

Een op herkomst en bestemming gebaseerd stationskeuzemodel

Mats Verschuren – NS – mats.verschuren@ns.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk

24 en 25 november 2016, Zwolle

Samenvatting

Iedereen maakt bij een treinreis, bewust of onbewust, een keuze voor een vertrekstation en een aankomststation. Ga je bijvoorbeeld met de bus naar het centraal station, of toch met de fiets naar dat station om de hoek, waarbij je wel een extra overstap moet maken? Stationskeuzes wijzigen bij het openen of sluiten van stations, veranderingen in de dienstregeling en bij veranderingen in het voor- en natransport, zoals de opening van een nieuwe metrolijn naar een station. Dit kan aanleiding geven tot het aanpassen van de treindienst op een station.

Het huidige stationskeuzemodel van prognosemodel De Kast van NS maakt met relatief weinig data relatief goede voorspellingen. Het wijst reizigers toe aan een station gegeven o.a. de afstand van een postcode naar een station en hoeveel treinen er vanaf dat station vertrekken. Het openbaar vervoersnetwerk van Nederland wordt echter steeds complexer en NS kijkt bij het ontwikkelen van een dienstregeling in steeds meer detail naar de effecten voor de reiziger. Dit vraagt om een modelverbetering.

De belangrijkste nu nog ontbrekende factor die de stationskeuze beïnvloedt is de bestemming van de reis. Verder dient er, om bijvoorbeeld de effecten van een nieuwe metrolijn naar een station te voorspellen, onderscheid gemaakt te worden tussen verschillende vervoersmiddelen om van/naar het station te reizen, zoals de fiets en de auto. Het doel van dit onderzoek is daarom om een op herkomst en bestemming gebaseerd stationskeuzemodel te ontwikkelen dat goed de effecten van de genoemde veranderingen kan voorspellen waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen verschillende voor- en natransportmiddelen.

Het voorgestelde model gebruikt *revealed preference* enquêtedata in combinatie met netwerkdata (reistijden, enz.) om te bepalen hoeveel reizigers er van postcode naar postcode reizen, wat hun reismogelijkheden zijn (via welk station en met welk voor/natransportmiddel) en, met een *nested logit* keuzemodel, hoeveel reizigers elke reismogelijkheid kiezen. Het model is gevalideerd met de cases Amsterdamse Ringlijn uit 1997 en Utrechtboog uit 2007 en de voorspelde effecten komen goed overeen met de werkelijke effecten. Het model is vervolgens gebruikt om de effecten te voorspellen van de Noordzuidlijn in 2018 en treindienstregelingswijzigingen in Utrecht in 2017 op de stationskeuze van reizigers.

Het nieuwe stationskeuzemodel maakt gedetailleerdere dienstregelingsstudies en deur-tot-deur analyses mogelijk. Dit is in lijn met de nieuwe strategie, waarin NS wil bijdragen aan de deur-tot-deur reis, en het complexer wordende Nederlandse openbaar vervoersnet. Op deze manier anticipeert NS met zijn modellen op de verwachte ontwikkelingen.

1. Introductie

Iedereen maakt bij een treinreis, bewust of onbewust, een keuze voor een vertrekstation en een aankomststation. Ga je bijvoorbeeld met de bus naar het centraal station, of toch met de fiets naar dat station om de hoek, waarbij je wel een extra overstap moet maken? Als reizigers opeens voor een ander station kiezen dan voorheen, veranderen de vervoersstromen op het netwerk. Dit kan aanleiding geven tot logistieke aanpassingen, zoals het toevoegen van treinen of treinseries vanaf een bepaald station.

Stationskeuzes kunnen wijzigen bij het openen of sluiten van stations, veranderingen in de dienstregeling en bij veranderingen in het voor- en natransport. Aangezien er binnenkort stations zullen worden geopend en gesloten, dienstregelingswijzigingen zullen worden doorgevoerd en verschillende openbaar vervoersverbindingen naar stations zullen worden geopend, zoals de Noordzuidlijn in Amsterdam, is het voor NS van belang om de effecten hiervan goed te kunnen voorspellen.

Het huidige stationskeuzemodel van prognosemodel De Kast van NS maakt met relatief weinig data relatief goede voorspellingen (Keizer, Bruyn, & Vries, 2009). Het wijst reizigers toe aan een station gegeven onder andere de afstand van de (woon)postcode naar het station en hoeveel (intercity)treinen er vanaf dat station vertrekken. Het openbaar vervoersnetwerk van Nederland wordt echter steeds complexer (met nieuwe metrolijnen naar stations, lightrail, enz.) en NS kijkt bij het ontwikkelen van een dienstregeling in steeds meer detail naar de effecten voor de reiziger. Een modelverbetering is hierdoor nodig om beter de effecten van veranderingen in het voor- en natransport, zoals de opening van een nieuwe metrolijn naar een station, en veranderingen in de dienstregeling, zoals het toevoegen van een treinserie of de opening van een nieuw station, te kunnen voorspellen.

