

|               |                                                             |
|---------------|-------------------------------------------------------------|
| Opdrachtgever | SIVMO                                                       |
| Datum         | 19 mei 2025                                                 |
| Auteur        | Luuk Brederode, Lara Witte, Jesse Voorhorst en Hans Huisman |
| Kenmerk       | 019125.20250402.N1.02                                       |
| Status        | Definitief                                                  |
| Pagina        | 1/17                                                        |

## Inventarisatie onderzoek toedelingsmodellen fiets en OV

In opdracht van het netwerk Samenwerking en Innovatie van Verkeers- en vervoersmodellen (SIVMO) onderzoekt Goudappel bv welke verbeteringen op het gebied van fiets- en OV-routekeuzemodellering gewenst, mogelijk en kansrijk zijn. Deze notitie beschrijft de inventarisatiefase binnen het project, waarin de huidige praktijk, de stand van de wetenschap en de behoeften die leven onder de SIVMO-partners in kaart zijn gebracht. Als vervolg op de inventarisatiefase zullen we een advies geven en enkele verbeteringen testen in een proof of concept. Dit zal in een aparte notitie worden gedocumenteerd.

### 1. Inleiding

In de inventarisatiefase ligt de nadruk op de Nederlandse modellen en onderzoeken, maar kijken we, waar relevant, ook naar methodes uit het buitenland.

In deze notitie focussen we ons allereerst op de routekeuzemodellering voor de fiets (hoofdstuk 2), gevolgd door OV-modellering (hoofdstuk 3). De hoofdstukken 2 en 3 zijn beide gelijkwaardig van opzet. De eigenschappen van en verschillen tussen de gebruikte technieken in diverse vigerende verkeersmodellen worden beschreven in de eerste paragraaf. In paragraaf 2 worden de behoeftes van de SIVMO-partners beschreven op basis van een enquête en interviews. Vervolgens wordt in paragraaf 3 de state-of-the-art op het gebied van de toedeelmethode, met name rondom de wensen van de SIVMO-partners, in kaart gebracht. Om een volledig beeld van de state-of-the-art te krijgen zijn ook verschillende experts geïnterviewd waarvan de conclusies zijn opgenomen in paragraaf 4. Ten slotte vat paragraaf 5 wensen en aanbevelingen buiten de projectscope kort samen.

## 2. Inventarisatie routekeuzemodellering fiets

### 2.1 Best practices

Tabel 1 geeft een overzicht van de toedeelmethodeken die in de praktijk worden toegepast bij het modelleren van fietsroutekeuze. De meeste verkeersmodellen in Nederland maken gebruik van alles-of-niets-toedelingen voor het fietsverkeer, waarbij het merendeel één kostenfunctie gebruikt met alleen reistijd. V-MRDH en VRU hebben drie verschillende kostenfuncties gebruikt (kortste route, snelste route en een route gebaseerd op deels tijd en deels afstand) waarbij telkens een derde van het verkeer wordt toegedeeld. Afwijkende modellen in Nederland zijn StraVem dat een stochastische toedeling gebruikt (waarschijnlijk (Burrell, 1968), al wordt dat niet expliciet genoemd) en het VMA en VENOM die een logit model toepassen op een routeset bestaande uit de 5 kortste paden, ieder gegenereerd met een andere kostenfunctie. Door gebruik van logit is de kans op het gebruik van een route niet simpelweg een vijfde, maar afhankelijk van de aantrekkelijkheid van de routes, al wordt hierbij niet gecorrigeerd voor route-overlap, waardoor de aantrekkelijkheid van overlappende routes in deze modellen overschat wordt.

| Model(len)                                                            | Toedeelmethode                                                         | Routealternatieven                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| BBMA, Zwolle, Purmerend, Arnhem-Nijmegen, Midden-Holland <sup>1</sup> | alles-of-niets                                                         | kortste pad o.b.v. tijd                                                      |
| V-MRDH, VRU, Drechtsteden, RVMO, Holland-Rijnland, Limburg            | alles-of-niets voor 3 verschillende kostenfuncties                     | kortste pad per kostenfunctie                                                |
| LMS/NRM, 4G                                                           | alles-of-niets, alleen bereikbaarheid (skim/LOS)                       | alleen kortste pad o.b.v. tijd                                               |
| StraVem                                                               | stochastische toedeling standaardinstellingen Visum                    |                                                                              |
| VMA/ VENOM                                                            | logit model voor (5) kortste paden o.b.v. verschillende kostenfuncties | kortste pad per kostenfunctie                                                |
| Gent                                                                  | alles-of-niets                                                         | kortste pad o.b.v. kostenfunctie met verschillende componenten (zie tabel 2) |
| London (Cynemon)                                                      | Onbekend                                                               | Onbekend                                                                     |

Tabel 1: Overzicht toedeelmethodeken fiets per verkeersmodel<sup>2</sup>

Het LMS en NRM gebruiken een alles-of-niets-toedeling om de bereikbaarheid te bepalen (skimmen/Level of Service bepalen) maar delen fiets niet toe (omdat er geen basismatrices zijn). Dit geldt ook voor het Vlaamse 4G-model.

<sup>1</sup> Het model van Midden-Holland is ten tijde van schrijven nog in ontwikkeling

<sup>2</sup> Deze tabel is gevuld met de beschikbare informatie in technische rapportages

De verklarende variabelen die gebruikt worden om de routes te genereren en te kiezen zijn weergegeven in tabel 2.

Uit dit overzicht blijkt dat de reistijd en afstand in ieder model in enige vorm meespelen. Kruispuntvertragingen zijn in sommige modellen niet meegenomen en worden in andere modellen meegenomen als een gemiddelde per kruispunttype of door het aantal per kilometer mee te nemen in de bepaling van de snelheid. Fietsvoorziening (bijv. vrijliggend fietspad of fietsstroken) of hoofdroutes worden in veel modellen meegenomen in de snelheid, maar niet in alle. Het soort wegdek komt alleen terug in het BBMA, VMRDH en enkele niet-SIVMO modellen. De stedelijkheid van de omgeving van een weg speelt alleen binnen VRU, StraVem en LMS/NRM ook een rol via de snelheid. De volgende variabelen komen alleen buiten de SIVMO-modellen voor: hellingsgraad (in sommige SIVMO-modellen beperkt), intensiteit of snelheid van het autoverkeer, de aanwezigheid van bussen of tramrails en de breedte van fietspaden.

