

Een betere dienstregeling door de grootste gemene deler

Alex Bruijn – Nederlandse Spoorwegen – alex.bruijn@ns.nl
Justin Hogenberg – Nederlandse Spoorwegen – justin.hogenberg@ns.nl
Niek Guis – Nederlandse Spoorwegen – niek.guis@ns.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 21 en 22 november 2019, Leuven

Samenvatting

Als een trein 's ochtends om 8.16 vertrekt, dan is de kans groot dat er ook één gaat om 9.16, 10.16, etc. Tijdens het ontwerpen van de dienstregeling staat dit fenomeen bekend als het basisuurpatroon. In een latere fase wordt dit basisuurpatroon "uitgerold" over de dag en de week. Het is de gewoonte om een worst-case situatie als basisuurpatroon te kiezen. Dat wil zeggen dat alle wensen (treinen) van alle vervoerders tegelijk optreden en ingepast moeten worden in 1 uur dienstregeling. Normaliter gebeurt dit in de spits.

Er kleven echter ook nadelen aan het gebruik van een worst-case situatie als basisuurpatroon. Er moeten onherroepelijk compromissen gesloten worden om alle wensen van alle vervoerders in te plannen (treinen staan langer stil dan nodig, hebben vreemde stoppatronen of kunnen überhaupt niet rijden). Deze compromissen werken ook door in het dal; elk uur, elke dag, het hele jaar.

In dit paper is een alternatieve ontwerpmethodiek voorgesteld. De dienstregeling wordt opgebouwd vanuit de basisbehoefte: de wensen van vervoerders die de hele dag door gelden. De basisvervoersvraag wordt dan bediend door het basisnet, dat met weinig compromissen snel en comfortabel kan rijden. De pieken in de spits worden opgevangen door additionele spitsreinen. Voor deze spitsreinen zijn zeer waarschijnlijk wel grotere compromissen nodig en ze vragen daarom relatief veel van de restcapaciteit van de treininfrastructuur.

Pieken in bijvoorbeeld studentenvervoer en strandvervoer kunnen worden opgevangen met andere additionele modules. Hoewel in een klein deel van de treinen grote compromissen gesloten moeten worden is de verwachting dat voor veruit het grootste deel van de reizigers de dienstregeling wel veel beter wordt, omdat in veruit het grootste deel van de treinen geen compromissen nodig zijn en omdat 60%-70% van de treinreizigers buiten de spits reist.

Uit een analyse van de vervoersvraag blijkt dat een dergelijke basisbehoefte, afhankelijk van de definitie, ongeveer 60%-80% van de vervoersvraag dekt. Dit lijkt een ideale hoogte om enerzijds wel een gedegen basisproduct te kunnen rijden, maar anderzijds ook ruimte te bieden om compromisloos te ontwerpen.

Uiteraard bestaan er ook risico's. Passen de spitsreinen überhaupt er nog wel tussen? Kiezen reizigers wel voor spitsreinen als deze wel compromissen hebben en het basisnet snel en comfortabel is? Is de vervoervraag in de spits niet veel te hoog? Omdat wij nu de antwoorden nog niet hebben is het advies: probeer het eens!

1. Inleiding

1.1 *Klokvaste dienstregeling*

Het Nederlandse spoor kent sinds de jaren '70 een *klokvaste dienstregeling*. Dit houdt in dat de dienstregeling zich elk uur herhaalt. Elk uur weer, elke dag weer, het hele jaar lang. Als een trein 's ochtends om 8.16 vertrekt, dan is de kans groot dat er ook één gaat om 9.16, 10.16, etc.

Werken met een klokvaste dienstregeling heeft twee belangrijke voordelen:

1. De dienstregeling is herkenbaar voor reizigers. Ze hebben immers de hele dag hetzelfde product. Reizigers hoeven niet te onthouden hoe laat alle treinen precies rijden; ze hoeven alleen te onthouden dat de trein altijd om .16 gaat.
2. Ontwerpen van dienstregelingen is een complex en tijdrovend proces. Door slim de uren te kopiëren hoeft er veel minder ontworpen en getoetst te worden.