De bestemming van de reis (bijv. kantoor) is een belangrijke factor die de stationskeuze beïnvloedt (Debrezion, Pels, & Rietveld, 2007) en de belangrijkste die momenteel ontbreekt. Ook dient er, om bijvoorbeeld de effecten van een nieuwe metrolijn naar een station te voorspellen, onderscheid gemaakt te worden tussen verschillende voor- en natransportmiddelen, zoals de fiets en de auto. Het doel van dit onderzoek is daarom om een op herkomst en bestemming gebaseerd stationskeuzemodel te ontwikkelen dat goed de effecten van de genoemde veranderingen kan voorspellen waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen verschillende voor- en natransportmiddelen. Hiervoor zijn lopen, fietsen, de auto (zowel bestuurder als passagier) en BTM (bus/tram/metro) gekozen. Verder moet het model alleen de herverdeling van reizigers over stations berekenen. Dit model is niet bedoeld om te berekenen hoeveel extra reizen er gemaakt zullen worden als er bijvoorbeeld een nieuwe metrolijn wordt aangelegd naar een station, maar puur hoe de bestaande reizigers zich zullen herverdelen over de stations na een dergelijke wijziging.

Dit paper beschrijft hoe het model is opgebouwd en wat de argumentatie daarachter is (paragraaf 2) en hoe goed de resultaten overeenkomen met de werkelijkheid (paragraaf 3). De modelprognoses voor de Amsterdamse Ringlijn metro en van de Utrechtboog worden hier vergeleken met de werkelijke effecten. In paragraaf 4 zullen modeltoepassingen op de Noordzuidlijn in Amsterdam in 2018 en dienstregelingswijzigingen in Utrecht in 2017 worden laten zien om een breed beeld te geven van de mogelijkheden van het model.

Het onderzoek was een afstudeeronderzoek van de master *Transport, Infrastructure and Logistics* aan de TU Delft uitgevoerd bij en voor NS dat vervolgens verder is ontwikkeld. Het wordt op dit moment geïmplementeerd in prognosemodel De Kast.

2. Methode

Het principe van het voorgestelde stationskeuzemodel is beschreven in Figuur 1. Het model doorloopt een aantal stappen, die in de volgende paragrafen verder worden toegelicht:

1. Ten eerste wordt berekend hoeveel mensen er van postcode A naar postcode B reizen.
2. Ten tweede wordt bepaald welke reismogelijkheden er zijn (met welke voor/natransportmiddelen en via welke stations).
3. Ten derde wordt met een keuzemodel voorspeld hoeveel reizigers elke reismogelijkheid nemen.



Figuur 1: Structuur van het stationskeuzemodel

2.1 Van waar naar waar reizen de treinreizigers?

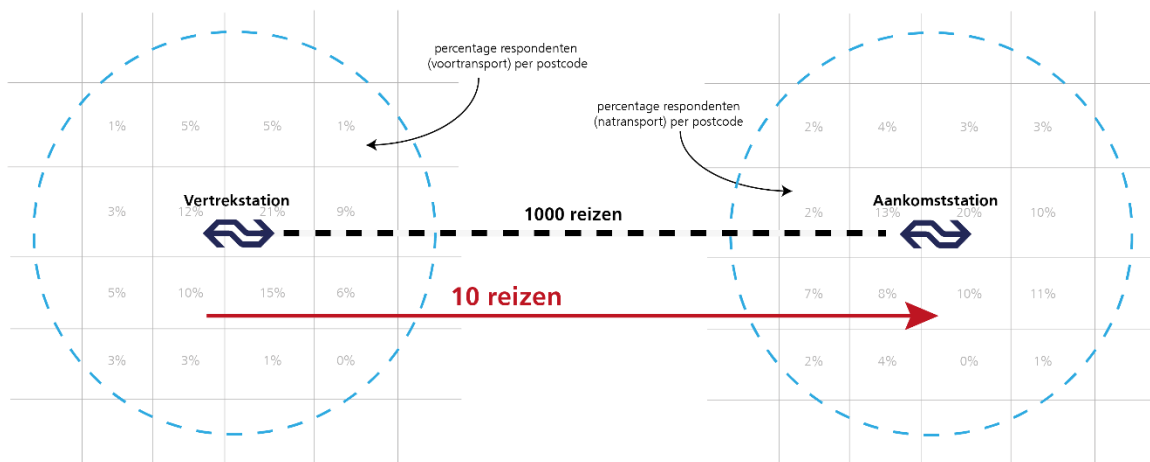
Om stationskeuzes te voorspellen gegeven de herkomst en bestemming van de reiziger, moeten deze herkomsten en bestemmingen bekend zijn. Om de effecten van een openbaar vervoersverbinding op de stationskeuze te kunnen modelleren, mag het schaalniveau niet te hoog zijn. Er is daarom gekozen voor het (viercijferige) postcodeniveau. Deze methode vraagt dus om gedetailleerde informatie over de herkomsten en bestemmingen van treinreizigers: het aantal treinreizigers van postcode naar postcode. In beginsel heeft NS als treinvervoerder echter alleen beschikking over het aantal treinreizigers van station naar station en dus weinig kennis over waar zij vandaan komen of heengaan.

