

Vervoersarmoede in beeld brengen met een verkeersmodel: wat als lopen of fietsen niet meer gaat?

Jesse Voorhorst – Goudappel – jvoorhorst@goudappel.nl
Bernike Rijksen – Dat.mobility – brijksen@dat.nl
Emma Schalkers – Gemeente Amsterdam – e.schalkers@amsterdam.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 20 en 21 november 2025, Groningen

Samenvatting

Vervoersarmoede krijgt steeds meer maatschappelijke aandacht. Waar mobiliteitsbeleid traditioneel gericht was op doorstroming en efficiëntie, groeit het belang van bereikbaarheid en rechtvaardigheid: iedereen moet toegang hebben tot basisvoorzieningen, ongeacht inkomen, woonlocatie of beperking. Het meten van vervoersarmoede is echter lastig door uiteenlopende definities en datagebrek. Binnen het innovatieprogramma Digitale Regie in de Openbare ruimte (DRO) onderzochten de gemeenten Almere, Amsterdam en Goudappel hoe kwetsbare groepen met de grootste mobiliteitsproblemen beter in beeld gebracht kunnen worden met behulp van kwalitatief onderzoek, enquêtes, een populatie synthesizer en microscopische verkeersmodellering.

Uit kwalitatief onderzoek in Almere en Amsterdam blijkt dat de fiets in de Nederlandse context veel vrijheid biedt, maar dat het verlies van fietsvaardigheid om wat voor reden dan ook direct kan leiden tot afhankelijkheid van openbaar vervoer of een sociaal vangnet. Voor sommige mensen zijn verplaatsingen vrijwel onmogelijk zonder hun fysieke of persoonlijke grenzen te overschrijden.

Omdat bestaande databronnen zoals ODIN (CBS) onvoldoende inzicht geven in vaardigheden zoals fietsen, lopen of zelfstandig OV-gebruik, is een enquête in Flevoland uitgevoerd. Daaruit blijkt dat 11% van de respondenten niet kan fietsen, 16% beperkt kan lopen (≤ 10 minuten), en 10% niet zelfstandig met het OV kan reizen. Dit zijn substantiële groepen die in verkeersmodellen gewoonlijk ontbreken.

Om deze lacune te dichten is gekozen voor een microscopisch verkeersmodelsysteem (Octavius), dat individuen simuleert in plaats van gemiddelden. Op basis van de enquêteresultaten zijn variabelen als fietsvaardigheid, loopvaardigheid, fietsbezit en inkomen toegevoegd aan de synthetische populatie. Dit maakt nieuwe soorten bereikbaarheidsanalyses mogelijk, bijvoorbeeld waar kwetsbare groepen wonen die niet ver kunnen lopen en geen fiets hebben.

De analyses tonen dat de gemiddelde bereikbaarheid nauwelijks verandert, maar dat uitschieters naar lage bereikbaarheid zichtbaar worden: juist de kwetsbare groepen met beperkte mobiliteitsopties die naar voren kwamen uit het kwalitatieve onderzoek. Dit maakt beleidseffecten concreet zichtbaar, bijvoorbeeld wanneer een buslijn wordt ingekort en een deel van de bevolking, en van kwetsbare groepen in het bijzonder, daardoor geen reisopties meer heeft.

Daarom concluderen we dat er een significante groep Nederlanders is die niet kan fietsen, lopen of zelfstandig reizen, en die momenteel ontbreekt in verkeersmodellen. Het is mogelijk en waardevol om deze kenmerken te integreren in microscopische modellen, waardoor kwetsbare groepen beter zichtbaar worden en beleidsmaatregelen eerder geëvalueerd kunnen worden.

1. Introductie en aanleiding

Vervoersarmoede krijgt maatschappelijk gezien steeds meer aandacht. Waar mobiliteitsbeleid traditioneel gericht was op doorstroming en efficiëntie verschuift de aandacht steeds meer naar bereikbaarheid en rechtvaardigheid: het garanderen dat iedereen toegang heeft tot basisvoorzieningen ongeacht verschillen in bijvoorbeeld inkomen, woonlocatie of fysieke beperking (bijvoorbeeld CROW, 2025; Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2025). Inzicht krijgen in de mate van vervoersarmoede is lastig door verschillende definities en gebrek aan data (Voorhorst, Krol en Koopal, 2023). Het probleem is heel divers en de groepen waar we op in willen zoomen zijn soms klein. Microscopische vervoersvraagmodellen kunnen helpen om inzichten te bieden door simulatie op het niveau van personen. Binnen het project Digitale Regie in de Openbare ruimte (DRO) hebben de gemeente Almere, de gemeente Amsterdam en Goudappel samengewerkt om de relevante indicatoren voor vervoersarmoede te bepalen en hebben deze geïntegreerd in een microscopisch vervoersvraagmodel om een verbeterd inzicht te geven in vervoersarmoede en -ongelijkheid.

DRO is een van de innovatieprogramma's binnen het DMI-ecosysteem waarin overheden, kennisinstellingen en bedrijven innovatieve oplossingen ontwikkelen voor gemeenten. Het publiek-private DRO consortium richt zich op digitale regie van de openbare ruimte (DRO-DMI, z.d.a.). In het DRO-programma zijn tien verschillende kansgebieden gedefinieerd. Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kansgebied Transport Equity, waarin we verkennen hoe data en digitalisering kunnen bijdragen aan een eerlijk(er) en rechtvaardig(er) mobiliteitssysteem (DRO-DMI, z.d.b.).

In het kansgebied Transport Equity is gestart met een verkenning van het vervoersarmoedeprobleem. Naast een literatuurstudie en sessies met experts is als onderdeel hiervan een kwalitatief onderzoek uitgevoerd in de gemeenten Amsterdam en Almere (zie Schalkers *et al.*, 2025). Vanuit dit kwalitatieve onderzoek zijn verschillende vervolgrichtingen voor het kansgebied gedefinieerd. Eén daarvan is het onderwerp van deze studie: Hoe brengen we de relatief kleine groep personen die de grootste mobiliteitsproblemen ervaren het beste in beeld. Om deze vraag te beantwoorden gebruiken we zowel kwalitatieve inzichten uit interviews in de gemeenten Almere en Amsterdam als de kwantitatieve inzichten uit een enquête in de provincie Flevoland om een verkeersmodel te verrijken en de juiste indicatoren en analyses te identificeren. De gecombineerde kwalitatieve en kwantitatieve aanpak helpt om het vervoersarmoedeprobleem beter te begrijpen én de omvang beter in beeld te krijgen.

In deze paper beschrijven we de belangrijkste bevindingen uit het voorafgaande kwalitatieve onderzoek (paragraaf 3), de opzet van dit onderzoek (paragraaf 4) en het kwantitatieve onderzoek waarop de aanpak gestoeld is (paragraaf 5). Vervolgens behandelen we in paragraaf 6 het modelleren van vervoersarmoede met een microscopisch vervoersvraagmodel, gevolgd door de resultaten van een toepassing van het model in de gemeente Almere (paragraaf 7) en sluiten we af met een conclusie en vervolg (paragraaf 8). Over het kwalitatieve onderzoek is ook een CVS-paper geschreven met de titel: *Een menselijke kijk op vervoersarmoede: hoe kwalitatief onderzoek de blinde vlek in verkeersdata blootlegt* (Schalkers *et al.*, 2025).