1.2 *Basisuurpatroon*

Tijdens het ontwerpen van de dienstregeling staat dit fenomeen bekend als het *basisuurpatroon*. In een latere fase wordt dit basisuurpatroon "uitgerold" over de dag en de week. Voor elk uur en elke dag wordt bepaald of de trein wel of niet moet rijden.

Het is de gewoonte om een *worst-case situatie* als basisuurpatroon te kiezen. Dat wil zeggen dat *alle wensen (treinen) van alle vervoerders* tegelijk optreden en ingepast moeten worden in 1 uur dienstregeling. Als een passend ontwerp wordt gevonden voor alle wensen op de beschikbare infrastructuur, dan past het de rest van de dag automatisch ook. In de praktijk komt dit neer op een spitsuur omdat de vervoersvraag dan het grootst is en vervoerders dus de meeste treinen willen rijden. In de spitsen rijden vrijwel alle treinen, overdag een paar treinen minder en in de avonduren en het weekend nog wat minder.

Er kleven echter ook nadelen aan het gebruik van een worst-case situatie als basisuurpatroon. Dit komt vooral doordat de beschikbare infrastructuur een beperkte capaciteit heeft. Het is op veel trajecten onmogelijk om alle wensen van alle vervoerders in te passen. De worst-case past eigenlijk nooit. Daarom moeten er *compromissen* gesloten worden. Treinen worden bijvoorbeeld langer dan gewenst stilgezet (uitgebogen), moeten stations overslaan of kunnen zelfs helemaal niet rijden omdat er geen ruimte voor is.

Deze compromissen werken in een klokvaste dienstregeling automatisch door in de rest van de dienstregeling, elk uur, elke dag, het hele jaar. Dit terwijl de echte worst-case situatie maar zeer zelden optreedt en de wensen van alle vervoerders dus heel vaak gewoon zouden passen zónder compromissen.

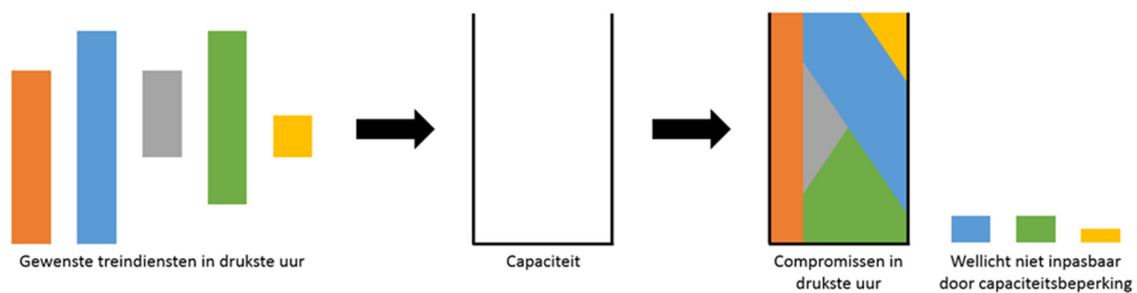
Voorbeeld 1:

In dienstregeling 2017 was de wens van NS om de Sprinter Roosendaal – Dordrecht (zoals gebruikelijk) 2 keer per uur te rijden. Het bleek echter onmogelijk dit in te passen met wensen van goederenvervoerders en andere wensen van NS. Er werd een compromis gesloten waarin de Sprinter slechts 1 keer per uur kon rijden. In de praktijk reed deze goederentrein niet elk uur van elke dag en had de Sprinter van NS in die uren dus wel 2 keer per uur kunnen rijden.

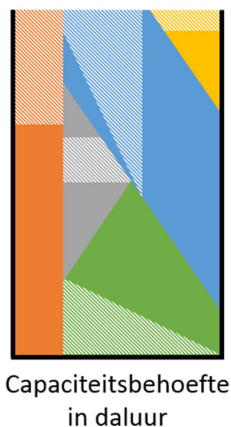
Voorbeeld 2:

De Intercity van Vlissingen naar Amsterdam kan in Zeeland niet met lang materieel rijden door beperkte perronlengtes. In de Randstad is in de spits wel lang materieel nodig en dus is er in Roosendaal een lange haltering gepland om de trein te verlengen. Buiten de spits is ook in de Randstad geen lange trein nodig en dan is deze lange haltering ook helemaal niet nodig.

