

# **Duurzame ontwikkeling van steden: Lessen uit 61 light rail projecten**

Rob van der Bijl – Universiteit Gent, Afdeling Mobiliteit en Ruimtelijke Planning –  
rajvdb@xs4all.nl

Niels van Oort – TU Delft – N.vanOort@TUDelft.nl

(Met dank aan Bert Bukman)

## **Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 22 en 23 november 2018, Amersfoort**

### **Samenvatting**

Stedelijke openbaar vervoer, zoals light rail, draait om veel meer dan alleen 'vervoer', 'vervoerswaarde', of 'snelheid'. In deze paper wordt gepoogd light rail (en ook hoogwaardige bus) in een omvattend, maatschappelijk perspectief te plaatsen, teneinde de bredere baten voor steden te kunnen achterhalen.

Light rail is bij uitstek een stedelijk vorm van openbaar vervoer, waarvan de karakteristieken verschillen van andere modaliteiten die in steden worden toegepast. Op basis van literatuuronderzoek en 61 light rail casussen wereldwijd is in deze paper een antwoord geformuleerd op de vraag wat light rail precies kan inhouden? Ook worden de vragen van een antwoord voorzien waarom openbaar vervoer zoals light rail nodig is, en hoe daarvoor benodigde projecten gerealiseerd kunnen worden? In elk van de drie antwoorden wordt 'bus rapid transit' (BRT) telkens gespiegeld aan light rail.

De variëteit binnen de verschillende vormen van light rail is groot, maar een gemeenschappelijke eigenschap is de mogelijkheid om waar nodig met gewoon verkeer en zelfs voetgangers te mengen. Daarnaast vormt de vaste infrastructuur met een gegarandeerde technisch-economische levensduur van minimaal dertig jaar een tweede, voor steden belangrijke eigenschap van light rail.

Deze twee eigenschappen situeren de bredere baten van light rail. Om deze baten in kaart te brengen is een volledig en omvattend raamwerk van argumentatie opgesteld teneinde zowel de eigenschappen als de specifieke voordelen van light rail te achterhalen. Deze vijfdelige argumentatie kan met een knipoog naar Engelstalige literatuur worden samengevat met vijf E's:

- Effective mobility (E1) – doeltreffend vervoer en mobiliteit
- Efficient city (E2) – doelmatig ruimtelijke gebruik
- Economy (E3) – welvaart en welzijn
- Environment (E4) – duurzaam milieu, kleine ecologische voetafdruk
- Equity (E5) – sociale inclusiviteit

Uiteraard kan dit raamwerk ook voor andere modaliteiten van openbaar vervoer worden toegepast. Het blijkt echter dat light rail op de vijf argumenten overtuigend goed scoort en over het algemeen van groter gewicht blijkt dan bijvoorbeeld BRT.

De toepassing van het raamwerk heeft ook laten zien dat de waardering van openbaar vervoer doorgaans een te smalle basis heeft. Zo wordt in 'maatschappelijke kosten-batenanalyses' (MKBA's) overwegend gekeken naar 'snelheid', terwijl uit ons onderzoek naar bijvoorbeeld de casus Utrecht Uithoflijn blijkt dat 'betrouwbaarheid' een veel grotere maatschappelijke bate impliceert. Ondanks de waarde van light rail van steden blijkt de haalbaarheid geen sinecure. Op basis van onder andere de casus Groningen RegioTram is geconcludeerd dat om de kans van slagen te optimaliseren, het nodig is om de omvang van light rail projecten te minimaliseren.

## **1. Introductie**

De maatschappelijke waarde van hoogwaardig openbaar vervoer wordt breed en wereldwijd onderkend (Van der Bijl et al., 2018), hetgeen sterk samenhangt met de snelle ontwikkeling en vaak ook het aanzienlijke succes van steden, stedelijke regio's en metropolen (Glaeser, 2011). Om deze waarde te expliciteren en uit te werken vereisen drie basisvragen een antwoord: wat, waarom, en hoe?

