



Ministerie van Infrastructuur  
en Waterstaat

# Het verband tussen gezondheid en actief reizen

Mathijs de Haas

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid | KiM



# Samenvatting

**Volgens de (internationale) literatuur gaan fietsen en lopen gepaard met positieve gezondheidseffecten, zoals een verlaagde kans op obesitas en hart- en vaatziekten. In deze studie onderzoeken we de causale relatie tussen gezondheid en actief reizen (lopen en fietsen) in Nederland, waarbij we gezondheid benaderen via de Body Mass Index (BMI) en ervaren gezondheid. We hebben onderzocht of meer bewegen leidt tot een lagere BMI (of een betere ervaren gezondheid), én of het omgekeerde het geval is.**

**Tussen BMI en actief reizen blijkt er alleen een causale relatie te bestaan voor mensen die niet aan obesitas lijden ( $BMI < 30 \text{ kg/m}^2$ ). Naarmate mensen meer lopen, heeft dit een gunstig (= negatief) effect op de BMI: deze daalt. Verder heeft de BMI voor mensen zonder obesitas een negatief effect op het gebruik van de fiets: een toename van de BMI leidt tot een afname van aantal fietsverplaatsingen en de afgelegde fietsafstand. Er zijn geen causale verbanden tussen de e-fiets en de BMI.**

**Tussen ervaren gezondheid en actief reizen blijkt er alleen voor de fiets een significant positief effect te bestaan. Naarmate mensen een grotere afstand per fiets afleggen, stijgt de door hen ervaren gezondheid. Voor de e-fiets en lopen vinden we geen significante effecten op de ervaren gezondheid.**

## Achtergrond

In 2019 publiceerde het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) het onderzoek 'De relatie tussen gezondheid en het gebruik van actieve vervoerwijzen'. Daaruit bleek onder andere dat er in Nederland een duidelijke samenhang bestaat tussen de gezondheid van mensen en hun reisgedrag. Mensen met een gezond gewicht blijken vaker te fietsen en minder de auto te gebruiken dan zwaardere mensen, terwijl mensen met obesitas vaker de e-fiets gebruiken dan mensen met een gezond gewicht. Verder bleek dat de dagelijkse mobiliteit een belangrijke factor is als het erom gaat voldoende beweging te krijgen. Ongeveer één op de drie volwassen Nederlanders krijgt wekelijks minimaal de aanbevolen hoeveelheid van 150 minuten beweging door te reizen met de fiets, de e-fiets of te voet.

## (Internationale) literatuur

Er is veel aandacht voor de relatie tussen gezondheid en actief reizen in de internationale literatuur. Omdat de BMI een relatief eenvoudig meetbare indicator voor gezondheid is, wordt de relatie tussen actief reizen en gezondheid vaak onderzocht op basis van deze indicator. Onderzoeken uit het Verenigd Koninkrijk laten zien dat de BMI afneemt wanneer iemand niet langer de auto maar de fiets gebruikt voor het woon-werkverkeer of vaker loopt. Australisch onderzoek laat zien dat de BMI van volwassenen die consequent gebruik maken van actieve vervoerwijzen, lager is dan die van autogebruikers. Een beperking van de meeste onderzoeken is echter dat de richting van het causale verband (van actief reizen op de BMI) wordt verondersteld, in plaats van dat de richting wordt onderzocht. De richting van de causale relatie zou immers anders kunnen zijn dan in de meeste studies wordt verondersteld, bijvoorbeeld van BMI op actief reizen of een wederzijds effect. In studies naar de relatie tussen BMI en fysieke activiteit in het algemeen is de richting van het causale verband wel onderzocht. Uit deze studies komt naar voren dat de BMI mogelijk een groter effect heeft op de mate van actieve mobiliteit dan andersom.

Hoewel actieve mobiliteit in veel onderzoeken wordt geassocieerd met positieve gezondheidseffecten, zoals een afname van de kans om vroegtijdig te overlijden en de kans op aandoeningen zoals hart- en vaatziekten en diabetes type 2, gaat ze ook gepaard met negatieve gezondheidseffecten. Denk aan het risico op een ongeval en het inademen van vervuilde lucht. Het netto-effect van actieve mobiliteit op de gezondheid lijkt echter positief te zijn. In twee studies die zowel de positieve als de negatieve gezondheidseffecten in beschouwing nemen, concluderen de onderzoekers dat de positieve effecten (veel) sterker zijn dan de negatieve effecten.

### Methode en data

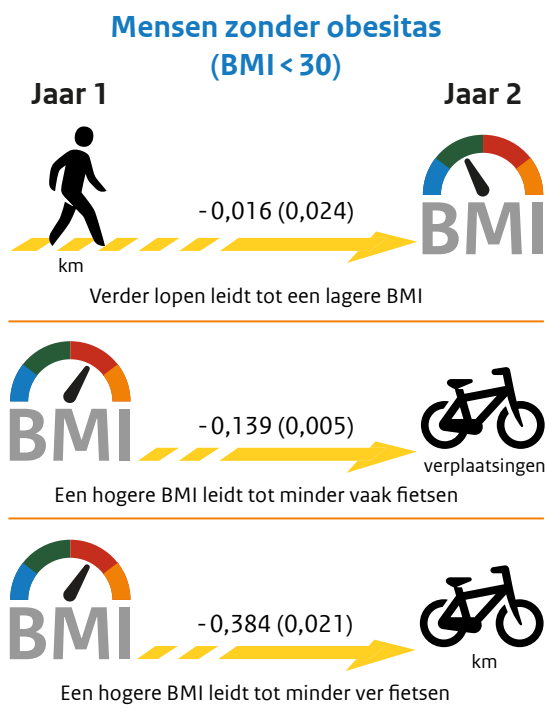
In dit onderzoek maken we gebruik van data van het Mobiliteitspanel Nederland (MPN). Het MPN is het longitudinale verplaatsingsonderzoek waarmee het KiM sinds 2013 jaarlijks dezelfde groep huishoudens en hun huishoudleden bevroegt en het reisgedrag meet. Ten tijde van het KiM-onderzoek uit 2019 konden we nog geen antwoord geven op de vraag of er in Nederland causale verbanden bestaan tussen de BMI en de ervaren gezondheid enerzijds en actief reizen anderzijds. Om deze vraag te beantwoorden voeren we in het voorliggende onderzoek aanvullende analyses uit. Hiervoor maken we gebruik van MPN-data uit 2017, 2018 en 2019.

Om relaties over de tijd te onderzoeken, gebruiken we een *Random Intercept Cross-Lagged Panel Model* (RI-CLPM). Met dit model kunnen we BMI, ervaren gezondheid en het gebruik van actieve vervoerwijzen van dezelfde groep mensen op drie momenten met steeds een jaar verschil aan elkaar relateren. Hiermee wordt duidelijk of veranderingen van deze indicatoren, bijvoorbeeld een verandering van de BMI op tijdstip  $t$ , van invloed is op de andere indicatoren, bijvoorbeeld het gebruik van actieve vervoerwijzen, op tijdstip  $t+1$ . Met dit model onderzoeken we dus vertraagde effecten. Een belangrijk voordeel van een RI-CLPM ten opzichte van een gewoon *cross-lagged panel model* (CLPM) is dat we onderscheid kunnen maken tussen interpersoonlijke (tussen personen) en intrapersoonlijke (binnen een persoon) variantie. Hierdoor is het mogelijk om effecten binnen een persoon te onderzoeken. Dit is ook het niveau waarop de veronderstelde causale effecten spelen.

**Conclusies: Voor mensen die niet aan obesitas lijden, leidt een toename in lopen tot een afname van de BMI en een toename in de BMI tot een afname in fietsen. Een toename in fietsen leidt tot een toename van de ervaren gezondheid.**

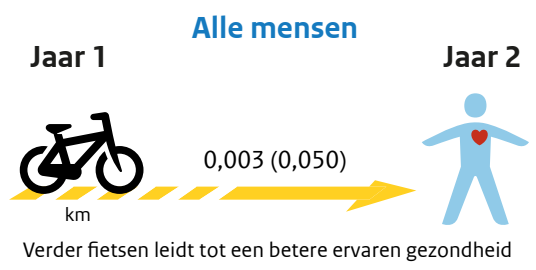
Voor mensen die niet aan obesitas lijden ( $BMI < 30 \text{ kg/m}^2$ ), vinden we significante effecten tussen de BMI en de afstand die wordt afgelegd met de fiets en te voet. Voor de e-fiets en voor mensen met obesitas vinden we dergelijke significante effecten niet. Bij mensen zonder obesitas heeft de afgelegde loopafstand een gunstig (= negatief) effect op de BMI. Naarmate mensen verder gaan lopen, neemt de BMI af (figuur 1). We vinden geen omgekeerd effect, namelijk van de BMI op afgelegde loopafstand.

Dit omgekeerde effect vinden we wél voor de fiets. Bij mensen zonder obesitas heeft de BMI een significant negatief effect op de afgelegde fietsafstand (figuur 1). Een toename van de BMI leidt dus tot een afname van de afgelegde fietsafstand. Voor de relatie tussen de BMI en het aantal verplaatsingen vinden we alleen dat de BMI een negatief effect heeft op het aantal fietsverplaatsingen (figuur 1). Met andere woorden, wanneer de BMI van mensen toeneemt, pakken zij minder vaak de fiets.



**Figuur 1** Significante effecten tussen BMI en actief reizen (de parameter geeft het effect van 1 punt verandering in de variabele in jaar 1 op de variabele in jaar 2, dus bijvoorbeeld een toename van 1 km lopen in jaar 1 leidt tot een afname van 0,016 kg/m<sup>2</sup> in jaar 2. De p-waarde staat tussen haakjes.)

We vinden geen effect van het fietsgebruik op de BMI. Dit impliceert dat de gemiddelde BMI niet zal afnemen wanneer het fietsgebruik in Nederland wordt gestimuleerd. Aangezien het aandeel mensen met overgewicht in Nederland toeneemt, zal dit er in de toekomst relatief gezien toe leiden dat het fietsgebruik afneemt. Beleid dat het aandeel Nederlanders met overgewicht en obesitas wil verlagen, zoals de inzet op gezonde voeding en het stimuleren van sport en beweging, kan het fietsgebruik daarentegen wel positief beïnvloeden.



**Figuur 2** Significante effecten tussen actief reizen en ervaren gezondheid

Voor de relatie tussen ervaren gezondheid en afgelegde afstand, vinden we een significant effect voor de fiets. De afgelegde fietsafstand heeft een significant positief effect op de ervaren gezondheid (figuur 2). Wanneer Nederlanders dus meer afstand gaan afleggen met de fiets, stijgt de ervaren gezondheid. We vinden geen significante effecten tussen ervaren gezondheid en afgelegde afstand met de e-fiets of te voet, en evenmin voor de relatie tussen ervaren gezondheid en het aantal verplaatsingen met actieve vervoerwijzen.

Alleen voor lopen geldt dus dat het actief reizen leidt tot een afname in de BMI, terwijl fietsen leidt tot een toename van de ervaren gezondheid. Dat betekent echter niet dat dit de enige gezondheidsbaten van actief reizen zijn. Er is immers veel literatuur beschikbaar waaruit blijkt dat actief reizen of beweging in het algemeen positieve effecten heeft op bijvoorbeeld de subjectieve gezondheid, de ziektelast en de levensverwachting.

### Vervolgonderzoek

Een beperking van dit onderzoek is dat we slechts beperkt informatie over gezondheid ter beschikking hebben. Het MPN biedt gedetailleerd inzicht in het reisgedrag van respondenten, maar de informatie over gezondheid is beperkt tot de BMI en de ervaren gezondheid. Hierdoor is het niet mogelijk om de volledige relatie tussen actief reizen en gezondheid bloot te leggen. Hier vloeien de aanbevelingen voor vervolgonderzoek uit voort. Zo is bijvoorbeeld de relatie tussen mentale gezondheid en actieve mobiliteit in Nederland nog niet duidelijk. Ook weten we niet precies wat het effect is van actief reizen op bijvoorbeeld ziekteverzuim of vitaliteit. Dat zijn mogelijke onderwerpen voor vervolgonderzoek.

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Doel van het onderzoek	7
1.2 Leeswijzer	8
<b>2 Literatuur</b>	<b>9</b>
2.1 BMI en actieve mobiliteit	9
2.2 Andere positieve gezondheidseffecten van actieve mobiliteit	10
2.3 Negatieve gezondheidseffecten van actieve mobiliteit	10
2.4 Conclusie literatuur	11
<b>3 Methode en data</b>	<b>12</b>
3.1 Methode	12
3.2 Het Mobiliteitspanel Nederland	13
3.3 BMI en ervaren gezondheid	14
<b>4 Causale relatie tussen BMI, ervaren gezondheid en actief reizen</b>	<b>17</b>
4.1 BMI en actief reizen	17
4.1.1 BMI en afgelegde afstand met fiets, e-fiets en lopend	18
4.1.2 BMI en verplaatsingen met fiets, e-fiets en lopend	20
4.2 Ervaren gezondheid en actief reizen	21
4.2.1 Ervaren gezondheid en afgelegde afstand met fiets, e-fiets en lopend	22
4.2.2 Ervaren gezondheid en verplaatsingen met fiets, e-fiets en lopend	23
<b>5 Conclusies en vervolgonderzoek</b>	<b>24</b>
5.1 Conclusies	24
5.2 Vervolgonderzoek	26
<b>Summary</b>	<b>27</b>
<b>Literatuurlijst</b>	<b>31</b>
<b>Bijlage A Beschrijving Random Intercept Cross-Lagged Panel Model (RI-CLPM)</b>	<b>36</b>
<b>Bijlage B Aanvullende output modelschattingen</b>	<b>38</b>
Model fit gepresenteerde modellen hoofdstuk 4	38
Parameterschattingen gepresenteerde modellen hoofdstuk 4	39
Modelschattingen BMI en actief reizen zonder onderscheid naar gewichtsklasse	41
<b>Colofon</b>	<b>43</b>

# 1 Inleiding

Een groot deel van de korte ritten (tot 7,5 km) die zij maken, leggen inwoners van Nederland af met de auto (De Haas en Hamersma, 2020). Zouden zij voor deze korte autoritten een actieve vervoerwijze (fiets, e-fiets, lopen) kiezen, dan heeft dit positieve effecten op hun gezondheid. Het stimuleren van een dergelijke modale shift van auto naar fiets heeft daarnaast positieve effecten op de bereikbaarheid, de leefbaarheid en het milieu. Ook het stimuleren van ov-gebruik, waarbij actieve vervoerwijzen vaak een belangrijke rol spelen in het voor- en natransport, kan hieraan bijdragen.