In onderstaande figuren wordt grafisch weergegeven hoe een worst case combinatie compromissen oplevert en hoe deze compromissen ook buiten de spits, soms nodeloos, de dienstregeling verslechteren. We gebruiken een metafoor van een vat water, waarbij het vat de capaciteit is die vanuit de infrastructuur geboden wordt, het water is het vervoersvolume. Dit wordt gerepresenteerd door gekleurde blokjes. Elke kleur is bijvoorbeeld een pakket wensen van een vervoerder.



Figuur 1: inpassen van alle gewenste treindiensten in het drukste uur leidt tot noodzakelijke compromissen (in dit geval vervormingen)



Figuur 2: niet alle treindienstwensen in het drukste uur treden elk uur op waardoor de compromissen (vervormingen) deels nodeloos in de dienstregeling blijven omdat de vervoervraag er niet is (gearceerd)

1.3 Toenemende vervoersvraag

In de spoorsector wordt al gestudeerd op de periode 2030-2040. Om tegen die tijd voldoende capaciteit te bieden, moeten nú al plannen gemaakt worden. Op dit moment zien we op ons af komen dat de vervoersvraag in de komende jaren nog hard zal blijven stijgen. En daarmee de wensen van de vervoerders om meer treinen te rijden. Plannen op de worst-case situatie en daarmee dimensioneren van de infrastructuur wordt dan erg duur. Er zijn dan zoveel treinen en er is zoveel infrastructuur nodig dat het onverantwoord lijkt om alles in het werk te zetten om te allen tijde de worst-case situatie te blijven faciliteren.

1.4 Alternatief voorstel

In dit paper wordt een alternatieve denkwijze voorgesteld, waarin de dienstregeling wel klokvast blijft, maar het basisuurpatroon niet meer op de worst-case situatie, maar op "de basisbehoefte" gebaseerd is. De achterliggende veronderstelling is dat de "basisbehoefte" een dienstregelingsbasis moet opleveren met geen of weinig compromissen en dat de basis-treindiensten dus een hogere kwaliteit krijgen dan volgens de worst case aanpak. Onze zoektocht naar de basisbehoefte is geïnspireerd door de "grootste gemene deler" uit de wiskunde.

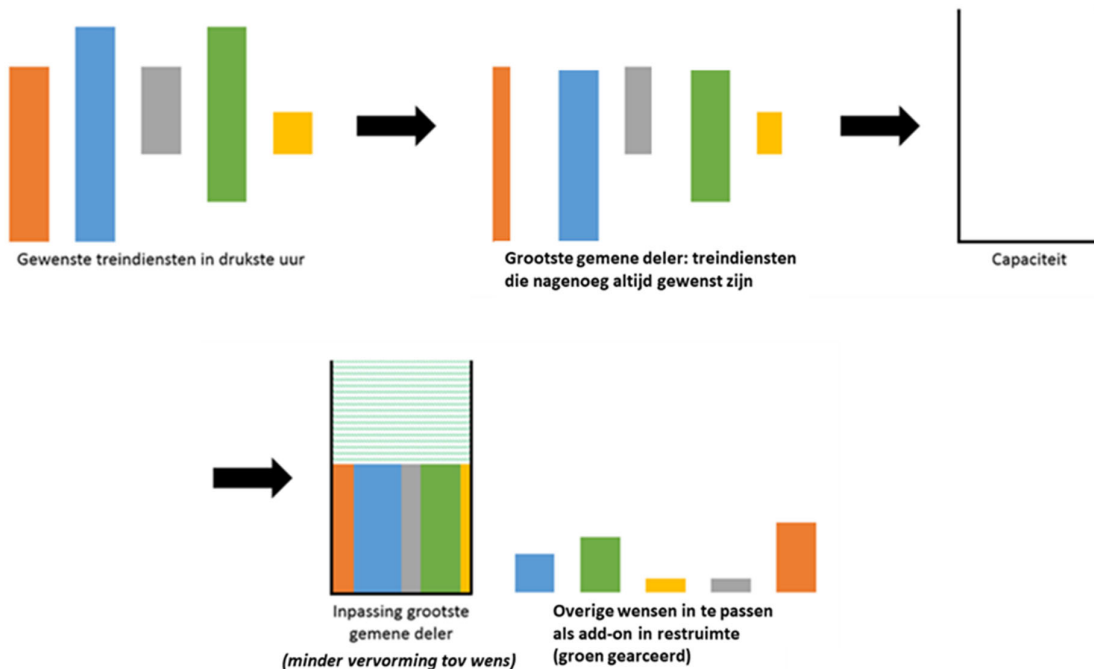
In hoofdstuk 2 wordt uitgelegd wat de basisbehoefte is. In hoofdstuk 3 wordt een bijpassende productopbouw voorgesteld en in hoofdstuk 4 wordt op basis van de huidige reizigersstromen verkend of er een vervoersvraag of -aanbod te benoemen is die als "basisbehoefte" beschouwd kan worden. In hoofdstuk 5 worden de risico's van deze manier van ontwerpen benoemd. Tot slot worden conclusies en aanbevelingen gedaan.

