

Modelleren van klantvoorkeuren in dienstregelingsstudies

Niek Guis – Nederlandse Spoorwegen – niek.guis@ns.nl
Sandra Nijënstein – Nederlandse Spoorwegen – sandra.nijenstein@ns.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 19 en 20 november 2015, Antwerpen

Samenvatting

NS voert elk jaar op de tweede zondag van december een nieuwe dienstregeling in. Een nieuwe dienstregeling ontwikkelen is een iteratief proces. Een nieuwe dienstregeling doorloopt meerdere keren de cyclus "specificeren" → "ontwerpen" → "toetsen/analyseren" → "specificeren". Daarbij kunnen tegenstrijdige belangen optreden. De belangrijkste belangen zijn: klantattractiviteit, uitvoerbaarheid en rendement. Bij iedere dienstregelingwijziging wordt een afweging gemaakt tussen deze belangen. Deze paper beschrijft hoe de klantattractiviteit bepaald en gebruikt wordt.

Er zijn 3 belangrijke elementen die bepalen hoe aantrekkelijk een reis is voor de klant:

1. Hoe lang duurt de reis (reistijd)?
2. Moet er overgestapt worden en zo ja, is dit een prettige overstap?
3. Gaat de trein wanneer de klant dit wil? (frequentie, tijdligging)

In de verschillende stappen van een toets klantattractiviteit komen deze 3 elementen steeds terug. Eerst moeten voor een nieuwe dienstregeling de reismogelijkheden bepaald worden. Per herkomst-bestemming-paar wordt dan met behulp van een rooftopmodel op basis van deze 3 elementen de attractiviteit (Level of Service) van de dienstregeling bepaald. Deze attractiviteit wordt gebruikt om te voorspellen hoeveel groei of krimp te verwachten is. Maar deze drie elementen worden ook gebruikt om het reisgedrag te voorspellen. Het Level of Service en het reisgedrag worden geanalyseerd en de lessen die hieruit getrokken worden, worden gebruikt in de volgende cyclus.

Er is daarnaast een pilot gestart, in samenwerking met HTM, om ook de klantattractiviteit van multimodale reizen in kaart te brengen. De eerste stap is het inlezen en koppelen van de multimodale OV-netwerken en de dienstregelingen in het NS vervoersmodel. De tweede stap is het bepalen van de juiste instellingen voor de toedeling van reizigers aan het netwerk. Het blijkt dat voor het goed modelleren van multimodale reizen vooral de modellering van haltes (in tegenstelling tot stations kan men lopen van de ene naar de andere halte), de overstapweerstand (een overstap tussen bus/tram en trein heeft een andere waardering dan een overstap van trein op trein) en de dominantiecriteria (in een multimodale situatie wordt door de hogere frequenties vaker een suboptimale reis gekozen) aangepast moeten worden. Vervolgens is de vervoersvraag toegedeeld. Voor input wordt gebruik gemaakt van de HB-matrix, ontstaan uit de gekoppelde data van HTM en NS. Op deze manier kan het model goed gebruikt worden om multimodale dienstregelingsstudies uit te voeren.

1. Inleiding

1.1 Waarom elk jaar een nieuwe dienstregeling?

NS voert elk jaar op de tweede zondag van december een nieuwe dienstregeling in. Er kunnen talloze redenen zijn om een wijziging in de dienstregeling door te voeren. De belangrijkste driver is het aanbod (treindiensten) zo goed mogelijk aan te laten sluiten op de veranderende vraag (vervoersvraag). Dat kan door wijzigingen aan te brengen in de lijnen, de frequentie aan te passen, etc. Ook het gereedkomen van nieuwe infrastructuur kan een reden zijn om de dienstregeling aan te passen. Andere redenen kunnen bijvoorbeeld zijn: klachten van reizigers, betere uitvoerbaarheid (en daarmee robuustheid), politieke toezeggingen en gewijzigde materieelinzet of -beschikbaarheid.

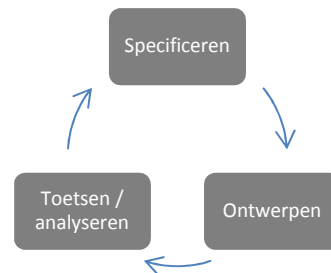
Het nadeel van elk jaar kleine mutaties op de dienstregeling is dat na een aantal jaar de ontwerpfilosofie van het basis ontwerp verloren kan gaan. Bovendien is niet iedere aanpassing in te passen, met als gevolg dat soms stations niet optimaal bediend kunnen worden (bijvoorbeeld slechts in één richting of door een deel van de treinen). Daarom wordt eens in de vijf tot tien jaar een geheel nieuwe dienstregeling ontworpen, vanaf blanco.

1.2 Hoe worden klantvoorkeuren meegenomen in dienstregeling studies?

Ontwerpcyclus

Een nieuwe dienstregeling ontwikkelen is een iteratief proces. Een nieuwe dienstregeling doorloopt meerdere keren dezelfde cyclus. Zie Figuur 1.

- "Specificeren": Welke treindiensten moeten waar aangeboden worden?
- "Ontwerpen": Inplannen van treinen in ontwerpsysteem
- "Toetsen/analyseren": Hoe scoort de ontworpen dienstregeling?



