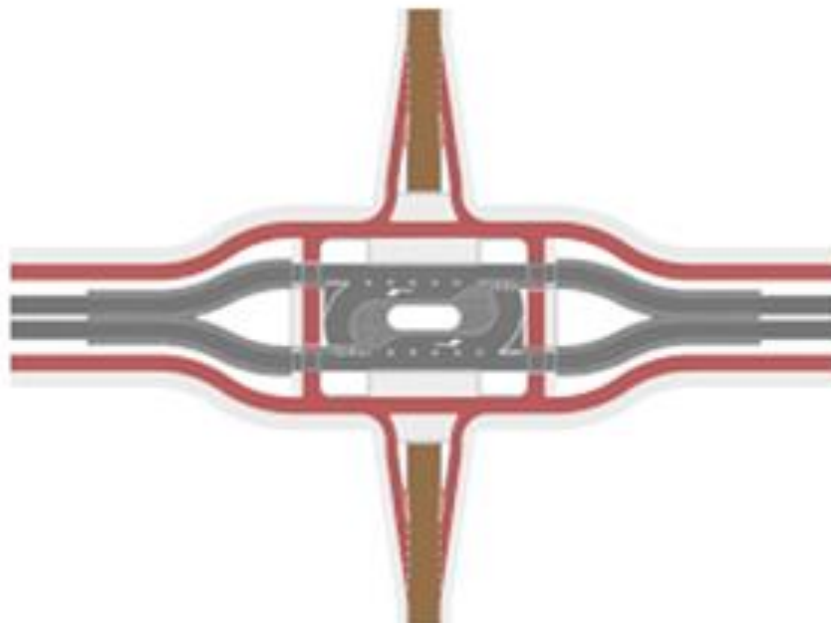


## A.2 Tilburg



## B Voorbeeld voorrangsplein

Figuur 50 - Voorbeeld Voorrangsplein



*Basisvormgeving van het voorrangsplein*

Zie voor een toelichting de notitie van Sweco (SWECO, 2019).