2. Samenvatting voorafgaand kwalitatief onderzoek

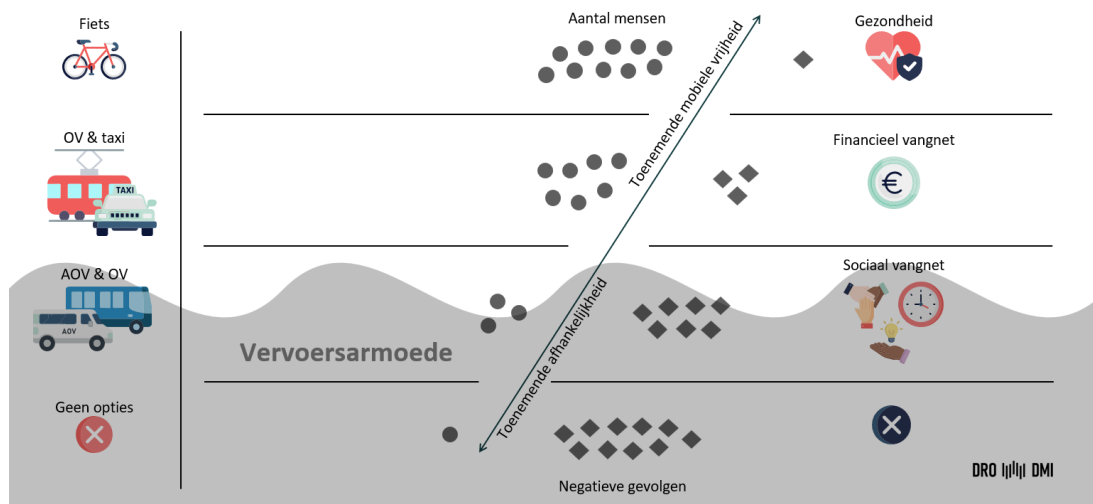
In het kwalitatieve onderzoek is gesproken met veertien deelnemers met twee of meer sociale en/of mobiliteitsrisicofactoren zoals vanuit de literatuur bekend (Lucas, 2012). De deelnemers wonen in Amsterdam of Almere of bezoeken de stad regelmatig. Daarnaast is gestreefd naar spreiding in leeftijd, geslacht en arbeidssituatie. Met deze personen is een uitgebreid diepte-interview gedaan van ongeveer 1,5 uur. Aan de hand van het framework in figuur 1 beschrijven we de hoofdinzichten uit deze interviews.

Eén van de belangrijkste inzichten is dat de fiets in de Nederlandse stedelijke context zorgt voor veel mobiele vrijheid, ook wanneer een persoon veel theoretische kenmerken van vervoersarmoede heeft.

"De tafelpoten kan je losdraaien dus die kan ik ook verhuizen met de fiets. Als je niet rijk bent moet je slim zijn." (Schalkers et al., 2025, p. 5)

Maar een goede gezondheid is geen gegeven: iemand kan situationeel, tijdelijk of permanent de mogelijkheid verliezen om te fietsen. In veel gevallen is een persoon dan aangewezen op het (aanvullend) openbaar vervoer. Het openbaar vervoer is voor mensen met beperkingen niet altijd toegankelijk. Daarnaast heeft niet iedereen de financiële middelen om met het openbaar vervoer (of met een taxi) te kunnen reizen en het aanvullend openbaar vervoer vervult lang niet altijd in de mobiliteitsbehoefte. Een goed sociaal vangnet is in deze situaties bepalend voor het behoud van mobiele vrijheid: familie en vrienden spelen dan een rol in het opvangen van ergens niet kunnen of durven komen. Helaas bestaat er ook een groep waarvoor het verplaatsen binnen de stad bijna niet te doen is zonder eigen grenzen te overschrijden.

Het framework laat schematisch zien dat het aantal mensen met een slechte mobiele vrijheid relatief gezien klein is, maar dat de negatieve gevolgen voor deze groep relatief gezien het grootst zijn. We onderscheiden mensen die vervoersongemak ervaren (bovenin het framework) en mensen die vervoersarmoede ervaren (onderin het framework). We hebben echter geen goed beeld van de aantallen mensen die zich deze groepen bevinden. Veel literatuurstudies en modellen over vervoersarmoede of het risico hierop beschrijven namelijk relatief grote groepen personen (Schalkers et al., 2025), maar om problemen goed te kunnen bestrijden, is er eerst beter inzicht benodigd om wie dit gaat.



Figuur 1 – Framework kwalitatief onderzoek (gebaseerd op Schalkers et al., 2025)

3. Opzet van dit onderzoek

Het kwalitatieve onderzoek kwam tot de conclusie dat een kleine groep de grootste problemen heeft, maar dat deze groep niet terugkomt in data en modellen. Dit onderzoek heeft daarom als focus het beter in beeld kunnen brengen van de relatief kleine groep personen met de grootste mobiliteitsproblemen. Uit het kwalitatieve onderzoek hebben we geleerd dat niet ver kunnen lopen, niet kunnen fietsen en niet zelfstandig met het openbaar vervoer kunnen reizen belangrijke verklarende variabelen zijn voor vervoersarmoede.

Ondanks dat iemand volgens de theoretische kaders vervoersarm kan zijn, biedt de fiets in de Nederlandse stedelijke context een buitenproportionele mobiliteitsvrijheid waardoor het cruciaal is om te weten of de fiets een optie is. Voor het verdiepende onderzoek hebben wij onderstaande hypothesen opgesteld:

1. Er is een significante groep Nederlanders die niet kan fietsen (a) en die groep wordt niet vertegenwoordigd in verkeersmodellen (b)
2. We kunnen realistische fietsvaardigheid (a) loopvaardigheid (b) en OV-vaardigheid (c) integreren in een (microscopisch) verkeersmodel
3. Het toevoegen van realistische fietsvaardigheid (a) loopvaardigheid (b) en OV-vaardigheid (c) geeft andere uitkomsten in verkeersmodellering

In de volgende paragrafen worden deze hypothesen één voor één beantwoord.

4. Kwantitatief onderzoek

Of iemand kan lopen, kan fietsen en zelfstandig met het openbaar vervoer kan reizen, bepaalt in grote mate de mobiele vrijheid die deze persoon ervaart. Om de eerste hypothese te kunnen beantwoorden en om deze persoonsgegevens eventueel mee te kunnen nemen in een verkeersmodel (hypothese 2), is geschikte data nodig. We zoeken daarbij naar (het liefst) landelijke data over de hoeveelheid personen.

4.1 Beschrijving ODiN data

In verkeersmodellering en -onderzoek wordt het onderzoek Onderweg in Nederland (ODiN) van het CBS vaak gebruikt als databron. Dit is het nationale mobiliteitsonderzoek onder inwoners van Nederland. Respondenten wordt gevraagd om voor één dag in het jaar aan te geven waar ze naartoe zijn gegaan, met welk doel, welk vervoermiddel ze hebben gebruikt, hoe lang de reis heeft geduurd en een aantal andere aanvullende zaken (CBS, 2024). In een verkeersmodel wordt deze data gebruikt om het reisgedrag van verschillende groepen personen af te leiden. In ODiN is veel informatie beschikbaar over auto en rijbewijsbezit, deze informatie wordt gekoppeld vanuit registers. Wat betreft de modaliteiten fietsen, lopen en openbaar vervoer wordt in de enquête gevraagd of er een elektrische fiets is in het huishouden, wat de frequentie is van het gebruik van de elektrische fiets, bus/tram/metro, trein, en wandelen buitenshuis en of een respondent in het bezit is van een studentenreisproduct of andere reiskostenvergoeding. Om vervoersarmoede goed in beeld te krijgen, is meer informatie nodig: kan iemand eigenlijk wel fietsen en heeft iemand een fiets? En hoe ver kan iemand zelfstandig lopen? Om hier toch meer zicht op te krijgen hebben we een eigen aanvullende studie uitgevoerd.

4.2 Beschrijving enquête Flevoland

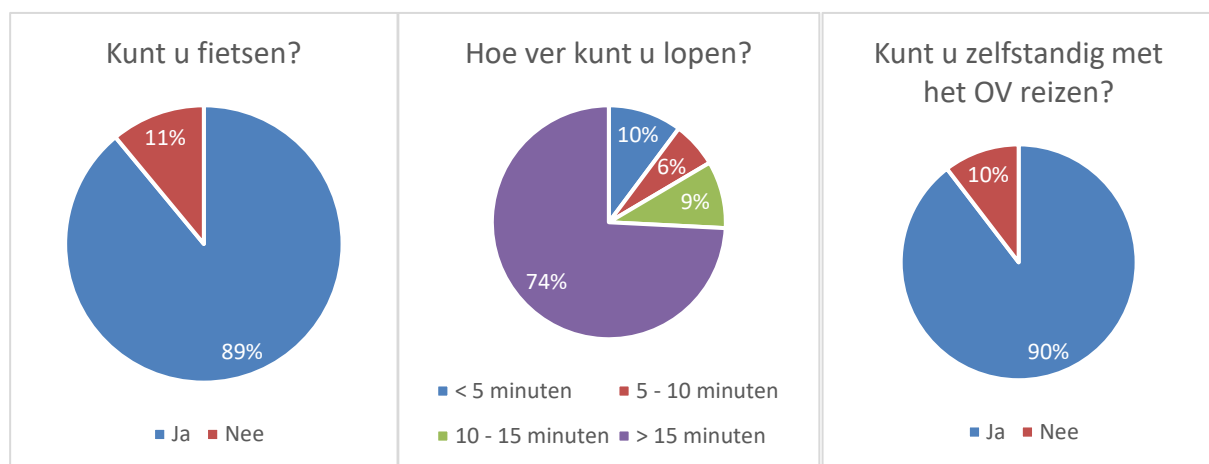
Omdat er geen geschikte alternatieve databron bekend is en om deze data toch op te halen, hebben we een enquête uitgezet in de provincie Flevoland. De enquête is uitgezet via het onderzoeksbureau KiekendiefPerspectief en is ingevuld door ruim 400 deelnemers.