2. De basisbehoefte

Grofweg 60-70% van de treinreizigers reist buiten de spits.¹ Al deze reizigers krijgen te maken met compromissen die voor een dienstregeling in de spits gesloten worden. Wat nu als eens niet de spits (worst-case) als uitgangspunt voor het ontwerp genomen wordt? Wat als juist het wensenpakket van vervoerders (volgend uit de vervoervraag) voor elk uur, elke dag de basis is? Hier wordt ook in de spits van geprofiteerd, dus hebben nog veel meer dan die 60-70% reizigers een optimale dienstregeling. Inplannen van treindiensten voor de spits zal daarmee zeker complexer worden en mogelijk ook van mindere kwaliteit, maar de winst voor een hele grote groep reizigers is wel erg groot.

Er wordt nog steeds met een klokvaste dienstregeling gewerkt, maar het basisuurpatroon wordt nu niet meer opgebouwd uit de worst-case situatie maar vanuit de situatie die de hele dag optreedt. Het wensenpakket van de vervoerders wordt dus gereduceerd tot de wensen die de hele dag door gelden (grofweg van 6:00 tot 20:00).

In onderstaande figuur is dit geïllustreerd.



Figuur 3: Minder compromissen in basis bij basisbehoefte

¹ Bron: NS-relatiematrix 2018

3. Basisnet & Additionele Modules

3.1 Basisnet (basisbehoefte)

Doordat de "basisbehoefte" een aanzienlijk lagere claim op de infrastructuur legt dan de "worst-case combinatie" is de veronderstelling (en hoop) dat de basisbehoefte redelijk makkelijk te vertalen is naar een kwalitatief hoogwaardige dienstregeling zonder grote compromissen op de infrastructuur en dat de infrastructuur veel reestruimte biedt. De treinen in deze kwalitatief hoogwaardige dienstregeling worden in dit voorstel *basisnet* genoemd. Dit is de basisvoorziening. In het *basisnet* ligt de nadruk op bekende reizigerswensen:

- Rechtstreekse (lange) verbindingen
- Betrouwbare overstapknopen
- Korte reistijd over lange afstand
- Comfortabel materieel

In het basisnet zijn capaciteit en frequentie van ondergeschikt belang. Dit sluit ook aan bij de vervoersvraag in de dalperiode. Uit onderzoek blijkt dat dalreizigers vaak een sociaal-recreatief motief hebben en veel waarde hechten aan rechtstreekse verbindingen (Banninga, Guis, & Siderius, 2016). Voor een reis naar de andere kant van het land om familie te bezoeken is een frequentie van 1 trein per uur vaak al voldoende. Juist daarom kan dit basisnet ook waarschijnlijk met weinig compromissen en veel restcapaciteit ontworpen worden.

