

Logistiek-infrastructurele aspecten van een symmetrische dienstregeling

Roel Zijdemans – NS Reizigers – Roel.Zijdemans@ns.nl
Gerwin van Dijk – NS Reizigers – Gerwin.vanDijk@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 "Vraagt de reizigersmarkt om een symmetrische dienstregeling" wordt dieper ingegaan op de vraag of de reizigersmarkt behoefte heeft aan een symmetrisch productaanbod of juist niet. In dit paper wordt ingegaan op de vraag welke logistieke aspecten leiden tot een symmetrische dienstregeling en welke juist voorkomen dat een symmetrische dienstregeling te maken of wenselijk is.

Een symmetrische dienstregeling van één treinserie ontstaat vanzelf als rijtijden in beide richtingen gelijk zijn. Door de reizigerswensen om aansluitingen op andere treinseries te minimaliseren en verdeling van treinen over het uur te optimaliseren worden meerdere treinseries aan dezelfde symmetrietijd gekoppeld, waarmee in een druk en vervlochten netwerk als het Nederlandse al snel alle treinseries aan elkaar gekoppeld zijn. De symmetrietijd is vrij te kiezen en wordt in Nederland bepaald door aansluiting en inpassing van de internationale (goederen)treinen.

Deze ideale symmetrische dienstregeling gaat er van uit er geen beperkingen zijn door de infrastructuur, maar die zijn er in de praktijk zeker wel. Verschillende aspecten aan infrastructuur en materieel leiden tot asymmetrie in de dienstregeling. Rijtijdverschillen door hellingen, door snelheidsbeperkende wissels en verschil in belading leiden tot asymmetrie in de dienstregeling. Gelijkvloerse kruisingen, keerspoelen in zijligging, asymmetrische knooppunten, een ongelijk aantal sporen per richting en kopstations leiden tot asymmetrische afhankelijkheden en kunnen daarmee tot gevolg hebben dat alleen een asymmetrisch dienstregelingontwerp mogelijk is. Ook reizigerswensen kunnen asymmetrisch dienstregelingontwerp wenselijk maken. Treinen vlak voor een hoofdtrein, om deze hoofdtrein af te romen zijn pas effectief als ze asymmetrisch worden ingelegd, zodat ze in beide richtingen vlak voor de hoofdtrein rijden.

Er wordt daarom geconcludeerd dat een symmetrisch dienstregeling ontwerp ontstaat vanuit de wens om alle treinen optimaal op elkaar aan te sluiten en te verdelen over het uur. Door de karakteristieken van infrastructuur, materieel en sommige reizigerswensen is er echter een aantal situaties waarbij in meer of mindere maten asymmetrisch gepland moet worden, of asymmetrisch plannen leidt tot een efficiënter plan.

1. Inleiding

Stel je zit op een normale werkdag in de trein en passeert een trein in de tegenrichting met hetzelfde soort materieel, hoe laat het is dan? Dit klinkt in eerste instantie als een nogal onnozele vraag, toch valt dit mee. Grote kans dat het namelijk precies het hele of het halve uur is (.00 of .30).

De Nederlandse Spoorwegen kennen namelijk 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 symmetrietijd (de tijd-as waarop de dienstregeling is gespiegeld) ligt sinds 2007, conform Europese standaard, op .00 en .30. Wanneer om 11.50 een trein vertrekt vanuit Amsterdam naar Utrecht, komt er vrijwel altijd een trein uit Utrecht aan in Amsterdam om 12.10. Deze treinen passeren elkaar precies om 12.00 uur. De terugreis is daardoor in de meeste gevallen gelijk, maar 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 ontwerputgangspunt 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 dit paper wordt op de logistiek-infrastructurele aspecten van een symmetrische dienstregeling ingegaan. Op basis van bevindingen van beide papers wordt getracht om tot aanbevelingen te komen over het al dan niet symmetrisch ontwerpen van dienstregelingen.

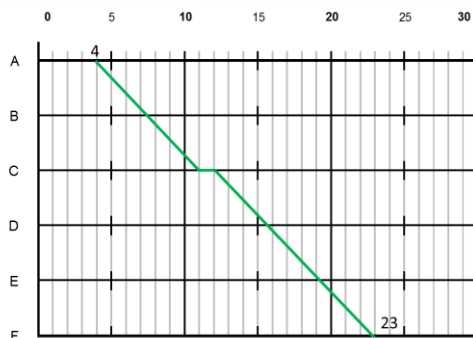
Dit paper is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt dieper ingegaan op "symmetrie" en worden aspecten behandeld waardoor symmetrie ontstaat, met andere woorden, wat zijn voorwaarden voor symmetrie. In hoofdstuk 3 worden aspecten behandeld welke de mogelijkheden voor symmetrie beperken en daardoor mogelijk kunnen leiden tot asymmetrie. In hoofdstuk 4 worden op basis van de voorgaande hoofdstukken en het paper "Vraagt de reizigersmarkt om een symmetrische dienstregeling?" een aantal bevindingen en beschouwingen gepresenteerd ten aanzien van de logistiek-infrastructurele aspecten van symmetrie. Tot slot volgen een aantal conclusies en aanbevelingen.

