

Vraagt de reizigersmarkt om een symmetrische dienstregeling?

Alex Bruijn – Nederlandse Spoorwegen – alex.bruijn@ns.nl

Roswitha van de Kamer – Nederlandse Spoorwegen – roswitha.vandekamer@ns.nl

Niek Guis – Nederlandse Spoorwegen – niek.guis@ns.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 23 en 24 november 2017, Gent

Samenvatting

De spoorwegen in Nederland kennen een vrijwel symmetrische dienstregeling. Dat wil zeggen dat alle treinen in de ene richting dezelfde route en frequentie kennen als in de andere richting, maar gespiegeld in tijd. In het paper “Logistiek-infrastructurele aspecten van een symmetrische dienstregeling” wordt dieper ingegaan op het ontwerpen van een symmetrische dienstregeling. In dit paper wordt een analyse uitgevoerd of de reizigersmarkt in Nederland behoefte heeft aan een symmetrisch productaanbod omdat de vervoersvraag symmetrisch is, of juist niet. Het speurwerk naar asymmetrie is uitgevoerd op vier niveaus: (1) op verplaatsingen van alle dagen bij elkaar, (2) over verschillende dagen van de week, (3) gedurende de dag en (4) op trajectbasis.

(1) Het totaal aan verplaatsingen blijkt behoorlijk symmetrisch, met enkele opvallende afwijkingen. De afwijkingen lijken verklaarbaar door asymmetrisch reisgedrag rond stedelijke netwerken en Schiphol, of zijn verklaarbaar vanuit de meetmethodiek;

(2) In en rond het weekend zijn de verplaatsingsbehoeften minder symmetrisch, met de zondag als meest asymmetrische dag van de week. Studenten en toeristen lijken heen- en terugreis over verschillende dagen te verspreiden. Bij Schiphol is het verschil van toeristen (buitenlanders in Nederland) en vakantiegangers (Nederlanders naar buitenland) waarneembaar;

(3) Het verloop van het aantal reizigers naar vertrektijdstip blijkt grotendeels gelijkvormig-maar-gespiegeld met het aankomstijdstip van het aantal reizigers in de tegenrichting. Alleen de late avond kent geen symmetrische tegenhanger in de zeer vroege ochtend;

(4) Bij toedeling van alle symmetrische en asymmetrische verplaatsingsbehoeften naar treinen en trajecten blijkt op veel trajecten binnen de Randstad of in de regio het totaal toch weer redelijk symmetrisch uit te pakken.

Omdat de asymmetrie relatief beperkt is, is er geen grote opdruk vanuit de markt om een asymmetrisch dienstregelingsproduct aan te bieden. Op een aantal forensentrajecten biedt NS in de huidige dienstregeling een asymmetrisch product aan, bijvoorbeeld in de ochtendspits extra treinen of halteringen in één richting. Daarmee wordt goed aangesloten op de marktbehoefte.

1. Inleiding

NS kent een vrijwel symmetrische dienstregeling. Dat wil zeggen dat alle treinen in de ene richting met dezelfde frequenties en reistijden rijden als treinen in de andere richting, maar gespiegeld in tijd. De terugreis is daardoor in de meeste gevallen gelijk – edoch “gespiegeld”- aan de heenreis. Interessant vraagstuk is “waarom is een dienstregeling symmetrisch? Vraagt de reizigersmarkt daarom, dwingt de logistiek-infrastructurele maakbaarheid dat af, is het een ontwerpuitgangspunt of is het puur toeval?”. Deze, en andere, vraagstukken worden opgepakt in dit dubbelpaper over symmetrie. In het paper “Vraagt de reizigersmarkt om een symmetrische dienstregeling?” wordt aan de hand van het huidig verplaatsingsgedrag van treinreizigers geanalyseerd of de reizigers zich symmetrisch (willen) verplaatsen, of waar juist niet. Getracht wordt ook verklaringen te vinden voor specifiek verplaatsingsgedrag. In het vervolgpaper “Logistiek-infrastructurele aspecten van een symmetrische dienstregeling” wordt ingegaan of –op basis van de wensen van de reizigersmarkt- bij het ontwerpen redenen zijn juist wel of niet tot een symmetrisch ontwerp te komen van logistiek-infrastructurele aard. Op basis van bevindingen van beide papers wordt getracht om tot aanbevelingen te komen over het al dan niet symmetrisch ontwerpen van dienstregelingen.

In hoofdstuk 2 wordt eerst nog iets dieper ingegaan op “symmetrie”, gevolgd door analyse van de reizigersmarkt ter beantwoording van het vraagstuk of het verplaatsingsgedrag symmetrisch is. Deze analyse is op vier niveaus uitgewerkt:

- het totaal aan verplaatsingen per trein – hoofdstuk 3;
- de verplaatsingen per dag van de week – hoofdstuk 4;
- het verplaatsingsgedrag in de loop van een dag – hoofdstuk 5.
- het effect van het verplaatsingsgedrag op de symmetrie per baanvak – hoofdstuk 6.

Alle analyses zijn uitgevoerd op de gerealiseerde verplaatsingen per NS-trein in 2016. NS heeft een goed overzicht van de vervoersstromen tussen alle herkomst- en bestemmingsstations (HB-relaties) in de vorm van de relatiematrix. Door het gebruik van OV-chipkaart-data is deze informatie de laatste jaren steeds betrouwbaarder geworden. Goed is om te beseffen dat de genoemde reizigersaantallen en in- en uitstappers exclusief reizigers zijn die met een andere spoorvervoerder dan NS reizen. Ook internationale reizen zijn uit deze analyse verwijderd.

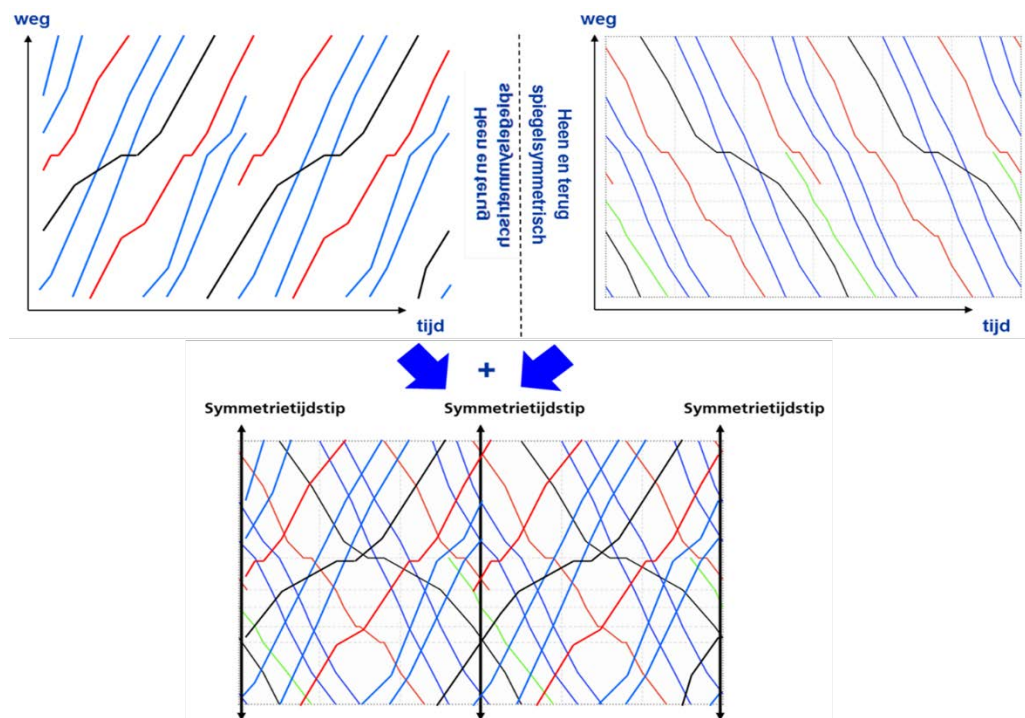
Een ander punt om in het achterhoofd te houden is dat de reizigers op de heenrichting niet dezelfde reizigers hoeven te zijn als in de terugrichting. Voor een dienstregelingsontwerp (lijnvoering, frequentie, capaciteit) is het niet belangrijk of in beide richtingen dezelfde mensen vervoerd worden. Wel relevant is of dat er evenveel zijn.