In de enquête vragen we respondenten onder andere naar fietsvaardigheid, fietsbezit, loopvaardigheid en vaardigheid om zelfstandig met het openbaar vervoer te kunnen reizen. Wanneer een respondent deze vaardigheden niet heeft, wordt gevraagd wat daar de belangrijkste redenen voor zijn. Om deze enquête goed te kunnen koppelen aan het verkeersmodel en andere databronnen, zijn er naast vragen over de mobiliteitsopties van de respondent ook vragen over demografische gegevens en andere persoonlijke informatie opgenomen.

In het framework in figuur 1 is te zien dat iemands gezondheid, inkomen en sociale vangnet mede bepalend zijn voor de mate van mobiele vrijheid die een persoon ervaart. In de enquête wordt daarom ook uitgevraagd in welke mate de respondent een sociaal vangnet ervaart en of de respondent een vorm van beperking(en) heeft. Daarnaast wordt de respondent gevraagd naar het bruto jaarlijkse inkomen van zijn of haar huishouden in drie klassen: < €20.000, €20.000-€30.000, €30.000-€45.000. Respondenten met een bruto huishoudinkomen van meer €45.000 per jaar zijn uitgesloten van deze enquête. Voor meer details over de onderzoeksopzet verwijzen we naar Schalkers *et al.* (2025).

4.3 Resultaten enquête Flevoland

De vraag over fietsvaardigheid beantwoordde 11% van de respondenten met 'nee'. Als belangrijkste redenen hiervoor werden gegeven: het hebben van een fysieke aandoening (54%), het niet hebben van een fiets (16%) en het niet veilig voelen op de fiets (15%). Deze enquêteresultaten laten zien dat er een significante groep Flevolandse is die niet kunnen fietsen en dus ook niet goed vertegenwoordigd worden in verkeersmodellen.



Figuur 2 – Resultaten enquête fietsvaardigheid, loopvaardigheid en ov-vaardigheid

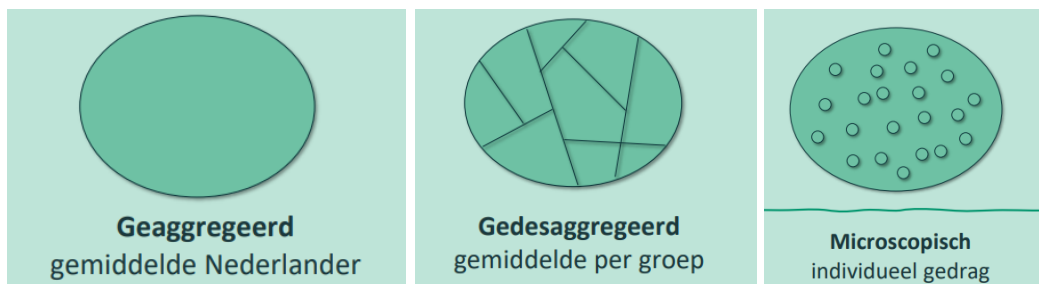
Voor loopvaardigheid en OV-vaardigheid geeft de enquête vergelijkbare inzichten. Op de vraag hoe lang kunt u comfortabel lopen antwoordde 10% '5 minuten of minder' en 6% '6 tot 10 minuten'. De vraag kunt u (zelfstandig) met het OV reizen (trein, bus, tram metro) beantwoordde 10% van de respondenten 'nee'. Ongeveer de helft hiervan kan helemaal niet met het OV, de andere helft kan dit alleen met ondersteuning. Als belangrijkste redenen hiervoor werden gegeven: het hebben van een fysieke aandoening, het is fysiek te zwaar, het is te ingewikkeld (8%) en het is te duur (24%).

5. Modelleren van vervoersarmoede

Uit de enquête bleek dat er een significante groep bestaat die niet kan fietsen, lopen en of gebruik maken van het OV. Verkeersmodellen veronderstellen echter dat iedereen kan fietsen, een fiets heeft en tot 15 minuten kan lopen om een OV-halte te bereiken. Daarnaast kan iedereen in principe gebruik maken van het OV, terwijl er een groep bestaat voor wie dit niet zo is. Daarom hebben we onderzocht of we het verschil tussen weergave en werkelijkheid kunnen verkleinen door deze aspecten wel mee te nemen in de modellering (hypothese 2).

5.1 De keuze voor Octavius: een microscopisch vervoersvraagmodel

Om fietsvaardigheid, loopvaardigheid en OV-vaardigheid op een realistische manier te kunnen integreren in een verkeersmodel, moet het verkeersmodel onderscheid kunnen maken tussen verschillende doelgroepen. In een traditioneel geaggregeerd verkeersmodel worden geen doelgroepen onderscheiden, dit type model modelleert de gemiddelde Nederlander en is niet geschikt voor het inzoomen op specifieke doelgroepen. Een ander type macromodel is een gedesaggregeerd model. Voorbeelden van dit soort modellen in Nederland zijn het LMS, VENOM en VMA. Met gedesaggregeerde modellen is het wel mogelijk om verschillende doelgroepen te onderscheiden. Dit type model rekent met een gemiddeld gedrag per doelgroep. Een beperking van gedesaggregeerde modellen is dat het aantal verschillende doelgroepen dat je kunt onderscheiden in de praktijk beperkt is. Wanneer in een gedesaggregeerd model bestaande doelgroepen verder worden opgesplitst op basis van bijvoorbeeld kenmerken zoals fietsvaardigheid, loopvaardigheid en OV-vaardigheid krijgt het model een steeds hogere rekentijd. Daarnaast moeten veel keuzemodellen aangepast worden om met extra kenmerken te kunnen rekenen. Daarom kiezen wij er in dit onderzoek voor om te werken met een microscopisch verkeersmodel. Een microscopisch verkeersmodel rekent niet met gemiddelden per groep maar modelleert individuen. Het toevoegen van extra persoonskenmerken zorgt in een microscopisch model voor bijna geen extra rekentijd.



Figuur 3 – verschillende typen verkeersmodellen

Verkeersmodellen modelleren verschillende vervoerskeuzes, denk bijvoorbeeld aan hoe vaak iemand per dag van huis gaat, waar iemand naar toe gaat, wat de locatie is van de bestemming en welke vervoerswijze iemand kiest voor de verplaatsing. De modellen modelleren in feite een hele keten aan keuzes. Voor alle keuzes in de keuzeboom worden modelparameters geschat die het gedrag van een bepaald type persoon in de keuzesituatie beschrijven. Dit werkt op een zelfde manier in een microscopisch model als in een gedesaggregeerd model. Het belangrijkste verschil is dat de keuzeboom in een micromodel per individu wordt doorlopen, waarbij in iedere keuzesituatie wordt gediscretiseerd (afgerond), en in een gedesaggregeerd model per doelgroep. In een micromodel is het hierdoor mogelijk om in te zoomen op de situatie van een specifieke synthetische persoon: alle individuen zijn door de hele keuzeboom eenvoudig te volgen. Ook kan een micromodel afhankelijkheden van eerder gemaakte keuzes (P&R, deelmobiliteit) en afhankelijkheden tussen huishoudleden (autogebruik) meenemen in de berekeningen. Voor dit onderzoek gebruiken we het verkeersmodel van Almere dat rekent met het microscopische tour-based vervoersvraagmodel Octavius.

5.2 De synthetische populatie

Een microscopisch verkeersmodel heeft als invoer een synthetische populatie nodig. De synthetische populatie is een gegenereerde dataset, die per modelzone beschrijft wat voor soort personen er in de zone wonen. De dataset vormt een realistische afspiegeling van de echte bevolking, maar de individuen zelf bestaan niet echt. Alle persoons- en huishoudkenmerken zijn gebaseerd op gemeten statistische data.

