

OV Sturen op Regelmaat

Stef Windt – Windesheim Flevoland, RO Mobiliteit + Arriva – stefwindt@gmail.com

Marc van Deventer – Vervoerregio Amsterdam – m.vandeventer@vervoerregio.nl

Sytze Rienstra – Windesheim Flevoland, RO Mobiliteit – sa.rienstra@windesheim.nl

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

Samenvatting

Het samenklonteren van voertuigen zorgt voor onbetrouwbare wachttijden en een ongelijke spreiding van reizigers bussen en trams. Regelmaatsturing kan dit probleem tegengaan door niet meer vaste vertrektijden te hanteren maar een zo gelijk mogelijk interval. Op deze manier wordt het OV mogelijk betrouwbaarder en comfortabeler dan bij de huidige sturing op punctualiteit.

Doel van dit paper is om inzicht te geven in de effecten van sturen op regelmaat voor de belangrijkste actoren. Dit is onderzocht via literatuuronderzoek, dataonderzoek, interviews en een expertsessie.

De regelmaat in het openbaar vervoer in de Vervoerregio Amsterdam laat op dit moment nog te wensen over. Op sommige bus- en tramlijnen klonteren ongeveer 10% van de ritten samen en staan reizigers gemiddeld 0,5 tot 1,5 minuut langer te wachten dan gepland. Over het algemeen geldt dat lijnen met veel eigen infrastructuur regelmatig rijden dan lijnen die met het andere verkeer meerijden. Regelmaatsturing kan in beide gevallen voordelen hebben.

Voor de reiziger zijn de gemiddelde kortere wachttijd en de betere spreiding (zitplaatskans) de belangrijkste positieve effecten. De rijtijd en het overstappen kan daarentegen langer duren. Daarnaast zorgt het sturen op regelmaat voor extra onzekerheid omdat geen exacte vertrektijden bekend zijn.

Voor de vervoerder geldt dat een andere manier van plannen nodig is, omdat geen dienstregeling meer wordt gehandhaafd. Het kan zorgen voor lagere operationele kosten door een besparing in voertuigen en rijtijd, maar dit kan ook toenemen. Voor chauffeurs wordt meer flexibiliteit verwacht.

Voor de concessiebeheerder betekent het dat de vervoerder niet meer op punctualiteit afgerekend wordt. Het meten van regelmaat moet daarbij op een manier die zoveel mogelijk de beleving van de reizigers kan representeren.

Sturing kan op diverse niveaus, variërend van het sturen bij alleen verstoringen, met een onderliggende dienstregeling en het volledig loslaten van de dienstregeling. Het kan op grofweg drie verschillende manieren: vertragen, versnellen en eerder keren. Het versnellen waar mogelijk en het beperkt vertragen van voertuigen lijkt hierbij de meest kansrijke optie.

Bij hoogfrequente lijnen kan regelmaatsturing een interessante optie zijn, maar pilots en simulaties moeten uitwijzen of de voordelen inderdaad opwegen tegen de nadelen en in welke gevallen dat wel/niet zo is. Sturen op regelmaat kan dan bijdragen aan het verder verbeteren van de kwaliteit van het OV om zo nog aantrekkelijker te worden voor de reiziger.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Veel openbaar vervoerlijnen in en rond Amsterdam rijden met een hoge frequentie dankzij de relatief dikke vervoerstromen. De korte volgtijd heeft als nadeel dat bij relatief kleine verstoringen de voertuigen dicht achter elkaar rijden en 'treintjes' vormen: dit wordt ook *bus bunching* genoemd (Koppiseti et al, 2018; Van der Werff, 2017). Dit heeft enkele belangrijke nadelen voor de reiziger:

- Hoewel deze uitgaat van een hoge frequentie is deze in praktijk voor de reiziger dus vaak minder groot.
- De voorste bus of tram kan overvol zijn, terwijl het voertuig erachter juist leeg is. De capaciteit wordt zo onvoldoende benut en de zitplaatskans/het comfort vermindert. Ook kan hierdoor de vertraging verder toenemen, doordat in- en uitstappen langer duurt.

Een belangrijk doel van overheden is veelal een betrouwbaar OV systeem aan te bieden aan de reizigers. De overheden sturen daarbij op dit moment vooral op punctualiteit: een hoge punctualiteit betekent voor de reiziger immers een hoge betrouwbaarheid. Deze wordt gemonitord en de vervoerder wordt hierop afgerekend.

Bij hoogfrequente lijnen zal een reiziger echter eerder ad random naar de halte gaan (Osuna & Newell, 1972). Deze heeft er dan niet zozeer baat bij dat er punctueel gereden wordt, maar dat zijn (gewogen) wacht- en rijtijd zo kort mogelijk is. Dan is het om bovengenoemde problemen te verminderen wellicht beter om te sturen op regelmaat oftewel op een zo gelijk mogelijke tijd tussen voertuigen, waardoor de gemiddelde wachttijd geminimaliseerd wordt. Als een voertuig om de een of andere reden vertraagd is zou dit betekenen dat ook de daarachter rijdende voertuigen iets vertragen. Of als deze juist sneller rijdt, zou dat idealiter ook voor de andere voertuigen gelden.

De vraag is daarmee of het sturen op regelmaat het OV aantrekkelijker kan maken voor de reiziger, concessiebeheerder en vervoerder. Dit is onderzocht in het afstudeerwerk van Windt (2019); dit paper geeft een samenvatting van de belangrijkste bevindingen.

1.2 Doel

Doel van dit paper is om inzicht te geven in de huidige regelmaat van het OV en de effecten van sturen op regelmaat voor de belangrijkste actoren (reiziger, vervoerder, concessiebeheerder).

1.3 Aanpak

Allereerst is via desk research en enkele interviews nader inzicht gekregen in de effecten van regelmaatsturing, diverse experimenten in binnen- en buitenland en de sturingsopties. Vervolgens is voor een aantal lijnen in de Vervoerregio Amsterdam de regelmaat geanalyseerd. De mogelijke toepassingen in de vervoerregio zijn verkend in een expertsessie. Er is hierbij specifiek gekeken naar de mogelijkheden binnen de vervoerregio, de resultaten zijn uiteraard ook in andere concessies met hoogfrequente

lijnen toe te passen. Voor een uitgebreide verantwoording wordt verwezen naar Windt (2019).