Ten eerste, wat voor openbaar vervoer is beschikbaar, welke technische en functionele vorm kan dat openbaar vervoer in steden krijgen, wat voor modaliteiten zijn aan de orde? Ten tweede, waarom is openbaar vervoer nodig, en waarom zouden daarvoor projecten moeten worden opgetuigd? Ten derde, hoe wordt het beoogde project haalbaar, en hoe kan het uiteindelijk gerealiseerd worden?

Om de bredere, meer omvattende voordelen van light rail op het spoor te komen, wordt in deze paper een uitgebreid antwoord op alle drie de vragen gegeven. Daarbij wordt gebruik gemaakt van ons recent door Elsevier (2018) uitgebrachte boek 'Light Rail Transit – 61 lessons in sustainable development'. Ook wordt gerefereerd naar bestaand werk (o.a. Van der Bijl et al., 2015) en deels nog lopend onderzoek naar hoogwaardig openbaar vervoer en de daarbij horende modaliteiten. Het gaat dan niet alleen om light rail, of 'light rail transit' (LRT), maar met name ook om hoogwaardige bus, die in sommige landen wel wordt aangeduid als 'bus rapid transit' (BRT).

## **2. Probleemstelling en methode**

Light rail kan worden beschouwd als een uitstekend vorm van stedelijke openbaar vervoer (b.v. Lesley, 2011). Andere vormen van hoogwaardig openbaar vervoer, zoals BRT aan de ene kant en metro (of 'mass rapid transit', MRT) aan de andere kant hebben vergelijkbare, maar niet noodzakelijkerwijs gelijke karakteristieken (Cervero, 1998/2013). Uiteindelijk vertegenwoordigen light rail, BRT, MRT (en trein) het gehele palet waaruit voor steden overal ter wereld kan en moet worden geput, zoals uiteengezet door United Nations (2014).

In Van der Bijl et al., (2018) wordt een modaliteit die beantwoordt aan light rail karakteristieken daarom beschouwd als een middel om een doel te bereiken (niet meer en niet minder). Teneinde de bredere baten van light rail te onderzoeken is het daarom nodig dat een drievoudige opgave tot een goed einde wordt gebracht, met andere woorden, dat achtereenvolgens een antwoord op de drie basisvragen wordt gevonden: een precieze definitie van light rail (wat is dit middel precies?), een degelijke argumentatie voor light rail (waarom het doel met dit middel willen bereiken?), en ten slotte het antwoord op de vraag hoe de beoogde toepassing (in casu het project) kan worden gerealiseerd (hoe wordt het doel met het gekozen middel werkelijkheid?).

De probleemstelling is onderzocht aan de hand van een brede verkenning van vakliteratuur en een reeks van 61 casussen (zie: Van der Bijl et al., 2018). Aldus is met 'case studies' en 'desk research' een poging ondernomen om de bredere, meer omvattende baten van light rail objectief in kaart te brengen.

## **3. Casussen**

De 61 beschikbare casussen vertegenwoordigen wereldwijd gezien drie basistypen steden, die elk staan voor stedelijke condities (omvang, dichtheid, etc.) waarbinnen light rail kan worden toegepast. Deze typologie (respectievelijk Europees, Amerikaans, Aziatisch) is gebaseerd op de 'Metropolitan World Atlas' van Van Susteren (2005). Voor

deze paper zijn een zestal casussen geselecteerd waarmee het onderzoek verder is verdiept (en toegespitst op Europa en Noord-Amerika). Het gaat om drie Nederlandse casussen die in ons onderzoek tot nu toe een prominente rol hebben gespeeld, namelijk RandstadRail (Rotterdam, Den Haag), Uithoflijn (Utrecht) en RegioTram (Groningen). Aan elke casus is vervolgens een buitenlandse casus gekoppeld waarin de Nederlandse als het ware is gespiegeld. Voor Utrecht is dat Manchester in Engeland, voor RandstadRail is dat Portland, Oregon (VS) en voor Groningen het tramproject in de Poolse stad Olsztyn. Enkele van de overige 55 casussen komen zijdelings aan bod, zoals Detroit, Michigan (VS), Kaohsiung (Taiwan), Los Angeles, Californië (VS), Lyon/Saint-Paul, Sain-Bel (Frankrijk), Saarbrücken (Duitsland), Straatsburg (Frankrijk) en Toyama (Japan). De drie hoofdcasussen die ten grondslag liggen aan dit paper zijn hieronder kort samengevat – zie voor meer details: Van Oort et al. (2015), en voor de complete verzameling van 61 casussen: Van der Bijl et al. (2018).