Een vertaalslag is dus nodig van station naar postcode, wat gedaan is door middel van enquêtedata. De gebruikte enquêtedata is de Klimaat enquête die elke vijf jaar wordt

uitgevoerd door NS en zo'n 50.000 respondenten heeft. Daarnaast is data gebruikt van het klanttevredenheidsonderzoek van NS. Uit analyses met deze data kan worden geconcludeerd dat waar mensen vandaan komen (postcode) die vanaf een bepaald station vertrekken niet significant verschilt per waar zij heenreizen. Bijvoorbeeld, het percentage van de reizigers dat woont in postcode 1064 die hun reis beginnen op station Amsterdam Sloterdijk en eindigen in Alkmaar is hetzelfde voor de reizigers die van Amsterdam Sloterdijk naar Utrecht reizen.

Hierdoor kan per station met enquêtedata worden bepaald wat de verdeling is van alle respondenten die gebruik maken van het station over de nabije postcodes, ongeacht hun bestemming. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de postcodeverdeling in het vortransport (huis naar station) en het natransport (station naar bijv. kantoor) omdat dit wel significant van elkaar verschilt. Met deze conclusie zijn er ook genoeg respondenten om de verdeling te maken, terwijl dat apart per bestemming een probleem zou zijn.

Vervolgens wordt per relatie (het aantal reizen van een vertrekstation naar een aankomststation) de vertaalslag gemaakt naar postcodeniveau. De relatie wordt vermenigvuldigd met de postcodeverdelingen, wat resulteert in het aantal reizen van postcode naar postcode. Dit wordt gedaan voor alle relaties van het land. Deze berekening is geïllustreerd weergegeven in Figuur 2. Met relatief weinig enquêtedata en een station-station relatiematrix is het met deze methode dus mogelijk om een postcode-postcode relatiematrix te genereren.



Figuur 2: Vertaling van reizen van stations- naar postcodeniveau

2.2 Het bepalen van de reismogelijkheden

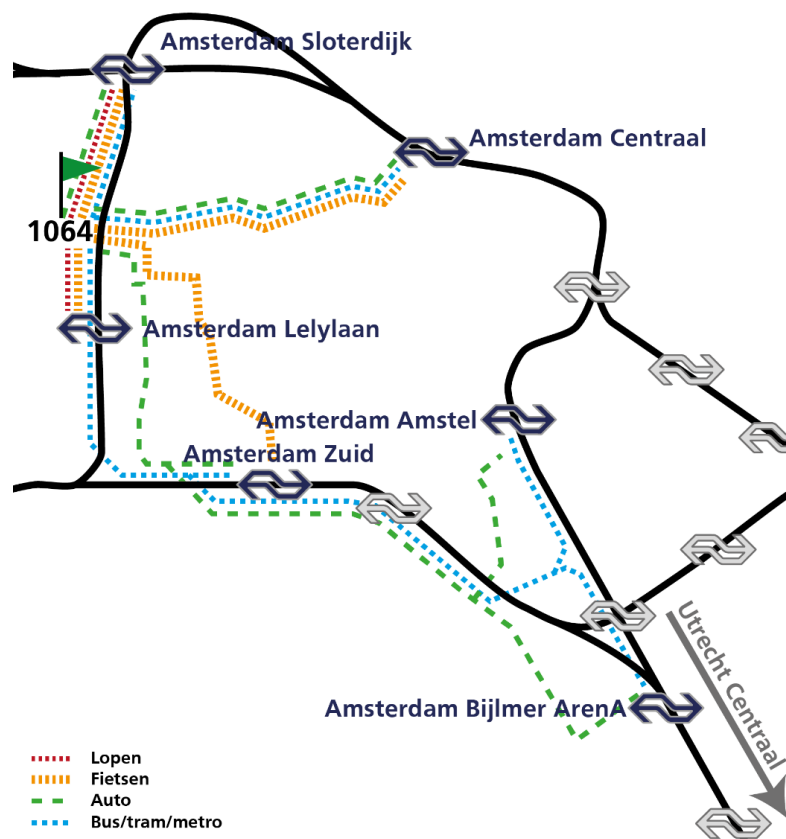
Gegeven de herkomsten en bestemmingen op postcodeniveau wordt vervolgens berekend via welke stations en met welke voor/natransportmiddelen kan worden gereisd. Deze mogelijke reismogelijkheden moeten logisch en haalbaar zijn. Twee stappen zijn hiervoor nodig:

