

Opdrachtgever	SIVMO
Datum	19 mei 2025
Auteur	Luuk Brederode, Lara Witte, Jesse Voorhorst en Hans Huisman
Kenmerk	019125.20250410.N2.02
Status	Definitief
Pagina	1/19

Adviesnotitie oplossingsrichtingen routekeuze 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 de fiets- en OV-routekeuzemodellering gewenst, mogelijk en kansrijk zijn. Dit is de tweede notitie binnen dit project, waarin mogelijke oplossingsrichtingen worden gepresenteerd die aansluiten bij de verbeterpunten uit de inventarisatiefase. Het advies is gebaseerd op de resultaten van de inventarisatie en het opgestelde afwegingskader. De uiteindelijke keuze voor de verbetering in de fiets- en OV-modellering die in één van de verkeersmodellen van de SIVMO-partners wordt geïmplementeerd (proof of conceptfase), is genomen in gezamenlijk overleg met de SIVMO-partners.

In het eerste hoofdstuk wordt uitgelegd hoe het afwegingskader werkt dat is gebruikt om de verschillende oplossingsrichtingen te beoordelen en onderling te vergelijken op haalbaarheid en toegevoegde waarde. Vervolgens gaan we in hoofdstuk 2 dieper in op de voorgestelde oplossingsrichtingen en passen we het afwegingskader hierop toe. Tot slot biedt hoofdstuk 3 het advies en de onderbouwing voor de gekozen oplossingsrichtingen die in de vervolgfase van dit project worden geïmplementeerd.

1. Afwegingskader

1.1 Opzet

In de inventarisatiefase hebben de SIVMO-partners diverse thema's aangedragen waarop de modellering van de routekeuze voor het OV en de fiets verbeterd kunnen worden. Per thema zijn op basis van het inventarisatieonderzoek (best practices en state of the art) en expert judgement mogelijke oplossingsrichtingen voorgesteld. Om een goed onderbouwde en doordachte keuze te maken voor een richting is een afwegingskader opgesteld. In dit afwegingskader scoren we de oplossingsrichtingen op twee groepen criteria.

Allereerst beoordelen we de oplossingsrichtingen op de haalbaarheid binnen dit project. Deze criteria zijn randvoorwaardelijk en toetsen of een oplossingsrichting als quick win bestempeld kan worden (zie paragraaf 1.2). Iedere oplossingsrichting die voldoet aan de criteria voor een quick win, is vervolgens beoordeeld op de gewenste eigenschappen. In paragraaf 1.3 lichten we deze criteria in meer detail toe. Om tot een eindscore te komen, worden de scores per criterium vermenigvuldigd met het gewicht behorend bij ieder criterium en de uitkomst hiervan opgeteld.

In het afwegingskader wordt alleen beoordeeld of de oplossingsrichtingen kans van slagen hebben en potentie hebben om een verbetering te zijn. De achterliggende problemen en/of wensen met betrekking tot de verbeterpunten kunnen verschillen in prioriteit, dit is expliciet niet meegenomen in de scores van de oplossingsrichtingen binnen het afwegingskader. Verschillen in de prioriteiten van oplossingsrichtingen worden na toepassing van het afwegingskader meegenomen door beargumenteerd af te wijken van de uitkomst van het afwegingskader (zie hoofdstuk 3).

1.2 Randvoorwaardelijke criteria haalbaarheid (quick win)

Om te toetsen of een oplossingsrichting als quick win kan worden beschouwd zijn een aantal randvoorwaardelijke criteria opgesteld. De richtingen worden per criterium beoordeeld met 0 (niet haalbaar) of 1 (haalbaar). Het gaat om de volgende criteria en definities:

1. Beschikbaarheid van algoritme: Is er een algoritme beschikbaar?
2. Beschikbaarheid van software-implementatie
 - a. Is het algoritme reeds in bruikbare software geïmplementeerd?
 - b. **Of:** is het algoritme bekend en eenvoudig te implementeren middels scripting binnen het verkeersmodelleringspakket van een SIVMO-verkeersmodel?
 - c. **En:** rekent de implementatie binnen acceptabele tijd op normale hardware?
 - d. **En:** is de reproduceerbaarheid van de uitkomsten gegarandeerd?
3. Beschikbaarheid van parameters:
 - a. Zijn alle voor toepassing benodigde parameters (bv: gewichten in kostenfunctie) beschikbaar?
4. Beschikbaarheid van schattingsdata:
 - a. Zijn er data beschikbaar (bv uit enquêtes) waarvan eenvoudig parameters zijn af te leiden?
5. Beschikbaarheid van toepassingsdata voor het basisjaar:
 - a. Is er data binnen het verkeersmodel beschikbaar om het algoritme toe te passen in het basisjaar? (bijvoorbeeld: wegkenmerken, capaciteiten OV)

Een oplossingsrichting is een quick win als wordt voldaan aan **alle** onderstaande eisen:

- De oplossingsrichting heeft een software-implementatie (2) **of** kan makkelijk worden gescript door de beschikbaarheid van een algoritme (1); **en**
- Er zijn parameters beschikbaar (3) **of** er is schattingsdata waardoor deze gemakkelijk bepaald kunnen worden (4); **en**
- Er is data beschikbaar voor toepassing op het basisjaar (5).

