

## **RandstadRail: Kwaliteitssprong in operationele kwaliteit door exploitatiebeheersing**

Paper voor het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk november 2005

ir. N. van Oort

HTM Personenvervoer N.V.

Afdeling Vervoersontwikkeling

Postbus 28503

2502 KM Den Haag

Telefoon: 070-3848518

Fax: 070-3848476

E-mail: N.van.Oort@HTM.net

drs. M.R. Post

HTM Personenvervoer N.V.

Afdeling Vervoersontwikkeling

Postbus 28503

2502 KM Den Haag

Telefoon: 070-3848543

Fax: 070-3848476

E-mail: M.Post@HTM.net

## **Inhoudsopgave**

1. Inleiding	4
2. Aanleiding voor beheersing	6
3. Het beheersingssysteem	7
4. Exploitatiebeheersing in andere steden	16
5. Conclusie	19
Bronnen	19

## Samenvatting

### *RandstadRail: Kwaliteitsprong in operationele kwaliteit door exploitatiebeheersing*

RandstadRail (RR) is het nieuwe, regionale OV systeem tussen Den Haag, Zoetermeer en Rotterdam. RR wordt in veel opzichten een hoogwaardig systeem: snel, hoogfrequent, comfortabel met een moderne uitstraling. Op de drukste trajecten rijdt RR om de 2,5 min. in de spits, afwisselend gecombineerd met metro's van RET en Haagse trams. Bij deze hoge frequenties is een vorm van beheersing noodzakelijk: enerzijds om kwaliteit te bieden m.b.t. wachttijden en zitplaatskans en anderzijds in verband met de capaciteit van de infrastructuur. Om congestie te voorkomen moet de dienstuitvoering zo goed mogelijk overeen komen met de dienstregeling. Voor RR heeft HTM een beheersingsfilosofie opgesteld. In drie stappen wordt het systeem beheerst. Belangrijkste aspect hierbij is spreiding in de rijtijd. Allereerst wordt de spreiding zoveel mogelijk uitgebannen: de infrastructuur wordt waar mogelijk autonoom gemaakt, prioriteit wordt op bijna elk kruispunt aan RR toegekend. RR halteert op elke halte en er wordt nooit te vroeg van een halte vertrokken. De tweede stap is het opvangen van spreiding: dit gebeurt door middel van tijdsbuffers in rij-, halteer- en keertijd op te nemen. Eventuele kleine verstoringen worden zo opgevangen. De derde stap is het bijsturen op afstand door de CVL: zij hebben centraal zicht op de stiptheid van de RR-voertuigen en kunnen bij grote afwijkingen maatregelen nemen. Dit kan bijv. door omliggende voertuigen van een vertraagd voertuig af te remmen om de regelmaat te bewaken. Bij grotere verstoringen kunnen routes worden aangepast en kunnen lijnen worden ingekort.

## Summary

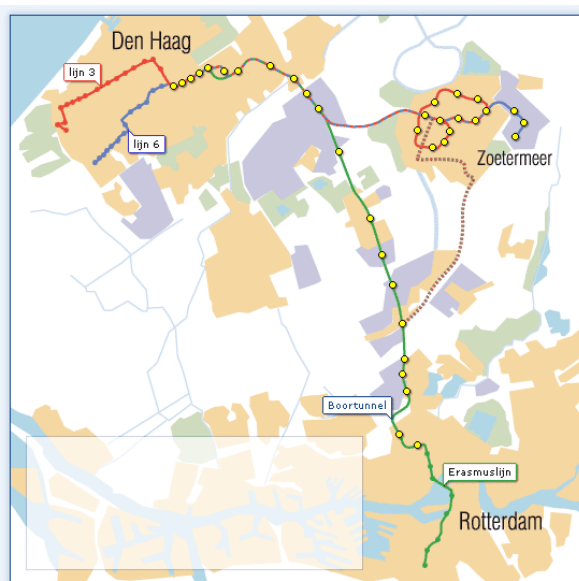
### *RandstadRail: Huge increase in public transport quality by controlling operations*

RandstadRail (RR) will be a new regional public transport system between The Hague, Zoetermeer and Rotterdam. RR will be a high level public transport system: short travel times and high frequencies. During peak hours the intensity on some trajectories will be about 24 vehicles an hour. RR will share some tracks with other tramlines as well. Dealing with this high frequencies, a system for controlling operations is necessary: because of offering travellers a high quality product, according to waiting times and chance of getting a seat, as well as making optimal use of the restricted capacity. To prevent congestion the operation of RR should be as much as possible according to the timetable. To reach this, HTM designed a controlling philosophy. This exists of three steps. The most important aspect is distribution in deviation of the timetable. First step is preventing this deviation to occur: the infrastructure will be as much as possible exclusive right of way and at intersections RR will get priority over the other traffic. RR will stop at every stop and will never leave before schedule time. Second step in the philosophy is dealing with the deviation by planning extra time in the schedule at stops, trajectories and terminals. Small deviations can get solved in this way. Final step to get vehicles back on schedule will be done by the traffic control: they have a total overview of all vehicles and can take measures like slowing down vehicles nearby a delayed vehicle. In case of big disturbances derouting and shortening of lines is possible.