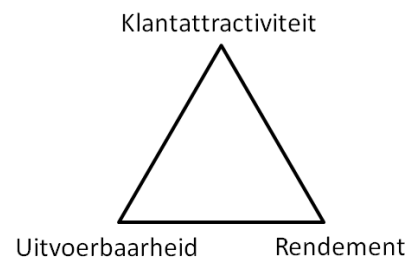
Figuur 1 Ontwerpcyclus dienstregeling

Wat wordt getoetst?

Tijdens het ontwikkelen van de dienstregeling kunnen verschillende belangen een rol spelen, met ontwerpdilemma's als gevolg.

De belangrijkste belangen zijn:

- Klantattractiviteit: hoe aantrekkelijk is de dienstregeling voor klanten (frequentie, reistijd, overstappen)?
- Uitvoerbaarheid: hoe groot is de kans dat er vertragingen optreden en hoe goed kunnen vertragingen weer ingelopen worden?
- Rendement: hoeveel opbrengsten worden er verwacht versus de te verwachten kosten?



Figuur 2 Afweging in "de driehoek"

Deze belangen kunnen tegenstrijdig zijn. Daarom wordt altijd een afweging in "de driehoek" gemaakt. Zie Figuur 2.

Voorbeeld: een dienstregeling met veel bufferruimte in de rijtijd om vertragingen op te vangen is goed voor de uitvoerbaarheid maar is minder aantrekkelijk voor klanten (lange reistijd) en mogelijk ook slecht voor het rendement (door langere reistijd minder reizigers en door langere omlooptijd juist extra treinen nodig).

Deze afweging wordt per geval gemaakt. In deze paper wordt beschreven hoe bepaald wordt wat de klantattractiviteit is van een dienstregeling in de fase "toetsen / analyseren" en hoe deze gebruikt wordt.

In het laatste hoofdstuk wordt beschreven hoe NS samen met HTM een pilot is gestart om het analyseren van reisgedrag uit te breiden naar multimodale netwerken.

2. Klantattractiviteit

2.1 Elementen klantattractiviteit dienstregeling

Er zijn 3 belangrijke elementen die bepalen hoe aantrekkelijk een reis is voor de klant:

1. Hoe lang duurt de reis (reistijd)?
2. Moet er overgestapt worden en zo ja, is dit een prettige overstap?
3. Gaat de trein wanneer de klant dit wil? (frequentie, tijdligging)

AD 1: Hoe lang duurt de reis?

Ondanks het feit dat reistijd steeds vaker nuttig gebruikt kan worden (lezen, werken, ontspannen), investeert de klant nog altijd zijn kostbare tijd in de reis. Een aantrekkelijke reis is dus een reis die zo kort mogelijk duurt.

AD 2: Moet er overgestapt worden en zo ja, is dit een prettige overstap?

Uit onderzoek van De Keizer, Kouwenhoven en Hofker (2014) blijkt dat een overstap grote invloed heeft op de attractiviteit van een reis. Belangrijke elementen zijn daarbij:

- Overstaptijd: een overstap van 5 minuten wordt als ideaal ervaren. Kortere overstappen vindt de klant vervelend (onzekerheid), langere overstappen ook (lang wachten).
- Cross-platform of niet: moet het hele station doorkruist worden of hoeft alleen het perron overgestoken te worden?
- Vertraging bij missen overstap: hoeveel vertraging loopt de klant op bij missen van de overstap? Wanneer de klant 5 minuten later thuis is bij het missen van de overstap is dat veel minder erg dan wanneer de klant gelijk een uur later thuis is.

AD 3: Gaat de trein wanneer de klant dit wil?

Klanten hebben een zekere gewenste vertrek- en/of aankomsttijd: het moment dat men eigenlijk het liefst de reis zou beginnen, resp. de bestemming zou bereiken. Het liefst wil een klant deze tijd zo min mogelijk moeten aanpassen omdat de trein op dat moment niet rijdt. Hoe meer treinen er rijden, hoe minder de klant zijn vertrektijd hoeft aan te passen. Maar niet alleen het *aantal* treinen speelt een rol: ook de verdeling in de tijd is belangrijk. Wanneer er twee treinen vlak na elkaar vertrekken, dan heeft de reiziger daar niet zoveel aan. Voor een optimaal aantal reismogelijkheden (en daarmee zo min mogelijk aangepaste vertrektijd) moeten de treinen zo gelijkmatig mogelijk over het uur verdeeld zijn.

In het volgende hoofdstuk wordt uiteengezet hoe deze elementen meegenomen worden in het toetsen van klantattractiviteit van een dienstregeling.

3. Toetsen klantattractiviteit dienstregeling

De toets klantattractiviteit van een dienstregeling bestaat uit een aantal stappen. In dit hoofdstuk worden alle stappen toegelicht.

1. Bepalen reismogelijkheden per HB-paar
2. Bepalen Level of Service per HB-paar
3. Bepalen effect op vervoersvraag
4. Voorspellen reisgedrag (toedelen vervoersvraag)
5. Analyseren

3.1 Bepalen reismogelijkheden per HB-paar

Dienstregelingen worden ontwikkeld in plansystemen (DONS of DONNA) en vervolgens via een converter ingelezen in het software pakket VISUM (ontwikkeld door PTV). De modellering in VISUM heeft de vorm van een standaard graaf met knopen (stations of aansluitpunten) en verbindingen (baanvakken tussen de stations). Ieder station is een knoop en ieder baanvak een verbinding (twee richtingen). Een lijn is gemodelleerd van een startknoop (beginstation) tot eindknoop (eindstation) via tussenliggende verbindingen en knopen (baanvakken en stations).