1.3 Criteria voor de toegevoegde waarde per oplossingsrichting

De oplossingsrichtingen die op basis van de randvoorwaardelijke criteria uit 1.2 als quick win aangemerkt zijn worden beoordeeld op hun toegevoegde waarde op basis van de 8 criteria in tabel 1.1. Er wordt hierbij een 5-punts schaal gehanteerd waarbij score 1 staat voor de minst gunstige situatie (ongeschikt, verslechtering), score 3 voor behoud van de huidige situatie en score 5 voor de meest gunstige situatie (grote verbetering). Een uitzondering hierop is het criterium rondom realisme van de uitkomsten, hierin staat score 1 voor een gelijkblijvend realisme en score 5 voor een sterk toenemend realisme. Tabel 1.1 geeft een voor elk van de criteria de (zo objectief mogelijk geformuleerde) definities van de scores 1, 3 en 5.

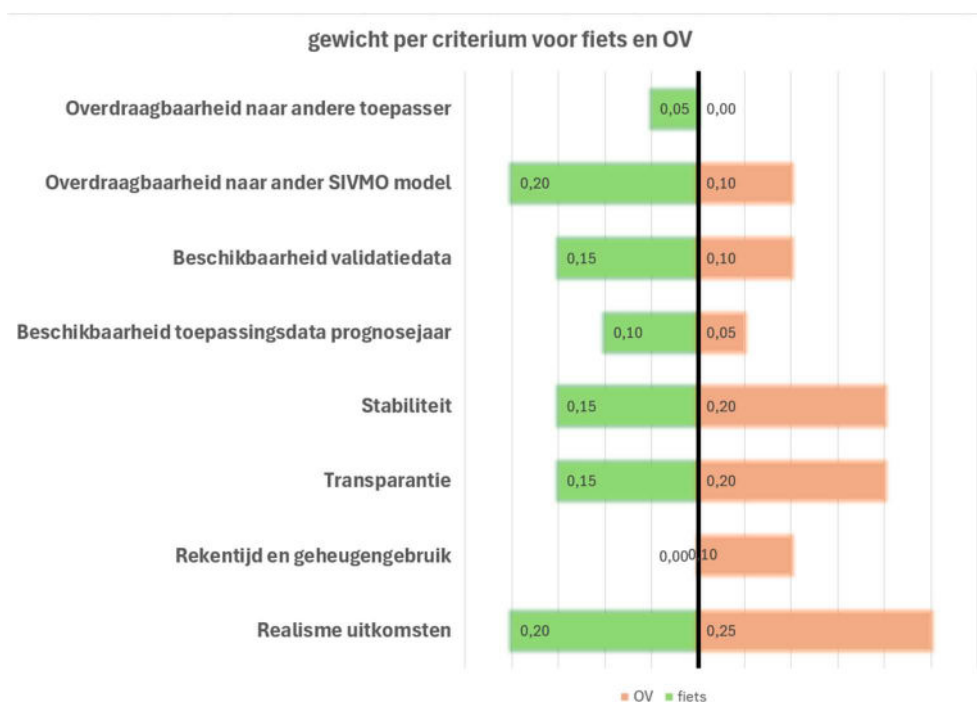
	criterium	betekenis score 1	betekenis score 3	betekenis score 5
1	Verwacht effect op realisme van (gevoeligheid van) modeluitkomsten	realisme blijft gelijk	realisme neemt toe	realisme neemt sterk toe
2	Verwacht effect op rekentijd en geheugengebruik	rekentijd en/of geheugengebruik nemen sterk toe	rekentijd en geheugengebruik blijven gelijk	rekentijd en/of geheugengebruik nemen sterk af
3	Verwacht effect op transparantie : Wat is het verwachte effect van de oplossingsrichting op de navolgbaarheid en uitlegbaarheid van het model?	transparantie neemt sterk af	transparantie blijft gelijk	transparantie neemt sterk toe
4	Verwacht effect op stabiliteit : Zijn de verschillen in uitkomsten voor verschillende scenario's altijd proportioneel aan de verschillen in invoer voor verschillende scenario's?	stabiliteit neemt sterk af	stabiliteit blijft gelijk	stabiliteit neemt sterk toe
5	Beschikbaarheid toepassingsdata prognosejaren : Is de benodigde aanvullende/gewijzigde toepassingsdata beschikbaar of moet deze worden afgeleid/aangenomen?	aanvullende toepassingsdata moet worden aangenomen	aanvullende toepassingsdata kan worden afgeleid	aanvullende toepassingsdata is direct beschikbaar
6	Beschikbaarheid validatiedata : Is er aanvullende data beschikbaar om de (veranderde) kwaliteit van de uitkomsten te valideren?	geen data beschikbaar, validatie moet o.b.v. expert judgement	data indirect beschikbaar	validatiedata direct beschikbaar
7	Overdraagbaarheid naar ander SIVMO-model : Kan de implementatie gemakkelijk worden gebruikt in een ander SIVMO-model, of worden omgezet naar een andere scriptingtaal en/of ander platform?	er is software-development nodig voor overdracht naar ander SIVMO-model	implementatie is als quick win overdraagbaar naar ander SIVMO-model	implementatie is direct toepasbaar in ander SIVMO-model
8	Overdraagbaarheid naar andere toepasser : Kan de implementatie gemakkelijk worden ingezet door iemand die niet betrokken was bij dit project?	implementatie kan alleen worden ingezet door betrokkenen	implementatie kan worden ingezet na bestuderen van documentatie	implementatie kan door eenieder worden ingezet

Tabel 1.1: Definities van criteria en scores voor het bepalen van de toegevoegde waarde per oplossingsrichting

1.4 Weging

De eindscore per oplossingsrichting bestaat uit de score per criterium vermenigvuldigd met een wegingsfactor voor het relatieve belang per criterium. Deze factoren zijn bepaald in een workshop met SIVMO-partners. De wegingen zijn in twee aparte groepen vastgesteld voor de oplossingsrichtingen van de fiets- en OV-modellering.