*Den Haag/Rotterdam, RandstadRail:* Het grootste light rail project in Nederland dat een staalkaart vormt van light rail infrastructuur en materieel. RandstadRail is opgebouwd uit twee netwerken die elkaar overlappen op een deel van de voormalige Hofpleinspoorlijn tussen Den Haag en Rotterdam. Vanuit Den Haag zijn twee tramlijnen via de voormalige spoorlijn naar Zoetermeer verlengd (met aldaar een nieuw traject naar de wijk Oosterheem). Vanuit Rotterdam is een metrolijn verlengd via een nieuwe tunnel en de omgebouwde spoorlijn naar station Den Haag Centraal. Spiegelcasus: *Portland, Oregon (VS), MAX & Streetcar*, Regionaal en stedelijke light rail systeem.

*Utrecht, Uithoflijn:* Met dit project is aangetoond dat niet zozeer snelheid, maar betrouwbaarheid de kwaliteit van een werkend light rail systeem bepaalt. De lijn vormt een verbinding tussen het Centraal Station via een route om de zuidkant van de centrale stad naar de universiteitswijk de Uithof. In een tweede fase wordt de lijn in een doorgaande exploitatie gekoppeld aan de dan voor lagevloertrams omgebouwde Nieuwegeinlijn (het light rail systeem uit de jaren tachtig). Spiegelcasus: *Manchester (VK), Metrolink*, Regionaal en stedelijke light rail systeem.

*Groningen, RegioTram:* Uiteindelijk is dit project mislukt, maar daarmee is het een belangrijke casus waaruit kan worden opgemaakt hoe light rail projecten wel kans van slagen hebben, namelijk door een bureaucratische benadering te vermijden. Met het project werd de aanleg beoogd van twee stadstramlijnen vanaf het hoofdstation: een lijn langs de binnenstad naar de universiteitswijk Zernike, de andere door de binnenstad naar de woonwijk Karding. In een tweede fase zouden regionale trams vanuit de stad via bestaande spoorlijnen het 'ommeland' gaan bedienen. Spiegelcasus: *Olsztyn (Polen), Tramwaje*, stadstram.

#### **4. Definitie (hoofdcasus RandstadRail)**

De term light rail werd midden jaren 70 gelanceerd door de Transportation Research Board (TRB, 1978). Op basis van studiereizen en onderzoek in Europa bood TRB de volgende definitie: "*Light rail transit is a metropolitan electric railway system characterized by its ability to operate single cars or short trains along exclusive rights-of-way at ground level, on aerial structures, in subways or, occasionally, in streets, and to board and discharge passengers at track or car-floor level.*"

Teneinde de mogelijkheden om flexibel en pragmatisch infrastructuur en bijbehorende diensten van light rail te integreren in de stedelijke omgeving is door Van der Bijl et al.

(2018) de volgende definitie opgesteld: "*Light rail is a rail-bound form of public transport that is used on the scale of the urban region and the city. In contrast to train and metro, light rail is suitable for integration to a certain extent in public space and, if desired, for mixing with regular road traffic.*"

Een technische uitwerking van de definitie is gebaseerd op het Duitse concept van 'Stadtbahn', dat zeer gedetailleerd is uitgewerkt in het handboek 'Stadtbahnen in Deutschland' (Girnau, G., et al., 2000). Aan de hand van drie thema's (Infrastructuur en voertuigen, Gebruik en exploitatie, Prestatie en perceptie) is op basis van de beschikbare casussen, in het bijzonder de casus RandstadRail de definitie door ons verder uitgewerkt (Van der Bijl et al. (2018).