| Model(len)                                               | (vrije) reistijd | afstand         | Kruispuntvertraging | Fietsvoorziening | Wegdek          | Hoofdroutes     | Hellingsgraad   | Stedelijkheid   | Bochtigheid | Intensiteit autoverkeer | Aanwezigheid tramrails | Breedte fietspad | Snelheid wegverkeer | Aanwezigheid busstrook |
|----------------------------------------------------------|------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------------------|------------------------|------------------|---------------------|------------------------|
| BBMA, Zwolle, Purmerend, Arnhem-Nijmegen, Midden-Holland | ja               | ja <sup>1</sup> |                     | ja <sup>2</sup>  | ja <sup>2</sup> | ja <sup>2</sup> |                 |                 |             |                         |                        |                  |                     |                        |
| VMRDH                                                    | ja               | ja <sup>1</sup> | ja <sup>3</sup>     | ja <sup>2</sup>  | ja <sup>2</sup> | ja <sup>2</sup> |                 | ja <sup>2</sup> |             |                         |                        |                  |                     |                        |
| VRU                                                      | ja               | ja <sup>1</sup> | ja <sup>3</sup>     | ja <sup>4</sup>  |                 | ja <sup>4</sup> |                 | ja <sup>2</sup> |             |                         |                        |                  |                     |                        |
| LMS/NRM                                                  | ja               | ja <sup>1</sup> |                     |                  |                 |                 |                 | ja <sup>2</sup> |             |                         |                        |                  |                     |                        |
| StraVem                                                  | ja               | ja <sup>1</sup> | ja <sup>5</sup>     |                  |                 | ja <sup>4</sup> |                 | ja <sup>2</sup> |             |                         |                        |                  |                     |                        |
| VMA/ VENOM                                               | ja <sup>6</sup>  | ja              | ja <sup>7</sup>     |                  |                 |                 |                 |                 |             |                         |                        |                  |                     |                        |
| Drechtsteden, RVMO                                       | ja               | ja <sup>1</sup> |                     | ja <sup>2</sup>  | ja <sup>2</sup> | ja <sup>2</sup> |                 | ja <sup>2</sup> |             |                         |                        |                  |                     |                        |
| Holland-Rijnland                                         | ja               | ja              | ja <sup>3</sup>     | ja <sup>2</sup>  |                 |                 |                 |                 |             |                         |                        |                  | ja <sup>2</sup>     |                        |
| Limburg                                                  | ja               | ja              | ja <sup>3</sup>     | ja <sup>2</sup>  |                 |                 | ja <sup>2</sup> |                 |             |                         |                        |                  | ja <sup>2</sup>     |                        |
| 4G (Vlaanderen)                                          | ja               | ja              |                     | deels            |                 |                 |                 | ja <sup>2</sup> |             | ja <sup>8</sup>         |                        |                  |                     |                        |
| Gent                                                     | ja               | ja              |                     | ja               | ja              |                 | ja              |                 | ja          | ja                      | ja                     |                  |                     |                        |
| London (Cynemon)                                         | ja               | ja              |                     | ja               |                 |                 | ja              |                 | ja          |                         |                        |                  |                     | ja                     |

Tabel 2: Overzicht verklarende variabelen routekeuze fiets per verkeersmodel

Noten bij tabel 2:

<sup>1</sup>: indirect via de reistijd, <sup>2</sup>: verwerkt in snelheid en daarmee in reistijd, <sup>3</sup>: op basis van gemiddelde per type, <sup>4</sup>: alleen snelfietsroutes worden onderscheiden en verwerkt in snelheid, <sup>5</sup>: vaste waarde per type kruispunt, <sup>6</sup>: speelt alleen mee bij genereren routeset, niet in keuze

<sup>7</sup>: aantal kruispunten per kilometer, <sup>8</sup>: op basis van autowegtype generieke snelheidsaanpassing

## 2.2 Behoeften SIVMO-partners

De behoeften van de verschillende SIVMO-partners op het gebied van fietsmodellering zijn geïnventariseerd met behulp van een enquête en verdiepende interviews. Uit deze inventarisatie komen een aantal fundamentele probleempunten (2.2.1), beleidsthema's (2.2.2) en missende verklarende variabelen (2.2.3) terug met betrekking tot de fietsmodellering.

### 2.2.1 Fundamentele probleempunten fietsmodellering

Een veel genoemd probleem naast **databeschikbaarheid** is het **beperkt aantal tellingen** en de **fijnmazigheid van het netwerk ten opzichte van de gebiedsindeling**. Deze problemen hangen in grote mate samen: door de fijnmazigheid van het fietsnetwerk is een groter aantal tellingen benodigd dan voor andere modaliteiten in hetzelfde gebied. Ook zijn de meeste fietstellingen niet permanent, zoals voor autoverkeer, waardoor de representativiteit en kwaliteit lastiger te verifiëren zijn. Verder komt bij de meeste partners het probleem terug dat er **slechts een beperkt aantal factoren invloed heeft op de fietstoedeling**, zoals afstand, reistijd en fietsvoorziening.

### 2.2.2 Beleidsthema's waarvoor fietsmodellering tekortschiet

Wat betreft beleidsthema's waarvoor fietstoedelingen nog onvoldoende geschikt zijn worden **deelfietsen** en de modellering van **hubs** het vaakst genoemd. Daarnaast noemen veel stakeholders de modellering van **snelfietsroutes** of **fietssnelwegen** als een onderwerp dat verbetering behoeft. Deze thema's komen zowel van de beheerders van stedelijk-regionale als landelijke modellen. Hieraan gerelateerd vraagt men zich ook af of **e-bikes en andere snelle fietsers** wellicht **als aparte modaliteit** gemodelleerd zouden moeten worden van het overige fietsverkeer.

### 2.2.3 Missende verklarende variabelen binnen fietsmodellering

De meest gemiste verklarende variabelen in de fietsroutekeuze zijn **kenmerken gerelateerd aan snelfietsroutes**. Verder worden **zachtere kenmerken** zoals de aantrekkelijkheid van de omgeving genoemd en is er bij sommigen behoefte aan het **meenemen van de inkomens** ten behoeve van analyses (analyses per doelgroep) van de brede welvaart.

Andere iets minder vaak genoemde wensen hebben betrekking op **fietsparkeren** en de modellering van de capaciteit daarvan, zowel bij de activiteit als thuis. Verder zien sommigen het **meenemen van capaciteit of ervaren drukte** (eventueel afhankelijk van de doelgroep) **op wegvakken en kruispunten** als interessante verbetermogelijkheid. Ook **brede welvaart**, impact op **doelgroepen** en **vervoersarmoede** komen een aantal maal terug.