Standaard worden in de populatie synthesizer die bij Octavius gebruikt wordt, de kenmerken leeftijd, geslacht, rijbewijs, maatschappelijke participatie, aantal auto's in het huishouden, aantal personen in het huishouden en huishoudsamenstelling meegenomen. Met een algoritme (de populatie synthesizer) worden verschillende databronnen gecombineerd tot de meest waarschijnlijke populatie gegeven de data (Brederode, 2024).

Als databronnen worden CBS buurtdata, ODiN-data en MPN-data gebruikt. De CBS buurtdata beschrijft per zone het totaal aantal personen per kenmerk: bijvoorbeeld in zone 200 wonen 150 mannen en 160 vrouwen. De ODiN- en MPN-data bevatten geen aantallen per zone, maar worden gebruikt voor het bepalen van verdelingen: bijvoorbeeld over heel Almere is 10% van de bevolking een vrouw in leeftijdsklasse 18-29 jaar. Het algoritme zorgt ervoor dat de synthetische populatie zowel de totalen als de verdelingen zo goed mogelijk weerspiegelt. Merk op dat in de CBS buurtdata (of ODiN-/MPN-data) geen gekruiste informatie beschikbaar is. De CBS buurtdata bevat alleen aantallen per persoons- of huishoudkenmerk en geen informatie over combinaties van persoons- en huishoudkenmerken. De berekende synthetische populatie bevat deze gecombineerde informatie wel.

5.3 Het toevoegen van de variabelen

Op basis van de enquêteresultaten uit Flevoland hebben we aan alle synthetische personen in de synthetische populatie de kenmerken maximale looptijd, fietsvaardigheid en fietsbezit toegevoegd. In de toekomst kunnen we OV-vaardigheid op eenzelfde manier implementeren.

In de enquête zijn ook demografische gegevens en andere persoonlijke informatie uitgevraagd. Dit maakt het mogelijk om de nieuw uitgevraagde kenmerken te koppelen aan bestaande kenmerken in de synthetische populatie. Voor ieder kenmerk hebben we de correlatie met de standaard Octavius kenmerken bepaald. Vervolgens zijn de nieuwe kenmerken gekoppeld aan de synthetische populatie op basis van de bestaande kenmerken met de grootste correlaties (het sterkste verband). De maximale looptijd wordt gekoppeld op basis van maatschappelijke participatie, huishoudinkomen en aantal auto's in het huishouden. Fietsbezit wordt gekoppeld op basis van maatschappelijke participatie, huishoudinkomen en maximale looptijd. Fietsvaardigheid wordt gekoppeld op basis van maatschappelijke participatie, fietsbezit en huishoudinkomen.

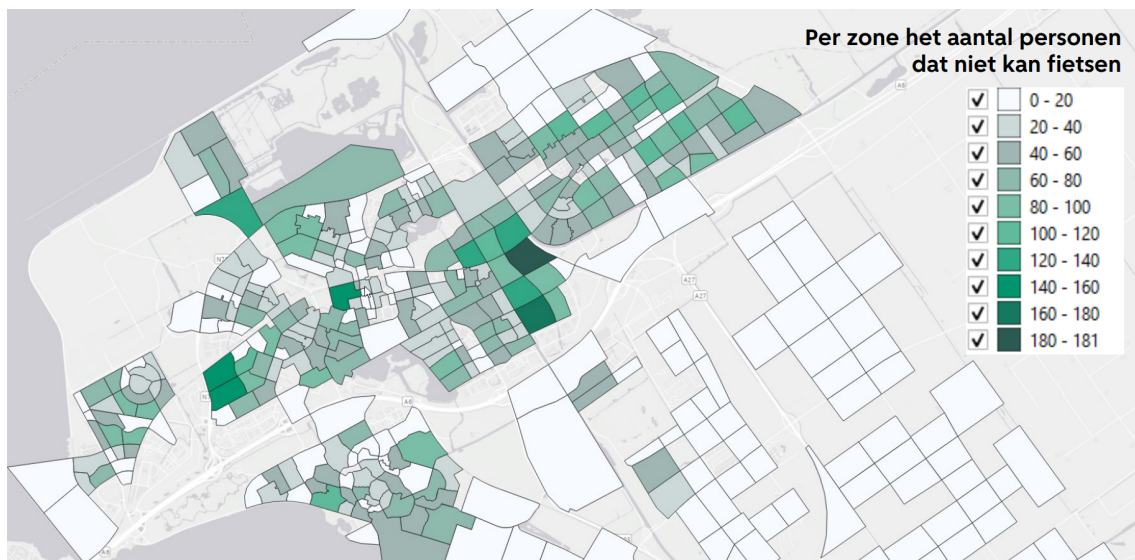
Een voorbeeld: voor het koppelen van de maximale looptijd bepalen we per groep wat voor deze groep de verdeling is over de maximale looptijd categorieën in de enquête. Voor de groep met een overige maatschappelijke participatie (niet-werkend en niet-student), huishoudinkomen onder modaal en geen auto in het huishouden is deze verdeling: 30% 5 minuten of minder, 10% 6 tot 10 minuten en 60% 11 minuten of meer. Deze verdeling wordt vervolgens toegepast op alle personen in de synthetische populatie met deze kenmerken. Bij het bepalen van de verdelingen moet voldoende data in de enquête aanwezig zijn om de verdeling op te kunnen bepalen. Als dit niet het geval is koppelen we op basis van minder kenmerken, zodat de verdelingen altijd op voldoende data zijn gebaseerd.

In het framework in figuur 1 is te zien dat naast fietsvaardigheid, maximale looptijd en OV-vaardigheid ook het inkomen van een persoon invloed heeft op de mate van mobiele vrijheid die de persoon ervaart. In dit onderzoek hebben we daarom ook het huishoudinkomen als variabele aan de synthetische populatie toegevoegd. De reden dat inkomen nog niet als standaard variabele is opgenomen in Octavius is dat de verschillende databronnen verschillende definities van inkomen hanteren. Denk hierbij bijvoorbeeld aan verschillen tussen bruto, netto, besteedbaar, gestandaardiseerd, klassenindelingen, gedefinieerde grenzen of relatieve grenzen (hoogste 10%, laagste 20% etc.).

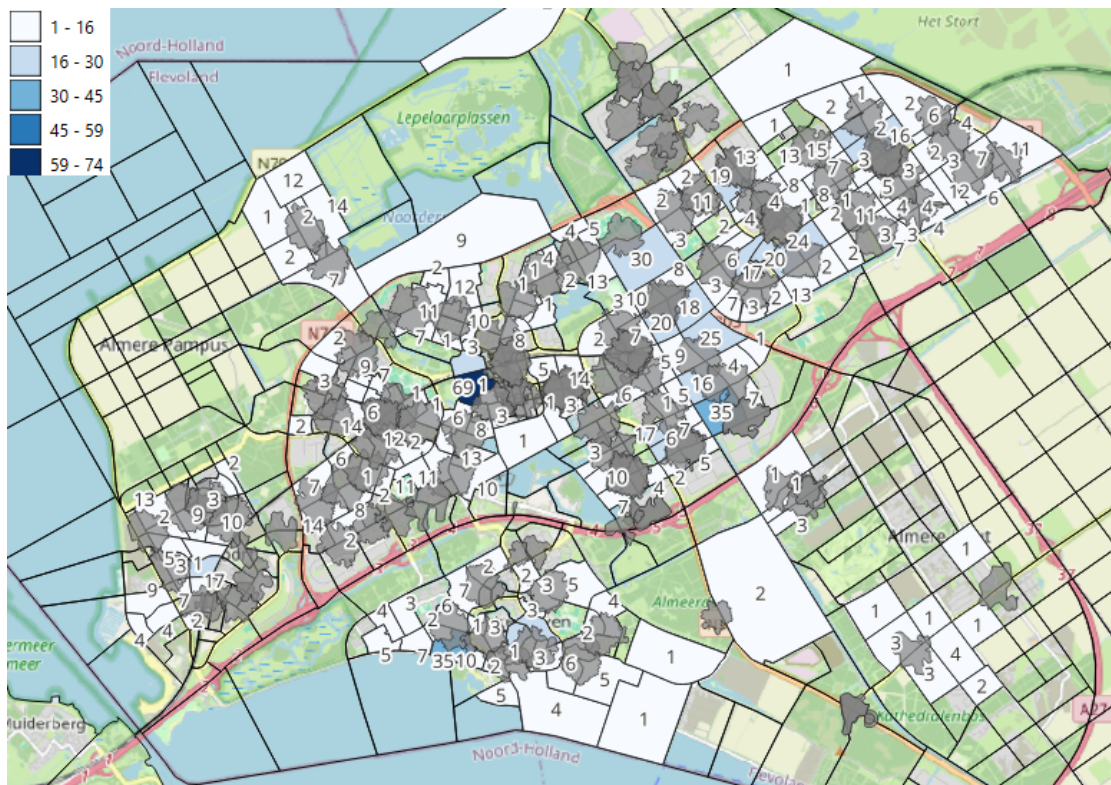
Ook is het belangrijk dat databronnen qua peiljaren zo goed mogelijk worden afgestemd, omdat grenzen zoals het sociaal minimum of modaal inkomen veranderen door de tijd heen. In dit onderzoek hebben we de verschillende definities geanalyseerd en bruikbare variabelen geselecteerd die zo goed mogelijk op elkaar aansluiten. We onderscheiden in deze studie daarom drie klassen voor huishoudinkomen: tot 120% van het sociaal minimum, onder modaal en boven modaal.