## 1. Inleiding

In de zuidvleugel van de Randstad vinden op het gebied van wonen en werken grote ontwikkelingen plaats. Het gebied tussen Den Haag, Rotterdam en Zoetermeer verstedelijkt in hoog tempo. Verschillende VINEX locaties zijn in ontwikkeling of reeds bewoond. Deze ontwikkelingen betekenen ook een groei in vraag naar vervoer. RandstadRail (RR) biedt een regionaal openbaar vervoer product met hoge kwaliteit: frequent, snel, comfortabel en betrouwbaar. RandstadRail maakt voor het grootste gedeelte gebruik van bestaand NS-spoor: de Zoetermeer Stadslijn en de Hofpleinlijn. Deze bestaande verbindingen worden omgebouwd en gekoppeld aan het lokale tram- of metronet. RandstadRail wordt in 2007 in gebruik genomen en bestaat uit 3 hoofdtakken (zie figuur 1):

- Zoetermeerlijn. De Haagse tramlijnen 3 en 6 worden aan de Zoetermeerlijn gekoppeld. Lijn 3 rijdt door de Krakeling en eindigt in Zoetermeer Centrum West, lijn 6 rijdt direct naar de Zoetermeerse nieuwbouwwijk Oosterheem. Deze verbinding zal door HTM worden geëxploiteerd;
- Hofpleinlijn. De huidige treinverbinding Rotterdam-Den Haag CS (Hofpleinlijn) wordt aan de Rotterdamse metro gekoppeld en door de RET gereden;
- ZORO. De verbinding Rotterdam-Zoetermeer (ZORO) wordt een snelle buslijn die in een latere fase wordt gerealiseerd.



*Figuur 1: RandstadRail met haltes*

Het RET-deel van RandstadRail bestaat uit het doortrekken van de metro over NS spoor, waarbij er op 5 stations samen wordt gereden met het HTM-deel van RandstadRail. Het Haagse deel van RandstadRail bestaat uit een railverbinding tussen Den Haag Zuidwest en Zoetermeer, waarbij er zoveel gelijkvloers door de stad als op eigen infrastructuur tussen het Centrum en Zoetermeer wordt gereden. RandstadRail is geen raillijn van A naar B maar een combinatie van verschillende typen

railssystemen (Light Rail, tram en metro) met verschillende begin- en eindpunten (zie figuur 2). Hiernaast wordt in het stadsgedeelte ook nog samen gereden met verschillende tramlijnen. Op de gezamenlijke gedeelten, tram en Light Rail in de stad en metro en Light Rail in het buitengebied, wordt met een zeer hoge (gezamenlijke) frequentie gereden. Kortom Randstadrail wordt een gecompliceerd systeem waarin onderlinge afstemming en stiptheid erg belangrijk zijn.

Het stadsgewest Haaglanden heeft een programma van eisen [1] opgesteld waaraan het RR- vervoer moet voldoen, zie tabel 1. RR stelt hoge eisen aan beschikbaarheid, stiptheid, servicegraad, frequenties en uitstraling. Om aan deze hoge eisen te voldoen, zal de dagelijkse vervoerssturing van het HTM-gedeelte anders moeten worden vormgegeven dan in het huidige tramsysteem. Het RET-gedeelte zal wat vervoerssturing een voortzetting van het metrosysteem worden.

*Tabel 1: Stiptheidseisen Haaglanden [1]*

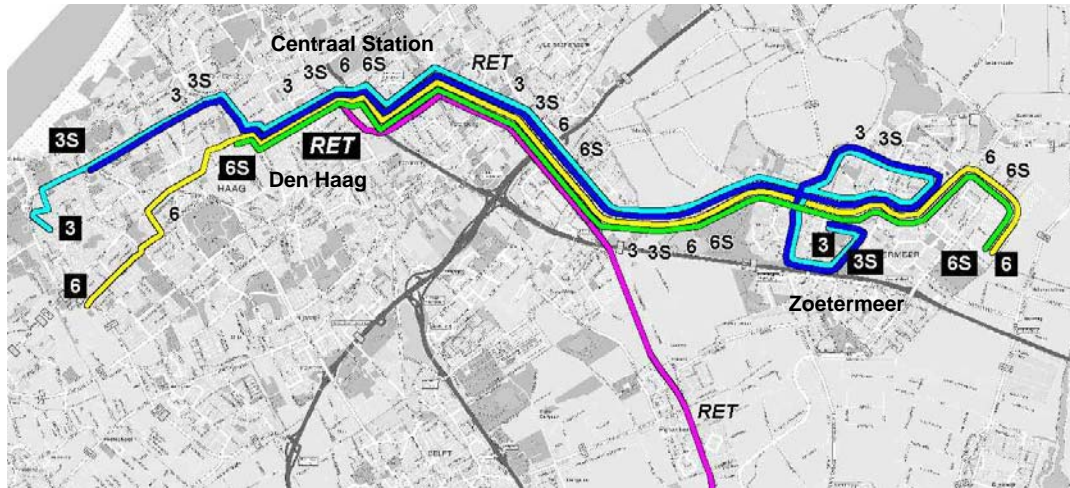
	<b>Maximaal percentage</b>
Te vroeg vertrekken	0 %
Minder dan 2 min te laat	95%
Minder dan 4 min te laat	99%

In dit paper wordt een beeld geschetst voor het toekomstige HTM-gedeelte van het RandstadRailstelsel (voortaan Randstadrail genoemd) op het gebied van dienstregeling en dienstuitvoering. Het RET-gedeelte wordt buiten beschouwing gelaten. Belangrijk hierbij is de betrouwbaarheid van het totale systeem. Het aantal afwijkingen van de dienstregeling en de grootte ervan, moet geminimaliseerd worden. Om dat te bereiken is beheersing onontbeerlijk.

