

Handreiking Modelleren Parkeren (SIVMO)

Eindrapport

Opdrachtgever

Titel rapport

Kenmerk

Kenmerk opdrachtgever

Datum publicatie

Projectleider Goudappel

Projectteam Goudappel

Status

SIVMO

Handreiking Modelleren Parkeren

022358.20260624.R1.01

[Kenmerk opdrachtgever]

24 juni 2026

Hans Huisman

Annet Dijk-Schepman, Arnout Kwant, Jet

Peters en Hans Huisman

Definitief

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel van de handreiking	1
1.3	Leeswijzer handreiking	2
2.	Doorlopen fasen	3
2.1	Fase 1: Inventarisatie en verdieping	4
2.2	Fase 2: Werksessie	5
2.3	Fase 3: Synthese en opstellen handreiking	5
3.	Handreiking Modelleren Parkeren	7
3.1	Parkeren aan de vertrekkant	7
3.2	Parkeren aan de aankomstkant	17
4.	Samenhang en interacties tussen de parkeerthema's	41
4.1	Aanvullende thema's	41
4.2	Overlappende thema's	41
4.3	Potentiële conflicten	42
4.4	Onafhankelijk toepasbare thema's	42
5.	Conclusie	43

Bijlagen Toetsing SIVMO-modellen aan basisniveau parkeermodellering

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Binnen SIVMO bestaat een duidelijke behoefte aan een meer eenduidige, transparante en onderbouwde manier om parkeerbeleid te modelleren in verkeersmodellen. Parkeren speelt een sleutelrol in actuele mobiliteitsvraagstukken zoals stedelijke verdichting, mobiliteitstransitie, de ontwikkeling van hubs, parkeren op afstand, en de betrouwbaarheid van verkeersprognoses in stedelijke gebieden.

Uit het eerdere SIVMO-onderzoek naar parkeerbeleid en hubs en de daaropvolgende inventarisatiefase uit deze studie blijkt dat parkeren in alle verkeersmodellen wordt meegenomen, maar dat de wijze waarop dit gebeurt sterk verschilt.

Verschillen bestaan onder andere in:

- De plek in de modelketen (vraagmodule, skims, toedeling, nabewerking).
- De mate van detail.
- De wijze waarop capaciteit, tarieven en autobezit doorwerken.
- Het gebruik van harde of zachte beperkingen.

Tegelijkertijd blijkt uit gesprekken met de SIVMO-partners dat harmonisatie niet per definitie het hoofddoel is. Belangrijker is het expliciet maken van modelkeuzes, het begrijpen van onderliggende aannames en het leren van elkaars aanpak.

Deze handreiking voorziet in die behoefte.

1.2 Doel van de handreiking

De handreiking heeft als doel:

- Inzicht geven in de verschillende manieren waarop parkeren wordt gemodelleerd binnen de SIVMO-modellen.
- Structuur bieden in mogelijke modelkeuzes.
- Ondersteunen bij het maken van bewuste keuzes.
- Transparantie vergroten richting beleidsmakers en bestuur.
- Bijdragen aan betere uitlegbaarheid en vergelijkbaarheid van modelresultaten.

Deze handreiking richt zich op het expliciteren van keuzes, niet op het voorschrijven van één methode. De handreiking is nadrukkelijk geen harmonisatiedocument. Zij biedt een keuzekader, geen standaardmodel.

De handreiking is bedoeld voor de SIVMO-partners gezamenlijk met modelleurs, beleidsanalisten en opdrachtgevers die verkeersmodellen gebruiken bij beleidsvorming.

1.3 Leeswijzer handreiking

Parkeren opnemen in verkeersmodellen beïnvloedt:

- modal split;
- bestemmingskeuze;
- tijdstipkeuze;
- routekeuze.

De handreiking geeft handvaten voor een basisniveau voor het modelleren van parkeren en daarnaast keuzemogelijkheden voor het verdiepen van de parkeermodellering boven op het basisniveau. Ook zijn praktijkcasussen beschreven per relevant thema. Het is aan de gebruiker om op basis van deze handreiking zelf keuzes te maken voor de modellering. In hoofdstuk 3 is de daadwerkelijke handreiking opgenomen. In deze paragraaf is weergegeven hoe de handreiking is opgebouwd.

De handreiking is opgebouwd langs twee hoofdlijnen:

1. vertrekkant (bewonerszijde)
2. aankomstkant (werknemers/bezoekerszijde)

Per hoofdthema zijn sub modellering-thema's geformuleerd en wordt beschreven:

- inleiding en modelaanpak;
- eventuele voorwaarden;
- aanbeveling basisniveau;
- concrete implementatie en hoe je het modelleert
- welke data is nodig
- aandachtspunten
- mogelijke verdieping
- en praktijkcasussen

Er wordt rekening gehouden met het type verkeersmodel, waarin we voor de SIVMO-modellen nu en in de nabije toekomst grofweg het volgende onderscheid maken:

- macroscopisch ge-desaggreerde nested-logit modellen (LMS/NRM/StraVeM)
- microscopische modellen (individuele modellering; nog niet toegepast binnen SIVMO)
- macroscopisch geaggreerde zwaartekracht modellen (VMRDH/BBMA/VRU)

Tot slot wordt per (sub)thema ook rekening gehouden met het detailniveau van het verkeersmodel:

- strategisch verkeersmodel (regionaal/landelijk)
 - Parkeren vooral als impedantie/kostencomponent modellering op regionaal niveau.
- stedelijk verkeersmodel (fijn regionaal/stedelijk)
 - Parkeren meer op detailniveau en meer verdieping op regionaal, bestemming en toedeelniveau.

2. Doorlopen fasen

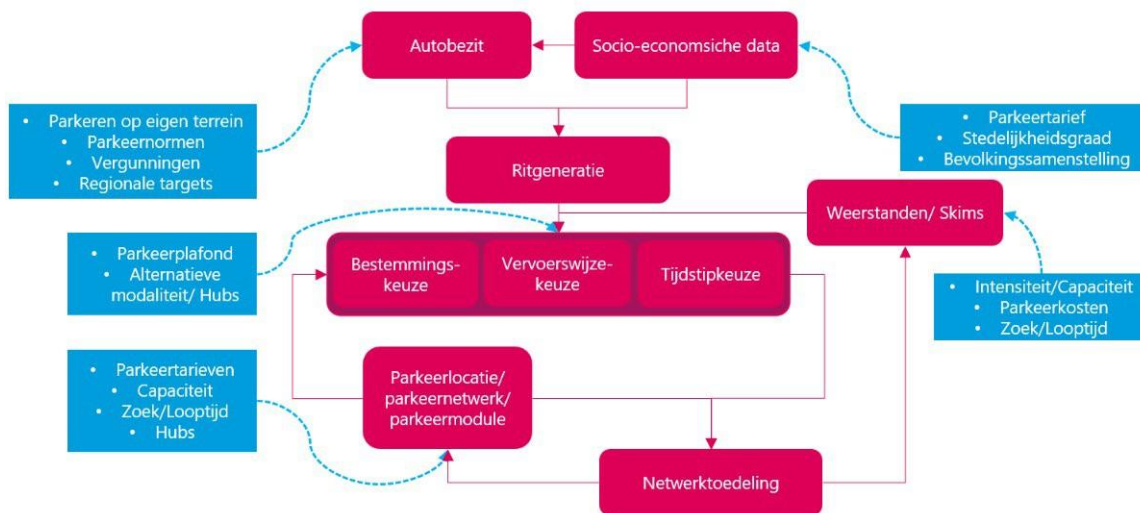
Parkeren in de modelketen

Parkeren kan op verschillende plekken in de modelketen worden opgenomen en beïnvloedt meerdere stappen in het verkeersmodel. Sommige parkeerthema's grijpen aan op de vraagzijde, zoals autobezit en parkeernormen, terwijl andere thema's vooral de aantrekkelijkheid van bestemmingen beïnvloeden, zoals parkeertarieven, capaciteit en zoektijd.

Daarnaast kunnen parkeereffecten doorwerken in meerdere onderdelen van het model, zoals:

- modal split;
- bestemmingskeuze;
- *tijdstipkeuze* (in toekomstige modellen);
- routekeuze;
- netwerkbelasting.

Figuur 2.1 geeft schematisch weer op welke plekken parkeren een rol kan spelen in de modelketen.



Figuur 2.1: Parkeren in de modelketen

Parkeereffecten werken vaak door in meerdere stappen tegelijk, waardoor consistentie in modellering essentieel is.

Deze handreiking is tot stand gekomen in drie opeenvolgende fasen:

1. Inventarisatie van bestaande modelpraktijken.
2. Werksessie met SIVMO-partners.
3. Analyse en synthese met aanvullende inventarisatie van praktijkcasussen.

De combinatie van deze fasen biedt zowel inzicht in de huidige praktijk als in de toepassing van parkeermodellering in concrete studies.

2.1 Fase 1: Inventarisatie en verdieping

In de inventarisatiefase is systematisch in kaart gebracht hoe parkeren wordt gemodelleerd in de verkeersmodellen van de SIVMO-partners:

- BBMA;
- StraVeM;
- VENOM/VMA;
- V-MRDH;
- VRU;
- LMS/NRM.

Per model is onderzocht op welke wijze parkeerthema's zijn opgenomen in de modelketen. Daarbij is onder andere gekeken naar:

- Modelling van autobezit;
- De positie van parkeerkosten (bijvoorbeeld in weerstand, bestemmingskeuze of modules);
- Het gebruik van parkeerplafonds of capaciteitsbeperkingen;
- De toepassing van zoektijd en/of parkeernetwerken;
- De modellering van hubs en parkeren op afstand.

Alle modellen nemen autobezit en parkeerkosten mee, maar de uitwerking verschilt sterk. Vooral bij autobezit, capaciteit, hubs en zoektijd lopen detailniveau en modelinpassing uiteen. Sommige modellen gebruiken expliciete parkeermodules, andere verwerken parkeereffecten indirect via weerstand of nabewerking. De verschillen hebben vooral te maken met de verschillen in type en schaalniveau van de modellen.

Vertrek- en aankomstkant

Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

- Vertrekkant (bewoners)
 - autobezit;
 - parkeernormen;
 - vergunningen.
- Aankomstkant (bezoekers/werknemers)
 - parkeertarieven;
 - capaciteit/parkeerplafonds;
 - zoektijd/uitwijk;
 - parkeerlocaties;
 - hubs/parkeren op afstand.

Verschillen tussen modeltypen

De ontwikkeling van verkeersmodellen in Nederland laat een verschuiving zien van geaggregeerde modellen naar meer gedragsmatige zoals gedesaggregeerde en microscopische modellen. Deze handreiking sluit hierop aan.

- Gedesaggregeerde modellen (nested logit): macroscopisch modelleren individueel gedrag via utilityfuncties en keuzeprocessen (tour-based).
- Microscopische- en activity-based modellen¹: microscopisch modelleren individueel (agent) gedrag via utilityfuncties en keuzeprocessen (tour-based).
- Geaggregeerde modellen (zwaartekracht/vierstaps): werken met gemiddeld gedrag, weerstanden en capaciteitsrestricties (trip-based).

De modellering van parkeren verschilt sterk per modeltype: nested logit verwerkt parkeeraspecten vooral in utilityfuncties en keuzemodellen, terwijl zwaartekrachtmodellen dit doen via weerstanden, reistijden en constraints.

De inventarisatiefase is vastgelegd in een aparte notitie ("022358.20260126.N3.01 Notitie inventarisatiefase (analyse documentatie).pdf")

2.2 Fase 2: Werksessie

De resultaten van de inventarisatiefase zijn besproken tijdens een werksessie met de SIVMO-partners. Tijdens deze sessie zijn de verschillende modelaanpakken nader verkend en zijn de belangrijkste verschillen en overeenkomsten besproken.

Uit de werksessie komen de volgende hoofdlijnen naar voren:

- Autobezit vormt de basis aan de vertrekkant en wordt gezien als de belangrijkste variabele voor het modelleren van parkeereffecten aan de bewonerszijde.
- Aan de aankomstkant worden parkeereffecten steeds vaker via gegeneraliseerde kosten gemodelleerd, bijvoorbeeld via parkeertarieven en zoektijd.
- Er bestaan verschillende visies op het gebruik van harde en zachte parkeerplafonds, afhankelijk van beleidscontext en modeltype.
- Het gebrek aan gevalideerde data, elasticiteiten en onderzoek ter onderbouwing (beperkt de mogelijkheid tot kalibratie en validatie voor verdere verfijning).
- Er is geen consensus over één uniforme modellering per thema. Wel overeenkomsten en brede overeenstemming over het belang van transparantie in modelkeuzes.

De werksessie bevestigt dat parkeermodellering sterk afhankelijk is van modeltype, schaalniveau en beleidsvraag. Dit benadrukt dat een eenduidige standaard niet wenselijk is, maar dat een gestructureerd keuzekader wel meerwaarde biedt.

2.3 Fase 3: Synthese en opstellen handreiking

De inzichten uit de inventarisatie en de werksessie vormen gezamenlijk de basis voor deze handreiking. In plaats van te streven naar één uniforme aanpak richt deze handreiking zich op het expliciteren van modelkeuzes en het bieden van een kader voor het modelleren van

¹ 4-staps logit/nested logit/ activity-based (activity based wordt nog niet toegepast in Nederland, Microscopisch modelleren wordt al wel toegepast in Nederland (Octavius).

parkeerthema's in verschillende typen verkeersmodellen.

Aanvullende inventarisatie praktijkcasussen

Tijdens de werksessie kwam naar voren dat veel kennis over parkeermodellering aanwezig is in concrete projecten en studies. Om deze praktijkervaringen te benutten, zijn de SIVMO-partners gevraagd om praktijkcasussen aan te leveren waarin parkeren een belangrijke rol speelde. Per casus is gevraagd om een korte beschrijving van:

- De context van het project of studie.
- Het relevante parkeerthema of sub thema.
- Succesfactoren in de modellering.
- Knelpunten of leerpunten.
- Het schaalniveau van het model.

De praktijkcasussen hebben drie doelen:

- Het illustreren van verschillende modelaanpakken in de praktijk.
- Het identificeren van succesfactoren.
- Het inzichtelijk maken van knelpunten en aandachtspunten.

De casussen vormen daarmee een belangrijke aanvulling op de inventarisatie en werksessie en slaan een brug tussen modeltheorie en modeltoepassing. Een deel van de casussen is verwerkt in de handreiking.

Toetsing aan het aanbevolen basisniveau

Op basis van de inventarisatie en de in deze handreiking geformuleerde aanbevelingen is een aanvullende toetsing uitgevoerd van de SIVMO-modellen. Hierbij is per model en per parkeerthema beoordeeld in hoeverre wordt voldaan aan het in deze handreiking beschreven basisniveau voor parkeermodellering. Daarnaast is aangegeven welke verdiepingen reeds aanwezig zijn, welke onderdelen nog ontbreken om het basisniveau te bereiken en welke mogelijke vervolgstappen voor verdere ontwikkeling kunnen worden onderscheiden.

De resultaten van deze toetsing zijn opgenomen in Bijlage 1: Toetsing SIVMO-modellen aan aanbevolen basisniveau parkeermodellering. De bijlage is nadrukkelijk bedoeld als hulpmiddel voor kennisuitwisseling en doorontwikkeling binnen SIVMO en niet als beoordeling of rangschikking van modellen. De verschillende modellen zijn immers ontwikkeld voor uiteenlopende beleidsvragen, schaalniveaus en toepassingsgebieden.

3. Handreiking

Modelleren Parkeren

In dit hoofdstuk worden parkeerthema's uitgewerkt volgens een vaste structuur. Per parkeerthema verschilt de wijze waarop het in de modelketen wordt opgenomen. Hieronder wordt dit per thema kort toegelicht met per hoofdparagraaf een onderverdeling in:

1. parkeren aan de vertrekkant;
2. parkeren aan de aankomstkant.

3.1 Parkeren aan de vertrekkant

Parkeren aan de vertrekkant betreft woning gerelateerde kenmerken zoals autobezit, vergunningen, parkeernormen en parkeren op eigen terrein. Deze thema's beïnvloeden primair de autobeschikbaarheid en daarmee de modal split en ritgeneratie en bestemmingskeuze.

3.1.1 Autobezit

Inleiding en modelaanpak

Autobezit vormt in verkeersmodellen een belangrijke basisvariabele. Het bepaalt in sterke mate of huishoudens een auto beschikbaar hebben of niet en beïnvloedt daarmee de ritgeneratie en de modal split. Een huishouden met meerdere auto's heeft een hogere kans om de auto te kiezen dan een huishouden zonder auto.

In verkeersmodellen wordt autobezit op verschillende manieren gemodelleerd. In gedesaggregeerde en microscopische modellen wordt vaak gebruik gemaakt van een expliciet autobezitsmodel, waarin autobezit als uitkomst van een keuzemodel wordt bepaald. In geaggregeerde modellen wordt autobezit doorgaans verwerkt via segmentatie in autobeschikbaar en niet-autobeschikbaar, gebaseerd op externe data (zoals CBS, ODIN, NRM of lokale bronnen), waarbij voor prognoses gebruik wordt gemaakt van trends of aangepaste segmentverdelingen.

Tijdens de werksessie is autobezit expliciet benoemd als belangrijkste "knop" aan de vertrekkant. Veel andere parkeerthema's zoals parkeernormen, vergunningen en deelmobiliteit werken indirect via autobezit door. Autobezit fungeert daarmee zowel als beschrijvende variabele (basissituatie) als beleidsgevoelige variabele (prognosesituaties).

Autobezit kan onder andere worden beïnvloed door:

- huishoudsamenstelling (inkomen, rijbewijsbezit, leeftijd, geslacht, ...)
- parkeernormen en vergunningen;
- parkeertarieven;
- stedelijkheid;

- beschikbaarheid van alternatieven, zoals deelmobiliteit.

Voorwaarde:

Voor een realistische modellering is het noodzakelijk dat het autobezit in de basissituatie nauwkeurig en voldoende gedetailleerd in het model is opgenomen. Dit houdt in dat per modelzone een representatieve inschatting van het autobezit per huishouden beschikbaar moet zijn, bij voorkeur gebaseerd op CBS-data of op modellen die hierop zijn gekalibreerd.