In 2019 publiceerde het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) het onderzoek 'De relatie tussen gezondheid en het gebruik van actieve vervoerwijzen' (De Haas en Van Den Berg, 2019). Uit dat onderzoek bleek, op basis van paneldata van het Mobiliteitspanel Nederland (MPN), dat er een duidelijk samenhang bestaat tussen de gezondheid van mensen en hun reisgedrag in Nederland. Zo blijkt bijvoorbeeld dat mensen met een gezond gewicht vaker fietsen en minder de auto gebruiken dan zwaardere mensen. In vergelijking met mensen met een gezond gewicht nemen mensen met obesitas vaker de e-fiets en lopen ze minder vaak. Ook kwam uit het onderzoek naar voren dat de dagelijkse mobiliteit een belangrijke factor is om voldoende beweging te krijgen. De Gezondheidsraad adviseert om wekelijks minimaal 150 minuten te bewegen, waartoe ook fietsen en lopen gerekend mogen worden. Ongeveer één op de drie mensen haalt deze norm al door met de fiets, de e-fiets of te voet te reizen. Omdat mensen met een gezond gewicht deze actieve vervoerwijzen vaker gebruiken, voldoen zij ook vaker aan die norm dan mensen met overgewicht en obesitas.

Waar het voorgaande onderzoek nog geen antwoord op gaf, is de vraag of er causale verbanden bestaan tussen actief reizen en de gezondheidsindicatoren Body Mass Index (BMI) en ervaren gezondheid. Het huidige onderzoek richt zich op deze vraag. Om die vraag te beantwoorden, zijn aanvullende analyses noodzakelijk ten opzichte van het onderzoek uit 2019. In die tijd konden we slechts beschikken over twee jaar aan MPN-data inclusief gezondheidsindicatoren, terwijl voor de statistische analyse waarmee we de causale relatie tussen gezondheid en actief reizen willen onderzoeken, minimaal drie jaar aan data nodig zijn. De aanvullende analyses moeten uitwijzen of actief reizen leidt tot een gezonder gewicht (lagere BMI) of dat (omgekeerd) veranderingen in de BMI de mate van actief reizen beïnvloeden. Ditzelfde bekijken we voor de relatie tussen ervaren gezondheid (hoe gezond iemand zichzelf vindt) en actief reisgedrag.

## 1.1 Doel van het onderzoek

Met het voorliggende onderzoek willen we antwoord geven op de volgende, eerder niet beantwoorde vraag:

***In welke mate is er een causaal verband tussen gezondheid en actief reizen in Nederland?***

In het onderzoek maken we gebruik van data van het Mobiliteitspanel Nederland (MPN). In het MPN zijn twee indicatoren voor gezondheid beschikbaar, namelijk de BMI en de ervaren gezondheid. De hoofdvraag valt daarom uiteen in de volgende twee deelvragen:

- In welke mate is er een causaal verband tussen de BMI en actief reizen in Nederland?
- In welke mate is er een causaal verband tussen de ervaren gezondheid en actief reizen in Nederland?

## 1.2 Leeswijzer

Voordat we het bestaan van causale relaties tussen gezondheid en actief reizen onderzoeken, bespreken we in hoofdstuk 2 de relevante literatuur. Hier vatten we de hoofdbevindingen uit de literatuurstudie uit 2019 kort samen, en richten we ons vooral op de literatuur die is verschenen na de publicatie van het eerdere onderzoek. In hoofdstuk 3 gaan we in op de methode die we gebruiken om de causale relaties te onderzoeken en beschrijven we de data van het Mobiliteitspanel Nederland (MPN) die we in dit onderzoek gebruiken. Het MPN bevat, naast gedetailleerde informatie over de manier waarop mensen reizen, ook informatie over hun gezondheid, zoals de BMI en de ervaren gezondheid. In hoofdstuk 4 presenteren en bespreken we de resultaten. In hoofdstuk 5 vatten we de antwoorden op de onderzoeksvragen samen en doen we aanbevelingen voor vervolgonderzoek.



# 2 Literatuur

**In het KiM-onderzoek naar de relatie tussen actief reizen en gezondheid uit 2019 zijn we uitgebreid ingegaan op de beschikbare literatuur over deze relatie. In dit hoofdstuk herhalen we de belangrijkste bevindingen van dat literatuuronderzoek en richten we ons op recenter gepubliceerde onderzoeken. Ook gaan we in op de negatieve gezondheidseffecten van actief reizen. Op basis van de literatuur lijkt het netto-effect van actieve mobiliteit op de gezondheid positief te zijn wanneer zowel positieve als negatieve effecten in beschouwing worden genomen.**

## 2.1 BMI en actieve mobiliteit

In de internationale literatuur is er veel aandacht voor de relatie tussen gezondheid en actief reizen. Omdat de BMI een relatief eenvoudig meetbare indicator voor gezondheid is, wordt deze vaak gebruikt om de relatie tussen actief reizen en gezondheid te onderzoeken. Eerder onderzoek uit het Verenigd Koninkrijk laat bijvoorbeeld zien dat het onderhouden van actieve reispatronen tijdens de puberteit een positief effect heeft op de BMI (Falconer et al., 2015), dat de overstap van de auto naar de fiets voor woon-werkverkeer van volwassenen tot een afname in de BMI leidt (Flint et al., 2016) en dat meer lopen geassocieerd wordt met een afname van de BMI (Mytton et al., 2016a). Uit Australisch onderzoek blijkt dat de BMI van volwassenen die consequent gebruik maken van actieve vervoerwijzen, lager is dan die van autogebruikers (Turrell et al., 2018). Bij veel onderzoeken moet echter de kanttekening worden geplaatst dat de richting van de causale verbanden zijn verondersteld en niet zijn onderzocht. Er wordt dus vanuit gegaan dat een verandering van de BMI wordt veroorzaakt door het gebruik van actieve vervoerwijzen en niet andersom.

In studies naar de relatie tussen BMI en fysieke activiteit in het algemeen is de richting van het causale verband wel onderzocht. Een Deense studie naar de relatie tussen vrije tijd, fysieke activiteit en obesitas onder volwassenen vindt geen bewijs dat fysieke inactiviteit leidt tot het ontwikkelen van obesitas, terwijl een hoge BMI wel blijkt te leiden tot fysieke inactiviteit (Petersen et al., 2004). Ook Bak et al. (2004) en Mortensen et al. (2006) vinden dat een hogere BMI bepalend is voor de mate van fysieke activiteit of sedentair gedrag, terwijl zij het effect van fysieke activiteit of sedentair gedrag op de BMI niet aantreffen. Deze studies zijn een indicatie dat het effect van de BMI op actieve mobiliteit mogelijk groter is dan omgekeerd.

Recent Nederlands onderzoek gaat specifiek over de richting van het causale verband tussen lopen en de BMI. Daaruit blijkt dat de mate van lopen geen effect heeft op de verandering van de BMI, terwijl de BMI wel een negatief effect heeft op de mate van lopen (Kroesen en De Vos, 2020). Wanneer iemand zwaarder wordt, gaat hij of zij dus minder lopen. Een beperking van dat onderzoek is echter de manier waarop het lopen is gemeten. Er is namelijk alleen bekend op hoeveel dagen respondenten minimaal 10 minuten lopen over een tijdsperiode van 7 dagen. Hierdoor wordt dus geen onderscheid gemaakt tussen mensen die op een dag 10 minuten lopen en mensen die dat langer doen.

Een Japanse cohortstudie met bijna 30.000 deelnemers laat zien dat actief forenzen niet leidt tot een afname van de BMI, maar wel helpt om de gewichtstoename te beperken (Kuwahara et al., 2019). Het is bekend dat de BMI van mensen stijgt naarmate ze ouder worden. Uit de Japanse studie blijkt dat bij mensen die over een periode van 5 jaar actief forenzen, de BMI significant minder toeneemt dan bij mensen die over dezelfde periode inactief forenzen. Mensen die van een actieve vervoerwijze zijn overgestapt op een inactieve vervoerwijze, kampen met een significant grotere toename van de BMI dan de groep die de gehele periode inactief heeft geforensd. Actief reizen draagt dus bij aan het onderhouden van het gewicht.

## 2.2 Andere positieve gezondheidseffecten van actieve mobiliteit

Buiten de BMI zijn er nog vele andere indicatoren van gezondheid, zoals subjectieve gezondheid en ziektelast. Ook naar de relatie tussen deze aspecten en actief reizen is veel onderzoek gedaan. Eerder onderzoek in het Verenigd Koninkrijk toont aan dat er een significante relatie bestaat tussen psychologisch welbevinden en actief reizen (Martin et al., 2014). Deze relatie werd overigens later in de Nederlandse context niet gevonden (Scheepers et al., 2015). Ander onderzoek uit het Verenigd Koninkrijk laat zien dat mensen die op de fiets naar het werk reizen, zich minder vaak ziek melden (Mytton et al., 2016b). Nederlanders die op de fiets naar het werk reizen, melden zich eveneens minder vaak ziek (Hendriksen en Van Gijlswijk, 2010). Ook bij dit laatste onderzoek is niet gekeken naar de causale relaties. De uitkomsten hoeven dus niet te betekenen dat het ziekteverzuim daalt wanneer werknemers vaker naar het werk fietsen.

Het eerdergenoemde recente Nederlandse onderzoek van Kroesen en De Vos (2020) richt zich, naast de BMI, op de causale relatie tussen lopen en subjectief welzijn. Zij meten subjectief welzijn met de Mental Health Inventory (MHI-5) (Berwick et al., 1991). Het onderzoek toont aan dat lopen een significant effect heeft op het subjectief welzijn. Het omgekeerde effect is niet significant (dit omgekeerde effect is wel significant bij een significantieniveau van 10%).

Naast effecten op de subjectieve gezondheid heeft actief reizen effect op de levensverwachting en ziektelast. Er is veel literatuur beschikbaar over de relatie tussen fysieke activiteit (waaronder actief reizen) en gezondheid. Zo neemt de kans op vroegtijdig overlijden bijvoorbeeld af naarmate de fysieke activiteit toeneemt (Arem et al., 2015; Ekelund et al., 2015; Hupin et al., 2015). Uit een meta-analyse blijkt dat dit ook specifiek voor fietsen en lopen geldt (Kelly et al., 2014). Daarnaast verlaagt fysieke activiteit de kans op aandoeningen als hart- en vaatziekten (Dobbins et al., 2013; Janssen en Leblanc, 2010; Kelley et al., 2003; Murtagh et al., 2015), diabetes type 2 (Aune et al., 2015; Cloostermans et al., 2015) en verschillende vormen van kanker (Liu et al., 2016; Wu et al., 2013). Specifiek voor actief reizen blijkt uit een meta-analyse dat fietsen naar het werk wordt geassocieerd met een lagere kans op hart- en vaatziekten, kanker en een lager algemeen overlijdensrisico (Celis-Morales et al., 2017). Lopen van en naar het werk blijkt volgens die studie niet geassocieerd te worden met een lagere kans op kanker en een lager algemeen overlijdensrisico, maar wel met een lagere kans op hart- en vaatziekten.

Een recente meta-analyse op basis van 23 (niet-Nederlandse) prospectieve studies met meer dan 500.000 deelnemers onderschrijft deze relaties (Dinu et al., 2019). Deelnemers die op een actieve manier (lopen of fietsen) van en naar hun werk reizen, hebben een 8% lager algemeen overlijdensrisico, een 9% lagere kans op het krijgen aan hart- en vaatziekten en een 30% lagere kans op diabetes. Mensen die op de fiets naar hun werk reizen, blijken een sterkere afname van het algemeen overlijdensrisico en overlijden aan kanker te vertonen dan mensen die lopend naar het werk gaan.

## 2.3 Negatieve gezondheidseffecten van actieve mobiliteit

Actieve mobiliteit heeft niet alleen positieve effecten op de gezondheid, maar ook enkele negatieve effecten. Denk bijvoorbeeld aan het risico op een ongeval en het inademen van vervuilde lucht. Van alle verkeersdoden in Nederland is ongeveer een derde van de slachtoffers een fietser. Het totaal aantal verkeersdoden is de afgelopen jaren hoger dan in 2013 (het laagste punt in 10 jaar) (CBS, 2020c). Bij de fiets is de stijging duidelijk zichtbaar. In 2018 overleden er 228 fietsers als gevolg van een verkeersongeval. Dit is het hoogste aantal sinds 2000. In 2019 lag het aantal lager, op 203, waaronder 65 personen op een elektrische fiets. Volgens het CBS gaat het bij dit laatste om een ondergrens omdat er niet altijd juist wordt geregistreerd of de betrokken fiets elektrisch is of normaal (CBS, 2020b). Het aandeel e-fietsers onder het totaal aantal fietsdoden ligt dus waarschijnlijk hoger. Eerder onderzoek laat zien dat de toename van het aantal fietsverkeersdoden in Nederland vooral het gevolg is van een toename van het aantal ongelukken waarbij geen gemotoriseerd voertuig betrokken is, bijvoorbeeld een val met de

fiets (Scheepers et al., 2017). Uit datzelfde onderzoek blijkt dat deze stijging deels is toe te schrijven aan de stijging van het fietsgebruik onder ouderen. Onder voetgangers nam het aantal verkeersdoden tot 2013 af, maar sindsdien fluctueert het aantal overleden voetgangers tussen de 50 en 60 (CBS, 2020c).

Uit het aantal verkeersdoden per afgelegde afstand (het overlijdensrisico) blijkt dat fietsers en voetgangers relatief kwetsbare verkeersdeelnemers zijn in vergelijking met auto-inzittenden. In 2017 overleden er 10,7 voetgangers en 14,2 fietsers per miljard reizigerskm. Bij auto-inzittenden ging het om 1,5 verkeersdoden per miljard reizigerskm (Kennisinstituut Voor Mobiliteitsbeleid, 2019). Het verschil in risico tussen de auto en actieve mobiliteit is overigens niet voor iedereen gelijk. Het overlijdensrisico bij actieve mobiliteit ligt onder ouderen namelijk hoger dan onder jongere mensen. Dit is ook zichtbaar in het aandeel ouderen onder de verkeersdoden. In 2019 was ongeveer 38% van de verkeersdoden 70 jaar of ouder. Onder fietsers en voetgangers gaat het echter om respectievelijk 58% en 53%. Ter illustratie, in 2019 was ongeveer 8% van de Nederlandse bevolking 70 jaar of ouder (CBS, 2020a).