Randstadrail bestaat uit de volgende lijnen (zie ook figuur 2):

- Lijn 3: Den Haag Loosduinen- Centraal Station - Zoetermeer krakeling linksom - Centrum West en vv;
- Lijn 3S: Den Haag De Savornin Lohmanplein – Centraal Station- Zoetermeer krakeling linksom-Centrum West en vv. (spitslijn);

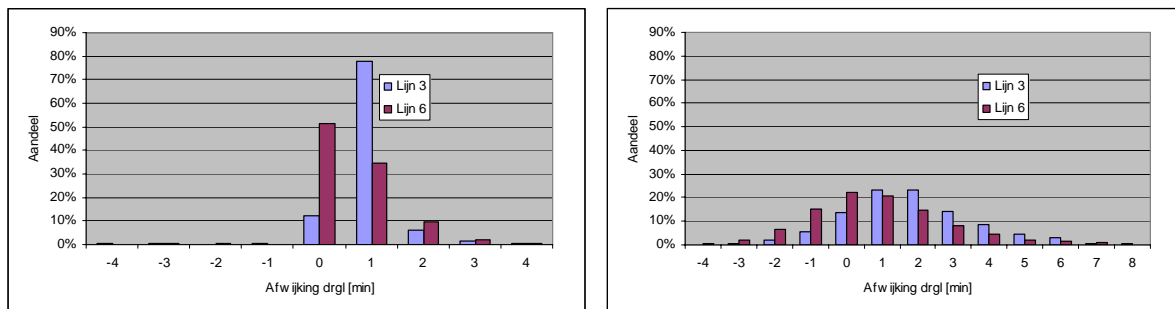
- Lijn 6: Den Haag Uithof- Centraal Station - Zoetermeer Oosterheem en vv;
- Lijn 6S: Den Haag Monstersestraat – Centraal Station - Zoetermeer Oosterheem en vv. (spitslijn).



*Figuur 2: Lijnennet Randstadrail*

## 2. Aanleiding voor beheersing

In de huidige situatie worden tram en bus niet tijdens de rit beheerst. Er wordt vertrokken op de vertrektijd en de aankomsttijd is het resultaat van de vertrektijd plus de geplande rijtijd plus oponthoud. Het gevolg is dat er spreidingen in vertrektijden voor komen van ongeveer 0 en +3 min. (zie figuur 3 (l)) en dat de spreiding in de doorkomsttijd halverwege de route varieert van -3 en +7 min (zie figuur 3(r)).



*Figuur 3: Huidige stiptheid lijn 3 en 6 bij beginpunt (l) en halverwege (r)*

Voor RR is deze grote spreiding vanwege de hoge frequentie en de hoge stiptheidseisen absoluut ontoelaatbaar en zal alles erop gericht moeten zijn deze spreiding te minimaliseren, zodat de dienstregeling kan worden gerealiseerd. Dit wordt beschreven in het PvE RandstadRail [1]. Dat betekent dat de voertuigen zullen moeten worden beheerst om het volgende te bereiken:

- Het bieden van kwaliteit

In het geval van een regelmatige dienstuitvoering is bij uniforme aankomst van reizigers op de halte de zitplaatskans het grootst. Regelmatig aanbod van OV voorkomt, dat reizigers onevenredig verdeeld zijn over voertuigen: een afwisseling van volle en lege voertuigen. Daarnaast is de gemiddelde wachttijd minimaal bij een 100% regelmatige dienstuitvoering [2];

- Optimaal gebruik maken van de beperkte capaciteit van tracédelen

Op het traject van RR tussen Zoetermeer en station Laan van NOI wordt beveiliging toegepast. Van deze trajecten is de capaciteit beperkt tot ca. 30 voertuigen/uur. De belangrijkste bottleneck voor RR is de tramtunnel in de Grote Markstraat: hier gaan ca. 40 voertuigen per uur per richting doorheen. De capaciteit van de deze tunnel is voldoende voor dit aantal, maar bij een grote onregelmatigheid kan congestie ontstaan bij de ingang van de tunnel.

Ter voorkoming van klontering van voertuigen door te grote spreiding zijn sturingsmaatregelen nodig die veel verder gaan dan ‘ingrijpen achteraf’. Het gehele vervoerssysteem zal in beeld moeten zijn en de Centrale Verkeersleiding (CVL) zal moeten anticiperen op afwijkingen van de stiptheid.

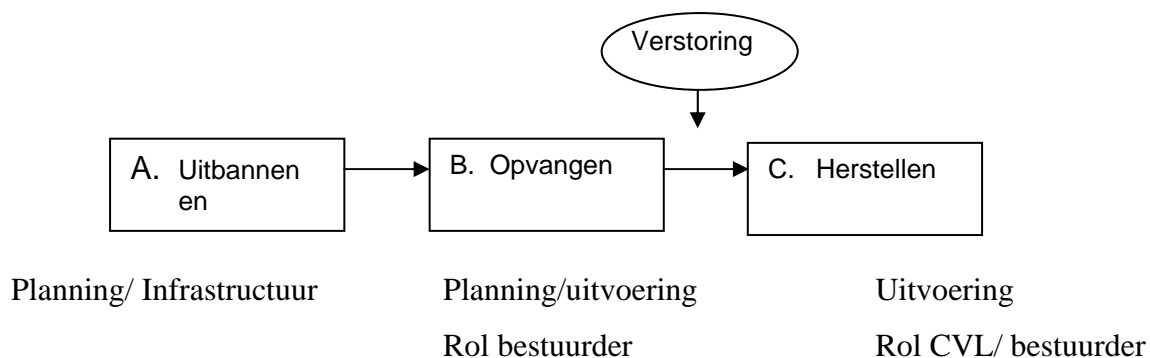
### **3. Het beheersingssysteem**

RandstadRail is een hybride systeem: voor een deel wordt gebruik gemaakt van autonome infrastructuur, voor een deel van traminfrastructuur. Deze laatste is niet geheel onafhankelijk van auto- en overig tramverkeer. Voor wat betreft de beheersing van RandstadRail ligt de nadruk op het stadse deel van het systeem. Dit deel heeft geen compleet vrijliggende infrastructuur en kent dus mogelijke bronnen van verstoringen. De richting naar de tramtunnel/Zoetermeer is hierbij het belangrijkste, omdat hier, vanuit het deel met de meeste verstoring, de lijnen samenkomen en vervolgens nog een belangrijk deel van het traject hebben af te leggen (Centrum-Zoetermeer). Te grote spreiding resulteert in een lage operationele kwaliteit voor dit gedeelte en een minder goede benutting van de schaarse capaciteit. Verwacht wordt dat in de andere richting de dienstregeling beter te realiseren is: vanuit Zoetermeer wordt gebruik gemaakt van autonome infrastructuur en pas na de

tramtunnel wordt gereden op traminfrastructuur. Op dat moment divergeren de verschillende lijnen.