3.2 Additionele modules

Spitstreinen

In de spits kunnen de treinen van het basisnet mogelijk verlengd worden om aan de grotere vervoersvraag te voldoen. De verwachting is wel dat dit onvoldoende zal zijn om de gehele vervoersvraag te kunnen faciliteren. De vervoersvraag in de spitsen kan namelijk oplopen tot ruim 2 keer de vervoersvraag in het dal (zie figuur 4). Uit (Banninga, Guis, & Siderius, 2016) blijkt ook dat spitsreizigers vooral frequentie belangrijk vinden, dus zijn extra treinen nodig om ook voor de spitsreiziger een aantrekkelijk aanbod te creëren.

In het paper "Vraagt de reizigersmarkt om een symmetrische dienstregeling?" (Bruijn, Kamer, & Guis, 2017) wordt betoogd dat spitstreinen moeten overnachten waar reizigers overnachten. Op sterk asymmetrische trajecten (vooral vanuit brede Randstad naar G4 en Sprintertrajecten rond grote steden) moet ook een asymmetrisch product geboden worden. Veel treinen in de spitsrichting en minder in tegenspits. Een echte spitsprinter kan bijvoorbeeld leeg snel terug naar het beginpunt rijden om nieuwe reizigers naar de stad te kunnen vervoeren. Dit kan omdat het basisnet altijd elk station in elke richting blijft bedienen.

Overige modules

Additionele modules zijn echter flexibeler bedoeld, dan alleen als spitstreinen. Een andere mogelijke additionele module is bijvoorbeeld de introductie van speciale "studenten-

treinen" op vrijdag- en zondagavond van en naar studentensteden, die bovenop het basisnet rijden. In de zomer kan strandvervoer in een additionele module worden gereden.

Uiteraard zal de inpassing van de additionele modules nog niet gemakkelijk zijn. Zie hoofdstuk "Risico's".

3.3 *Fictieve uitwerking basisbehoefte plus additionele modules*

Onderstaand een gedachtenexercitie hoe het treinproduct er uit zou kunnen zien op een normale werkdag in de toekomst volgens de filosofie basisnet plus additionele modules.

Basisbehoefte: Kenmerken basisnet:

- Van aanvang dienst (ca. 6:00) tot einde dienst (ca. 1:00): elk uur hetzelfde
- Met de hoogste haalbare verplaatsingssnelheid (compromisloos)
- Met een optimale frequentieverdeling: 4 treinen per uur is dus exact elke 15 minuten een trein
- Met optimale aansluitingen onderling (knopen)
- Consequente en logische bediening van stations: Intercitystations, Sprinters die op alle stations halteren
- Aansluitingen in het stads- en streekvervoer zijn op deze treindiensten ingesteld
- Meest hoogwaardige materieel: hoogste snelheid, beste acceleratie, hoogste comfort, rolstoeltoegankelijk, etc.

Kenmerken additionele modules

- Maatwerk dat per tijdstip kan variëren, waarbij het heel goed mogelijk is dat een asymmetrisch product geboden wordt
- "Treinformulevrij": als op een bepaald moment de specifieke marktomstandigheden en/of de logistieke mogelijkheden daar aanleiding voor geven kan een trein op het oog willekeurige stations stoppen (bijvoorbeeld van relatief kleine forensenstations Boxtel en Best non-stop naar Amsterdam Centraal – zonder stop in 's Hertogenbosch of Utrecht Centraal: omdat er markt is, omdat het past en omdat de verbinding naar 's Hertogenbosch of Utrecht al adequaat in het basisnet zit)
- Zeker in spitsuren kan het accent op capaciteit komen te liggen en minder op kwaliteit. Hypothetisch zou een trein met stoelen met een sobere kwaliteit zonder eerste klasvoorzieningen en zonder fietsvoorzieningen ingezet kunnen worden. Op dat moment sluit zo'n product goed aan bij de behoefte van de reizigersgroep op die relatie: vaak en veel.
- Geen basisverknoping met stads- en streekvervoer, maar maatwerk. Bijvoorbeeld afhankelijk van schooltijden aansluitend op doelgroepenvervoer van scholieren, of in vakantieperiodes een trein met heel veel ruimte voor fietsen die op de veerboot naar Ameland aansluit.

4. Kwantificeren van de basisbehoefte

In het vorige hoofdstuk is op conceptueel niveau uitgelegd hoe de dienstregeling opgebouwd kan worden. Maar wat is nu precies de basisbehoefte? Hoe wordt die bepaald?