De –nagenoeg- symmetrische dienstregeling is daarmee uitgangspunt voor het waargenomen verplaatsingsgedrag. Afgesloten wordt met conclusies en aanbevelingen.

2. Symmetrie en symmetrie-tijdstip

Wanneer het productaanbod van een dienstregeling en de uitwerking daarvan in heen- en terugrichting aan elkaar gelijk zijn, maar gespiegeld, ontstaat een symmetrische dienstregeling, zie bovenin figuur 1. De gespiegelde treinverbinding wordt de "tegentrein" genoemd. Met een dienstregeling in uurkadans is de richting in elk uurblokje symmetrisch, de trein die 12.45 in Amsterdam vertrekt en om 13.15 in Utrecht aankomt is de tegentrein van de trein die op hetzelfde moment van Utrecht naar Amsterdam rijdt. Wanneer het tijd-weg-diagram van de treindienst in beide richtingen over elkaar wordt gelegd ontstaat een tijd-weg-diagram met symmetrietijdstippen, zie onderin figuur 1. Bij een half uurkadans ontstaat elk half uur een symmetrietijdstip. Op het symmetrietijdstip komt elke trein zijn tegentrein tegen. Sinds 2007 ligt het symmetrietijdstip in Nederland op elk heel en elk half uur (conform Europese standaard). Tot 2007 was de Nederlandse dienstregeling gebaseerd op de symmetrietijdstippen .17 en .47. Basis voor deze tijdstippen waren de historische openingstijden van de Koningshavenbrug in Rotterdam: de wituimte in de planning die voor de opening benodigd was, was (uiteraard) voor beide richtingen gelijk gepland = symmetrie.

Binnen één netwerk kunnen deelsystemen wel andere symmetrieën hebben, bijvoorbeeld in Duitsland. De regionale treindiensten hebben daar een uurkadans, en dus ook symmetrie op uurbasis. De lange-afstandstrajecten worden vaak met een twee-uurkadans bediend. En de individuele treinverbindingen zijn over de dag symmetrisch, bijvoorbeeld de tegentrein van de Intercity die 's ochtends om 6 uur uit Hamburg vertrekt en om 16uur in Basel aankomst is de trein die om 11uur uur Basel vertrekt en om 21 uur in Hamburg arriveert.



Figuur 1: tijd-weg diagram geeft bij gelijke heen- en terugrichting een symmetrische dienstregeling met symmetrietijdstip

3. Symmetrie in totale verplaatsingen

Onderzocht is of de totale reizigersmarkt "symmetrisch" is, dat wil zeggen gaan er evenveel reizigers van A naar B als van B naar A. Deze vraag is beantwoord door de jaarmatrix HB te spiegelen over de diagonaal, en dan de verschillen te bekijken. Na spiegeling blijkt 2,2% van het aantal reizen slechts in één richting gemaakt te worden. In paragraaf 3.1 wordt eerst de cijfermatige analyse uitgevoerd. In paragraaf 3.2 wordt gezocht naar mogelijke verklaringen van de geconstateerde asymmetrieën.

3.1 Analyse per herkomst-bestemmingsrelatie

In onderstaande tabellen staan links de 20-herkomst-bestemmingsrelaties waar in absolute zin de grootste asymmetrie optreedt. Gelet op de commerciële gevoeligheid van deze cijfers zijn de absolute aantallen overigens niet genoemd, maar het percentage. Genoemde richting is de drukste richting, dus er reizen bijna 5% meer mensen *van* Schiphol *naar* Amsterdam Centraal, dan van Amsterdam naar Schiphol. In de rechterkolom staan de 20 meest asymmetrische verplaatsingen in relatieve zin. Als ondergrens is overigens wel gesteld dat de asymmetrie minstens 10 reizigersbewegingen per dag moet betreffen om toevalstreffers op dunne verplaatsingsrelaties te voorkomen.

De grootste a-symmetrieën in absolute zin:			De grootste a-symmetrieën in relatieve zin		
(genoemde H-B is de grootste richting)			(genoemde H-B is de grootste richting)		
(meer in dan uit)	(meer uit dan in)		(meer in dan uit)	(meer uit dan in)	
Schiphol	Amsterdam C	4,9%	Groningen	Ede-Wageningen	79,3%
Amsterdam C	Utrecht C	5,9%	Hilversum Mediapark	Hilversum	79,1%
Amsterdam Sloterdijk	Amsterdam C	8,5%	Hilversum Sportpark	Amersfoort	77,6%
Utrecht C	Amsterdam Bijlmer	9,7%	Amsterdam C	Venlo	76,8%
Den Haag C	Rotterdam C	13,0%	Amsterdam RAI	Amsterdam C	66,0%
Schiphol	Amsterdam Lelylaan	12,5%	Amsterdam Sportpark	Amsterdam Z	63,8%
Amsterdam C	Hilversum	7,7%	Hilversum	Hollandsche Rading	60,3%
Den Haag HS	Leiden	7,1%	Arnhem Velperpoort	Arnhem Presikhaaf	59,3%
Utrecht C	Amersfoort	3,7%	Roermond	Amsterdam C	58,1%
Leiden	Den Haag Laan van NOI	10,5%	Arnhem Velperpoort	Utrecht Centraal	54,9%
Rotterdam C	Dordrecht	7,1%	Duivendrecht	Amsterdam Bijlmer	52,6%
Dordrecht	Rotterdam Blaak	5,2%	Hilversum Sportpark	Duivendrecht	48,7%
Schiphol	Den Haag C	7,7%	Hilversum Sportpark	Amsterdam C	48,7%
Schiphol	Rotterdam C	5,4%	Duivendrecht	Amsterdam C	47,1%
Roermond	Amsterdam C	58,1%	Groningen Europapark	Groningen	46,9%
Utrecht C	Amsterdam Amstel	2,2%	Amsterdam Zuid	Amsterdam C	46,4%
Amsterdam C	Venlo	76,8%	Arnhem Presikhaaf	Arnhem	44,8%
Amsterdam C	Amersfoort	6,4%	Amsterdam Bijlmer	Amsterdam Holendrecht	44,3%
Schiphol	Amsterdam Zuid	4,9%	Amsterdam Amstel	Amsterdam Holendrecht	41,9%
Nijmegen	Arnhem	2,1%	Zwolle	Ede-Wageningen	41,9%

Figuur 2: meest asymmetrische herkomst-bestemmingsrelaties

Uiteraard scoren "zware" verplaatsingen goed in het overzicht van absolute asymmetrieën: immers, een kleine asymmetrie op een zeer drukke relatie als Amsterdam-Schiphol zal in absolute zin meer asymmetrische verplaatsingen opleveren dan een sterke asymmetrie op een niche-verplaatsing. Voor verbindingen van enige significantie (concreet: meer dan 100 verplaatsingen per dag) is de meest symmetrische H-B-relatie op jaarbasis Nijmegen-Nijmegen Dukenburg: 99,996% van het aantal reizigers dat heen reist, reist ook weer terug op dezelfde relatie.