Nadruk bij het beheersen ligt op de spits. Op dat moment zijn de frequenties het hoogst: de RR lijnen 3 en 6 worden dan op een deel van het traject versterkt. Deze hogere intensiteit leidt tot een grotere doorwerking van problemen bij een verstoring. Tevens is in deze periode de vervoervraag het hoogst, wat hoge kwaliteit eist.

Het doel van de beheersing van RR is om te doen wat je de klant beloofd: het uitvoeren van de dienstregeling. Dit houdt in het bewaken van de dienstuitvoering volgens afspraak. Tevens wil het zeggen bij een verstoring de spreiding in de rijtijd en de effecten daarvan te voorkomen of te verminderen. Om dat doel te bereiken is een stappenplan opgesteld, welke is weergegeven in figuur 4.



*Figuur 4: Stappen in het beheersingssysteem*

#### *A. Uitbannen spreiding en bewaken hiervan*

De eerste stap om te komen tot een betere dienstuitvoering is het voorkomen van spreiding. Voorkomen is immers beter dan genezen. Hierbij is het ook belangrijk de genomen maatregelen te bewaken/monitoren om te voorkomen dat er teruggevallen wordt in de oude situatie. Bij het uitbannen van spreiding moet aan de volgende zaken worden gedacht:

#### Infrastructuurverbeteringen

Allereerst is een inventarisatie gemaakt van de infrastructuur van RR. Hierin zijn de huidige en toekomstige knelpunten aangegeven. Op basis van de geplande verbeteringen in de



infrastructuur, met name op het gedeelte Centrum-Zuidwest Den Haag, en de huidige rijtijd en spreiding is een analyse gemaakt van de toekomstige rijtijd en spreiding. Vastgesteld kan worden dat door verbeteringen in de infrastructuur, zoals minder doorsteken over de trambaan en betere afstelling VRI's, de spreiding van RR sterk kan afnemen ten opzichte van de huidige spreiding. Spreiding blijft echter, zij het in mindere mate, bestaan.

In Den Haag maken een aantal tramlijnen samen met RR gebruik van de railinfrastructuur. In het PvE RR is vastgelegd dat RR prioriteit krijgt. Dit betekent dat bij VRI's of kruisingen RR voor gaat t.o.v. van tramlijnen. Dit moet echter zo worden geregeld dat de tramlijnen hier maar beperkte hinder van ondervinden. Met name lijn 2 is in dit geval belangrijk, omdat deze tramlijn vanaf de rand vanaf het centrum t/m het uittakpunt na CS en v.v. samenrijdt met RR-lijn 3 en 6. Hiernaast is met RET afgesproken dat bij gelijktijdig aankomst bij intakepunt Leidschenveen (richting Den Haag) de HTM-lijnen voor gaan en bij gelijktijdige aankomst bij laan van NOI (richting Rotterdam/Zoetermeer) de RET-lijn voor gaat.

#### Vertrekdiscipline

Momenteel vertrekken niet alle voertuigen exact op tijd van de beginhalte (zie figuur 3). Dit verschilt per beginpunt en tijdstip. Voor RR is het onacceptabel dat voertuigen te vroeg of te laat van de beginhalte vertrekken. Een belangrijke bijdrage aan een hoge stiptheid wordt al geleverd door het op tijd vertrekken van de rit. Om dit te bereiken spelen de volgende zaken een rol:

- Het voertuig is op tijd op de beginhalte. Dit wordt gerealiseerd door een hoge stiptheid en voldoende buffertijd aan het eindpunt;
- De bestuurder is op tijd op de beginhalte. Indien een bestuurder zich niet op een bepaald moment voor zijn dienst heeft ingemeld, krijgt de CVL een signaal. Zij dienen dan volgens protocollen de dienstuitvoering zo goed mogelijk uit te voeren (bijv. contact met de bestuurder, reservepersoneel, etc.);
- Er zijn middelen beschikbaar waardoor de bestuurder exact weet wanneer het vertrektijdstip is. Dit is onder andere in het voertuig nodig. Daarnaast is ook een voorziening op het eindpunt noodzakelijk, bijvoorbeeld een aftelklok per dienstnummer/dienstwagen;

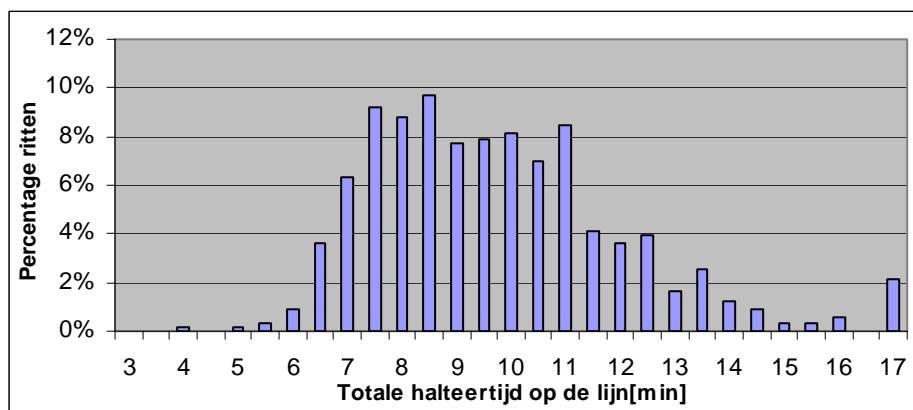
- De bestuurder heeft de discipline om op tijd te vertrekken. Dit houdt in dat hij ook het vertrouwen heeft dat de rijtijd naar het eindpunt haalbaar is. Hierbij is instructie en een goede rijtijd onontbeerlijk. De bestuurder moet duidelijk weten waarop de planning is gebaseerd. Signalering vanuit de CVL of een voertuig daadwerkelijk binnen de marge van op tijd vertrekt is nodig.