Per groep zijn de aanwezige SIVMO-partners in goed overleg tot overeenstemming gekomen om de wegingen te bepalen zoals opgenomen in figuur 1.1.



Figuur 1.1: Gewichten per criterium

Hierin valt op dat voor beide modaliteiten het realisme van de uitkomsten (gedeeld) het belangrijkste criterium is. Voor fiets is de overdraagbaarheid naar andere SIVMO-modellen net zo belangrijk. Transparantie en stabiliteit volgen voor beide modaliteiten. Voor de fiets wordt de rekestijd en het geheugengebruik niet belangrijk gevonden omdat het om een eerste implementatie gaat die de potentie moet aantonen. Voor het OV wordt de overdraagbaarheid naar een andere toepasser niet gezien als relevant, omdat dit wordt gezien als een procesmatig aspect dat gemakkelijk ondervangen kan worden. Voor de fiets heeft dit criterium een heel kleine weging gekregen.

2. Afweging oplossingsrichtingen

2.1 Thema's en oplossingsrichtingen

Uit de inventarisatie van wensen en de state-of-the-art (zie voorgaande notitie) zijn diverse probleempunten en beleidsthema's naar voren gekomen waar verbetering gewenst is. Voor elk van deze onderwerpen zijn, op basis van de inventarisatie en aangevuld met expert judgement, mogelijke oplossingsrichtingen geformuleerd die kunnen bijdragen aan een verbetering in de modellering van de fiets of het OV. Vervolgens is, conform de methode beschreven in paragraaf 1.2, beoordeeld of een oplossingsrichting een quick win is. In de bijlage zijn de beoordelingsresultaten opgenomen die de basis vormen voor de uiteindelijke classificatie van *quick wins*.

In de tabellen 2.1, 2.2 en 2.3 zijn de beleidsthema's, ontwikkelpunten en bijbehorende oplossingsrichtingen weergegeven voor respectievelijk de fiets, de combinatie van de fiets en het OV en voor het OV inclusief de classificatie wel of geen *quick win*.

Onder de oplossingsrichting *toedelen op doelgroepniveau* (zie tabel 2.2) verstaan wij het segmenteren van de toedeling, waarbij verschillende groepen afzonderlijk worden toegedeeld. Het gaat hierbij om groepen die uit het ODIN kunnen worden onderscheiden.

beleidsthema/ontwikkelpunten	oplossingsrichtingen	quick win
capaciteit en drukte-ervaring meenemen in routekeuze	vaste snelheidsverlaging op drukke fietspaden	ja
	capaciteitsafhankelijke toedeling (bpr curve toepassen)	nee
	aparte variabelen van drukte toevoegen aan utility functie	nee
e-bikes/speed pedelecs modelleren	aparte modaliteit toevoegen met hogere snelheden	ja
fijnmazigheid zones en netwerk op elkaar afstemmen	netwerk uitdunnen tot hoofdroutes	ja
	node to node toedelen	ja
	fijnere zonering maken	ja
routealternatieven	routeset: paden voor logit bepalen op basis van meer kostenfuncties (meer spreiding)	ja
verklarende factoren fietstoedeling	comfort meewegen in fietssnelheid	ja
	routekenmerken en comfort meenemen als nieuwe losse variabelen in logit	ja
	junction modellering voor fietsers	nee

Tabel 2.1: Oplossingsrichtingen per beleidsthema of ontwikkelpunt voor fiets

beleidsthema/ontwikkelpunten	oplossingsrichtingen	quick win
inzicht in en impact op doelgroepen (incl. Brede welvaart en vervoersarmoede)	toedelingen op doelgroepniveau	ja
capaciteit fietsenstallingen (eventueel op station)	parkeermodule fiets (nabewerking matrix)	ja
	parkeernetwerk voor de fiets (link met lage capaciteit bij fietsenstalling en looplinks)	ja
	penalty's op voedingslinks drukke/onaangename fietsenstallingen	ja
	parkeerplafond voor de fiets (in ZKM)	ja
	logit voor stationskeuze waarin het fietsenstallen meetelt	nee
hubs en deelmobiliteit modelleren	module zoals P+R voor auto uitbreiden naar deelmobiliteit (los toedelen van voor en na overstap op hub)	ja
	multimodaal toedelen op supernetwerk met MSN	nee
	multimodaal toedelen op supernetwerk met de solver van ILP	nee
	enumereren van modaliteiten combinaties	nee

Tabel 2.2: Oplossingsrichtingen per beleidsthema en ontwikkelpunten voor combinatie fiets en OV