Aanbeveling basisniveau:

Gedesaggregeerde en microscopische modellen

- Gebruik een expliciete autobezitsmodule².
 - Voordeel autobezitsmodule is al beschikbaar (RWS/NRM) om toe te passen.
- Gebruik empirische data (bijvoorbeeld CBS) voor initialisatie en validatie.

Aanvullend voor microscopische modellen:

- Leg autobezit op huishoudniveau vast als attribuut van agents³
 - Het vormt direct een attribuut van individuele personen (agents)
 - Directe doorwerking in activiteiten/doelgroepen- en reisgedrag

Geaggregeerde modellen:

- Modelleer autobezit via segmentatie in autobeschikbaarheid⁴.
- Baseer segmentaandelen op CBS-data/ODiN of gekalibreerde modeluitkomsten.

Concrete implementatie autobezit:

Autobezit wordt doorgaans opgenomen aan het begin van de modelketen en werkt door in de vraagmodellering.

Technisch gezien neemt de expliciete modellering van autobezit toe naarmate modellen meer gedesaggregeerd en gedragsmatig zijn opgezet. In geaggregeerde modellen is autobezit vooral een invoerkenmerk, terwijl het in gedesaggregeerde en microscopische modellen een zelfstandige variabele is die samenhangt met sociaaleconomische kenmerken, bereikbaarheid en beleidspraktijken.

Hoe modelleer je het?

- *Gedesaggregeerde en microscopische modellen:*

Maak gebruik van (logit) autobezitsmodellen om verklarende variabelen op zonaal niveau (zoals huishoudkenmerken, kostencomponenten, vergunningen, stedelijkheid, etc.) te verwerken tot het verwacht aantal auto's per huishouden en autobezitsklasse (0, 1, 2+ auto's). Het aantal auto's per huishouden is input voor de vervoerswijze keuzemodellen.

- *Geaggregeerde modellen:*

Verwerk autobezit naar segmentatie in autobeschikbaar of niet-autobeschikbaar, en toets de berekende ritgeneratie en modal split met geëncquêteerde verplaatsingsgedrag (ODiN).

² NRM2025 (SPARK en CARMOD)

³ Nog niet toegepast binnen SIVMO, maar bijvoorbeeld mogelijk met Octavius

⁴ VRU, VMRDH en BBMA

Welke data is nodig?

- CBS autobezit per buurt/PC6;
- ODIN-enquêtedata;
- huishoudenkenmerken (inkomen, samenstelling);
- Stedelijkheid/dichtheid;
- Parkeertarieven/vergunningen;
- Regionale autobezitstargets (voor prognosemodellen).

Wanneer is deze aanpak geschikt?

- Het basisniveau voor autobezit is een basis voor alle SIVMO verkeersmodellen.
- Een expliciet autobezitsmodel is vooral geschikt voor stedelijke studies en beleidsanalyses waarin gestuurd wordt op autobezit, parkeernormen, vergunningen of deelmobiliteit.
- Voor strategische of regionale verkenningen volstaat vaak segmentatie naar autobeschikbaarheid.
- Microscopische modellen zijn vooral geschikt wanneer beleidsmaatregelen sterk doelgroep afhankelijk zijn of wanneer interacties tussen huishoudens, voertuigen en activiteiten relevant zijn.
- Een eenvoudiger segmentatie-aanpak is geschikt wanneer beperkte data beschikbaar is of wanneer parkeren geen dominante beleidsvariabele vormt.

Aandachtspunten:

- Consistentie en toetsing van rit/tourgeneratie en modal split
- Voorkomen van dubbeltelling (bijv. tweede auto + parkeernormen + vergunningen)
- Het detailniveau van het autobezitsmodel moet aansluiten bij de beschikbare data en het schaalniveau van het model. Bij beperkte data bestaat het risico op schijnnaauwkeurigheid.
- Microscopische en nested-logit modellen zijn beter geschikt voor het modelleren van gedragsreacties op beleid (autobezit endogeen laten reageren en ook mogelijkheid om te richten op doelgroepen).

Mogelijke verdieping:*Gedesaggregeerde en microscopische modellen*

- Kalibreer de uitkomsten op basis van CBS-data voor autobezit wanneer voor de huidige situatie een autobezitsmodule wordt toegepast.
- Endogeen autobezitsmodel waarin kosten, vergunningen en deelmobiliteit expliciet doorwerken.
- Differentiatie naar huishoudtype, inkomensklasse en stedelijkheid.
- Dynamische modellering van autobezit (bijvoorbeeld aanpassing in scenario's).
- Integratie van deelmobiliteit als alternatief voor autobezit (bijvoorbeeld vervanging van tweede auto).
- Maak autobezit als attribuut van individuele agents in plaats van een zonegemiddelde.

Geaggregeerde modellen:

- Scenario-gebaseerde aanpassing van segmentaandelen (bijvoorbeeld beleidsvarianten).
- Differentiatie van autobezit naar gebiedstype of stedelijkheid.
- Geaggregeerde modellen zijn robuuster, maar minder gevoelig voor beleidsveranderingen.

Praktijkcasus waarin autobezit belangrijke rol speelt om mobiliteitsmaatregelen (parkeernormen) in het model door te rekenen:

Netwerkanalyse woningbouw en mobiliteitsmaatregelen (LMS; schaalniveau landelijk)

Context: Landelijke netwerkanalyse (LMS)/gebiedsontwikkeling van woningbouw in combinatie met parkeerbeleid, gericht op het effect van parkeernormen op mobiliteit.

Thema: Autobezit en parkeernormen (vertrekkant)

Beleidsvraag: Inzicht krijgen in effecten van woningbouwprogramma van 17 grootschalige NOVEX Woningbouwlocatie en bijbehorende mobiliteitsmaatregelen.

Toegepast detailniveau: Voor autobezit is gebruik gemaakt van het basisniveau, in dit geval is het autobezit door vertaald naar de autobezitsmodule die voor het LMS gebruikt wordt. De verdieping zit in kalibratie op CBS-data, kosten vergunningen worden meegenomen en er is aanvullende differentiatie naar inkomen en stedelijkheid.

Technische uitwerking: Parkeernormen zijn vertaald naar lager autobezit in zones met woningbouw. Voor nieuwe woningen wordt autobezit bepaald op basis van de parkeernorm; voor bestaande woningen blijft dit ongewijzigd. Het aangepaste autobezit werkt door in de mobiliteitskeuzes in het model.

Succesfactoren: Effectieve methode om met regionale autobezitstargets te werken. Maakt de impact van lage parkeernormen bij grootschalige woningbouwlocaties duidelijk zichtbaar.

Tekortkomingen: Beperkt tot de vertrekkant (inwoners). Bij grootschalige woningbouw wordt ook bedrijvigheid verondersteld. Effecten van werkgelegenheid en parkeerdruk aan de aankomstkant worden niet meegenomen, waardoor aanvullende modellering van parkeercapaciteit nodig is.

3.1.2 Parkeren bij de woning, parkeernormen en vergunningen

Inleiding en modelaanpak

Parkeren bij de woning, parkeernormen en vergunningen hangen sterk met elkaar samen en beïnvloeden gezamenlijk de feitelijke parkeermogelijkheden van huishoudens. Deze thema's hebben daarmee een directe relatie met autobezit en autogebruik, en vormen belangrijke sturingsvariabelen aan de vertrekkant van de modelketen.

Parkeernormen geven aan hoeveel parkeerplaatsen gerealiseerd mogen of moeten worden bij nieuwe ontwikkelingen (woningbouwontwikkelingen aan de vertrekant). Vergunningen geven aan hoeveel auto's er in een afgebakend gebied mogen parkeren en onder welke voorwaarden. Parkeren bij de woning betreft daarnaast de feitelijke beschikbaarheid van parkeerplaatsen, zowel op eigen terrein (POET) als in de openbare ruimte, inclusief eventuele kosten voor vergunningen of betaald parkeren.

Het model kan helpen om de effecten van gebiedsontwikkeling in combinatie met parkeerbeleid in beeld te brengen. In verkeersmodellen worden deze thema's meestal indirect verwerkt, bijvoorbeeld via:

- autobezit;
- parkeercapaciteit;
- vergunningenplafonds;
- aantal vergunningen gekoppeld aan autobezit.

De verschillende thema's grijpen sterk op elkaar in. Parkeernormen en vergunningen beperken de beschikbare capaciteit en kunnen daarmee indirect sturen op autobezit en autogebruik. Vergunningskosten kunnen eveneens, zij het beperkt, invloed hebben op autobezit, vooral bij sterke prijsverhogingen⁵ of differentiatie tussen eerste en tweede auto's. De effecten hiervan zijn doorgaans sterker voor tweede auto's dan voor eerste auto's.

Een belangrijke beleidsvraag is in hoeverre beperkingen in parkeren bij de woning daadwerkelijk leiden tot minder autobezit, of dat dit meer resulteert in uitwijkgedrag naar omliggende gebieden. Met name in sterk stedelijke gebieden speelt dit vraagstuk nadrukkelijk.

De parkeercapaciteit vormt de belangrijkste variabele aan de bewonerskant, maar is vaak lastig vast te stellen door het ontbreken van betrouwbare en consistente data. Lokale inventarisaties, gemeentelijke parkeerdata, scanauto-data of veldinventarisaties⁶ kunnen waardevolle input leveren, maar zijn vaak kostbaar of niet gebied dekkend beschikbaar. Generieke methodieken⁷ kunnen uitkomst bieden bij datagebrek, mits deze voldoende worden gevalideerd.

Voorwaarde:

Voor een realistische modellering is inzicht nodig in:

- beschikbare parkeercapaciteit bij woningen (eigen terrein + openbaar);
- parkeernormen;
- vergunningen (beleid en kosten);
- eventueel aanwezige parkeerrestricties of parkeerplafonds.

⁵ Een geschatte prijselasticiteit van ongeveer -0,7 (Residential parking costs and car ownership; Ostermeijer, Francis; Koster, Hans RA; van Ommeren, Jos; VU-Amsterdam 2019)

⁶ Uitgebreid veldonderzoek parkeren gemeente Den Haag 2025

⁷ Bijvoorbeeld TNO Parkeercapaciteiten LMS/NRM 2023

Aanbeveling basisniveau parkeren bij de woning, parkeernormen en vergunningen:

Wanneer beleidsmatig gestuurd wordt op parkeren bij de woning, adviseren wij om dit primair te vertalen naar effecten op autobezit en autobeschikbaarheid.

Beleidsmatige (toekomstige) uitgangspunten bepalen de technische noodzaak van het toevoegen van parkeernormen en regulering van vergunningen. Met name voor hoog stedelijke modellen is dit relevant en adviseren wij om parkeernormen en vergunningen mee te nemen in de modellering.

Wanneer beleidsmatig ingegrepen wordt op parkeren bij de woning, is het advies om dit te vertalen naar effecten op autobezit:

- Sturen op autobezit/autobezit beïnvloeden
 - maximumaantal vergunningen per adres;
 - parkeernormen.
- Sturen op ruimtegebruik
 - vergunningenplafond/parkeerplafond;
 - parkeren op afstand.

Voor de meeste modellen geldt dat parkeerkosten aan de bewonerskant alleen relevant zijn bij substantiële beleidswijzigingen. In dat geval kunnen kosten via elasticiteiten worden vertaald naar effecten op autobezit. Omdat de effecten klein zijn, wordt geadviseerd parkeerkosten aan de woonzijde niet mee te nemen in de modellering maar te focussen op capaciteitsbeperking en de effecten hiervan mee te nemen.

Gedesaggregeerde en microscopische modellen:

- Leg parkeren bij de woning vast op huishoud- of locatieniveau (expliciet koppelen aan huishoudens en locaties, inclusief onderscheid naar eigen terrein en openbare ruimte).
- Gebruik vergunningen in combinatie met het autobezitsmodel om (woon)parkeren en daarmee het autobezit te beïnvloeden;⁸
- Wij bevelen aan om de werking van parkeernormen indirect via vergunningen aan de woonzijde in te voeren in het autobezitsmodel.

Geaggregeerde modellen:

- Vertaal parkeernormen en vergunningen impliciet naar autobezit of capaciteitsbeperkingen⁹;
- Het werkt goed om beïnvloeding van parkeernormen en vergunningen door parkeercapaciteiten als voorwaarde mee te nemen in de multi proportionele matrixschatting¹⁰ of door beïnvloeding van de autobezit-segmentatie¹¹ in de ritend-berekening.

⁸ Advies is hier gelijk aan de huidige praktijk zoals nu in de gedesaggregeerde SIVMO-modellen wordt gemodelleerd (bijvoorbeeld NRM/LMS) en is voor de basis een prima methodiek.

⁹ V-MRDH

¹⁰ Binnen de multi-proportionele zwaartekrachtmodellen is het mogelijk om naast ritten, weerstanden en functieparameters, extra voorwaarden (constraints) mee te geven waaraan de matrixschatting moet voldoen. (Bijvoorbeeld het sturen op een x aantal ritten voor een bepaalde vervoerswijze binnen een bepaalde ritlengteklasse.)

¹¹ VRU

Het basisniveau heeft doorwerking in het autobezit, de modal split, bestemmingskeuze en daarmee ook op de ritgeneratie.

Concrete implementatie parkeernormen en vergunningen:

Technisch gezien vormen parkeernormen, parkeervergunningen, of regionale targets een harde voorwaarde in het autobezitsmodel, of anderzijds kan deze indirect invloed uitoefenen op parkeercapaciteiten of parkeerplafonds.

Hoe modelleren je het?

- *Gedesaggregeerde en microscopische modellen:*
Het zonale kenmerk parkeervergunningen is invoer voor de autobezitsmodule en dient hiervoor voldoende gevalideerd te zijn om aangepast te kunnen worden naar een eventuele beleidsmatige target.
Via utility-functie (bijvoorbeeld als onderdeel van autobezitsmodel), waarbij een effect op het autobezit wordt berekend. Wat ook goed werkt is om eventueel aanvullend weerstanden te verhogen.
Voor microscopische modellen kun je het direct op huishoud- of persoonsniveau invoeren.
- *Geaggregeerde modellen:*
Binnen de riteinden-module de segmentatie van autobezit te corrigeren voor het totaal aantal auto's en naar autobezitklasse per huishouden (geen auto, één auto, twee of meer auto's).
Of wat ook goed werkt: via constraints in de matrixschatting met parkeernormen indirect vertaald naar parkeerplafonds.
Het aantal uitgegeven bewonersvergunningen en/of parkeernormen indirect vertalen als onderdeel van parkeercapaciteiten. Verwerk de beperkingen impliciet op basis van aannames naar autobezit.

Welke data is nodig?

- Auto's per huishouden / modelzone;
- Parkeercapaciteit per modelzone (eigen terrein + openbaar);
- Parkeernormen;
- Vergunningengebieden;
- Aantal uit te geven vergunningen;

Bij datagebrek kunnen generieke methodieken¹² worden toegepast.

Wanneer is deze aanpak geschikt?

- Deze aanpak is vooral geschikt voor stedelijke gebieden (modellen) waar parkeerbeleid actief wordt ingezet als sturingsinstrument voor autobezit en autogebruik.
- Modelling van parkeernormen en vergunningen is met name relevant bij:
 - Woningbouwontwikkelingen;

¹² Bijvoorbeeld methodiek Parkeercapaciteiten LMS/NRM 2023 (TNO)

- Binnenstedelijke verdichting;
 - Autoluwe gebiedsontwikkelingen;
 - Parkeerrestricties in woongebieden (vergunningenplafonds);
 - Wanneer vergunningen of parkeernormen beleidsmatig sturend zijn (bijvoorbeeld Parkeernormverlagingen).
- Voor regionale modellen volstaat meestal een indirecte verwerking via autobezit of capaciteitsrestricties.
 - Voor stedelijke modellen is een explicietere koppeling tussen parkeercapaciteit, vergunningen en autobezit wenselijk.
 - Microscopische modellen zijn vooral geschikt wanneer gestuurd wordt op huishoudniveau, bijvoorbeeld bij vergunning differentiatie of parkeren op eigen terrein.

Aandachtspunten:

Bij plannen voor grootschalige woningbouw wordt er vaak ook uitgegaan van ontwikkeling van bedrijvigheid in het te ontwikkelen gebied. Parkeernormen worden vaak alleen aan de inwoners/vertrekkant en niet aan de aankomstkant gemodelleerd. Bij het modelleren van grootschalige woningbouw¹³ moet dus ook rekening gehouden worden met bijvoorbeeld parkeerplafonds voor aan de aankomstkant (zie ook paragraaf 3.2.2). Een belangrijk beleidsvraagstuk is het effect van lage parkeernormen op omliggende wijken. Dit kan leiden tot uitwijkgedrag naar omliggende gebieden. Het is daarom aan te bevelen uitwijkgedrag expliciet mee te nemen in de modellering (zie ook paragraaf 4.6).

Overige aandachtspunten zijn:

- Parkeernormen en vergunningen spelen vooral in stedelijke gebieden.
- Parkeernormen en vergunningen sturen beide op autobezit; zonder duidelijke afbakening bestaat risico op dubbeltelling.
- In stedelijke omgevingen is parkeercapaciteit bij de woning niet altijd beschikbaar of toereikend. Een vereenvoudigde weergave in het model kan daardoor leiden tot een overschatting van het autoverkeer.
- Uitwijkgedrag naar omliggende gebieden wordt niet altijd expliciet gemodelleerd, maar kan in de praktijk relevant zijn aan de bewonerskant.
- POET komt niet in aanmerking voor dubbelgebruik over de dag heen. Voor openbare parkeerplekken op straat bij de woning kan wel dubbelgebruik plaatsvinden.
- Wees transparant over gehanteerde aannames.

¹³ Bij grote nieuwe ontwikkelingen in stedelijk gebied gelden vaak ook parkeernormen voor bezoekers/werknemers, waar actief beleid op wordt gevoerd.