De vertrekdiscipline wordt continu gemonitord en gepubliceerd bij het betrokken personeel en management.

### Halteren nieuwe stijl

Naast verstoringen in de infrastructuur is ook het halteren een bron van spreiding. Ook deze spreiding kan bij voorbaat worden beperkt. Het gaat daarbij om de volgende aspecten:

- Elke halte wordt, analoog aan een metrosysteem, altijd aangedaan door RandstadRail (ook in de stad). Reizigers hoeven niet meer met een stopknop aan te geven of ze willen uitstappen bij de volgende halte. In de planning wordt uitgegaan van een halteertijd die voor elk voertuig gelijk is voor een betreffende halte. Dit heeft tot gevolg dat de spreiding in de rijtijd door verschillende halteertijden wordt geëlimineerd. In figuur 5 is deze spreiding in de totale halteertijd per rit te zien. De gemiddelde rijtijd zal enigszins toenemen, met name buiten de spits. Dit weegt echter ruim op tegen de winst in betrouwbaarheid;



*Figuur 5: Spreiding in totale halteertijd*

- Door de nieuwe voertuigen van RandstadRail wordt een betere afhandeling van reizigers gerealiseerd: zowel de gelijkvloerse instap als door bredere en beter toegankelijker deuren. Met name huidige bronnen van verstoringen op de halteertijd

zoals het instappen met kinderwagens, zullen minder effect hebben. Hiermee wordt een belangrijke bron van spreiding in de halteertijd uitgeschakeld;

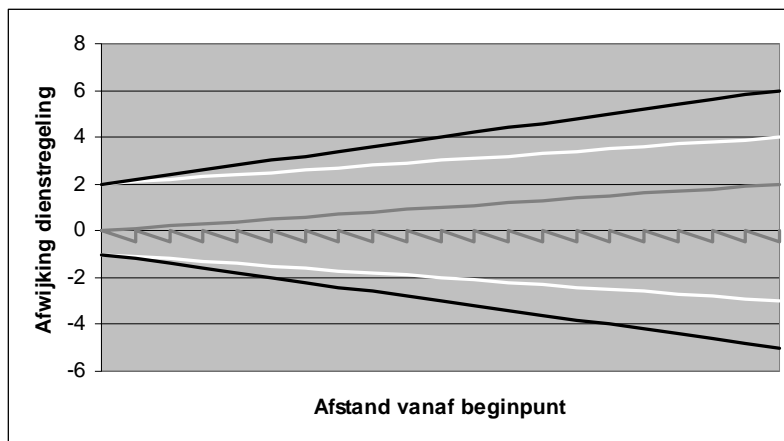
- Een belangrijke verandering bij RandstadRail is het niet meer te vroeg mogen vertrekken vanaf een halte. Te vroeg rijden creëert namelijk spreiding en kan uiteindelijk klontering van voertuigen veroorzaken. Dit betekent een lage kwaliteit van de dienstuitvoering: een hoge gemiddelde wachttijd op de halte en een slechte verdeling van reizigers over de voertuigen. Om te realiseren, dat een bestuurder nooit te vroeg vertrekt, moet hij op de hoogte zijn van de afwijking van de dienstregeling door de weergave van stiptheid in het voertuig. Wanneer een voertuig te vroeg op de halte is kan dit betekenen dat er langer dan gepland moet worden gehalteerd. Deze extra tijd is echter beperkt, omdat er vanaf de vorige halte niet te vroeg vertrokken is en de rijtijd strak is opgezet;
- De verkoop- en informatiefunctie wordt weggehaald bij de bestuurder. Kaartverkoop en het informeren van reizigers heeft een onregelmatig patroon met als gevolg een onvoorspelbare halte- en rijtijd, wat niet gewenst is voor RR. Hiermee is niet gezegd dat deze functie onbelangrijk is, deze functies moeten op een andere manier ingevuld worden. De komst van de chipkaart in 2007 speelt hier een rol in.

## Rijstijl

Een belangrijke invloed op de spreiding heeft de rijstijl van de bestuurder. Voor RR is het belangrijk dat er van halte naar halte dezelfde tijd wordt gereden. Dit betekent dat de bestuurders hetzelfde rijgedrag moeten vertonen, zoals op dezelfde manier optrekken en afremmen. Daarnaast is de snelheid per trajectdeel (rechtstanden, bochten) een belangrijke parameter. Bestuurders dienen goed op de hoogte te zijn van wat er van hen verwacht wordt. Goede opleiding is hierbij onmisbaar. Hierdoor wordt voorkomen dat voertuigen te vroeg of te laat op de halte arriveren. De rijtijd dient dan ook zorgvuldig bepaald te worden. Veilig, vlot en comfortabel zijn daarbij de steekwoorden. De verbetering van de infrastructuur, waaronder de realisatie van delen autonome infrastructuur maken het aanhouden van één rijstijl beter mogelijk.

Belangrijk in de planning van RR is dat, in tegenstelling tot de werkwijze bij tram en bus nu, de rijtijd van halte naar halte wordt bepaald. Momenteel wordt alleen gepland van begin tot eindpunt en worden de deelrijtijden geïnterpoleerd.