Naast een hogere kans op een dodelijk ongeval, ligt het aantal bezoeken aan de Spoedeisende Hulp (SEH) als gevolg van een ongeval onder fietsers en voetgangers ook hoger dan onder automobilisten (Veiligheidnl, 2020). In 2019 vonden naar schatting 124.000 SEH-bezoeken plaats als gevolg van een verkeersongeval, waarbij ruim de helft van de slachtoffers (56%) ernstig letsel had (MAIS2+). Bijna twee derde van deze verkeersslachtoffers reed tijdens het ongeval op een fiets, in 13% van de bezoeken ging het om een automobilist en ongeveer 3% betrof een voetganger. Dit lage aandeel voetgangers komt met name omdat eenzijdige voetgangersongevallen (zoals een val op straat) niet als verkeersongeval worden beschouwd. In 2019 bezochten 21.200 voetgangers de SEH als gevolg van een val op straat.

Het inademen van vervuilde lucht (zoals stikstof en fijnstof) heeft ook nadelige effecten op de gezondheid. Het grootste effect op de menselijke gezondheid heeft het inademen van fijnstofdeeltjes kleiner dan 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>) (De Hartog et al., 2010). Niet alleen fietsers en voetgangers worden hieraan blootgesteld, ook mensen die met een passieve vervoerwijze (zoals auto en bus) reizen ademen fijnstof in. De concentratie fijnstof (PM<sub>2,5</sub>) is afhankelijk van de lokale context. Een meta-analyse van De Nazelle et al. (2017) op basis van verschillende Europese studies laat zien dat de concentratie PM<sub>2,5</sub> voor auto-gebruikers gemiddeld hoger ligt dan voor fietsers en voetgangers. De twee Nederlandse studies die onderdeel uitmaken van de meta-analyse, leiden tot dezelfde conclusie (Boogaard et al., 2009; Zuurbier et al., 2010). Doordat de luchtinname van voetgangers en fietsers vanwege de geleverde inspanning echter hoger ligt dan die van autogebruikers, is de hoeveelheid ingeademde fijnstof voor fietsers en voetgangers hoger dan die voor autogebruikers (Kahlmeier et al., 2017; Panis et al., 2010).

## 2.4 Conclusie literatuur

Zoals ook al bleek uit het KiM-onderzoek van 2019 naar de relatie tussen actief reizen en gezondheid, bestaat er veel bewijs dat actieve mobiliteit positieve effecten heeft op de gezondheid, met name doordat de fysieke activiteit toeneemt. Aan de andere kant zijn er ook negatieve effecten in de vorm van een verhoogde ongevalskans en blootstelling aan vervuilde lucht.

Het netto-effect van actieve mobiliteit op de gezondheid lijkt positief te zijn, wanneer zowel positieve als negatieve effecten in beschouwing worden genomen. De Hartog et al. (2010) berekenen bijvoorbeeld dat de toename in levensverwachting door extra lichamelijke beweging als gevolg van een overstap van auto naar de fiets (+3 tot +14 maanden) veel groter is dan de afname als gevolg van een verhoogde ongevalskans (-5 tot -9 dagen) en het inademen van vervuilde lucht (-0,8 tot -40 dagen). Ook Rabl en De Nazelle (2012) concluderen op basis van verschillende scenario's in meerdere Europese grote steden dat de baten (bijvoorbeeld door gezondheidswinst en afname van de luchtvervuiling) van het stimuleren van actieve mobiliteit groter zijn dan de lasten (bijvoorbeeld een hogere ongevalskans).

# 3 Methode en data

**Voor ons onderzoek naar het causale verband tussen BMI, ervaren gezondheid en gebruik van actieve vervoerwijzen gebruiken we een statistische methode die het mogelijk maakt om deze relatie over de tijd te onderzoeken. Hiervoor gebruiken we data van het Mobiliteitspanel Nederland (MPN). In dit hoofdstuk lichten we de toegepaste statistische methode en de data toe.**

## 3.1 Methode

Om relaties over de tijd te onderzoeken, gebruiken we een *Random Intercept Cross-Lagged Panel Model (RI-CLPM)* (Hamaker et al., 2015). Met dit model kunnen we de BMI, de ervaren gezondheid en het gebruik van actieve vervoerwijzen van dezelfde groep mensen op meerdere tijdstippen aan elkaar relateren. Hiermee wordt duidelijk of veranderingen in deze indicatoren, bijvoorbeeld een verandering in de BMI op tijdstip  $t$ , van invloed is op de andere indicatoren, bijvoorbeeld het gebruik van actieve vervoerwijzen, op tijdstip  $t+1$ . Met dit model onderzoeken we dus vertraagde effecten. Een belangrijk voordeel van een RI-CLPM ten opzichte van een gewoon *cross-lagged panel model (CLPM)* is dat we onderscheid kunnen maken tussen interpersoonlijke (tussen personen) en intrapersoonlijke (binnen een persoon) variantie. Hierdoor is het mogelijk effecten binnen een persoon te onderzoeken. Dit is ook het niveau waarop de veronderstelde causale effecten spelen. Een uitgebreidere beschrijving van het RI-CLPM staat in bijlage A.

De relatie tussen BMI en het gebruik van actieve vervoerwijzen kan verschillen tussen groepen. Een grootschalige Amerikaanse studie (15.000 deelnemers) laat bijvoorbeeld zien dat er een omgekeerde relatie bestaat tussen de mate van fysieke activiteit en gewichtstoename (Littman et al., 2005). Met andere woorden, mensen die vaker fysiek actief zijn, nemen minder toe in gewicht dan mensen die minder vaak actief zijn. Deze relatie is sterker onder mensen met obesitas dan onder mensen zonder obesitas. Mocht er dus een causale relatie bestaan tussen de BMI en het gebruik van actieve vervoerwijzen, dan deze relatie bij mensen met obesitas anders is dan bij mensen zonder obesitas. Om dit te onderzoeken schatten we ook modellen voor de relatie tussen BMI en actief reizen, waarbij we specifiek onderscheid maken tussen deze twee groepen.

We onderscheiden de fiets, de e-fiets en lopen als vervoerwijzen en onderzoeken de relatie tussen de gezondheidsindicatoren en het aantal met deze drie vervoerwijzen gemaakte verplaatsingen en de daarmee afgelegde afstand. Om de complexiteit van de modellen te beperken, schatten we voor elke vervoerwijze aparte modellen. Wanneer we alle vervoerwijzen in hetzelfde model zouden schatten, krijgen we ook inzicht in de substitutie-effecten tussen deze vervoerwijzen. Dit heeft het KIM in 2019 al onderzocht (De Haas, 2019) en valt buiten de scope van het huidige onderzoek. Wanneer we de afgelegde afstand analyseren, verwijderen we 0,5% van de respondenten uit de steekproef met de hoogste afgelegde afstanden. Een klein aantal uitschieters kan namelijk een relatief grote invloed hebben op de modelschattingen. Hieronder vallen bijvoorbeeld mensen die in drie dagen meer dan 200 km fietsen of 60 km lopen.

## 3.2 Het Mobiliteitspanel Nederland

Het Mobiliteitspanel Nederland (MPN) is het longitudinale verplaatsingsonderzoek van het KiM. Met het MPN kunnen we veranderingen in het verplaatsingsgedrag van een vaste groep mensen en huishoudens in kaart brengen. Sinds 2013 wordt dit onderzoek jaarlijks uitgevoerd. Naast een aantal vragenlijsten houden alle huishoudleden van 12 jaar en ouder drie dagen lang een dagboekje bij waarin zij alle gemaakte reizen van die dagen rapporteren. Sinds 2017 maakt een aantal gezondheidsvragen vast onderdeel uit van de vragenlijsten. In deze studie gebruiken we daarom de data van 2017, 2018 en 2019.

Hoewel ook kinderen tussen de 12 en 18 jaar deelnemen aan het MPN, hebben we in dit onderzoek alleen gebruik gemaakt van volwassen respondenten van 18 jaar en ouder. Kinderen zijn lichamelijk nog volop in ontwikkeling. De BMI van kinderen zal daarom naar verwachting relatief sterke veranderingen vertonen onafhankelijk van of zij wel of niet actief reizen. Daarom is ervoor gekozen kinderen in deze studie buiten beschouwing te laten.

Om actief reizen te meten gebruiken we de afgelegde afstand en het aantal verplaatsingen met de fiets, de e-fiets en te voet. Verplaatsingen met de fiets of te voet behoren tot de matig intensieve beweging (World Health Organization, 2010). Het gebruik van de e-fiets vereist echter minder inspanning dan het reizen per normale fiets. Zowel Nederlands als internationaal onderzoek toont echter aan dat ook het reizen met de e-fiets mag worden gerekend tot matig intensieve beweging, en dus tot een actieve vervoerwijze (Bourne et al., 2018; Simons et al., 2009).

In het huidige onderzoek gebruiken we alle respondenten die minimaal één jaar compleet hebben deelgenomen aan het MPN in 2017, 2018 of 2019. Dat wil zeggen, respondenten die zowel de vragenlijst als het driedaags dagboekje hebben ingevuld in minimaal een van de jaren. Daarnaast gebruiken we alleen respondenten die de gezondheidsvragen hebben ingevuld. Respondenten hebben namelijk altijd de keuze deze niet te beantwoorden. De steekproef bestaat uit 6.745 respondenten. Tabel 1 geeft de samenstelling van de respondenten die in 2019 aan het MPN hebben deelgenomen (de samenstelling in 2017 en 2018 is vergelijkbaar met 2019). De Gouden Standaard geeft de samenstelling van de Nederlandse samenleving weer (Moa, 2019). Uit de tabel is op te maken dat veel variabelen uit de steekproef van het MPN representatief zijn voor de Nederlandse samenleving. Jongvolwassenen tussen de 18 en 30 jaar, middelbaar opgeleiden en huishoudens in zeer sterk stedelijk gebied zijn in de steekproef ondervertegenwoordigd, terwijl volwassenhuishoudens iets oververtegenwoordigd zijn. Omdat we met het RI-CLPM de effecten binnen een persoon onderzoeken, wordt automatisch gecorrigeerd voor tijdsconstante variabelen. Tot op zekere hoogte kunnen we de variabelen in de tabel beschouwen als tijdsconstant. Het is daarom niet te verwachten dat de kleine afwijkingen in de steekproef de resultaten beïnvloeden.

**Tabel 1** Samenstelling steekproef en Nederlandse samenleving (MPN 2019, n = 4.511)

		MPN (2019)	Gouden Standaard (2019)	Vershil (aandeel MPN – aandeel Gouden Standaard)
<b>Geslacht</b>	Man	47,8%	49,3%	-1,5%
	Vrouw	52,2%	50,7%	1,5%
<b>Leeftijd</b>	18-30	14,5%	20,4%	-5,9%
	31-40	17,1%	15,0%	2,1%
	41-50	14,9%	17,3%	-2,4%
	51-64	27,0%	24,4%	2,6%
	65+	26,4%	22,9%	3,5%
<b>Opleidingsniveau</b>	Laag	27,0%	28,5%	-1,5%
	Middelbaar	39,0%	42,9%	-3,9%
	Hoog	34,0%	28,6%	5,4%
<b>Werksituatie</b>	Werkt	54,6%	54,6%	0,0%
	Werkt niet	11,1%	12,0%	-0,9%
	Arbeidsongeschikt	6,3%	3,9%	2,4%
	Student	4,9%	6,8%	-1,9%
	Gepensioneerd	23,1%	22,6%	0,5%
<b>Huishoudsituatie</b>	Eénpersoonshuishouden	22,3%	22,0%	0,3%
	Volwassenhuishouden	54,0%	49,6%	4,4%
	Huishouden met leeftijd jongste kind ≤ 12 jaar	17,6%	20,3%	-2,7%
	Huishouden met leeftijd jongste kind 13 t/m 17 jaar	6,1%	8,1%	-2,0%
<b>Stedelijkheidsgraad*</b>	Niet (<500 adressen/km <sup>2</sup> )	8,0%	7,8%	0,2%
	Weinig (500 tot 1.000 adressen/km <sup>2</sup> )	21,5%	21,6%	-0,1%
	Matig (1.000 tot 1.500 adressen/km <sup>2</sup> )	18,8%	15,6%	3,2%
	Sterk (1.500 tot 2.500 adressen/km <sup>2</sup> )	31,9%	30,3%	1,6%
	Zeer sterk (≥2.500 adressen/km <sup>2</sup> )	19,9%	24,6%	-4,7%

### 3.3 BMI en ervaren gezondheid

Sinds 2017 zijn in de vragenlijsten van het MPN enkele vragen opgenomen over gezondheid. Aan de hand van deze informatie kunnen we de BMI van mensen bepalen. De ervaren gezondheid meten we in het MPN met de vraag 'Wat vindt u over het algemeen genomen van uw gezondheid?'. Respondenten kunnen kiezen uit vijf antwoordcategorieën, variërend van slecht tot uitstekend. De ervaren gezondheid is een subjectieve maat voor de gezondheid. Uit de literatuur blijkt echter dat de ervaren gezondheid samenhangt met het algemene sterfterisico (Desalvo et al., 2006; Idler en Benyamini, 1997).

De BMI van mensen is gelijk aan gewicht/lengete<sup>2</sup>, uitgedrukt in kg/m<sup>2</sup>. Op basis van de BMI is duidelijk of iemand een gezond gewicht, overgewicht of obesitas heeft. Hoewel een hoge BMI niet direct een slechte gezondheid hoeft te betekenen, blijkt een hoge BMI wel een belangrijke risicofactor voor het krijgen van aandoeningen zoals diabetes type 2, hart- en vaatziekten en bepaalde vormen van kanker (Pozza en Isidori, 2018; Visscher en Seidell, 2001). In Tabel 2 zijn de verschillende categorieën weergegeven met de bijbehorende grenswaarden, zoals voorgeschreven door de World Health Organization (2019).

\* Verdeling van stedelijkheidsgraad op basis van de Gouden Standaard geeft de verdeling weer van alle Nederlanders van 13 jaar en ouder. Een verdeling voor Nederlanders van 18 jaar en ouder is niet beschikbaar.

**Tabel 2** Verschillende gewichtsklassen volgens de World Health Organization

Gewichtsklasse	BMI
Ondergewicht	Lager dan 18,5
Gezond gewicht	18,5 – 24,9
Overgewicht	25,0 – 29,9
Obesitas klasse 1	30,0 – 34,9
Obesitas klasse 2	35,0 – 39,9
Obesitas klasse 3	Hoger dan 40,0

Uit eerder onderzoek is bekend dat mensen die zelf hun lengte en gewicht rapporteren, regelmatig een grotere lengte en een lager gewicht opgeven (Gorber et al., 2007). Indien respondenten van het MPN dit ook doen, resulteert dit in een onderschatting van de BMI. Ook dit probleem heeft naar verwachting echter geen grote invloed op de resultaten. Omdat we de BMI in verschillende jaren van dezelfde persoon gebruiken, zal een eventuele meetfout constant zijn door de jaren.