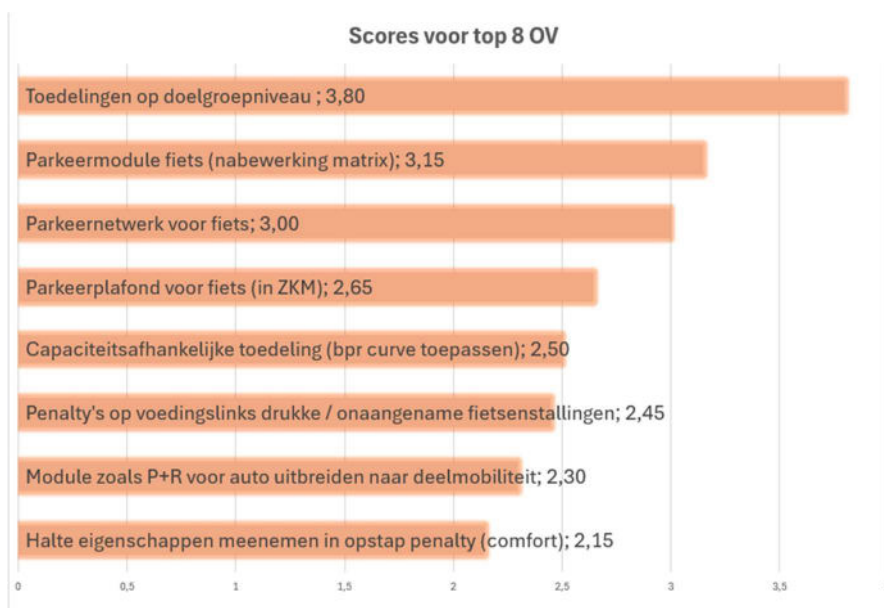
beleidsthema/ontwikkelpunten	oplossingsrichtingen	quick win
beleving van station en voertuigen	halte eigenschappen meenemen in opstap penalty (comfort)	ja
	comfort voertuigen meewegen in de reistijd	nee
	logit voor stationskeuze waarin comfort meetelt	nee
capaciteit en drukte-ervaring meenemen in routekeuze	capaciteitsafhankelijke toedeling (bpr curve toepassen)	ja
	aparte variabelen van drukte toevoegen aan utility functie	nee
	vaste snelheidsverlaging op drukke ov-verbindingen	nee

Tabel 2.3: Oplossingsrichtingen per beleidsthema en ontwikkelpunten voor OV

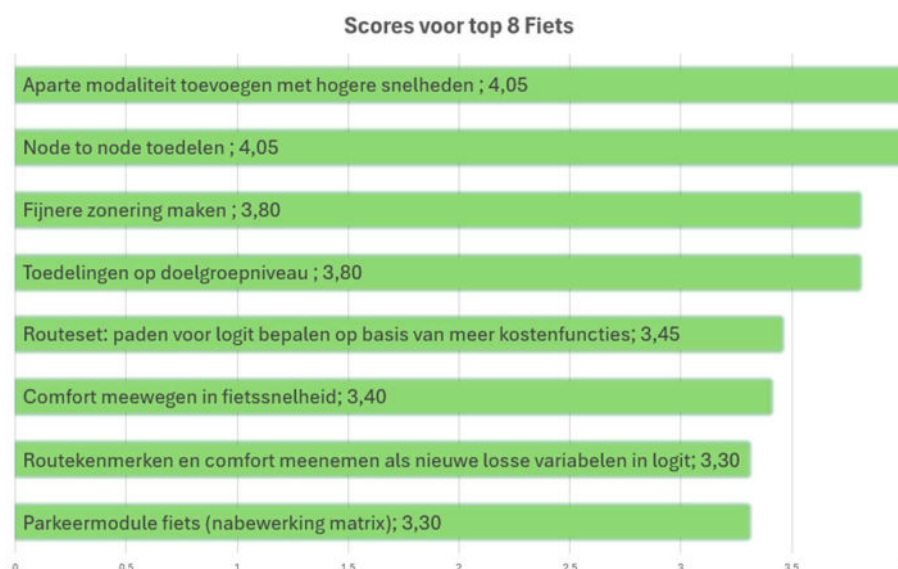
2.2 Scores oplossingsrichtingen

De *quick wins* zijn geïdentificeerd en vervolgens per criterium gescoord. De scores zijn zorgvuldig en zo objectief mogelijk bepaald op basis van de score-definities uit tabel 1.1 door experts verkeersmodellering van Goudappel en Dat.mobility. Daarna is het resultaat gezamenlijk besproken binnen het projectteam. Voor scores zonder directe overeenstemming zijn inhoudelijke discussies gevoerd om tot consensus te komen. Discussies over de scores zijn opgenomen in de Excel-versie van de opgenomen tabellen en deze worden beschikbaar gesteld bij de oplevering van dit project.

De resultaten van deze beoordeling zijn weergegeven in de figuren 2.1 en 2.2. De oplossingsrichtingen zijn hierin gerangschikt op basis van hun totaalscore, waarbij de hoogst scorende optie bovenaan staat. Een volledige lijst van Beleidsthema's met de oplossingsrichtingen en scores is opgenomen in bijlage 1. In bijlage 2 is het volledige afwegingskader met de scores per criterium voor elke oplossingsrichting in te zien.



Figuur 2.1: Oplossingsrichtingen OV met score en in volgorde van ranking



Figuur 2.2: Oplossingsrichtingen OV met score en in volgorde van ranking

Voor het OV heeft de oplossingsrichting gericht op meer inzicht in verschillende doelgroepen de hoogste score. De scores voor het OV variëren van 2.15 (laagste) tot 3.8 (hoogste). Op de tweede plaats staan, met een verschil van 0,65, verschillende oplossingsrichtingen met betrekking tot de capaciteit van de fietsenstallingen. Als derde volgt de oplossingsrichting die zich richt op het meenemen van de capaciteit en de ervaren drukte in de routekeuze. De laatste oplossingsrichting is specifiek voor het OV, terwijl de eerste drie genoemde zowel voor het OV als de fiets kunnen gelden.