Bovenstaande maatregelen zullen een positief hebben op de spreiding in de rijtijd. In figuur 6 is een indicatie gegeven van het effect. De zwarte lijnen geven de huidige bandbreedte van de rijtijd over de lijn aan. Door betere infrastructuur, VRI's en op een nieuwe manier halteren zal deze bandbreedte smaller worden (witte lijn). Door vervolgens de vertrekdiscipline te verhogen en niet meer te vroeg van een halte te vertrekken wordt de bandbreedte volgens de grijze lijn. Hierdoor is een significante verkleining van de bandbreedte bereikt.



*Figuur 6: Bandbreedte in rijtijd over de rit (zwart=huidig; wit= na verbetering infra, VRI's en nieuwe manier halteren; grijs= na verbetering vertrekdiscipline en niet meer te vroeg vertrekken)*

## B. Opvangen door RR-bestuurder

In de ideale situatie bestaat er geen spreiding. Gezien de hybride infrastructuur is dit nooit 100% haalbaar. Een manier om (een deel van) de effecten van de spreiding te verminderen, is het opvangen van de spreiding. Dit houdt in extra tijd aan de dienstregeling toe te voegen, zodat vertraagde voertuigen in kunnen lopen tijdens de rit. Deze extra tijd (buffer) is een optimum tussen snelheid en betrouwbaarheid. Hoe meer buffer hoe groter de betrouwbaarheid, maar hoe lager de snelheid (en hoe langer de rijtijd).

Het opvangen van een opgelopen afwijking kan op verschillende manieren. Belangrijk hierbij is dat het opvangen alleen van toepassing is voor voertuigen die te laat zijn. Te vroege voertuigen wachten immers op de halte hun tijd af of passen hun rijstijl aan.

De buffer kan zowel in de rijtijd, halteertijd als in de keertijd worden opgenomen:

- Buffertijd in de rijtijd

In de rijtijd van halte naar halte is een beperkte marge opgenomen. Deze is afhankelijk van de te verwachten spreiding op het betreffende trajectdeel. Hierbij gaat het met name om het stadse deel, waarbij het bijvoorbeeld niet in alle gevallen mogelijk is om absolute prioriteit te krijgen bij VRI's en waarbij het voor kan komen dat de baan wordt geblokkeerd door kruisend/meerijgend autoverkeer.

- Buffertijd in de halteertijd

In de halteertijd kan een kleine marge opgenomen worden. Deze is afhankelijk van de te verwachten spreiding in de rijtijd en de effecten van langere halteertijden. Op bepaalde trajecten is het namelijk niet wenselijk langer te halteren dan nodig vanwege hinder of capaciteitsbeperking. Met het oog op operationele kwaliteit is het wenselijk te bufferen op haltes met een hoge vervoervraag: hier is het stilstaan minder hinderlijk dan op plekken waar weinig in- en uitstappers zijn. Overigens is het aantal seconden dat als buffer in de halteertijd kan worden opgenomen beperkt. In het PvE RR staat dat de maximale halteertijd 20 s. bedraagt, voor drukke halten en overstaphalten mag dit met maximaal 50% worden overschreden.

#### Buffertijd in de keertijd

- Naast de tijd die op het eindpunt nodig is om o.a. te keren, wordt er aan de keertijd extra tijd toegevoegd worden om te zorgen dat het voertuig in 99% van de gevallen weer op tijd terug kan keren.

#### C Herstellen

Op het moment dat stap 1 en 2 niet leiden tot de gewenste dienstuitvoering wordt er ingegrepen door de CVL: de dienstuitvoering moet hersteld worden. Op dat moment is er een afwijking van de gewenste situatie en is het zaak de schade hiervan te beperken en de situatie weer terug te brengen naar de gewenste situatie (stipte dienstuitvoering). Herstellen is dus alleen van toepassing in het geval van een verstoring. Deze zijn door zowel het uitbannen als het opvangen teruggebracht, maar voor de Haagse deel van RR blijft er een reële kans op verstoringen.

In de exploitatie zijn er 3 situaties te onderscheiden:

- 1 Verstoringen in de exploitatie. Het gaat hierbij om kleine afwijkingen van de dienstregeling die de bestuurder zelf kan oplossen (< 1 minuut);
- 2 Incidenten in de exploitatie. Afwijkingen van de dienstregeling die buiten het oplosbereik van de bestuurder liggen. De CVL (mens en/of computer) neemt het over, omdat zij het groter geheel in beeld hebben (tussen 1 à 10 min);
- 3 Calamiteiten, waarbij de normale dienstuitvoering niet meer mogelijk is (ontsporingen, draadbreuken, ongevallen, aanrijdingen, uitvallen voertuigen en ander leed). Gevolgen: bijv. omleidingen. In dit geval kan, afhankelijk van de situatie afgeweken worden van regels als “niet te vroeg” e.d. Dit valt niet onder “beheersing van RR” en wordt niet verder op ingegaan.

Ad 1.

De bestuurder krijgt in zijn voertuig real-time informatie over de stiptheid van zijn voertuig. Bijsturing door de bestuurder gaat als volgt:

- De bestuurder beschikt op het beginpunt over de exacte vertrektijd in zijn voertuig/eindpuntvoorziening en vertrekt op basis hiervan. Indien het voertuig te laat is, wordt de keertijd korter. Hiervoor is een buffertijd in de keertijd opgenomen;
- Geplande vertrektijd per halte is voor de bestuurder zichtbaar, waardoor te vroeg vertrekken van haltes kan worden voorkomen;
- Door zicht te hebben op de stiptheid heeft de bestuurder de mogelijkheid om, in geval van opgelopen vertraging, de buffers op te souperen. Dit kan bijv. door korter halteren;

Ad 2.

Op het moment dat een verstoring van een voertuig boven het maximum uitkomt, zowel te vroeg als te laat, dan helpt de CVL de bestuurder om weer binnen zijn marge (regelruimte) te komen.