#### 4.1. Infrastructuur en voertuigen

Light rail zoals RandstadRail kan binnen stedelijke omgevingen gebruik maken van verschillende typen infrastructuur, in de eerste plaats traditionele of opgewaardeerde traminfrastructuur. Wanneer nodig kunnen dergelijke tramwegen in het algemeen worden geïntegreerd in de openbare ruimte, of in het bijzonder binnen zones van het overige wegverkeer, bijvoorbeeld een rijbaan die al dan niet gedeeld wordt met auto's. Gelijkvloerse overgangen met overig verkeer kunnen dan de status van gewone kruispunten krijgen. In Den Haag zijn verschillende voorbeelden te vinden waarin RandstadRail op dergelijke wijzen onderdeel uitmaakt van het overige wegverkeer. Onze spiegelcasus in Portland kent vergelijkbare straattrajecten voor de stadstram, maar ook voor de regionale sneltram waar deze de binnenstad doorkruist (en ook binnen enkele regionale centra).

Onder bepaalde condities kan light rail gebruik maken van bestaande 'heavy rail' infrastructuur. In met name Europa bestaan verscheidene zogenaamde 'tram-trein' systemen. Sneltrams maken binnen deze systemen gebruik van aangepaste spoorweg, zoals het geval bij RandstadRail. Sommige systemen laten het zelfs toe dat sneltrams en reguliere treinen hetzelfde spoor delen. Onze casus Saarbahn in Saarbrücken is daarvan een voorbeeld. Onze Japanse casus in Toyama is daarentegen een voorbeeld waarin de spoorlijn is omgebouwd voor tramexploitatie. Het is tamelijk zeldzaam als sneltrams gebruik maken van metro-infrastructuur. Wat dat betreft is RandstadRail met zijn combinatie van Haagse trams en Rotterdamse metro's internationaal gezien een buitenbeentje. Daar staat tegenover dat het metrosysteem van Rotterdam naar onze definitie en internationaal geaccepteerde omschrijvingen veeleer als een light rail systeem moet worden beschouwd.

Volgens Vuchic (2007) is 'right of way' (ROW) het belangrijkste criterium om BRT, maar ook om light rail te classificeren. Van der Bijl et al. (2018) onderscheiden voor light rail op gedifferentieerdere wijze zes voorbeeldtypen infrastructuur. Elk type vertegenwoordigt een karakteristieke wijze waarop deze infrastructuur is toegesneden op de stedelijke omgeving:

- Traditioneel op straat
- Shared-space
- Rijbaan
- Afgescheiden tramweg
- Metro-stijl tramweg
- Spoorweg voor tram-trein

Elke type verschilt van de andere typen in de wijze van tracering, alsmede de wijze waarop infrastructuur, haltes of stations, kruisingen en voorzieningen zijn ingepast. In de praktijk zal light rail infrastructuur voor een bepaalde light rail exploitatie veelal uit combinaties van meerdere typen bestaan. RandstadRail vormt hiervan een schoolvoorbeeld, want alleen het type 'shared space' is in dit systeem niet toegepast (alhoewel in geval van omleidingen dit type infrastructuur wel toegankelijk kan zijn). In Portland is eveneens een rijke schakering aan infrastructuur aanwezig. Hier ontbreken het metro- en het spoorwegtype. Niettemin hebben grote delen van het netwerk er een spoor karakter.

In Van der Bijl et al. (2018) wordt een beknopt onderscheid gemaakt tussen vier basistypen trammaterieel. Elk type is toegesneden op infrastructuur en stedelijke omgeving:

- Conventionele stadstram
- Nieuwe generatie lagevloertram
- Sneltram met hoge vloer
- Tram-trein voertuig

In de praktijk is de variatie qua type veel groter en complexer dan hier wordt gesuggereerd met deze eenvoudige voorbeeldtypologie. Zo wordt RandstadRail geëxploiteerd met twee verschillende typen materieel, respectievelijk met lage en hoge vloer. Soortgelijke verschillen kenmerken ook de voertuigen die ingezet worden in Portland. Daar komt nog bij dat met de eenvoudige typologie geen recht gedaan wordt aan recente technologische innovaties, zoals onze casus Kaohsiung in Taiwan leert, waar de trams zonder bovenleiding rijden. Zij krijgen hun stroom van op hun dak geplaatste 'supercapacitors' die bij elke halte via de pantograaf worden opgeladen.