3.2 Analyse in- en uitstappers

Normaliter is een station op jaarbasis symmetrisch en heeft een station evenveel in- als uitstappers. De grootste uitzonderingen zijn:

Meer uit- dan instappers		Meer in- dan uitstappers	
Amsterdam Bijlmer	5,2%	Schiphol	4,5%
Den Haag Laan van NOI	8,3%	Amsterdam Centraal	0,8%
Duivendrecht	6,6%	Utrecht Centraal	0,6%
Arnhem	2,0%	Den Haag Centraal	1,2%
Amsterdam Amstel	2,3%	Arnhem Velperpoort	21,5%
Amsterdam Lelylaan	4,1%	Groningen	1,7%
Amsterdam Zuid	1,2%	Almere Oostvaarders	6,4%
Amsterdam Holendrecht	14,6%	Roermond	2,1%
Rotterdam Centraal	0,5%	Almere Muziekwijk	3,2%
Driebergen-Zeist	4,8%	Almere Poort	5,9%
Haarlem	1,0%	Krommenie-Assendelft	3,9%
Amersfoort	1,0%	Alkmaar Noord	4,6%
Almere	1,5%	Delft	0,6%
's-Hertogenbosch	0,8%	Etten Leur	5,9%
Zaandam	1,7%	Hoorn Kersenboogerd	3,8%
Hilversum	1,4%	Enschede	1,0%

Figuur 3: meest asymmetrische in- en uitstapstations

3.3 Mogelijke verklaringen asymmetrie

Op basis van bovenstaande overzichten is gezocht naar samenhang en mogelijke mechanismes die asymmetrisch reisgedrag zouden kunnen veroorzaken. Naast twee mogelijke verklaringen voor daadwerkelijk asymmetrisch reisgedrag (3.3.1 en 3.3.2) zijn er ook twee methodische verklaringen (3.3.3 en 3.3.4) waardoor verplaatsingen asymmetrisch *lijken*.

3.3.1 De Centraal Station bonus

In de regio Amsterdam en Den Haag valt op dat het Centraal station aanzienlijk meer in- dan uitstappers trekt (Amsterdam Centraal zo'n 700 reizigers per dag), terwijl de overige stations in het stedelijk gebied juist een surplus aan uitstappers hebben. Het lijkt er dus op dat reizigers wanneer ze de stad *uit* gaan vaker voor het Centraal station kiezen en wanneer ze stad *in* gaan vaker via andere stations reizen. Een logische verklaring lijkt dat reizigers wanneer ze naar de stad gaan simpelweg de eerst mogelijke trein kiezen die naar de stad gaat en daarna met lokaal OV hun weg naar de eindbestemming zoeken. Stad *uit* móet een station gekozen worden en ligt Centraal station voor de hand.

Voorbeeld: wanneer een reiziger vanuit Eindhoven naar het Museumplein in Amsterdam wil, kiest hij in Eindhoven de eerste de beste trein, of deze nu naar Amsterdam Zuid of Amsterdam Centraal gaat maakt weinig uit: vanaf beide stations is een goede tramverbinding naar Museumplein. Op de terugweg móet gekozen worden en kiest hij waarschijnlijk voor het grootste station: Amsterdam Centraal.

In Rotterdam wordt een dergelijk fenomeen niet waargenomen. Mogelijk speelt hier een rol dat in Rotterdam alle treindiensten Centraal Station aandoen, waar dit in Den Haag en Amsterdam niet het geval is.

3.3.2 *Makkelijker gebracht dan gehaald*

Op Schiphol is het zeer opvallend dat er zo'n 1.700 reizigers per dag meer in- dan uitstappen. Mogelijk komt dat omdat meer luchtreizigers door vrienden of familie met de auto gebracht worden dan dat er afgehaald worden. Wegbrengen is vrij eenvoudig en goedkoop: je zet de luchtreiziger voor de terminal af en de wegbrenger kan gelijk weer verder. Ophalen is minder laagdrempelig: je moet (kostbaar) parkeren en langer wachten. Niet vreemd dus dat minder mensen per auto opgehaald worden, en dus instapper van het treinsysteem worden.

3.3.3 *Samenhang met regionale vervoerders*

Heel interessant zijn de in- en uitstapoverschotten van Venlo en Roermond. In Venlo wordt meer uitgestapt uit NS treinen (5,3%) terwijl in absolute zin een ongeveer gelijk aantal een overschot aan NS-instappers in Roermond optreedt (2,1%). Crux lijkt de regionale Maaslijn. Voor stations ongeveer halverwege de Maaslijn lijkt bij vertrek de route via Roermond aantrekkelijker richting Randstad, terwijl in de andere richting juist de overstap in Venlo de voorkeur geniet. De reiziger heeft wel een symmetrische herkomst en bestemming, maar wordt op verschillende NS-stations geregistreerd. Ook de asymmetrie op Arnhem, Arnhem Velperpoort en Ede-Wageningen heeft mogelijk te maken met het productaanbod van de regionale vervoerder

3.3.4 *Een reis, twee ritten*

Rondom de Hilversumse Sprinterstations wordt een vreemde asymmetrie geconstateerd. Mogelijk speelt hier een rol dat in 2016 een deel van het jaar een Sprinter op een perron gehalteerd heeft dat niet rechtstreeks op de andere perrons was aangesloten. Overstappers moesten aldaar eerst uit- en vervolgens weer inchecken. Het tarief van deze reizigers is gecorrigeerd alsof het één treinreis was, maar voor de Herkomst-Bestemmingsmatrix is deze verplaatsing geregistreerd als een reis náár Hilversum en een reis vanuit Hilversum.

3.4 *Bruikbaarheid conclusies*

De uitgevoerde analyse geeft wellicht inspiratie voor bovengenoemde theorieën, het is zeker nog geen sluitend bewijs. En een groot aantal asymmetrieën is met bovenstaande nog niet te verklaren. Vervolgonderzoek zou op zijn plaats zijn, maar de afwijkingen zijn relatief klein (meestal <5%) en daardoor niet interessant om als asymmetrische markt wens te positioneren bij een dienstregelingsontwerp. Het is mogelijk interessanter om te kijken of er juist specifieke momenten in de week of op de dag zijn die een asymmetrisch aanbod wél rechtvaardigen. Hierop wordt in de komende 2 hoofdstukken ingegaan.

4. Symmetrie per dag van de week

In het vorige hoofdstuk is een aantal stations naar voren gekomen dat op jaarniveau niet symmetrisch is. Het grootste deel van de stations is dit op jaarniveau echter wel. Toch kan het zijn dat het niet noodzakelijk is om van en naar deze stations een symmetrische dienstregeling te rijden, als deze stations per dag van de week niet symmetrisch zijn. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de asymmetrie per dag van de week.