## 2.3 State of the art

De afgelopen jaren zijn er diverse onderzoeken geweest rondom de routekeuze van fietsers, zowel rond de relevante factoren als specifiek de modellering van fietsroutekeuzes. Tabel 3 typeert de in dit project beschouwde onderzoeken naar type, beschouwde toedeelmethode(n) en routealternatieven.

| #  | Onderzoeker                               | jaar | type               | Titel                                                                                                                               | Soort                       | Toedeelmethode                                                            | routealternatieven                                                                   |
|----|-------------------------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Germain Vincent                           | 2024 | Masters Thesis     | Assessment and improvement of cyclist traffic assignment algorithms                                                                 | Methode-vergelijking        | alles-of-niets voor kostenfunctie o.b.v BLOS<br>bi-objective path-finding | kortste pad<br>kortste pad per kostenfunctie en alle niet-dominante paden daartussen |
| 2  | Carlijn Ligterink                         | 2024 | Masters Thesis     | Filling the void in cyclist speed data                                                                                              | kalibratiemethode snelheden | bepaling gemiddelde snelheid per kenmerk                                  | n.v.t.                                                                               |
| 3  | Roosmarijn Terra                          | 2024 | Master Thesis      | Predicting cycling route choice behaviour in Rotterdam through street-view images and discrete choice models                        | verklarende factoren        | discrete choice model with computer vision (cv-dcm)                       | 2 hypothetische paden                                                                |
| 4  | Federico Tallis                           | 2024 | intern onderzoek   | Gebruik van ruwe NVP-data (bijv. om routekeuze, in-, uit- en overstaphalte keuze en modaliteitskeuze van OV reizigers af te leiden) | verklarende factoren        | -                                                                         | -                                                                                    |
| 5  | Martin Pozdech                            | 2023 | Bachelors Thesis   | Improving the assignment of bicycle traffic in a countrywide transportation model [..]                                              | kalibratiemethode snelheden | alles-of-niets / node-to-node                                             | kortste pad                                                                          |
| 6  | Pedro Zeefat                              | 2022 | Bachelors Thesis   | Fietsgedrag in Vissim                                                                                                               | overig                      | n.v.t.                                                                    |                                                                                      |
| 7  | Sven van Steenis                          | 2019 | Bachelors Thesis   | Modelleren van routekeuze voor de fiets                                                                                             | methode methode             | alles-of-niets<br>path-based logit                                        | kortste pad<br>kortste paden o.b.v. stochastische kosten                             |
| 8  | Danique Ton                               | 2019 | Proefschrift       | Unravelling mode and route choice behaviour of active mode users                                                                    | verklarende factoren        | multinomial logit en path-based logit                                     | geobserveerde paden in GPS data                                                      |
| 9  | Marie-Jose Olde Kalter; Laura Groenendijk | 2018 | Onderzoeks-project | Onderzoek reistijdbeleving fietsers                                                                                                 | verklarende factoren        | n.v.t.                                                                    |                                                                                      |
| 10 | Jesse Voorhorst                           | 2018 | Bachelors Thesis   | Assignment of cyclists in the Netherlands                                                                                           | methode                     | path-based logit                                                          | kortste paden o.b.v. stochastische kosten                                            |
| 11 | Danique Ton et al                         | 2017 | Paper              | How do people cycle in Amsterdam, Netherlands?                                                                                      | verklarende factoren        | multinomial logit en path-based logit                                     | geobserveerde paden in GPS data                                                      |
| 12 | Jon Crockett et al.                       | 2016 | Conferentie paper  | In the break or in the peloton - factors affecting cyclists route choice                                                            | verklarende factoren        | path-based logit                                                          | kortste paden o.b.v. stochastische kosten                                            |
| 13 | Hanneke Hogenkamp                         | 2014 | Master Thesis      | Verklaren van fietssnelheden door het gebruik van omgevingskenmerken                                                                | kalibratiemethode snelheden | regressie                                                                 | n.v.t.                                                                               |

Tabel 3: Beschouwde onderzoeken rondom fietsroutekeuze met gebruikte toedeelmethode

De meeste onderzoeken (tabel 3) zijn gedaan op basis van stated preference onderzoek (enquêtes waarin respondenten hypothetische situaties wordt voorgelegd). Vervolgens is onderzocht welke variabelen significante invloed hebben op het routekeuzegedrag door logit-modellen te schatten. Uitzondering hierop is het onderzoek van Ton et al. (2017) (onderzoek 11) dat gebruik maakt van revealed preference data (geobserveerde paden uit GPS-data) waaruit bleek dat met name kruispuntvertragingen significante invloed hebben op de routekeuze, terwijl de fietsvoorzieningen (zoals geïdentificeerd in de verscheidene stated preference onderzoeken) niet relevant bleken te zijn.

Waar de hierboven aangehaalde onderzoeken routekeuze en resulterende **fietsintensiteiten** verklaren, beschouwt een ander cluster van onderzoeken factoren die de gemiddelde **gereden snelheid** op een wegvak verklaren (2, 5, 13). In deze onderzoeken is naar verschillende variabelen gekeken waardoor er, op type fietsvoorziening na, geen eenduidige verzameling verklarende variabelen uit naar voren komt.

Wat betreft onderzoeken rondom toedeelmethodes en vergelijkingen daartussen (1, 7, 10) zien we vooral logit-modellen waarin een keuzemodel wordt toegepast op een vooraf gegeneerde verzameling geschikte routes. Andere onderzoeken passen aangepaste alles-of-niets-toedelingen toe waarin andere kostenfuncties worden gebruikt zoals een level-of-service-indicator (BLOS (bicycle level-of-service) in de vergelijking van onderzoek 1). Deze onderzoeken duiden echter niet op een duidelijke beste methode, de onderzoeken variëren in beste methode en geven aan dat er veel kanttekeningen te plaatsen zijn bij de vergelijkingen waardoor er geen uniforme conclusie getrokken kan worden.

Tabel 4 toont de beschouwde **routekenmerken** in de fietsroutekeuze per onderzoek. De onderzoeken rondom verklarende factoren (nummers 3, 4, 8, 9, 11, 12) laten een breed scala aan factoren zien die significant blijken te zijn in de routekeuze. Dit is sterk afhankelijk van de factoren die gekozen zijn om te testen, maar geeft vooral ook aan dat de keuze van fietsers afhankelijk is van zeer veel aspecten.