Nadat de dienstregeling volledig ingelezen is worden reismogelijkheden bepaald voor ieder Herkomst-Bestemming-paar (station naar station). Dit gebeurt met behulp van een branch & bound zoekalgoritme. Er worden zoveel mogelijk reismogelijkheden meegenomen. Een reismogelijkheid wordt alleen geschrapt wanneer een andere reismogelijkheid in alle gevallen logischer is omdat er zinloos langer gewacht wordt of zinloos extra overgestapt. Hiervoor is een set *dominantiecriteria* opgesteld.

3.2 Bepalen Level of Service per HB-paar

Voor alle drie de elementen (reistijd, overstappen en vertrektijd aanpassen) wordt een weerstand bepaald:

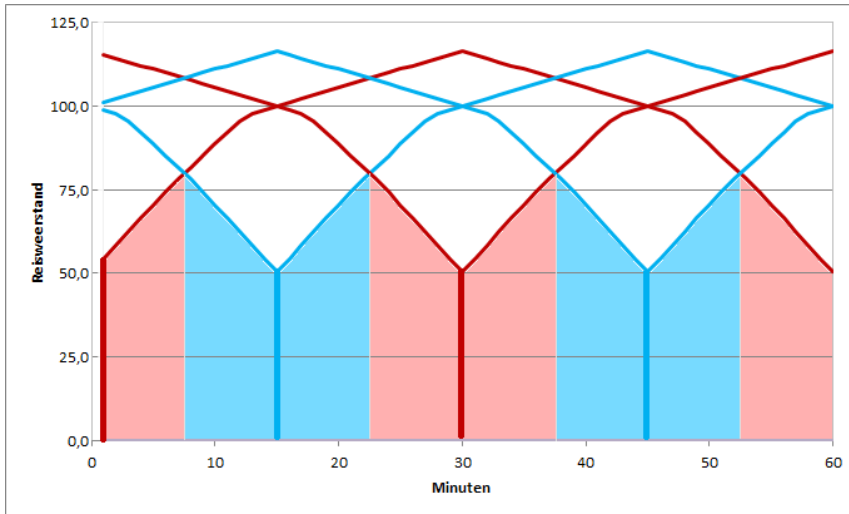
1. In-trein Reistijd
2. Overstapweerstand: volgens methodiek van De Keizer, Kouwenhoven Hofker (2014)
3. Aanpasweerstand: vertaling van aantal minuten tussen vertrekmoment en wensvertrekmoment naar weerstand.¹

Deze drie elementen kunnen voor iedere gewenste vertrektijd in het uur uitgerekend worden (omdat de aanpas-weerstand voor elk gewenst vertrekmoment anders is) en tellen zo op tot de *reisweerstand* voor iedere gewenste vertrekminuut. De gemiddelde reisweerstand over het uur wordt *Level of Service* genoemd. Dit is één kwantitatieve maat voor de attractiviteit van reizen op een HB-paar.

Deze methodiek staat bekend als de *rooftop-methodiek* (Passenger Demand Forecasting Handbook, 2009) omdat het uittekenen van de reisweerstand over het uur een patroon geeft dat op daken lijkt.

¹ De extra weerstand van een extra minuut aanpassen neemt geleidelijk af, naarmate de aanpastijd groter wordt. Dit is in de modellering vereenvoudigd met een knik, waarna de helling van de grafiek lager wordt.

Voorbeeld:



Figuur 3 Standaard Rooftopmodel voor 4 gelijkmatig verdeelde gelijke treinen (.00, .15, .30 en .45)

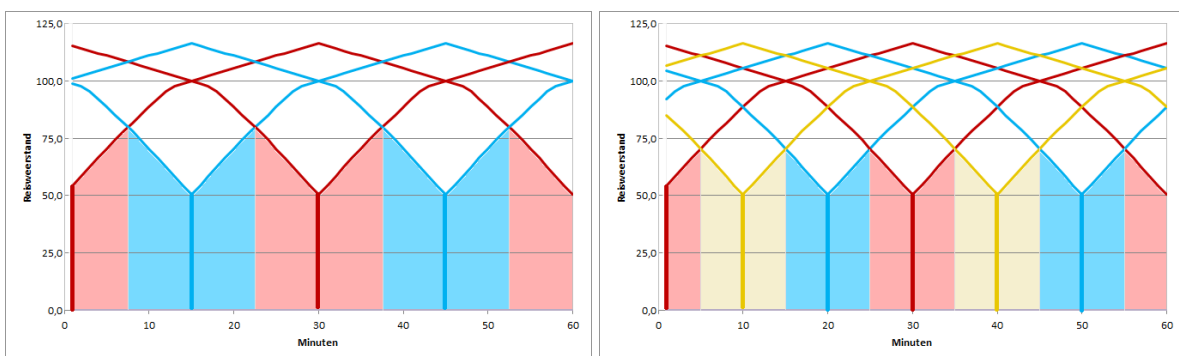
Op de horizontale as van Figuur 3 staan de vertrekminuten van het uur. In dit geval zijn er 4 reismogelijkheden per uur (.00, .15, .30 en .45). Een reiziger die de wensvertrektijd exact heeft op het moment dat een reismogelijkheid vertrekt (.00, .15, .30 en .45), heeft alleen de in-trein reistijd en eventuele overstapweerstand als reisweerstand. In dit geval ongeveer 50. Wie niet toevallig wil vertrekken op het moment dat er een reismogelijkheid vertrekt krijgt daarbij een aanpas-weerstand. Deze loopt op totdat een andere trein (eerder of later) een lagere weerstand heeft (de punt van het dak, de "rooftop"). Zo wordt voor iedere wensvertrekminuut bepaald wat op dat moment de reisweerstand is (de dakrand). De gemiddelde reisweerstand is dan het Level of Service. Hieronder wordt voor enkele belangrijke dienstregeling karakteristieken de impact op het Level of Service onderzocht.