2. Waardoor ontstaat symmetrie?

In dit hoofdstuk behandelen we aspecten die leiden tot een symmetrisch dienstregelingontwerp. Voor de duidelijkheid gaan we hier al uit van een gecadanseerde dienstregeling, zoals in Nederland. Dit houdt in dat treinen in een regelmatig interval rijden. Een logische keuze is ieder (half) uur maar dezelfde principes gelden ook bij een interval van 20' of zelfs een interval van 58', zo lang alle treinen maar in een gelijk interval rijden of een veelvoud van elkaar. Over de vraag welke aspecten leiden tot een gecadanseerde dienstregeling zou een volledig nieuw paper geschreven kunnen worden.

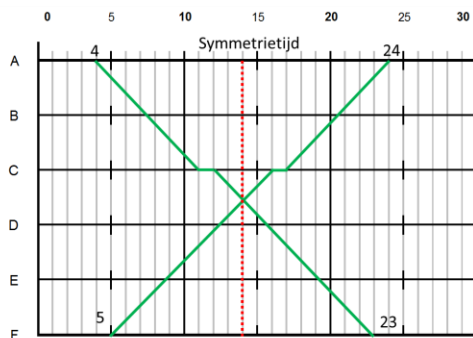
2.1 Infrastructuuraspecten die leiden tot symmetrie

Rijtijden die in beide richtingen gelijk zijn zorgen voor symmetrie in de dienstregeling. Als voorbeeld nemen we een baanvak van A naar F, nog helemaal zonder treinen. Hierin laten we als eerst een treinserie van A naar F via C rijden op een willekeurig tijdstip.



Figuur 1 Tijdwegdiagram

Daarna voegen we een trein in de tegenrichting toe, wederom op een willekeurig tijdstip.



Figuur 2 Tijdwegdiagram

Zoals is te zien komen deze treinen elkaar tegen om 0:14. Dit is daarmee de symmetrietijd. Als de rijtijden van deze treinen in beide richtingen gelijk zijn zal deze symmetrietijd van 0:14 overall de symmetrietijd zijn. Dit wordt bevestigd doordat de tijden op A en C en F inderdaad elkaars gespiegelde zijn, met 0:14 als symmetrieas. Ook als de tweede trein de eerste trein niet daadwerkelijk in tijd kruist is er een symmetrieas te tekenen.

2.2 (Reizigers)specificaties die leiden tot symmetrie

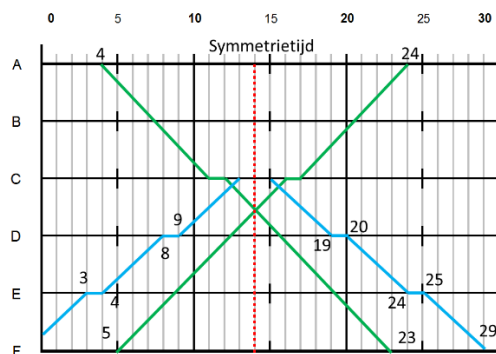
Er zijn een aantal specificaties voor een dienstregeling die bijdragen aan symmetrie. Deze specificaties kunnen vanuit reizigerswensen, wensen van overheden of bedrijfseconomische wensen ontstaan.

Gelijke stopregimes heen en terug

Vaak wordt de wens uitgesproken dat een trein die in één richting op bepaalde stations stopt ook in de andere richting op het station stopt. Dit draagt bij aan een gelijke rijtijd per richting wat zoals in de vorige alinea is besproken weer bijdraagt aan een symmetrische dienstregeling.

Aansluitingen tussen twee treinen in beide richtingen

We gaan verder met ons voorbeeld met twee treinen. Nu willen we een stoptrein van C naar F toevoegen. Er wordt echter gespecificeerd dat deze in C aansluit op de IC naar A en ook de andere kant op wordt dit gespecificeerd, bijvoorbeeld omdat dit de grootste stroom reizigers is.

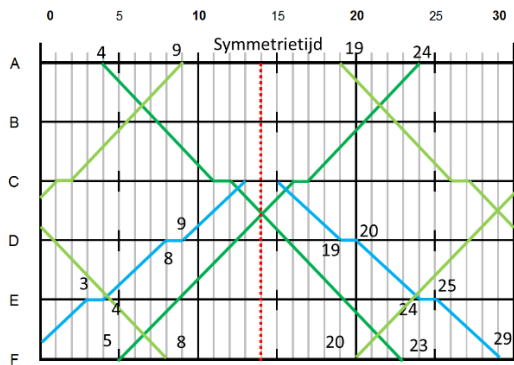


Figuur 3 Tijdwegdiagram

Hier geldt dat, als de rijtijden in beide richtingen gelijk zijn deze wens om de aansluitingstijd te minimaliseren er voor zorgt dat deze stoptrein dezelfde symmetrietijd krijgt als de IC waar hij op aansluit. Dit is te zien doordat op bijvoorbeeld D en E de aankomsttijd de ene kant op precies gespiegeld (in as 0:14) is van het vertrek de andere kant op.