1.4 Leeswijzer

Het volgende hoofdstuk zet de voor- en nadelen en andere aspecten rond regelmaatsturing op een rij. Hierna volgt een data-analyse van enkele lijnen in de vervoerregio. Hoofdstuk 4 verkent de praktische mogelijkheden, waarna de paper afrondt met de belangrijkste conclusies.

2. Sturen op regelmaat

2.1 Eerdere onderzoeken en pilots

De aantrekkingskracht van OV wordt bepaald door een korte reistijd, waarbinnen de wacht- en overstaptijd extra zwaar meegewogen wordt. Verder heeft de reiziger baat bij comfort en betrouwbaarheid. Door het sturen op regelmaat wordt de betrouwbaarheid van wachten op de halte vergroot, hiertegenover staat dat de ex ante betrouwbaarheid van de vertrek- en aankomsttijd lager wordt. Het comfort wordt hoger dankzij de grotere zitplaatskans (Cats, 2014; Munoz, 2015). De vraag is of de voordelen opwegen tegen de nadelen. Om dit te onderzoeken zijn er enkele pilot studies uitgevoerd.

Simulaties lijn 400 Leiden-Zoetermeer.

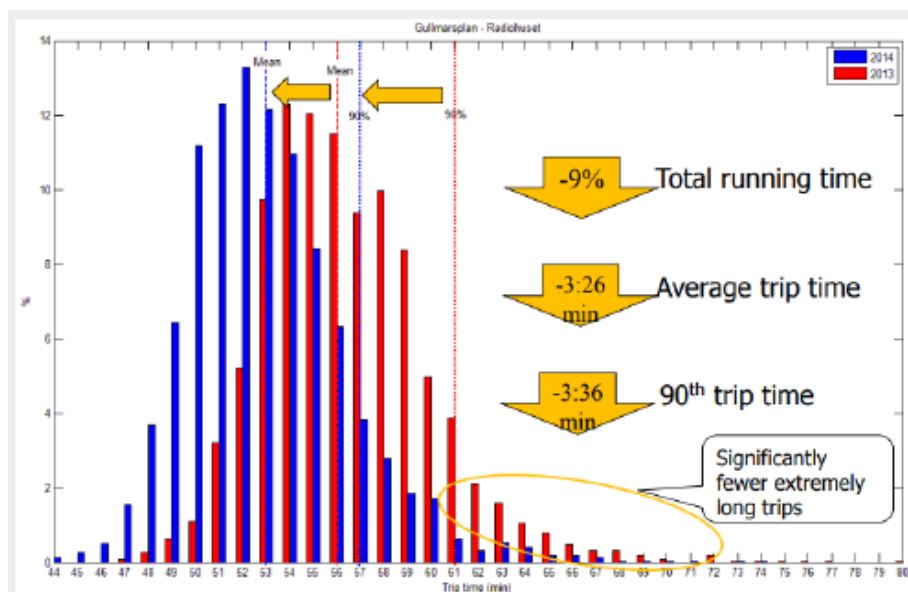
Van der Werff (2017) heeft via simulaties de effecten onderzocht van regelmaatsturing op lijn 400 tussen Leiden en Zoetermeer. Hieruit blijkt dat regelmaatsturing bus bunching grotendeels kan oplossen, wat bij sturing op punctualiteit niet lukt. Regelmaatsturing is alleen te prefereren als regelmaat over de gehele lijn nodig is, bij weinig instappers onderweg is sturing op punctualiteit logischer. Verder blijkt dat de reistijd langer wordt, en de wachttijd minder. De totale reistijd blijft ongeveer gelijk.

Betrouwbaar OV Randstadrail

Uit Oort & Van Es (2008) blijkt dat door het verhogen van de betrouwbaarheid en regelmaat de gemiddelde reistijd bij de Randstadrail afneemt en de zitplaatskans toeneemt.

Pilot Stockholm

In 2012 is er in Stockholm een pilot uitgevoerd met een buslijn, hierbij zijn diverse vormen van sturing onderzocht (Cats, 2013). Ondanks problemen met de implementatie is de regelmaat daadwerkelijk verbeterd. De gemiddelde wachttijd daalde sterk, waardoor de meeste reizigers sneller op hun bestemming zijn. Dit resulteerde ook in een lager aantal benodigde bussen (zie onderstaande figuur). Door deze gunstige resultaten wordt regelmaatsturing nu tussen 7 uur 's ochtends en 's avonds toegepast op een viertal hoogfrequente lijnen. Aan de reiziger wordt nu alleen gecommuniceerd dat de bus iedere 5-7 minuten vertrekt.



*Figuur 1 Resultaten van de proef regelmaatsturing in Stockholm.
Bron Cats (2013)*

Londen

TfL (2015) monitort de betrouwbaarheid van hoogfrequente buslijnen (>5x per uur) op basis van regelmaat. Op basis van karakteristieken van de lijn is een norm bepaald, er geldt een bonus/malus regeling voor de vervoerder voor het al dan niet halen van de norm.

Santiago (Chili)

In 2012 is een proef gehouden om de regelmaat op drie meetpunten te meten (meestal begin, midden, eind). Als de volgtijd te hoog is krijgt de vervoerder een boete. In de bussen is een boordcomputer geïnstalleerd waarop de chauffeur de volgtijd kan zien. Ook wordt een advies gegeven om te versnellen, vertragen of te wachten (Lizana et al., 2014).

Pilot lijn 300 Schiphol-Haarlem

Er is in de loop van 2019 een pilot voorzien. Op lijn 300 gaat Connexxion een aantal sturingsopties testen. Er wordt via een smartphone aan chauffeurs doorgegeven of met moet vertragen of versnellen. Schiphol betaalt de kosten voor de pilot, mede omdat zij willen onderzoeken of dit de drukte op Schiphol Plaza kan verminderen.