Dag	Asymmetrie
Zondag	8,3%
Maandag	4,1%
Dinsdag	2,5%
Woensdag	2,5%
Donderdag	2,8%
Vrijdag	5,6%
Zaterdag	4,2%

Figuur 4: asymmetrie per dag

Om het percentage asymmetrische reizen per dag te berekenen wordt het absolute verschil over alle HB's op een dag opgeteld en gedeeld door het totaal aantal reizen van die dag. Als we de symmetrie van een dag op deze manier definiëren, dan is de zondag de minst symmetrische dag. Dit wordt gevolgd door de vrijdag, zaterdag en maandag. Dinsdag, woensdag en donderdag zijn erg vergelijkbaar en ook het meest symmetrisch.

4.1 Analyse herkomst-bestemming per dag van de week

Om te onderzoeken waar de asymmetrie vandaan komt, is per HB en dag van de week het verschil in aantal reizigers berekend. In de figuur 5 staat de top 20 van HB's met de grootste absolute afwijking. Bij de weergegeven percentages is ook rekening gehouden met de richting van de reis. De genoemde volgorde van de HB is degene met het meeste aantal reizigers. Een positief percentage betekent hier dus dat er meer reizen zijn gemaakt van het eerste station naar het tweede station dan andersom. Een negatief percentage betekent dat de meeste reizen zijn gemaakt van het tweede station naar het eerste station.

In het vorige hoofdstuk kwam Schiphol al naar voren als een erg asymmetrisch station. Op totaalniveau worden er meer reizen gemaakt van Schiphol naar andere stations dan naar Schiphol toe. Hoe de asymmetrie van deze reizen zich verdeelt over de dag van de week is afhankelijk van het andere station. Bovenaan de tabel staat de relatie Schiphol – Amsterdam. Hier is te zien dat er op zondag en maandag meer mensen van Amsterdam naar Schiphol reizen, terwijl ze op donderdag en vrijdag vooral van Schiphol naar Amsterdam reizen. Bij de meeste relaties van of naar Schiphol is dit juist andersom. Reizigers die bijvoorbeeld van Den Haag naar Schiphol willen doen dit vooral op donderdag en vrijdag. Deze reizigers keren op zondag en maandag van Schiphol weer terug naar Den Haag. De relatie Schiphol – Amsterdam kent dus een omgekeerd reispatroon ten opzichte van andere relaties van en naar Schiphol.

- Toeristen reizen Schiphol – Amsterdam en Amsterdam – Schiphol in beide richtingen met de trein, maar verblijven in het weekend in Amsterdam.
- Reizigers die vanuit Nederland naar het buitenland willen, reizen vooral voor het weekend naar Schiphol en keren na het weekend weer terug.

Om andere effecten behalve Schiphol te bekijken, is tabel 6 gemaakt met de top 20 relaties met het grootste absolute verschil, maar nu zonder de relaties van of naar Schiphol.

HB	zondag	maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	zaterdag
Schiphol - Amsterdam CS	-19%	-6%	2%	5%	11%	16%	8%
Amsterdam CS - Utrecht CS	8%	3%	2%	2%	2%	1%	3%
Amsterdam Sloterdijk - Amsterdam CS	-4%	4%	5%	5%	6%	8%	4%
Groningen – Zwolle	-28%	-16%	-3%	0%	2%	24%	9%
Nijmegen – Arnhem	-7%	-2%	0%	1%	1%	7%	4%
Utrecht - Amsterdam Bijlmer	0%	3%	5%	5%	5%	7%	9%
Schiphol - Den Haag CS	24%	10%	4%	1%	-3%	-9%	4%
Den Haag CS - Rotterdam CS	3%	7%	6%	7%	7%	8%	6%
Schiphol - Utrecht CS	20%	9%	4%	1%	-5%	-10%	1%
Schiphol - Rotterdam CS	15%	9%	4%	1%	-3%	-5%	0%
Schiphol - Amsterdam Zuid	15%	7%	2%	-1%	-2%	-4%	9%
Schiphol - Amsterdam Lelylaan	14%	7%	5%	5%	4%	3%	7%
Nijmegen – Zutphen	-27%	-19%	-3%	-1%	3%	25%	10%
Amsterdam CS - Hilversum	6%	3%	4%	4%	5%	4%	3%
Den Haag HS - Leiden	9%	3%	3%	3%	2%	4%	5%
Utrecht CS - Arnhem	-8%	-2%	1%	3%	2%	9%	7%
Schiphol – Leiden	17%	8%	2%	0%	-2%	-7%	0%
Utrecht CS - Amersfoort	0%	0%	1%	2%	1%	4%	4%
Leiden - Laan van NOI	1%	4%	5%	5%	6%	7%	9%
Amsterdam CS - Haarlem	2%	1%	1%	1%	1%	-1%	0%

Figuur 5: asymmetrische H-B-relaties per dag van de week

HB	zondag	maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	zaterdag
Amsterdam CS - Utrecht CS	8%	3%	2%	2%	2%	1%	3%
Amsterdam Sloterdijk - Amsterdam CS	-4%	4%	5%	5%	6%	8%	4%
Groningen – Zwolle	-28%	-16%	-3%	0%	2%	24%	9%
Nijmegen – Arnhem	-7%	-2%	0%	1%	1%	7%	4%
Utrecht - Amsterdam Bijlmer	0%	3%	5%	5%	5%	7%	9%
Den Haag CS - Rotterdam CS	3%	7%	6%	7%	7%	8%	6%
Nijmegen – Zutphen	-27%	-19%	-3%	-1%	3%	25%	10%
Amsterdam CS - Hilversum	6%	3%	4%	4%	5%	4%	3%
Den Haag HS - Leiden	9%	3%	3%	3%	2%	4%	5%
Utrecht CS - Arnhem	-8%	-2%	1%	3%	2%	9%	7%
Utrecht CS - Amersfoort	0%	0%	1%	2%	1%	4%	4%
Leiden - Laan van NOI	1%	4%	5%	5%	6%	7%	9%
Amsterdam CS - Haarlem	2%	1%	1%	1%	1%	-1%	0%
Dordrecht - Rotterdam Blaak	4%	4%	3%	3%	3%	4%	4%
Groningen – Assen	-8%	-2%	1%	2%	2%	11%	4%
Delft - Rotterdam CS	-11%	0%	0%	1%	3%	4%	2%
Rotterdam CS - Dordrecht	4%	2%	2%	3%	3%	3%	0%
Roermond - Maastricht	13%	9%	1%	1%	0%	-9%	-4%
Utrecht CS - 's-Hertogenbosch	-10%	-3%	-1%	0%	1%	6%	4%
Utrecht CS - Eindhoven	-9%	-4%	-1%	0%	1%	8%	4%

Figuur 6: asymmetrische herkomst-bestemmingsverplaatsingen per dag van de week exclusief Schiphol

Relaties die dan nog overblijven met een opvallend weekpatroon zijn gevallen waarbij de getoonde richting meer reizen kent op vrijdag en zaterdag en juist minder op zondag en maandag. Zo gaan er op vrijdag en zaterdag meer reizigers van Groningen naar Zwolle, en op zondag en maandag weer terug. Doordeweeks zijn deze reizigers dus te vinden in Groningen. Hetzelfde zien we voor relaties van Nijmegen, Utrecht en Delft. Uitzondering is Roermond – Maastricht. Deze kent hetzelfde patroon van reizen richting Maastricht op zondag en maandag en vanaf Maastricht op zaterdag en zondag. De reden dat deze relatie andersom in de tabel staat, is dat er over de hele week meer reizen zijn van Roermond naar Maastricht dan andersom.