Gelijke frequentieintervallen heen en terug

Als twee treinseries een (deel)traject delen is vanuit reizigersbelangen de wens vaak om een zo gelijk mogelijke spreiding over het uur te realiseren. Twee halfuursdiensten samen vormen idealiter een exacte kwartierdienst. Als we in het eerder gebruikte voorbeeld een tweede IC-dienst toevoegen die in beide richtingen een kwartierdienst met de ander moet vormen krijgt deze tweede IC vanzelf dezelfde symmetrietijd als de eerste.



Figuur 4 Tijdwegdiagram

2.3 Conclusies

Symmetrie in een gecadanseerde dienstregeling ontstaat vanuit de infrastructuur als rijtijden in beide richtingen gelijk zijn. Een gelijk stopregime in beide richtingen draagt ook bij aan een gelijke rijtijd en daarmee een symmetrische dienstregeling.

De twee belangrijkste specificaties die twee treinseries dezelfde symmetrietijd geven zijn reizigersaansluitingen en de wens voor een gelijk interval als twee series op hetzelfde traject rijden. Als in een netwerklijnvoering aan de eerste eis van een gelijke rijtijd wordt voldaan en alle treinen wel ergens een traject delen of aansluiting op elkaar moeten geven, zoals op een druk netwerk als in Nederland, spreidt symmetrie zich als een olievlek over het netwerk uit: De eerste geplande trein heeft een bepaalde symmetrietijd die wordt overgenomen door treinen die daar op aansluiten of een traject delen welke treinen ook weer ergens op aansluiten etc. De eerste trein die wordt ingepland bepaalt daarmee de symmetrietijd. Doordat twee buurlanden dezelfde symmetrietijd plannen kunnen ook internationale treinen goed aansluiten in beide landen.

3. Waardoor ontstaat asymmetrie?

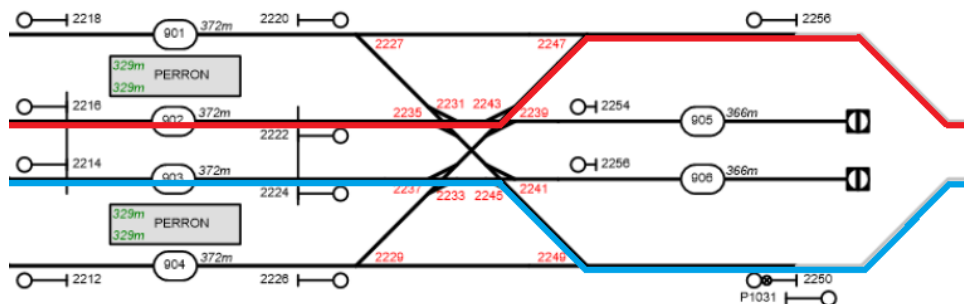
In het vorige hoofdstuk is behandeld waardoor symmetrie in de dienstregeling ontstaat. Het tegenovergestelde van symmetrie is asymmetrie. Dit ging tot nu toe echter uit van infrastructuur zonder beperkingen. In dit hoofdstuk behandelen we aspecten die de mogelijkheden voor absoluut en relatief symmetrisch ontwerp beperken en daarmee mogelijk kunnen leiden tot asymmetrie in een dienstregelingontwerp.

3.1 Ongelijke rijtijden per richting

Zoals benoemd dragen gelijke rijtijden in beide richtingen bij aan een symmetrisch dienstregelingontwerp. Ongelijke rijtijden in beide richtingen maken een dienstregelingontwerp asymmetrisch.

Ongelijke rijtijden per richting ontstaan bijvoorbeeld doordat snelheidsprofielen in beide richtingen asymmetrisch zijn. Een trein trekt langzaam op, maar remt snel. Hierdoor hebben wissels met een snelheidsbeperking vlak bij een station meer invloed op de rijtijden van aankomende treinen dan van vertrekkende treinen. Dit zorgt ervoor dat zelfs wanneer de infrastructuur symmetrisch is, de rijtijden per richting (licht) kunnen verschillen.

In onderstaande situatie, waarbij een serie van de buiten- naar de binnensporen is verplaatst, nemen de rijtijden door het binnenkomen (rode lijn) over snelheidsbeperkende wissels met 0,3 minuut toe, terwijl de toename van de rijtijd bij de vertrekkende trein maar 0,1 minuut is. Vandaar dat 'recht binnenkomen, krom vertrekken' vaak de voorkeur heeft boven 'krom binnenkomen, recht vertrekken'.



Figuur 5 Snelheidsbeperkende wissels bij aankomst en vertrek

Ook hellingen kunnen zorgen voor rijtijdverschillen in beide richtingen. Hellingen komen overal voor. Allereerst zijn er de hoogteverschillen in het landschap. In Nederland zijn deze niet zo extreem als in bijvoorbeeld de Alpen. Toch zijn er in Limburg en op de Veluwe behoorlijke hoogteverschillen. Verder zijn er hellingen als gevolg van tunnels, bruggen, fly-overs en dive-unders.

Bijvoorbeeld de nieuwe HSL brug over het Hollands Diep zorgt voor verschil in rijtijd tussen de richtingen. Richting Noord moeten treinen uit Breda optrekken van 140 naar in de toekomst 200km/u, terwijl de treinen richting Zuid al op snelheid zijn bij het bereiken van de brug. Hierdoor is de technische rijtijd van Breda naar Rotterdam langer dan terug.