Uit deze pilots en simulaties komt voor hoogfrequente lijnen een positief beeld naar voren. De gewogen reistijd neemt af, terwijl ook extra materieelinzet niet nodig blijkt. Wel vraagt het een andere manier van sturen door de vervoerder en de concessiebeheerder.

2.2 Effecten

Regelmaatsturing heeft voor alle drie betrokken actoren belangrijke effecten. Deze zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 1 Effecten voor reiziger, vervoerder en concessieverlener

Actor	Effect
Reiziger	
Betrouwbaarheid aankomst/vertrek	- Afname doordat er geen vaste dienstregeling meer is
Wachttijd	+ Gemiddeld een afname van zowel de gemiddelde wachttijd als de betrouwbaarheid
In-voertuig rijtijd	+/- Neemt toe door opzettelijk vertragen, neemt af door minder buffertijden in dienstregeling
Rituitval	- Om na verstoring zsm regelmatig te rijden kan een rit uitvallen. Dit verlengt de wachttijd bij verstoringen.
Halte overslaan	+/- Om regelmaat te realiseren kan een halte overgeslagen worden. Dit is gunstig voor de doorgaande reiziger, ongunstig voor de reiziger die de halte wil benutten.
Zitplaatskans	+ Door minder bus bunching
Overstapkans	- Deze neemt af – de aankomsttijd is minder betrouwbaar
Klanttevredenheid	+/- Enerzijds kortere wachttijd en grotere zitplaatskans, anderzijds langzamer rijden, haltes overslaan.
Vervoerder	
Omlooptijd	+/- Toename indien bussen vertraagd worden. Afname door lagere buffertijden in dienstregeling
Inplanning chauffeurs	- Zowel begin-, pauze- en eindtijd (formeel) onzekerder. Al is dit in praktijk nu ook het geval.
Planning materieel	- Soms minder, soms meer materieel nodig. Mogelijk langere omlooptijd, lagere buffertijd. Maar meer flexibiliteit nodig bij verstoringen. Door spreiding van reizigers wellicht minder grote voertuigen nodig.
Reisinformatie	+/- Ander type reisinformatie nodig (zeker bij vooruitplannen door reiziger). Zeker bij overstappen dient een marge gegeven te worden.
Werkomstandigheden chauffeurs	+ Minder stress om de dienstregeling te halen.
Concessieverlener	
Ruimtegebruik	+/- Beperkt: minder bus bunching, minder wachtenden op haltes, minder buffertijd bij begin/eindpunt.
Zwartrijden	+ Door minder drukke bussen (meer sociale controle).
Monitoren vervoerder	- In de concessie dienen andere KPI's opgenomen te worden. Regelmaat is lastiger te monitoren dan bijvoorbeeld punctualiteit.

Bron Interviews; Vd Werff, 2017; Cats, 2017.

Uit de tabel blijkt, dat er zowel voor- als nadelen zijn voor alle drie actoren. Bij laagfrequente lijnen heeft het sturen op regelmaat geen voordelen, omdat reizigers hier meer aan vaste vertrek- en aankomsttijden zullen hechten en bus bunching minder snel zal optreden. Of en waar regelmaatsturing positief kan zijn, wordt nader onderzocht door de regelmaat van een aantal lijnen in beeld te brengen.

3. Huidige regelmaat

3.1 Meetmethoden

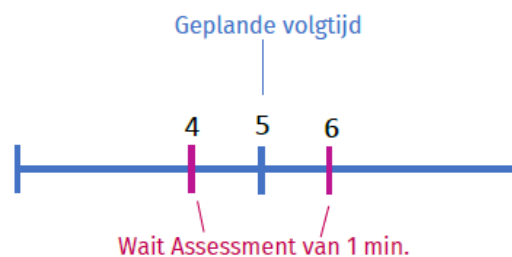
Voor het bepalen van een goede indicator zijn een aantal zaken van belang:

1. De indicator moet aansluiten op de beleving van de reiziger
2. Een indicator moet makkelijk te begrijpen, objectief en vergelijkbaar zijn.

Er zijn grofweg vijf methoden om regelmaat te meten bij hoogfrequente lijnen (Ma et al., 2013). De *headway regularity index* bepaalt verschillen in volgtijden (en meet bus bunching), maar is complex te berekenen en daarom lastig te communiceren. De *headway ratio* deelt de gerealiseerde volgtijd door de geplande – deze is alleen toe te passen als de volgtijden altijd gelijk zijn. De andere drie methoden zijn in beginsel het meest geschikt om regelmaat te meten, dit zijn a) *wait assessment*, b) *excess waiting time* en c) standaarddeviatie van de volgtijden.

Ad a. *Wait assessment*

Deze methode berekent het percentage ritten waar de daadwerkelijke volgtijd niet meer dan X afwijkt van de geplande wachttijd. X kan hierbij een absolute waarde zijn (bijvoorbeeld 1 of 2 minuten) of een procentuele norm (10 of 20% afwijking).



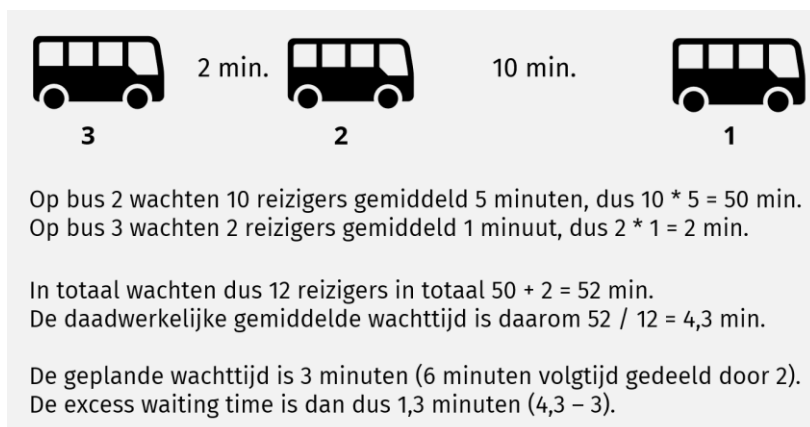
Figuur 2 Voorbeeld wait assessment (absolute norm)

Deze methode is duidelijk te communiceren en relatief eenvoudig te berekenen. Er zijn echter ook nadelen:

- het bepalen van de norm is subjectief
- de 'toegestane' afwijking is onafhankelijk van de frequentie
- er ontstaat geen inzicht in de mate van afwijking (is die groot of klein)

Ad b. *Excess waiting time*

Deze methode berekent de extra wachttijd die ontstaat door een onregelmatige uitvoering van de dienstregeling. De geplande wachttijd wordt hierbij afgetrokken van de daadwerkelijke wachttijd. De volgende figuur laat een voorbeeld zien hoe dit berekend wordt.