4.1 De ideale basisbehoefte.

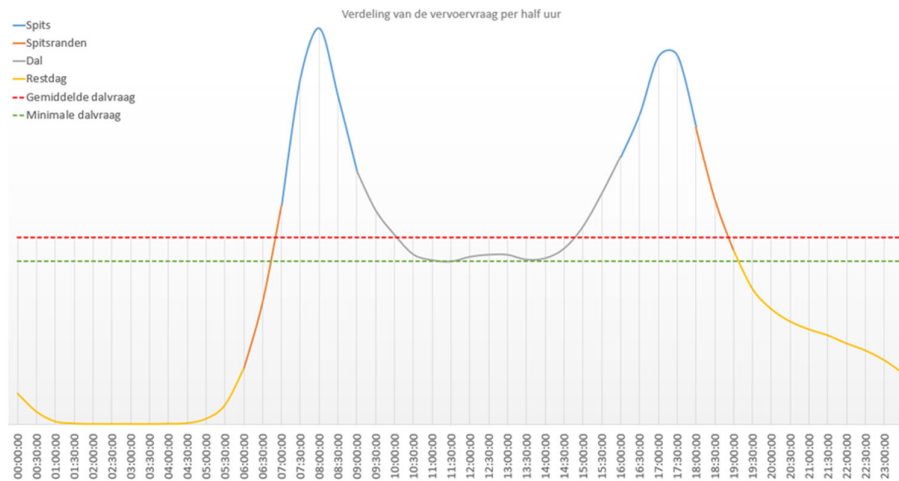
De hoogte van de basisbehoefte heeft impact op het dienstregeling ontwerp. Hoe *groter* de basisbehoefte, hoe meer treinen in het basisnet kunnen rijden, maar hoe complexer de toevoeging van additionele modules. Als de basisbehoefte te groot is, komen we eigenlijk terug bij plannen op worst-case en moeten er weer grote compromissen gesloten worden. Wanneer de basisbehoefte heel *laag* is, dan stelt het basisnet weinig voor en wordt de dienstregeling vooral vanuit additionele modules opgebouwd. Dit is al snel te complex voor reizigers en ontwerpers en is dus ook niet wenselijk. Een ideale basisbehoefte geeft dus ruimte om efficiënt met additionele modules om te gaan, maar vervoert ook goed en compromisloos de basisvervoersvraag.

4.2 Hoe bepaal je de basisbehoefte?

De basisbehoefte kan op verschillende manieren bepaald worden. Rode draad is dat gezocht wordt naar een basisbehoefte over verschillende tijdsperioden heen: de vervoersvraag die er altijd is. Dit is de vervoersvraag waar de dienstregeling op gebaseerd moet worden. Maar hoe bepaal je die?

4.3 Landelijke vervoersvraag

We beginnen met kijken naar de landelijke vervoersvraag. In figuur 4 staat de landelijke vervoersvraag (op een gemiddelde werkdag) per halfuurblok weergegeven². Deze landelijke vervoersvraag wordt wel eens de kamelenbult genoemd. De bulten zijn hierbij de spitsperioden. De vraag naar vervoer in het dal loopt ook door in de spits en zou dus als basisbehoefte bestempeld kunnen worden.



Figuur 4: verdeling van de landelijke vervoersvraag per half uur

² Bron: NS-relatiematrix 2018

Maar wat is dan precies de basisbehoefte in dit dal? In zuivere zin zou dit de *minimale vervoersvraag* zijn (de groene stippellijn). Dit is dan écht de vervoersvraag die er áltijd is. Tussen 6:30 en 19:30 omvat de minimale vervoersvraag ongeveer 60% van alle reizen. Het nadeel hiervan is dat dan vrijwel de gehele dag additionele modules nodig zijn (bijvoorbeeld om kleinere pieken in het dal op te vangen).

Een meer voor de hand liggende basisbehoefte is de *gemiddelde vervoersvraag in het dal* (oranje stippellijn). Tussen 6:30 en 19:30 omvat de gemiddelde vervoersvraag ongeveer 75% van alle reizen. Wanneer hiervoor gekozen wordt zijn additionele modules niet zo snel nodig en kunnen de grillen van de vervoersvraag met treinlengte wel opgevangen worden. Daarnaast is het ook mogelijk dat er in het dal wat verschuiving optreedt van drukkeren naar minder drukke treinen.