Omdat respondenten zelf hun lengte en gewicht opgeven, is het niet mogelijk te controleren of deze gegevens kloppen. Daarom hebben we alleen extreme waarden uit de data verwijderd, namelijk mensen met een BMI onder de 15 kg/m<sup>2</sup> (ernstig ondergewicht) en een BMI boven de 50 kg/m<sup>2</sup> (zeer ernstig overgewicht). Zo hebben we 8 respondenten geheel uit de steekproef verwijderd. De lengte die respondenten in verschillende jaren opgeven, zou voor iedere respondent relatief stabiel moeten zijn. Hoewel dit voor de meeste respondenten het geval is, verwijderen we mensen die grote verschillen rapporteren. Dit is het geval wanneer de lengte tussen jaren meer dan 15 cm verschilt. Het gaat in dit geval om 22 respondenten.

Tabel 3 geeft de verdeling van Nederlanders over de verschillende gewichtsklassen. Deze verdeling komt overeen met de verdeling in het MPN, waar mensen met overgewicht en obesitas licht oververtegenwoordigd zijn.

**Tabel 3** Verdeling gewichtsklassen 2019 Nederland (CBS en RIVM, 2019) en MPN (MPN 2019, n = 4.511)

Gewichtsklasse	Aandeel Nederland 2019	Aandeel MPN 2019
Ondergewicht (BMI < 18,5)	1,8%	1,7%
Gezond gewicht (18,5 ≤ BMI < 25)	48,1%	45,2%
Overgewicht (25 ≤ BMI < 30)	35,4%	36,6%
Obesitas (BMI ≥ 30)	14,7%	16,4%

Tabel 4 toont de ervaren gezondheid per gewichtsklasse. De ervaren gezondheid blijkt te zijn gecorreleerd aan de BMI van mensen. Mensen met een gezond gewicht ervaren hun gezondheid vaak beter dan mensen uit een hogere gewichtsklasse. ( $X^2(16, N = 4511) = 329,371, p = 0,000$ ).

**Tabel 4** Correlatie en ervaren gezondheid respondenten MPN (MPN 2019, n = 4.511)

Gewichtsklasse	Ervaren gezondheid				
	Slecht	Matig	Goed	Zeer goed	Uitstekend
Ondergewicht (BMI < 18,5)	3,8%	12,8%	44,9%	19,2%	19,2%
Gezond gewicht (18,5 ≤ BMI < 25)	1,5%	9,1%	43,7%	29,4%	16,3%
Overgewicht (25 ≤ BMI < 30)	2,0%	14,9%	53,0%	22,4%	7,7%
Obesitas (BMI ≥ 30)	4,7%	23,7%	56,1%	11,5%	4,0%
<b>Totaal</b>	<b>2,2%</b>	<b>13,7%</b>	<b>49,1%</b>	<b>23,7%</b>	<b>11,2%</b>



# 4 Causale relatie tussen BMI, ervaren gezondheid en actief reizen

In dit hoofdstuk presenteren we de resultaten van de statistische analyses. Hiermee maken we inzichtelijk in hoeverre er causale relaties bestaan tussen de BMI en actief reizen (paragraaf 4.1) en tussen ervaren gezondheid en actief reizen (paragraaf 4.2). Actief reizen meten we aan de hand van de afgelegde afstand en het aantal gemaakte verplaatsingen. Het is aannemelijk dat de relatie tussen BMI en actief reizen beter tot uiting komt bij de afgelegde afstand dan bij het aantal verplaatsingen. De afgelegde afstand is immers een betere indicator voor de geleverde fysieke inspanning. Tabel 5 geeft per paragraaf weer welke gezondheidsindicator we onderzoeken en welke indicator voor actief reizen.

Tabel 5 Leeswijzer hoofdstuk 4

Paragraaf	Gezondheidsindicator	Indicator voor actief reizen
4.1.1	BMI	Afgelegde afstand
4.1.2	BMI	Aantal verplaatsingen
4.2.1	Ervaren gezondheid	Afgelegde afstand
4.2.2	Ervaren gezondheid	Aantal verplaatsingen

*We kunnen de model fit van alle gepresenteerde modellen als goed beschouwen, gebaseerd op de chi-kwadraattoets ( $\chi^2$ ), de Comparative Fit Index (CFI), de Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) en de Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) (Brown, 2014). Dit houdt in dat de modellen goed bij de data passen. De fit indices staan in bijlage B. De uitkomsten van de modelschattingen presenteren we in dit hoofdstuk visueel. De parameterschattingen staan in tabelvorm in bijlage B.*

## 4.1 BMI en actief reizen

Zoals beschreven in paragraaf 3.1, schatten we voor de relatie tussen BMI en actief reizen modellen waarbij we voor iedereen in de steekproef hetzelfde effect veronderstellen en modellen waarbij we specifiek onderscheid maken tussen mensen met en zonder obesitas. De modellen waarin we geen onderscheid maken tussen groepen, leveren geen significante effecten op. Daarom gaan we alleen in op de modellen waarin we dat onderscheid wel maken. De uitkomsten van de andere modellen staan in bijlage B.

#### 4.1.1 BMI en afgelegde afstand met fiets, e-fiets en lopend

Voor de relatie tussen de BMI en de met actieve vervoerwijzen afgelegde afstand vinden we significante effecten voor de fiets en voor lopen, en niet voor de e-fiets.



**Figuur 3** Parameterschattingen RI-CLPM relatie BMI en afgelegde afstand per drie dagen met actieve vervoerwijzen (in km), p-waarden staan tussen haakjes

Voor mensen zonder obesitas heeft de BMI een significant negatief effect op de afgelegde fietsafstand (zie Figuur 3). De negatieve parameter betekent dat wanneer de BMI van iemand stijgt, de per fiets afgelegde afstand afneemt. Hij betekent ook dat wanneer de BMI daalt, de afgelegde fietsafstand stijgt. Om de omvang van het effect te schetsen nemen we een persoon van 1,80 m en 75 kg. Een punt toe- of afname in de BMI van deze persoon staat gelijk aan 3,24 kg ( $1,80^2$ ). Voor elke 3,24 kg die deze persoon dus aankomt, zal hij per drie dagen 0,384 km minder gaan fietsen en omgekeerd. Het gaat dus om een relatief klein effect.

Ook bij lopen is er alleen voor mensen zonder obesitas een significante relatie met de BMI. Bij lopen heeft de afgelegde afstand een negatief effect op de BMI. Bij mensen die verder gaan lopen, neemt de BMI af. Ook hier gaat het om een klein effect. Ter illustratie nemen we wederom een persoon van 1,80 m en 75 kg. Wanneer deze persoon 2 km meer gaat lopen per dag, resulteert dat in een afname van de BMI van 0,096 kg/m<sup>2</sup> (de parameter gaat over de loopafstand per drie dagen, dus we vermenigvuldigen de parameter met 6 (3 dagen \* 2 km)). Dit komt neer op een afname van ongeveer 0,3 kg. We vinden geen omgekeerd effect, namelijk van de BMI op de afgelegde loopafstand. Een verandering in de BMI leidt er dus niet toe dat iemand een andere afstand te voet gaat afleggen.

Voor mensen met obesitas vinden we geen significante resultaten (zie Figuur 3). Wel vinden we dat de afgelegde fietsafstand op de BMI een positief effect heeft dat bijna significant is ( $p = 0,064$ ). Hoewel dit dus geen overtuigend bewijs is dat er voor mensen met obesitas effecten bestaan tussen de BMI en de fietsverplaatsingen, is het toch interessant om deze relaties te bespreken. De richting van het effect is namelijk niet zoals verwacht. De parameter is positief, wat inhoudt dat wanneer iemand met obesitas een grotere afstand per fiets gaat afleggen, de BMI als gevolg hiervan stijgt.

Er zijn verschillende verklaringen mogelijk voor de onverwachte richting van het effect. De eerste is dat we veel modellen schatten, waardoor de kans stijgt dat een gevonden effect op toeval berust. In de statistiek heet dit kanskapitalisatie. Dit zou dus betekenen dat het gevonden positieve effect in werkelijkheid niet bestaat, maar dat wij dit vinden door toeval. Het resultaat kan echter ook te maken hebben met de stabiliteit van de BMI over de jaren heen. Uit de literatuur is bekend dat fluctuaties in gewicht over het algemeen sterker zijn bij mensen met een hoger gewicht dan bij mensen met een lager gewicht (Bangalore et al., 2017; Stevens et al., 2006). Dat zien we ook terug in onze steekproef. De correlatie tussen de BMI in opeenvolgende jaren is sterker bij mensen zonder obesitas dan bij mensen met obesitas (zie Tabel 6). Bij mensen met obesitas vertoont de BMI dus sterkere veranderingen over de jaren heen. Het is mogelijk dat deze veranderingen invloed hebben op de modelschatting, waardoor we dit resultaat toevallig vinden.

Mocht het echter zo zijn dat dit onverwachte effect daadwerkelijk bestaat bij mensen met obesitas, dan zou dit te maken kunnen hebben met het fenomeen dat in de psychologie ‘moral licensing’ wordt genoemd. In zo’n geval leidt moreel gedrag onbewust tot immoreel gedrag (Merritt et al., 2010). In de context van dit onderzoek betekent dit dat een toename van het fietsen (moreel gedrag) kan leiden tot immoreel gedrag (bijvoorbeeld overcompensatie door een hogere energie-inname, of een afname van een andere fysieke activiteit). Hoewel uit eerder onderzoek blijkt dat een toename van het energieverbruik door fysieke activiteit over het algemeen (deels) gecompenseerd wordt door een hogere energie-inname (Westerterp, 2010), blijkt uit de literatuur niet dat dit effect bij mensen met obesitas sterker is dan bij mensen zonder obesitas. Op basis van de beschikbare data kunnen we echter geen exacte verklaring geven voor het onverwachte effect.

**Tabel 6** Correlatie tussen BMI in verschillende jaren

		BMI 2018	BMI 2019
<b>Mensen zonder obesitas</b>	<b>BMI 2017</b>	0,907	0,876
	<b>BMI 2018</b>	1	0,906
<b>Mensen met obesitas</b>	<b>BMI 2017</b>	0,738	0,662
	<b>BMI 2018</b>	1	0,802

#### 4.1.2 BMI en verplaatsingen met fiets, e-fiets en lopend

Voor de relatie tussen de BMI en het aantal verplaatsingen met actieve vervoerwijzen vinden we dat voor mensen zonder obesitas de BMI een effect heeft op het aantal fietsverplaatsingen. Er is, net als bij de afgelegde afstand, sprake van een negatief effect, wat inhoudt dat een toename van de BMI leidt tot een afname van het aantal fietsverplaatsingen terwijl een afname van de BMI leidt tot een toename van het aantal fietsverplaatsingen. Voor geen van de actieve vervoerwijzen vinden we een significant effect van het aantal verplaatsingen op de BMI. Meer of minder verplaatsingen maken met actieve vervoerwijzen leidt dus niet tot een verandering van de BMI. Figuur 2 bevat alle relevante parameters.

Hoewel we bij de afgelegde afstand een effect vonden van afgelegde loopafstand op de BMI, vinden we geen significante effecten (in beide richtingen) tussen lopen en de BMI wanneer we lopen uitdrukken in het aantal verplaatsingen. In hun onderzoek vinden Kroesen en De Vos (2020) wel een effect van de BMI op de frequentie van lopen. Een mogelijke verklaring voor dit verschil ligt in de manier waarop zij lopen hebben gemeten. In hun onderzoek is alleen bekend op hoeveel dagen respondenten minimaal 10 minuten hebben gelopen over een tijdspanne van 7 dagen, terwijl we in het voorliggende onderzoek veel gedetailleerdere informatie hebben over de mate van actief reizen. Voor de relatie tussen de BMI en het e-fietsgebruik vinden we geen significante relaties.

Voor mensen met obesitas vinden we geen significante effecten tussen de BMI en het aantal verplaatsingen met actieve vervoerwijzen. Wel vinden we twee positieve relaties die bijna significant zijn. Zowel het effect van de BMI op het aantal fietsverplaatsingen ( $p = 0,085$ ) als het effect van de fietsverplaatsingen op de BMI ( $p = 0,060$ ) zijn bijna significant. Omdat beide parameters positief zijn, betekent dit dat wanneer iemand met obesitas een hogere BMI krijgt, deze persoon vaker gaat fietsen. Wanneer iemand met obesitas echter meer gaat fietsen, zien we dat ook terug in een toename van de BMI. Omdat de variabelen in de figuur een andere schaal hebben, kijken we naar de gestandaardiseerde parameters (niet getoond) om te bepalen welk effect het sterkst is. Op basis van de gestandaardiseerde parameters (niet weergegeven) kunnen we concluderen dat het positieve effect van BMI op het aantal fietsverplaatsingen sterker is dan het omgekeerde effect.

Deze onverwachte richting kan wederom samenhangen met kanskapitalisatie, stabiliteit van de BMI of *moral licensing* (zie paragraaf 4.1.1). Hoewel *moral licensing* een mogelijke verklaring is voor het positieve effect van het aantal fietsverplaatsingen op de BMI, is het geen mogelijke verklaring voor het positieve effect van de BMI op het aantal fietsverplaatsingen. Een mogelijke verklaring voor dit laatste effect zou 'moral cleansing' kunnen zijn. Bij *moral cleansing* gaat het om het verschijnsel dat mensen geneigd zijn moreel gedrag te vertonen ter compensatie van eerder vertoond immoreel gedrag (Jordan et al., 2011). In dit geval zou dat betekenen dat gedrag dat heeft geleid tot een toename van de BMI (immoreel gedrag), leidt tot een toename van het fietsgebruik (moreel gedrag).