Voor de fietsmodelverbeteringen in figuur 2.2 delen twee oplossingsrichtingen de eerste plaats: het modelleren van nieuwe modaliteiten zoals e-bikes en het fijnmaziger toedelen met een node-to-node toedeling. De scores lopen hier uiteen van 2,4 tot 4,05. Opvallend is dat de top drie scores dicht bij elkaar liggen dan de scores voor het OV. De derde en vierde plek worden ingenomen door respectievelijk een fijnere zonering te maken en de toedeling op doelgroepniveau.

Om de gevoeligheid van de gekozen weging te testen, is de weging voor het OV toegepast op de fietsoplossingsrichtingen en andersom. Wanneer de fietsweging wordt toegepast voor het OV, blijft de rangorde grotendeels gelijk. Alleen de oplossingsrichtingen op de vierde en vijfde plek wisselen van plaats. Dit komt doordat hun scores dicht bij elkaar liggen. Zo schuift capaciteitsafhankelijk toedelen op naar de vierde plek.

Het toepassen van de OV-weging op de fietsresultaten leidt tot een vergelijkbare top twee. Wel valt op dat de oplossingsrichting 'routeset: paden voor logit bepalen op basis van meer kostenfuncties', van de vijfde naar de achtste plek zakt. Deze verschuiving wordt voornamelijk veroorzaakt door het meenemen van de rektijd, het zwaarder meewegen van realisme, en het ontbreken van het criterium overdraagbaarheid naar andere gebruikers in de OV-weging.

2.3 Klankbordgroep

Nadat het afwegingskader is toegepast is er een klankbordsessie gehouden. Hierin is de toegepaste methode en de uitkomsten van het afwegingskader toegelicht. De leden van de klankbordgroep konden hier hun reactie op geven.

Er zijn enkele suggesties gedaan en verbeteringen van de formulering voorgesteld. Op de gekozen methode waren weinig opmerkingen. De uitkomsten van het afwegingskader sluiten goed aan bij het beeld dat de leden in de klankbordgroep hebben van de huidige stand van zaken en de gewenste verbeteringen in de verkeersmodellen.

Wel werd opgemerkt dat de ketenmobiliteit een belangrijk aandachtspunt is dat mogelijk veel waarde kan toevoegen. Dit valt echter buiten de scope van deze studie aangezien het modelleren van de ketenmobiliteit geen quick win is.

3. Keuze oplossingsrichtingen en model

Het afwegingskader laat zien in welke mate een oplossingsrichting kansrijk is en een zinvolle verbetering kan opleveren. De urgentie en/of het belang dat de SIVMO-partners hechten aan het (beleids)thema waar een oplossingsrichting aan bijdraagt is hierin echter niet meegenomen. In dit hoofdstuk wordt op basis van de interviews met de SIVMO-partners, de urgentie en het belang van de verschillende beleidsthema's (kwalitatief) meegenomen als aanvulling op de resultaten uit het afwegingskader om te komen tot een advies welke oplossingsrichting het beste geïmplementeerd kan worden in de proof-of-conceptfase. Dit advies is besproken met de SIVMO-partners op 17 april 2025 en is onderbouwd al dan niet overgenomen.

3.1 Advies: te implementeren quick win OV-modellering

Het thema *brede welvaart* is veel genoemd in de interviews met de SIVMO-partners. Binnen dit thema scoort de oplossingsrichting *toedelen op doelgroepniveau* het hoogst bij het OV, en ook bij de fiets behoort deze tot een van de best scorende oplossingsrichtingen. **We adviseren daarom om de oplossingsrichting *toedelen op doelgroepniveau* te selecteren voor implementatie in de proof-of-conceptfase.** Gezien de hoge relevantie voor het OV en het feit dat de fiets een belangrijk onderdeel vormt van de OV-ketens en dus ook van de OV-toedeling (via voor-/natransport) adviseren we deze oplossingsrichting te implementeren voor het OV.

Een ander veel genoemd thema binnen het OV is het effect van de capaciteit. De bijbehorende oplossingsrichting, *capaciteitsafhankelijk toedelen*, is de hoogst scorende die specifiek op het OV betrekking heeft. De score ligt echter aanzienlijk lager dan een groot deel van de andere oplossingsrichtingen, wat de kans op tegenvallende resultaten in de proof-of-concept fase vergroot. Daarnaast is dit thema vooral van belang binnen specifieke gebieden of corridors, waardoor een bredere toepasbaarheid beperkt is en het belang minder breed gedragen wordt.

In de SIVMO werkgroep van 25 april is gekozen om verder te gaan met het capaciteitsafhankelijk toedelen OV. Dit is vanwege het feit dat het toedelen op doelgroepniveau inhoudelijk geen verandering is van de toedeelmethode en capaciteitsafhankelijk toedelen wel een andere wijze van toedelen is, met uiteindelijk een ander toedeelresultaat.

Een toelichting op de inhoud van deze oplossingsrichtingen is te vinden in bijlage 3.