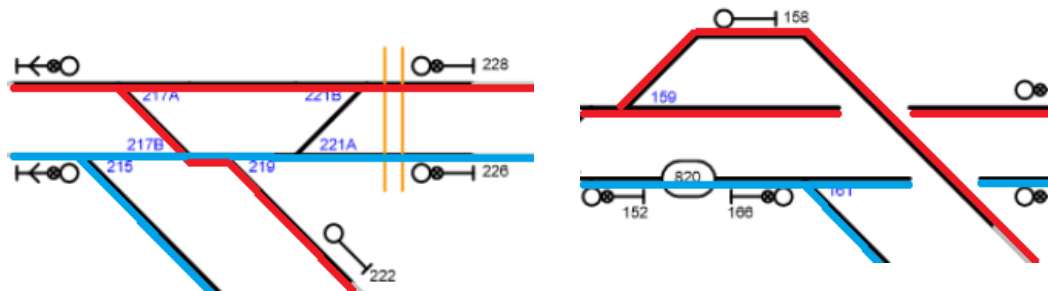
Nog een oorzaak van rijtijdverschillen zijn de rijkaracteristieken van goederentreinen. Op sommige trajecten rijden deze in één richting beladen en in de tegenrichting leeg zoals bijvoorbeeld tussen de Rotterdamse haven en Duitsland.

3.2 *Asymmetrische infrastructuur*

Een ander aspect wat mogelijk kan leiden tot een asymmetrisch dienstregeling ontwerp is de lay-out van de infrastructuur. Infrastructuur is niet alleen van invloed op de rijtijden in beide richtingen, zoals in de vorige paragraaf behandeld. De lay-out van infrastructuur bepaalt ook de gelijktijdigheden en bereikbaarheden in beide richtingen bij kruisingen, aansluitingen, emplacementen en stations en is daarmee van invloed op de (symmetrische) mogelijkheden van het dienstregeling ontwerp.

Asymmetrische kruisingen

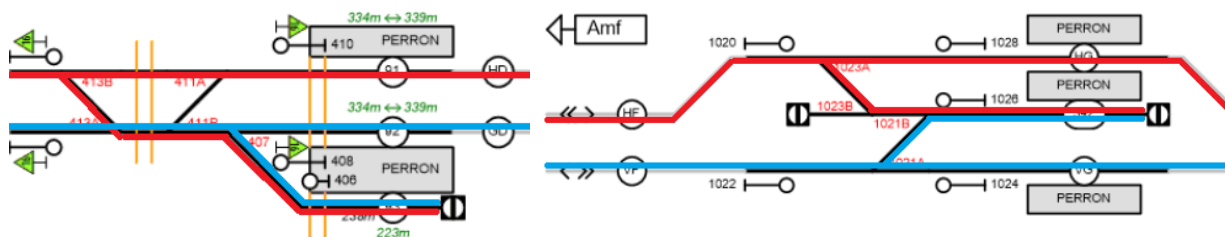
Veel kruisingen hebben asymmetrische gelijktijdigheden. Een voorbeeld is de simpele gelijkvloerse vork.



Figuur 6 Asymmetrische en symmetrische splitsing

Gelijkvloerse vorkaansluitingen zijn asymmetrisch omdat in 1 richting de tegenrichting gekruist moet worden terwijl de symmetrische terugrichting vrij kan uittakken. Soms past een symmetrische dienstregeling door dwangpunten elders (bijvoorbeeld enkelspoor) niet op een vorkaansluiting, maar kan, door asymmetrisch te plannen gebruik gemaakt worden van het vrij uitrijden in een richting. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij Barneveld Aansluiting. Op het hoofdspoor wordt een dienstregeling gereden met symmetrietijd .00 en .30. Op het enkelspoor wordt een dienstregeling met symmetrietijd van .06 en .36 gereden om de aansluiting met het hoofdspoor vanaf het enkelspoor mogelijk te maken en op de juiste momenten te kunnen 'oversteken'.

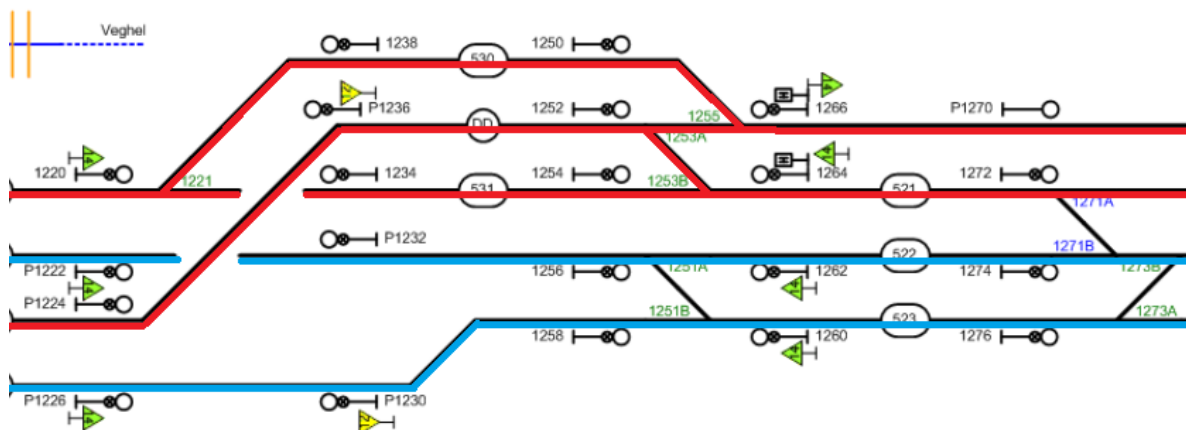
Een hiervan afgeleide situatie is het keren in zijligging of middenligging ten opzichte van de hoofdbaan. Bij een kering in zijligging moet bij aankomst of vertrek de tegenrichting gekruist worden en ontstaat er een afhankelijkheid in één richting (dus asymmetrisch) terwijl bij een kering in middenligging het in- en uitvoegen op de hoofdbaan onafhankelijk van de tegenrichting plaats kan vinden en daarmee symmetrisch gepland kan worden. Neem bijvoorbeeld een kerende serie op een station met een enkel keerspoor zoals Amersfoort Vathorst. De treinserie is bij vertrek alleen afhankelijk van binnenkomst van zichzelf en treinen in zijn vertrekrichting. Bij aankomst is de treinserie ook afhankelijk van zichzelf en treinen in zijn eigen richting. Dit is daarmee volledig symmetrisch.