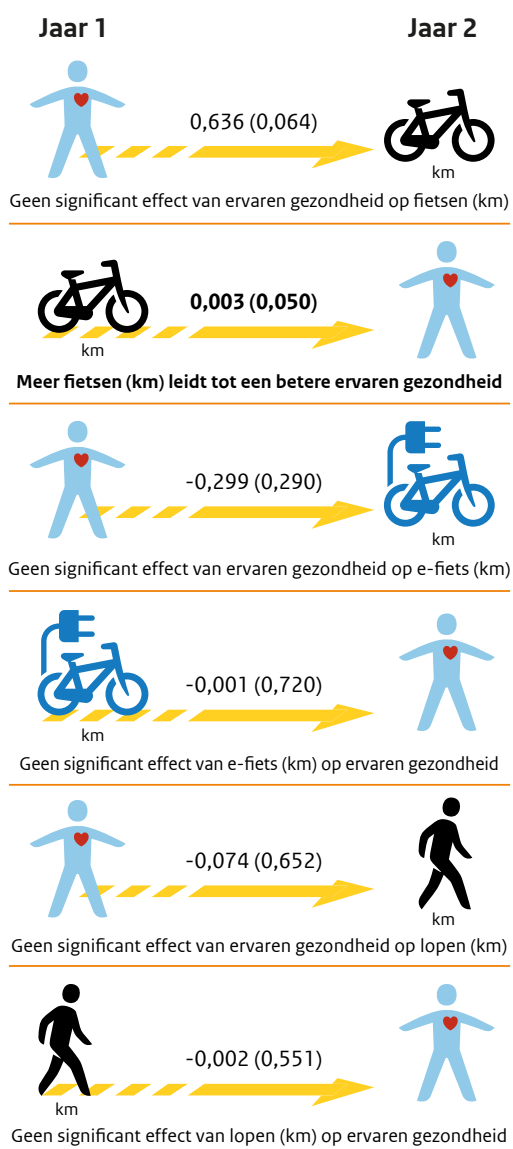
**Figuur 4** Parameterschattingen RI-CLPM relatie BMI en verplaatsingen per drie dagen met actieve vervoerwijzen, p-waarden staan tussen haakjes

## 4.2 Ervaren gezondheid en actief reizen

Voor de relatie tussen ervaren gezondheid en actief reizen schatten we alleen modellen voor de gehele steekproef. We maken in de modelschattingen dus geen onderscheid tussen mensen met of zonder obesitas. Er is immers geen aanleiding om te veronderstellen dat de relatie tussen ervaren gezondheid en actief reizen in deze groepen anders is.

#### 4.2.1 Ervaren gezondheid en afgelegde afstand met fiets, e-fiets en lopend

Voor de relatie tussen ervaren gezondheid en afgelegde afstand vinden we een significant effect voor de fiets, zie Figuur 5. De afgelegde fietsafstand heeft een significant positief effect op de ervaren gezondheid. Wanneer iemand dus meer afstand gaat afleggen met de fiets, stijgt de ervaren gezondheid als gevolg daarvan. Het omgekeerde effect, van ervaren gezondheid op de fietsafstand, is net niet significant ( $p = 0,064$ ). We vinden geen significante effecten tussen ervaren gezondheid en de met de e-fiets of te voet afgelegde afstand.

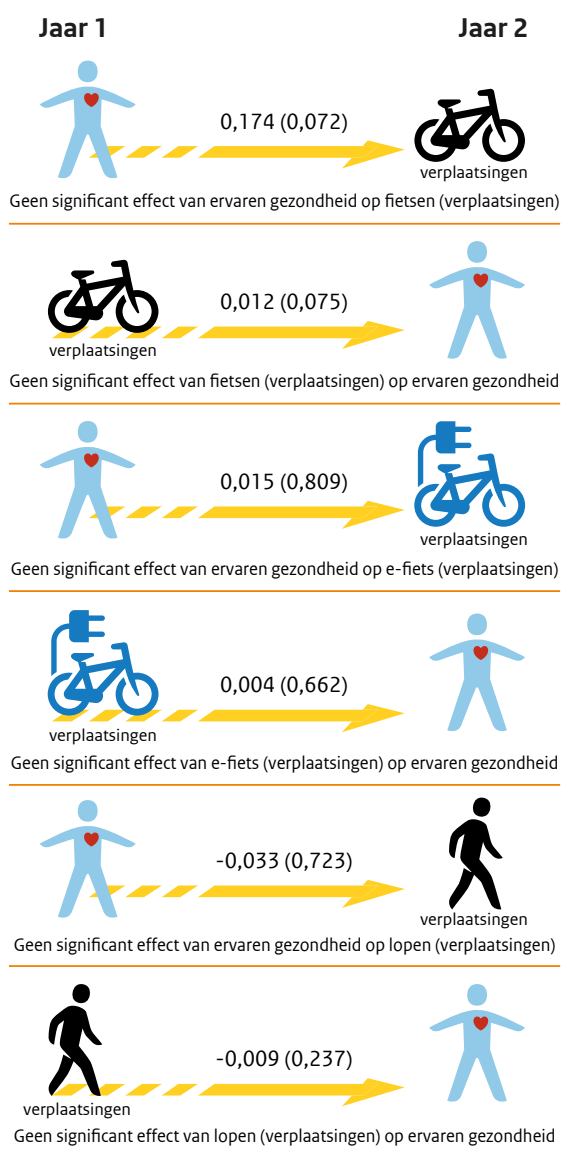


**Figuur 5** Parameterschattingen RI-CLPM relatie ervaren gezondheid en afgelegde afstand per drie dagen met actieve vervoerwijzen (in km), p-waarden staan tussen haakjes

#### 4.2.2 Ervaren gezondheid en verplaatsingen met fiets, e-fiets en lopend

Voor de relatie tussen ervaren gezondheid en het aantal verplaatsingen met een actieve vervoerwijze vinden we geen significante effecten, maar alleen effecten die bijna significant zijn. Geen overtuigend bewijs dus. De bijna significante relaties zijn er tussen ervaren gezondheid en fietsgebruik. Het gaat om een positief effect van de ervaren gezondheid op het aantal fietsverplaatsingen en een positief effect van het aantal fietsverplaatsingen op de ervaren gezondheid. Dit impliceert dat iemand die vaker gaat fietsen, hierdoor een grotere ervaren gezondheid heeft. Tegelijkertijd stijgt het fietsgebruik doordat de ervaren gezondheid toeneemt.

Figuur 6 toont alleen niet-gestandaardiseerde parameterschattingen. Omdat de variabelen een andere schaal hebben, kijken we naar de gestandaardiseerde parameters (niet getoond) om te bepalen welk effect het sterkst is. Op basis van de gestandaardiseerde parameters (niet getoond) is duidelijk dat het effect van het aantal fietsverplaatsingen op de ervaren gezondheid sterker is dan andersom.



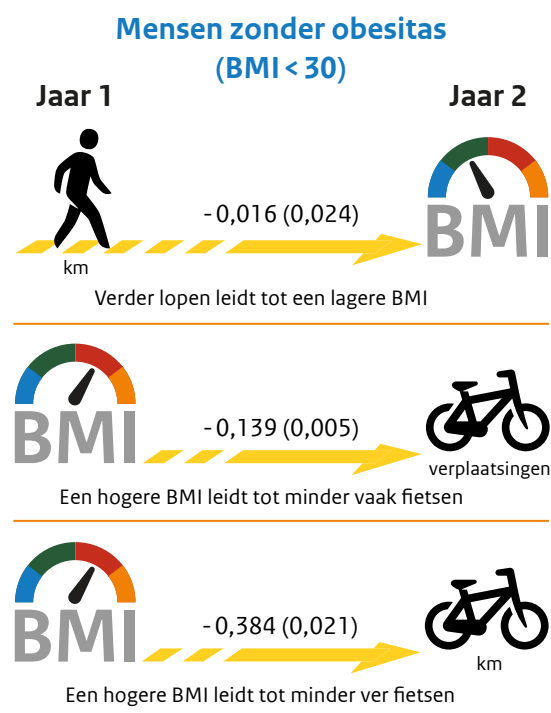
**Figuur 6** Parameterschattingen RI-CLPM relatie ervaren gezondheid en verplaatsingen per drie dagen met actieve vervoerwijzen, p-waarden staan tussen haakjes

# 5 Conclusies en vervolgonderzoek

Het reisgedrag hangt duidelijk samen met de BMI en de ervaren gezondheid, zo bleek uit onderzoek van het KiM naar de relatie tussen gezondheid en reisgedrag uit 2019 (De Haas en Van Den Berg, 2019). Mensen met een gezond gewicht fietsen bijvoorbeeld meer en reizen minder vaak met de auto dan mensen met overgewicht of obesitas. Daarnaast bleek actief reizen een belangrijke factor als het erom gaat voldoende lichamelijke beweging te krijgen. In dit vervolgonderzoek onderzochten we het bestaan van causale relaties tussen actief reizen en respectievelijk de BMI en de ervaren gezondheid. In dit hoofdstuk trekken we enkele conclusies en doen we aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

## 5.1 Conclusies

Bij de relatie tussen BMI en actief reizen doen zich enkele significante effecten voor, maar alleen voor mensen zonder obesitas (BMI < 30); zie Figuur 7. Zo heeft actief reizen een effect op de BMI, zij het alleen voor lopen. Wanneer iemand een grotere afstand te voet gaat afleggen, heeft dit een negatief effect op de BMI: deze daalt. Voor het gebruik van de fiets en de e-fiets vinden we dit effect niet. Voor mensen zonder obesitas blijkt de BMI bovendien een negatief effect te hebben op het gebruik van de fiets. Een toename van de BMI leidt tot een afname van het aantal fietsverplaatsingen en de afgelegde fietsafstand, en een afname van de BMI leidt tot een toename van het fietsgebruik. Deze effecten doen zich niet voor bij mensen met obesitas (BMI ≥ 30).



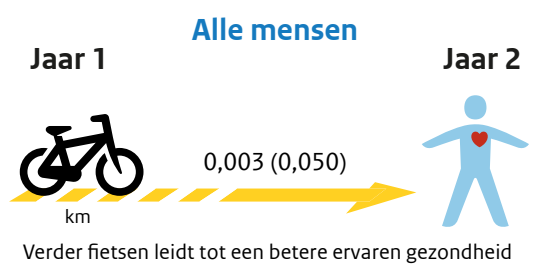
**Figuur 7** Significante effecten tussen BMI en actief reizen voor mensen zonder obesitas, p-waarden staan tussen haakjes



De gevonden effecten impliceren dat het fietsgebruik in Nederland wordt beïnvloed door overgewicht en beleid gericht op een gezond gewicht. Volgens de Volksgezondheid Toekomst Verkenning (VTV) 2018 zal het aandeel mensen met overgewicht in Nederland in de toekomst toenemen (RIVM, 2018). Het negatieve verband tussen fietsen en BMI impliceert dat de in de toekomst verwachte algehele toename van het overgewicht relatief gezien zal leiden tot een afname van het fietsgebruik. Dat we geen effect vonden van het fietsgebruik op de BMI, impliceert dat het stimuleren van fietsgebruik in Nederland zich niet zal vertalen in een afname van de gemiddelde BMI. Als onderdeel van het Nationaal Preventieakkoord worden meerdere maatregelen genomen om overgewicht en obesitas te voorkomen (Ministerie van Volksgezondheid, 2018). De doelstelling is om het percentage mensen met overgewicht en obesitas te laten dalen door in te zetten op gezonde voeding, meer sporten en bewegen en een gezonde omgeving en zorg. Wanneer dit beleid de BMI effectief blijkt te verlagen, zal dit een positief effect hebben op het fietsgebruik.

Voor de relatie tussen BMI en actief reizen hebben we specifiek onderscheid gemaakt tussen mensen zonder en met obesitas. Op basis van de literatuur verwachtten we bij mensen met obesitas namelijk een sterkere relatie dan bij mensen zonder obesitas. Zo'n sterkere relatie blijkt echter niet uit onze resultaten; we vinden alleen significante effecten voor mensen zonder obesitas. Wel doen zich bij mensen met obesitas enkele bijna significante effecten voor ( $p < 0,10$ ). Deze effecten hebben alle betrekking op de fiets en zijn in onverwachte richting. Ze impliceren namelijk dat een toename van de BMI leidt tot een toename van het aantal fietsverplaatsingen en dat een toename van het fietsgebruik (zowel in verplaatsingen als in afgelegde afstand) leidt tot een toename van de BMI. Hier zijn verschillende verklaringen voor mogelijk (zie paragraaf 4.1). Op basis van de beschikbare data kunnen we echter geen exacte verklaring geven. Dit geeft aanleiding tot nader onderzoek.

Voor de relatie tussen ervaren gezondheid en actief reizen vinden we weinig significante effecten. Er is alleen een klein significant positief effect van de afgelegde fietsafstand op de ervaren gezondheid. Wanneer mensen een grotere afstand op de fiets afleggen, voelen ze zich dus gezonder. Voor de e-fiets en lopen vinden we geen significante relaties met de ervaren gezondheid.



**Figuur 8** Significante effecten tussen ervaren gezondheid en actief reizen, p-waarden staan tussen haakjes

Dat we alleen voor lopen vinden dat het actief reizen leidt tot een afname van de BMI en voor fietsen dat dit leidt tot een toename van de ervaren gezondheid, betekent niet dat dit de enige gezondheidsbaten van actief reizen zijn. Er is veel literatuur beschikbaar waaruit blijkt dat actief reizen of beweging in het algemeen positieve effecten heeft op de subjectieve gezondheid, de ziektelast en de levensverwachting. Zo leidt fietsen en lopen naar het werk bijvoorbeeld tot een lagere kans op vroegtijdig overlijden en hart- en vaatziekten. Tegelijkertijd heeft het risico op een ongeval en op het inademen van vervuilde lucht tijdens het actief reizen een negatief effect op de gezondheid. Meerdere studies tonen echter aan dat de negatieve effecten hiervan veel kleiner zijn dan de positieve effecten.

## 5.2 Vervolgonderzoek

De resultaten van dit onderzoek geven aanleiding tot vervolgonderzoek. Een deel van deze aanbevelingen tot vervolgonderzoek deed het KiM ook in zijn onderzoek van 2019 naar de relatie tussen gezondheid en reisgedrag.

In het voorliggende onderzoek hebben we data van het MPN gebruikt. Het MPN biedt gedetailleerd inzicht in het reisgedrag van respondenten over meerdere jaren. De informatie over gezondheid is echter beperkt tot de BMI en de ervaren gezondheid, terwijl uit de literatuur blijkt dat actief reizen ook geassocieerd is met andere gezondheidseffecten. Zo blijkt uit de internationale literatuur dat actief reizen een effect heeft op het psychologisch welbevinden; een effect dat in de Nederlandse context niet werd gevonden. Tegelijkertijd laat recent Nederlands onderzoek juist zien dat de frequentie van lopen een significant effect heeft op het subjectief welzijn. De exacte relatie tussen mentale gezondheid en actief reizen in Nederland is dus nog niet duidelijk. Doordat het MPN sinds 2020 ook informatie bevat over de mentale gezondheid (gemeten met de Mental Health Inventory (MHI-5); Berwick et al. (1991)), kunnen we deze relatie in de toekomst verder onderzoeken. Het duurt echter minimaal drie jaar voordat we genoeg data hebben verzameld om de causale relatie tussen mentale gezondheid en actief reizen in Nederland met het MPN te kunnen onderzoeken.