Zoals in tabel 4 zichtbaar is zijn er grote verschillen in verklarende variabelen in onderzoeken. **Reistijd en fietsvoorziening** (zie paragraaf 2.1) komen voor in vrijwel alle onderzoeken en wegdek en afstand in een deel van de onderzoeken. Alle andere factoren komen slechts een enkele maal voor. Persoonskenmerken zijn alleen onderzocht en significant in onderzoeken 9 en 12 van Olde Kalter & Groendijk (2018) en Crockett et al. (2016). Beide onderzoeken vinden **leeftijd** als significante variabele, maar alleen laatstgenoemde (12) vond ook geslacht als relevante variabele, terwijl het eerste onderzoek (9) ook maatschappelijke participatie en motief als relevant heeft gevonden (tabel 5).

| Nr | onderzoeker                               | jaar | (vrije) reistijd afstand | kruispuntvertraging | fietsvoorziening | wegdek | hooftroutes | hellingsgraad   | stedelijheidsgraad | bochtigheid | intensiteit autoverkeer | aanwezigheid tramrails | breedte fietspad | snelheid wegverkeer | aandeel busstrook | type omgeving (park, weiland, etc) |
|----|-------------------------------------------|------|--------------------------|---------------------|------------------|--------|-------------|-----------------|--------------------|-------------|-------------------------|------------------------|------------------|---------------------|-------------------|------------------------------------|
| 1  | Germain Vincent                           | 2024 | ja                       |                     |                  | ja     |             |                 |                    | ja          |                         | ja                     | ja               |                     | ja                |                                    |
|    |                                           |      | ja                       | ja                  |                  | ja     |             |                 |                    |             |                         |                        |                  |                     |                   |                                    |
| 2  | Carlijn Ligterink                         | 2024 | ja                       |                     | ja               |        | ja          | ja <sup>2</sup> |                    |             |                         |                        |                  |                     |                   |                                    |
| 3  | Roosmarijn Terra                          | 2024 | ja                       |                     | ja               | ja     |             | ja              |                    |             | ja                      |                        |                  |                     |                   | ja                                 |
| 4  | Federico Tallis                           | 2024 | ja <sup>4</sup>          |                     | ja               |        |             |                 |                    |             |                         |                        |                  |                     |                   |                                    |
| 5  | Martin Pozdech                            | 2023 |                          |                     | ja               |        |             |                 |                    |             |                         |                        |                  |                     |                   |                                    |
| 6  | Pedro Zeefat                              | 2022 |                          |                     |                  |        |             |                 |                    |             |                         |                        |                  |                     |                   |                                    |
| 7  | Sven van Steenis                          | 2019 | ja                       | ja <sup>1</sup>     | ja               | ja     |             |                 |                    |             |                         |                        |                  |                     |                   | ja                                 |
|    |                                           |      | ja                       | ja <sup>1</sup>     | ja               | ja     |             |                 |                    |             |                         |                        |                  |                     |                   | ja                                 |
| 8  | Danique Ton                               | 2019 |                          | ja                  | ja <sup>5</sup>  |        |             |                 |                    |             |                         |                        |                  |                     |                   |                                    |
| 9  | Marie-Jose Olde Kalter; Laura Groenendijk | 2018 | ja                       | ja                  |                  | ja     |             |                 |                    |             |                         |                        |                  |                     |                   | ja                                 |
| 10 | Jesse Voorhorst                           | 2018 | ja <sup>4</sup>          | ja <sup>1</sup>     | ja <sup>3</sup>  | ja     | ja          | ja              |                    |             |                         |                        |                  |                     |                   |                                    |
| 11 | Danique Ton et al.                        | 2017 |                          | ja                  | ja <sup>5</sup>  |        |             |                 |                    |             |                         |                        |                  |                     |                   |                                    |
| 12 | Jon Crockett et al.                       | 2016 |                          | ja                  |                  | ja     | ja          | ja              |                    | ja          |                         |                        |                  |                     |                   |                                    |
| 13 | Hanneke Hogenkamp                         | 2014 |                          | ja                  | ja               | ja     | ja          |                 |                    | ja          |                         |                        |                  |                     |                   |                                    |

Tabel 4: Beschouwde **routekenmerken** in de fietsroutekeuze per onderzoek

Noten bij tabel 4:

<sup>1</sup>: indirect via de reistijd, <sup>2</sup>: alleen bebouwde kom, <sup>3</sup>: op basis van gemiddelde per type, <sup>4</sup>: via snelheid, <sup>5</sup>: het aantal kruispunten

| #  | onderzoeker                               | jaar | geslacht | leeftijd | maatschappelijke participatie | motief |
|----|-------------------------------------------|------|----------|----------|-------------------------------|--------|
| 9  | Marie-Jose Olde Kalter; Laura Groenendijk | 2018 |          | ja       | ja                            | ja     |
| 12 | Jon Crockett et al.                       | 2016 | ja       | ja       |                               | ja     |

Tabel 5: Verklarende **persoonskenmerken** voor fietsroutekeuze per onderzoek

## 2.4 Aanvullingen state-of-the-art vanuit expertinterviews

Om een beter beeld van de state-of-the-art en de behoeften vanuit het beleid te krijgen, hebben we met de volgende vijf experts gesproken:

- Jan de Coster en Pieter van Houwe (modelexperts bij MINT, België).

- Danique Ton (voorheen PhD en postdoc bij TU Delft, nu werkzaam bij NS Reizigers).
- Mathijs de Haas (Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)).
- Joost de Kruijf (Dutch Cycling Intelligence).

Een terugkerend thema uit de expertinterviews is dat **Nederland wordt gezien als hét fietsland, maar** dat we **toch weinig kennis** hebben over waarom mensen fietsen en welke keuzes ze maken. Investerings in fietsinfrastructuur zijn relatief laag, volgens de experts, en zijn vaak een klein onderdeel van grotere projecten gericht op gebiedsontwikkeling of een andere modaliteit. Hierdoor is er volgens hen **lange tijd weinig behoefte geweest aan modellering** om de verwachte baten van maatregelen af te wegen tegen de kosten. De **behoefte in Nederland rondom fietsmodellering zijn zeer specifiek en niet vergelijkbaar met andere landen.**

#### 2.4.1 Beleid

Het gevolg van de beperkte modellering van fietsverkeer is volgens een aantal experts dat beleidsvragen op dit moment niet juist of onvolledig beantwoord worden, omdat gedrag van **fietsers** onvoldoende in kaart is gebracht en gevalideerd en daardoor **te simplistisch** is opgenomen **in modellen**. Zij zien met name een **noodzaak voor verbetering rondom de modellering van doorfietsroutes** omdat deze gepaard gaan met grotere investeringen en daarmee een noodzaak tot inschatting van de baten van het project. Daarnaast wordt Nederland als fietsland gevraagd om aan te geven **hoeveel de investeringen hebben opgeleverd**, wat nu (nog) niet goed mogelijk is met de huidige modellen. Verder geven de experts aan dat naast fietsen ook lopen meer aandacht behoeft in modellering vanuit beleidsoogpunt.