3.2 Advies: te implementeren quick win fietsmodellering

Voor de fiets zijn er twee oplossingsrichtingen die als meest kansrijk, met gelijke score, uit het afwegingskader naar voren komen: *het modelleren van de e-bike als aparte modaliteit* en *node-to-node toedelen*. Uit de interviews met de SIVMO-partners blijkt dat beide aansluiten op belangrijke beleidsthema's: respectievelijk *modellering van snellere fietsers* en *betere afstemming fijnmazigheid zonering en netwerk*. Van deze twee richtingen verdient de *node-to-node toedeling* onze voorkeur, omdat hiermee een fundamenteel probleem wordt aangepakt dat in vrijwel elk verkeersmodel speelt. **We adviseren daarom om de oplossingsrichting *node-to-node toedelen* te implementeren in de proof-of-conceptfase** als oplossing voor de onbalans in fijnmazigheid tussen de zonering en het fietsnetwerk.

Dit advies is door de werkgroep SIVMO overgenomen. Een toelichting op de inhoud van deze oplossingsrichtingen is te vinden in bijlage 3.

Bijlage 1

ranking	modaliteit	beleidsthema/ontwikkelpunten	oplossingsrichtingen	totaalscore
1	fiets/ov	inzicht in en impact op doelgroepen (jncl. Brede welvaart en vervoersarmoede)	toedelingen op doelgroepniveau	3.8
2	fiets/ov	capaciteit fietsenstallingen (eventueel op station)	parkeermodule fiets (nabewerking matrix)	3.15
3	fiets/ov	capaciteit fietsenstallingen (eventueel op station)	parkeernetwerk voor de fiets (link met lage capaciteit bij fietsenstalling en looplinks)	3
4	fiets/ov	capaciteit fietsenstallingen (eventueel op station)	parkeerplafond voor de fiets (in ZKM)	2.65
5	ov	capaciteit en drukte-ervaring meenemen in routekeuze	capaciteitsafhankelijke toedeling (bpr curve toepassen)	2.5
6	fiets/ov	capaciteit fietsenstallingen (eventueel op station)	penalty's op voedingslinks drukke/onaangename fietsenstallingen	2.45
7	fiets/ov	hubs en deelmobiliteit modelleren	module zoals P+R voor auto uitbreiden naar deelmobiliteit (los toedelen van voor en na overstap op hub)	2.3
8	ov	beleving van station en voertuigen	halte eigenschappen meenemen in opstap penalty (comfort)	2.15

Tabel B1.1: Oplossingsrichtingen OV met score en in volgorde van ranking

ranking	modaliteit	beleidsthema/ontwikkelpunten	oplossingsrichtingen	totaalscore
1	fiets	e-bikes/speed pedelecs modelleren	aparte modaliteit toevoegen met hogere snelheden	4.05
1	fiets	fijnmazigheid zones en netwerk op elkaar afstemmen	node to node toedelen	4.05
3	fiets	fijnmazigheid zones en netwerk op elkaar afstemmen	fijnere zonering maken	3.8
4	fiets/ov	inzicht in en impact op doelgroepen (incl. brede welvaart en vervoersarmoede)	toedelingen op doelgroepniveau	3.8
5	fiets	routealternatieven	routeset: paden voor logit bepalen op basis van meer kostenfuncties (meer spreiding)	3.45
6	fiets	verklarende factoren fietstoedeling	comfort meewegen in de fietssnelheid	3.4
7	fiets	verklarende factoren fietstoedeling	routekenmerken en comfort meenemen als nieuwe losse variabelen in logit	3.3
8	fiets/ov	capaciteit fietsenstallingen (eventueel op station)	parkeermodule fiets (nabewerking matrix)	3.3
9	fiets	fijnmazigheid zones en netwerk op elkaar afstemmen	netwerk uitdunnen tot hoofdroutes	3.25
10	fiets/ov	capaciteit fietsenstallingen (eventueel op station)	parkeernetwerk voor de fiets (link met lage capaciteit bij fietsenstalling en looplinks)	3.15
11	fiets	capaciteit en drukte-ervaring meenemen in routekeuze	vaste snelheid verlaging op drukke fietspaden	3.05
12	fiets/ov	capaciteit fietsenstallingen (eventueel op station)	parkeerplafond voor de fiets (in ZKM)	2.75
13	fiets/ov	capaciteit fietsenstallingen (eventueel op station)	penalty's op voedingslinks drukke/onaangename fietsenstallingen	2.7
14	fiets/ov	hubs en deelmobiliteit modelleren	module zoals P+R voor de auto uitbreiden naar deelmobiliteit (los toedelen van voor en na overstap op hub)	2.4