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat zet actief in op een toename van het aantal forensen dat met de fiets naar het werk gaat. Met een werkgeversaankpak probeert het ministerie deze doelstelling samen met de werkgevers te realiseren. Wanneer werknemers aantoonbaar gezonder worden door op de fiets naar het werk te reizen, is dit voor werkgevers een extra motivatie om hen te stimuleren op de fiets naar het werk te komen. Om dit te kunnen onderzoeken is een meerjarig onderzoek in samenwerking met bedrijven nodig. Daarmee kan het effect van lopen en fietsen naar het werk worden onderzocht op aspecten zoals ziekteverzuim of vitaliteit.

In het onderzoek hebben we onverwachte effecten gevonden tussen de BMI en het fietsgebruik bij mensen met obesitas. Hoewel het niet significant, impliceren de resultaten dat een toename van de BMI bij mensen met obesitas leidt tot een toename van het fietsgebruik en dat een toename van het fietsgebruik leidt tot een toename van de BMI. Hiervoor zijn meerdere verklaringen mogelijk. Nader onderzoek is nodig om de juiste verklaring te kunnen geven. Heeft het fietsgebruik bij mensen met obesitas inderdaad een positief effect op de BMI, dan is het belangrijk om inzicht te hebben in de achterliggende oorzaken. Met dit inzicht is het effect mogelijk beleidsmatig te beïnvloeden.

# Summary

According to the (international) literature, cycling and walking have positive effects on health, including lowering the risk of obesity and cardiovascular diseases. In this study we examine the causal relationship between health and active travel (walking and cycling) in the Netherlands, whereby health is approximated by Body Mass Index (BMI) and perceived health. We examined whether increased exercise leads to lower BMIs (or better perceived health), and whether the opposite is true.

**A causal relationship exists between BMI and active travel for non-obese people only (BMI <30 kg/m<sup>2</sup>). The more people walk, the greater the positive impact on BMI – it decreases. Additionally, the BMIs of non-obese people negatively impact bicycle use: increased BMI results in decreased numbers of bicycle trips and distances cycled. No causal relationships were found between e-bikes and BMI.**

**Only bicycle use has a seemingly significant positive impact on perceived health and active travel: the longer distances people cycle, the more their perceived health increases. We found no significant impact on perceived health from e-bikes and walking.**

## Background

In 2019, the KiM Netherlands Institute for Transport Policy Analysis published a research study titled, 'The relationship between health and use of active transport modes', which ascertained a clear relationship in the Netherlands between people's health and their travel behaviour. People of healthy body weights seemingly cycle more and use cars less than heavier people, while obese people use e-bikes more frequently than people of healthy body weights. Moreover, daily mobility is a key factor in terms of getting enough exercise: one in three Dutch adults get the minimum recommended 150 minutes of exercise weekly from traveling by bicycle, e-bike or on foot.

## (International) literature

The relationship between health and active travel features prominently in international literature. Because BMI is a relatively easily measurable health indicator, researchers frequently use BMI to study the relationship between active travel and health. Studies conducted in the UK revealed that BMI decreases if a person more frequently commutes by bicycle or walking instead of by car. Elsewhere, Australian researchers found that adults who routinely use active transport modes have lower BMIs than those of car users. However, most research studies are limited in that they assume the direction of the causal relationship (active travel on BMI), rather than studying the direction. The direction of a causal relationship could in fact differ from those assumed in most studies, such as from BMI on active travel or a reciprocal effect. The causal direction is however examined in studies that consider the relationship between BMI and physical activity in general: such studies show that BMI possibly has a larger impact on the extent of active mobility than vice versa.

Although many studies associate active mobility with positive health effects, including reduced risk of premature death, cardiovascular diseases and Type 2 diabetes, active mobility is however also associated with negative health effects, such as accidents and inhalation of polluted air. Nevertheless, active mobility's net effect on health is seemingly positive. In two studies that examined both positive and negative health effects, researchers found the positive effects to be (much) stronger than the negative ones.

### Method and data

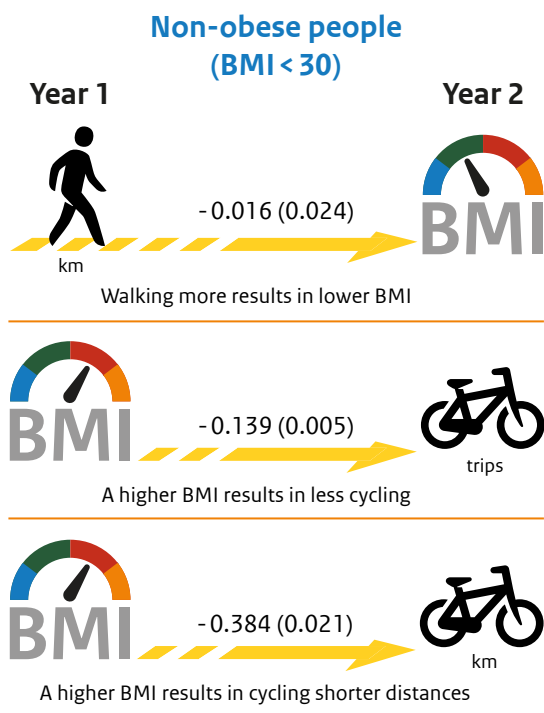
In this study we used data from the Netherlands Mobility Panel (MPN), a longitudinal travel survey KiM conducts annually (since 2013) among the same group of households and their members, measuring their travel behaviour. At the time of the previous KiM study in 2019, we were not yet able to answer the question of whether causal relationships exist in the Netherlands between BMI and perceived health on the one hand, and active travel on the other. To answer this question, we performed additional analyses in this present study, using MPN data from 2017, 2018 and 2019.

We used a *Random Intercept Cross-Lagged Panel Model* (RI-CLPM) to study relationships over time. This model allowed us to relate BMI, perceived health and use of active transport modes to the same group of people at three periods of time and at one-year intervals. The analysis reveals whether changes to these indicators, such a change of BMI at time period  $t$ , impacts other indicators, like the use of active transport modes at time period  $t+1$ . We are therefore studying lagged effects. A key advantage of an RI-CLPM over a standard *cross-lagged panel model* (CLPM) is that it allows us to distinguish between interpersonal (between people) and intrapersonal (within one person) variance. The within-person level is of interest in this study, as this is the level where the presumed causal effects actually occur.

**Conclusions: For non-obese people, increased walking results in decreased BMI, and increased BMI results in decreased cycling. Furthermore, increased cycling results in increased perceived health.**

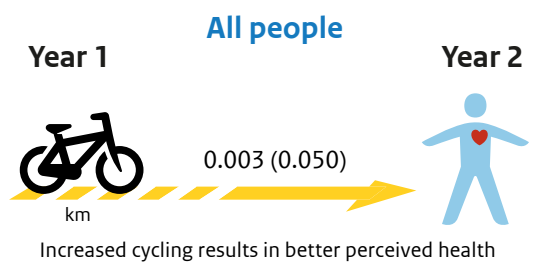
We found significant effects between BMI and distances travelled by bicycle and on foot for non-obese people (BMI <30 kg/m<sup>2</sup>). We did not find such significant effects for e-bikes and for obese people. For non-obese people, the distance travelled positively (= negative) impacts BMI: the further people walk, the more their BMI decreases (Figure 1). We did not find the opposite effect of BMI to walking distance.

We did however observe this opposite effect for bicycles. For non-obese people, BMI has a significantly negative impact on distance cycled (Figure 1): hence, increased BMI results in decreased distance cycled. As for the relationship between BMI and numbers of trips, we found that BMI only negatively effects the number of bicycle trips (Figure 1). In other words, if people's BMIs increase, they cycle less often.



**Figure 1** Significant effects between BMI and active travel (the parameter shows how a 1-point change to the variable in Year 1 impacts the variable in Year 2; hence, for example, a 1 km increase in walking in Year 1 results in a 0.016 kg/m<sup>2</sup> decrease in Year 2. The p-value is stated between brackets.)

We found that bicycle use has no impact on BMI, which implies that promoting bicycle use in the Netherlands will not decrease the average BMI. Given that the number of overweight people in the Netherlands is rising, this will result in a relative decrease in bicycle use in future. Conversely, bicycle use could be positively impacted by policy aimed at reducing the number of overweight and obese Dutch people, such as through commitments to eating healthy food and encouraging participation in sports and exercise.



**Figure 2** Significant effects between active travel and perceived health

Regarding the relationship between perceived health and distance travelled, we found a significant effect for bicycles. The distance a person cycles has a significantly positive impact on their perceived health (Figure 2); consequently, Dutch people's perceived health increases if they cycle greater distances. We found no significant effects between perceived health and distance travelled by e-bike or on foot, nor pertaining to the relationship between perceived health and number of trips via active transport modes.

Walking is thus the only active travel that leads to decreased BMI, while cycling results in increased perceived health. However, this does not mean that these are the only health benefits of active travel, as much of the available literature reveals the positive impact that active travel or exercise in general has on subjective health, the burden of diseases and life expectancy, for example.

### **Follow-up research**

This research is limited in that we had only limited available information about health. The MPN provides detailed insights into the respondents' travel behaviour, but health-related information is limited to BMI and perceived health. Consequently, it is impossible to reveal the full extent of the relationship between active travel and health, and thus we recommend follow-up research. Potential subjects for further research could include the relationship between mental health and active mobility in the Netherlands, which remains unclear, as does the precise impact that active travel has on absenteeism or vitality.

# Literatuurlijst

- Arem, H., Moore, S. C., Patel, A., Hartge, P., De Gonzalez, A. B., Visvanathan, K., . . . Adami, H. O. (2015). Leisure time physical activity and mortality: a detailed pooled analysis of the dose-response relationship. *JAMA internal medicine*, 175(6), 959-967.
- Aune, D., Norat, T., Leitzmann, M., Tonstad, S., & Vatten, L. J. (2015). Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis: Springer.
- Bak, H., Petersen, L., & Sørensen, T. (2004). Physical activity in relation to development and maintenance of obesity in men with and without juvenile onset obesity. *International journal of obesity*, 28(1), 99-104.
- Bangalore, S., Fayyad, R., Laskey, R., DeMicco, D. A., Messerli, F. H., & Waters, D. D. (2017). Body-weight fluctuations and outcomes in coronary disease. *N Engl J Med*, 376, 1332-1340.
- Berwick, D. M., Murphy, J. M., Goldman, P. A., Ware Jr, J. E., Barsky, A. J., & Weinstein, M. C. (1991). Performance of a five-item mental health screening test. *Medical care*, 169-176.
- Boogaard, H., Borgman, F., Kamminga, J., & Hoek, G. (2009). Exposure to ultrafine and fine particles and noise during cycling and driving in 11 Dutch cities. *Atmospheric Environment*, 43(27), 4234-4242.
- Bourne, J. E., Sauchelli, S., Perry, R., Page, A., Leary, S., England, C., & Cooper, A. R. (2018). Health benefits of electrically-assisted cycling: a systematic review. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 15(1), 116.
- Brown, T. A. (2014). *Confirmatory factor analysis for applied research*: Guilford Publications.
- CBS. (2020a, 7 september 2020). Bevolking; geslacht, leeftijd en burgerlijke staat, 1 januari. Retrieved 3 december 2020, from <https://opendata.cbs.nl/statline/?dl=308BE#/CBS/nl/dataset/7461bev/table>
- CBS. (2020b, 15 april 2020). Meer twintigers en dertigers omgekomen in verkeer in 2019. Retrieved 2 november 2020, from <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/16/meer-twintigers-en-dertigers-omgekomen-in-verkeer-in-2019>
- CBS. (2020c, 15 april 2020). Overledenen; doden door verkeersongeval in Nederland, wijze van deelname. Retrieved 2 november 2020, from <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/71936ned/table?ts=1539365088669>
- CBS, & RIVM. (2019). Gezondheidsenquête/Leefstijlmonitor. Retrieved 14-10-2020, from <https://www.rivm.nl/leefstijlmonitor/gezond-gewicht>
- Celis-Morales, C. A., Lyall, D. M., Welsh, P., Anderson, J., Steell, L., Guo, Y., . . . Sattar, N. (2017). Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study. *bmj*, 357, j1456.

Cloostermans, L., Wendel-Vos, W., Doornbos, G., Howard, B., Craig, C. L., Kivimäki, M., . . . Brown, W. J. (2015). Independent and combined effects of physical activity and body mass index on the development of Type 2 Diabetes—a meta-analysis of 9 prospective cohort studies. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 12(1), 147.

De Haas, M. (2019). Het gebruik van de e-fiets en de effecten op andere vervoerwijzen. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

De Haas, M., & Hamersma, M. (2020). Fietsfeiten: nieuwe inzichten. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

De Haas, M., & van den Berg, M. (2019). De relatie tussen gezondheid en het gebruik van actieve vervoerwijzen. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

De Hartog, J. J., Boogaard, H., Nijland, H., & Hoek, G. (2010). Do the health benefits of cycling outweigh the risks? *Environmental health perspectives*, 118(8), 1109-1116.

De Nazelle, A., Bode, O., & Orjuela, J. P. (2017). Comparison of air pollution exposures in active vs. passive travel modes in European cities: a quantitative review. *Environment international*, 99, 151-160.

DeSalvo, K. B., Bloser, N., Reynolds, K., He, J., & Muntner, P. (2006). Mortality prediction with a single general self-rated health question. *Journal of general internal medicine*, 21(3), 267.

Dinu, M., Pagliai, G., Macchi, C., & Sofi, F. (2019). Active Commuting and Multiple Health Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 49(3), 437-452. doi: 10.1007/s40279-018-1023-0

Dobbins, M., Husson, H., DeCorby, K., & LaRocca, R. L. (2013). School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane database of systematic reviews*(2).

Ekelund, U., Ward, H. A., Norat, T., Luan, J. a., May, A. M., Weiderpass, E., . . . Tjønneland, A. (2015). Physical activity and all-cause mortality across levels of overall and abdominal adiposity in European men and women: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition Study (EPIC). *The American journal of clinical nutrition*, 101(3), 613-621.

Enders, C. K., & Bandalos, D. L. (2001). The relative performance of full information maximum likelihood estimation for missing data in structural equation models. *Structural equation modeling*, 8(3), 430-457.

Falconer, C. L., Leary, S. D., Page, A. S., & Cooper, A. R. (2015). The tracking of active travel and its relationship with body composition in UK adolescents. *Journal of Transport & Health*, 2(4), 483-489.