Figuur 7 Kering in zij- en middenligging

Een vergelijkbare situatie ontstaat wanneer goederenwachtersporen aan 1 kant van de hoofdbaan of het emplacement zijn gesitueerd en door goederentreinen in beide richtingen gebruikt (moeten) worden zoals bijvoorbeeld in Venlo. Ook hier ontstaat er in 1 richting afhankelijkheid met de tegenrichting.

Er kunnen echter ook verschillen in gelijktijdigheden per richting ontstaan zonder dat er interactie is met de tegenrichting. Een voorbeeld hiervan is Liempde Aansluiting:



Figuur 8 Asymmetrische vrije kruising bij Liempde Aansluiting

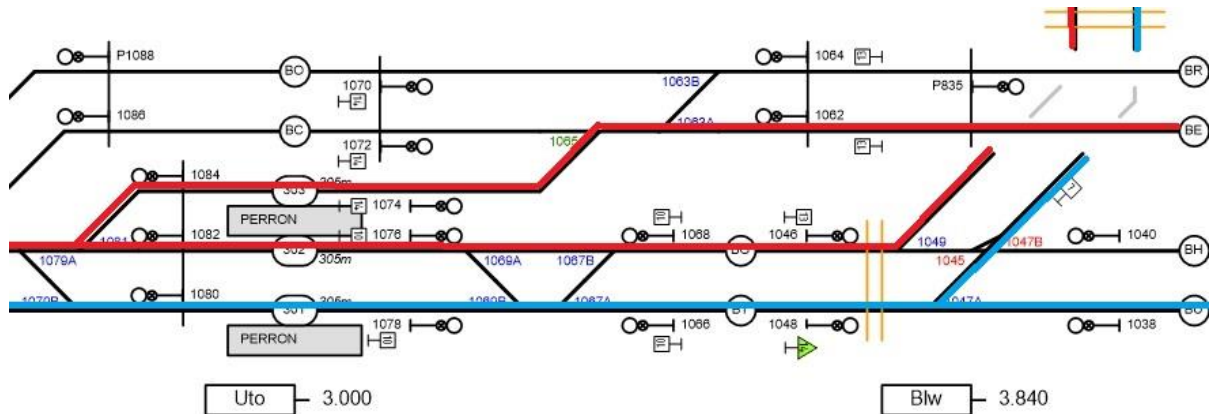
Komend vanuit de richting Eindhoven (rode lijnen) kan er van zowel de binnen- als buitensporen gelijktijdig richting Den Bosch of richting Tilburg gereden worden. In de andere richting is dit door het gelijkvloerse invoegen niet mogelijk. Hierdoor moet er, om kruisende bewegingen te voorkomen, vanuit de richting Tilburg over het buitenspoor richting Eindhoven gereden worden, terwijl treinen vanuit de richting Den Bosch over het binnenspoor rijden.

Asymmetrische stations

Nog een vorm van asymmetrische infra zijn asymmetrische stations. In de vorige paragraaf is al een vorm van asymmetrische stations naar voren gekomen, namelijk het keren in midden-of zijligging. Een andere vorm van asymmetrische stations zijn stations met een ongelijk aantal perronsporen per richting. Voorbeelden zijn Utrecht Overvecht en Tilburg. Deze stations hebben een ongelijk aantal perronsporen in verschillende richtingen in combinatie met een aansluiting.

Te Utrecht Overvecht is er bijvoorbeeld in ene richting voor beide sprinters (vanuit Hilversum en Amersfoort) een afzonderlijk perronspoor en worden de sporen daarna pas

samen gevoegd, in andere richting hebben de sprinters eerst een gezamenlijk perronspoor, daarna splitsen de sporen naar Hilversum en Amersfoort pas. Hierdoor kunnen de sprinters richting Utrecht in principe tegelijk binnenkomen/halteren te Utrecht Overvecht en daarna op blokafstand richting Utrecht. In de andere richting moeten de sprinters na elkaar halteren en wordt de perronopvolging bepalend.