Tabel B1.2: Oplossingsrichtingen fiets met score en in volgorde van ranking

Bijlage 2

Eerste tabel: volledig afwegingskader fiets

Tweede tabel: volledig afwegingskader OV

voorwaarde/gewicht:	Haalbaarheid (0 of 1): beschikbaarheid van:					Verwacht effect op (5 punts schaal):						Overdraagbaarheid van prototype (5 punts schaal):		ck win aal score ik totaalscore		
	1	1	1	1	1	0,2	0	0,15	0,15	0,1	0,15	0,2	0,05			
	↓ jortime	↓ Schaalbare software ↓ implementatie	↓ hattingsdata	↓ ramders	↓ Toepassingsdata ↓ isjaar	1. Realisme van uitkomsten	2. Rekeningt en geheugengebruik	3. Transparantie	4. Stabiliteit	5. Beschikbaarheid toepassingsdata prognosejaar	6. Beschikbaarheid validatedata	7. Naar ander SIVMO model	8. Naar andere toepasser			
oplossingsrichtingen	↓															
Aparte modaliteit toevoegen met hogere snelheden	1	1	1	0	1	5	2	5	3	4	3	4	4	ja	4,05	1
Aparte variabelen van drukte toevoegen aan utility functie	1	1	0	0	1									nee	0	
Capaciteitsafhankelijke toedeling (bpr curve toepassen)	1	1	0	0	1									nee	0	
Comfort meewegen in fietssnelheid	1	1	0	0	1	4	3	2	3	2	3	5	4	ja	3,4	6
Enumereren van modaliteiten combinaties	0	0	0	0	1									nee	0	
Fijnere zonering maken	1	0	1	0	1	3	1	4	4	2	4	5	4	ja	3,8	3
Junction modellering voor fietsers	0	0	0	0	1									nee	0	
Logit voor stationskeuze waarin fietsenstallen meetelt	0	0	1	0	1									nee	0	
Module zoals P+R voor auto uitbreiden naar deelmobiliteit (los toedelen van voor/na overstap op hub)	1	1	0	1	1	2	2	3	2	2	2	3	3	ja	2,4	14
Multimodaal toedelen op supernetwerk met de solver van ILP	0	0	0	0	1									nee	0	
Multimodaal toedelen op supernetwerk met MSN	0	0	0	0	1									nee	0	
Netwerk uitdunnen tot hoofdroutes	1	1	1	0	1	2	4	3	2	3	4	5	4	ja	3,25	9
Node to node toedelen	1	1	1	1	1	5	2	4	5	3	4	3	4	ja	4,05	1
Parkeermodule fiets (nabewerking matrix)	1	0	1	0	1	2	3	4	3	3	4	4	3	ja	3,3	8
Parkeernetwerk voor fiets (link met lage capaciteit bij fietsenstalling en looplinks)	1	1	1	0	1	3	2	3	3	3	4	3	3	ja	3,15	10
Parkeerplafond voor fiets (in ZKM)	1	1	1	0	1	2	2	3	3	3	4	2	3	ja	2,75	12
Penalty's op voedingslinks drukke / onaangename fietsenstallingen	1	1	1	0	1	2	3	1	3	3	3	4	3	ja	2,7	13
Routekenmerken en comfort meenemen als nieuwe losse variabelen in logit	1	1	0	1	1	4	2	4	3	2	3	3	4	ja	3,3	7
Routeset: paden voor logit bepalen op basis van meer kostenfuncties (meer spreiding)	1	1	0	1	1	3	1	3	4	5	3	3	5	ja	3,45	5
Toedelingen op doelgroepniveau	1	1	1	1	1	5	2	5	3	5	2	3	4	ja	3,8	4
Vaste snelheidverlaging op drukke fietspaden	1	1	0	1	1	3	3	2	3	3	3	4	3	ja	3,05	11

voorwaarde/gewicht:	Haalbaarheid (0 of 1): beschikbaarheid van:					Verwacht effect op (5 punts schaal):						Laagbaarheid van prototype (5 punts schaal):		Resultaat		
	1	1	1	1	1	0,25	0,1	0,2	0,2	0,05	0,1	0,1	0			
	↓ jorime	↓ Schaalbare software implementatie	↓ hatingsdata	↓ rameters	↓ Toepassingsdata	1. Realisme van uitkomsten	2. Rekentijd en geheugengebruik	3. Transparantie	4. Stabiiliteit	5. Beschikbaarheid toepassingsdata prognosejaar	6. Beschikbaarheid validatiedata	7. Naar ander SIMMO model	8. Naar andere toepasser	↓ ck win	↓ taal score	↓ ik totaalscore
oplossingsrichtingen	↓															
Aparte variabelen van drukte toevoegen aan utility functie	0	0			1									nee	0	
Capaciteitsafhankelijke toedeling (bpr curve toepassen)	1	1	0		1	3	1	2	2	3	3	4	5	ja	2,5	5
Comfort voertuigen meewegen in de reistijd	1	1												nee	0	
Enumereren van modaliteiten combinaties	0	0	0	0	1									nee	0	
Halte eigenschappen meenemen in opstap penalty (comfort)	1	1	1	0	1	2	3	2	3	1	1	2	3	ja	2,15	8
Logit voor stationskeuze waarin comfort meetelt	0	0			0									nee	0	
Logit voor stationskeuze waarin fietsenstallen meetelt	0	0			0									nee	0	
Module zoals P+R voor auto uitbreiden naar deelmobiliteit (los toedelen van voor/na overstap op hub)	1	1	0		1	2	2	3	2	2	2	3	3	ja	2,3	7
Multimodaal toedelen op supernetwerk met de solver van ILP	0	0	0	0	1									nee	0	
Multimodaal toedelen op supernetwerk met MSN	0	0	0	0	1									nee	0	
Parkeermodule fiets (nabewerking matrix)		0	1	0	1	2	3	4	3	3	4	4	3	ja	3,15	2
Parkeernetwerk voor fiets (link met lage capaciteit bij fietsenstalling en looplinks)	1		1	0	1	3	2	3	3	3	4	3	3	ja	3	3
Parkeerplafond voor fiets (in ZKM)	1		1	0	1	2	2	3	3	3	4	2	3	ja	2,65	4
Penalty's op voedingslinks drukke / onaangename fietsenstallingen	1	1	1	0	1	2	3	1	3	3	3	4	3	ja	2,45	6
Toedelingen op doelgroepniveau	1		1		1	5	2	5	3	5	2	3	4	ja	3,8	1
Vaste snelheidverlaging op drukke ov verbindingen	1	1			1									nee	0	