4.4 *De basisbehoefte in de context van dienstregeling ontwerp*

Een goede dienstregeling moet voor reizigers aan 2 belangrijke eisen voldoen:

1. De lijnvoering past bij de vervoersbehoefte van de reiziger: als reizigers vanuit Dordrecht vooral naar Rotterdam willen en minder naar Breda, moeten er vooral treinen naar Rotterdam gaan en minder naar Breda. Hiervoor is een analyse op *Herkomst-Bestemming-relaties* nodig.
2. Het aantal treinen moet de vervoersvraag daadwerkelijk kunnen vervoeren: als er duizenden mensen per uur willen reizen, is het niet voldoende om maar met 1 trein te rijden. De frequentie moet dus aansluiten bij de grootste vervoersvraag op ieder traject.

De som van het vervoer op alle HB-relaties is gelijk aan de vervoervraag. Op HB-relatieniveau is de minimale en gemiddelde basisbehoefte dus ook respectievelijk 60% en 75%. Wanneer we verder inzoomen op de data wordt het patroon altijd grilliger. Hoe bepaal je de basisbehoefte in een typische spitsrelatie?

Op trajectniveau zijn de grillen iets kleiner omdat er meer geaggregeerd is. Wanneer voor iedere traject de basisbehoefte wordt bepaald op basis van de minimale- of de gemiddelde vervoersvraag in het dal, dan omvat deze respectievelijk 65% en 80% van het vervoer.

4.5 *Reflectie op gevonden basisbehoefte*

Afhankelijk van de gekozen definitie in het dal, lijkt de basisbehoefte tussen de 60% en 80% te liggen. Hoewel vooraf geen goede inschatting te maken is van de ideale hoogte van een basisbehoefte, lijkt de gevonden basisbehoefte in de bestaande vervoersvraag wel van een goed niveau om verder te studeren op deze manier van ontwerpen. De basisbehoefte is groot genoeg om een redelijk basisnet in te voeren, maar niet zo groot dat er alweer compromissen gesloten moeten worden.

5. Risico's

In de vorige hoofdstukken is een conceptueel model gepresenteerd om de dienstregeling te ontwerpen vanuit de basisbehoefte. Echter, zoals in de inleiding al benoemd, wordt er in de huidige situatie natuurlijk niet voor niets van de worst-case situatie uitgegaan. Er zijn namelijk een aantal risico's bij het ontwerpen van dienstregelingen met een basisnet.

5.1 *Inpassing van de additionele modules*

Wanneer het basisnet in een mooie strakke dienstregeling rijdt, dan zal het waarschijnlijk zeer complex blijken om de spitsmodules ook nog goed in te passen. De kans is zeer groot dat hier stevige concessies moeten worden gedaan. Dit resulteert bijvoorbeeld in lange halteringen en vreemde stoppatronen. De kans is dus aanwezig dat de additionele modules veel vragen van de resterende infrastructuur en er wellicht niet genoeg capaciteit is.

Ondanks de relatief grote compromissen in de additionele modules kan er per saldo toch een beter totaalproduct op dezelfde infrastructuur mogelijk zijn. Twee redenen die de pijn van de compromissen in de additionele modules mogelijk verzachten spelen hierbij een rol:

- Additionele modules omvatten minder vervoervolume omdat de stromen maar een beperkte tijd optreden (bijvoorbeeld in de spits) en niet de hele dag.
- Additionele modules die niet tegelijk nodig zijn kunnen gebruik maken van dezelfde reestruimte, zonder dat ze elkaar hinderen.³

Hoe groot dit risico is, is pas echt in te schatten met een ontwerp. Dit zal dus proefondervindelijk moeten worden verkend.

5.2 *Reizigers kiezen niet voor additionele spitsmodules*

Een mogelijk gevolg van de grote compromissen in spitsmodules, is dat reizigers de spitsmodules massaal aan zich voorbij laten gaan en de basisnettrein kiezen. Oók in de spits. Hierdoor raken deze treinen mogelijk overvol, en blijven de additionele modules leeg.