Reistijd + Overstapweerstand

De reistijd + overstapweerstand vormen de basis van het rooftop-model. Wanneer de reistijd en/of overstapweerstand toeneemt, wordt de verticale lijn tot de "dakgoot" hoger en daarmee worden de daken ook hoger: de reisweerstand neemt toe.

Frequentie

Hoe meer reismogelijkheden er zijn, hoe lager de daken van de rooftop blijven, omdat er al eerder een andere reismogelijkheid in beeld komt: reizigers hoeven hun vertrektijd minder aan te passen aan de vertrektijd van de reismogelijkheid.

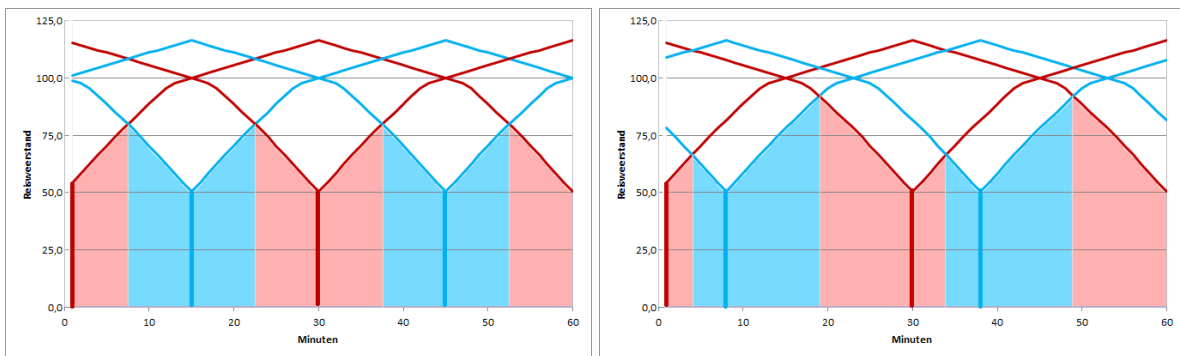


Figuur 4 Effect van verhogen frequentie op rooftop:

In bovenstaand voorbeeld (Figuur 4) wordt een aanpassing van vier gelijkmatig over het uur verdeelde reismogelijkheden (links) gedaan naar zes gelijkmatig verdeelde reismogelijkheden (rechts). In de situatie links komen de daken van de rooftop (reisweerstand) hoger dan rechts. Het Level of Service (gemiddelde reisweerstand over het uur) wordt daarmee beter.

Tijdligging

Wanneer twee reismogelijkheden vlak na elkaar vertrekken en daarna lange tijd niets, heeft de tweede reismogelijkheid een lange periode waarin dit de optimale reismogelijkheid is en neemt de aanpas-weerstand toe. In een situatie met gelijk over het uur verdeelde reismogelijkheden blijven de daken het laagst.

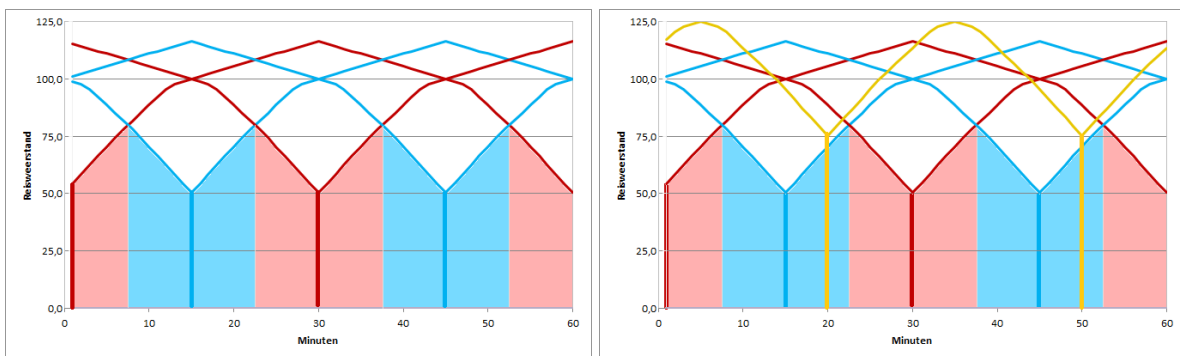


Figuur 5 Effect van "scheve" tijdligging op rooftop

In bovenstaand voorbeeld (Figuur 5) wordt een aanpassing gedaan van gelijkmatig verdeelde reismogelijkheden (links) naar ongelijkmatig verdeelde reismogelijkheden (rechts). Het valt op dat een deel van de daken van de rooftop (reisweerstand) lager wordt, maar het grootste deel van de daken wordt significant hoger. Gemiddeld wordt de reisweerstand hoger en dus het Level of Service slechter.