Mogelijke verdieping:

- Parkeernormen en vergunningen ook aan de aankomstkant modelleren (dus meer als capaciteitsbeperking op bestemmingslocatie meenemen naast autobezit beperking bewonerskant).
- Kosten van vergunningen meenemen in de modellering met tariefdifferentiatie (2^e auto duurder, bedrijfsauto's).
- Neem onderscheid mee tussen parkeren op eigen terrein en openbaar parkeren wanneer dit beleidsmatig relevant is.
- Valideer capaciteiten waar mogelijk met parkeeronderzoek;
- Modelleer uitwijkgedrag expliciet;
- Voeg aanvullende weerstanden toe via zoektijd;
- Neem parkeerkosten of vergunningstarieven mee bij substantiële prijswijzigingen;
- Combineer parkeernormen met parkeerplafonds of hubs.

Binnen meer gedetailleerde gedragsmatige (microscopische) modellen kunnen vergunningen expliciet worden gekoppeld aan huishoud- of persoonsniveau, bijvoorbeeld:

- Effect op autobezit.
- Effect op parkeerkeuze.
- Effect op locatiekeuze.

Praktijkcasus waarin de effecten van grootschalige gebiedsontwikkelingen in beeld worden gebracht met lage parkeernorm:

Meerdere gebiedsontwikkeling studies in Amsterdam (VMA; schaalniveau stedelijk)

Context: gebiedsontwikkelingen in Amsterdam, vaak grootschalig (honderden tot tienduizenden woningen), worden met het VMA doorgerekend om mobiliteitsmaatregelen te onderbouwen voor investeringsnota's en mobiliteitsplannen. Het belangrijkste middel om automobilititeit te sturen dat de gemeente tot zijn beschikking heeft, is het parkeerbeleid.

Thema: parkeernormen (vertrekkant)

Beleidsvraag: het inzichtelijk maken van de te verwachte mobiliteit, uitgedrukt in het aantal verkeersbewegingen van en naar de gebiedsontwikkeling, waarbij parkeerbeleid meegenomen moet worden, bestaande uit fiscaal parkeren en parkeernormen.

Toegepast detailniveau: bassiniveau met elementen van verdieping (VMA stedelijk).

Technische uitwerking: parkeerkosten worden meegenomen in de schatting en beïnvloeden vervoerwijze- en bestemmingskeuze. Er wordt onderscheid gemaakt tussen woning- en niet-woningfuncties. Parkeernormen voor woningen (woning gebonden is aantal parkeerplekken per woning) worden vertaald naar autobezit per huishouden en als harde input in het autobezitsmodel ingevoerd. Dit autobezit plafond werkt door in tourfrequentie, vervoerwijze en bestemmingskeuze. De parkeernormen zijn voor Amsterdam beschikbaar in de "nota parkeernormen" vastgesteld door de gemeente Amsterdam. De aanpak is transparant en theoretisch onderbouwd.

Succesfactoren: transparante werkwijze met een consistent theoretisch kader waarin autobezit integraal is meegenomen in de gedragsmodellen.

Tekortkomingen: gebrek aan parkeernormen voor bezoekers en niet-woonfuncties, waardoor deze effecten niet volledig in de modellering zijn opgenomen.

3.2 Parkeren aan de aankomstkant

Parkeren aan de aankomstkant betreft parkeerkenmerken die samenhangen met de bestemming van een verplaatsing, zoals werk- en bezoeklocaties. In tegenstelling tot de vertrekkant ligt de nadruk hier op het beïnvloeden van autogebruik naar de bestemming.

Belangrijke beleidsinstrumenten aan de aankomstkant zijn parkeertarieven, parkeerbeperkingen (zoals parkeerplafonds met zoektijd en uitwijkgedrag als gevolg), parkeervoorzieningen (zoals parkeergarages) en hubs of parkeren op afstand. Deze factoren beïnvloeden de aantrekkelijkheid van bestemmingen en daarmee de vervoerskeuze, bestemmingskeuze en routekeuze.

In verkeersmodellen worden deze effecten vertaald naar aanpassingen in reistijd, kosten en daarmee de gegeneraliseerde kosten van verplaatsingen. Consistente verwerking van deze componenten is essentieel om dubbeltelling van effecten te voorkomen.

3.2.1 Parkeerkosten

Inleiding en modelaanpak

Parkeerkosten betreffen de kosten die gebruikers betalen om hun auto te parkeren op de bestemming, in de openbare ruimte of in parkeervoorzieningen. Waar autobezit een centrale rol speelt aan de vertrekkant, vormen parkeerkosten één van de belangrijkste sturingsvariabelen aan de aankomstkant.

In voornamelijk geaggregeerde verkeersmodellen worden parkeerkosten, in combinatie met andere parkeerkenmerken (zoals zoektijd, capaciteit en afstand tot de bestemming), vertaald naar gegeneraliseerde kosten. Hiermee beïnvloeden zij direct de modal split, bestemmingskeuze en indirect de ritgeneratie.

De wijze van modelleren verschilt per modeltype:

- Gedesaggregeerde en microscopische modellen: opname van parkeerkosten in utilityfuncties van vervoerswijze/bestemmingskeuzemodellen;
- Geaggregeerde modellen: verwerking van parkeerkosten in weerstandsmatrices/gegeneraliseerde kosten (skims).

Parkeerkosten fungeren als één van de centrale “beleidsknoppen” in de modellering. De parkeerkosten zijn zonale kenmerken die per jaar en scenario aangepast kunnen worden. Voor de keuzemodellen worden de parkeerkosten binnen de som meegenomen van de overige autokosten en voor de gedesaggregeerde modellen zijn de parkeerkosten verwerkt binnen de gegeneraliseerde kosten. Andere parkeermaatregelen, zoals parkeerplafonds met zoektijd, uitwijkgedrag en parkeren op afstand als gevolg, werken veelal via dezelfde (gegeneraliseerde) kosten componenten. Het is daarom van belang deze effecten integraal en zonder dubbeltelling te verwerken.

Aanbeveling basisniveau parkeerkosten:

Gedesaggregeerde en microscopische modellen

- Als onderdeel meenemen van utility 's in de keuzemodellen (naast de kosten voor de vertrekkant binnen het autobezitsmodel).¹⁴

Geaggregeerde modellen:

- Parkeerkosten direct meenemen als onderdeel van de gegeneraliseerde kosten.¹⁵

Het basisniveau heeft parkeerkosten in de kern van het matrixschattingsproces, dus daarmee hebben de keuzemodellen of zwaartekrachtmodellen direct effect op de modal split en bestemmingskeuze.

Concrete implementatie parkeerkosten:

Het is aan te bevelen de parkeerkosten aan de aankomstkant direct te verwerken in de kern van het matrixschattingsproces en als onderdeel mee te nemen in de (gegeneraliseerde) kosten. Praktisch gezien kunnen parkeerkosten op meerdere plekken in de modelketen toegepast worden, dit maakt het risico op eventuele dubbeltellingen groter.

- Parkeerkosten als zonaal kenmerk kunnen worden toegevoegd aan weerstanden skims.
- Parkeerkosten kunnen binnen de toedeling de garage-/routekeuze bepalen en daarmee ook in de weerstandmatrices worden opgenomen.

Hoe modelleren je het?

Gedesaggregeerde en microscopische modellen:

Parkeerkosten dienen opgegeven te worden als zonaal kenmerk, zodat per jaar, scenario en locatie gevarieerd kan worden. Parkeerkosten zijn onderdeel van de som van de totale kosten. Het onderscheid naar motief kan variëren, deze is vastgelegd als onderdeel van de bewerking van de kosten binnen het matrixschattingsproces. Parkeerkosten kunnen worden meegenomen als onderdeel van de autobezitsmodule (vertrekkant; zie ook paragraaf 3.1.2), maar de effecten daarvan zijn niet significant.

Geaggregeerde modellen:

Advies is om parkeerkosten met onderscheid naar motief op zoneniveau te verwerken in de gegeneraliseerde kosten aan zowel de vertrek- als aankomstkant (parkeerkosten moeten 50%-50% worden verdeeld over herkomst en bestemming om symmetrie te behouden).

Als alternatief kan er ook voor gekozen worden om de parkeerkosten technisch via het netwerk op toedelingsniveau te modeleren (kosten op link-niveau)¹⁶ in plaats van op zoneniveau. Deze methode is een goed alternatief in gebieden waar specifieke voorwaarden gelden, zoals bij pretparken en dierentuinen, of als snelle toevoeging in scenarioanalyses. Voordeel is dat er met verschillende tarieven (parkeergarages) voor eenzelfde bestemming kan worden gemodelleerd, afhankelijk van de gekozen parkeergarage.

¹⁴ StraVeM, LMS/NRM, VENOM/VMA

¹⁵ V-MRDH, VRU en BBMA

¹⁶ BBMA

Naast het modelleren van de tarieven is het ook van belang dat er een vertaling wordt gemaakt naar tarieven per motief en dat er een "gemiddeld" tarief per modelzone wordt bepaald. Dit laatste is vooral van belang voor de regionale/landelijke modellen waar de modelzones groot zijn en er vaak sprake is van verschillende tarieven binnen één modelzone. Als basisuitgangspunt kunnen de tarieven van het eerste uur voor straat-parkeren gehanteerd worden als parkeerkosten per zone. Afhankelijk van het type bestemming en het reismotief kan aanvullend gedifferentieerd worden, bijvoorbeeld bij een supermarkt wordt over het algemeen minder lang geparkeerd dan bij een kantoor. En zakelijke kosten worden veelal vergoed door de werkgever. In stedelijke modellen kan het detailniveau worden aangepast aan de tariefverschillen. Eventueel kan tariefdifferentiatie per tijdsperiode ook van belang zijn om mee te nemen voor gebieden waar tarieven gereduceerd zijn in de dal- en nachtperiode.

Welke data is nodig?

- Parkeertarieven per locatie.
- Tariefdifferentiatie tussen abonneementhouders en niet- abonneementhouders.
- Eventueel tariefdifferentiatie per tijdsperiode.
- Parkeeronderzoek data per motief kan zeer bruikbaar zijn voor het bepalen van turn-over tijden en daarmee ook tarieven scherper te bepalen per motief.

Wanneer is deze aanpak geschikt?

- Parkeerkosten worden standaard binnen alle SIVMO-modellen in de basis meegenomen en zijn een extra toevoeging van de kostencomponent van een rit.
- Parkeerkosten kunnen als belangrijke beleidsknop dienen voor scenario's.
- Zonale gemiddelde parkeerkosten voor regionale studies.
- Gedifferentieerde parkeerkosten voor stedelijke detailstudies.

Aandachtspunten:

De definitie van parkeertarieven is anders dan die van parkeerkosten. Bij parkeertarieven wordt meestal verstaan de kosten per uur (eerste uur) voor straat-parkeren.

Bij parkeerkosten wordt de (gemiddelde) parkeerduur en eventuele vaste kosten meegerekend. Voor zwaartekrachtmodellen dienen de parkeertarieven zowel aan de aankomst- als de vertrekzijde worden meegenomen (verrekend in de skims om symmetrie te behouden in de matrixschatting).

Mogelijke verdieping:

- Mogelijkheid tot tijdsdifferentiatie en individueel gedrag (geldt alleen voor microscopische modellen).
- Extra parameters voor het parkeertarief met gemiddelde parkeerduur, aanwezigheid van een verwijssysteem, algemene beschikbaarheid en uitwijkmogelijkheid (dus rijkere prijs-/kwaliteit-vertaling).

Praktijkcasus waarin de effecten van uitbreiding van de zone betaald parkeren is onderzocht als onderdeel van een toekomstscenario:

Invoering/uitbreiding betaald parkeren stad Utrecht (VRU; schaalniveau Stedelijk/regionaal)

Context: uitbreiding zone betaald parkeren als onderdeel van toekomstscenario. Daarnaast ook als losse maatregel beoordeeld om ook iets te kunnen zeggen over effecten en opbrengsten.

Parkeertarieven op zoneniveau in verschillende klassen. Vaak als onderdeel van een groter pakket aan uitgangspunten voor toekomstscenario. Ook is apart onderzocht wat het doet als er voor een bepaald gebied parkeerkosten worden ingevoerd. Wat doet dat voor modal shift en distributiepatroon?

Thema: parkeerkosten

Toegepast detailniveau: basisniveau met elementen van verdieping (stedelijk VRU).

Beleidsvraag: Wat zijn de effecten op de modal split en het distributiepatroon als de zone betaald parkeren wordt uitgebreid?

Technische uitwerking: op zoneniveau is een kenmerk toegekend en met een bijbehorend parameterbestand, waarin de kosten in euro's per uur zijn opgegeven, zijn de weerstandsmatrices in gegeneraliseerde tijdskosten berekend.

Succesfactoren: model geeft plausible uitkomsten. Bruikbare informatie uit het verkeersmodel om op hoofdlijnen uitspraken te kunnen doen.

Tekortkomingen: Lastig te toetsen of omvang effecten (op langere termijn) realistisch zijn en er is in deze studie alleen gekeken naar kosten. Effect op autobezit wordt in het VRU niet direct meegenomen, maar zal daar ook invloed op hebben.

Praktijkcasus waarin parkeerkosten, parkeernormen en parkeerplafonds zijn toegepast bij een verkenning naar een BRT-verbinding, maar waar gebiedsontwikkeling een belangrijke rol speelt:

Préverkenning naar een BRT-verbinding (Bus Rapid Transit) tussen Amersfoort en Utrecht Science Park. (StraVeM; schaalniveau Regionaal).

Context: Hoewel de studie zich primair focust op versterking van een al bestaande OV-corridor spelen gebiedsontwikkelingen ook een belangrijke rol, zowel op het Science Park zelf als in Amersfoort en op diverse locaties langs de corridor (o.a. Zeist-Noord, Soesterberg en defensie-ontwikkelingen). Zowel in Amersfoort als op het Utrecht Science Park is of zal in de toekomst sprake zijn van betaald (vergunning)parkeren.

Thema: onder andere betaald parkeren (parkeertarieven).

Beleidsvraag: Het gaat hier om een préverkenning naar een BRT-verbinding (Bus Rapid Transit) tussen Amersfoort en Utrecht Science Park en of dit bijdraagt aan de totale gebiedsontwikkeling langs de corridor.

Toegepast detailniveau: basisniveau (regionaal).

Technische uitwerking: Het parkeertarief per uur is een variabele in StraVeM en is eenvoudig ingevoerd voor zones waarbij dit gaat gelden. Als slechts in een deel van een zone sprake is van betaald parkeren, is in StraVeM het gemiddelde parkeertarief in het gebied dat de zone beslaat, gehanteerd.

Succesfactoren: de parkeertarieven hebben effect op het aantal auto-aankomsten.

Tekortkomingen: detailniveau model is onvoldoende om de daadwerkelijk geldende tarieven te hanteren voor een gebied. Daarom is het bepalen van een gemiddeld tarief per zone noodzakelijk.

De modeluitkomsten zijn achteraf handmatig aangepast om het effect van de lage parkeernorm van de nieuwe ontwikkelingen in Amersfoort en het parkeerplafond op het Science Park te verdisconteren. Dit vanwege een gebrek aan invoermogelijkheid ('knoppen') hiervoor en onzekerheid over de uitkomsten als hier tijdens deze studie aanpassingen aan zouden worden doorgevoerd in de modelleringstechniek.

3.2.2 Parkeerplafonds

Inleiding en modelaanpak

Het plafond beschrijft per modelzone het maximumaantal mogelijke ritten, wat een resultante is van het aantal beschikbare parkeerplekken en de frequentie en duur waarop deze plek bezet is. Binnen de bestaande modeltechnieken is het mogelijk om parkeerplafonds als harde of zachte voorwaarde mee te nemen in de matrixschatting.

Binnen de multi-proportionele matrixschatting is het mogelijk om extra voorwaarden (constraints) toe te voegen aan de modelberekening. Het parkeerplafond-constraint betreft in deze schatting een **harde** waarde die, voor het autoverkeer, niet overschreden kan worden (lager-dan-voorwaarde). Als de vraag hoger is dan het opgegeven plafond, dan wordt uitgeweken naar de beste volgende mogelijkheid. Dit kan betekenen dat er een ander vervoerswijze of bestemming gekozen wordt. Een andere vervoerswijze kan zijn de fiets of het openbaar vervoer, maar ook kan er uitgeweken worden naar de gedefinieerde P+R-locaties (zie ook hubs en parkeren op afstand; paragraaf 4.2.5).

Het is ook mogelijk om het plafond als **zachte** waarde op te nemen in de matrixschatting, door middel van een terugkoppeling van de effecten van het parkeerplafond naar penalty's in de bereikbaarheidsweerstanden. Het verschil met de harde voorwaarde is dat binnen het keuzemodel meer parkeerders berekend kunnen worden dan wat er in de zone aan capaciteit beschikbaar is. De aantallen berekende parkeerders die niet met succes in de 'eigen' zone kunnen parkeren, maar elders een plek moeten zoeken en naar de eindbestemming moeten lopen, worden verwerkt in de reistijden en meegenomen naar de volgende iteratie. Uitwijkende parkeerders zorgen ervoor dat naastgelegen zones een zekere hinder kunnen ondervinden. De extra tijd die hiermee gemoeid is, wordt daarbij automatisch bij de reistijden opgeteld.

De effecten van beide plafonds hebben uitwerking op zowel de aankomst- als de vertrekkant. Deze 'knop' is met name bedoeld om het verkeersmodel aan te vullen met extra bereikbaarheidsweerstanden voor hoog stedelijke gebieden waar de parkeercapaciteit simpelweg niet toereikend genoeg is.

Voorwaarde:

Het is een voorwaarde om transparant te zijn in wat er gehanteerd is (hard of zacht plafond) zodat de modeluitkomsten op een juiste manier geïnterpreteerd worden.

Aanbeveling basisniveau parkeerplafonds:

Een parkeerplafond is nuttig voor alle modellen, maar biedt vooral voor hoog stedelijke gebieden een beschrijvende waarde om (groei van) het autoverkeer te kunnen sturen, door middel van het stedelijk beleid wat je in het model meeneemt. Binnen alle modeltechnieken is een vorm van parkeerplafond in te passen. Voor modellen met een grof detailniveau of grove gebiedsindeling adviseren wij om een zacht plafond te hanteren (het te hanteren plafond is vaak moeilijker te bepalen). Indien een gedetailleerde gebiedsindeling en voldoende nauwkeurige data op detailniveau beschikbaar zijn met betrekking tot capaciteiten en afgewikkeld verkeer, is het advies om zowel de mogelijkheid tot het modelleren van een zacht als hard plafond te modelleren, afhankelijk van de beleidsvraag.