1. Het zoeken naar alle mogelijke reismogelijkheden vanuit de gegeven postcode naar de gegeven bestemming. Hieruit volgt een keuzeset met reismogelijkheden om van A naar B te komen via alle stations in de buurt met elk voor/natransportmiddel.

2. Het schrappen van onlogische en niet haalbare reismogelijkheden.

Voor de tweede stap is kwantitatief onderzoek uitgevoerd met de genoemde enquêtedata om te onderzoeken hoe lang mensen maximaal naar een station reizen met elk voor/natransportmiddel en in hoeverre ze een langere reis maken dan de theoretisch snelste reismogelijkheid met het gekozen voor/natransportmiddel. Hier kwamen maximale reistijden uit voor fietsen en lopen die niet haalbare reismogelijkheden uitsluiten. Ook worden onlogische omwegen voorkomen door de gevonden maximale extra reistijden ten opzichte van de snelste mogelijkheid met hetzelfde voor/natransportmiddel. Er zijn geen significante verschillen gevonden in de maximale reistijden tussen voortransport en natransport.

Dit resulteert in een keuzeset van reismogelijkheden die logisch en haalbaar zijn. Een voorbeeld van zo'n keuzeset is te zien in Figuur 3, waarin de mogelijkheden in Amsterdam worden getoond om vanaf postcode 1064 in Amsterdam naar Utrecht te reizen. Zo is te zien dat er alleen gelopen kan worden naar de dichtbij gelegen stations Amsterdam Sloterdijk en Amsterdam Lelylaan. Naar Amsterdam Zuid en Centraal kan nog gefietst worden en voor verder weg gelegen stations zijn alleen de auto en metro een mogelijkheid. Stations waarvandaan het onlogisch is om naar Utrecht Centraal te reizen, zoals Duivendrecht en Amsterdam RAI, zijn ook niet aanwezig in de keuzeset.

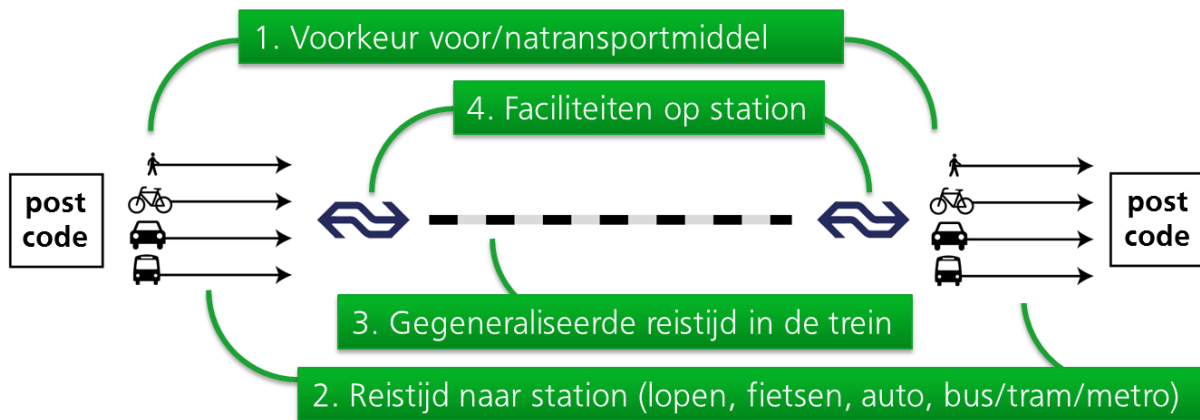


Figuur 3: Reismogelijkheden van postcode 1064 naar Utrecht Centraal

2.3 Het kiezen van de mogelijke stations

Gegeven de reismogelijkheden uit de keuzeset moet er worden bepaald hoeveel procent van de reizigers voor welke mogelijkheid zou kiezen. Dit wordt gedaan met zogenaamde nutsfuncties. Dit is een formule, die het (dis)nut van een reis bepaalt op basis van

variabelen, zoals de reistijd naar het station en in de trein. Met een literatuurstudie zijn alle mogelijke variabelen bepaald, waarna ze getest zijn op significantie en of er genoeg data beschikbaar was om de variabele te gebruiken. Een schematische weergave van de nutsfunctie met de gekozen variabelen is te zien in Figuur 4.