#### *4.2. Gebruik en exploitatie*

Light rail in al zijn varianten is een typisch stedelijk vorm van openbaar vervoer. Dat laten al onze casussen zien. In het geval dat er een ruraal light rail systeem in het geding is, gaat het veelal om een verbinding met de plaatselijke grote stad. Onze tram-trein casus in Lyon met de lijn van Saint-Paul station naar het plaatsje Sain-Bel is daarvan een aansprekend voorbeeld.

Net als het meeste overige openbaar vervoer (BRT bijvoorbeeld) bedienen light rail systemen meerdere doelgroepen, die op verschillende wijze kunnen worden onderscheiden, in ieder geval door categorie (gedwongen-, keuze-, potentiële reiziger, etc.), door type (woon-werk/studie, winkelen recreatie, etc.). Onze casus RandstadRail leert dat een groot deel van het vervoer betrekking heeft op woon-werk verkeer. Daarnaast maken behalve studenten vooral winkelbezoekers van het Haagse of Rotterdamse centrum gebruik van het systeem. In het light rail systeem van Portland zijn vergelijkbare patronen van gebruik waarneembaar.

Om een hoge kwaliteit te bieden is het, met het oog op betrouwbaarheid en op efficiënt gebruik van de infrastructuur, van belang om extra aandacht aan de planning en uitvoering te geven. Bij RandstadRail is destijds besloten om een beheersingsfilosofie toe te passen (Van Oort & Van Nes, 2009). De belangrijkste stappen daarin zijn: voorkomen, opvangen en bijsturen van spreiding, respectievelijk de exploitatie. De stiptheid wordt via een display in de cabine getoond aan de bestuurder, zodat hij zijn rijstijl kan aanpassen

aan de dienstregeling. Bovendien heeft de Centrale Verkeersleiding zicht op alle voertuigen en hun stiptheid. In geval van verstoringen kunnen zij de dienstuitvoering bijsturen. Net als het systeem van Portland heeft RandstadRail een groot aandeel eigen, vrije baan en heeft veelal prioriteit bij verkeerslichten. De voertuigen hebben brede deuren en bieden een gelijkvloerse instap, wat het halteerproces positief beïnvloed. Na de start van RandstadRail zijn alle maatregelen uit de beheersingsfilosofie geanalyseerd op basis van actuele data van de dienstuitvoering. Het blijkt dat de variatie in rijtijd is afgenomen ten opzichte van de oude situatie en dat de stiptheid is toegenomen. Door een hogere betrouwbaarheid is de gemiddelde reistijd van passagiers verkort. Toegenomen regelmaat heeft ook de kans op een (zit)plaats verhoogd en de onzekerheid bij reizigers is verminderd.

#### *4.3. Prestatie en perceptie*

Vervoersvolumes van light rail variëren substantieel. Dat hangt van hun succes af, maar ook van omvang en dichtheid van het gebied dat ze bedienen. Sommige systemen presteren volgens de vraag van een kleine stad, andere systemen presteren op een grootstedelijke schaal en behalen resultaten die vergelijkbaar zijn met een metrosysteem. Voorbij dergelijke prestaties worden de bredere baten van light rail in toenemende mate herkend (Van der Bijl et al., 2018). Dat geldt overigens niet voor alle van de hier gepresenteerde casussen (zie hierna in sectie 5).

Als gevolg van typisch light rail karakteristieken (stedelijk, hoge kwaliteit, visueel aanwezig, etc.) is de vervoersprestatie meestal hoger dan verwacht of berekend. Dit fenomeen wordt wel aangeduid als de 'railbonus', waarvan is vastgesteld dat deze 5% tot 15% kan bedragen (Bunschoten et al., 2013). Voor andere niet-railgeboden openbaar vervoer zoals BRT bestaat geen bewijs van een vergelijkbare bonus. Integendeel, zo wordt in divers onderzoek bevestigd (b.v. Currie & Delbosc, 2013) dat normaal gesproken light rail verhoudingsgewijs meer passagiers oplevert dan hoogwaardige bus (zoals BRT). Onze casus Portland vertegenwoordigt hiervan een eclatant voorbeeld, omdat dit light rail systeem een vervoersomvang kent die het oude bussysteem vele malen heeft overtroffen. Het vervoer op RandstadRail heeft ook alle verwachtingen overtroffen.