- *Gedesaggregeerde modellen:*
Verwerk plafonds als zachte voorwaarde via utility-componenten, door middel van extra weerstand in het bestemmings- en vervoerswijzekeuzemodel.¹⁷ Aanvullend, als harde nabewerking, het vertalen van berekende parkeerders met de beschikbare capaciteit.
- *Microscopische modellen:*
Modelleer het plafond expliciet als capaciteit op agent- of locatieniveau; gebruik een hard plafond (attraction constraint) als de capaciteit en uitwijklogica voldoende bekend zijn, anders een zacht plafond via extra zoektijd, loopafstand of utility-functie.
- *Geaggregeerde modellen*
Gebruik parkeerplafonds, afhankelijk van schaalniveau en beleidsvraag, als harde constraint in de matrixschatting, of als zachte voorwaarde via reistijdweerstand. (Of implementeer plafonds als harde voorwaarde binnen het autobezitsmodel, zie thema's autobezit en parkeren en vergunningen.)¹⁸

Concrete implementatie parkeerplafonds:

Technisch kan een parkeerplafond op twee manieren worden verwerkt. Bij een zachte variant wordt de extra parkeerdruk vertaald naar extra zoektijd, loopafstand of algemene kosten, zodat de vraag wordt ontmoedigd maar niet per se volledig wordt afgekapt. In de nabewerking worden de parkeerders die niet met succes in de eigen zone kunnen parkeren overgeheveld naar de uitwijkzone. Bij een harde variant in de geaggregeerde modellen wordt de beschikbare capaciteit als absolute bovengrens in het zwaartekrachtmodel opgenomen, zodat de vraag die boven het plafond uitkomt, moet uitwijken naar een andere bestemming, modaliteit of parkeerlocatie. In de praktijk kan dit ook aan de vertrekkant doorwerken via het autobezitsmodel, wanneer parkeernormen of vergunningen de autobeschikbaarheid begrenzen.

¹⁷ VENOM/VMA en NRM/LMS

¹⁸ V-MRDH en VRU

Hoe modelleer je het?

- *Gedesaggregeerde modellen:*
Parkeerplafonds als zachte beperking in de utility van bestemmingskeuze en vervoerswijzekeuze, met behulp van een parkeermodule¹⁹; harde plafonds alleen bij voldoende onderbouwing van capaciteit en uitwijkgedrag.
- *Microscopische modellen:*
Parkeerplafonds als expliciete capaciteit op agent- of locatieniveau; waarin in de volgende iteratie voor een deel van de agents de optie uitgesloten is. Bij onzekerheid in capaciteit is een zachte invulling robuuster waarbij de utility aangepast wordt.
- *Geaggregeerde modellen:*
Parkeerplafonds als constraint in de matrixschatting of als extra weerstand in de skims; vooral geschikt voor zonale modellering met beperkte detaildata.

Welke data is nodig?

- Capaciteit per zone of parkeerlocatie.
- Inzicht in bezetting en turn-over.
- Verdeling over dagdelen.
- Informatie over uitwijklocaties of alternatieve parkeeropties.
- Tellingen ter validatie.
- Bij gebruik van autobezitsmodel: huishoudenkenmerken/vergunningen.

Wanneer is deze aanpak geschikt?

- Het invoeren van parkeerplafonds is geschikt als de daadwerkelijke parkeercapaciteit ontoereikend is en (parkeer)kosten de vraag niet voldoende kan afdekken.
- Parkeerplafonds kunnen als beleidsmaatregel doorgevoerd worden in scenario's.
- Met parkeerplafonds kan autoluwe gebiedsontwikkeling ingevoerd worden.
- Een hard parkeerplafond is geschikt wanneer:
 - De capaciteit beleidsmatig hard begrensd is;
 - Betrouwbare capaciteitsdata beschikbaar is;
 - Uitwijkmogelijkheden expliciet gemodelleerd worden.
- Een zacht parkeerplafond is geschikter:
 - Wanneer er beleidsmatig geen duidelijke harde grenzen beschikbaar zijn;
 - Bij onzekerheid in capaciteiten;
 - Bij regionale modellen;
 - Wanneer gedragsreacties realistischer benaderd moeten worden.
- Parkeerplafonds zijn minder geschikt in landelijke gebieden waar parkeren nauwelijks beperkend werkt.

Aandachtspunten:

In de praktijk leidt een parkeerplafond tot veel beperkingen/voorwaarden aan je model (matrixschatting) en heeft het in de vraagmodellering invloed op de bestemmings- en

¹⁹ bijvoorbeeld de PARK-module (NRM/LMS)

vervoerswijze keuze. Het is daarom niet altijd realistisch wat je met het model berekent (bestemmingskeuze van bijvoorbeeld een stadscentrum wordt niet alleen bepaald door de parkeercapaciteit maar door meerdere factoren oftewel de aantrekkelijkheid van een bestemming, waardoor de gevoeligheid tussen bestemmingskeuze en/of vervoerswijze keuze niet altijd realistisch hoeft te zijn).

Andere aandachtspunten zijn:

- Inzicht in parkeercapaciteit per zone is noodzakelijk om plafonds gefundeerd te kunnen invoeren. Capaciteiten tot in detail bepalen, vraagt een grote inspanning en is daarnaast afhankelijk van de turn-over (benodigde parkeeronderzoek data).
- Strategisch gelegen tellingen kunnen als extra hulpmiddel dienen om de hoogte en effecten van parkeerplafonds te valideren en bij te sturen.
- Een iteratief model is noodzakelijk om het parkeeroverschot te verwerken.
- De bestaande parkeermodule²⁰ binnen LMS/NRM gaat uit van een maximale looptijd naar de geparkeerde auto. Fiets en openbaar vervoer is daarin geen optie.
- Bij de parkeermodule²⁰ wordt ook uitwijkgedrag gemodelleerd, dit is een nabewerking en heeft daardoor niet direct invloed op de initiële vervoerswijze/bestemmingskeuze.
- Kans op dubbeltelling als je een hard en zacht plafond meeneemt.
- Voor geaggregeerde modellen kan een plafond zorgen voor asymmetrie op de herkomst en bestemmingen als de capaciteiten niet aan beide zijden wordt toegepast.
- Het meenemen van parkeerplafonds kan leiden tot relatief veel extra rekentijd.

Mogelijke verdieping:

Met differentiatie naar tijd, ruimte en reismotief is specifiek te sturen op weerstanden, maar vraagt een grote inzet in modeltechniek, databehoeft en validatie.

Door slimme koppelingen te maken, is parkeren op afstand, in hubs, of P+R's, te combineren met parkeerplafonds.

Microscopische modellen:

- Mogelijkheid tot tijdsdifferentiatie en individueel gedrag en daarmee betere inschattingen te kunnen maken van de turn-over van parkeerplaatsen.
- Gericht ingrijpen op autobestuurders/ autopassagiers door personen en auto's consistent te koppelen op huishoudniveau. (Bijvoorbeeld de auto van de burens kan dan niet gebruikt worden, tenzij er een specifieke deelauto beschikbaar is.)

²⁰ PARK-module (LMS/NRM)

Praktijkcasus waarin parkeerplafonds zijn toegepast bij onderzoek naar gebiedsontwikkeling:

Toepassing parkeerplafonds verkeersonderzoek gebiedsontwikkelingen (VRU; schaalniveau Stedelijk/regionaal)

Context: VRU werkt met parkeerplafonds in combinatie met parkeren op afstand. Dit kan worden toegepast voor gebiedsontwikkelingen. Dit gebeurt door een maximum verkeersgeneratie mee te geven, het 'teveel' aan vraag wordt in de schatting herverdeeld naar andere modaliteiten of P+R. In de praktijk wordt voor de gebiedsontwikkeling een nauwkeurige berekening van de verkeersgeneratie op basis van gebiedskenmerken en kentallen gemaakt. Voorheen werd het verkeersmodel hierop gecorrigeerd met een matrixcorrectie achteraf maar dat kan nu dus aan de voorkant worden meegegeven.

Thema: parkeerplafonds & parkeren op afstand.

Beleidsvraag: Wat zijn de verkeerseffecten van een autoluwe gebiedsontwikkeling.

Toegepast detailniveau: basisniveau met elementen van verdieping (stedelijk VRU).

Technische uitwerking: voor de ontwikkelzones waar een lage parkeernorm geldt, is een harde capaciteit opgenomen voor het aantal vertrekken en aankomsten. Dit plafond is opgegeven in een parameterbestand. Wanneer de capaciteit niet toereikend is, verdeelt het model de vraag over alle beschikbare alternatieven, waaronder P+R-locaties.

Succesfactoren: levert logische uitkomsten op. Belangrijke 'knop' om in de praktijk mee te sturen, daarom essentieel onderdeel van model. Werkt ook om potentie van P+R locaties in beeld te brengen. Ook goed te gebruiken voor het mede mee invullen van toekomstscenario's omdat het aansluit bij hoe binnenstedelijke ontwikkelingen worden vormgegeven (autoluw). Geeft ook inzicht in wat het 'drukken' van de auto betekent aan extra opgave voor fietsverkeer.

Tekortkomingen: werking van model niet altijd volledig navolgbaar, komt niet één-op-één uit wat je opgeeft omdat er nog wat modelstappen tussen zitten (zoals kalibratie-effecten).

3.2.3 Zoektijd en uitwijkgedrag

Inleiding en modelaanpak

Zoektijd en uitwijkgedrag binnen modellen vertalen de tijd die nodig is om een parkeerplek te vinden en om bij de bestemming aan te komen. Dit kan worden verwerkt als extra reistijd boven op de rechtstreekse reis of door middel van netwerkverrijkingen. Het meenemen van de extra tijd is belangrijk voor een realistische weergave van sterk stedelijke gebieden. De extra reistijd beslaat de moeite die nodig is om bij de bestemming te komen en eventuele beleidsingrepen om dit te verbeteren (bijvoorbeeld comfort of parkeerroute informatie).

Implementatie is op meerdere manieren mogelijk, door middel van een vaste waarde boven op de skims, het invoeren van een parkeer+loopnetwerk, door te sturen op de reistijd op de voedingslink, of als onderdeel van een integrale parkeermodule.

Voorwaarde:

Kies één methode, losstaand of als onderdeel van een parkeermodule, om zoektijd en/of uitwijkgedrag in het model mee te nemen.

Aanbeveling basisniveau zoektijd en uitwijkgedrag:

Wanneer het zone-zwaartepunt gelegen is op een locatie met beperkte toegang, bijvoorbeeld autoloze gebieden als stadscentra, of wanneer de gemiddelde parkeerdruk zorgt voor standaard extra vertraging, is het aan te bevelen om zoektijd, looptijd en loopafstand op te tellen bij de rechtstreekse reis. Als zoektijd in de praktijk nauwelijks een rol speelt dan is het niet specifiek nodig om zoektijd mee te nemen in de modellering.

- *Gedesaggregeerde en microscopische modellen*

Via utility-component gekoppeld aan specifieke bestemmingen, of gebruikmakend van een parkeermodule²¹ die de berekende extra tijd naar specifieke bestemmingen, koppelt aan de utility-component voor de volgende iteratie, of gebruik maken van een parkeernetwerk (zie ook paragraaf 3.2.4)²². Voor de stedelijke modellen wordt een parkeernetwerk geadviseerd.

- *Geaggregeerde modellen:*

Door middel van extra zoektijd toevoegen in de skims, of gebruik maken van een parkeernetwerk (zie ook paragraaf 3.2.4)²³. Voor de stedelijke modellen wordt een parkeernetwerk geadviseerd.

Concrete implementatie zoektijd en uitwijkgedrag:

In technisch opzicht wordt extra tijd toegevoegd boven op de berekende reis via het modelnetwerk. Ophoging van de reistijden kan rechtstreeks door middel van skimbewerkingen, of gericht met behulp van linkeigenschappen, een onderliggend

²¹ NRM/LMS

²² StraVeM en VRU

²³ StraVeM en VRU

loopnetwerk, of gebruik makend van een gedetailleerde berekening van de parkeerzoektijden.

Hoe modelleren je het?

Toepassing is onafhankelijk van het modeltype en is te verwerken door middel van:

- Een vaste exogene zoektijd toevoegen aan de reistijd.
- Een zone-afhankelijke exogene zoektijd opnemen op basis van parkeerdruk.
- Zoek en uitwijkgedrag gedetailleerd berekenen door middel van een parkeermodule (zie parkeerplafond).
- Waar nodig of bij een voldoende verfijnd netwerk kan een parkeernetwerk gebruikt worden om loop- en zoekafstanden explicieter te modelleren.

Welke data is nodig?

- Parkeeronderzoek of observaties over zoektijd
- Bezettingsgegevens
- Verblijfstijden/turnover
- Ruimtelijke ligging van parkeerlocaties en looproutes
- Informatie over beschikbare alternatieven

Wanneer is deze aanpak geschikt?

- Zoektijd is vooral relevant in hoogstedelijke gebieden met hoge parkeerdruk en om te sturen op parkeercomfort of routing.
- Voor het gedetailleerd modelleren van (centrum)gebieden die op een gereguleerde wijze, of niet direct toegankelijk zijn voor autoverkeer.
- Modelling van zoektijd is geschikt wanneer:
 - Parkeerdruk structureel hoog is;
 - Zoekverkeer beleidsmatig relevant is;
 - Parkeerlocaties ruimtelijk verspreid liggen.
- Voor regionale modellen volstaat meestal een generieke extra reistijd.
- Voor stedelijke modellen kan een expliciet parkeernetwerk of parkeermodule meerwaarde bieden.
- Wanneer parkeerdruk beperkt is, heeft expliciete modellering van zoektijd meestal weinig toegevoegde waarde.

Aandachtspunten:

Zoek- en uitwijktijd is nadrukkelijk van toepassing aan de aankomstkant, dus het zoeken van een parkeerplek en vervolgens de looptijd naar de bestemming. Vanuit de bestemming is er enkel sprake van de loopreis van/naar de geparkeerde auto. Voor geaggregeerde modellen betekent dat de heen- en terugreis niet gelijk zijn en daardoor mogelijk te maken kunnen krijgen met asymmetrie.

Zoektijden en uitwijkgedrag zijn in de praktijk vooral gebaseerd op basis van aannames, of geschat met behulp van aannames. Het is van belang om te onderzoeken wat de effecten zijn van deze aannames en transparant te zijn over de gehanteerde aannames.

Het risico van onterecht dubbel meenemen van loop/zoek-reistijden kan voor komen wanneer meerdere modeltechnieken tegelijkertijd worden toegepast, bijvoorbeeld een parkeermodule in combinatie een onderliggend loopnetwerk, of door gebruik te maken van de parkeergaragetoekenningmodule in combinatie met de parkeermodule.

Mogelijke verdieping:

- tijdsdifferentiatie naar spits en dal;
- motiefafhankelijke zoektijden;
- differentiatie naar type parkeerlocatie, zoals straatparkeren, garageparkeren of terreinparkeren;

Microscopische modellen:

- expliciete simulatie van zoekproces op individueel niveau met gedetailleerd uitwijkgedrag binnen de keuzemodellen.

Praktijkcasus waarin de effecten van grootschalige gebiedsontwikkelingen in beeld worden gebracht met lage parkeernorm met een aanvulling van het toevoegen van parkeerzoektijd:

Meerdere gebiedsontwikkeling studies in Amsterdam (VMA; schaalniveau stedelijk)

Context: gebiedsontwikkelingen in Amsterdam, vaak grootschalig (honderden tot tienduizenden woningen), worden met het VMA doorgerekend om mobiliteitsmaatregelen te onderbouwen voor investeringsnota's en mobiliteitsplannen. Het belangrijkste middel om automobilititeit te sturen dat de gemeente tot zijn beschikking heeft, is het parkeerbeleid. Er is een mogelijkheid om extra reistijd toe te voegen. In het model wordt dit parkeerzoektijd genoemd. De parkeerzoektijd kan worden toegevoegd aan zowel de bestemmingszijde als de aankomstzijde. De parkeerzoektijd kan worden gebruikt als proxy voor de parkeernorm. Een lage parkeernorm langere zoektijd naar een parkeerplaats tot gevolg hebben, of parkeren op afstand van de bestemming wat ook weer leidt tot langere reistijd. Reistijd als autobestuurder zit in alle gedragsmodellen.

Thema: parkeerzoektijden (vertrek en aankomstkant)

Beleidsvraag: het inzichtelijk maken van de te verwachte mobiliteit, uitgedrukt in het aantal verkeersbewegingen van en naar de gebiedsontwikkeling, waarbij parkeerbeleid meegenomen moet worden, bestaande uit fiscaal parkeren en parkeernormen.

Toegepast detailniveau: bassiniveau met elementen van verdieping (VMA stedelijk).

Technische uitwerking: Soms wordt extra reistijd toegevoegd aan de level of service. In het model wordt dit parkeerzoektijd genoemd. De parkeerzoektijd kan worden toegevoegd aan zowel de bestemmingszijde als de aankomstzijde. De parkeerzoektijd wordt gebruikt als proxy voor de parkeernorm. Een lage parkeernorm levert dan een langere zoektijd op naar een parkeerplaats, evenals parkeren op afstand van de bestemming wat ook weer leidt tot langere reistijd. Reistijd als autobestuurder zit in alle gedragsmodellen.

Succesfactoren: Het verhogen van de reistijd door toevoegen van parkeerzoektijd aan de bestemmingszijde is een effectieve manier om de verkeersgeneratie gerelateerd aan niet-woonfuncties te modelleren.

Tekortkomingen: Er ligt geen theoretische basis ten grondslag aan de keuze wat de parkeerzoektijd zou moeten zijn.