Ervaring leert wel dat reizigers in de spits bij hoge frequenties "spoorboekloos" naar het perron komen en simpelweg de eerste trein pakken. Er kan eventueel ook met dienstregeling "gestuurd" worden, door de additionele treinen bijvoorbeeld typische "dalbestemmingen" over te laten slaan. Echt out-of-the-box zou er zelfs met een ander tarief gewerkt kunnen worden om de additionele treinen aantrekkelijker te maken.

5.3 *De spits vervoersvraag is te hoog voor de spitsmodules*

Ook dit punt hangt samen met het eerste risico. Wanneer er onvoldoende spitstreinen ingepland kunnen worden, kan het zijn dat de vervoersvraag simpelweg niet afgehandeld kan worden. Dit risico is reëel omdat de vervoersvraag in de hyperspits per half uur ruim 2 keer zo groot kan zijn als de gemiddelde vervoersvraag in het dal.

³ Ook in de worst-case methodiek wordt in de praktijk wel gezocht naar mogelijkheden om treinen die nooit tegelijk rijden "tegelijk" te plannen.

Mogelijk kunnen de treinen van het basisnet in de spits nog steeds fors verlengd worden en kunnen de additionele treinen met zeer grote capaciteit rijden. Echter, ook voor dit punt geldt: alleen met een daadwerkelijke uitwerking kan dit echt uitgezocht worden.

6. Conclusies en aanbevelingen

In dit paper is gepleit voor een opbouw van een dienstregeling vanuit de basisbehoefte. Dit met als doel de schaarse infracapaciteit beter te benutten en per saldo een betere treindienst te kunnen bieden die gericht is op het grootste deel van je treinreizigers.

In dit paper is aangetoond dat de basisbehoefte bij bepaalde definities erg groot is en dat een bijbehorende dienstregeling de potentie heeft om, afhankelijk van definitie en systeemkeuze, 60% tot 80% van de vervoersvraag te bedienen. Daarnaast heeft het de potentie om veel efficiënter en toekomstvaster te zijn dan een spitsdienstregeling die de hele dag wordt uitgerold.

Hier staat echter wel tegenover dat het ontwerpen van dit soort dienstregelingen moeilijker is en dat er een wezenlijk risico is dat door een daldienstregeling de capaciteit in de spitsen niet optimaal benut kan worden. Er zijn echter wel mogelijkheden om deze risico's (deels) te ondervangen, door een flexibele inzet van additionele treindiensten in de restruimte en door concessies te doen op kwaliteit, toegankelijkheid, snelheid en comfort. Hier is in dit paper echter nog geen kwantitatieve onderbouwing voor gegeven.

In dit paper zijn een aantal verkennende kwantitatieve analyses gedaan. De belangrijkste aanbeveling van dit paper is om dit voorstel verder te onderzoeken. Hiervoor moet eerst een uitgebreidere diepgaande analyse van de vervoersvraag gedaan worden om tot de dienstregelingspecificatie voor de basisbehoefte en spitsmodules te komen. Hiermee kan vervolgens een dienstregelingontwerp voor de basisbehoefte gemaakt worden. Zo kan getoetst worden of de veronderstelling klopt dat er dan geen of weinig compromissen nodig zijn. De belangrijkste test volgt daarna: lukt het om daar de spitsmodules nog tussendoor te plannen? En hoe groot zijn dan de benodigde compromissen?

Daarnaast lijkt het zinvol te onderzoeken of de opzet "basisbehoefte" plus additionele modules ook bruikbaar is voor goederenvervoer. Dit zou de toepasbaarheid voor een basisdienstontwerp waarin al het treinvervoer zit aanzienlijk vergroten.

7. Literatuur

Banninga, J., Guis, N., & Siderius, P. (2016). Slimmer voorspellen treinkeuze met smartcarddata. *CVS 2016*. Zwolle.

Bruijn, A., Kamer, R. v., & Guis, N. (2017). Vraagt de reizigersmarkt om een symmetrische dienstregeling? *CVS 2017*. Gent.