Inferieure reismogelijkheid

In het rooftopmodel krijgt een inferieure reismogelijkheid (bijvoorbeeld veel langere reistijd en/of vlak voor of na een bestaande reismogelijkheid) geen aandeel. Dit betekent dat een extra – maar trage – reismogelijkheid nooit het Level of Service kan verslechteren.



Figuur 6 Effect van toevoegen inferieure reismogelijkheid op rooftop (geen effect)

In bovenstaand voorbeeld (Figuur 6) wordt een inferieure reismogelijkheid (rechts) toegevoegd aan een gelijkmatig verdeelde situatie (links). Het valt op dat de daken van

de rooftop (reisweerstand) niet veranderen. De inferieure reismogelijkheid heeft door de lange reistijd en/of overstapweerstand geen invloed op het Level of Service.

Hier is een belangrijk verschil met een standaard logit-toedeling. In een logit-toedeling krijgt iedere reismogelijkheid een aandeel, hoe onaantrekkelijk de reismogelijkheid ook is. In het verleden werd voor het Level of Service een logit-verdeling gebruikt (zoals ook gebruikt wordt voor voorspellen reisgedrag, zie 3.4), met als nadeel dat wanneer tijdens het dienstregeling ontwerp een langzaam alternatief (bijvoorbeeld een Sprinter) toegevoegd werd aan bestaande dienstverlening, het Level of Service slechter werd, omdat de gemiddelde reistijd toe nam. Dat was een onwenselijke situatie omdat de kwaliteit van de dienstregeling door een éxtra reismogelijkheid nooit slechter wordt. Met het rooftopmodel is dit opgelost.

3.3 Bepalen effect op vervoersvraag

Voor het prognosticeren van het effect van de nieuwe dienstregeling op de vervoersvraag (vervoerwijze keuze) wordt gebruik gemaakt van NS Prognosemodel "De Kast" (De Keizer, De Vries, De Bruyn, CVS 2009), dat werkt op basis van verschillende elasticiteiten. Voor dit specifieke doel zijn twee inputs van belang:

1. De realisatiematrix: ieder jaar wordt op basis van verkoop-/chipkaartdata en tellingen een HB-matrix gemaakt voor het gerealiseerde aantal reizen op een gemiddelde werkdag, gemiddelde weekenddag, ochtendspits, avondspits, etc.
2. De verhouding tussen het Level of Service van de referentie dienstregeling (behorend bij de realisatiematrix) en het Level of Service van de variant dienstregeling.

In het prognosemodel wordt met behulp van motiefspecifieke elasticiteiten een voorspelling gedaan van het aantal reizen als gevolg van de dienstregelingwijziging. Er wordt ook rekening gehouden met exogene factoren (zoals economische groei en regionale verschillen). De output van het model is een nieuwe HB-matrix.

3.4 Voorspellen reisgedrag (toedelen vervoersvraag)

De prognosematrix wordt vervolgens weer met behulp van PTV VISUM toegedeeld aan de gevonden reismogelijkheden. Deze reismogelijkheden zijn gelijk aan de reismogelijkheden die in stap 1 gegenereerd zijn, maar de reizen worden toegedeeld met een logit-model op basis van gegeneraliseerde reistijd. Hier wordt wel gebruik gemaakt van logit omdat het hier niet gaat om de generieke kwaliteit van de verbinding, maar specifiek om de keuze voor een reismogelijkheid. Elke reismogelijkheid heeft een gegeneraliseerde reistijd, welke opgebouwd is uit:

1. Reistijd (met treinsoort specifieke opslag: het is comfortabeler reizen in een Intercity dan een Sprinter)
2. Overstappenalty (vaste waarde)
3. Overstaplooptijd penalty
4. Overstapwachttijd penalty

Voorbeeld:

Reizigers van Den Haag Centraal naar Eindhoven kunnen kiezen voor twee keer per uur een rechtstreekse Intercity via Dordrecht en Breda, met een totale reistijd van 1 uur en 38 minuten. Men kan ook vier keer per uur via Utrecht reizen en reist dan in 1 uur en 33 minuten, maar wel mét overstap.

Met behulp van het logit-model worden reizen verdeeld over de reismogelijkheden. Zie Figuur 7. Het blijkt dat ongeveer 1 van de 3 reizigers kiest voor de snellere reis, die vaker gemaakt kan worden, maar met overstap. 2 Van de 3 reizigers kiezen voor de rechtstreekse trein.



Figuur 7 Voorbeeld van toedeling reizen Den Haag Centraal - Eindhoven

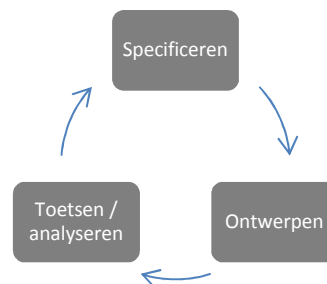
Op deze manier worden alle reizen toegedeeld van alle HB-paren. Zo wordt voor iedere trein op ieder baanvak voorspeld hoeveel reizigers hiervoor zullen kiezen.