3.2.4 Parkeerlocaties, -terreinen en -garages

Inleiding en modelaanpak

Het goed modelleren van grotere parkeerlocaties in een verkeersmodel is met name in verstedelijkte gebieden van belang, omdat de ligging en beschikbaarheid van parkeerplaatsen direct invloed hebben op verkeersstromen, zoekverkeer en vervoerskeuzes. Parkeren vormt daarbij een integraal onderdeel van de verplaatsingsketen. Een expliciete representatie van parkeerlocaties maakt het mogelijk om effecten van maatregelen ruimtelijk te analyseren, zoals het verplaatsen of concentreren van parkeeraanbod (bijvoorbeeld in parkeergarages of hubs) en het faciliteren van parkeren op afstand. Hierbij kan ook het natransport (lopen, fietsen, ov) worden meegenomen. Daarnaast biedt modellering van parkeerlocaties inzicht in het gebruik en de spreiding van parkeervoorzieningen, inclusief bezettingsgraden en uitwijkgedrag tussen locaties. Op netwerkniveau kunnen parkeerlocaties worden gebruikt om extra weerstanden (zoals looptijden) en route-effecten te bepalen.

Voorwaarde:

De relevante parkeerlocaties dienen in het verkeersmodel opgenomen te worden als aparte modelzone of als onderdeel van een bestaande zone. De voedingslinks moeten aantakken op de in- en uitgang van de parkeerlocatie op het netwerk.

Als meerdere parkeerlocaties in aanmerking komen voor een uiteindelijke bestemming, bijvoorbeeld voor centrumgebieden die omringd zijn met meerdere parkeervoorzieningen, kan een netwerk van parkeerlinks toegepast worden.

Aanbeveling basisniveau parkeerlocaties:

Voor modellen met een relatief hoog detailniveau (meer de stedelijke modellen) wordt geadviseerd parkeerlocaties als aparte modelzones te modelleren. Voor de grovere modellen (landelijk/regionaal) wordt geadviseerd parkeerlocaties niet apart te modelleren maar als onderdeel van de modelzone mee te nemen.

- *Geaggregeerde, gedesaggregeerde en microscopische modellen:*
Overhevelen van ritten uit eindbestemmingszones naar parkeerzones²⁴ voor gerichte routing van het autoverkeer en/of voor stedelijke modellen met hoogwaardige centrumgebieden wordt gebruik van een parkeernetwerk²⁵ geadviseerd.

Het gebruikmaken van een parkeernetwerk of het overhevelen van ritten is een keuze van de modelbeheerder. Het voordeel van overhevelen van ritten is dat helder en duidelijk is wat er modelmatig gebeurt (transparantie). Het nadeel hiervan is dat het vooral gebaseerd is op aannames en lastig te bepalen is voor scenario's en prognoses. Het voordeel van een parkeernetwerk is dat uitwijkgedrag modelmatig berekend kan worden. Echter ook hier is een deel van de input op aannames gebaseerd zoals het toekennen van gebieden aan parkeerlocaties.

²⁴ StraVeM en VMA

²⁵ BBMA, VMRDH, VRU en bijvoorbeeld vigerend verkeersmodel Zwolle (Octavius)

Wel zijn er tools beschikbaar die hiervoor gebruikt kunnen worden inclusief noodzakelijke parkeerdata zoals bijvoorbeeld dynamische parkeerbalans Parkeer-in-Zicht²⁶.

Concrete implementatie parkeerlocaties:

Technisch gezien zorg je met een specifieke uitwerking van parkeerlocaties voor een gedetailleerde afwikkeling van het laatste (of eerste) deel van de rit. Hiermee wordt, indien juist toegepast, een betere routekeuze gemodelleerd. Het voordeel is dat resultaten dichter bij tellingen uitkomen en de verkeersafwikkeling in centrumgebieden realistischer wordt.

Hoe modelleer je het?

Op netwerkniveau kan parkeren meer gedetailleerd plaatsvinden door bijvoorbeeld bezetting en uitwijkgedrag (inclusief route-effecten) gericht te simuleren, wat automatisch resulteert in extra weerstanden binnen de reistijdberekeningen.

- *Grove (landelijke) modellen:*
Hierbij is snel sprake van schijnnaauwkeurigheid, dus geen specifieke modellering toepassen.
- *(Boven-) Regionale modellen:*
Voor parkeervoorzieningen met een regionaal bereik de berekende ritten in de matrix overhevelen naar de toegewezen parkeerzone, of door gebruik te maken van een multimodale toedeling²⁷ waarbij de berekende parkeerritten specifiek gesimuleerd worden.
- *Gedetailleerde (stedelijke) modellen:*
De berekende ritten in de matrix overhevelen naar de toegewezen parkeerzone, of door gebruik te maken van een multimodale toedeling, of door een specifiek parkeer- en loopnetwerk toe te passen.

Het overhevelen van ritten wordt rechtstreeks in de automatrix verwerkt, door herkomsten en bestemmingen te verplaatsen van de ene naar de andere zone. De multimodale toedeling kent een soortgelijke aanpak, waarbij autoritten onder andere modaliteiten verdeeld kunnen worden. Modellering van parkeernetwerken vindt plaats door middel van gesloten netwerk waar de eindbestemmingen op aangesloten zijn en verbindingslinks met het autonetwerk op de locaties waar de parkeervoorzieningen gelegen zijn. De verbindingslinks representeren de capaciteit van de betreffende parkeervoorziening. Wanneer een parkeervoorziening tegen zijn capaciteit aanloopt, wordt het uitwijkgedrag door middel van routekeuze gesimuleerd.

Welke data is nodig?

- Ligging van relevante parkeerlocaties of parkeerzones
- Capaciteit per parkeerlocatie of per dagdeel
- Bezettingsgraad/parkeerbalans

²⁶ dynamische parkeerbalans Parkeer-in-Zicht (Goudappel)

²⁷ StraVeM

- Informatie over turn-over en verblijfsduur
- Loopafstanden en looproutes tussen parkeerlocatie en bestemming
- Eventueel tariefinformatie per parkeerlocatie
- Informatie over uitwijklocaties en alternatieve parkeervoorzieningen

Wanneer is deze aanpak geschikt?

- Voor gedetailleerde ontsluiting van zones in centrum-/voetgangersgebieden met gerichte routing van autoverkeer naar parkeerlocaties.
- Expliciete modellering van parkeerlocaties is vooral geschikt voor modellen met:
 - Meerdere grote parkeergarages;
 - Geconcentreerde centrumfuncties;
 - Autoluwe binnensteden;
 - Sterke parkeerrouting.
- Een parkeernetwerk is vooral geschikt wanneer:
 - Uitwijkgedrag relevant is;
 - Looproutes belangrijk zijn;
 - Verkeersafwikkeling in centrumgebieden rondom parkeergarages onderzocht wordt.
- Voor strategische studies volstaat meestal een zonale benadering.
- Voor regionale of landelijke modellen leidt expliciete modellering vaak tot schijnnaauwkeurigheid.

Aandachtspunten:

Bij bijvoorbeeld uitwijkgedrag is het van belang dat waar het verkeer naar toe uitwijkt ook weer vertrekt. Dit geldt zowel voor tourbased modellering als rit-based modellering. Er is betrouwbare parkeerdata nodig om het volume van de overheveling te bepalen.

Voor landelijke/regionale modellen is het detailniveau (netwerk en gebiedsindeling) vaak te grof en wordt daarom geadviseerd parkeerlocaties niet apart te modelleren.

Met een overheveling van ritten verlies je de consistentie met een tweede, derde, of meer bestemming binnen één tour.

Binnen loop- en parkeernetwerken kunnen auto's via de ene parkeerlink het gesloten loopnetwerk binnenrijden en via een ander parkeerlink het loopnetwerk verlaten. Om asymmetrie te voorkomen is een capaciteit op de uitgang van de parkeerlink ook van belang.

Mogelijke verdieping:

Maak het mogelijk om parkeerlocaties expliciet te modelleren met realistische route- en keuzeprocessen. Onderzoek de weerstand die motiefafhankelijk wordt ervaren bij het parkeren om te kunnen differentiëren met aantrekkelijkheid van de parkeervoorziening (bijvoorbeeld de aanwezigheid van faciliteiten of het gemak van de overstap op andere modaliteiten)

Praktijkcasus waarin gebruik is gemaakt van parkeercapaciteiten in combinatie met een parkeernetwerk:

Modellering binnenstad en USP Utrecht (VRU; schaalniveau Stedelijk/regionaal)

Context: voor de binnenstad en het USP Utrecht is gewerkt met parkeercapaciteiten op specifieke locaties (garages/terreinen). Omdat parkeren buiten deze locaties beperkt is, worden parkeerlocaties als bestemming gemodelleerd. Een loopnetwerk verbindt deze locaties met de eindbestemming. Capaciteiten per dagdeel sturen de verdeling van verkeer; bij volle locaties wijkt verkeer uit. Loopafstand wordt meegenomen in vraag en toedeling.

Thema: parkeercapaciteit, zoek-, looptijd en uitwijkgedrag en parkeernetwerk

Beleidsvraag: Goed inzicht in de verkeersafwikkeling huidig en toekomst in de binnenstad en USP, rekening houdend met de beschikbare parkeercapaciteit van die gebieden.

Toegepast detailniveau: bassiniveau met verdieping (VRU stedelijk).

Technische uitwerking: capaciteiten worden bepaald met kengetallen en aantal plekken, eventueel aangevuld met tellingen. Weerstand op parkeerlinks volgt een intensiteit-reistijdfunctie met sterke toename bij (bijna) volle capaciteit; overschrijding is mogelijk. Gelijke linklengtes verbeteren de werking van de BPR-curve. Het onderliggende netwerk is een gesloten circuit dat enkel toegankelijk is via de specifieke parkeerlinks. Op het onderliggende netwerk geldt een autosnelheid wat gelijk staat aan de loopsnelheid. De uiteindelijke herkomst en bestemmingszone is voor autoverkeer enkel gekoppeld aan het onderliggende loopnetwerk.

Succesfactoren: realistische verdeling van verkeer over parkeerlocaties en benutting van minder aantrekkelijke locaties bij volle capaciteit. Het loopnetwerk maakt realistischere routes mogelijk (bijv. parkeren aan andere zijde van een knip), wat leidt tot betere benadering van intensiteiten.

Tekortkomingen: benadering blijft grof: capaciteiten per dagdeel en bezettingsdynamiek (turnover) zijn niet exact. Bij vraag $\approx$ capaciteit kan het model instabiel worden door doorschuivend verkeer. Specifieke reserveringen van parkeerplaatsen zijn niet te modelleren. Het loopnetwerk (auto met loopsnelheid) vraagt aandacht bij analyse van intensiteiten en voertuigkilometers. (In de praktijk goed mogelijk door het linktype niet mee te nemen in de berekening).

3.2.5 Hubs en parkeren op afstand

Inleiding en modelaanpak

Hubs en parkeren op afstand zijn beleidsinstrumenten die gericht zijn op het verplaatsen en verminderen van autoverkeer in met name stedelijke centra. Door parkeervoorzieningen te concentreren op strategische locaties, vaak aan de rand van de stad, wordt autoverkeer gestuurd en wordt de druk op binnenstedelijke gebieden verminderd.

Deze aanpak wordt vooral toegepast in sterk stedelijke gebieden waar ruimte schaars is en leefbaarheid, bereikbaarheid en verkeersveiligheid onder druk staan. Hubs kunnen verschillende functies combineren, zoals parkeren, overstappen op openbaar vervoer, deelmobiliteit of fietsvoorzieningen.

Een belangrijk onderdeel van hubs en parkeren op afstand is het natransport (last mile) als alternatief voor de autorit. De kwaliteit en beschikbaarheid van alternatieve vervoermiddelen, zoals lopen, fietsen en openbaar vervoer, bepalen in sterke mate het succes van deze maatregel. In modellen dient daarom niet alleen de locatie van hubs te worden meegenomen, maar ook de verbindingen en reistijden van en naar de uiteindelijke bestemming.

Voorwaarde:

Vanuit beleidsmatig perspectief is het van belang om hubs integraal te beschouwen, in samenhang met parkeertarieven, parkeercapaciteit in het centrum en de kwaliteit van het voor- en natransport. Zonder aanvullende maatregelen is het effect op autogebruik vaak beperkt.

Aanbeveling basisniveau hubs en parkeren op afstand:

In verkeersmodellen worden hubs en parkeren op afstand doorgaans gemodelleerd als multimodale ketenverplaatsingen, waarbij een deel van de autorit wordt vervangen door een ander vervoermiddel. De effecten werken door in de modal split, bestemmingskeuze en netwerkbelasting.

Het modelleren van hubs en parkeren op afstand is niet een onderdeel dat standaard in een basismodel opgenomen hoeft te zijn (is vaak ook niet het geval). Het advies is om afhankelijk van beleidsvragen te bepalen om hubs en parkeren op afstand als onderdeel binnen het modelsysteem op te nemen en vervolgens dan ook te bepalen of het basisniveau wat hier genoemd is voldoende is of dat een verdiepingsslag direct al wenselijk is.

- *Voor alle typen modellen:*

Als een vorm van nabewerking in de toedeling of door middel van het overhevelen of ombuigen van autoritten naar een strategisch gelegen overstappunt en het vervolg van de autorit af te wikkelen met een alternatieve vervoerswijze als lopen, fiets of het ov.²⁸

²⁸ StraVeM, en VMA

- *Geaggregeerde modellen extra mogelijkheid:*
Als onderdeel van het multi-proportioneel zwaartekrachtmodel, door hub-ritten als een afzonderlijke extra vervoerswijze te beschouwen.

Concrete implementatie hubs en parkeren op afstand:

Technisch gezien worden de potentiële parkeerders en binnenstedelijke parkeercapaciteiten van elkaar afgetrokken, hoe kleiner het gat tussen deze waarden, hoe eerder de autorit een andere uitwerking gaat krijgen. De autorit die met een beperking gekenmerkt is, heeft de keuze om de reis via een overstappunt af te wikkelen, of als dit onderdeel is van de matrixschatting, kan de rit ook een andere bestemming of hoofdvervoerswijze krijgen. De hub is de eindbestemming voor de auto en beginpunt voor een alternatieve vervoerswijze. Hubs en parkeren op afstand kennen dezelfde modeltechniek, maar met eventuele verschillende (beleidsmatige) voorwaarden kan gevarieerd worden in de aantrekkelijkheid van het overstappunt.

Hoe modelleren je het?

- *Gedesaggregeerde en microscopische modellen:*
Als relatief eenvoudige basis kan gekozen worden door overheveling van ritten gebaseerd op aannames, of de multimodale toedeling binnen StraVeM.
Als alternatief zijn beschikbare toepassingen te gebruiken zoals de parkeermodule van het NRM/LMS met de exploratieve modus om Hubs te modelleren. De parkeermodule wordt gevoed met meer uitgebreidere kenmerken en is daarnaast onderdeel van de iteratieve matrixschatting van het NRM/LMS.
- *Geaggregeerde modellen:*
Ook voor de geaggregeerde modellen wordt in de basis geadviseerd om ritten over te hevelen op basis van aannames.²⁹
Als alternatief wordt als voorbeeld binnen de multi-proportionele matrixschatting van VRU op een endogene wijze het hub-verkeer gemodelleerd. Het parkeerplafond geeft hierin de absolute capaciteit per zone. Het overschot van potentiële parkeerders krijgt in een herschatting van de matrix de extra hub-modaliteitskeuze via vooraf gedefinieerde hub-zones.³⁰

Welke data is nodig?

- Onderzoek data van Hub-gebruikers gespecificeerd naar herkomst en bestemming, ritlengtes, aandelen ten opzichte van regulier autogebruik, voor- en natransportkeuze, aankomst- en vertrektijden.
- Locaties van de hubs.
- Aanwezigheid en hoogte van Combi-tickets.
- Aanwezigheid en beschikbaarheid van alternatieve vervoerswijzen.
- Specifieke overstaptijd (penalty's).
- Eventueel gebruikmaken van beschikbare tools³¹.

²⁹ BBMA en V-MRDH

³⁰ VRU

³¹ Bijvoorbeeld HUB Locator (Goudappel)

Wanneer is deze aanpak geschikt?

- Hubs en parkeren op afstand zijn vooral geschikt voor sterk stedelijke gebieden waar gestuurd wordt op autoluwheid, vermindering van binnenstedelijk autoverkeer en (bewoners-)parkeren op afstand.
- Voor de modellering van voor- en natransport naar grote parkeerlocaties/ hubs.
- De potentie van nieuwe parkeerlocaties op afstand bepalen.
- Deze aanpak is vooral relevant wanneer:
 - Overstaplocaties beleidsmatig worden ontwikkeld.
 - Parkeer capaciteit in centra beperkt wordt.
 - Hoogwaardig natransport beschikbaar is.
- Een expliciete modellering van ketenverplaatsingen is vooral geschikt voor:
 - Stedelijke multimodale analyses.
 - Bereikbaarheidsstudies.
 - Onderzoek naar modal shift.
- Voor regionale modellen kan een eenvoudige scenario- of nabewerkingsaanpak voldoende zijn.
- Zonder aanvullend beleid (tarieven, plafonds, autoluwe gebieden) blijven de effecten van hubs doorgaans beperkt.

Aandachtspunten:

- Met een overheveling van ritten dient extra aandacht besteed te worden voor de consistentie met een tweede, derde, of meer bestemming binnen één tour.
- Binnen geaggregeerde modellen dient extra aandacht besteed te worden aan symmetrie van de heen- en terugrit.
- Het effect van hubs is sterk afhankelijk van de kwaliteit en betrouwbaarheid van het natransport.
- Zonder flankerend beleid (tarieven, capaciteit) kan het gebruik van hubs beperkt blijven.
- Risico op onderschatting van reistijdperceptie bij overstappen.
- Uitwijkgedrag en routekeuze naar hubs kunnen leiden tot verschuivingen in verkeersstromen.

Mogelijke verdieping:

- Modelleer hubs in gedesaggregeerde en microscopische modellen als alternatieve verplaatsingsketens (auto + natransport).
- Neem reistijden en kosten van voor- en natransport expliciet mee.
- Combineer hubs met beleidsmaatregelen in het centrum (zoals hogere parkeertarieven of beperkte capaciteit).
- Positioneer hubs op logische locaties ten opzichte van hoofdnetwerken en bestemmingen.
- VRU-methode in schattingsproces als aparte modaliteit ook effect op ov, fiets en lopen.
- In nabewerking autoritten in ov, fiets en lopen laten terugkomen.