Figuur 3 Voorbeeldberekening excess waiting time

Deze methode wordt in Londen toegepast. Voordelen van deze methode zijn dat deze objectief meet, het aansluit bij de beleving van de reizigers en die goed te communiceren is. Ook worden grotere en kleinere afwijkingen expliciet meegewogen. Wel is de interpretatie lastiger, ook moeten veel metingen beschikbaar zijn voor een betrouwbare uitkomst.

Ad c. Standaarddeviatie

De standaarddeviatie van de volgtijden wordt uitgedrukt in minuten. Deze gaat uit van een normale verdeling. Zo geeft een standaarddeviatie van 2 minuten aan dat 68% van de daadwerkelijke volgtijd binnen 2 minuten van de geplande volgtijd ligt. Als vergeleken wordt met lijnen met een andere frequentie is het nodig de relatieve standaarddeviatie te berekenen.

Voordelen zijn dat dit een objectieve meetmethode is, en dat minuten communiceerbaar zijn. Wel is lastig te communiceren wat het precies betekent, verder is deze methode gevoelig voor extreme waarden. Ook wordt niet gewogen met het aantal reizigers.

Vergelijking

Onderstaande tabel vergelijkt de drie methoden op de belangrijkste criteria. Hieruit blijkt dat de excess waiting time het best scoort op de criteria.

Tabel 3 Voor- en nadelen van de afzonderlijke methoden

	Wait Assessment	Excess Waiting Time	Standaard-deviatie
Uitgedrukt in	Percentage binnen norm	Minuten extra wachttijd	Minuten of percentage
Objectiviteit	Subjectief	Objectief	Objectief
Reizigers georiënteerd	Weinig	Volledig	Weinig
Vergelijkbaar met andere lijnen	Ja	Ja	Alleen bij relatieve standaard-deviatie
Gemak om te communiceren	Gemiddeld	Goed	Laag
Bestraft extreme volgtijden	Nee	Ja	Ja

3.2 De huidige regelmaat op lijnen in de Vervoerregio Amsterdam

Aanpak

Met data van de NDOV (Nationale Databank Openbaar Vervoergegevens) is de regelmaat bepaald met behulp van bovengenoemde methoden voor de maand november 2018. Voor iedere lijn is per richting in de ochtend- en middagspits de regelmaat op een halte in het midden van de lijn berekend – de regelmaat elders op de lijn kan dus anders zijn. De data zijn eerst bewerkt om tot een valide berekening te komen, zo missen soms ritten in de data, is het effect van rituitval toegevoegd en zijn de data aangepast voor ingehaalde bussen. Voor een uitgebreide verantwoording wordt verwezen naar Windt (2019).

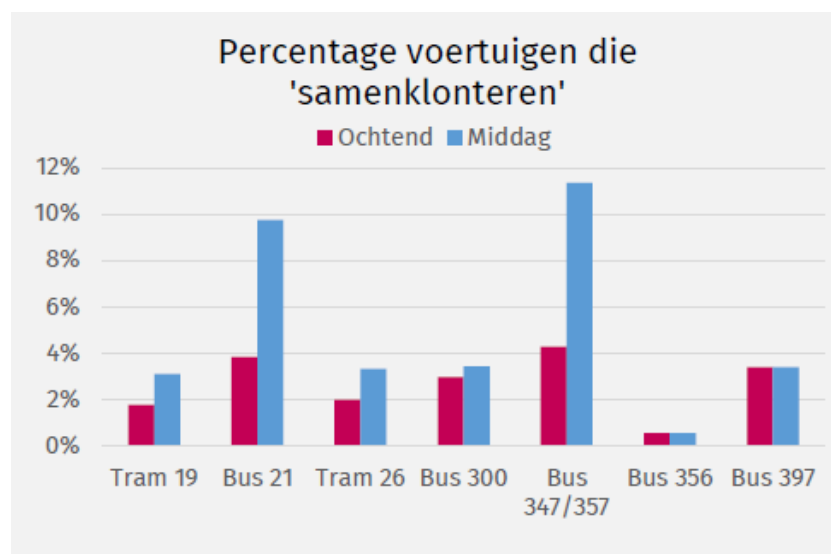
Er is een selectie aan lijnen gekozen met diverse karakteristieken als tram en bus, lengte van de lijn, hogere en lagere frequentie en al dan niet de aanwezigheid van eigen infrastructuur (geen medegebruik van andere modaliteiten). De volgende lijnen zijn meegenomen in de analyse.

Tabel 2 Geanalyseerde lijnen en kenmerken

Vervoerder	Lijn	Reden gekozen
GVB	Tram 19	Langste tramlijn en lage punctualiteit
GVB	Bus 21	Lange en drukke buslijn met lage punctualiteit
GVB	Tram 26	Bijna volledig vrije trambaan en hoogste frequentie met 15x/u
Connexxion	Bus 300	Grotendeels vrije busbaan en pilot regelmaatsturing
Connexxion	Bus 347/357	Busbundel die samen een hoogfrequente lijn vormt. Bijna geen eigen infrastructuur
Connexxion	Bus 356	Zelfde begin en eindpunt als 300, maar andere route, vooral snelweg
Connexxion	Bus 397	Gedeeltelijk vrije infra, gedeeltelijk door druk centrum A'dam. Lange en drukke buslijn

Mate van Bus Bunching

De mate van bus bunching is bepaald door te bepalen hoe vaak de volgtijd minder dan 90 seconden is. Dan rijden de voertuigen dusdanig dicht achter elkaar dat de reiziger het volgende voertuig al ziet aankomen als hij instapt. De volgende figuur toont de resultaten.