5.4 Analyses met de synthetische populatie

Het toevoegen van de nieuwe kenmerken aan de synthetische populatie maakt nieuwe analyses mogelijk. We kunnen nu in beeld brengen hoeveel mensen in een zone niet kunnen fietsen, geen fiets hebben of niet ver kunnen lopen. Deze data bestaat niet in de CBS wijk- en buurtdata, maar hebben we op basis van de verdelingen uit de enquête in Flevoland gemodelleerd. In figuur 4 is voor Almere per zone het aantal personen in beeld gebracht dat niet kan fietsen. Deze data kan ook in aandelen per zone getoond worden. De data is gemaakt als invoer voor het verkeersmodel, maar heeft al veel waarde op zichzelf doordat het laat zien waar de grootste kwetsbare groepen zich bevinden.



Figuur 4 – Aantal inwoners zonder fietsvaardigheid in Almere



Figuur 5 – Aantal inwoners met een laag inkomen, geen fietsvaardigheid buiten de 5 minuten reistijdsochronen rond OV-haltes in Almere

Het krachtige van een synthetische populatie is dat het mogelijk wordt om analyses te doen op combinaties van persoons- en huishoudenkenmerken. Bijvoorbeeld: waar wonen ouderen met een laag inkomen? Of waar wonen mensen die niet kunnen fietsen en geen auto hebben? Als voorbeeld hebben we in Almere in beeld gebracht waar personen wonen met een laag inkomen die maximaal 5 minuten kunnen lopen (zie figuur 5). Deze informatie hebben we gecombineerd met reistijdsochronen van 5 minuten rondom bushaltes. Per zone is nu inzichtelijk waar in een zone je verder moet lopen dan 5 minuten om de bushalte te bereiken. In zones waar ook veel mensen wonen die maximaal 5 minuten kunnen lopen kan nagedacht worden over mitigerende maatregelen zoals strategisch geplaatste bankjes op routes naar de bushalte.

5.5 Het modelleren van fietsvaardigheid, fietsbezit en loopvaardigheid

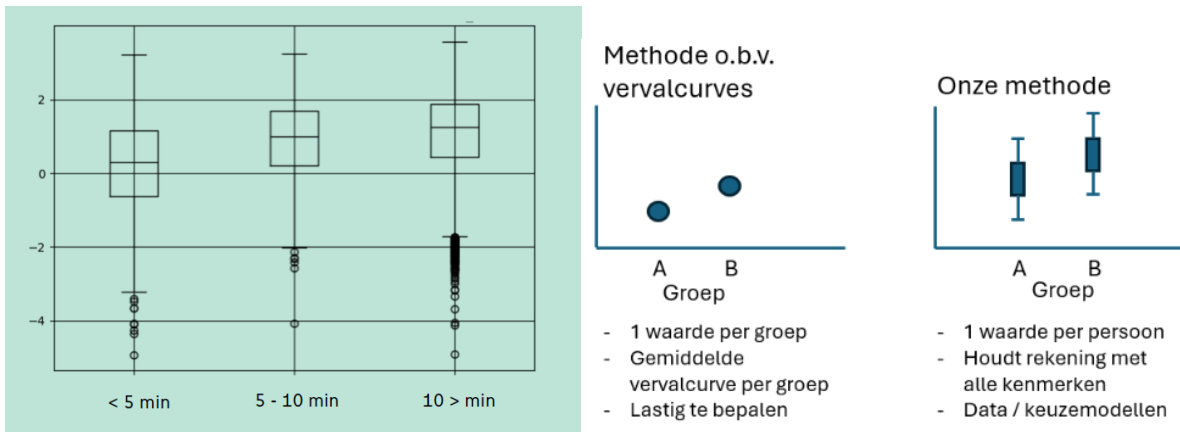
Na het toevoegen van fietsvaardigheid, fietsbezit en loopvaardigheid aan de synthetische populatie kunnen we in het Octavius model rekening houden met deze kenmerken. Wanneer een persoon geen fiets heeft of niet kan fietsen wordt de fiets uitgesloten als modaliteitsoptie. Daarnaast wordt rekening gehouden met de maximale looptijd van een persoon in het model bij de haltekeuze in het openbaar vervoer. Op eenzelfde manier zouden we voor een persoon die niet zelfstandig met het openbaar vervoer kan, het openbaar vervoer uit kunnen sluiten als modaliteitsoptie. De nieuwe kenmerken beïnvloeden dus de beschikbare keuzealternatieven van de synthetische persoon. Op deze manier is het mogelijk om op een realistische manier fietsvaardigheid, loopvaardigheid en OV-vaardigheid te integreren in Octavius.

5.6 Bereikbaarheid in beeld

Bereikbaarheidsanalyses zijn de meest gebruikelijke manier om vervoersarmoede te meten (Voorhorst, Krol en Koopal, 2023).

De twee meest voorkomende analyses zijn: het berekenen van het aantal bereikbare functies (banen, winkels etc.) binnen een gegeven tijd, afstand of kosten en het berekenen van de hoeveelheid potentieel bereikbare functies op basis van vervalcurves. Voor verschillende doelgroepen kan een andere vervalcurve toegepast worden (zoals bijvoorbeeld in IKOB), maar om een curve te kunnen schatten moet de doelgroep voldoende groot zijn en in dit onderzoek zijn we juist geïnteresseerd in de bereikbaarheid van relatief kleine doelgroepen. Om ook de bereikbaarheid van deze doelgroepen in beeld te krijgen maken we gebruik van de berekeningen die in een microscopisch model gemaakt worden. In een microscopisch verkeersmodel wordt bij het kiezen van een bestemming voor een gegeven motief en bij het kiezen van de vervoerswijze, per persoon berekend hoe groot de kwaliteit van alle reisopties is die deze persoon heeft. Hierbij worden de aantrekkelijkheid van de keuzeopties, het aantal keuzeopties en persoonlijke voorkeuren meegenomen. Voor een verplaatsing naar de winkel wordt bijvoorbeeld meegenomen of een bestemmingszone veel of weinig winkels heeft en of de persoon maar één of verschillende winkelgebieden kan bereiken. Daarnaast wordt afhankelijk van het type persoon een langere reistijd naar de winkel ook anders gewaardeerd. De kwaliteit van alle reisopties samen wordt beschreven in de logsum. Deze bereikbaarheidsmaat hebben wij gebruikt in onze analyses.