Praktijkcasus waarin parkeren op afstand is gemodelleerd in combinatie met parkeerplafonds bij onderzoek naar gebiedsontwikkeling:

Toepassing parkeerplafonds gebiedsontwikkelingen Utrecht (VRU; schaalniveau Stedelijk/regionaal)

Context: binnen VRU worden parkeerplafonds gecombineerd met parkeren op afstand voor gebiedsontwikkelingen in Utrecht. Door een maximum aan verkeersgeneratie vast te stellen, wordt overtollig autovraag in het model herverdeeld naar andere modaliteiten of P+R. Dit gebeurt vooraf in het model, in plaats van via correcties achteraf.

Thema: parkeerplafonds & parkeren op afstand

Beleidsvraag: Wat zijn de verkeerseffecten van een autoluwe gebiedsontwikkeling.

Toegepast detailniveau: basisniveau met elementen van verdieping (stedelijk VRU).

Technische uitwerking: op basis van gebiedskenmerken en kengetallen wordt de verkeersgeneratie bepaald. Vervolgens wordt een plafond ingesteld voor autoverkeer; vraag boven dit niveau wordt in de schattingsfase herverdeeld naar alternatieven zoals ov, fiets of P+R (parkeren op afstand). Dit stuurt direct de modal split en bestemmingskeuzes binnen het model. De auto's die parkeren op P+R gaan vervolgens met een andere vervoerwijze (OV, fiets of lopen) verder naar de eindbestemming. Hierbij wordt rekening gehouden met lagere kosten OV in combinatie met P+R en ook lagere op/overstapweerstand.

Succesfactoren: levert logische en beleidsrelevante uitkomsten op.

- Belangrijke sturingsknop in de praktijk.
- Geeft inzicht in potentie van P+R-locaties.
- Goed toepasbaar in toekomstscenario's (autoluwe ontwikkeling).
- Maakt effecten op fiets- en ov-vraag beter inzichtelijk.

Tekortkomingen: modelwerking is niet altijd volledig transparant; uitkomsten wijken soms af van de ingevoerde plafonds door tussenliggende modelstappen (bijvoorbeeld matrixcalibratie).

- Vereist soms 'trial and error' in combinatie met lange rekentijden (volledige modelschatting nodig).
- Houdt geen rekening met specifieke parkeerrechten of vergunningen; locatiekeuze wordt door het model bepaald.

Praktijkcasus waarin met nabewerking aanvullend hubs zijn gemodelleerd:

Modellering HUBS Eindhoven (BBMA; schaalniveau Regionaal)

Context: voor Eindhoven is onderzocht of locaties rendabel kunnen zijn als HUB (overstappunt), waarbij reizigers hun auto op afstand parkeren en overstappen op andere vervoermiddelen.

Thema: hubs/parkeren op afstand

Beleidsvraag: Zijn bepaalde locaties rendabel als hub-locatie?

Toegepast detailniveau: lager dan basisniveau.

Technische uitwerking: analyse uitgevoerd met HB-matrices en Selected Links. Verplaatsingen zijn handmatig aangepast door autoritten deels af te romen, te verplaatsen naar HUB-locaties en vervolgens om te zetten naar ov-gebruik. De aanpak is grotendeels gebaseerd op aannames.

Succesfactoren: effecten puur op basis van verschillende aannames en scenario's zijn inzichtelijk te maken.

Tekortkomingen: niet geschikt om de daadwerkelijke rendabiliteit van HUB-locaties te bepalen.

Resultaten zijn sterk afhankelijk van aannames en missen een robuuste modelmatige onderbouwing. De gekozen manier was niet echt toepasbaar voor deze studie.

In onderstaande tabel is samenvattend een overzicht opgenomen met modellering van de parkeerthema's per modeltype.

Deze tabel is bedoeld als keuzekader en niet als voorschrift. De meest geschikte aanpak hangt af van schaalniveau, beleidsvraag en beschikbare data.

Thema	Gedesaggregeerde en microscopische modellen	Geaggregeerde modellen	Typische toepassing
3.1.1 Autobezit	Expliciet autobezitsmodel via utility- of keuzemodellen. Endogene doorwerking van beleid mogelijk. <i>Microscopisch:</i> Autobezit als attribuut op huishoud-/agentniveau. Dynamische interactie tussen huishouden, activiteiten en mobiliteitskeuzes mogelijk.	Segmentatie autobeschikbaar / niet-autobeschikbaar op basis van CBS/ODiN of scenario-aannames.	Geschikt voor alle modellen. Expliciete modellering vooral relevant bij stedelijke beleidsvragen, deelmobiliteit, parkeernormen en mobiliteitstransitie.
3.1.2 Parkeernormen bij de woning, parkeernormen en vergunningen	Indirect via autobezitsmodel, utilityfuncties en aanvullende weerstanden. Vergunningen en normen beïnvloeden autobezit. <i>Microscopisch:</i> Expliciete koppeling op huishoudniveau mogelijk, inclusief vergunningen, POET en capaciteitsrestricties.	Indirect via autobezitsegmentatie, capaciteitsrestricties of constraints in matrixschatting.	Vooral geschikt voor stedelijke woningbouwontwikkelingen, autoluwe gebieden en beleid gericht op reductie van autobezit.
3.2.1 Parkeerkosten	Onderdeel van generalized costs binnen vervoerswijze- en bestemmingskeuze. <i>Microscopisch:</i> Individuele kostencomponent mogelijk per persoon, motief of tijdstip. Zachte beperking via utility, weerstand of parkeermodule.	Verwerkt in generalized costs/skims of als kosten op netwerkniveau.	Geschikt voor alle modellen. Belangrijke beleidsknop bij stedelijke bereikbaarheid en modal shift.
3.2.2 Parkeerplafonds/capaciteit	<i>Microscopisch:</i> Expliciete capaciteit en bezetting op locatieniveau mogelijk.	Harde constraint of zachte weerstand in matrixschatting/skims.	Vooral geschikt in hoogstedelijke gebieden met beperkte parkeer capaciteit of autoluwe beleid.
3.2.3 Zoektijd en uitwijkgedrag	Extra reistijd of utility-penalty, eventueel iteratief gekoppeld aan parkeermodule. <i>Microscopisch:</i> Expliciete simulatie van zoekproces en uitwijkgedrag mogelijk.	Extra reistijd in skims of via parkeernetwerk.	Vooral relevant in gebieden met structurele parkeerdruk, zoekverkeer en uitwijkgedrag.
3.2.4 Parkeerlocaties parkeerterreinen en -garages	Vereenvoudigd via overheveling van ritten, parkeermodule of multimodale toedeling. <i>Microscopisch:</i> Expliciete modellering van parkeerlocaties, capaciteiten, looproutes en uitwijkgedrag.	Via overheveling van ritten, parkeernetwerk of expliciete parkeerzones.	Vooral geschikt voor stedelijke centrumgebieden, parkeergarages, P+R-voorzieningen en route-effecten.
3.2.5 Hubs en parkeren op afstand	Alternatieve ketenverplaatsing in keuzemodel of via nabewerking/parkeermodule. <i>Microscopisch:</i> Volledige ketensimulatie inclusief overstappen en natransport.	Scenario-/nabewerkingsaanpak of aparte modaliteit binnen matrixschatting in combinatie met parkeerplafonds.	Vooral geschikt bij autoluwe binnensteden, P+R-strategieën en multimodale bereikbaarheidsstudies.

4. Samenhang en interacties tussen de parkeerthema's

De handreiking laat zien dat parkeren in verkeersmodellen:

- Op verschillende posities in het model kan ingrijpen (autobezit, ritgeneratie, bestemmingskeuze, toedeling).
- Op uiteenlopende schaalniveaus wordt toegepast.
- Sterk afhankelijk is van beschikbare data en beleidscontext.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de samenhang tussen de onderscheiden parkeerthema's en worden de aandachtspunten benoemd. Hiermee kan deze handreiking worden gebruikt om expliciete keuzes te maken voor parkeermodellering.

Op basis van de analyse kan worden geconcludeerd dat de onderscheiden thema's zich niet tot één eenduidige hiërarchie laten reduceren. In plaats daarvan is sprake van een samenstel van deels aanvullende, deels overlappende en soms conflicterende benaderingen.

4.1 Aanvullende thema's

Een aantal thema's blijkt elkaar in de praktijk goed aan te vullen:

- *Autobezit (vertrekkant) en parkeerplafonds (aankomstkant)*
Autobezit beïnvloedt de potentiële vraag van het autogebruik, terwijl parkeerplafonds het feitelijke autogebruik begrenzen. In combinatie zorgen zij voor meer evenwichtige en realistische prognoses, met name in hoog stedelijke contexten.
- *Parkeerplafonds en hubs/parkeren op afstand*
Het toepassen van parkeerplafonds zonder uitwijkmogelijkheid leidt tot abrupte effecten. Door hubs expliciet te modelleren ontstaat een realistischer alternatief voor uitwijkgedrag.
- *Kosten (tarieven) en zoektijd*
Beide werken in op de generaliseerde reistijd en versterken elkaar in de bestemmings- en modaliteitskeuze.

4.2 Overlappende thema's

Andere thema's grijpen in op vergelijkbare gedragsmechanismen en kennen daardoor overlap:

- *Parkeerkosten, zoektijd en parkeerplafonds/ontoereikende capaciteit*
Alle drie verhogen zij de 'moeite' van autoritten naar een bestemming. Het risico bestaat dat deze effecten cumulatief worden toegepast, wat kan leiden tot een overschatting van gedragsreacties. Zo leidt een beperkt aantal parkeerplaatsen of het instellen van een parkeerplafond tot zoektijd. De zoektijd is dus direct aan de parkeercapaciteit gekoppeld en moet mee veranderen als vraag of capaciteit wijzigt.

- *Parkeernormen en vergunningen*

Beide beïnvloeden het autobezit, maar doen dat vanuit verschillende beleidslogica's³². Zonder expliciete afbakening bestaat het risico van dubbeltelling in de vraagkant.

4.3 Potentiële conflicten

De inventarisatie laat ook zien dat bepaalde combinaties spanning kunnen opleveren:

- *Harde parkeerplafonds vs. multimodale toedeling*
Wanneer aankomsten al in de vraagmodule worden afgekap, resteert in de toedeling minder ruimte voor gedragskeuzes (bijvoorbeeld route- of hub-keuze).
- *Gedetailleerde hubs op regionaal schaalniveau*
Een hoog detailniveau in hubs en natransport kan conflicteren met de abstrahering die in regionale modellen noodzakelijk is.

Deze conflicten zijn niet per definitie ongewenst, maar vragen om bewuste keuzes en transparantie.

4.4 Onafhankelijk toepasbare thema's

Tot slot zijn er thema's die relatief zelfstandig kunnen worden ingezet:

- Parkeertarieven als kostencomponent in de generaliseerde reistijd.
- Autobezitsscenario's als exogene gevoeligheidsanalyse (bijvoorbeeld autobezit generiek met een percentage verlagen) .
- Exploratieve hub-studies als aanvullende analyse naast het hoofdmodel.

Deze toepassingen zijn met name geschikt voor verkenningen en gevoeligheidsanalyses.

³² Parkeernormen zijn proactief en sturend, terwijl parkeervergunningen reactief beleid is om meer bestaand gebruik van de openbare ruimte te reguleren.

5. Conclusie

Deze handreiking laat zien dat parkeren een essentieel en integraal onderdeel vormt van de huidige en toekomstige verkeersmodellen van de SIVMO-partners. Parkeereffecten grijpen in op meerdere onderdelen van de modelketen (van autobezit en ritgeneratie tot bestemmingskeuze, modal split en netwerkbelasting) en beïnvloeden daarmee direct de uitkomsten van de modellen en hun prognoses en mobiliteitsanalyses.

Uit de inventarisatie en werksessie blijkt dat parkeren in alle SIVMO-modellen wordt meegenomen, maar dat de wijze van modelleren sterk verschilt. Deze verschillen hangen samen met modeltype, schaalniveau en beleidsvraag. Gedesaggregeerde en microscopische modellen bieden meer mogelijkheden voor gedragsmatige modellering, terwijl geaggregeerde modellen robuuster zijn en vaak werken met vereenvoudigde representaties via kosten en capaciteiten. Nederland, en ook de SIVMO-partners, gaan steeds meer richting gedesaggregeerde en microscopische modellen. Geaggregeerde modellen blijven echter wel relevant.

De belangrijkste conclusie uit de werksessie is dat harmonisatie van modellering niet noodzakelijk of voor iedereen wenselijk is, maar dat transparantie in modelkeuzes essentieel is. Door expliciet te maken:

- Waar parkeren in de modelketen wordt meegenomen.
- Welke aannames worden gehanteerd.
- Hoe verschillende parkeerthema's samenhangen.

Hiermee wordt de uitlegbaarheid en betrouwbaarheid van modeluitkomsten vergroot.

Voor toepassing in de praktijk adviseren wij:

- Gebruik autobezit en parkeerkosten als basis voor elke modellering.
- Pas parkeerplafonds toe in stedelijke gebieden waar capaciteit beperkend is.
- Modelleer zoektijd en uitwijkgedrag alleen waar dit daadwerkelijk relevant is.
- Voorkom dubbeltelling door parkeerkosten, capaciteit en zoektijd integraal te beschouwen.
- Stem het detailniveau van parkeermmodellering af op modeltype en beleidsvraag.

Daarnaast blijkt dat parkeerthema's sterk met elkaar samenhangen. Maatregelen aan de vertrekkant (zoals parkeernormen en vergunningen) werken via autobezit door in de vraag, terwijl maatregelen aan de aankomstkant (zoals parkeerkosten en capaciteit en de combinatie parkeerplafonds en hubs) de aantrekkelijkheid van bestemmingen beïnvloeden. Deze samenhang vraagt om een integrale benadering.

De handreiking biedt hiermee een praktisch keuzekader met:

- Een basisniveau voor alle modeltypen.
- Mogelijkheden voor verdieping afhankelijk van beleidsvraag en data.
- Globaal inzicht in technische implementatie.

Uit de inventarisatie blijkt dat de parkeermodule binnen het LMS/NRM momenteel één van de meest complete en geïntegreerde implementaties van parkeermodellering binnen de Nederlandse verkeersmodellen vormt. De module combineert onder andere parkeerkosten, parkeertijd, loopafstanden, parkeerzoektijd en de beschikbaarheid van parkeerlocaties binnen een consistente modelstructuur.

Voor gedesaggregeerde verkeersmodellen biedt deze aanpak een waardevolle referentie voor de verdere ontwikkeling van parkeermodellering. De parkeermodule laat zien hoe parkeren als integraal onderdeel van de modelketen kan worden meegenomen en vormt daarmee een bewezen basis voor verdere toepassing binnen andere modellen.

De handreiking beoogt nadrukkelijk geen standaardisatie van modellen voor te schrijven. Wel kan de LMS/NRM-parkeermodule dienen als inspiratie en referentie bij de verdere ontwikkeling van parkeermodellering binnen SIVMO, met name voor modellen waarin gedragsmatige keuzes rondom parkeren expliciet worden gemodelleerd.

Tot slot is duidelijk dat de verdere ontwikkeling van parkeermodellering afhankelijk is van:

- Beschikbaarheid en kwaliteit van data (capaciteit, bezetting, gedrag).
- Validatie van elasticiteiten en gedragsrelaties.
- De ontwikkeling van meer gedetailleerde, gedragsmatige en microscopische modellen.

Het is duidelijk dat de verdere ontwikkeling van parkeermodellering niet alleen vraagt om meer detail in modellen, maar vooral om betere data, robuuste validatie en bewuste modelkeuzes. De kwaliteit van parkeermodellering wordt uiteindelijk niet bepaald door de mate van detail, maar door de mate waarin modelaannames en gedragsrelaties realistisch, uitlegbaar en voldoende onderbouwd zijn. Zonder betrouwbare gegevens over parkeercapaciteit, bezetting en gedrag ontstaat het risico op schijnnaauwkeurigheid: een model kan dan steeds gedetailleerder worden, zonder dat de betrouwbaarheid van de uitkomsten daadwerkelijk toeneemt.

Het doel van verkeersmodellering is niet om de werkelijkheid exact te reproduceren, maar om mobiliteitsgedrag en beleidsmaatregelen zo realistisch mogelijk te benaderen en daarmee onderbouwde beleidsafwegingen mogelijk te maken. Dit vraagt om een zorgvuldige balans tussen detailniveau, toepasbaarheid, uitlegbaarheid en beschikbaarheid van data.

Handvat voor verder ontwikkeling

Deze handreiking vormt een belangrijke stap in de verdere professionalisering van parkeermodellering binnen SIVMO. Door kennis en praktijkervaringen tussen SIVMO-partners uit te wisselen ontstaat een gezamenlijk keuzekader voor het modelleren van parkeren, met ruimte voor verschillen tussen modellen, schaalniveaus en beleidsvragen. Tegelijkertijd biedt de handreiking een gezamenlijke basis voor verdere ontwikkeling, validatie en samenwerking, zodat parkeermodellering zich binnen SIVMO de komende jaren verder kan ontwikkelen tot een volwassen en integraal onderdeel van verkeers- en mobiliteitsmodellen.

Bijlagen

Bijlage A - Toetsing SIVMO-modellen aan basisniveau parkeermodellering

Uitgebreide werkbijlage bij de Handreiking Modelleren Parkeren

Doel	Deze bijlage geeft per SIVMO-model aan in hoeverre het huidige model voldoet aan het aanbevolen basisniveau voor parkeermodellering per thema.
Statussen	Voldoet = basisniveau aanwezig; Deels = gedeeltelijk/optioneel/niet gestandaardiseerd; Niet = niet structureel aanwezig; Voldoet+ = basisniveau plus relevante verdieping.
Gebruik	De beoordeling is bedoeld als hulpmiddel voor kennisuitwisseling en doorontwikkeling. Het is geen audit of normatieve rangschikking van modellen.
Bronnen	Gebaseerd op de inventarisatiefase en de Handreiking Modelleren Parkeren (SIVMO).

Status	Betekenis
Voldoet+	Basisniveau aanwezig en relevante verdieping al in het model aanwezig.
Voldoet	Voldoet aan aanbevolen basisniveau uit de handreiking.
Deels	Gedeeltelijke, optionele of casusmatige invulling; ontwikkeling nodig voor robuust basisniveau.
Niet	Niet structureel aanwezig in het huidige model.