Bijlage 3: Toelichting op oplossingsrichtingen routekeuze fiets en OV

In paragrafen 3.1 en 3.2 worden een viertal oplossingsrichtingen genoemd. In deze bijlage worden de vier oplossingsrichtingen iets uitvoeriger beschreven om meer houvast te bieden bij de keuze voor de te testen oplossingsrichtingen in de proof-of-conceptfase. Merk op dat de beschrijvingen in deze bijlage nog steeds vrij hoog over zijn, omdat het precies uitwerken alleen voor de gekozen oplossingsrichtingen gedaan zal worden en daarom onderdeel is van de proof-of-conceptfase.

Toedelen op doelgroepniveau (geadviseerd voor OV)

Bij het toedelen op doelgroepniveau binnen OV worden vanuit brede welvaart gezien relevante doelgroepen (combinaties van persoons- en huishoudeigenschappen) geselecteerd uit ODIN. Hierbij borduren we voort op kwetsbare groepen geïdentificeerd in studies naar vervoersarmoede of brede-welvaart zoals het CBS/PBL rapport van Kampert et al. (2019) of het KiM rapport over financieel autolozen (Zijlstra en Durand, 2025). Deze doelgroepen worden vervolgens als aparte klassen toegedeeld in de OV-toedeling. NB: alleen doelgroepen die in ODIN kunnen worden onderscheiden, kunnen worden gebruikt, en de bestaande halte- en routekeuzeparameters voor OV worden van toepassing verklaard voor alle doelgroepen, omdat het bepalen van doelgroep-specifieke parameters een aparte studie zou vergen.

Capaciteitsafhankelijk toedelen (alternatieve oplossingsrichting voor OV)

Bij een capaciteitsafhankelijke toedeling voor OV wordt de capaciteit op lijnniveau bepaald door de frequentie van de lijn te vermenigvuldigen met de (gemiddelde) capaciteit van het materieel op die lijn in de beschouwde tijdperiode. Vervolgens wordt de OV-toedeling iteratief gedraaid waarbij de ervaren reiskosten toenemen als de reizigersaantallen (uit de vorige iteratie) boven of dichtbij de capaciteit komen.

Node-to-node toedelen (geadviseerd voor fiets)

In een node-to-node toedeling worden de vertrek- en aankomstpunten van alle ritten uit de HB-matrix uit het strategisch verkeersmodel vertaald naar knopen in het netwerk. Bij deze vertaling van zones naar knopen als vertrek- en aankomstlocaties wordt de productie en attractie per adrespunt (uit de BAG) gebruikt als verdeelsleutel, waarbij elk adrespunt wordt gekoppeld aan de dichtstbijzijnde knoop in het netwerk. Deze sterk verfijnde HB-matrix (in Goudappels landelijke model Spectrum leidt dit tot enkele tientallen miljoenen herkomsten en bestemmingen) wordt vervolgens toegedeeld met hiervoor speciaal ontwikkelde geoptimaliseerde software. Op deze wijze wordt een toedeling tot "in de haarvaten" van het netwerk gedaan, waardoor geen effect van zone-aantakkingen meer optreedt en ook intrazonale ritten op het netwerk afgewikkeld worden.

Aparte modaliteit toevoegen met hogere snelheden (#2 voor fiets)

Om te kunnen rekenen aan het effect van het groeiend aandeel 'snellere fietsers' (bijvoorbeeld e-bikes, speed pedelecs) splitsen we de modaliteit fiets op in 'gewone fiets' en 'snelle fiets', met elk hun eigen netwerkattributen. Op het 'snelle fiets' netwerk verhogen we de snelheden afhankelijk van bijvoorbeeld wegtype en stedelijkheidsgraad op basis van kentallen uit beschikbare data. Vervolgens genereren we aparte skims voor de beide modaliteiten en voegen deze toe als modaliteit aan het vervoersvraagmodel zodat het aandeel 'snelle fietsen' per HB-paar bekend is. De resulterende twee fietsmatrices delen we als aparte klassen toe waarmee aandelen 'snelle fietsen' en gevoeligheid voor versnelling van fietsroutes inzichtelijk gemaakt kan worden. NB: we hanteren voor beide fietsmodaliteiten dezelfde distributiefunctie of logit parameters in het vervoersvraagmodel en dezelfde kostenfunctie in het toedelingsmodel, omdat het bepalen van dergelijke parameters een aparte studie zou vergen.

Referenties

Kampert, A., Nijenhuis, J., Nijland, H., Uitbeijerse, G., & Verhoeven, M. (2019). Indicator risico op vervoersarmoede. Den Haag: CBS/PBL. Verkregen van <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl2019-indicator-risico-op-vervoersarmoede-3824.pdf>

Zijlstra, T. & Durand, A. (2025). Financieel autoloos: Een onderzoek naar de omvang en samenstelling van de huishoudens in Nederland die zich geen auto kunnen veroorloven. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid. Verkregen van https://www.kimnet.nl/binaries/kimnet/documenten/notities/2025/03/21/financieel-autoloos/KiM+notitie+Financieel+Autoloos_def.pdf