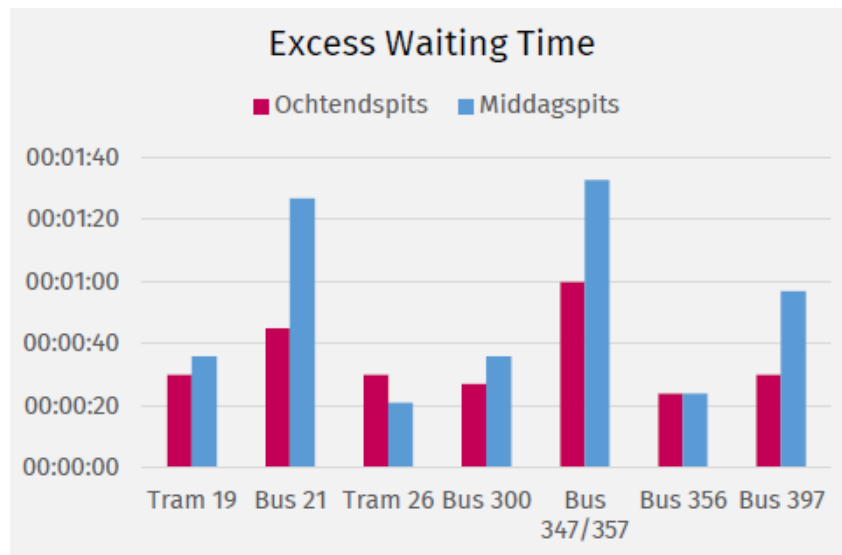


Figuur 4 Volgtijden <90 seconden (ochtend- en middagspits)

Hier valt buslijn 21 op, waar in de middagspits 10% van de bussen dicht op elkaar rijden. Dit komt waarschijnlijk doordat deze lijn voor een deel door het drukke centrum van Amsterdam rijdt. Ook busbundel 347/357 valt op (opnieuw met name in de middag) – een mogelijke verklaring is dat deze weinig eigen infrastructuur heeft, en dat door het 'deels bundelen' van twee lijnen de regelmaat negatief beïnvloed wordt.

Excess waiting time

Onderstaande figuur geeft de excess waiting time (ETW) voor de onderzochte lijnen.



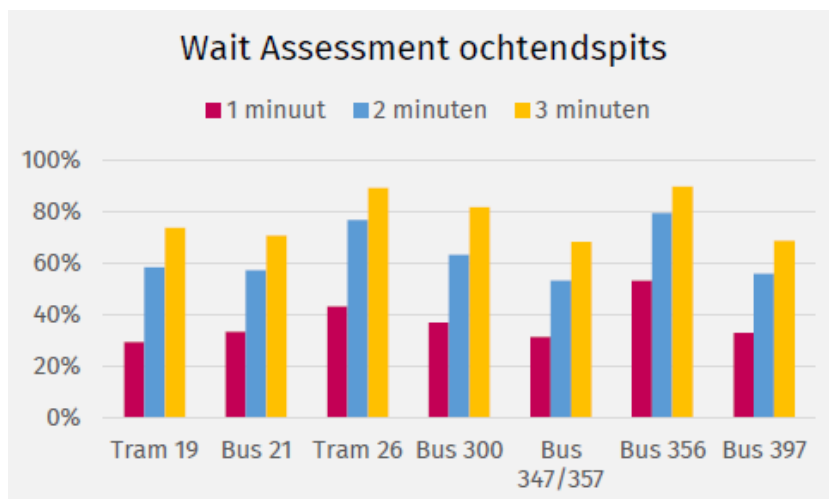
Figuur 5 Excess waiting time in ochtend- en middagspits

In Londen ligt de ETW gemiddeld rond de minuut (TfL, 2015). De hier onderzochte lijnen scoren veelal beter, met een gemiddelde van rond de halve minuut. Opnieuw vallen de lijnen 21 en 347/357 op door de hoge ETW, met name in de middagspits. Daarnaast valt ook lijn 397 op, welke ook voor een deel door het drukke centrum van Amsterdam rijdt.

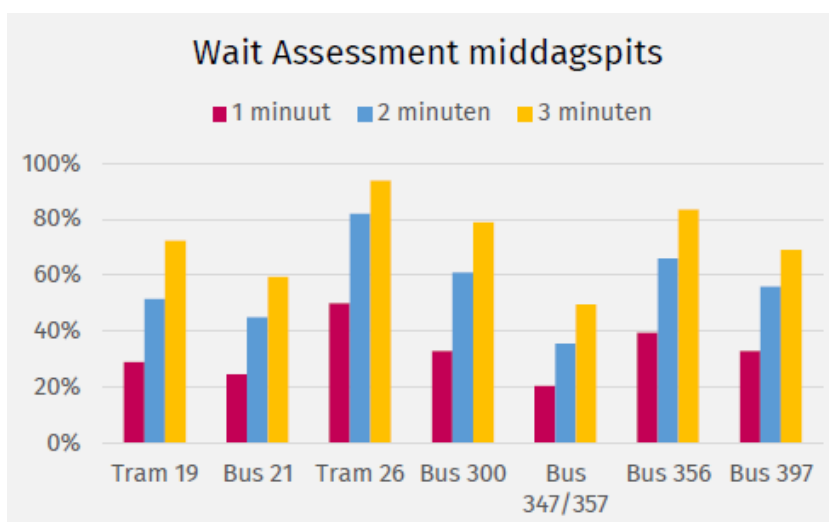
In positieve zin valt tram 26 op, die ondanks een hoge frequentie van 15x per uur toch een lage ETW heeft. Deze lijn heeft eigen infrastructuur, wat dus een grotere invloed op de ETW heeft dan de frequentie (waar lijn 21 juist slecht scoort).

Wait assessment

Omdat hier een subjectieve norm bepaald moet worden, is gekeken naar het percentage volgtijden dat binnen 1, 2 of 3 minuten van de geplande volgtijd ligt. Onderstaande figuren laten de tijden zien in respectievelijk de ochtend- en middagspits.