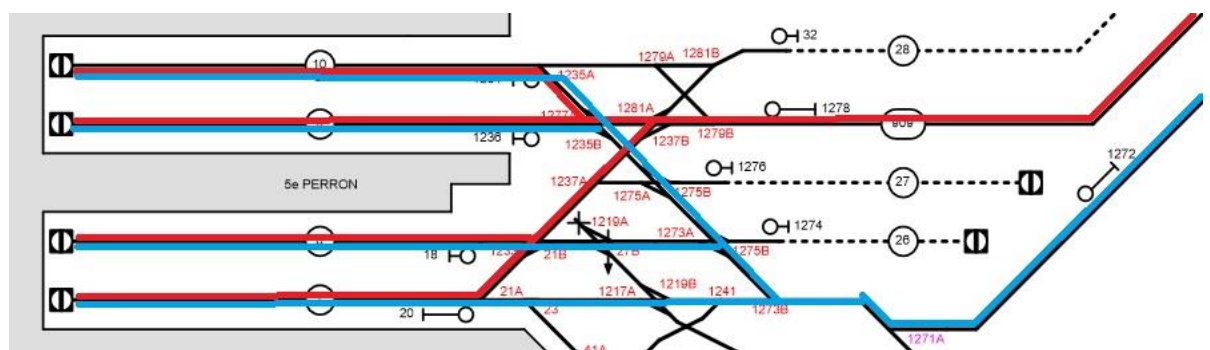


Figuur 9 Asymmetrisch station Utrecht Overvecht

Gelijkvloers keren

Ook gelijkvloers keren beperkt de mogelijkheden voor symmetrie. Bij een enkele gelijkvloers kerende serie is er altijd afhankelijkheid met de tegenrichting.

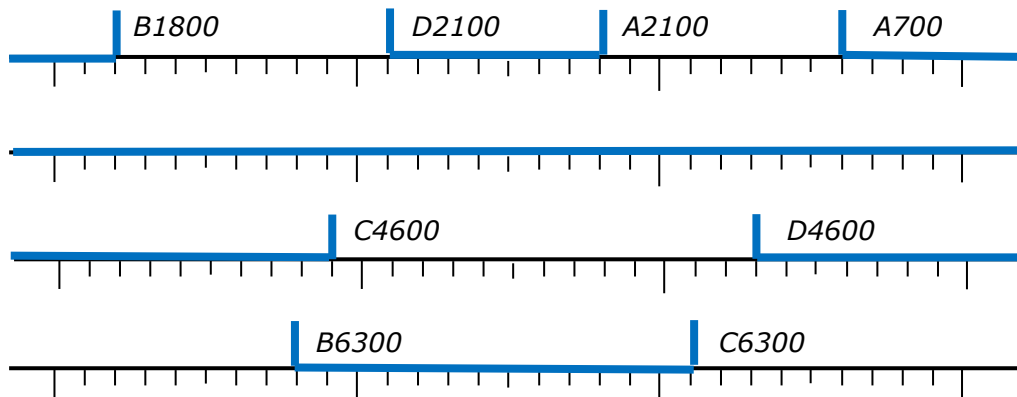
Meerdere kerende series op een cluster gelijkvloerse perronsporen (zoals op de sectoren te Den Haag Centraal, de hoge sporen te Rotterdam of de buurtsporen te Utrecht) is nog ingewikkelder, bij of in- of uitrijden zijn er kruisende bewegingen (en daarmee afhankelijkheden) met de tegenrichting. Bij kruisende bewegingen zal er dus altijd rekening gehouden moeten worden met de minimale overkruistijd (aankomst na vertrek: norm 6 minuten, vertrek na aankomst: norm 1 minuut). Op basis van de tijdigging van de series moet er een keuze gemaakt worden welke series kruisend binnenkomen of kruisend vertrekken. De afhankelijkheden op het keerstation dicteren vaak zelfs de tijdigging van de series op een baanvak.



Figuur 10 Leidse sector te Den Haag Centraal

Wanneer de gewenste symmetrische tijdigging van series resulteert in oplosbare conflicten op het keerstation zijn er verschillende mogelijkheden. Een van de opties is om 1 serie asymmetrisch in te leggen. Bijvoorbeeld de sprintersserie 4600 op Den Haag Centraal. Wanneer de aankomst van de 4600 symmetrisch gelegd zou worden met het vertrek zou er een conflict zijn met het vertrek van de intercityserie 2100 naar Amsterdam.