De taken van de CVL zijn:

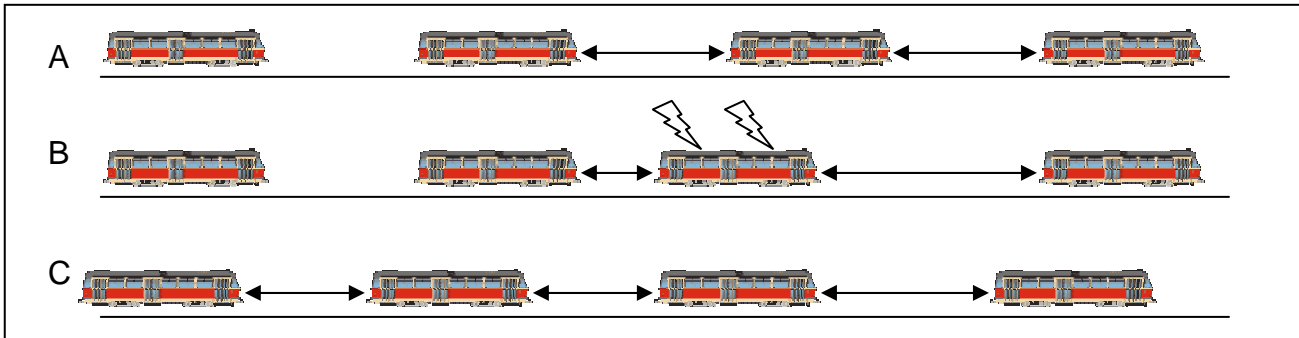
#### *Stiptheidsbeheersing*

- Naleving vertrekdiscipline; de CVL bewaakt de vertrekdiscipline van bestuurders. In het geval van het ontbreken van een voertuig of een bestuurder krijgt de CVL een signaal zodat maatregelen genomen kunnen worden. In het geval van het niet op tijd vertrekken van een bestuurder neemt de CVL na 1 min. contact op met het betreffende voertuig/bestuurder;
- Intakprioriteit RR-lijnen onderling aanpassen; de CVL kent de verwachte aankomsttijden van de voertuigen bij de intakpunten. Op het moment dat er verstoringen gaan ontstaan, krijgt de CVL een signaal. Hierop gaat de CVL (pro-actief) de verstoring voorkomen door één van de conflicterende voertuigen op te houden (langer halteren of langzamer rijden);
- Inhalen bij CS; een bijstuurmogelijkheid bestaat uit het laten inhalen van voertuigen op Centraal Station. CS heeft per richting een eilandperron zodat de mogelijkheid bestaat om een voertuig dat als laatste binnenkomt, als eerste te laten vertrekken. Dit kan nodig zijn om de dienstregeling en ook de verdeling van de reizigers over de voertuigen te optimaliseren. Hiervoor dient de CVL invloed te hebben op de wissels bij Centraal Station;
- De taak van de CVL is bij het “voor op schema rijden” van een voertuig met name een verbale functie, de bestuurder melden dat deze langzamer moet gaan rijden of langer halteren. Veel moeilijker is het voor de CVL om een voertuig dat te laat is weer op tijd te laten rijden. Hierbij gaat het om prioriteit bij intakpunten veranderen en op regelmaat sturen (zie volgende paragraaf). In extreme situaties kunnen lijnen worden ingekort en kunnen er haltes worden overgeslagen. Omdat dit niet prettig is voor reizigers zijn dit de laatste maatregelen die genomen kunnen worden.

#### *Regelmaatbeheersing*

Op het moment dat een voertuig een bepaalde vertraging heeft, kan de CVL een aantal voor- en achtergangers van dit voertuig even ophouden om de regelmaat weer op een gewenst niveau te brengen. Het ophouden van de voertuigen kan bestaan uit langer halteren of langzamer rijden. Voor deze geregelde vertraging moet extra buffertijd aan het eindpunt worden ingebouwd. Bij het beheersen van de regelmaat is het belangrijk naar de prioriteit bij

intakpunten te kijken. Regelmaatbeheersing is een tussenstap om van een verstoring weer zo snel mogelijk, op een voor reizigers goede manier, tot een stipte dienstuitvoering te komen en is geen doel op zich. In figuur 7 is het principe van regelmaatbeheersing uitgebeeld.



*Figuur 7: Principe van regelmaatsturing*

*A: Voertuigen rijden met constant interval achter elkaar*

*B: Eén voertuig loopt vertraging op: het interval ervoor wordt groter en er achter kleiner*

*C: Door voor- en achterganger(s) te vertragen wordt de verstoring van de intervallen verkleind*

#### **4. Exploitatiebeheersing bij andere OV bedrijven**

In het buitenland is het principe van het beheersen van de exploitatie al lange tijd toegepast. Onlangs is er ook in het Oosten van de provincie Utrecht en in Amsterdam een start meegemaakt. Connexxion gaat binnenkort ook op alle bussen een exploitatie beheerssysteem inbouwen. Ter illustratie worden hieronder de systemen uit Wenen en Praag toegelicht. Deze steden hebben een belangrijke bijdrage geleverd aan de beeldvorming voor beheersing bij HTM.

##### **Wenen**

In 1995 is een beheersingsysteem (RBL: Rechnergesteuertes Betriebsleitsystem ) voor bus en tram ingevoerd. De bedoeling van het beheersingsysteem was om tram en bus aantrekkelijker te maken. Het principe van het systeem is:

- Regelmatige intervallen in de spits bij korte opvolgtijden;
- Punctualiteit in het dal bij intervallen van ongeveer 10-minuten.