3.5 Analyseren

Op de toegedeelde dienstregelingen kunnen veel analyses gedaan worden. Denk bijvoorbeeld aan het onderzoeken van grote overstapstromen: wellicht kan hier een rechtstreekse trein toegevoegd worden of kan de overstap zo prettig mogelijk gemaakt worden? Of bijvoorbeeld een grote groep reizigers met een lange haltering: kan deze haltering verkort worden? Of juist verlengd zodat er een aansluiting geboden wordt vanuit een andere trein? Ook het Level of Service kan al aanleiding geven om een situatie grondig te analyseren: is wellicht een goede aansluiting verloren gegaan? Dit zijn typische analyses die in deze fase plaats vinden.

3.6 Follow-up

Op basis van deze analyses worden adviezen gedaan voor de verdere ontwikkeling van de dienstregeling. De adviezen worden afgewogen in "de driehoek" (Klantattractiviteit, Uitvoerbaarheid, Rendement) en kunnen zo tot nieuwe specificaties leiden voor de volgende cyclus. Zie Figuur 8 en paragraaf 1.2



Figuur 8 Ontwerpcyclus dienstregeling

4. Multimodale dienstregelingsstudies

De reis van de klant wordt gemaakt van-deur-tot-deur en niet van station-tot-station. In het OV zijn voor vrijwel iedere reis meerdere modaliteiten nodig om op bestemming aan te komen. Ervan uitgaande dat de trein onderdeel uit maakt van de reis, moet de reiziger bijna altijd een stukje lopen, fietsen of met de bus, tram of metro om bij het station te komen voor een treinreis. Om de totale reis van de OV-reiziger te optimaliseren zal daarom niet alleen de treindienstregeling getoetst moeten worden op klantattractiviteit, maar de gehele OV-reis.

In het kader van de samenwerking tussen HTM en NS is daarom een pilot gestart om inzicht te krijgen in multimodale reizigersstromen (Nijënstein & Bussink, CVS 2014). Dit kan worden gebruikt om een beter integraal vervoersaanbod te leveren in de regio Haaglanden. Om inzicht te krijgen in de verbetermogelijkheden is informatie vergaard over reizen door het koppelen van OV-chipkaartdata van de tram-/busreizen aan de treinreizen. Een analyse op deze gekoppelde data gaf al zeer veel inzichten in multimodaal reisgedrag. Echter, hoe dit reisgedrag zou veranderen met de invoer van dienstregelingswijzigingen is niet rechtstreeks uit de dataset te halen.

In deze pilot ligt de focus op het modelleren van multimodaal reisgedrag en niet op Level of Service of effect op vervoersvraag zoals in het vorige hoofdstuk beschreven. NS heeft daarvoor haar reisgedrag model in PTV VISUM uitgebreid van enkel een treinmodellering, zoals hierboven beschreven, naar een multimodale OV modellering. Hiervoor zijn twee stappen nodig: de eerste stap is het inlezen en koppelen van de multimodale OV-netwerken en de dienstregelingen in VISUM. De tweede stap is het bepalen van de juiste instellingen voor de toedeling van reizigers aan de dienstregeling. Vervolgens is de multimodale vervoersvraag, die ontstaan is uit de gekoppelde data van HTM en NS, toegedeeld.

De aanpassingen in het netwerk en toedelingsparameters in VISUM zijn iteratief gevalideerd aan de hand van OV-chipkaartdata. De gekoppelde data is op detailniveau gebruikt om de validatie uit te voeren. Voor de validatie is deze gekoppelde data onder meer vergeleken met de multimodale overstappers en belastingen per lijn in het toedelingsmodel.

4.1 Trein en tram/bus dienstregeling invoeren

Voor reguliere studies voor treindienstregelingen wordt gebruik gemaakt van specifieke plansystemen voor treinen en zijn tools ontwikkeld om deze dienstregelingen te converteren naar VISUM. Andere OV dienstregelingen zijn uiteraard niet in deze plansystemen ontworpen en moeten dus op een andere manier ingelezen worden. Hiervoor is gebruik gemaakt van GTFS bestanden (General Transit Feed Specification, een standaardformaat voor beschrijven van dienstregelingen) van ovapi.nl. In deze bestanden zijn alle haltes, verbindingen, lijnen en tijden gedefinieerd. Ook voor het converteren van GTFS bestanden voor VISUM is een tool ontwikkeld. Na het omzetten van de data in het juiste format kon het toegevoegd worden aan de treindienstregeling.

Haltes samenvoegen tot knoop

In het NS VISUM-model is het enkel mogelijk om tussen stations te reizen via de OV-lijnen. Echter, tussen haltes is het ook mogelijk om over te stappen door naar een andere halte te *lopen*. Verder kan men als opstap-/uitstaphalte vaak kiezen tussen verschillende haltes, die dicht bij elkaar liggen. Om overstappen en uitwisseling tussen haltes/stations mogelijk te maken in VISUM is het nodig om haltes/stations samen te voegen in een knoop. Binnen een knoop kan men overstappen en kiezen tussen de haltes/stations voor het begin/einde van de reis.

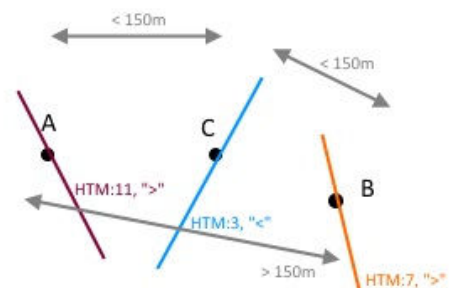
Voor het wel of niet samenvoegen van haltes tot een knoop wordt een maximale hemelsbrede afstand als criterium gebruikt. Deze afstand mag niet te kort zijn, want dan worden mogelijk reismogelijkheden over het hoofd gezien (lopen van de ene naar de andere halte). Maar wanneer deze afstand te groot gekozen wordt bestaat het risico dat alle haltes worden samengevoegd tot één grote knoop. Er is gekozen voor een afstand van maximaal 150 meter tussen twee haltes en maximaal 200 meter tussen halte en station.