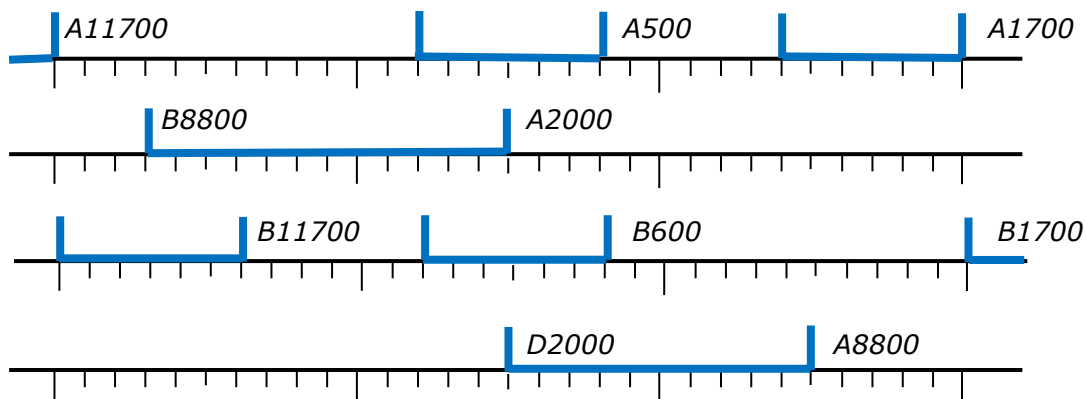
Wanneer het vertrek van de 4600 symmetrisch zou worden gelegd met de aankomst zou er een conflict zijn met de aankomst van de sprintersserie 6300 vanuit Haarlem.



Figuur 11 Dienstregeling op Leidse sector te Den Haag Centraal

Bij dergelijke asymmetrische dienstregelingen op een keerstation is er bij het eerstvolgende grote station vaak een verschil in stationnementstijd in beide richtingen waardoor er vanaf dat station weer een symmetrische dienstregeling is.

Een andere oplossing om conflicten op te lossen is door series niet op zichzelf maar op elkaar te keren. Een voorbeeld is de intercityserie 2000 te Utrecht; wanneer deze op zichzelf zou keren zou dit voor conflicten zorgen door de piekligging. Er is gekozen om de 2000 serie te keren op de 8800 serie waardoor er een symmetrische en conflictvrije planning mogelijk is en wat door de kortere keringen ook nog eens materieel bespaard.



Figuur 12 Dienstregeling op NoordOost sector te Utrecht Centraal

Op het ideale kopstation zou je vanaf alle perronsporen de mogelijkheid hebben om onafhankelijk te kunnen in- en uitrijden (zoals kering in middenligging), dit is fysiek alleen mogelijk door of alle perronsporen achter of boven elkaar in middenligging te bouwen.

3.3 Specificaties die leiden tot een asymmetrisch dienstregelingontwerp

In bepaalde situaties kan het juist aantrekkelijk zijn om een asymmetrisch ontwerp te specificeren. Ten behoeve van een efficiënte materieelplanning of om voldoende capaciteit te bieden kan het zinvol zijn om (op een deel van een traject) een voortrein te laten rijden. Dit is een trein die (bijvoorbeeld alleen in de spits) vlak voor de reguliere trein uit rijdt om de reguliere trein te ontlasten. Een symmetrisch ontwerp zou deze zelfde trein in de andere

richting vlak achter de reguliere trein laten rijden, waardoor de reguliere trein niet of nauwelijks ontlast wordt. Een oud voorbeeld van voortreinen waren extra spitsritten tussen Utrecht en Zwolle, voordat de Hanzelijn werd geopend.

Ook kan het zinvol (of logistiek noodzakelijk) zijn om bij een duidelijke reizigersstroom in de spitsrichting de tegenspitsrichting niet, leeg of non-stop te rijden.

- De spitstrein Enkhuizen-Amsterdam v.v. wordt bijvoorbeeld alleen gereden in de spitsrichting ('s morgens naar Amsterdam, 's middags naar Enkhuizen). Omdat het geen zin heeft om na een rit weer naar Enkhuizen te rijden voor nog een rit in de spitsrichting, blijven de stellingen tussen de spitsen in de omgeving van Amsterdam om in de middagspits weer een aantal spitsritten naar Enkhuizen te doen. In beide richtingen rijden van deze trein is ook niet mogelijk door het enkelspoor tussen Hoorn en Enkhuizen.
- De spitstrein Alkmaar-Haarlem v.v. wordt alleen in de spitsrichting beladen gereden ('s morgens naar Haarlem, 's middags naar Alkmaar). In de tegenspitsrichting rijdt de trein als leeg materieel om vervolgens een nieuwe beladen rit in de spitsrichting te rijden. Hierdoor kan materieel uitgespaard worden.
- De spitstrein Houten Castellum-Utrecht v.v. stopt in de spitsrichting op alle tussenliggende stations en rijdt in de tegenspitsrichting non-stop. Hierdoor kan deze volledige serie zelfs door één treinstel gereden worden. Ook is de tijdligging licht asymmetrisch om zoveel mogelijk reizigers van de drukke doorgaande sprinters mee te nemen.

Hierbij kan het voorkomen dat de ochtendspits- en avondspitstrein qua tijdligging in het basisuur wel symmetrisch zijn, maar er in een specifiek (spits)uur op de dag een asymmetrische dienstregeling ontstaat doordat de verbinding maar in één richting wordt geboden. In bovenstaande voorbeelden zou het, naast dat het commercieel niet interessant is, logistiek zelfs niet inpasbaar zijn om in zowel de ochtend- als de avondspits in beide richtingen hetzelfde product aan te bieden.

4. Bevindingen

In de voorgaande hoofdstukken is behandeld wat symmetrie is, hoe symmetrie ontstaat en waardoor de mogelijkheden voor symmetrie worden beperkt (of asymmetrie ontstaat). Op basis van hiervan willen we in dit hoofdstuk een aantal bevindingen behandelen.