- Studenten reizen aan het begin van het weekend, vooral op vrijdag, van een studentenstad naar een ander station. Op zondag en maandag wordt weer massaal teruggereisd richting de studentenstad.

4.2 Moment van de dag

Van een aantal van de bovengenoemde relaties is gekeken op welk moment van de dag de afwijking tussen de dagen van de week plaatsvindt. In onderstaande tabel is het verschil weergegeven per dag van de week en dagdeel. Een constant verschil voor alle dagen van de week betekent dat er geen verschil is tussen de dagen van de week. In de tabel is te zien dat voor de relaties van Schiphol naar Amsterdam er altijd een groot verschil zit tussen de maandag en de vrijdag. Bij de relaties richting Schiphol is dit verschil alleen te zien in de daluren en avondspits. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat reizigers vanuit Nederland liever niet in de ochtendspits reizen, terwijl reizigers vanuit het buitenland daar veel minder keus in hebben. Voor de studenten is te zien dat deze in de maandagochtendspits veel asymmetrische reizen maken. Op donderdag en vrijdag vallen de asymmetrische reizen vooral in de daluren en avondspits. Dit is een logisch gevolg van de lestijden van de studenten.

HB	Dagdeel	Maandag	Dinsdag	Woensdag	Donderdag	Vrijdag
Schiphol - Amsterdam CS	Ochtendspits	-22%	-19%	-16%	-9%	-2%
Schiphol - Amsterdam CS	Avondspits	-3%	7%	9%	16%	19%
Schiphol - Amsterdam CS	Dal	-4%	5%	8%	13%	17%
Schiphol - Den Haag CS	Ochtendspits	-34%	-37%	-44%	-43%	-50%
Schiphol - Den Haag CS	Avondspits	20%	15%	13%	6%	1%
Schiphol - Den Haag CS	Dal	19%	13%	9%	4%	-2%
Groningen - Zwolle	Ochtendspits	9%	28%	27%	27%	26%
Groningen - Zwolle	Avondspits	-22%	-21%	-16%	-13%	24%
Groningen - Zwolle	Dal	-23%	-7%	-4%	0%	24%
Nijmegen - Arnhem	Ochtendspits	3%	9%	6%	8%	-1%
Nijmegen - Arnhem	Avondspits	-5%	-6%	-5%	-2%	11%
Nijmegen - Arnhem	Dal	-3%	-1%	0%	-1%	8%

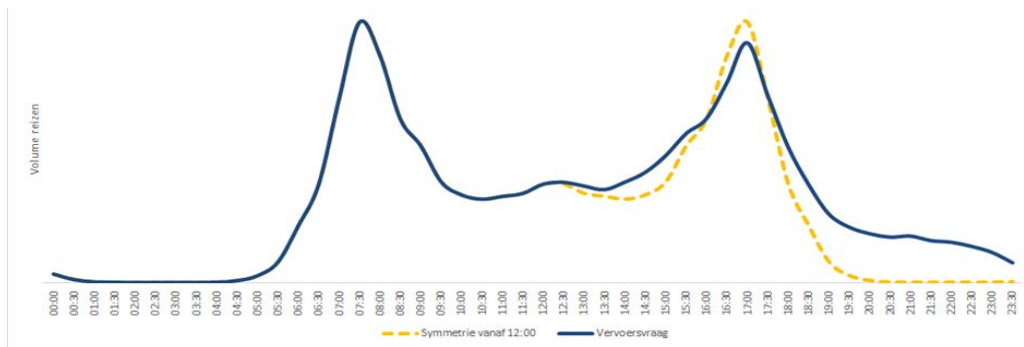
Figuur 7: asymmetrische herkomst-bestemmingsverplaatsingen per weekdag

4.3 Bruikbaarheid conclusies

In de tabellen met de top 20 relaties met de grootste absolute afwijking zijn dus twee verklaringen te vinden voor de asymmetrie rondom het weekend, namelijk het reisgedrag van toeristen en studenten. Deze pieken zijn in ieder geval belangrijke input bij het bepalen van de materieelcapaciteit op die momenten. Onderzocht kan worden of het op die specifieke momenten interessant is om dan ook specifieke treindiensten aan te bieden.

5. Symmetrieverloop over de dag

Wanneer een hele dag gesommeerd wordt tot dagvolumes, zijn veel relaties behoorlijk symmetrisch. Immers: wie heen gaat, gaat ook weer terug. Wanneer we kijken naar welk tijdstip op de dag dit gebeurt, dan zien we een nieuwe vorm van symmetrie terugkomen. Symmetrie over de dag. Figuur 8 geeft het aantal reizen weer gedurende de dag (donkerblauw). Duidelijk is de ochtendspits te herkennen, vaak met een hoge piek in een relatief kort tijdbestek. Daarna daalt de vervoersvraag en blijft relatief constant gedurende de dag. Vanaf omstreeks 14:00 begint de vervoersvraag alweer langzaam te stijgen richting de avondspits, die over het algemeen breder is en een minder hoge piek kent. Na de avondspits blijft er een langzaam aflopende vervoersvraag tot ongeveer middernacht over.

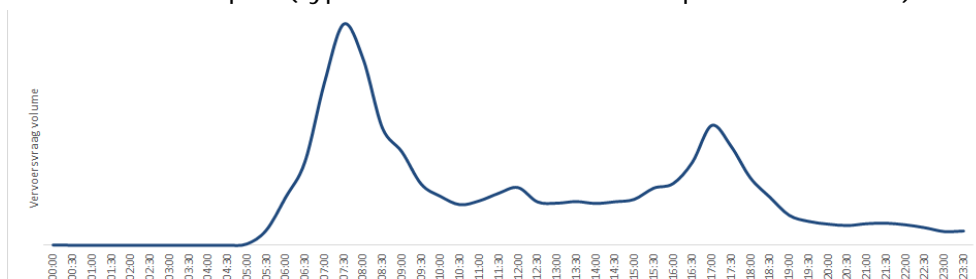


Figuur 8: landelijke vervoersvraag over de dag

Wanneer we de volumes voor 12:00 spiegelen na 12:00 ontstaat de gele gestippelde lijn. We zien dan duidelijk terug dat de avondspits iets vlakker verloopt dan de ochtendspits en we zien ook duidelijk terug dat er asymmetrie ontstaat in de avonduren. Na de avondspits blijft er nog urenlang een redelijke vervoersvraag, terwijl er vóór de ochtendspits nauwelijks vervoersvraag is.