Daarnaast is de voorwaarde gesteld dat er een lijn langs de ene halte moet lopen die niet langs de andere loopt om zeer grote stops te vermijden. Wanneer deze voorwaarde niet wordt gesteld zullen vrijwel alle haltes in Haaglanden worden samengevoegd. Dit heeft negatief effect op de rekentijd omdat dan looptijden van alle haltes naar alle haltes bepaald moeten worden. Wel is er een uitzondering op deze voorwaarde gesteld: in een aantal gevallen ligt de halte voor de ene richting verder van de halte voor de andere richting dan de maximale afstand van 150 meter. In deze gevallen zijn deze haltes samengevoegd tot één halte.

Bij het combineren van meerdere haltes tot knoop kan het zijn dat er haltes worden samengevoegd in een knoop doordat er nog een halte tussen ligt.

Voorbeeld:

In het voorbeeld in Figuur 9 liggen de haltes A en B te ver van elkaar af om samengevoegd te worden in een knoop. Echter, door de tussenkomst van C worden ze toch samengevoegd (beide minder dan 150 meter afstand van C).



Figuur 9 Voorbeeld van samenvoeging haltes tot knoop

Een paar uitzonderingen zijn handmatig toegevoegd. Dit was nodig omdat in de GTFS-files en NS-stationsgegevens de haltes/stations soms net anders waren gepositioneerd. Bijvoorbeeld: bij station Den Haag Ypenburg was een handmatige samenvoeging nodig omdat de coördinaten van het station en de bushalte volgens de bestanden te ver van elkaar af lagen. Dit heeft ook te maken met de plek waar je het station kan verlaten ten opzichte van het midden van het station.

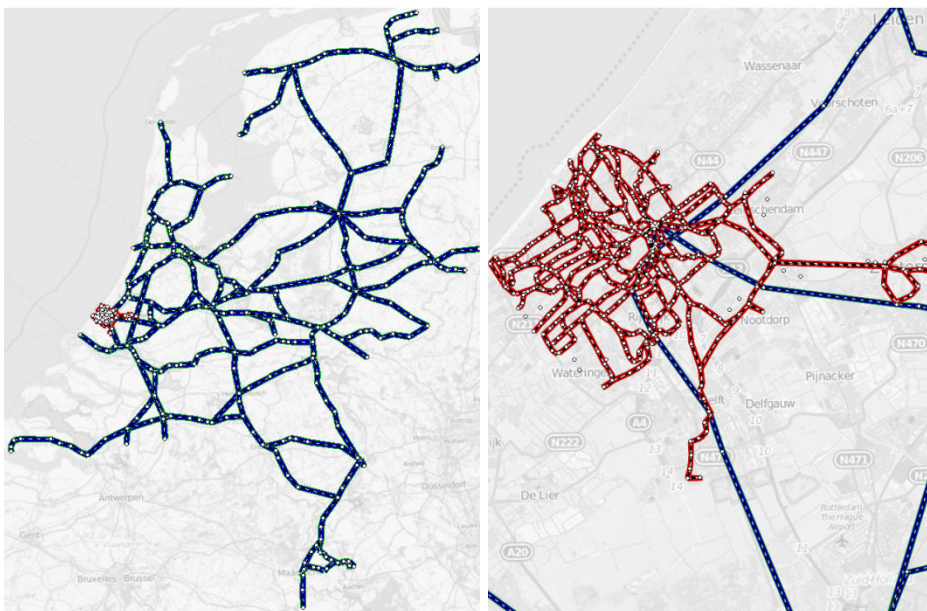
Looptijden tussen haltes/stations bepalen

Tussen alle haltes/perrons waartussen een overstap mogelijk is (samengevoegd in een knoop) moeten looptijden bepaald worden om de overstap te kunnen modelleren. Deze looptijden zijn bepaald op basis van hemelsbrede afstand. Uitgegaan is van een gemiddelde loopsnelheid van 5 km/uur. Daarnaast is de aanname dat reizigers tijd verliezen bij een overstap door stedelijke obstakels zoals het oversteken van straten, drukte en in-/uitstappen van het voertuig. Daarom is bovenop de 5 km/uur looptijd standaard een extra looptijd van 2 minuten opgenomen.

Deze looptijden lijken goed aan te sluiten bij de werkelijkheid. Echter, ook hier waren enkele handmatige correcties nodig. Bijvoorbeeld: uit de validatie bleek dat bij station Den Haag Laan van NOI te korte looptijden werden berekend tussen de treinperrons en de bus-/tramhalte buiten het station. De werkelijke looptijd (uit OV-chipkaartdata) is daar langer dan geschat op basis van bovenstaande berekening en is daarom handmatig opgehoogd.