#### 2.4.2 Modellering

De diverse experts geven aan **dat de meest gebruikte toedeeletechniek** voor fietsverkeer (alles-of-niets) **het keuzegedrag van fietsers onvoldoende beschrijft. Kruispunt-vertragingen** worden gezien als een belangrijk aspect dat -naast reistijd- het meest verklarend is voor de routekeuze van fietsers. Effecten van beschikbare **capaciteit** is volgens de experts **interessant maar lastig te modelleren** omdat er geen capaciteitswaarden bekend zijn en capaciteitsbeperkingen voornamelijk optreden op kruispunten en niet zo zeer op wegvakken. De verwachting is dat de invloed van beschikbare capaciteit relevanter wordt door de prioritering volgens STOMP<sup>3</sup>, maar momenteel zijn fietsfiles een lokaal fenomeen.

---

<sup>3</sup> Ordeningsprincipe dat prioriteit geeft aan duurzamere vormen van mobiliteit: Stappen, Trappen, Openbaar vervoer, Mobility as a service, Privéauto



Een ander aspect dat experts noemen is dat de **parameters voor fietsers zeer subjectief** zijn.

Experts zijn het er in grote lijnen over eens dat **e-bikes** andere modellering vereisen, al plaatsen sommigen kanttekeningen bij het belang hiervan op de langere termijn. Zo geven een aantal experts aan dat de snelheidswinst in steden beperkt is en dat het gebruik van e-bikes als voor- of natransport van het OV beperkt is. Ook lijkt onderzoek van het KiM te suggereren dat de verschillen tussen elektrisch en reguliere fietsers op het gebied van gemiddelde fietsafstanden en motiefverdeling aan het afnemen zijn en de twee modaliteiten mogelijk op termijn vergelijkbaar worden. Ten slotte gebruikt een aanzienlijk deel van de elektrische fietsers hun fiets als vervanging van een reguliere fiets en passen zij hun verplaatsingsgedrag en routekeuzegedrag niet aan. Daarom zou overwogen kunnen worden om modellering van fietsers die sneller gaan en grotere afstanden afleggen (groot deel van e-bikes, woon-werkverkeer per racefiets, et cetera) apart te doen van reguliere fietsers.

#### 2.4.3 Data

**Beperkte databeschikbaarheid hindert** vooral de bepaling van relevante kenmerken tijdens de **parameterschatting**. De hoeveelheid schattingsdata is de afgelopen 10 jaar toegenomen maar de **representativiteit en omvang van de onderzoeken blijven onder de maat**. Ook is de **bruikbaarheid** van fietstellingen **minder** groot dan bij andere vervoersmiddelen **door** grote **seizoensverschillen**. Door versnippering van het eigendom van stallingsvoorzieningen zien experts dat er **geen goede dataverzameling** plaatsvindt **voor fietsenstallingen**.

### 2.5 Aanbevelingen buiten de modellering van routekeuzes

Uit de enquête en interviews met SIVMO-partners komt een breed scala aan verbeterpunten naar voren. Een aantal punten heeft niet alleen betrekking op de routekeuze of kan (ook) verbeterd worden buiten de modellering van de routekeuze. Het belangrijkste hierin is de **modellering van hubs en deelmobiliteit**. De modellering van het gebruik is namelijk niet slechts een routekeuzevraagstuk, maar moet integraal gezien worden in combinatie met de vervoersvraagmodellering.

Andere veelgenoemde verbeterpunten en wensen hebben betrekking op inzicht in **doelgroepen, brede welvaart en vervoersarmoede**. Een toedeelalgoritme kan dit op zichzelf niet of zeer beperkt leveren zonder informatie over de vervoersvraag per doelgroep. Om dit goed in beeld te brengen is daarom een bijpassende segmentatie in een gedesaggregeerd vraagmodel nodig (voorbeelden hiervan zijn LMS, NRM of VMA) of een microscopisch

vervoersvraagmodel (voorbeelden hiervan zijn het Vlaamse 4G en alle Octavius-modellen van Goudappel: Almere, Zwolle, Purmerend, Drechtsteden/Alblasserwaard en Midden-Holland).

Daarnaast wordt ook gevraagd om het meenemen van **fietsbeschikbaarheid**. Aangezien de routekeuze voor fiets alleen wordt gedaan voor (gemodelleerde) reizigers die al fiets in het vervoersvraagmodel hebben gekozen, is ook dit een aspect dat in een verbeterd vervoersvraagmodel verwerkt zou moeten worden.

### 3. Inventarisatie toedelingsmodellen OV

#### 3.1 Best practices

Tabel 6 geeft een overzicht van de verschillende modelsystemen en toedeelmethode die in de praktijk gebruikt worden om (route- en haltekeuze binnen) openbaar vervoer te modelleren. Er zijn 16 modellen opgenomen in de tabel, hiervan worden er 11 uitgevoerd in OmniTRANS, 3 in Visum en 2 in Aimsun. De meeste verkeersmodellen zijn frequency based. Dit betekent dat de frequentie van de OV-lijnen wordt meegenomen in de toedeling en niet de exacte dienstregeling. Hierbij wordt dan wachttijd en overstaptijd berekend aan de hand van de opvolgtijd tussen de OV-diensten. Een aantal modellen bevatten wel de dienstregeling, dit noemen we schedule based toedelen. In deze modellen is dus de exacte dienstregeling geladen waarbij ook de overstaptijden dus precies worden meegenomen. De routealternatieven die worden meegenomen in de Visum- en Aimsun-modellen zijn niet specifiek beschreven in de handleiding.