Flint, E., Webb, E., & Cummins, S. (2016). Change in commute mode and body-mass index: prospective, longitudinal evidence from UK Biobank. *The lancet Public health*, 1(2), e46-e55.

Flora, D. B., & Curran, P. J. (2004). An empirical evaluation of alternative methods of estimation for confirmatory factor analysis with ordinal data. *Psychological methods*, 9(4), 466.



Gorber, S. C., Tremblay, M., Moher, D., & Gorber, B. (2007). A comparison of direct vs. self-report measures for assessing height, weight and body mass index: a systematic review. *Obesity Reviews*, 8(4), 307-326. doi: 10.1111/j.1467-789X.2007.00347.x

Hamaker, E. L., Kuiper, R. M., & Grasman, R. P. (2015). A critique of the cross-lagged panel model. *Psychological methods*, 20(1), 102.

Hendriksen, I., & Van Gijlswijk, R. (2010). Fietsen is groen, gezond en voordelig: Onderbouwing van 10 argumenten om te fietsen. TNO Kwaliteit van Leven: Preventie en Zorg: Leiden.

Hupin, D., Roche, F., Gremeaux, V., Chatard, J.-C., Oriol, M., Gaspoz, J.-M., . . . Edouard, P. (2015). Even a low-dose of moderate-to-vigorous physical activity reduces mortality by 22% in adults aged  $\geq 60$  years: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 49(19), 1262-1267.

Idler, E. L., & Benyamini, Y. (1997). Self-rated health and mortality: a review of twenty-seven community studies. *Journal of health and social behavior*, 21-37.

Janssen, I., & LeBlanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 7(1), 40.

Jordan, J., Mullen, E., & Murnighan, J. K. (2011). Striving for the moral self: The effects of recalling past moral actions on future moral behavior. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 37(5), 701-713.

Kahlmeier, S., Götschi, T., Cavill, N., Castro Fernandez, A., Brand, C., Rojas Rueda, D., . . . Oja, P. (2017). Health economic assessment tool (HEAT) for walking and for cycling. Methods and user guide on physical activity, air pollution, injuries and carbon impact assessments.

Kelley, G. A., Kelley, K. S., & Tran, Z. V. (2003). The effects of exercise on resting blood pressure in children and adolescents: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Preventive cardiology*, 6(1), 8-16.

Kelly, P., Kahlmeier, S., Götschi, T., Orsini, N., Richards, J., Roberts, N., . . . Foster, C. (2014). Systematic review and meta-analysis of reduction in all-cause mortality from walking and cycling and shape of dose response relationship. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 11(1), 132.

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid. (2019). Mobiliteitsbeeld 2019. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Kroesen, M., & De Vos, J. (2020). Does active travel make people healthier, or are healthy people more inclined to travel actively? *Journal of Transport & Health*, 16, 100844.

Kuwahara, K., Noma, H., Nakagawa, T., Honda, T., Yamamoto, S., Hayashi, T., & Mizoue, T. (2019). Association of changes in commute mode with body mass index and visceral adiposity: a longitudinal study. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 16(1), 101. doi: 10.1186/s12966-019-0870-x

Littman, A., Kristal, A., & White, E. (2005). Effects of physical activity intensity, frequency, and activity type on 10-y weight change in middle-aged men and women. *International journal of obesity*, 29(5), 524-533.

Liu, L., Shi, Y., Li, T., Qin, Q., Yin, J., Pang, S., . . . Wei, S. (2016). Leisure time physical activity and cancer risk: evaluation of the WHO's recommendation based on 126 high-quality epidemiological studies. *Br J Sports Med*, 50(6), 372-378.

Martin, A., Goryakin, Y., & Suhrcke, M. (2014). Does active commuting improve psychological wellbeing? Longitudinal evidence from eighteen waves of the British Household Panel Survey. *Preventive medicine*, 69, 296-303.

Merritt, A. C., Effron, D. A., & Monin, B. (2010). Moral self-licensing: When being good frees us to be bad. *Social and personality psychology compass*, 4(5), 344-357.

Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport. (2018). Nationaal Preventieakkoord. Den Haag: VWS.

MOA. (2019). Gold Standard: A Unique Calibration Tool for National and Regional Samples. 2020, from <https://www.moa.nl/gouden-standaard-expertise-center.html>

Mortensen, L. H., Siegler, I. C., Barefoot, J. C., Grønbaek, M., & Sørensen, T. I. (2006). Prospective associations between sedentary lifestyle and BMI in midlife. *Obesity*, 14(8), 1462-1471.

Murtagh, E. M., Nichols, L., Mohammed, M. A., Holder, R., Nevill, A. M., & Murphy, M. H. (2015). The effect of walking on risk factors for cardiovascular disease: an updated systematic review and meta-analysis of randomised control trials. *Preventive medicine*, 72, 34-43.

Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (1998-2017). Mplus User's Guide. Eighth Edition., Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.

Mytton, O. T., Panter, J., & Ogilvie, D. (2016a). Longitudinal associations of active commuting with body mass index. *Preventive medicine*, 90, 1-7.

Mytton, O. T., Panter, J., & Ogilvie, D. (2016b). Longitudinal associations of active commuting with wellbeing and sickness absence. *Preventive medicine*, 84, 19-26.

Panis, L. I., De Geus, B., Vandenbulcke, G., Willems, H., Degraeuwe, B., Bleux, N., . . . Meeusen, R. (2010). Exposure to particulate matter in traffic: a comparison of cyclists and car passengers. *Atmospheric Environment*, 44(19), 2263-2270.

Petersen, L., Schnohr, P., & Sørensen, T. (2004). Longitudinal study of the long-term relation between physical activity and obesity in adults. *International journal of obesity*, 28(1), 105-112.

Pozza, C., & Isidori, A. M. (2018). What's behind the obesity epidemic *Imaging in Bariatric Surgery* (pp. 1-8): Springer.

Rabl, A., & De Nazelle, A. (2012). Benefits of shift from car to active transport. *Transport Policy*, 19(1), 121-131.

Rhemtulla, M., Brosseau-Liard, P. É., & Savalei, V. (2012). When can categorical variables be treated as continuous? A comparison of robust continuous and categorical SEM estimation methods under suboptimal conditions. *Psychological methods*, 17(3), 354.

RIVM. (2018). Volksgezondheid Toekomst Verkenning (VTV) 2018. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Scheepers, C., Wendel-Vos, G., van Wesemael, P., den Hertog, F., Stipdonk, H., Panis, L. I., . . . Schuit, A. (2015). Perceived health status associated with transport choice for short distance trips. *Preventive medicine reports*, 2, 839-844.

Schepers, P., Stipdonk, H., Methorst, R., & Olivier, J. (2017). Bicycle fatalities: trends in crashes with and without motor vehicles in The Netherlands. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 46, 491-499.

Simons, M., Van Es, E., & Hendriksen, I. (2009). Electrically assisted cycling: a new mode for meeting physical activity guidelines? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(11), 2097-2102.

Stevens, J., Truesdale, K. P., McClain, J. E., & Cai, J. (2006). The definition of weight maintenance. *International journal of obesity*, 30(3), 391-399.

Turrell, G., Hewitt, B. A., Rachele, J. N., Giles-Corti, B., & Brown, W. J. (2018). Prospective trends in body mass index by main transport mode, 2007–2013. *Journal of Transport & Health*, 8, 183-192.

VeiligheidNL. (2020). SEH-bezoeken als gevolg van een verkeersongeval in 2019. Amsterdam: VeiligheidNL.

Visscher, T. L., & Seidell, J. C. (2001). The Public Health Impact of Obesity. *Annual Review of Public Health*, 22(1), 355-375. doi: 10.1146/annurev.publhealth.22.1.355

Westerterp, K. R. (2010). Physical activity, food intake, and body weight regulation: insights from doubly labeled water studies. *Nutrition reviews*, 68(3), 148-154.

World Health Organization. (2010). Global recommendations on physical activity for health.

World Health Organization. (2019). Body mass index - BMI from <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>

Wu, Y., Zhang, D., & Kang, S. (2013). Physical activity and risk of breast cancer: a meta-analysis of prospective studies. *Breast cancer research and treatment*, 137(3), 869-882.

Zuurbier, M., Hoek, G., Oldenwening, M., Lenters, V., Meliefste, K., Van Den Hazel, P., & Brunekreef, B. (2010). Commuters' exposure to particulate matter air pollution is affected by mode of transport, fuel type, and route. *Environmental health perspectives*, 118(6), 783-789.

# Bijlage A

## Beschrijving Random Intercept Cross-Lagged Panel Model (RI-CLPM)

In hoofdstuk 3 gaven we kort de statistische methode die in dit onderzoek is toegepast. In deze bijlage beschrijven we het RI-CLPM nader.

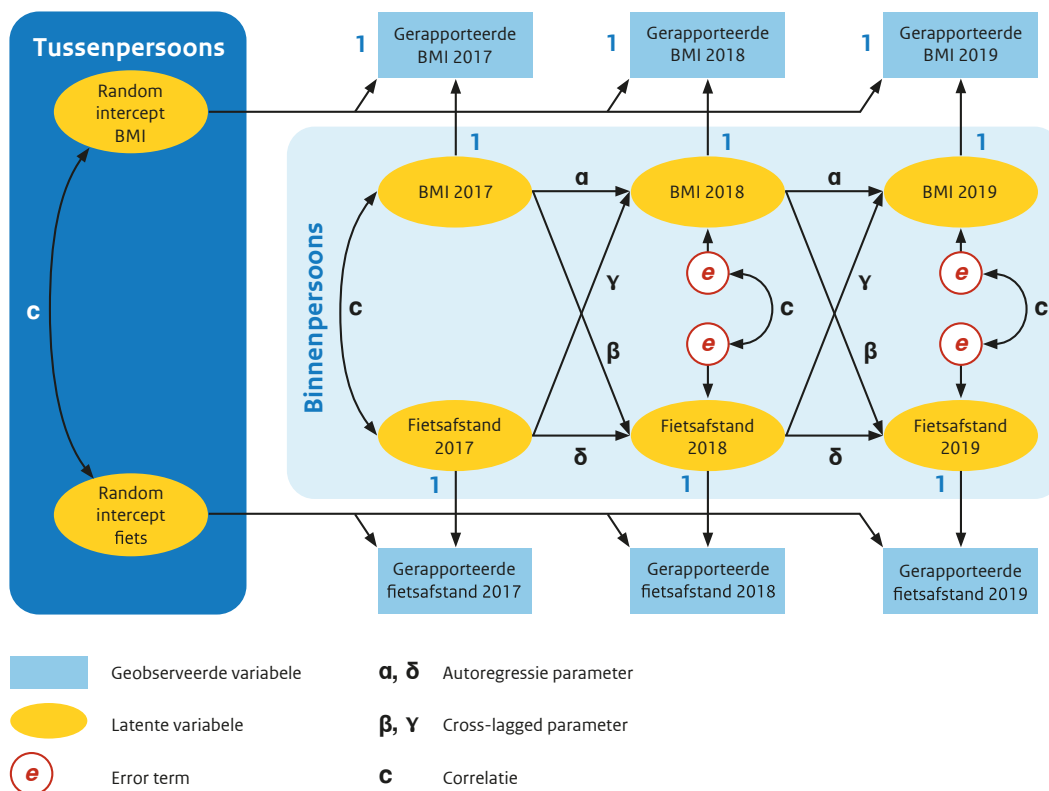
### Random Intercept Cross-Lagged Panel Model

Om causale relaties tussen BMI, ervaren gezondheid en het gebruik van actieve vervoerwijzen te onderzoeken, hebben we gebruik gemaakt van een Random Intercept Cross-Lagged Panel Model (RI-CLPM). (Hamaker et al., 2015). Het RI-CLPM is een uitbreiding van het traditionele *cross-lagged panel model* (CLPM). Het CLPM is in de literatuur vaak toegepast om causaliteit te bepalen. In een traditioneel CLPM wordt voor de stabiliteit van indicatoren gecontroleerd door autoregressieve relaties te schatten. In de huidige studie zou hiermee bijvoorbeeld worden gecontroleerd voor het feit dat de BMI en het gebruik van vervoerwijzen over het algemeen relatief stabiel zijn over de tijd. Hamaker et al. (2015) hebben echter laten zien dat wanneer deze stabiliteit tot op zekere hoogte verschilt tussen respondenten, de autoregressieve relaties hier niet juist voor corrigeren. Met andere woorden, het traditionele CLPM slaagt er niet in om volledig te controleren voor tijdsafhankelijke verschillen tussen personen. Dit heeft als gevolg dat de kruisrelaties uit een traditioneel CLPM niet daadwerkelijke effecten binnen een persoon weergeven. In sommige gevallen leidt dit bijvoorbeeld tot de onterechte conclusie dat er een causaal verband bestaat of tot verkeerde conclusies over welke indicator causaal dominant is.

Het verschil tussen een RI-CLPM en een traditionele CLPM is dat er in het RI-CLPM een random intercept wordt geschat voor elke indicator. Dit random intercept geeft de gemiddelde afwijking van het totale gemiddelde weer voor een bepaalde indicator voor een individu. Gemiddeld gezien maken mensen bijvoorbeeld 3 verplaatsingen met de fiets in 3 dagen (dit groepsgemiddelde zou kunnen verschuiven in de tijd). Met een traditioneel CLPM wordt aangenomen dat het fietsgebruik van alle individuen rond het groepsgemiddelde schommelt over de tijd heen. In werkelijkheid ligt dit uiteraard anders. Er zijn mensen die gemiddeld meer dan 3 verplaatsingen maken met de fiets en mensen die dat minder vaak doen. Het random intercept geeft het verschil weer tussen het totale gemiddelde fietsgebruik en het gemiddelde fietsgebruik van een individu. Voor elke indicator is een random intercept opgenomen. Op deze manier corrigeren we dus voor het feit dat niet iedereen hetzelfde gemiddelde reisgedrag, dezelfde BMI en dezelfde ervaren gezondheid heeft, iets dat in een traditioneel CLPM wel impliciet wordt aangenomen.

Figuur 9 geeft het conceptueel model weer van het RI-CLPM voor de relatie tussen de BMI en de fietsafstand. In het onderzoek zijn meerdere modellen geschat. De vierkante blokken geven de gerapporteerde waarden weer voor BMI en fietsafstand. De random intercepten vangen de tijdsafhankelijke afwijking van het groeps-gemiddelde van een individu en geven daarmee de stabiele tussenpersoonsverschillen weer. De ellipsen met BMI en fietsafstand geven tot slot de 'tijdelijke' (op dat specifieke meetmoment) afwijking weer die de gerapporteerde BMI en fietsafstand hebben van de som van het groeps-gemiddelde en het random intercept. Het RI-CLPM is geschat met het statistische pakket Mplus (Muthén en Muthén, 1998-2017).