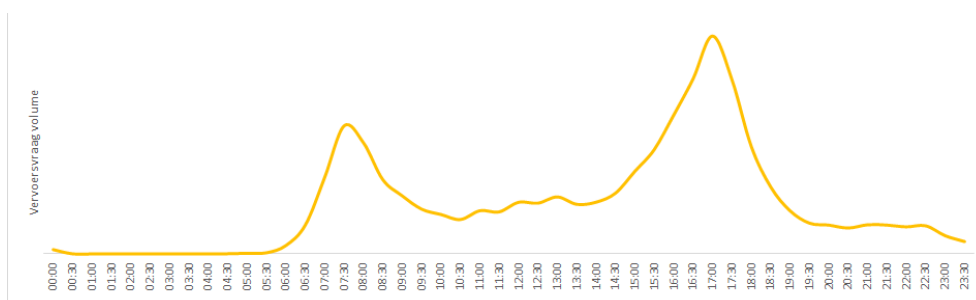
Hoewel de ochtend- en avondspits iets verschillen is de vervoersvraag gedurende de dag redelijk symmetrisch. In de avonduren verdwijnt de symmetrie echter, doordat een grote vervoersvraag in de vroege ochtend niet bestaat.

Wanneer we inzoomen op specifieke HB-relaties zien we de zelfde symmetrie terug. Voor één HB-relatie in 1 richting geldt veelal dat óf de ochtendspits veel hoger is dan de avondspits (typisch voor een productie > attractie relatie) óf de avondspits veel hoger is dan de ochtendspits (typisch voor een attractie > productie relatie).



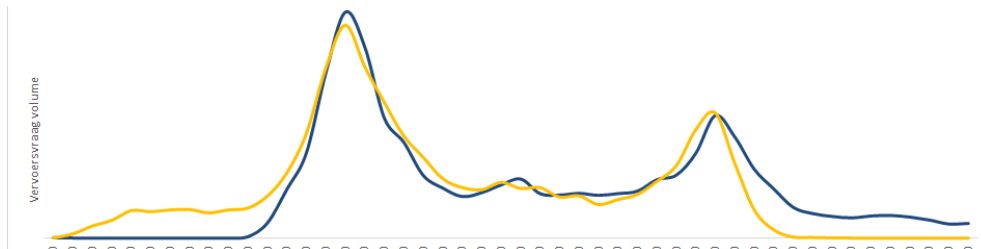
Figuur 9: vervoersvraag over de dag voor herkomst-bestemming 's-Hertogenbosch>Utrecht

Bovenstaande grafiek geeft de vervoersvraag weer voor 's Hertogenbosch – Utrecht Centraal. We zien dan duidelijk dat in de ochtendspits veel meer reizigers van 's Hertogenbosch naar Utrecht reizen dan in de avondspits. Wanneer we deze relatie in omgekeerde richting beschouwen, zien we het omgekeerde gebeuren:



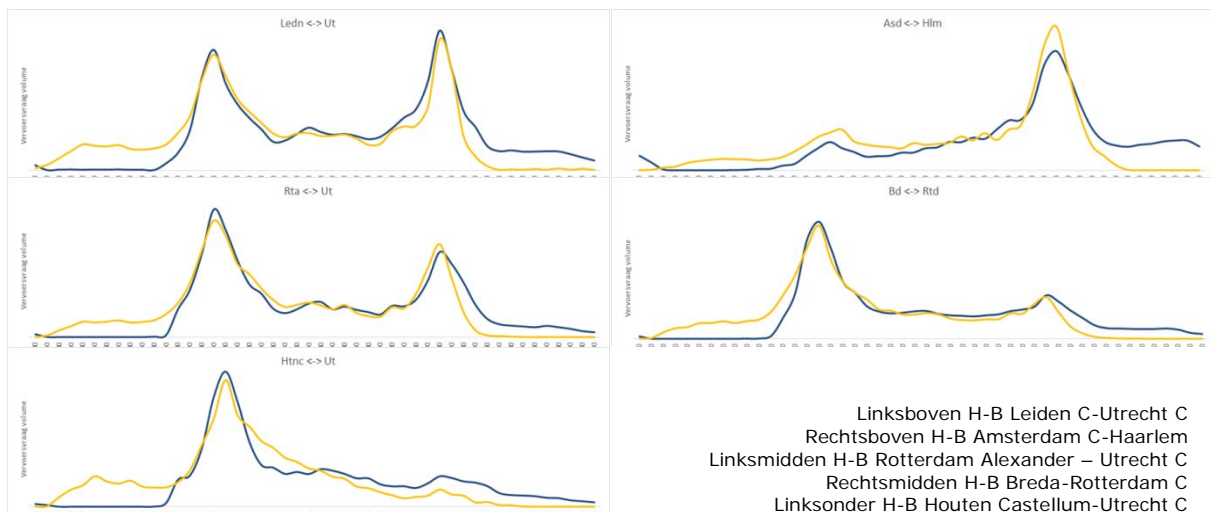
Figuur 10: vervoersvraag over de dag voor herkomst-bestemming Utrecht>'s-Hertogenbosch

Van Utrecht Centraal naar 's-Hertogenbosch reizen in de ochtendspits juist veel minder mensen dan in de avondspits. Wie door de oogharen naar de grafieken kijkt zal de symmetrie direct opvallen. Wanneer we de grafieken "op elkaar" leggen, waarbij de tweede grafiek horizontaal gespiegeld wordt, wordt het volgende fenomeen zichtbaar:



Figuur 11: vervoersvraag over de dag voor 's-Hertogenbosch > Utrecht beide richtingen gespiegeld
 Let op: er is nu een dubbele x-as. Voor de gele lijn loopt de tijd van rechts naar links. Voor de blauwe lijn loopt de tijd van links naar rechts.

Er is een onmiskenbare symmetrie gedurende de dag. Alleen zoals verwacht: in de avonduren verdwijnt de symmetrie. De gele lijn ligt aan de linkerkant veel hoger en de blauwe lijn aan de rechterkant. Voor vrijwel alle relaties is op deze manier een symmetrie zichtbaar, met terugkerende patronen.



Figuur 12: symmetrie op diverse herkomst-bestemmingsrelaties

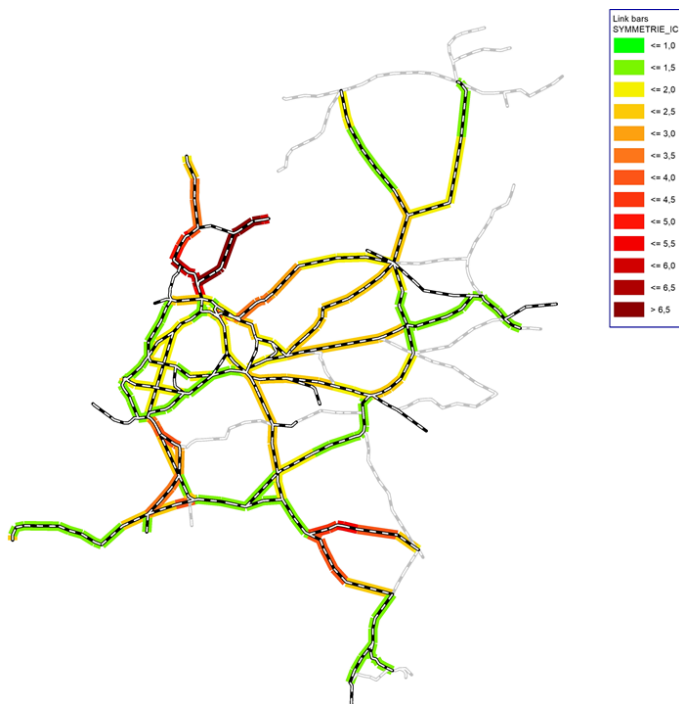
5.1 Bruikbaarheid conclusies

Met deze kennis in het achterhoofd lijkt het logisch om hier in het dienstregeling-ontwerp gebruik van te maken. Wanneer het grootste deel van het materieel "overnacht" waar ook de meeste reizigers 's ochtends vertrekken, kan in de ochtend met hoge frequentie en lange treinen naar de bestemming van de meeste reizigers gereden worden en in de avond weer terug.