| Model(len)                                                                                                  | Software                      | Type toedeling  | Routealternatieven                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BBMA, VMRDH, VRU, RVMO, Arnhem-Nijmegen, Drechtsteden, Zwolle, Purmerend, Midden-Holland, Almere, VMA/VENOM | OmniTRANS, (OtTransit)        | Frequency based | Alle instap/overstap/uitstap combinaties * relevante lijnen, beperkt door maxsearchradius, maxInterchanges, etc |
| LMS/NRM (Trein)                                                                                             | Visum                         | Schedule based  | Set van OV-verbindingen gegenereerd obv standaardcriteria in Visum                                              |
| LMS/NRM (BTM)                                                                                               | Visum (alleen bereikbaarheid) |                 | Set van OV-verbindingen gegenereerd obv standaardcriteria in Visum                                              |
| StraVem                                                                                                     | Visum                         | Schedule based  | Set van OV-verbindingen gegenereerd obv standaardcriteria in Visum                                              |
| Holland Rijnland, Limburg                                                                                   | Aimsun                        | Frequency based | Set van OV-verbindingen gegenereerd obv standaardcriteria in Aimsun                                             |
| 4G (Vlaanderen)                                                                                             | Visum                         | Schedule based  | Set van OV-verbindingen gegenereerd obv standaardcriteria in Visum                                              |

Tabel 6: software, toedeelmethode en routealternatieven per model<sup>4</sup>

In tabel 7 zijn de verklarende variabelen per model weergegeven. In alle toedeelmethode worden de reistijd, wachttijd en overstaptijd meegenomen. Het voor- en natransport wordt ook in alle modellen meegenomen maar daar zitten wel verschillende gradaties in. In LMS/NRM en 4G wordt voor- en natransport versimpeld meegenomen. In de VISUM-modellen StraVem en 4G is opvallend dat de ticketprijs en afstand niet mee worden genomen; mogelijk vanwege correlatie met reistijd. Dit leidt ertoe dat deze modellen effecten van prijsmaatregelen niet kunnen meenemen in de toedeling. Echter hebben prijseffecten wel invloed op de vraagmodellering. Voor het VRU en model Arnhem-Nijmegen geldt ook dat de ticketprijs niet wordt meegenomen in de toedeling, maar wel in de

<sup>4</sup> Deze tabel is gevuld met de beschikbare informatie in technische rapportages, routealternatieven worden voor veel modellen niet duidelijk beschreven.

matrixschatting, waardoor de vervoerwijze- en bestemmingskeuze in deze modellen alsnog gevoelig zijn voor prijsmaatregelen.

In de OV-toedeelmethode van Aimsun (Holland-Rijnland, Limburg) worden veel aspecten meegenomen maar is het opvallend dat de looptijd voor de overstappen ontbreekt.

Daarnaast geldt dat géén van de vigerende modellen persoons- of huishoudenkenmerken van reizigers meeneemt. Ook ervaringsparameters zoals de kwaliteit van de halte en het voertuig ontbreken in alle vigerende modellen.

| Model(len)                                                                                  | Software en toedeelmethode             | (in-veinde) afstand | wachttijd | overstaptijd | ticketkosten    | #overstappen                      | Voor- natransport tijd | looptijd tijdens overstap |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|-----------|--------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|
| BBMA, VMRDH, VMA/VENOM, Overijssel, Drechtsteden, Zwolle, Purmerend, Midden-Holland, Almere | Omnitrans, OtTransit (frequency based) | ja                  | nee       | ja           | ja              | nee <sup>2</sup>                  | ja                     | ja                        |
| VRU, Arnhem-Nijmegen                                                                        | Omnitrans, OtTransit (frequency based) | ja                  | nee       | ja           | ja              | nee <sup>1</sup> nee <sup>2</sup> | ja                     | ja                        |
| LMS/NRM (Trein)                                                                             | Visum (schedule based)                 | ja                  | ja        | ja           | ja              | Ja                                | ja <sup>3</sup>        | ja <sup>3</sup>           |
| LMS/NRM (BTM)                                                                               | Visum, alleen bereikbaarheid (skim)    | ja                  | ja        | ja           | ja              | ja                                | ja <sup>3</sup>        | ja <sup>3</sup>           |
| StraVem                                                                                     | Visum (schedule based)                 | ja                  | nee       | ja           | Ja <sup>4</sup> | nee                               | ja                     | ja                        |
| Holland-Rijnland, Limburg                                                                   | Aimsun (frequency based)               | ja                  | ja        | ja           | Ja              | ja                                | ja                     | nee                       |
| 4G (Vlaanderen)                                                                             | Visum (schedule based)                 | ja                  | nee       | ja           | Ja              | nee                               | ja                     | ja <sup>3</sup>           |

Tabel 7: Overzicht verklarende variabelen routekeuze OV per verkeersmodel<sup>5</sup>

### 3.2 Behoeften SIVMO-partners

Analoog aan de inventarisatie voor de fiets (2.2) zijn de behoeften van de verschillende SIVMO- partners op het gebied van OV-modellering geïnterviewd met behulp van een enquête en verdiepende interviews.

Noten bij tabel 7:

<sup>1</sup>: Deze wordt in de schatting van de HB-matrix per modaliteit wel meegenomen maar niet in de toedeling, <sup>2</sup>: Het maximaantal overstappen kan als algemene regel voor het model ingesteld worden, <sup>3</sup>: Versimpeld bepaald op de voedingslinks (niet op basis van loop/fiets afstand), <sup>4</sup>: Er wordt standaard 5 minuten overstaptijd meegenomen.

<sup>5</sup> Deze tabel is gevuld met de beschikbare informatie in technische rapportages, soms waren aannames noodzakelijk aangezien niet altijd alles compleet beschreven staat.

Hierbij is expliciet gevraagd naar de huidige stand van zaken voor wat betreft de OV-toedeling, wat de probleempunten zijn en welke beleidsvragen ze graag willen oplossen met het model. Tijdens de inventarisatie bleek dat dit overwegend lastige vragen zijn voor de SIVMO-partners en dat de kennis over OV-modelleren niet altijd even groot is. Dit betekent dat er nog genoeg potentie voor ontwikkeling en kennisdeling is.

### 3.2.1 Fundamentele probleempunten OV-modellen

Er wordt een viertal fundamentele probleempunten ervaren met betrekking tot het modelleren van openbaar vervoer. Ten eerste is het lastig om de realiteitswaarde van uitkomsten te toetsen, tijdens het actualiseren van een verkeersmodel is dit een belangrijke maar complexe stap. Los van baanvakintensiteiten zijn er geen handvaten voor deze check en wordt vaak op expert judgement vertrouwd. Hierdoor is de beoordeling van de kwaliteit sterk afhankelijk van de beschikbare kennis en ervaring. Daarnaast wordt hier niet altijd genoeg tijd voor gemaakt in een actualisatieproces.

Ten tweede is er onvoldoende snelle toegang tot praktische en gedetailleerde OV-chipkaartdata waardoor een waargenomen referentiedataset in veel toepassingen fragmentarisch is of ontbreekt. Er liggen op het moment kansen om herkomstbestemmingsdata van alle vervoerders op een toegankelijke manier beschikbaar te maken. Deze data bestaan nu al wel, maar de ervaring is dat deze lastig te verkrijgen is.