Bevindingen in relatie tot infrastructuur

- Wanneer door een asymmetrische infra lay-out (gelijkvloers kruisen, gelijkvloers keren etc.) het aantal gelijktijdigheden of bereikbaarheden per richting verschilt beperkt dit de mogelijkheden voor een symmetrisch ontwerp.
- Wanneer er tussen de richtingen (grote) verschillen in rijtijd zijn beperkt dit de mogelijkheden voor een symmetrisch ontwerp.
- Symmetrisch ontwerp op asymmetrische infra is vaak mogelijk, maar leidt tot het onbenut laten van capaciteit. Dit doordat je voor beide richtingen de meest beperkende rijtijden en gelijktijdigheden moet

hanteren. Soms leiden deze extra (fictieve) beperkingen er toe dat er geen logistieke oplossing meer is. Er moet dan asymmetrisch gepland worden

- Er ligt in Nederland nog veel asymmetrische infra (asymmetrische kruisingen, asymmetrische stations, gelijkvloers keren). Dit zorgt voor dwangpunten in het dienstregelingontwerp.

Bevindingen in relatie tot materieel

- Bij scheve frequentie intervallen ontstaat er bij een symmetrisch ontwerp een ongelijke verdeling van reizigers over de treinen in de heen- en terug richting. Een voorbeeld is het traject Utrecht-Gouda. De intercity's tussen Utrecht en Den Haag en Utrecht en Rotterdam rijden hier 3 minuten achter elkaar. Hierdoor ontstaat een 3-12-3-12 interval tussen Utrecht en Gouda. In de richting Gouda-Utrecht rijdt de intercity vanuit Rotterdam voorop. Hierdoor zullen de meeste reizigers vanuit Gouda deze trein nemen. In de richting Utrecht-Gouda rijdt de intercity naar Den Haag voorop. Hierdoor zullen de meeste reizigers naar Gouda deze trein nemen.

Bevindingen in relatie tot het planproces

- Symmetrisch plannen zorgt voor een eenvoudiger en reproduceerbaar planningsproces
- Een symmetrische dienstregeling zorgt voor makkelijke aansluitingen op buitenlandse dienstregelingen en makkelijker inpassing van internationale treinen mits dezelfde symmetrietijd wordt gehanteerd.

Bevindingen in relatie tot de markt

- Over het algemeen is de reizigersmarkt symmetrisch (evenveel in- als uitstappers per station). Er zijn echter wel verschillen in volume tussen bepaalde tijdstippen en/of dagen. Hierdoor lijkt het vanuit de markt interessant om op basis van niveau een symmetrische dienstregeling te specificeren en ontwerpen. In de daguitwerking kan dan gekeken worden welke treinen wel en niet rijden in een specifiek uur. Op basis van de specifieke vraag op een bepaald tijdstip kan het zinvol zijn om een uitsnijding in frequentie te doen in bijvoorbeeld de tegenspitsrichting en bepaalde treinen in de tegenspitsrichting niet, leeg, of met een aangepast stopregime te rijden.

5. Conclusies

De belangrijkste drijvers van symmetrie in een gecadanseerde dienstregeling zijn gelijke rijtijden en stoppatronen in de heen en terugrichting, gewenste aansluitingen tussen verschillende (internationale) treinen en gelijke verdeling van treinen over het uur. Deze specificaties komen vanuit reizigerswensen en leiden vaak tot een efficiënte materieelinzet door een gelijke verdeling van reizigers over het uur. Daarmee is een symmetrisch ontwerp vanuit de Logistiek in principe wenselijk. Om symmetrisch te kunnen plannen is symmetrische infrastructuur nodig en moeten treinen en reizigers zich 'symmetrisch' gedragen, wat lang niet altijd zo is. Daarom zijn er veel situaties waar het wenselijk kan zijn om van de symmetrie af te wijken bij het ontwerpen van een dienstregeling.

- Rijtijdverschillen leiden tot asymmetrie in de dienstregeling, om de korte rijtijd in één richting te incasseren is asymmetrisch plannen soms gewenst
- Op asymmetrische aansluitingen is soms alleen asymmetrisch te plannen
- Keerpatronen op kopstations zijn soms alleen asymmetrisch op te lossen
- Om een efficiënte materieelinzet te realiseren moeten 'voortreinen' asymmetrisch worden gepland

Binnen een symmetrische dienstregeling is het in de meeste gevallen nog steeds mogelijk om aan een asymmetrische marktwens te voldoen door op trajecten in één richting treinen toe te voegen of uit te snijden. Als hierbij de marktwens voor een optimale verdeling over het uur gehonoreerd wordt blijft de dienstregeling in basis symmetrisch.

Er wordt daarom geconcludeerd dat een symmetrisch dienstregeling ontwerp ontstaat vanuit de wens om alle treinen optimaal op elkaar aan te sluiten en te verdelen over het uur. Door de karakteristieken van infrastructuur, materieel en sommige reizigerswensen is er echter een aantal situaties waarbij in meer of mindere maten asymmetrisch gepland moet worden, of asymmetrisch plannen leidt tot een efficiënter plan.

Literatuur of Referenties

Schrijver, L., Wiskunde achter het Spoorboekje, Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI) en Universiteit van Amsterdam, 2008

www.sporenplan.nl