6. Symmetrie per baanvak

Een elk uur symmetrische dienstregeling, waarin in beide richtingen vrijwel altijd met dezelfde frequentie en treinlengte gereden wordt, lijkt dus op basis van voorgaande informatie niet voor de hand te liggen. De vraag die nog open blijft is alleen: hoe zijn de productie en attractie locaties dan verspreid? Dat kunnen we zien door de symmetrie per baanvak te bekijken.

6.1 Intercity



Gesommeerd over een volledige werkdag is de vervoersvraag per baanvak ook symmetrisch. Echter, wanneer we alleen naar de ochtendspits kijken, dan zien we (zoals verwacht) dat er wel degelijk asymmetrie optreedt.

In de figuur is de symmetrie weergegeven door de vervoersvolumes van de drukste richting te delen door de rustigste richting. Dit resulteert in een factor die altijd > 1 is. De grootste asymmetrie vinden we op de lijn Enkhuizen – Amsterdam, waar de verhouding tussen de spitsrichting en tegenspitsrichting vaak > 10 is.

Figuur 13: Vervoersvraag Intercity in de ochtendspits

Het blijkt dat vooral het vervoer in de Randstad redelijk symmetrisch is. Tussen Utrecht en Rotterdam en tussen Rotterdam en Den Haag reizen in de ochtendspits in beide richtingen ongeveer evenveel reizigers. Intercity's profiteren van de polycentrische structuur in de Randstad. Veel steden hebben zowel een productiefunctie (woningen) als een attractiefunctie (banen, winkels, recreatie) en ook in redelijk gelijke mate. Hierdoor zijn de Intercity's voor de lange afstand vaak relatief symmetrisch vergeleken bij andere stedelijke agglomeraties in de wereld.

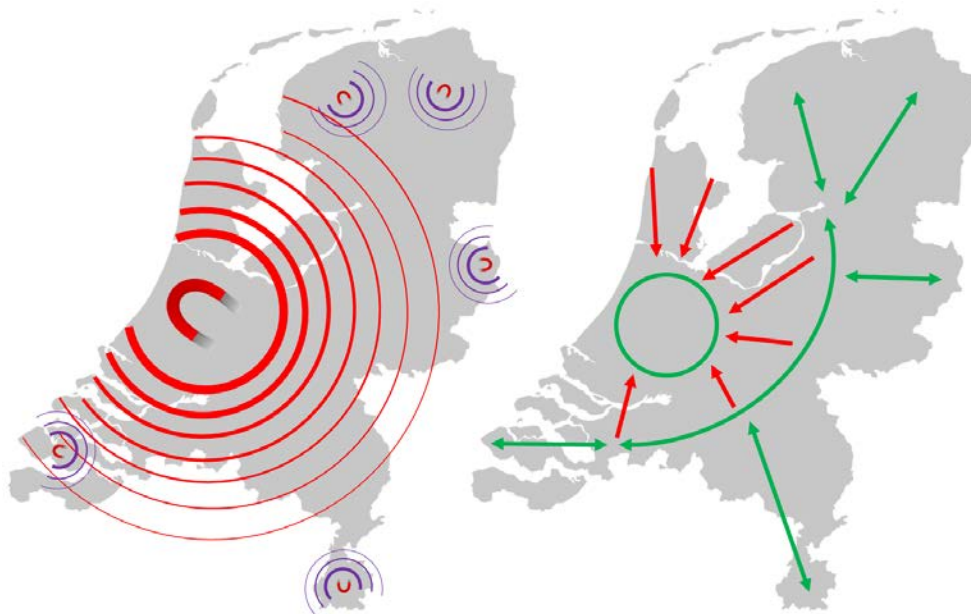
De Randstad werkt als een grote magneet op de zone rond de Randstad. Daardoor zien we een zeer sterk asymmetrisch patroon vanaf alle hoeken van het land. Vanuit Noord-Holland en Flevoland naar Amsterdam, vanuit Overijssel en Gelderland en Noord-Brabant richting Utrecht en vanuit Zeeland en Noord-Brabant naar Rotterdam.

Aan de uiteinden van de lijnen vinden we echter ook vaak kleinere "magneten", waardoor ook daar weer aantrekking plaats vindt. Hoe verder van de Randstad, hoe minder groot de aantrekkingskracht van de Randstad nog is, waardoor de vervoersvraag weer in balans komt tussen de grote magneet van de Randstad op grote afstand en de kleinere magneten op kleinere afstand. Dit zien we aan de uiteinden van de lijnen bij Leeuwarden, Groningen, Enschede, Limburg en Zeeland.

De IJssellijn, die als een tangentiële lijn om de Randstad rijdt vanaf Roosendaal, via 's-Hertogenbosch en Arnhem tot Zwolle, is ook redelijk symmetrisch, omdat de Randstad op deze tangentiële lijn minder aantrekkingskracht kan uitoefenen. De kleinere magneten langs deze lijn hebben vaak een gelijkmatige aantrekkingskracht, waardoor de gehele lijn redelijk symmetrisch is.

Op enkele baanvakken halteren de Intercity's zo vaak dat ze eigenlijk het Sprintersegment bedienen. Hier zien we dan ook de karakteristieken van de Sprintermarkt terug (zie volgende paragraaf).

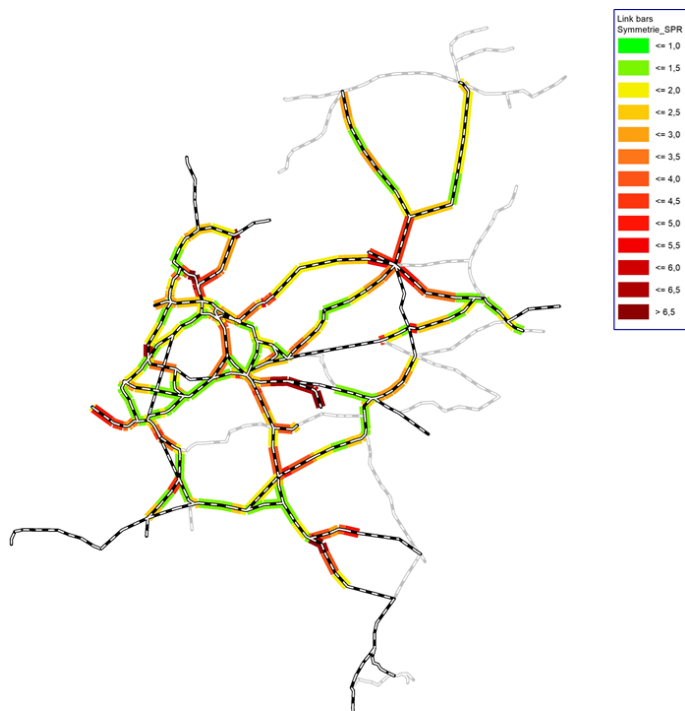
Sterk vereenvoudigd treden de volgende effecten op:



Figuur 14: links De randstad werkt als een grote magneet. Ook steden buiten de randstad werken als kleine magneten. Rechts: Daar waar de aantrekkingskracht van de magneet groot is, treedt veel asymmetrie op. Rood = relatief asymmetrisch, Groen = relatief symmetrisch.