Niet elke respondent doet ieder jaar mee aan het MPN, waardoor we data missen. We hebben te maken met mensen die stoppen en met nieuwe respondenten. Om met deze missende data om te gaan, maken we gebruik van de schattingsmethode Maximum Likelihood (ML). Enders en Bandalos (2001) laten zien dat deze methode goed met missende data om kan gaan. Een assumptie bij deze methode is dat de variabelen normaal verdeeld zijn. Bij ordinale variabelen, zoals de ervaren gezondheid, is dit over het algemeen niet het geval. In dat geval kan er in plaats van ML gebruik worden gemaakt van een methode zoals Weighted Least Squares (WLS) (Flora en Curran, 2004). Het is in Mplus echter (nog) niet mogelijk om het RI-CLPM te schatten met de WLS-methode. Daarom zijn ook de modellen met ervaren gezondheid geschat met de ML-schattingsmethodiek. Rhemtulla et al. (2012) hebben echter laten zien dat de ML-methode even goed of zelfs beter werkt dan WLS wanneer de ordinale variabele vijf of meer categorieën heeft. We gaan er dus vanuit dat het gebruik van de ML-methode geen noemenswaardig effect heeft op de resultaten.



**Figuur 9** Conceptueel model Random Intercept Cross-Lagged Panel Model voor relatie tussen BMI en fietsafstand

# Bijlage B

## Aanvullende output modelschattingen

In hoofdstuk 4 presenteerden we de belangrijkste resultaten van de modelschattingen in visuele vorm. In deze bijlage geven we nadere informatie over de model fit van elk model en de parameterschattingen in tabelvorm. Daarnaast presenteren we de uitkomsten van de modellen over de relatie tussen BMI en actief reizen, waarbij we geen onderscheid maken naar gewichtsklasse.

### Model fit gepresenteerde modellen hoofdstuk 4

De model fit kan voor alle in hoofdstuk 4 gepresenteerde modellen als goed worden beschouwd op basis van de chi-kwadraattoets, de Comparative Fit Index (CFI), de Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) en de Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) (Brown, 2014). Tabel 7 geeft de verschillende waarden van deze fit indices weer.

Tabel 7 Model fit RI-CLPM modellen hoofdstuk 4

Model	Chi-square	RMSEA	CFI	SRMR
BMI en fietsverplaatsingen	2,955, df = 6, p = 0,815	0,000	1,000	0,005
BMI en e-fietsverplaatsingen	7,357, df = 6, p = 0,289	0,008	1,000	0,007
BMI en loopverplaatsingen	8,119, df = 6, p = 0,230	0,010	1,000	0,009
BMI en fietsafstand	4,000, df = 6, p = 0,677	0,000	1,000	0,005
BMI en e-fietsafstand	5,655, df = 6, p = 0,463	0,000	1,000	0,006
BMI en loopafstand	3,473, df = 6, p = 0,748	0,000	1,000	0,006
Ervaren gezondheid en fietsverplaatsingen	4,912, df = 3, p = 0,178	0,010	1,000	0,007
Ervaren gezondheid en e-fietsverplaatsingen	4,523, df = 3, p = 0,210	0,009	1,000	0,006
Ervaren gezondheid en loopverplaatsingen	7,332, df = 3, p = 0,062	0,015	1,000	0,007
Ervaren gezondheid en fietsafstand	3,634, df = 3, p = 0,304	0,006	1,000	0,006
Ervaren gezondheid en e-fietsafstand	3,895, df = 3, p = 0,273	0,007	1,000	0,006
Ervaren gezondheid en loopafstand	4,737, df = 3, p = 0,192	0,009	1,000	0,006

## Parameterschattingen gepresenteerde modellen hoofdstuk 4

In hoofdstuk 4 hebben we de belangrijkste parameterschattingen visueel gepresenteerd. Onderstaande tabellen bevatten dezelfde parameterschattingen, aangevuld met de bijbehorende t-waarde. De modellen staan in dezelfde volgorde als in hoofdstuk 4. Tabel 8 en Tabel 9 bevatten de parameterschattingen voor de relatie tussen BMI en actief reizen in respectievelijk afgelegde afstand en aantal verplaatsingen. Tabel 10 en Tabel 11 bevatten de parameterschattingen voor de relatie tussen ervaren gezondheid en actief reizen in respectievelijk afgelegde afstand en aantal verplaatsingen.

**Tabel 8** Parameterschattingen RI-CLPM relatie BMI en afgelegde afstand per drie dagen met actieve vervoerwijzen (in km)

Effect	Geen obesitas (BMI < 30)			Obesitas (BMI ≥ 30)		
	Parameter	t-waarde	p-waarde	Parameter	t-waarde	p-waarde
BMI → Fietsafstand (km)	<b>-0,384</b>	<b>-2,316</b>	<b>0,021</b>	0,112	1,148	0,251
Fietsafstand (km) → BMI	-0,002	-0,649	0,517	0,029	1,854	0,064
BMI → E-fietsafstand (km)	-0,045	-0,323	0,747	-0,004	-0,029	0,977
E-fietsafstand (km) → BMI	-0,002	-0,614	0,539	0,000	0,006	0,995
BMI → Loopafstand (km)	0,081	1,005	0,315	-0,020	-0,324	0,746
Loopafstand (km) → BMI	<b>-0,016</b>	<b>-2,258</b>	<b>0,024</b>	0,010	0,354	0,723

**Tabel 9** Parameterschattingen RI-CLPM relatie BMI en verplaatsingen per drie dagen met actieve vervoerwijzen

Richting effect	Geen obesitas (BMI < 30)			Obesitas (BMI ≥ 30)		
	Parameter	t-waarde	p-waarde	Parameter	t-waarde	p-waarde
BMI → Fietsverplaatsingen	<b>-0,139</b>	<b>-2,815</b>	<b>0,005</b>	0,062	1,725	0,085
Fietsverplaatsingen → BMI	-0,005	-0,351	0,726	0,085	1,882	0,060
BMI → E-fietsverplaatsingen	-0,017	-0,518	0,605	0,002	0,062	0,951
E-fietsverplaatsingen → BMI	-0,008	-0,362	0,717	-0,028	-0,432	0,666
BMI → Loopverplaatsingen	-0,035	-0,737	0,461	-0,042	-0,958	0,338
Loopverplaatsingen → BMI	-0,011	-0,755	0,450	-0,035	-0,522	0,602

**Tabel 10** Parameterschattingen RI-CLPM relatie ervaren gezondheid en afgelegde afstand per drie dagen met actieve vervoerwijzen (in km)

Richting effect	Parameter	t-waarde	p-waarde
Ervaren gezondheid → Fietsafstand (km)	0,636	1,852	0,064
Fietsafstand (km) → Ervaren gezondheid	<b>0,003</b>	<b>1,960</b>	<b>0,050</b>
Ervaren gezondheid → E-fietsafstand (km)	-0,299	-1,058	0,290
E-fietsafstand (km) → Ervaren gezondheid	-0,001	-0,358	0,720
Ervaren gezondheid → Loopafstand (km)	-0,074	-0,452	0,652
Loopafstand (km) → Ervaren gezondheid	-0,002	-0,597	0,551

**Tabel 11** Parameterschattingen RI-CLPM relatie ervaren gezondheid en verplaatsingen per drie dagen met actieve vervoerwijzen

Richting effect	Parameter	t-waarde	p-waarde
Ervaren gezondheid → Fietsverplaatsingen	0,174	1,800	0,072
Fietsverplaatsingen → Ervaren gezondheid	0,012	1,782	0,075
Ervaren gezondheid → E-fietsverplaatsingen	0,015	0,241	0,809
E-fietsverplaatsingen → Ervaren gezondheid	0,004	0,437	0,662
Ervaren gezondheid → Loopverplaatsingen	-0,033	-0,355	0,723
Loopverplaatsingen → Ervaren gezondheid	-0,009	-1,183	0,237

De voorgaande tabellen geven slechts een deel weer van de modeloutput. Een ander onderdeel van de modeloutput is de correlatie tussen de random intercepts, zoals weergegeven in Tabel 12. De correlatie tussen de random intercepts geven weer of er op de afhankelijke variabelen inderdaad significante verschillen tussen personen bestaan. Bij een t-waarde groter dan 1,960 of kleiner dan -1,960 beschouwen we de correlatie significant. Dit geldt voor de meeste correlaties. Een positieve correlatie betekent dat een hogere waarde op de gezondheidsindicator samenhangt met een hogere mate van actief reizen en vice versa. Een negatieve parameter betekent dat een hogere waarde op de gezondheidsindicator samenhangt met een lagere mate van actief reizen en vice versa. Zo hangt een betere ervaren gezondheid samen met een hoger fietsgebruik en een grotere loopafstand. Tegelijkertijd hangt een betere ervaren gezondheid samen met het maken van minder verplaatsingen met de e-fiets.

Tussen BMI en fietsgebruik zien we een duidelijke negatieve samenhang. Mensen met een hogere BMI fietsen minder vaak en leggen minder afstand af op de fiets. Dit geldt zowel voor mensen zonder obesitas als mensen met obesitas. Voor lopen zien we minder samenhang. Alleen in de obesitasgroep hangt een hogere BMI significant samen met een lagere loopafstand. Voor de e-fiets blijkt dat bij mensen zonder obesitas een hogere BMI samenhangt met een hoger e-fietsgebruik. In de groep met obesitas zien we geen significante samenhang met e-fietsgebruik.



**Tabel 12** Correlatie tussen de random intercepts

Relatie	Afstand		Verplaatsingen	
	Parameter	t-waarde	Parameter	t-waarde
Ervaren gezondheid – Fiets	0.222	8.289	0.023	6.905
Ervaren gezondheid – E-fiets	-0.017	-0.676	-0.100	-4.830
Ervaren gezondheid – Lopen	0.063	2.351	-0.017	-0.730

	Geen obesitas (BMI < 30)		Obesitas (BMI ≥ 30)		Geen obesitas (BMI < 30)		Obesitas (BMI ≥ 30)	
	Parameter	t-waarde	Parameter	t-waarde	Parameter	t-waarde	Parameter	t-waarde
BMI – Fiets	-0.153	-6.981	-0.285	-2.397	-0.118	-6.408	-0.323	-2.126
BMI – E-fiets	0.065	3.231	-0.051	-0.523	0.083	4.789	-0.069	-0.969
BMI – Lopen	-0.033	-1.551	-0.231	-2.328	0.006	0.323	-0.092	-1.504

### Modellschattingen BMI en actief reizen zonder onderscheid naar gewichtsklasse

In paragraaf 4.1 presenteerden we de uitkomsten van de RI-CLPM met een onderscheid tussen mensen met en mensen obesitas. De modellen waarin dit onderscheid niet is gemaakt, leverden geen significante resultaten op. De relevante modeloutput staat in Tabel 13 en Tabel 14. De model fit van elk model staat in Tabel 15. De model fit van elk model kan wederom als goed worden beschouwd.

**Tabel 13** Parameterschattingen RI-CLPM relatie BMI en verplaatsingen per drie dagen met actieve vervoerwijzen zonder onderscheid naar gewichtsklasse

Richting effect	Parameter	t-waarde	p-waarde
BMI → Fietsverplaatsingen	0,008	0,483	0,629
Fietsverplaatsingen → BMI	-0,039	-0,930	0,352
BMI → E-fietsverplaatsingen	-0,041	-1,495	0,135
E-fietsverplaatsingen → BMI	-0,038	-1,321	0,187
BMI → Loopverplaatsingen	-0,013	-0,713	0,476
Loopverplaatsingen → BMI	-0,029	-0,714	0,475

**Tabel 14** Parameterschattingen RI-CLPM relatie BMI en afgelegde afstand per drie dagen met actieve vervoerwijzen (in km)

Richting effect	Parameter	t-waarde	p-waarde
BMI → Fietsafstand (km)	-0,129	-0,925	0,355
Fietsafstand (km) → BMI	0,00	0,059	0,953
BMI → E-fietsafstand (km)	-0,085	-0,680	0,496
E-fietsafstand (km) → BMI	-0,003	-0,624	0,533
BMI → Loopafstand (km)	0,084	1,227	0,220
Loopafstand (km) → BMI	-0,006	-0,653	0,514

**Tabel 15** Model fit RI-CLPM BMI en actief reizen zonder onderscheid naar gewichtsklasse

Model	Chi-square	RMSEA	CFI	SRMR
BMI en fietsverplaatsingen	0,987, df = 3, p = 0.804	0,000	1,000	0,003
BMI en e-fietsverplaatsingen	3,424, df = 3, p = 0.331	0,005	1,000	0,006
BMI en loopverplaatsingen	1,619, df = 3, p = 0,655	0,000	1,000	0,004
BMI en fietsafstand	1,218, df = 3, p = 0.749	0,000	1,000	0,004
BMI en e-fietsafstand	2,099, df = 3, p = 0.552	0,000	1,000	0,004
BMI en loopafstand	0,377, df = 3, p = 0,945	0,000	1,000	0,002

# Colofon

Dit is een uitgave van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat  
Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

Maart 2021

ISBN/EAN: 978-90-8902-242-4  
KiM-21-A001

## Auteur

Mathijs de Haas

## Vormgeving

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

*De verantwoordelijkheid voor de inhoud en de conclusies van deze publicatie ligt volledig bij het KiM.*

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)  
Postbus 20901  
2500 EX Den Haag  
Telefoon: 070 456 19 65

Website: [www.kimnet.nl](http://www.kimnet.nl)  
E-mail: [info@kimnet.nl](mailto:info@kimnet.nl)

Publicaties van het KiM zijn als PDF te downloaden van onze website [www.kimnet.nl](http://www.kimnet.nl)  
U kunt natuurlijk ook altijd contact opnemen met één van onze medewerkers.

*Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen onder vermelding van het KiM als bron.*

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) maakt analyses van mobiliteit die doorwerken in het beleid en in de samenleving. Als zelfstandig instituut binnen het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) maakt het KiM strategische verkenningen en beleidsanalyses. De inhoud van de publicaties van het KiM behoeft niet het standpunt van de minister en de staatssecretaris van IenW weer te geven.



Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

Dit is een uitgave van het

**Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat**

Postbus 20901 | 2500 EX Den Haag  
[www.rijksoverheid.nl/ienw](http://www.rijksoverheid.nl/ienw)

[www.kimnet.nl](http://www.kimnet.nl)

ISBN 978-90-8902-242-4  
Maart 2021 | KiM-21-A001