Ten derde worden OV-matrices vaak alleen op baanvakniveau gekalibreerd waardoor gemodelleerde lijnbelastingen minder betrouwbaar zijn.

Ten vierde blijkt de frequency based OV-toedeling van OmniTRANS (OtTransit) gevoelig te kunnen reageren op wijzigingen aan het netwerk, wat tot onrealistisch grote effecten kan leiden. De elasticiteit van het model is dan te hoog, wat veel vragen kan opleveren. De schedule-based-toedeling binnen OmniTRANS voorkomt deels dit probleem, maar vereist specificatie van volledige toekomstige dienstregelingen in de prognoses (in plaats van alleen lijnvoering en frequentie), waardoor deze in de praktijk zelden gebruikt wordt. Het is vaak niet bekend wat de dienstregeling zal worden in de toekomst, hier moeten dan veel aannames in gedaan worden die van invloed zijn op het resultaat. Ditzelfde probleem is ook aanwezig bij het definiëren van modelvarianten (dienstregelingen zijn niet bekend, maar moeten wel concreet ingevuld worden).

### 3.2.2 Beleidsthema's waarvoor OV-modellering nog tekortschiet

Beleidsmakers verwachten meer vragen over de **potentie van hubs** en zouden deze graag willen kunnen bepalen **op basis van het verkeersmodel**. Daarbij komt ook multimodaliteit binnen een trip (**keten mobiliteit**) kijken.

De vraag is ook wat we precies verstaan onder een hub, stations zijn vaak al opgenomen in verkeersmodellen en P+R-terreinen zijn ook al opgenomen in verscheidene modellen.

Daarnaast zouden beleidsmakers graag meer inzicht krijgen in verschillende doelgroepen en per doelgroep de potentie tot OV-gebruik.

### 3.2.3 Missende verklarende variabelen binnen OV-toedeling

Veel SIVMO-partners zouden graag de **capaciteit** van de voertuigen opnemen als verklarende variabele in het verkeersmodel. Met name in de Randstad is het een factor die veel invloed kan hebben op de modaliteitkeuze, routekeuze en vertrektijd van reizigers. Als aanvulling hierop wordt ook het **comfort** van de reis genoemd als gewenste verklarende variabele. Capaciteit en comfort kunnen op verschillende niveaus en rol spelen, voor korte rit is comfort minder belangrijk van voor een langere rit. Hiermee zou bijvoorbeeld de gevoeligheid voor comfortverhoging van een station bepaald kunnen worden. Ook **stallingscapaciteit** voor de fiets op een station is genoemd als gewenste aanvullende verklarende variabele.

## 3.3 State of the art

De afgelopen jaren zijn er diverse onderzoeken geweest rondom het toedelen van openbaar vervoer waarin verschillende toedeelmethoden en verklarende variabelen een rol spelen. Tabel 8 classificeert de in dit project beschouwde onderzoeken naar onderzoekstype, beschouwde toedeelmethode(n) en routealternatieven.

### Methodes

Onderzoeken 1 en 2 in tabel 8 laten zien dat multimodaal tour based toedelen geheel multimodaal te implementeren is in de modellen. Met toedeelmethodes als multistate super network (MSN) en integer linear programming (zie onderzoek 1 en 2) kan dit verder ontwikkeld worden. Echter zijn hierin de eerste stappen gezet en vaak alleen op kleine schaal toegepast, problemen zoals lange rekentijd en correct meenemen van beschikbare deelmobiliteit moeten nog opgelost worden. In deze methodes is het ook mogelijk om persoonskenmerken toe te voegen zoals geslacht, leeftijd en maatschappelijke participatie. In onderzoek 3 wordt aangegeven dat het meenemen van de dienstregeling in een dynamische toedeling van grote meerwaarde zou zijn om zo de capaciteitsproblemen van openbaar vervoer goed mee te kunnen nemen.

### Verklarende variabelen

Onderzoek 4 laat zien dat het meenemen van de verstoringkans en de verstoringssimpact van grote invloed is op de resultaten. Ondanks dat dit veel invloed heeft is het complex om dit toe te voegen in het openbaar vervoer-netwerk aangezien je dan betrouwbaarheidsdata voor alle ov-links nodig hebt.

Onderzoek 6 gaat over de rol die satisfiers spelen in de stationskeuze. Enquêtedata is geanalyseerd door middel van een Multinomial Logit-model en een Latent Class-model. Stallingskenmerken als verlichting, beschutting, beveiliging en stallingskosten zijn hierin meegenomen. De resultaten tonen dat reistijd en reiskosten het meeste van invloed zijn op de stationskeuze. Uit het Latent Class-model blijkt dat er twee groepen zijn, de grootste groep wordt grotendeels beïnvloed door reistijd en kosten. De minderheid wordt echter beïnvloed door verlichting en beveiliging, deze groep hecht waarde aan veiligheidsgevoel en comfort.

| onderzoeker                                       | jaar | type             | titel                                                                          | Soort onderzoek      | Toedelmethode                                                | routealternatieven                                                                                               |
|---------------------------------------------------|------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Daan Pluister                                   | 2025 | Masters thesis   | Traffic assignment problem with drop-off pick-up and availability constraints  | Methode              | Solver van Integer Linear Programming (ILP) probleem         | Kortste pad in multimodaal netwerk                                                                               |
| 2 Andreas Georgiou                                | 2022 | Master stage     | Multimodal Traffic Assignment with Availability and Pickup/Dropoff Constraints | Methode              | Multi state super network (MSN)                              | Kortste pad in multimodaal netwerk                                                                               |
| 3 Ruben Akse                                      | 2016 | Bachelors Thesis | Analyzing modelling problems of the frequency-based methodology in Zenith      | Methode              | OtTransit (frequency based)                                  | Alle instap/overstap/uit stap combinaties * relevante lijnen, beperkt door maxsearchradius, maxInterchanges, etc |
| 4 Menno Yap                                       | 2015 | Paper            | Robustheid van multil-level openbaar vervoer netwerken                         | verklarende factoren |                                                              |                                                                                                                  |
| 5 Alejandro Montes Rojas, Rik Lengers, Lara Witte | 2023 | intern onderzoek | Ov-parameters in OmniTRANS                                                     | verklarende factoren |                                                              |                                                                                                                  |
| 6 Anne Barneveld                                  | 2022 | Paper (CVS)      | De invloed van comfort en veiligheidsgevoel op stationskeuze voor fietsers     | verklarende factoren | Multinomial Logit model (MNL) en een Latent Class model (LC) | Stations                                                                                                         |

Tabel 8: Beschouwde onderzoeken rondom toedelmethode en verklarende factoren van het openbaar vervoer

### 3.4 Aanvullingen state-of-the-art vanuit expertinterviews

Om een beter beeld van de state-of-the-art en de behoeften vanuit het beleid te krijgen, hebben we met een viertal experts gesproken. Dit gaat om:

- Niels van Oort (associate professor bij TU Delft).
- Ties Brands (expert vervoersmodellen bij NS Reizigers).
- Suzanne Kieft (beleidscoördinator OV-data bij DOVA en lid klankbordgroep SIVMO).
- Tim Veitch (expert verkeersmodellen en technisch directeur bij Veitch Lister Consultants (VLC), Australië).