Doordat Nederland een sterk polycentrisch karakter heeft zijn productie en attractie vaak in evenwicht. De conclusie aan het einde van het vorige hoofdstuk dat materieel zou moeten "overnachten" waar reizigers overnachten vervalt hiermee voor de meeste baanvakken. Doordat het vervoer relatief symmetrisch en gelijkmatig is moet het materieel langs de hele lijn evenveel rijden. Het ligt dan wel degelijk voor de hand om in beide richtingen dezelfde dienstregeling te rijden. Alleen op trajecten waar echt grote asymmetrie optreedt (rood in bovenstaande figuren) kan dan een asymmetrische dienstregeling gereden worden. Deels gebeurt dit ook al, zoals tussen Enkhuizen en Amsterdam. Bovenstaande figuren geven aanleiding te onderzoeken of een asymmetrische dienstregeling ook gereden kan worden tussen Venlo en Eindhoven, Dordrecht en Rotterdam en Alkmaar en Amsterdam.

6.2 Sprinter



Figuur 15: vervoersvraag Sprinter

In de Sprintermarkt zien we hele andere karakteristieken terug. Sprinters zijn vaak veel meer gericht op de steden die zowel als attractie werken als als overstap op Intercity's.

We zien forse asymmetrie optreden rond veel knopen. Direct in het oog springen Zwolle, Utrecht, Amsterdam, Rotterdam (Hoekse Lijn), Leiden, 's Hertogenbosch en Eindhoven. Dit geeft voor het dienstregelingontwerp grote uitdagingen, zeker wanneer treinen "over de knoop" doorrijden. Treinen moeten dan met grote materieelsamenstelling rijden naar de knoop en rijden met veel lege stoelen vervolgens weer naar de rand van de agglomeratie.

Wanneer de Sprinters goed de vervoersvraag zouden volgen, dan bedienen ze vooral de vervoersmarkt rond een stedelijke agglomeratie. Bijvoorbeeld alleen de markt rond Amsterdam of alleen de markt rond Utrecht. In de praktijk rijden in Nederland veel Sprinters echter net als de Intercity's door meerdere agglomeraties, terwijl de vervoersvraag hier maar beperkt om vraagt. De treinserie Uitgeest – Rhenen vult zo bijvoorbeeld eerst met reizigers richting Amsterdam, vervolgens loopt deze trein leeg, om richting Utrecht weer te vullen. De vervoersvraag rond Amsterdam is echter veel groter, waardoor deze Sprinter inefficiënt ingezet is en rond Utrecht met veel lege stoelen rijdt, die nuttiger ingezet zouden kunnen worden.

Voor de Sprintermarkt is de aanbeveling voor het dienstregeling ontwerp dus om lijnvoeringen vooral niet te lang te maken en aan de randen van de agglomeratie te eindigen en niet door te rijden. Idealiter zouden Sprinters dan ook de vervoersvraag volgen en 's nachts in de voorsteden "overnachten" en overdag in de stad staan. Hiervoor is echter te weinig opstelruimte in de stad en omdat de afstanden kort zijn is het efficiënter om Sprinters net als metro's meerdere keren heen en weer te laten rijden gedurende de spits, met uiteraard relatief lege terugritten als gevolg. Hier kan gekozen worden om in de lege richting niet te halteren en zo snel mogelijk terug te gaan naar het beginpunt, zoals tussen Oss en 's-Hertogenbosch gebeurt.

7. Conclusies en aanbevelingen

In de vervoersvraag per trein, zoals deze bij NS bekend is, is een aantal interessante asymmetrische reizen ontdekt. Een aantal van deze asymmetrische reizen zijn verklaarbaar uit de meetmethodiek. Vooral het feit dat de vervoersvraag alleen per vervoerder bekend is, levert soms onvolledige inzichten op. Ook zijn er asymmetrische reizen die het gevolg zijn van de aangeboden dienstregeling. Zo starten reizigers hun treinreis bijvoorbeeld vaker op Amsterdam Centraal dan op een klein station, maar maken ze voor de terugreis gebruik van een trein die helemaal niet op Amsterdam Centraal stopt. De overige asymmetrische reizen kunnen worden toegedeeld aan bepaalde reizigersgroepen. Vooral toeristen en studenten kennen een afwijkend reispatroon over de dagen van de week, terwijl forensen juist een extreem symmetrische vervoersvraag hebben.

Het doel van dit paper is om te onderzoeken of er in de vervoersvraag behoefte is aan een asymmetrische dienstregeling. In het paper "Logistiek-infrastructurele aspecten van een symmetrische dienstregeling" wordt gesproken over een aantal specificaties die leiden tot een asymmetrische dienstregeling. De voorbeelden die hier worden genoemd zijn spitstreinen, voortreinen en wensen met betrekking tot aansluitingen op andere treinen. Vanuit het onderzoek naar de vervoersvraag zijn gevallen naar voren gekomen waar deze specificaties leiden tot een betere aansluiting op de klantwens.

Van een aantal asymmetrische reizen is duidelijk dat hier zeker in de materieelplanning rekening mee moet worden gehouden. Vooral de verplaatsingen van de studenten zijn van zo'n omvang dat er op maandagochtend en vrijdagmiddag meer materieel nodig is dan de rest van de werkweek. Op deze momenten worden dan ook langere treinen ingezet. Wanneer de maximale lengte van de trein bereikt is en hiermee nog steeds niet aan de vervoersvraag kan worden voldaan, is het ook mogelijk om een voortrein in te zetten. Dit zal vooral op de maandagochtend een goede optie kunnen zijn, omdat de studenten zich dan heel geconcentreerd rondom een specifiek tijdstip verplaatsen. Op de vrijdagmiddag is de verplaatsing veel meer gespreid en is de verwachting dat dit met langere treinen goed op te vangen is.

Het inzetten van extra treinen lijkt wel nuttig om het effect van de ochtend- en avondspits te volgen. Hoewel er op de meeste trajecten sprake is van een vrij symmetrische vervoersvraag in beide richtingen, is er een aantal lijnen aan te wijzen waar het loont om treinen een bepaalde periode in één richting te laten rijden. Voor de intercity's op de trajecten Enkhuizen – Amsterdam en Alkmaar – Haarlem is het nu al zo dat er alleen in de ochtendspits een aantal intercity's richting Amsterdam en Haarlem rijdt en in de avondspits in de tegenovergestelde richting. Een aantal trajecten, zoals Venlo naar Eindhoven, Dordrecht naar Rotterdam en Alkmaar naar Amsterdam, zou hier mogelijk aan toegevoegd kunnen worden.

Voor de sprinters geldt dat richting bijna elke knoop asymmetrisch gereden zou kunnen worden. Hierbij moet de lengte van het traject wel worden beperkt. Momenteel wordt er al asymmetrisch gereden tussen bijvoorbeeld Oss en 's-Hertogenbosch, waarbij in de tegenspits richting de trein leeg terug rijdt. Dit zou ook uitgebreid kunnen worden naar andere trajecten.