4.2 Toedeling parameters afstemmen op multimodaal OV

Binnen VISUM heeft NS haar eigen toedelingparameters ingesteld in het logit-model om reisgedrag (zie paragraaf 3.4) zo goed mogelijk de na te bootsen. Deze parameters zijn enkel op treinreisgedrag gebaseerd aangezien het model enkel treinreisgedrag modelleerde. Omdat bij multimodale studies ook bus-/tramreisgedrag gemodelleerd moet worden, moeten de parameters hier ook op aangepast worden. Met de juiste instellingen, gevalideerd op werkelijk gedrag (OV-chipkaartdata), wordt het multimodaal reisgedrag gemodelleerd.



Figuur 10: HTM (rood) en trein (blauw) netwerk en dienstreling in routekeuzemodel VISUM

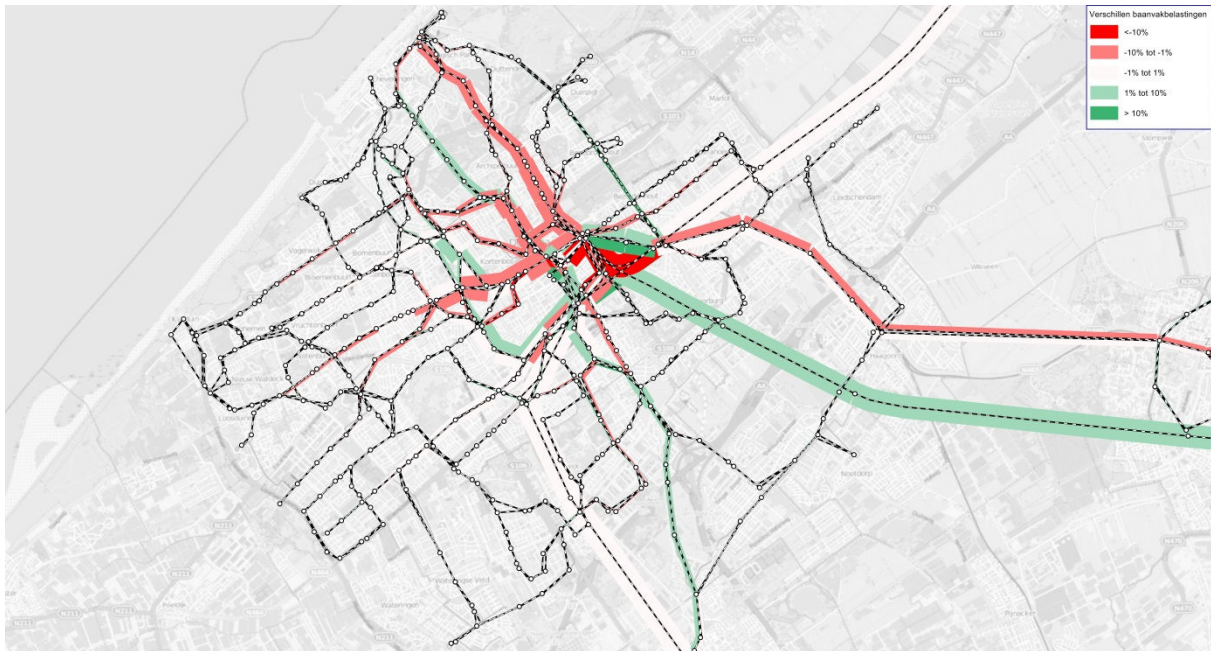
Multimodale overstapweerstand

In een multimodaal OV-netwerk zijn meerdere vervoerders actief. Een overstap tussen bus/tram en trein heeft een andere waardering dan een overstap van trein op trein (Schakenbos & Nijënstein, CVS 2014). Deze overstapweerstand is zo'n 10 minuten hoger

4.3 Analyseren

Nu de netwerken en dienstregelingen aan elkaar geknoopt zijn en de vervoersvraag is toegedeeld, kan gekeken worden naar verandering in reisgedrag wanneer een tram/bus-en/of treindienst wordt gewijzigd en welk effect dit heeft op multimodale reizen. Net als voor modellering van alleen treinreizen, kan het reisgedrag ook multimodaal geanalyseerd worden. De uitkomsten van een dergelijke analyse kunnen weer input leveren voor een volgende ontwerpcyclus.

Figuur 12 geeft een voorbeeld van een dergelijke dienstregeling analyse.



Figuur 12 Fictief voorbeeld multimodale dienstregelingsstudie: impact van wijziging op vervoerstromen

4.4 Conclusie

In totaal komt de VISUM-modellering van het multimodale netwerk goed overeen met de werkelijkheid. Er zijn op een aantal specifieke plekken wel wat afwijkingen te zien, ook na kalibratie (aanpassingen in looptijden en overstapweerstand zoals hierboven beschreven). Een model zal ook nooit de werkelijkheid 100% kunnen simuleren, omdat je te maken hebt met menselijk gedrag dat niet allemaal in een algoritme te vangen is. Met dit in gedachte kan het model goed gebruikt worden om multimodale dienstregelingsstudies uit te voeren.

Referenties

B. de Keizer, M. Kouwenhoven en F. Hofker, *New Insights in resistance to interchange, 2014 (ETC)*

B. de Keizer, B. de Vries en M. de Bruyn, *Nieuw prognosemodel "De Kast" als beleidsinstrument, 2009 (CVS)*

Passenger Demand Forecasting Handbook (2009)

R. Schakenbos en S. Nijënstein, *Waardering van een overstap tussen bus/tram/metro en trein, 2014 (CVS)*

S. Nijënstein, B. Bussink, *Verkenning kwaliteitsverbetering OV met multimodale OV-chipkaartdata, 2014 (CVS)*