Door het beheersingssysteem worden verstoringen niet alleen snel ontdekt maar het systeem zal ook maatregelen voorstellen om de verstoring zo snel mogelijk op te lossen. Op grond van de vergelijking tussen Ist- en Sollpositie kan de afwijking van de dienstregeling en de afstand tot de voorganger worden berekend. Het systeem registreert vertraging en het te vroeg rijden. Daarnaast wordt een te korte keertijd als gevolg van vertraging automatisch gemeld. Het systeem meldt ook als clustering plaats vindt. De maatregelen om dit te voorkomen worden automatisch door het systeem of door de CVL-medewerkers genomen. De volgende maatregelen zijn mogelijk:

- lijnen inkorten en pendelen;
- trams omleiden;
- versterkingsritten inzetten;
- rit uit laten vallen;
- Het systeem kan automatisch ingrijpen als het interval tussen 2 trams te veel afwijkt van de dienstregeling. De voorste tram wordt afgeremd d.m.v. een (SMS) melding op zijn boordcomputer;
- Als een voertuig uitvalt dan worden de intervallen van de overige voertuigen aangepast.

### **Praag**

Praag heeft een beheersingssysteem voor de tram in gebruik. Met dit systeem wordt per voertuig de afwijking van de dienstregeling in de gaten gehouden en indien noodzakelijk wordt er door de CVL ingegrepen. Het systeem is vanaf 1989 ontwikkeld en vanaf 1995 in gebruik.

De afwijking van de dienstregeling wordt automatisch en gedetailleerd doorgegeven aan de bestuurder via boordcomputer en CVL. Bij het passeren van een sensor ziet de bestuurder na 12 seconden zijn positie t.o.v. dienstregeling. Tevens is bij de CVL tram op een beeldscherm per dienst en lijn de afwijking van de dienstregeling te zien. Op een detailscherm is ook de positie van de voertuigen per lijn ten opzichte van elkaar te volgen. Kleuren geven de positie t.o.v. de dienstregeling aan (zie figuur 8).

Lijn/ Wagen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lijn 1	Green	Red	Purple	Green	Green	Green	Green			
Lijn 2	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow		
Lijn 3	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow			
Lijn 4	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Green
Lijn 5	Green	Green	Green	Green	Green	Red				
Lijn 6	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Purple	Yellow	Yellow
Lijn 7	Green	Red	Yellow	Yellow	Green	Green				
Lijn 8	Yellow	Yellow	Red	Purple	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Purple	
Lijn 9	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	

Groen	Op tijd (afwijking: 0-3 minuten te laat);
Geel	Vertraagd (afwijking: 3-7 minuten te laat);
Geel (knipperend)	Erg vertraagd (afwijking: meer dan 7 minuten te laat);
Rood	Te vroeg;
Paars	Tram staat in remise.

*Figuur 8: Voorbeeld beeldscherm beheersingssysteem*

Bij knipperend geel meer dan 7 minuten te laat neemt de CVL contact op met bestuurder en vraagt wat er aan de hand is. Het hangt van de situatie af hoe er wordt ingegrepen. De CVL grijpt niet in bij klontering van voertuigen; het achterliggende voertuig wordt niet opgehouden als voorganger erg langzaam rijdt. Om verstoringen op te vangen staan er verspreid over het net 7 trams (plus personeel) opgesteld. Als een omloop niet wordt gehaald wordt dit op de boordcomputer aangegeven. In de praktijk wordt er niet vaak ingegrepen.

Te vroeg van een halte vertrekken, zelfs 1 seconde te vroeg, is niet toegestaan. Als dit gebeurt, wordt een bestuurder gekort op zijn salaris. Dit komt daarom ook zelden voor. Als de bestuurder toch te vroeg vertrekt wordt hij opgeroepen. Met name bij personeel dat pas kort in dienst is wil het nog wel eens voorkomen dat men te vroeg vertrekt. Na 3 tot 6 maanden dienstverband is men in het algemeen gewend aan het strikte halteringsregime.

De gegevens m.b.t. de afwijking worden opgeslagen en maandelijks gepubliceerd en vergeleken met andere maanden. In Praag rijdt 85% van de ritten op tijd (0-3 minuten te laat). Er bestaan geen afspraken tussen de gemeente en het vervoerbedrijf over punctualiteit.

Vakbonden vinden het niet prettig dat trambestuurders worden gevolgd, tegelijkertijd is men wel trots op hoge stiptheid. Men ziet dat door het vertrektijdenregime en de controle hierop een betrouwbaar OV-systeem voor de passagiers wordt neergezet.

## **5. Conclusie**

RandstadRail wordt een hoogfrequent, hybride, systeem, dat voor een deel samenrijdt met trams en RET RR-voertuigen. Om hoge kwaliteit te bieden op het gebied van stiptheid en regelmaat en om ook de capaciteit van de trajecten optimaal te benutten is gekozen voor een vorm van beheersing. De essentie hiervan is uitbannen, opvangen en bijsturen van spreiding. De RR-bestuurder is op de hoogte van zijn/haar stiptheid en de CVL volgt alle voertuigen op afstand en kan eventueel bijsturen. Daarnaast beschikt RR over veel vrije banen en prioriteit bij VRI's. De halteertijd wordt verkort door gelijkvloerse instap. Hierdoor wordt de kwaliteit van RR significant hoger dan momenteel op bus en tram. Als het systeem zich bewijst, betekent dat dit wellicht ook stapsgewijs op een aantal tram of buslijnen wordt toegepast. Bij deze systemen zijn de omstandigheden (voertuig en infrastructuur) echter vaak wel ongunstiger.

## **Bronnen**

1. Stadsgewest Haaglanden (2003), PvE RandstadRail
2. Oort N. van / Nes R. van (2004), Regelmaatprognose bij het netwerkontwerp van stedelijk openbaar vervoer, TU Delft / HTM Personenvervoer Den Haag, bijdrage CVS 2004