Figuur 6 Wait assessment in ochtendspits

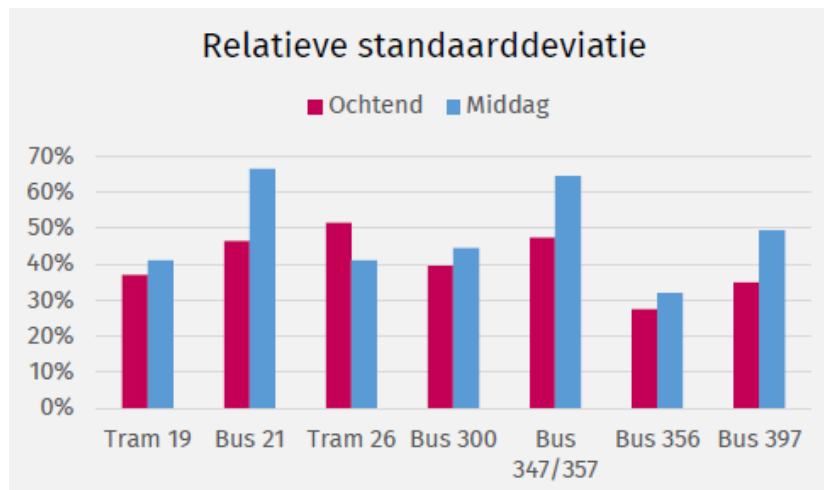


Figuur 7 Wait assessment in middagspits

Logischerwijs neemt het aantal voertuigen 'op tijd' toe als de norm minder streng wordt. Lijn 26 scoort evenals bij de ETW hoog, evenals lijn 356. Ook hier scoren lijn 21 en 347/357 relatief laag. Ook hier zijn de verschillen in de middagspits groter dan in de ochtend, wel is het patroon hetzelfde.

Standaarddeviatie

Omdat de frequenties van de lijnen verschillen is de relatieve standaarddeviatie bepaald: een relatieve afwijking van 50% betekent dat de standaardafwijking de helft van de volgtijd is.

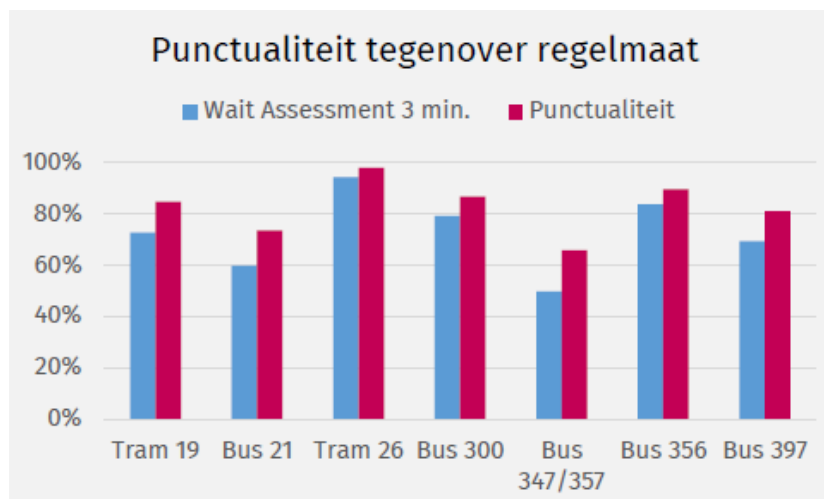


Figuur 8 Relatieve standaarddeviatie in ochtend- en middagspits

Ook uit deze meetmethode komt hetzelfde beeld naar voren: met name de lijnen 21 en 347/357 scoren relatief slecht, met name in de middag. Wel zijn de onderlinge verschillen minder groot en scoort bijvoorbeeld tram 26 niet zo goed als bij de andere meetmethoden.

Punctualiteit vs regelmaat

In onderstaande figuur wordt de punctualiteit (percentage ritten dat niet meer dan 3 minuten te laat of 2 minuten te vroeg vertrok) vergeleken met de wait assessment van 3 minuten.

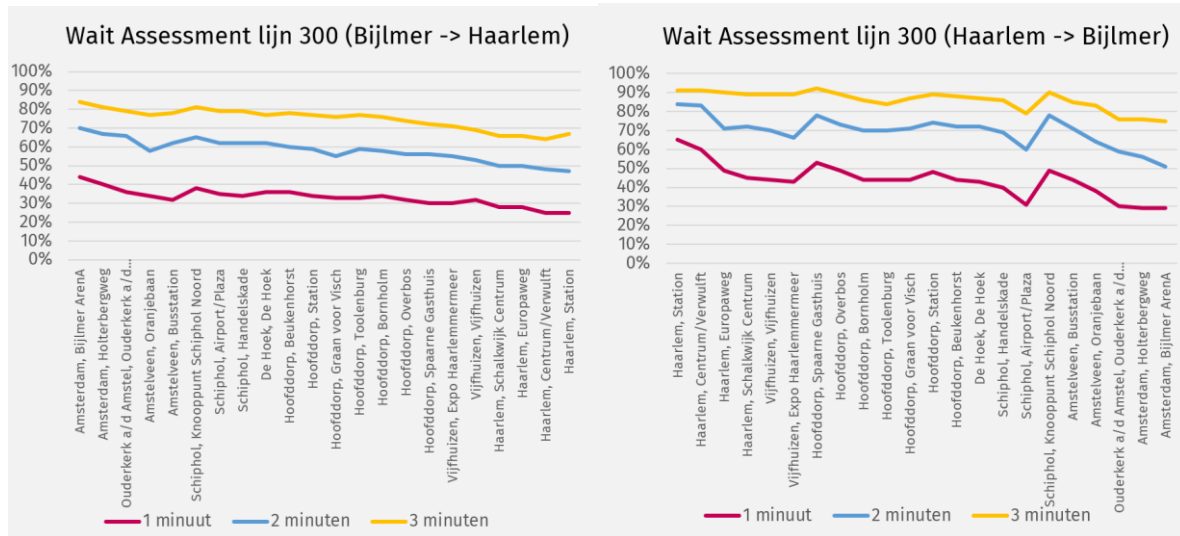


Figuur 9 Vergelijking punctualiteit en wait assessment van 3 minuten in de middagspits

Hieruit blijkt dat op dit moment regelmaat en punctualiteit sterk samen te hangen: hoe hoger de regelmaat, hoe hoger de punctualiteit. Omdat op dit moment op punctualiteit wordt gestuurd is dit ook logisch. Echter op het moment dat op regelmaat wordt gestuurd kan het voorkomen dat een lijn een lage punctualiteit kent, maar wel een hoge regelmaat.