Meestal wordt het verschil in de bereikbaarheid van een functie tussen zones met elkaar vergeleken met bereikbaarheidskaarten. In een bereikbaarheidskaart wordt per zone de gemiddelde bereikbaarheid in beeld gebracht, eventueel voor een specifieke doelgroep. Om een beter beeld te krijgen van vervoersarmoede, kijken wij in deze studie niet alleen naar de gemiddelde bereikbaarheid van een doelgroep maar brengen we binnen de doelgroep ook de spreiding in beeld. Dit is mogelijk omdat het microscopische verkeersmodel voor ieder individu in het model de logsum uitrekent. Een logische manier om de spreiding binnen een doelgroep weer te geven is met een boxplot. In figuur 6 wordt de bereikbaarheid voor het motief winkel in Almere vergeleken voor doelgroepen met een verschillende maximale looptijd. Per categorie is een boxplot gemaakt, die onderling kunnen worden vergeleken. De boxplot geeft de spreiding van de logsum binnen de doelgroep weer, hoe hoger in de boxplot hoe beter de bereikbaarheid. Merk op dat het niet te zeggen is vanaf welke waarde van de logsum de bereikbaarheid goed of slecht is; Verdelingen kunnen alleen ten opzichte van elkaar vergeleken worden (dit geldt ook voor andere bereikbaarheidsmaten). In het voorbeeld is te zien dat voor de groep die maximaal 5 minuten kan lopen de mediaan (horizontale lijn), de box (met 50% van de data) en de onderkant van de boxplot lager liggen dan voor de andere groepen. De bereikbaarheid van winkel is voor veel personen in deze doelgroep dus relatief laag, maar er is ook deel dat dichtbij genoeg woont om geen lagere bereikbaarheid te ervaren. We zien bij alle drie de doelgroepen alleen uitschieters aan de onderkant. Dit zijn individuen met relatief gezien een slechte bereikbaarheid. Boxplots kunnen niet alleen gebruikt worden om de bereikbaarheid van verschillende doelgroepen met elkaar te vergelijken, maar ook om bijvoorbeeld de bereikbaarheid in verschillende gebieden te vergelijken.



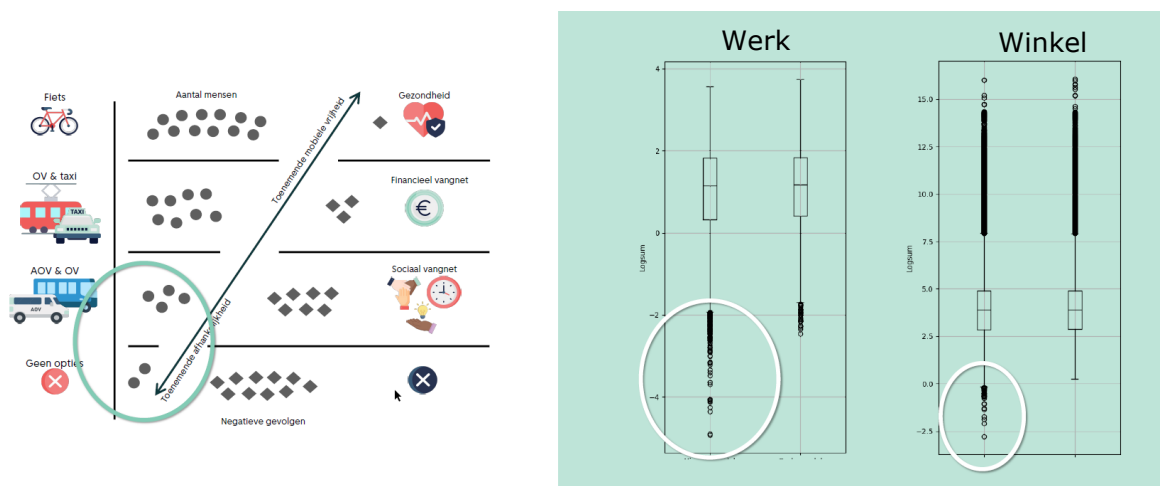
Figuur 6 (links) – Boxplot bereikbaarheid per maximale looptijd categorie in Almere
Figuur 7 (rechts) – Vergelijking afstandsvervalcurves en boxplots o.b.v. micromodel

Merk op dat de spreiding binnen een doelgroep met een vervalcurve niet te bepalen is, omdat een vervalcurve voor de hele doelgroep hetzelfde is. In figuur 7 zijn de verschillen tussen de twee bereikbaarheidsmaten in beeld gebracht.

6. Resultaten modelleringstudie

6.1 Vergelijking model met en zonder de nieuwe variabelen

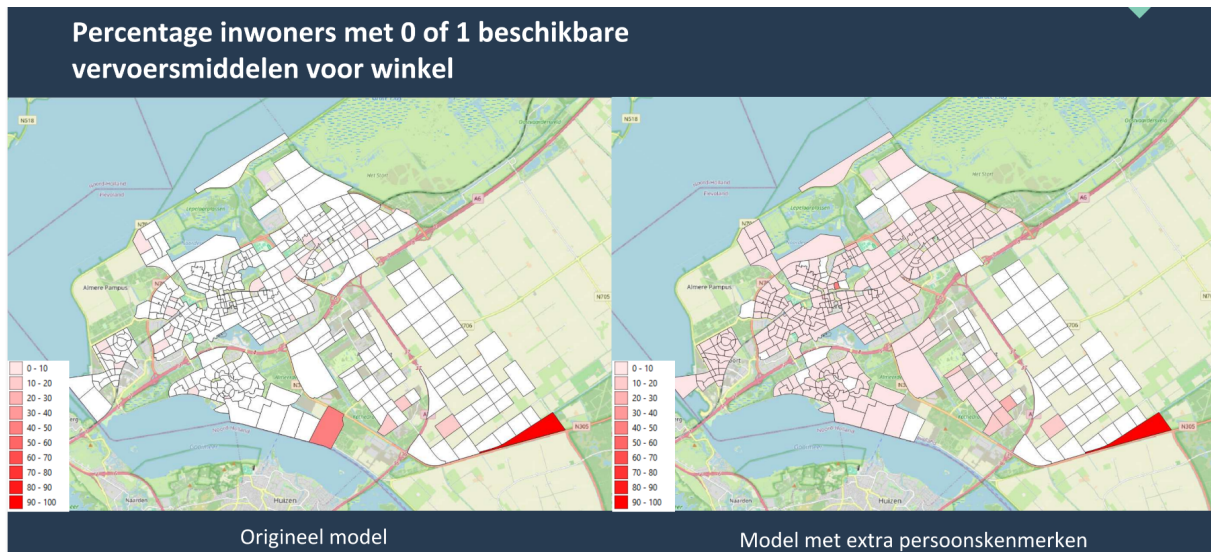
Om na te gaan wat het effect is van het toevoegen van realistische fietsvaardigheid, fietsbezit en maximale looptijd aan het model, vergelijken we de bereikbaarheid over de hele populatie voor en na het toevoegen van en rekening houden met deze variabelen in het model. In figuur 8 is te zien dat zowel voor het motief werk als voor het motief winkel de bereikbaarheid voor de meeste personen in de twee modelruns gelijk blijft: de boxplots verschillen nauwelijks. Echter in het model met de extra persoonskenmerken zien we meer uitschieters naar een relatief lage bereikbaarheid. Dit is precies wat we verwachten. Het toevoegen van de nieuwe variabelen zorgt ervoor dat mensen die niet ver kunnen lopen of niet kunnen fietsen en daardoor een slechtere bereikbaarheid hebben, beter worden gerepresenteerd in het model.



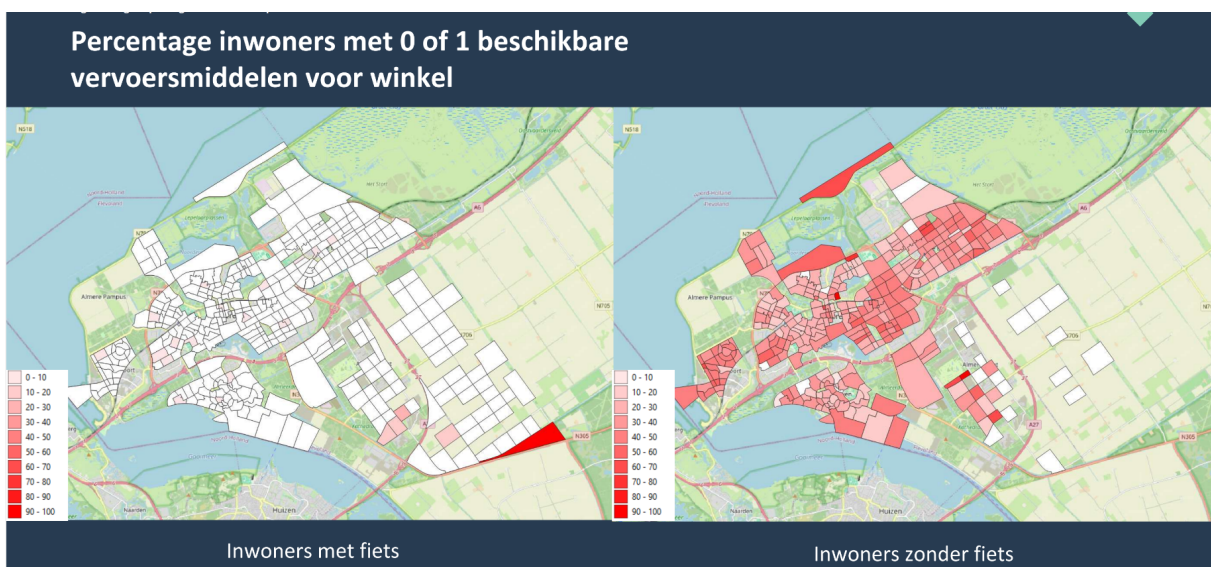
Figuur 8 – Boxplots voor werk en winkel, model met extra kenmerken (links) vs origineel model (rechts)

In figuur 9 hieronder is per zone in beeld gebracht welk aandeel inwoners in de zone één of minder reisopties heeft naar een winkel.