Managementmatrix - status per model en parkeerthema

Groen = voldoet/voldoet+, oranje = deels, rood = niet

Model	3.1.1 Autobezit	3.1.2 Parkeren bij woning, parkeernormen en vergunningen	3.2.1 Parkeerkosten	3.2.2 Parkeerplafonds / capaciteit	3.2.3 Zoektijd en uitwijkgedrag	3.2.4 Parkeerlocaties, -terreinen en -garages	3.2.5 Hubs en parkeren op afstand
BBMA	Voldoet	Deels	Voldoet	Niet	Niet	Deels	Niet
StraVeM	Voldoet	Deels	Voldoet	Deels	Deels	Deels	Deels
VENOM/VMA	Voldoet+	Voldoet	Voldoet	Deels	Voldoet	Deels	Niet
V-MRDH	Voldoet	Deels	Voldoet	Voldoet	Deels	Voldoet+	Deels
VRU	Voldoet	Deels	Voldoet+	Voldoet+	Deels	Voldoet+	Voldoet+
LMS/NRM	Voldoet+	Voldoet	Voldoet	Deels	Voldoet+	Deels	Deels

Samenvatting status (aantal cellen)

Status	Aantal
Voldoet+	8
Voldoet	13
Deels	17
Niet	4

Detailoverzicht per model en thema

Beoordeling, huidige aanpak, aanwezige verdieping en ontwikkelbehoefte

Model	Thema	Status	Huidige aanpak	Verdieping aanwezig	Nodig voor basisniveau	Suggestie verdere verdieping
BBMA	3.1.1 Autobezit	Voldoet	Autobezit via segmentatie / autobeschikbaarheid in vraagmodellering.	Beperkt: vooral segmentatie, minder gedragsmatig.	Geen voor basisniveau.	Differentiatie naar gebiedstype/stedelijkheid; gevoeligheidsanalyse autobezit. Toepassen endogeen autobezitsmodel.
BBMA	3.1.2 Parkeren bij woning, parkeernormen en vergunningen	Deels	Parkeernormen/vergunningen niet expliciet; indirecte verwerking mogelijk via aannames of capaciteit.	Beperkt.	Explicietere koppeling naar autobezit of capaciteit voor stedelijke woningbouwontwikkelingen.	Uitwerken methodiek voor lage parkeernormen en vergunningen als scenario-invoer.
BBMA	3.2.1 Parkeerkosten	Voldoet	Parkeerkosten via linkkosten bij parkeervoorzieningen / toedeling.	Ja: kosten kunnen routekeuze beïnvloeden.	Geen voor basisniveau.	Differentiatie naar motief, tijdsperiode en parkeervoorziening.
BBMA	3.2.2 Parkeerplafonds / capaciteit	Niet	Geen structureel parkeerplafondmechanisme beschikbaar.	Nee.	Capaciteitsbeperking of zachte plafondbenadering toevoegen.	Koppeling met parkeernetwerk, hubs of extra weerstand.
BBMA	3.2.3 Zoektijd en uitwijkgedrag	Niet	Geen structurele zoektijdcomponent.	Nee.	Basisweerstand of zone-afhankelijke zoektijd toevoegen waar parkeerdruk relevant is.	Zoektijd koppelen aan parkeerdruk/capaciteit.
BBMA	3.2.4 Parkeerlocaties, -terreinen en -garages	Deels	Parkeerlocaties/netwerkaanpak mogelijk via toedeling en linkkosten.	Beperkt.	Capaciteiten en uitwijklogica expliciteren voor stedelijke toepassingen.	Parkeernetwerk met capaciteit en loop-/natransportweerstanden.
BBMA	3.2.5 Hubs en parkeren op afstand	Niet	Hubstudies vooral handmatig/nabewerking; niet geschikt voor structurele rendabiliteitsanalyse.	Nee.	Structurele scenario- of nabewerkingsmethodiek definiëren.	Ketenmodellering of integratie met parkeerplafonds.
StraVeM	3.1.1 Autobezit	Voldoet	Autobezit/AB-NAB via typering en segmentaandelen; geen aparte endogene module.	Beperkt tot segmentatie/typering.	Geen voor basisniveau.	Explicietere autobezitsreactie op beleid en doelgroepen met gebruik van een endogeen autobezitsmodel.
StraVeM	3.1.2 Parkeren bij woning, parkeernormen en vergunningen	Deels	Parkeernormen/vergunningen niet expliciet gemodelleerd.	Beperkt.	Explicietere koppeling van lage parkeernormen/vergunningen naar autobeschikbaarheid of capaciteit.	Standaard werkwijze voor woningbouw en lage parkeernormen.
StraVeM	3.2.1 Parkeerkosten	Voldoet	Parkeertarieven in bestemmingskeuze/gegeneraliseerde kosten; zonale invoer.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Tariefdifferentiatie binnen zones, motief en tijdsperiodes.
StraVeM	3.2.2 Parkeerplafonds / capaciteit	Deels	Geen structureel plafondmechanisme; effecten soms via aanpassing/nabewerking.	Beperkt.	Expliciete zachte of harde plafondfunctionaliteit toevoegen.	Koppeling met multimodale toedeling en hubs.
StraVeM	3.2.3 Zoektijd en uitwijkgedrag	Deels	Looptijden/zoeeffecten mogelijk via parkeergarage-toekenningmodule of netwerkbenadering.	Ja, maar niet overal structureel.	Standaard implementatie voor stedelijke toepassingen.	Zoektijd terugkoppelen naar vraag/keuze waar relevant.
StraVeM	3.2.4 Parkeerlocaties, -terreinen en -garages	Deels	Ritten kunnen naar parkeerzones worden overgeheveld; multimodale toedeling mogelijk.	Ja.	Verdeling/overheveling verder automatiseren en valideren.	Parkeernetwerk voor centrumgebieden met looproutes en capaciteit.
StraVeM	3.2.5 Hubs en parkeren op afstand	Deels	Hubs/parkeren op afstand via multimodale toedeling of nabewerking.	Ja, maar casus-/studieafhankelijk.	Verder operationaliseren als herhaalbare methodiek.	Ketenverplaatsingen explicieter modelleren met meerdere modaliteiten.
VENOM/VMA	3.1.1 Autobezit	Voldoet+	Expliciete autobezitsmodule; autobezit als zelfstandig tussenresultaat.	Ja: endogene doorwerking mogelijk.	Geen voor basisniveau.	Verder koppelen aan vergunningen, deelmobiliteit en stedelijkheid.
VENOM/VMA	3.1.2 Parkeren bij woning, parkeernormen en vergunningen	Voldoet	Parkeernormen/vergunningen via autobezit aan woonzijde.	Ja.	Geen voor bewonerszijde; voor niet-woonfuncties ontbreekt vaak expliciete normering.	Aankomstkant sterker modelleren via plafonds/capaciteit voor bezoekers/werknemers.
VENOM/VMA	3.2.1 Parkeerkosten	Voldoet	Parkeerkosten in bestemmingskeuze en keuzemodellen.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Locatie-/motiefdifferentiatie en koppeling met parkeerlocaties.
VENOM/VMA	3.2.2 Parkeerplafonds / capaciteit	Deels	Plafonds vooral indirect/zacht via utility, zoektijd of autobezit; geen breed hard plafond.	Beperkt.	Explicietere capaciteits- of plafondmodule voor aankomstkant.	Hard/zacht plafond afhankelijk van data en beleidsvraag.
VENOM/VMA	3.2.3 Zoektijd en uitwijkgedrag	Voldoet	Parkeersoektijd kan als extra reistijd/proxy worden toegevoegd.	Ja.	Geen voor basisniveau, mits toepassing goed onderbouwd.	Relatie zoektijd-parkeren beter valideren en koppelen aan capaciteit.
VENOM/VMA	3.2.4 Parkeerlocaties, -terreinen en -garages	Deels	VENOM: Parkeergarages/locaties beperkt VMA: vooral via overheveling/nabewerking.	Beperkt.	Parkeerzones of parkeernetwerk uitwerken voor stedelijke detailanalyses.	Expliciete parkeergaragekeuze en loopafstanden.
VENOM/VMA	3.2.5 Hubs en parkeren op afstand	Niet	Hubs niet structureel in VENOM/VMA; eventueel via nabewerking.	Nee/beperkt.	Basisfunctionaliteit voor hubs/parkeren op afstand toevoegen indien beleidsmatig relevant.	Ketenverplaatsingen of hub-alternatief in keuzestructuur.
V-MRDH	3.1.1 Autobezit	Voldoet	Autobezit via segmentatie/autobeschikbaarheid en modeluitkomsten.	Beperkt.	Geen voor basisniveau.	Meer gedragsmatige koppeling met parkeerbeleid. Toepassen in endogeen autobezitsmodel.
V-MRDH	3.1.2 Parkeren bij woning, parkeernormen en vergunningen	Deels	Vergunningen/capaciteit vooral via parkeerplafonds of constraints.	Beperkt.	Relatie met autobezit explicieter maken voor woonzijde.	Parkeernormen/vergunningen als invoer voor autobezit of capaciteitsconstraint.
V-MRDH	3.2.1 Parkeerkosten	Voldoet	Parkeerkosten in generalized costs/skims, vaak 50/50 verdeeld over herkomst/bestemming.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Meer differentiatie naar motief, duur en locatie.
V-MRDH	3.2.2 Parkeerplafonds / capaciteit	Voldoet	Parkeerplafonds als constraint binnen matrixschatting mogelijk.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Zachte plafondvariant en validatie van hard plafond doorontwikkelen.
V-MRDH	3.2.3 Zoektijd en uitwijkgedrag	Deels	Zoektijden kunnen worden opgegeven, maar toepassing beperkt.	Beperkt.	Extra reistijd of parkeernetwerk structureler toepassen waar relevant.	Koppeling zoektijd aan capaciteit/bezetting.
V-MRDH	3.2.4 Parkeerlocaties, -terreinen en -garages	Voldoet+	Parkeernetwerk aanwezig; expliciete netwerkcomponenten mogelijk.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Valideren met tellingen/bezettingsdata; uitbreiden naar meer gebieden.
V-MRDH	3.2.5 Hubs en parkeren op afstand	Deels	Parkeren op afstand/hubs mogelijk via scenario/nabewerking.	Beperkt.	Endogenere modellering of gestandaardiseerde nabewerking uitwerken.	Koppeling met plafonds en natransportweerstanden.
VRU	3.1.1 Autobezit	Voldoet	Autobezit via segmentatie/autobeschikbaarheid. Onderscheid op subbuurniveau en prognose op basis van trends.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Autobezit sterker beleidsgevoelig maken. Toepassen endogeen autobezitsmodel.
VRU	3.1.2 Parkeren bij woning, parkeernormen en vergunningen	Deels	Parkeernormen/vergunningen niet expliciet; effecten via segmentatie/plafonds mogelijk.	Beperkt.	Relatie met autobezit en woningzijde expliciteren.	Vergunningen/parkeernormen als scenario-invoer toevoegen.

VRU	3.2.1 Parkeerkosten	Voldoet+	Parkeerkosten in skims/gegeneraliseerde kosten met extra parameters voor tarief, duur, beschikbaarheid en uitwijk.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Verder valideren effecten op modal split en distributie.
VRU	3.2.2 Parkeerplafonds / capaciteit	Voldoet+	Hard parkeerplafond in matrixschatting; combinatie met P+R/hubs mogelijk.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Validatie, zachte variant en transparantie modelwerking versterken.
VRU	3.2.3 Zoektijd en uitwijkgedrag	Deels	Zoektijd kan worden opgegeven, maar draait niet standaard in basisprognoses.	Beperkt/optioneel.	Zoektijd structureler toepassen of expliciet afbakenen wanneer niet gebruikt.	Koppeling aan parkeernetwerk en bezettingsgraad.
VRU	3.2.4 Parkeerlocaties, -terreinen en -garages	Voldoet+	Parkeernetwerk in binnenstad/USP en andere gebieden; capaciteit en loopnetwerk mogelijk.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Bezettingsdynamiek/turn-over en stabiliteit verder valideren.
VRU	3.2.5 Hubs en parkeren op afstand	Voldoet+	Hubs/P+R als extra modaliteit in schatting in combinatie met parkeerplafond.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Overstappedrag, natransport en monitoring verder valideren.
LMS/NRM	3.1.1 Autobezit	Voldoet+	Expliciete autobezitsmodule met zonale output en autobezitsklassen.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Koppeling met vergunningen, deelmobiliteit en stedelijkheid verder valideren.
LMS/NRM	3.1.2 Parkeren bij woning, parkeernormen en vergunningen	Voldoet	Parkeernormen/vergunningen via SES/autobezitsmodule aan woonzijde.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Aankomstkant voor niet-woonfuncties sterker koppelen aan capaciteit/plafonds.
LMS/NRM	3.2.1 Parkeerkosten	Voldoet	Parkeerkosten aan bestemmingszijde via SES/keuzemodel; zonaal gespecificeerd.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Motief-, tijd- en locatiedifferentiatie waar data beschikbaar is.
LMS/NRM	3.2.2 Parkeerplafonds / capaciteit	Deels	Geen absoluut hard plafond; capaciteit werkt via PARK-module en zoektijd/skims.	Ja, zachte sturing.	Toepassing parkeerplafonds standaardiseren en explicieter afbakenen.	Hard/zacht plafond vergelijken; koppeling met hubs/P+R.
LMS/NRM	3.2.3 Zoektijd en uitwijkgedrag	Voldoet+	Zoektijden expliciet via PARK-module en verwerkt in skims.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Validatie van zoektijd en maximale loopafstand versterken.
LMS/NRM	3.2.4 Parkeerlocaties, -terreinen en -garages	Deels	Geen expliciet parkeernetwerk; PARK-module ondersteunt parkeerlogica.	Ja, via module.	Expliciete parkeerlocaties/netwerkaanpak alleen waar schaalniveau dit toelaat.	Koppeling met specifieke locaties voor stedelijke toepassingen.
LMS/NRM	3.2.5 Hubs en parkeren op afstand	Deels	Hubs/parkeren op afstand exploratief via parkeermodule/scenariostudies.	Ja, maar beperkt operationeel.	Praktijktoepassing en standaardwerkwijze uitwerken.	Ketenmodellering en natransport explicieter opnemen.

3.1.1 Autobezit

Toetsing per SIVMO-model

Model	Status	Huidige aanpak	Verdieping aanwezig	Nodig voor basisniveau	Suggestie verdere verdieping
BBMA	Voldoet	Autobezit via segmentatie / autobeschikbaarheid in vraagmodellerings.	Beperkt: vooral segmentatie, minder gedragsmatig.	Geen voor basisniveau.	Differentiatie naar gebiedstype/stedelijkheid; gevoeligheidsanalyse autobezit. Toepassen endogeen autobezitsmodel.
StraVeM	Voldoet	Autobezit/AB-NAB via typering en segmentaandelen; geen aparte endogene module.	Beperkt tot segmentatie/typering.	Geen voor basisniveau.	Explicietere autobezitsreactie op beleid en doelgroepen met gebruik van een endogeen autobezitsmodel.
VENOM/VMA	Voldoet+	Expliciete autobezitsmodule; autobezit als zelfstandig tussenresultaat.	Ja: endogene doorwerking mogelijk.	Geen voor basisniveau.	Verder koppelen aan vergunningen, deelmobiliteit en stedelijkheid.
V-MRDH	Voldoet	Autobezit via segmentatie/autobeschikbaarheid en modeluitkomsten.	Beperkt.	Geen voor basisniveau.	Meer gedragsmatige koppeling met parkeerbeleid. Toepassen in endogeen autobezitsmodel.
VRU	Voldoet	Autobezit via segmentatie/autobeschikbaarheid. Onderscheid op subbuurniveau en prognose op basis van trends.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Autobezit sterker beleidsgevoelig maken. Toepassen endogeen autobezitsmodel.
LMS/NRM	Voldoet+	Expliciete autobezitsmodule met zonale output en autobezitsklassen.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Koppeling met vergunningen, deelmobiliteit en stedelijkheid verder valideren.
Kerninterpretatie					
Alle modellen voldoen op basisniveau aan autobezit, maar de mate van gedragsmatige doorwerking verschilt sterk.					

3.1.2 Parkeren bij woning, parkeernormen en vergunningen

Toetsing per SIVMO-model

Model	Status	Huidige aanpak	Verdieping aanwezig	Nodig voor basisniveau	Suggestie verdere verdieping
BBMA	Deels	Parkeernormen/vergunningen niet expliciet; indirecte verwerking mogelijk via aannames of capaciteit.	Beperkt.	Explicietere koppeling naar autobezit of capaciteit voor stedelijke woningbouwontwikkelingen.	Uitwerken methodiek voor lage parkeernormen en vergunningen als scenario-invoer.
StraVeM	Deels	Parkeernormen/vergunningen niet expliciet gemodelleerd.	Beperkt.	Explicietere koppeling van lage parkeernormen/vergunningen naar autobeschikbaarheid of capaciteit.	Standaard werkwijze voor woningbouw en lage parkeernormen.
VENOM/VMA	Voldoet	Parkeernormen/vergunningen via autobezit aan woonzijde.	Ja.	Geen voor bewonerszijde; voor niet-woonfuncties ontbreekt vaak expliciete normering.	Aankomstkant sterker modelleren via plafonds/capaciteit voor bezoekers/werknemers.
V-MRDH	Deels	Vergunningen/capaciteit vooral via parkeerplafonds of constraints.	Beperkt.	Relatie met autobezit explicieter maken voor woonzijde.	Parkeernormen/vergunningen als invoer voor autobezit of capaciteitsconstraint.
VRU	Deels	Parkeernormen/vergunningen niet expliciet; effecten via segmentatie/plafonds mogelijk.	Beperkt.	Relatie met autobezit en woningzijde expliciteren.	Vergunningen/parkeernormen als scenario-invoer toevoegen.
LMS/NRM	Voldoet	Parkeernormen/vergunningen via SES/autobezitsmodule aan woonzijde.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Aankomstkant voor niet-woonfuncties sterker koppelen aan capaciteit/plafonds.