3.3 Nadere analyse lijn 300 Bijlmer-Haarlem

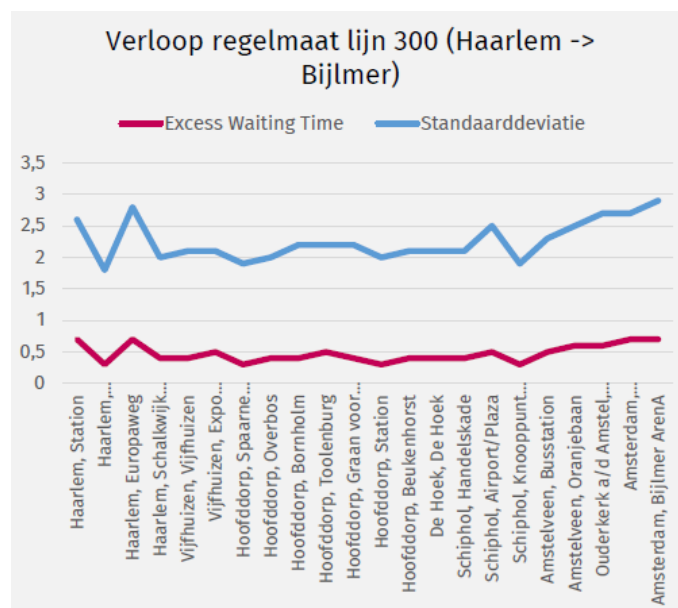
Zoals eerder gemeld is er een pilot voor regelmaatsturing voorzien op lijn 300. Daarom is ervoor gekozen deze lijn meer gedetailleerd te analyseren.



Figuur 10 Wait assessment per halte lijn 300 Bijlmer-Haarlem (middagspits)

Alleen de eerste en laatste kilometers worden gereden op niet vrije infrastructuur. Desalniettemin neemt de regelmaat geleidelijk af, afgezien van met name halte Schiphol Noord en in mindere mate Spaarne Gasthuis en Hoofddorp station - waar een buffertijd in de dienstregeling opgenomen is.

Als gekeken wordt naar de ETW en standaarddeviatie ontstaat ongeveer hetzelfde beeld (NB een stijgende lijn betekent hier een slechtere regelmaat). Het effect van de buffers is groter bij deze meetmethode, verder valt op dat met name op het eind van de lijn de regelmaat afneemt.



Figuur 11 Verloop ETW en standaarddeviatie lijn 300 Haarlem-Bijlmer (middagspits)

Tevens is geanalyseerd of er bepaalde patronen waarneembaar zijn op afzonderlijke uren gedurende de dag. Dit blijkt niet het geval te zijn: onregelmatigheid komt op alle dagen en tijdstippen voor, ook in het weekend. Alleen de zondagochtend springt er in positieve zin uit.

3.4 Conclusie

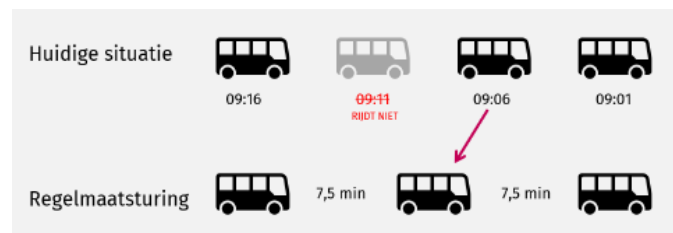
Al met al verschilt de regelmaat sterk per lijn. Bus bunching lijkt op twee van de acht lijnen relatief vaak voor te komen. Dit zijn lange lijnen, met weinig 'eigen' infrastructuur die bovendien door het drukke centrum van Amsterdam rijden. De punctualiteitscijfers en de regelmaatcijfers tonen nu een grote overeenkomst, sturen op regelmaat zou tot een groter onderscheid kunnen leiden, waardoor voordelen voor reizigers en de vervoerder op kunnen treden. Dit zal in praktijk mede afhangen van de wijze waarop de sturing vorm krijgt.

4. Regelmaatsturing in praktijk

4.1 Vormen van regelmaatsturing

Een eerste keuze die gemaakt dient te worden is in welke mate er op regelmaat gestuurd wordt. Er zijn grofweg 3 opties:

1. *Regelmaatsturing bij verstoringen*: in dit geval wordt bij een verstoring niet gestuurd op een zo snel mogelijk herstel van de punctualiteit, maar op het realiseren van gelijke intervallen. Hierdoor ontstaat een betere spreiding van voertuigen en reizigers en worden wachttijden geminimaliseerd (zie de volgende figuur).



Figuur 12 Door regelmaatsturing worden wachttijden geminimaliseerd

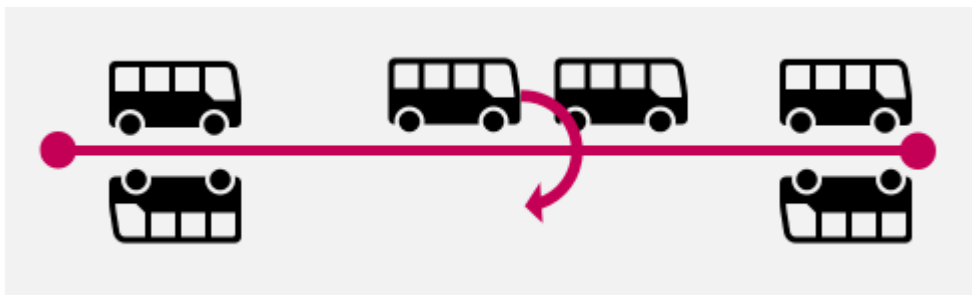
2. *Regelmaatsturing met onderliggende dienstregeling*: materieel en personeel wordt ingepland volgens een dienstregeling, maar in praktijk wordt gestuurd op regelmaat. Door de onderliggende dienstregeling wordt weliswaar de flexibiliteit beperkt, maar door binnen de mogelijkheden zoveel mogelijk te sturen op regelmaat (zie hieronder) leidt dit toch tot meer regelmaat.
3. *Volledige regelmaatsturing*: in dit geval is er geen dienstregeling meer, maar wordt alleen een interval bepaald. In praktijk is dit alleen mogelijk bij volledige zelfrijdende voertuigen, dit is op dit moment nog niet realistisch.