In het model met de extra persoonskenmerken zijn er veel zones waar dit aandeel hoger ligt dan in het originele model. Door het toevoegen van de extra kenmerken wordt rekening gehouden met het feit dat sommige mensen geen fiets hebben, niet kunnen fietsen of niet ver genoeg kunnen lopen naar een bushalte of station. In figuur 10 worden inwoners met en zonder fiets in het model met de extra persoonskenmerken met elkaar vergeleken, te zien is dat inwoners zonder fiets veel vaker één of minder reisopties naar de winkel hebben.



Figuur 9 – Vergelijking aandeel inwoners met 0 of 1 beschikbare vervoersmiddelen naar de winkel, origineel model vs model met extra kenmerken



Figuur 10 – Vergelijking aandeel inwoners met 0 of 1 beschikbare vervoersmiddelen naar de winkel, model met extra kenmerken, inwoners met fiets vs inwoners zonder fiets

Figuur 8, 9 en 10 illustreren dat het integreren van realistische fietsvaardigheid en loopvaardigheid in verkeersmodellering relevant is. De analyses laten namelijk zien dat het toevoegen van deze kenmerken zorgt voor de mogelijkheid om de vervoersopties van mensen nauwkeuriger in beeld te brengen.

6.2 Het effect van maatregelen op doelgroepen in beeld

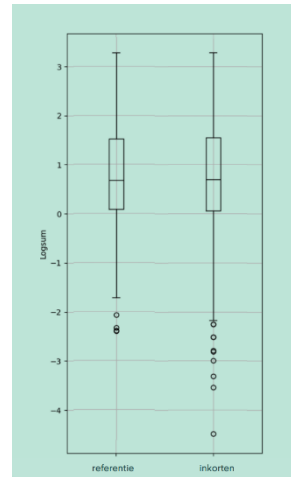
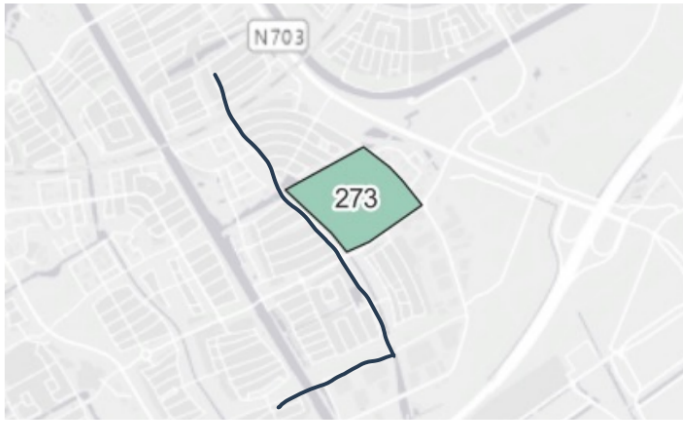
Om goed beleid te kunnen maken is het belangrijk om inzicht te hebben in het effect van beleidsmaatregelen. Het interessante van het in beeld brengen van de bereikbaarheid van verschillende doelgroepen op basis van een microscopisch verkeersmodel, is dat verkeersmodellen niet alleen de huidige situatie beschrijven, maar juist ook bedoeld zijn om scenario's mee door te rekenen. Een verkeersmodel kan de effecten berekenen van veranderingen in bijvoorbeeld aantallen inwoners of arbeidsplaatsen in een zone, verschillen in de infrastructuur of wijzigingen in het mobiliteitsbeleid. Door het integreren van de nieuwe variabelen in het microscopische verkeersmodel, is het mogelijk om inzichtelijk te maken wat de effecten zijn van voorgenomen beleid op de bereikbaarheid van mensen die bijvoorbeeld niet ver kunnen lopen of geen fiets hebben.

Tabel 1 – Opties per situatie in het verkeersmodel

Reisopties zone 273 – centrum Almere	Referentiesituatie verkeersmodel	Referentiesituatie aangepast model	Scenario ingekorte buslijn
Persoon met loopvaardigheid en fietsvaardigheid	fiets – trein en lopen - bus	fiets – trein en lopen - bus	fiets – trein en lopen - bus
Persoon zonder fietsvaardigheid die max. 5 minuten kan lopen	fiets – trein en lopen - bus	Lopen – bus	-

In figuur 11 en tabel 1 is een voorbeeldscenario uitgewerkt. In dit scenario wordt de buslijn M8 in de wijk Tussen de Vaarten Zuid in Almere ingekort, waardoor de bus niet meer langs zone 273 komt. Vanuit deze zone kun je op twee manier met het openbaar vervoer naar het centrum van Almere reizen: eerst fietsen en dan met de trein of eerst lopen (< 5 minuten) en dan met de bus. Bekijken we de situatie voor een persoon die niet kan fietsen en minder dan 5 minuten kan lopen, dan heeft deze persoon in de referentiesituatie één optie om naar het centrum te reizen: eerst lopen en dan met de bus.

Wanneer in het scenario de buslijn wordt ingekort en niet meer langs zone 273 komt, kunnen inwoners uit zone 273 alleen nog naar een bushalte verderop lopen (> 5 minuten). Hierdoor heeft de persoon geen mogelijkheden meer om naar het centrum te reizen. Wanneer we de bereikbaarheid van de inwoners van zone 273 vergelijken in de referentiesituatie ten opzichte van het scenario zien we dit terug: in het scenario zijn er meer uitschieters aan de onderkant van de boxplot. Dit zijn synthetische personen die geen of slechtere reismogelijkheden hebben dan voorheen. Het is mogelijk om de bijbehorende synthetische personen op te zoeken in het model om de specifieke situatie van deze personen te analyseren. Een interessante analyse is ook om te berekenen hoeveel personen helemaal geen reisopties meer hebben door het inkorten van de buslijn. Dit soort scenario analyses geeft beleidsmakers de mogelijkheid om het effect van maatregelen op verschillende doelgroepen te analyseren.



Figuur 11 – Scenario inkorting buslijn M8 in de wijk Tussen de Vaarten Zuid in Almere

7. Conclusie en vervolg

7.1 Conclusie

In deze paper hebben we aan de hand van drie hypothesen onderzocht hoe we de relatief kleine groep personen met de grootste mobiliteitsproblemen het best in beeld kunnen brengen met een verkeersmodel. In deze paragraaf geven we een beknopt overzicht van de onderzoeksresultaten per hypothese.

Hypothese 1: *Er is een significante groep Nederlanders die niet kan fietsen (a) en die groep wordt niet vertegenwoordigd in verkeersmodellen (b)*

Uit het kwalitatieve onderzoek in de gemeente Amsterdam (Schalkers *et al.*, 2025) (paragraaf 2) hebben we geleerd dat of iemand kan lopen, kan fietsen, een fiets heeft en zelfstandig met het openbaar vervoer kan reizen, in grote mate de mobiele vrijheid bepaalt die deze persoon ervaart. Omdat er geen landelijke data beschikbaar is over de hoeveelheid personen met geen of beperkte fietsvaardigheid, loopvaardigheid of OV-vaardigheid hebben we een kwantitatief onderzoek uitgezet in de provincie Flevoland (paragraaf 4). De vraag kunt u fietsen beantwoordde 11% van de respondenten met 'nee'. Door gebrek aan landelijke data gaan verkeersmodellen ervanuit dat iedereen kan fietsen en een fiets heeft. We kunnen dus concluderen dat er een significante groep Flevolandse en waarschijnlijk ook Nederlandse is die niet kan fietsen en dat die groep niet goed vertegenwoordigd wordt in verkeersmodellen.