Kerninterpretatie
De woonzijde is vooral bij LMS/NRM en VENOM/VMA goed gekoppeld aan autobezit; geaggregeerde modellen vragen explicitering van normen/vergunningen.

3.2.1 Parkeerkosten

Toetsing per SIVMO-model

Model	Status	Huidige aanpak	Verdieping aanwezig	Nodig voor basisniveau	Suggestie verdere verdieping
BBMA	Voldoet	Parkeerkosten via linkkosten bij parkeervoorzieningen / toedeling.	Ja: kosten kunnen routekeuze beïnvloeden.	Geen voor basisniveau.	Differentiatie naar motief, tijdsperiode en parkeervoorziening.
StraVeM	Voldoet	Parkeertarieven in bestemmingskeuze/gegeneraliseerde kosten; zonale invoer.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Tariefdifferentiatie binnen zones, motief en tijdsperiodes.
VENOM/VMA	Voldoet	Parkeerkosten in bestemmingskeuze en keuzemodellen.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Locatie-/motiefdifferentiatie en koppeling met parkeerlocaties.
V-MRDH	Voldoet	Parkeerkosten in generalized costs/skims, vaak 50/50 verdeeld over herkomst/bestemming.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Meer differentiatie naar motief, duur en locatie.
VRU	Voldoet+	Parkeerkosten in skims/gegeneraliseerde kosten met extra parameters voor tarief, duur, beschikbaarheid en uitwijk.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Verder valideren effecten op modal split en distributie.
LMS/NRM	Voldoet	Parkeerkosten aan bestemmingszijde via SES/keuzemodel; zonaal gespecificeerd.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Motief-, tijd- en locatiedifferentiatie waar data beschikbaar is.
Kerninterpretatie					
Parkeerkosten voldoen in alle modellen aan basisniveau; verdere winst zit in differentiatie naar motief, duur, tijd en locatie.					

3.2.2 Parkeerplafonds / capaciteit

Toetsing per SIVMO-model

Model	Status	Huidige aanpak	Verdieping aanwezig	Nodig voor basisniveau	Suggestie verdere verdieping
BBMA	Niet	Geen structureel parkeerplafondmechanisme beschikbaar.	Nee.	Capaciteitsbeperking of zachte plafondbenadering toevoegen.	Koppeling met parkeernetwerk, hubs of extra weerstand.
StraVeM	Deels	Geen structureel plafondmechanisme; effecten soms via aanpassing/nabewerking.	Beperkt.	Expliciete zachte of harde plafondfunctionaliteit toevoegen.	Koppeling met multimodale toedeling en hubs.
VENOM/VMA	Deels	Plafonds vooral indirect/zacht via utility, zoektijd of autobezit; geen breed hard plafond.	Beperkt.	Explicietere capaciteits- of plafondmodule voor aankomstkant.	Hard/zacht plafond afhankelijk van data en beleidsvraag.
V-MRDH	Voldoet	Parkeerplafonds als constraint binnen matrixschatting mogelijk.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Zachte plafondvariant en validatie van hard plafond doorontwikkelen.
VRU	Voldoet+	Hard parkeerplafond in matrixschatting; combinatie met P+R/hubs mogelijk.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Validatie, zachte variant en transparantie modelwerking versterken.
LMS/NRM	Deels	Geen absoluut hard plafond; capaciteit werkt via PARK-module en zoektijd/skims.	Ja, zachte sturing.	Toepassing parkeerplafonds standaardiseren en explicieter afbakenen.	Hard/zacht plafond vergelijken; koppeling met hubs/P+R.

Kerninterpretatie

Parkeerplafonds zijn vooral uitgewerkt in VRU en V-MRDH; andere modellen vragen standaardisatie of expliciete plafondfunctionaliteit.

3.2.3 Zoektijd en uitwijkgedrag

Toetsing per SIVMO-model

Model	Status	Huidige aanpak	Verdieping aanwezig	Nodig voor basisniveau	Suggestie verdere verdieping
BBMA	Niet	Geen structurele zoektijdcomponent.	Nee.	Basisweerstand of zone-afhankelijke zoektijd toevoegen waar parkeerdruk relevant is.	Zoektijd koppelen aan parkeerdruk/capaciteit.
StraVeM	Deels	Looptijden/zoekeffecten mogelijk via parkeergarage-toekenningmodule of netwerkbenadering.	Ja, maar niet overal structureel.	Standaard implementatie voor stedelijke toepassingen.	Zoektijd terugkoppelen naar vraag/keuze waar relevant.
VENOM/VMA	Voldoet	Parkeersoektijd kan als extra reistijd/proxy worden toegevoegd.	Ja.	Geen voor basisniveau, mits toepassing goed onderbouwd.	Relatie zoektijd-parkeren beter valideren en koppelen aan capaciteit.
V-MRDH	Deels	Zoektijden kunnen worden opgegeven, maar toepassing beperkt.	Beperkt.	Extra reistijd of parkeernetwerk structureler toepassen waar relevant.	Koppeling zoektijd aan capaciteit/bezetting.
VRU	Deels	Zoektijd kan worden opgegeven, maar draait niet standaard in basisprognoses.	Beperkt/optoneel.	Zoektijd structureler toepassen of expliciet afbakenen wanneer niet gebruikt.	Koppeling aan parkeernetwerk en bezettingsgraad.
LMS/NRM	Voldoet+	Zoektijden expliciet via PARK-module en verwerkt in skims.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Validatie van zoektijd en maximale loopafstand versterken.

Kerninterpretatie

Zoektijd is sterk verschillend geïmplementeerd; eenduidige toepassing en validatie zijn de belangrijkste ontwikkelpunten.

3.2.4 Parkeerlocaties, -terreinen en -garages

Toetsing per SIVMO-model

Model	Status	Huidige aanpak	Verdieping aanwezig	Nodig voor basisniveau	Suggestie verdere verdieping
BBMA	Deels	Parkeerlocaties/netwerkaanpak mogelijk via toedeling en linkkosten.	Beperkt.	Capaciteiten en uitwijklogica expliciteren voor stedelijke toepassingen.	Parkeernetwerk met capaciteit en loop-/natransportweerstand.
StraVeM	Deels	Ritten kunnen naar parkeerzones worden overgeheveld; multimodale toedeling mogelijk.	Ja.	Verdeling/overheveling verder automatiseren en valideren.	Parkeernetwerk voor centrumgebieden met looproutes en capaciteit.
VENOM/VMA	Deels	VENOM: Parkeergarages/locaties beperkt VMA: vooral via overheveling/nabewerking.	Beperkt.	Parkeerzones of parkeernetwerk uitwerken voor stedelijke detailanalyses.	Expliciete parkeergaragekeuze en loopafstanden.
V-MRDH	Voldoet+	Parkeernetwerk aanwezig; expliciete netwerkcomponenten mogelijk.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Valideren met tellingen/bezettingsdata; uitbreiden naar meer gebieden.
VRU	Voldoet+	Parkeernetwerk in binnenstad/USP en andere gebieden; capaciteit en loopnetwerk mogelijk.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Bezettingdynamiek/turn-over en stabiliteit verder valideren.
LMS/NRM	Deels	Geen expliciet parkeernetwerk; PARK-module ondersteunt parkeerlogica.	Ja, via module.	Expliciete parkeerlocaties/netwerkaanpak alleen waar schaalniveau dit toelaat.	Koppeling met specifieke locaties voor stedelijke toepassingen.

Kerninterpretatie

Parkeerlocaties en netwerken vragen voldoende detail in zones/netwerk; VRU en V-MRDH zitten boven basisniveau.

3.2.5 Hubs en parkeren op afstand

Toetsing per SIVMO-model

Model	Status	Huidige aanpak	Verdieping aanwezig	Nodig voor basisniveau	Suggestie verdere verdieping
BBMA	Niet	Hubstudies vooral handmatig/nabewerking; niet geschikt voor structurele rendabiliteitsanalyse.	Nee.	Structurele scenario- of nabewerkingsmethodiek definiëren.	Ketenmodellering of integratie met parkeerplafonds.
StraVeM	Deels	Hubs/parkeren op afstand via multimodale toedeling of nabewerking.	Ja, maar casus-/studieafhankelijk.	Verder operationaliseren als herhaalbare methodiek.	Ketenverplaatsingen explicieter modelleren met meerdere modaliteiten.
VENOM/VMA	Niet	Hubs niet structureel in VENOM/VMA; eventueel via nabewerking.	Nee/beperkt.	Basisfunctionaliteit voor hubs/parkeren op afstand toevoegen indien beleidsmatig relevant.	Ketenverplaatsingen of hub-alternatief in keuzestructuur.
V-MRDH	Deels	Parkeren op afstand/hubs mogelijk via scenario/nabewerking.	Beperkt.	Endogene modellering of gestandaardiseerde nabewerking uitwerken.	Koppeling met plafonds en natransportweerstand.
VRU	Voldoet+	Hubs/P+R als extra modaliteit in schatting in combinatie met parkeerplafond.	Ja.	Geen voor basisniveau.	Overstapgedrag, natransport en monitoring verder valideren.
LMS/NRM	Deels	Hubs/parkeren op afstand exploratief via parkeermodule/scenariostudies.	Ja, maar beperkt operationeel.	Praktijktoepassing en standaardwerkwijze uitwerken.	Ketenmodellering en natransport explicieter opnemen.

Kerninterpretatie

Hubs/P+R zijn vooral in VRU sterk geïntegreerd; in andere modellen is veelal sprake van nabewerking of exploratieve toepassing.

Roadmap doorontwikkeling parkeermodellering

Grootste stappen per model richting basisniveau en verdieping

Model	Prioriteit 1	Prioriteit 2	Prioriteit 3	Suggestie verdere verdieping
BBMA	Parkeerplafonds en zoektijd structureel toevoegen voor stedelijke deelmodellen.	Hubs/parkeren op afstand minder handmatig maken en koppelen aan parkeerbeleid.	Parkeernetwerk/capaciteitsdata verder uitwerken voor centrumgebieden.	Verdieping: locatie- en tijdsdifferentiatie parkeerkosten.
StraVeM	Parkeerplafonds en hubs verder integreren in het modelsysteem.	Explicietere koppeling van parkeernormen/vergunningen aan autobeschikbaarheid.	Zoektijd en parkeerlocaties als standaard toepasbare module voor stedelijke casussen uitwerken.	Verdieping: multimodale ketenmodellering voor hubs.
VENOM/VMA	Aankomstkant sterker modelleren: parkeerplafonds, capaciteit en parkeerlocaties.	Niet-woonfuncties/bezoekersparkeren explicieter koppelen aan normen en capaciteit.	Hubs/parkeren op afstand structureel toevoegen indien beleidsmatig relevant.	Verdieping: zoeken/loopafstand koppelen aan feitelijke capaciteit.
V-MRDH	Zoektijd en hubs uitbreiden en standaardiseren.	Relatie woonzijde (normen/vergunningen) met autobezit explicieter maken.	Hard plafond aanvullen met zachte plafond-/weerstandvariant.	Verdieping: validatie parkeerplafonds en parkeernetwerk met bezettingsdata.
VRU	Vooraf verfining, validatie en uitlegbaarheid versterken.	Zoektijd structureel positioneren ten opzichte van parkeernetwerk en plafonds.	Relatie normen/vergunningen woonzijde explicieter maken.	Verdieping: monitoring/validatie P+R, hubs en parkeerplafonds.
LMS/NRM	Toepassing parkeerplafonds standaardiseren en onderscheid hard/zacht expliciteren.	Hubs en parkeren op afstand van exploratief naar herhaalbare toepassing brengen.	Aankomstkant voor niet-woonfuncties verder verbinden met capaciteit/plafonds.	Verdieping: validatie PARK-module, zoektijd en loopafstand.

Data- en validatiebehoefte

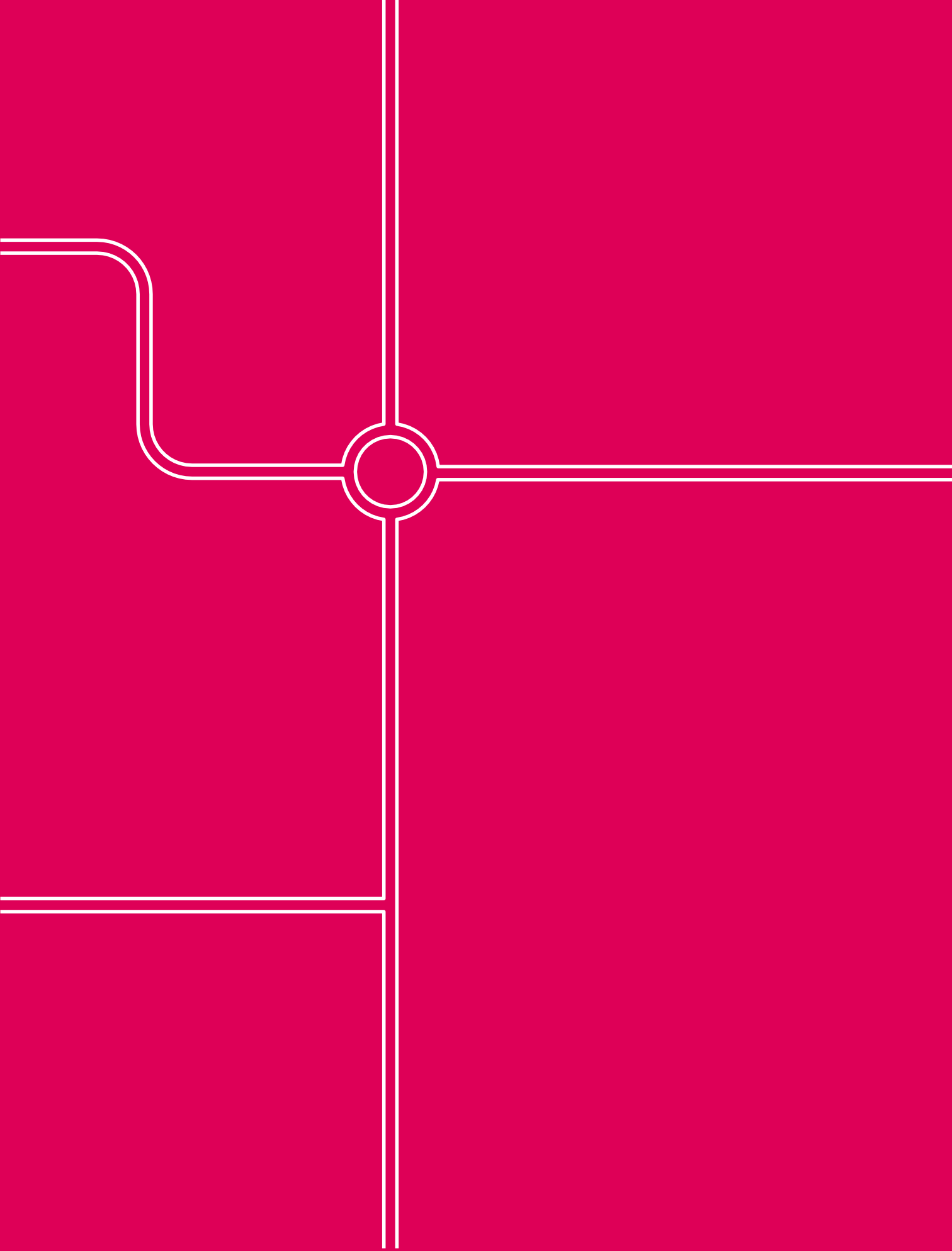
Samenvatting van belangrijkste databronnen en validatievragen per thema

Thema	Belangrijkste benodigde data	Belangrijkste validatiebehoefte	Opmerking
Autobezit	CBS/ODiN, huishoudenkenmerken, stedelijkheid, vergunningen/tarieven	Autobezit per zone/klasse, modal split en ritgeneratie	Basis voor alle modellen; voorkom schijnnaauwkeurigheid.
Parkeren bij woning/normen/vergunningen	Parkeercapaciteit, POET, vergunningen, normen, parkeerdruk	Autobezit, parkeerdruk en uitwijkgedrag	Vooral stedelijk relevant; risico op dubbel telling met autobezit.
Parkeerkosten	Tarieven, parkeerduur, motief, tijdsperiodes, locaties	Effect op modal split en distributiepatroon	Tarief is niet gelijk aan kosten; duur meenemen.
Parkeerplafonds	Capaciteit, bezetting, turn-over, dagdelen, uitwijklocaties	Effecten hard/zacht plafond, plausibiliteit verdeling alternatieven	Zonder goede data risico op te harde modelwerking.
Zoektijd	Zoektijdmetingen, parkeerdruk, bezetting, loopafstanden	Relatie bezetting-zoektijd en effect op keuze	Vaak aannames; voorkom dubbel telling met plafonds/netwerk.
Parkeerlocaties	Locatie/capaciteit garages, looproutes, bezetting, turn-over	Verdeling verkeer over garages en netwerkintensiteiten	Alleen zinvol bij voldoende detail in netwerk en zones.
Hubs/P+R	Hublocaties, capaciteit, natransport, overstaptijden, tarieven, gebruik	Overstapgedrag, hubgebruik en modal shift	Werkt vooral met flankerend parkeerbeleid.

Bronnen en uitgangspunten

Documenten gebruikt voor deze werkbijlage

Bron	Toelichting
022358.20260126.N3.01 Notitie inventarisatiefase (concept).pdf Handreiking Modelleren Parkeren (SIVMO) (022358.20260429.R1.02).pdf Interpretatie	Inventarisatie van SIVMO-modellen, huidige modelaanpakken en verschillen per parkeerthema. Aanbevolen basisniveau, mogelijke verdieping en thematische handreiking. De statusbeoordeling is gebaseerd op beschikbare documentatie. Bij onduidelijkheid is 'Deels' gebruikt in plaats van 'Voldoet'.



Goudappel BV werkt vanuit Amsterdam, Den Haag, Deventer, Eindhoven en Leeuwarden en via onze partners in het buitenland

Snipperlingsdijk 4
7417 BJ Deventer
Nederland

Postbus 161
7400 AD Deventer
Nederland

+31 (0)88 254 2000
info@goudappel.nl
www.goudappel.nl

BTW NL 0072 11 879 B01
KVK 3801 7479
IBAN NL09 INGB 0001 2746 32