Figuur 4: Schematische weergave keuzemodel

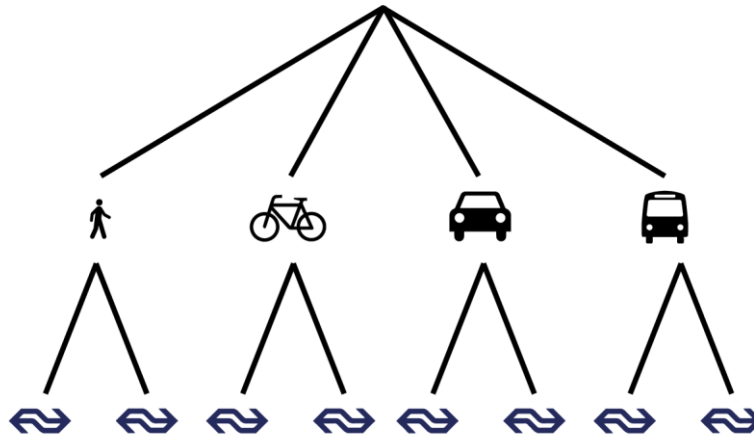
De variabelen die overbleven zijn de volgende.

1. Ten eerste wordt de voorkeur voor een voortransportmiddel bepaald door constanten. Aangezien mensen vaak wel een fiets of auto thuis hebben maar niet op het aankomststation zijn de constanten voor natransport verschillend.
2. Ten tweede zijn de reistijden van postcode naar station als variabele opgenomen, apart voor elk voor/natransportmiddel. De reistijdendata van postcode naar station worden gegenereerd met de API van Google Maps, een webdienst van Google die het mogelijk maakt om snel reistijden (in Excel) te berekenen.
3. Ten derde wordt de gegeneraliseerde reistijd in de trein gebruikt, gebaseerd op de Rooftop methode (Guis & Nijënstein, 2015). Hierin is zowel de reistijd in de trein als de wachttijd, overstaptijd en overstapweerstand opgenomen.
4. Ten vierde wordt de grootte van het station, een indicatie voor bijvoorbeeld de faciliteiten, als variabele gebruikt in de vorm van het aantal intercity's dat vertrekt van het station en het aantal bus/tram/metrolijnen dat verbonden is met het station.
5. Ten slotte is er voor reizigers naar een vliegveld een variabele opgenomen ten gunste van bus/tram/metro als voor/natransportmiddel, omdat reizigers naar een vliegveld dit voor/natransportmiddel prefereren omdat ze hun auto/fiets dan niet ergens dagen/weken hoeven te parkeren.

Variabelen die wel getest zijn maar niet zijn gekozen, zijn onder andere het weer, reismotief, leeftijd, comfort, betrouwbaarheid, voertuigbeschikbaarheid, parkeerkosten, reiskosten, zitplaatskans en aantal overstappen en frequentie van bus/tram/metro. De meeste variabelen zijn niet gekozen omdat ze geen significant effect hadden en/of er niet genoeg data beschikbaar was.

Door middel van de nutsfuncties en een logit formule wordt uitgerekend hoeveel procent voor elke reismogelijkheid kiest. Omdat er een significante correlatie is gevonden tussen reismogelijkheden met hetzelfde voor/natransportmiddel is er gekozen voor een *nested*

logit model met de vier voor/natransportmiddelen als nest. Dit principe is te zien in Figuur 5, waarbij de NS logo's stations voorstellen. De reiziger maakt twee keuzes; ten eerste voor een voor/natransportmiddel en ten tweede voor een station. Een reismogelijkheid met de fiets via Amsterdam Sloterdijk is dus bijvoorbeeld gecorreleerd met een reismogelijkheid met de fiets via Amsterdam Zuid.



Figuur 5: Schematische weergave van de nesting structuur

De nutsfuncties worden toegepast op het hele land, waardoor wordt uitgerekend hoeveel reizigers er van elk station/relatie gebruik maken. Dit resulteert in een herverdeling van treinreizigers over treinstations.

3. Validaties

In de validatiefase van de ontwikkeling van een model wordt gecontroleerd in hoeverre de modeluitkomsten overeenkomen met de werkelijkheid. Ten eerste zal hier de validatie voor de opening van een nieuwe metrolijn worden getoond en vervolgens de validatie van een treindienstregelingswijziging.

3.1 Validatie voor een voor/natransportwijziging met de Ringlijn in Amsterdam uit 1997.

In 1997 werd de Ringlijn metro in Amsterdam geopend. Deze lijn verbond de intercitystations Amsterdam Sloterdijk, Amsterdam Zuid WTC en Duivendrecht met elkaar. Het is een tangentiële lijn die om het centrum heenrijdt en de perifere gebieden in het westen, zuiden en zuidoosten van de stad met elkaar verbindt.