Hypothese 2: *We kunnen realistische fietsvaardigheid (a) loopvaardigheid (b) en OV-vaardigheid (c) integreren in een (microscopisch) verkeersmodel*

Om fietsvaardigheid, fietsbezit, loopvaardigheid en OV-vaardigheid toe te kunnen voegen aan een verkeersmodel moet het verkeersmodel op een efficiënte manier doelgroepen kunnen onderscheiden. In dit onderzoek is daarom gekozen voor het toepassen van een microscopisch verkeersmodel (paragraaf 5). Op basis van de enquête in Flevoland zijn de extra persoonskenmerken toegevoegd aan de synthetische populatie. Vervolgens is in het verkeersmodel rekening gehouden óf en hoe ver synthetische personen kunnen lopen en fietsen, door de beschikbare modaliteitsopties op de juiste manier aan te passen. Op deze manier is het mogelijk om op een realistische manier fietsvaardigheid en loopvaardigheid te integreren in het microscopische verkeersmodel. OV-vaardigheid kan in de toekomst op eenzelfde manier geïmplementeerd worden.

Hypothese 3: *Het toevoegen van realistische fietsvaardigheid (a) loopvaardigheid (b) en OV-vaardigheid (c) geeft andere uitkomsten in verkeersmodellering*

Het toevoegen van de nieuwe variabelen zorgt ervoor dat mensen die niet ver kunnen lopen, geen fiets hebben of niet kunnen fietsen en daardoor een slechtere bereikbaarheid hebben, beter worden gerepresenteerd in het model. Om dit inzichtelijk te maken kijken we in deze studie niet alleen naar de gemiddelde bereikbaarheid van een doelgroep maar brengen we binnen de doelgroep ook de spreiding in beeld (paragraaf 6). Dit is mogelijk omdat het microscopische verkeersmodel voor ieder individu in het model de bereikbaarheid berekent, afhankelijk van de persoonskenmerken. In figuur 8 is te zien dat het toevoegen van de variabelen geen effect heeft op de gemiddelde bereikbaarheid in het model, maar we zien wel verschillen als we kijken naar de uitschieters in de spreiding. Dit zijn synthetische personen die, doordat ze niet ver kunnen fietsen of lopen, een slechtere bereikbaarheid hebben dan waar in het originele model vanuit werd gegaan. Ook binnen doelgroepen kunnen grote verschillen bestaan in bereikbaarheid; Voor iemand die niet kan fietsen en niet ver kan lopen maakt het bijvoorbeeld erg uit of deze persoon vlak naast een station of bushalte woont of erg afgelegen. In de vervoersarmoede context is het in beeld brengen van spreiding daarom erg belangrijk. Er kan dus geconcludeerd worden dat de uitkomsten anders zijn afhankelijk van het niveau waarop naar de resultaten gekeken wordt.

7.2 Vervolg

Dit onderzoek heeft verschillende nieuwe analysemogelijkheden van beleidsmaatregelen opgeleverd waar beleidsmakers wat aan hebben. Binnen DRO willen we deze instrumenten verder ontwikkelen. Door in gesprek te gaan met beleidsmakers onderzoeken we wat er nodig is om de analysemogelijkheden aan te laten sluiten op verschillende concrete beleidsvragen rondom vervoersarmoede en proberen we de harde grens tussen de twee werelden van de verkeersmodellering en het sociale domein te doorbreken.

De synthetische populatie met extra kenmerken is eenvoudig beschikbaar te maken voor andere gemeentes. De dataset is landelijk op CBS wijk-/buurniveau te genereren en eventueel ook voor andere zoneringen. Aandachtspunt is dat de nieuwe persoonskenmerken op dit moment gebaseerd zijn op de enquête in Flevoland en dat Flevoland op diverse punten anders is dan de rest van Nederland (bijvoorbeeld weinig studenten, grotere auto-afhankelijkheid en veiligere fietspaden). Met de synthetische populatie is het mogelijk om inzicht te krijgen in waar specifieke doelgroepen wonen. Daarbij kunnen alle combinaties van persoons- en huishoudkenmerken inclusief de nieuw toegevoegde kenmerken als doelgroep gekozen worden. Een toepassing zou bijvoorbeeld kunnen zijn: waar wonen veel mensen met een laag inkomen die niet kunnen fietsen en geen auto hebben? Hiervoor hopen we naast Almere ook andere gemeentes te kunnen betrekken bij de doorontwikkeling.

Nu de hypothesen bewezen zijn is, een mogelijk vervolg om te onderzoeken of de Flevolandse onderzoeksvragen landelijk uitgevraagd kunnen worden in een panel of bestaand onderzoek zoals ODiN, zodat er een landelijk representatief beeld kan worden verkregen van de moeilijkheden die mensen ervaren.

Daarnaast gaan we starten met het toepassen en testen van het aangepaste model om effecten van concrete maatregelen in beeld te brengen en willen we inhoudelijk het model verbeteren door de ook de mogelijkheid tot zelfstandig gebruikmaken van het OV op te nemen als eigenschap.

8. Referenties

Brederode, L.J.N. (2024) *Octavius - Goudappels framework voor microscopische vervoersvraagmodellering*. Beschikbaar op:

<https://www.slideshare.net/slideshow/octavius-goudappels-framework-voor-microscopische-vervoersvraagmodellering/267905611#14>

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) (2024) *Onderweg in Nederland (ODiN) – 2023: Onderzoeksbeschrijving*. Den Haag/Heerlen: CBS. Beschikbaar op:

<https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/rapportages/2024/onderweg-in-nederland--odin---2023-onderzoeksbeschrijving/2-onderweg-in-nederland--odin--> (Geraadpleegd op: 16 juli 2025).

CROW (2025) *CoP Brede welvaart: hoe houd je mobiliteit voor iedereen op peil?*.

Beschikbaar op: <https://www.crow.nl/actueel/verslag-cop-hoe-houd-je-mobiliteit-voor-iedereen-op-peil/> (Geraadpleegd op: 22 augustus 2025)

DRO-DMI (z.d.a.) *Over DRO-DMI*. Beschikbaar op: <https://dro-dmi.nl/#over>

(Geraadpleegd op: 15 juli 2025).

DRO-DMI (z.d.b.) *Transport Equity*. Beschikbaar op: [https://dro-](https://dro-dmi.nl/kansgebieden/transport-equity/)

[dmi.nl/kansgebieden/transport-equity/](https://dro-dmi.nl/kansgebieden/transport-equity/) (Geraadpleegd op: 15 juli 2025).

Kiekendief Perspectief. (z.d.) *Kiekendief Perspectief*. Beschikbaar op:

<http://www.kiekendiefperspectief.nl/> (Geraadpleegd op: 17 juli 2025).

Lucas, K. (2012) 'Transport and social exclusion: a framework for analysing social disadvantage', *Journal of Transport Geography*, 21, pp. 36–42.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2025) *Bereikbaarheid op peil:*

Kabinetsstandpunt over bereikbaarheid behouden en verbeteren. Beschikbaar op:

<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-1187176.pdf> (Geraadpleegd op 22 augustus 2025).

Schalkers, E.M. *et al.* (2025, ingediend) 'Een menselijke kijk op vervoersarmoede: hoe kwalitatief onderzoek de blinde vlek in

verkeersdata blootlegt', *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk*. Groningen, 20-21 november 2025.

Voorhorst, J.B., Krol, L. en Koopal, R.J. (2023) 'Vervoersarmoede in beeld brengen met verkeersmodellen', *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk*. Brussel, 23-24

november. Beschikbaar op [https://www.cvs-](https://www.cvs-congres.nl/e2/site/cvs/custom/site/upload/file/paper_search/2023/vervoersarmoede_in)

[congres.nl/e2/site/cvs/custom/site/upload/file/paper_search/2023/vervoersarmoede_in_beleid_bringen_met_een_verkeersmodel.pdf](https://www.cvs-congres.nl/e2/site/cvs/custom/site/upload/file/paper_search/2023/vervoersarmoede_in_beleid_bringen_met_een_verkeersmodel.pdf)