### 3.4.1 Beleid

De **beleidsthema's** waarin we inzicht willen geven met verkeersmodellen worden **steeds breder**. Hierdoor kan het model niet alles direct beantwoorden wat ook leidt tot vragen of het model eigenlijk wel geschikt is.

Een beleidsthema voor OV dat nog niet eerder genoemd is in deze notitie is het **autoluw maken van binnensteden**, waarbij het OV en het fietsnetwerk deze ritten dan moet faciliteren. Daarnaast is het belangrijk om de BRT-bonus (a.k.a. '**trambonus**') goed in het model op te nemen, omdat er momenteel veel onderzoek is naar efficiënt en snel bus-vervoer. Het is moeilijk om de aantrekkelijkheid van dergelijke diensten te bepalen, maar er zijn wel onderzoeksresultaten voor beschikbaar.

### 3.4.2 Data

De grote uitdagingen waar de OV-modellering voor staat is het verzamelen en ontsluiten van data. In de interviews met de SIVMO-partners wordt aangegeven dat **data van Nederlandse reizigers lastig verkrijgbaar** is. De **samenwerking** hierin **kan** een stuk **beter** aangezien Translink Systems (TLS) aangeeft dat dat er niet veel data aangevraagd wordt. Hierdoor blijft veel data ongebruikt. Het is belangrijk dat het gemeenschappelijk belang wordt ingezien en hier meer samenwerking in komt in plaats van concurrentie.

NS zelf heeft veel betrouwbare data over gerealiseerde routes. NS gebruikt deze data voor de eigen bedrijfsvoering en modellering, maar kan ze om verschillende redenen niet makkelijk delen. TLS geeft aan ook bezettingsgraad data te bezitten, dit kan relevant zijn voor het capaciteitsafhankelijk toedelen van OV.

Er mist veel data over de factoren die de gevoelsreistijd beïnvloeden. Er zijn wel steeds meer empirische onderzoeken die mogelijk toegepast kunnen worden. In de toekomst zou GPS-data hier ook een grote bijdrage aan kunnen leveren, wel moeten dan obstakels die daar nu nog zijn met onder ander privacy opgelost worden.

### 3.4.3 Modelling

De gebruikte **toedeelmethodeken voor OV** in multimodale modellen zijn **al lang ongewijzigd**. De behoefte aan vernieuwing komt waarschijnlijk niet tot uiting, omdat de meeste toepassers niet op de hoogte zijn van de precieze werking van OV-toedelingsmodellen, en niet de kwaliteiten en/of tijd hebben om diep in de algoritmie te duiken. De **focus** ligt daarom **vaak alleen op de plausibiliteit van de gevoeligheid** van het model **binnen project-specifieke scenario's**. De experts hebben een **viertal verbeteringen** voor OV-toedelingen benoemd, welke hieronder besproken worden.

Ten eerste wordt het **meenemen van persoons- en huishoudkenmerken** binnen de OV-toedelingen (doelgroep-specifieke toedelingen) genoemd als een belangrijke



verbeterrichting, omdat verschillende mensen verschillende keuzes maken en hier ook steeds meer data en kennis over is. Deze verbetering zou het mogelijk maken om te rekenen aan bijvoorbeeld tariefdifferentiatie, wat momenteel een belangrijke onderzoeksvraag is vanuit OV-beleidsmakers.

Een tweede verbetering die veel genoemd is het **realistischer modelleren van catchment areas van OV-haltes** omdat dit alles bepalend is voor de aantrekkelijkheid van de halte en dus gemodelleerde reizigersomvang op halterende lijnen. Experts geven aan dat catchment areas per doelgroep gemodelleerd zouden moeten worden om rekening te houden met mogelijkheden, beperkingen en voorkeuren van verschillende doelgroepen. Een derde verbetering is het **meenemen van ketenmobiliteit**, als gevolg van de toename van het aantal (combinaties van) beschikbare modaliteiten. Dit kwam ook al naar voren in het literatuuronderzoek (3.2.2).

Ten slotte wordt het **meenemen van de beleving** in de OV-toedelingsmodellen genoemd als belangrijke verbetering, omdat dit wordt gezien als een belangrijk aspect in de aantrekkelijkheid van een lijn. Bij deze verbetering wordt de kanttekening gemaakt dat zowel de benodigde data als de benodigde methoden voor schatting en toepassing veelal ontbreken.

### 3.5 Aanbevelingen buiten de modellering van routekeuzes

Uit de enquête en interviews met SIVMO-partners komt een breed scala aan verbeterpunten naar voren. Een aantal punten heeft niet alleen betrekking op de routekeuze of kan (ook) verbeterd worden buiten de modellering van de routekeuze. Een vaak genoemd punt is het **verkrijgen van de juiste data** voor parameterschattingen, en in mindere mate ook modeltoepassingen. Er is hier geen standaard werkwijze voor en er zijn geen standaard vastgelegde afspraken. Ook is er sprake van een maximum bewaartijd van data, data moet dus op tijd opgevraagd worden. Dit is iets wat verbeterd kan worden en waar SIVMO mogelijk ook een rol in kan spelen.

Als er meer data beschikbaar is zou het goed zijn om **op lijnniveau** te kunnen **kalibreren**, dit zorgt voor meer realisme en daarmee vertrouwen in het model.

Er zijn ook verbeteringen genoemd voor toedeling die idealiter **in het vraagmodel** opgenomen zouden moeten worden. Zo heeft beschikbaarheid en kwaliteit van de stallingsopties op stations bijvoorbeeld meer effect op vervoerwijze- en bestemmingskeuze (het vraagmodel) dan routekeuze (het toedelingsmodel).