Hieruit volgt dat op dit moment vooral de keuze bestaat tussen sturen op regelmaat bij verstoringen of met een onderliggende dienstregeling. Vervolgens zijn er diverse sturingsopties om de regelmaat te realiseren.

4.2 Sturingsopties

Er zijn grofweg 5 opties die ingezet kunnen worden als gekozen wordt om te sturen op regelmaat:

1. *Vertragen/ophouden*: door langzamer rijden of langer halteren wordt een voertuig opgehouden, zodat bus bunching voorkomen wordt. Uiteraard moeten voertuigen die erachter rijden ook vertragen. Nadeel is dat de rijtijd voor reizigers in de bus langer wordt. Afhankelijk van het uiteindelijke effect kan ook extra materieelinzet nodig zijn.
2. *Versnellen*: dit is in praktijk lastiger dan ophouden. In sommige gevallen (met name vrije busbanen) kan wellicht sneller gereden worden, maar dit zal beperkt zijn. Soms kan extra prioriteit bij een VRI gegeven worden, maar OV heeft veelal al prioriteit.
3. *Haltes overslaan*: dit leidt tot een versnelling en minder drukke bussen. Voor reizigers op de halte is dit communicatief lastig, omdat men langer moet wachten. Afhankelijk van de manier waarop dit vormgegeven wordt is dit ook voor reizigers in de bus een vervelende optie. Dit is in praktijk daarom een optie die bijvoorbeeld door GVB maar ook NS alleen in extreme gevallen wordt toegepast.
4. *Annuleren van ritten*: in dit geval kan een rit geannuleerd worden zodat het materieel in de omgekeerde richting ingezet kan worden, bijvoorbeeld om een 'gat' te vullen.



Figuur 13 Annuleren van ritten om zo de regelmaat te herstellen

5. *Extra ritten*: in dit geval moet extra materieel en personeel ingezet worden, wat in praktijk lastig kan zijn.

In alle gevallen vraagt de sturingsoptie om extra flexibiliteit en ingrijpen. Uit een expertsessie bij de vervoerregio blijkt met name vertragen en waar mogelijk versnellen oogt kansrijk. Ook annuleren is bij extremere verstoringen toepasbaar, omdat die geen extra materieel en personeel vragen.

5. Conclusies

De regelmaat in de Vervoerregio Amsterdam verschilt sterk per lijn. Tot 10% van de bussen klonteren samen, en reizigers staan gemiddeld tussen de 0,5-1,5 minuten langer te wachten dan bij een regelmatige uitvoering van de dienstregeling nodig zou zijn. Hierbij geldt dat lijnen met weinig eigen infrastructuur het meest onregelmatig rijden.

Er kan op regelmaat gestuurd worden door versnellen (ook door haltes over te slaan), vertragen en eerder te keren. Een combinatie van versnellen waar mogelijk en soms vertragen lijkt de meest kansrijke sturingsoptie.

Uit desk research, interviews en pilots in het buitenland blijkt dat sturen op regelmaat belangrijke voordelen kan hebben. Sturen op regelmaat heeft effecten voor zowel de reiziger, de vervoerder en de concessieverlener. Met name bij hoogfrequente lijnen is regelmaatsturing een optie, als de frequentie te laag is, wegen de nadelen niet op tegen de voordelen. Deze voordelen zijn een kortere gemiddelde wachttijd en een grotere zitplaatskans. De rijtijd kan langer worden, maar ook korter.

Voor de vervoerder wordt meer flexibiliteit gevraagd, zo moet personeel en materieel flexibeler ingezet worden en wordt meer sturing gevraagd. Voor de concessieverlener geldt dat het sturen en monitoren van de concessie verandert. Voor beiden geldt dat een goede communicatie naar de reiziger belangrijk is.

Via pilots kan onderzocht worden of in praktijk de voordelen inderdaad tegen de nadelen opwegen en in welke gevallen dat wel/niet zo is. Sturen op regelmaat kan dan bijdragen aan het verder verbeteren van de kwaliteit van het OV om zo nog aantrekkelijker te worden voor de reiziger.

Literatuur

- Cats, O., 2013, A Field Experiment for Improving Bus Service Regularity, RETT3 final report.
- Cats, O., 2014, Regularity-driven bus operation: Principles, implementation and business models. *Transport Policy*, 36, 223–230.
- Koppiseti, M., V. Kavitha & U. Ayesta, 2018, Bus schedule for optimal bus bunching and waiting times.
- Lizana, P., J.C. Munoz, R. Giesen & F. Delgado, 2014, Bus Control Strategy Application: Case Study of Santiago Transit System.
- Ma, Z., L. Ferreira & M. Mesbah, 2013, A Framework for the Development of Bus Service Reliability Measures.
- Munoz, J.C., 2015, New trends and opportunities for BRT.
- Oort, N. van & R. van Nes, 2008, Betrouwbaar OV door Integrale Beheersing, paper CVS.
- Osuna, E., & G. Newell, 1972, Control Strategies for an Idealized Public Transportation System.
- Transport for London, 2015, London's Bus Contracting and Tendering Process.
- Werff, E. van der, 2017, Assessing Holding Control Strategies for High-Frequency Bus Lines.
- Windt, S., 2019k, Regelmaat als Maatregel; Sturen op Regelmaat in de Vervoerregio Amsterdam, Windesheim Flevoland opleiding Mobiliteit & Vervoerregio Amsterdam.