De groei/krimp in aantal reizen per station is in percentage weergegeven in Figuur 6. Aan de linkerkant staat steeds de werkelijke groei tussen 1996 naar 1998, aan de rechterkant de modelvoorspelling.



Figuur 6: Validatie met de Ringlijn uit 1997

De voorspellingen voor de toenmalige grote intercitystations Amsterdam Sloterdijk, Amsterdam Zuid WTC en Duivendrecht komen goed overeen met de werkelijke resultaten. Amsterdam Centraal krimpt ook in beide, wat een logisch effect is van de opening van een lijn die om het centrum heenrijdt. De kleinere stations Amsterdam De Vlugtlaan en Amsterdam Lelylaan gaan er in beide situaties op achteruit aangezien de metro meer een concurrent dan een aanvulling was. Het enige grote verschil is te zien bij Amsterdam RAI, daar voorspelt het model een groei terwijl er krimp is opgetreden. Hierbij moet worden gezegd dat er in die twee jaar veel meer dingen zijn gebeurd dan alleen de opening van de metrolijn, zoals dienstregelingswijzigingen en stedelijke ontwikkelingen. Zo was er bij RAI sprake van een dienstregelingswijziging richting Leiden en Den Haag, waardoor het aantal reizen van en naar dit station sterk kromp. Ook is RAI zeer sterk afhankelijk van evenementen die lastig te modelleren zijn, waardoor prognoses voor dit station sowieso minder betrouwbaar zijn.

Deze validatie toont aan dat het model goed werkt om de distributie van reizigers over stations te berekenen. De modelresultaten en de werkelijke resultaten wijzen dezelfde kant op en lijken sterk op elkaar. Paragraaf 4.2 bespreekt een toepassing van het model voor een nieuwe metrolijn, te weten de opening van de Noordzuidlijn in Amsterdam in 2018.

3.2 Validatie voor een dienstregelingswijziging met de Utrechtboog in Amsterdam uit 2007

Naast een nieuwe metrolijn hebben dienstregelingswijzigingen ook een sterk effect op de stationskeuze. Om te controleren of het model ook werkt om deze effecten te voorspellen, is een validatie gedaan met de Utrechtboog in Amsterdam uit 2007. Door de toevoeging van deze verbinding, die als stippellijn in Figuur 7 is weergegeven, konden er directe

treinen rijden tussen Schiphol, Amsterdam Zuid en Utrecht. In de dienstregeling van 2007 verloor Duivendrecht hierdoor zijn overstapfunctie en intercitystatus richting Utrecht. Amsterdam Bijlmer ArenA nam deze op zijn beurt over voor de treinen uit Schiphol.

In Figuur 7 staan wederom de werkelijke groei/krimp per station links en de modelresultaten rechts. Het gaat hier om de vergelijking van dienstregeling 2006 met 2007.



Figuur 7: Validatie met de Utrechtboog uit 2007

Op alle stations wijzen de resultaten in dezelfde richting. Amsterdam Zuid wint in beide gevallen veel reizen, terwijl Duivendrecht er juist verliest. Amsterdam Centraal verliest in beide gevallen doordat er meer treinen via Amsterdam Zuid zijn gaan rijden. Voor Amsterdam Bijlmer ArenA werd door het model een enorme groei voorspeld en die is er ook gekomen, maar minder fors. Een jaar later werd die groei echter wel gehaald, wat duidt op zogenaamde ingroei-effecten: mensen passen hun gedrag niet direct aan, daar gaat enige tijd overheen. Bij een dergelijke grote verandering valt dit effect veel meer op. Prognosemodel De Kast houdt rekening met deze ingroei-effecten, door de effecten geleidelijk in te voeren.

Deze validatie laat zien dat het model ook goed werkt om de effecten van dienstregelingswijzigingen op de stationskeuze van reizigers te voorspellen. Paragraaf 4.1 bespreekt een toepassing van een dienstregelingswijziging, te weten de opening van station Utrecht Vaartsche Rijn en andere wijzigingen in Utrecht voor dienstregeling 2017.

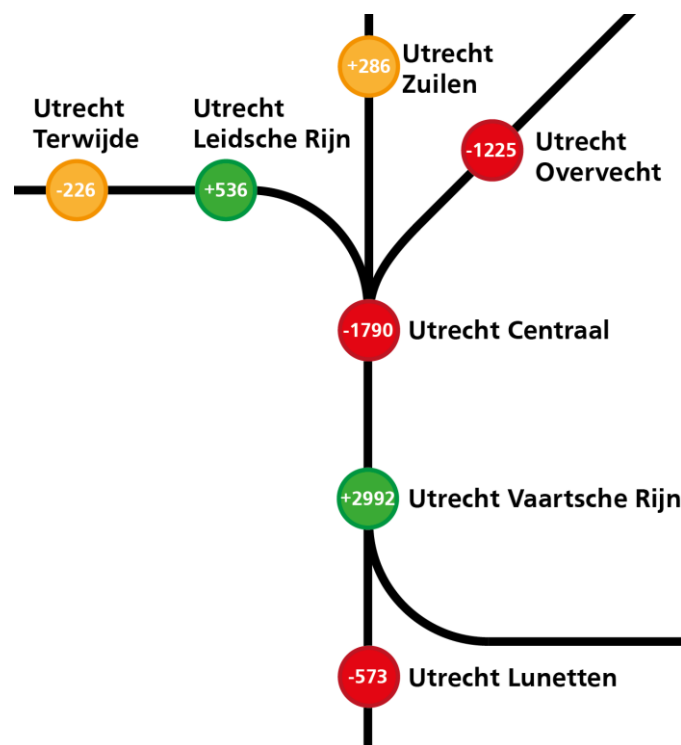
4. Toepassingen

Twee cases worden nu besproken om een beeld te schetsen van de mogelijke toepassingen van het stationskeuzemodel. De eerste toont de effecten van een dienstregelingswijziging en de opening van een nieuw station, de tweede een verandering in het voor- en natransport.

4.1 Dienstregelingswijzigingen en nieuwe stations in Utrecht.

In augustus 2016 is station Utrecht Vaartsche Rijn geopend. Het station wordt aangedaan door sprinters in vrijwel alle richtingen. Deze toepassing toont de verandering in de verdeling van reizigers over de Utrechtse stations vanaf dienstregelingsjaar 2017, inclusief het nieuwe station. In dit jaar wordt ook station Utrecht Leidsche Rijn vier in plaats van twee keer per uur verbonden. Er gaat een directe sprinter van Utrecht naar Amsterdam rijden, waardoor Utrecht Zuilen (en Utrecht Vaartsche Rijn) direct met Amsterdam verbonden is. Ten slotte moet de sprinter Utrecht – Almere Oostvaarders vanwege infrastructuurbependingen Utrecht Overvecht voorbijrijden, waardoor dit station zijn snelle verbinding met Hilversum en Naarden-Bussum verliest en überhaupt niet meer rechtstreeks verbonden is met Almere.

In Figuur 8 wordt de voorspelde groei of krimp in reizen per dag per station aangegeven.



Figuur 8: Stationskeuze-effecten in Utrecht in 2017

Utrecht Vaartsche Rijn wint zo'n drieduizend reizigers per werkdag van andere stations. Het grootste deel reisde eerst (met de fiets of bus) via Utrecht Centraal, een klein deel via Utrecht Lunetten. Voor reizigers die reizen van/naar de directe omgeving van Utrecht, zoals Houten, Woerden en Driebergen, is het nieuwe station een goed alternatief. De verwachting is dat dit effect zal versterken als de directe tramverbinding naar De Uithof opent, die op Utrecht Centraal en Utrecht Vaartsche Rijn stopt.

Door de frequentieverdubbeling wint Utrecht Leidsche Rijn reizigers van Utrecht Terwijde en Utrecht Centraal.

Utrecht Zuilen profiteert van de nieuwe verbinding naar Amsterdam en wint reizigers van Utrecht Overvecht en Utrecht Centraal.

Utrecht Overvecht verliest veel reizen door het wegvallen van de verbinding richting Almere. Een verdere analyse toont bovendien aan dat ook richting Gouda, Rotterdam en Den Haag het aantal reizen sterk afneemt, doordat de overstap op Utrecht Centraal door het wegvallen van de trein ongunstiger wordt. Mensen reizen dan liever met de bus of fiets direct naar Utrecht Centraal.

4.2 Voor- en natransportwijziging opening Noordzuidlijn in Amsterdam in 2018.

Volgens de huidige planning zal op 22 juli 2018 de Noordzuidlijn in gebruik genomen worden. De opening van de metrolijn verandert waarschijnlijk veel stationskeuzes, omdat reizigers veel sneller op Amsterdam Centraal en Amsterdam Zuid kunnen komen. De algemene verwachting is dat Amsterdam Zuid erg zal groeien ten koste van Amsterdam Centraal.

In Figuur 9 zijn de resultaten te zien. Het toont de voorspelde relatieve groei of krimp per station na de opening van de metrolijn. De Noordzuidlijn is met een stippellijn weergegeven.



Figuur 9: Stationskeuze-effecten van de Noordzuidlijn in 2018

Amsterdam Zuid is, zoals verwacht, de grootste stijger. Door de nieuwe metrolijn wordt het station een beter alternatief voor erg veel mensen. Wat opvalt is dat Amsterdam Centraal vrij stabiel blijft. Het verliest reizigers aan Amsterdam Zuid, maar door de verbeterde bereikbaarheid wint het ook reizigers van andere stations.

Stations om het centrum heen, zoals Amsterdam Amstel en Amsterdam Lelylaan, zijn de grootste verliezers. Zij verliezen een groot deel van de reizigers die binnen de ring in

Amsterdam wonen. Zij gaan nu bijvoorbeeld met de fiets of tram naar het Amstelstation en straks sneller met de metro naar station Zuid. Door de snelle nieuwe metroverbinding komen deze mensen sneller met de metro op Amsterdam Zuid of Amsterdam Centraal.

De uitkomsten van het stationskeuzemodel laten zien dat stationskeuze een complex fenomeen is. Door de aanleg van een metrolijn tussen twee stations, veranderen andere stations minstens net zo veel. Het stationskeuzemodel is dus in staat om nuttige inzichten te geven over vervoersstromen in een zeer complexe omgeving en geeft daardoor een veel completer en correcter beeld van de te verwachten effecten.

5. Conclusies

Uit kwantitatief onderzoek is gebleken dat waar mensen vandaan komen niet significant verschilt per waar ze heengaan. Met deze aanname en door het combineren van enquêtedata met de station-station-relatiematrix is het mogelijk om met relatief weinig data een postcode-postcode relatiematrix te genereren, wat deur-tot-deur berekeningen mogelijk maakt. Vervolgens zijn uit een kwantitatieve analyse maximale reistijden gehaald waardoor keuzesets met reismogelijkheden gemaakt kunnen worden van deur naar station. Vervolgens worden onder andere voor/natransporttijden van Google Maps en treinreistijden die gegenereerd zijn met de Rooftop methode gecombineerd in een nutsfunctie voor de specifieke reismogelijkheid. Aangezien er significante correlaties zijn gevonden tussen reismogelijkheden met hetzelfde voor/natransportmiddel wordt met een nested logit model berekend hoeveel mensen voor elke reismogelijkheid kiezen. Dit hele proces wordt uitgevoerd voor het referentiejaar en het ontwerpjaar, wat resulteert in een herverdeling van reizen over treinstations.

Het is voor NS innovatief op twee vlakken. Het berekent de reizen van deur tot deur en de stationskeuzes worden berekend op basis van de herkomst en bestemming van reizigers. Hierdoor is het mogelijk om het effect van dienstregelingswijzigingen op de stationskeuze van reizigers realistischer te voorspellen. Ook geeft dit de mogelijkheid om realistischer de effecten van het voor- en natransportsysteem op het treinsysteem te voorspellen en om te berekenen hoe het voor- en natransportsysteem het best zou kunnen worden ingericht. Dit is in lijn met de nieuwe strategie, waarin NS wil bijdragen aan de deur-tot-deur reis. Bovendien bestaat de verwachting dat het openbaar vervoerssysteem in Nederland steeds complexer wordt. Een deur tot deur methodiek voor prognosemodellen is hierbij onmisbaar en het stationskeuzemodel is de eerste aanzet hiertoe. Op deze manier anticipeert NS met zijn modellen op de verwachte ontwikkelingen.

Stationskeuzes blijken een ingewikkeld fenomeen en het voorgestelde model geeft interessante inzichten in deze complexe werkelijkheid. Het stationskeuzemodel zal een grote verbetering zijn voor de dienstregelingstoetsen van NS en daardoor ook voor de dienstregeling van de reiziger.

Dankwoord

Tot slot wil ik graag een aantal mensen bedanken die bijgedragen hebben aan de ontwikkeling van het stationskeuzemodel. Ten eerste Menno de Bruyn als begeleider vanuit NS. Verder Caspar Chorus, Eric Molin en Rob van Nes als begeleiders vanuit de TU Delft. Ook bedank ik Suzanne Kieft en Theo van der Linden van de stadsregio Amsterdam voor het verstrekken van data voor de Noordzuidlijn casus.

Literatuur

- Debrezion, G., Pels, E., & Rietveld, P. (2007). Choice of departure station by railway users. *European Transport*, 78-92.
- Guis, N., & Nijënstein, S. (2015). Modelleren van klantvoorkeuren in dienstregelingsstudies. *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk*. Antwerpen: NS.
- Keizer, B. d., Bruyn, M. d., & Vries, B. d. (2009). Nieuw prognosemodel "De Kast" als beleidsinstrument. *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk*. Antwerpen.