De overduidelijke aanwezigheid van light rail (infrastructuur, faciliteiten, etc.) leent deze systemen goed voor het voorzien van een merk, de zogenaamde 'branding'. Namen en logo's worden typisch gebruikt om de stedelijke kwaliteit en aanwezigheid te onderstrepen. De prestatie van een light rail systeem kan worden vergroot wanneer 'branding' op een coherente en effectieve wijze plaatsvindt, hetgeen tevens de 'leesbaarheid' en begrijpelijkheid van het systeem versterkt (Van der Bijl et al., 2018). Een consistent, sterk, geünificeerd merk, zoals 'RandstadRail', 'MAX', 'Metro', of 'Metrolink' kan een openbaar vervoerssysteem herkenbaar maken (NACTO, 2016).

### **5. Argumentatie (hoofdcasus Uithoflijn)**

Investerings in light rail (of BRT) kunnen op basis van verschillende overwegingen worden gerechtvaardigd (Van der Bijl et al., 2015, 2018, 2019). Menigmaal is de argumentatie om voor een bepaalde modaliteit te kiezen in gegeven door kosten (b.v. Bruun, 2005; Tirachini et al., 2010). Zo is een belangrijk argument om voor hoogwaardige bus te kiezen vaak gebaseerd op de lagere bouwkosten (Cervero, 2013;

Wright & Hook, 2007). Dit is een geldig argument. Het gaat hier echter om het beargumenteren van de bredere baten van light rail. Op basis van de casussen is daarvoor een volledig en omvattend raamwerk van argumentatie opgesteld teneinde zowel de eigenschappen als de specifieke voordelen van light rail in beeld te brengen (Van der Bijl et al., 2018). Deze vijfdelige argumentatie kan met een knipoog naar Engelstalige literatuur worden samengevat met vijf E's (zie ook Figuur 1):

- Effective mobility (E1) – doeltreffend vervoer en mobiliteit
- Efficient city (E2) – doelmatig ruimtelijke gebruik
- Economy (E3) – welvaart en welzijn
- Environment (E4) – duurzaam milieu, kleine ecologische voetafdruk
- Equity (E5) – sociale inclusiviteit



Figuur 1: Het 5E raamwerk, © Van der Bijl & Van Oort

Elke E vertegenwoordigt een eigen domein waarbinnen light rail kan worden beoordeeld op zijn karakteristieken en prestaties. Hierna wordt de reeks van vijf besproken, waarbij BRT telkens kort gespiegeld wordt aan light rail. Het raamwerk kan en wordt ook gebruikt voor andere modaliteiten (b.v. fiets – zie [www.fietscommunity.nl](http://www.fietscommunity.nl)).

### 5.1 Effectieve mobiliteit (E1)

Vroeg onderzoek (b.v. Hass-Klau et al., 2000) naar gebruikelijke modaliteiten van openbaar vervoer, zoals tram en bus, laat zien dat binnen een stedelijke omgeving geschiktheid en daarmee effectiviteit, sterk samenhangen met schaal en omvang van de specifieke vervoersvraag. Dit soort onderzoek heeft inzicht opgeleverd in de algemene overwegingen voor een keuze tussen light rail of hoogwaardige bus (zoals BRT) – zie bijvoorbeeld de vergelijking tussen de prestaties van verschillende openbaar vervoerssystemen door Currie & Delbosc (2013), Rizelioğlu & Arslan (2016) en Stutsman (2002).

Light rail en BRT zijn bij uitstek geschikt voor het bereik van 2-20 km. Dit komt overeen met de typische omvang van een stad met buitenwijken, met andere woorden, het bereik valt samen met het domein van steden, stedelijke regio's en (delen van) metropolitane gebieden. Er bestaat een substantiële overlapping tussen de bereik-klassen: lokaal, stad, agglomeratie, regio. Dit impliceert dat de keuze voor light rail, of andere modaliteiten (hoogwaardige bus, metro, of trein) sterk afhangt van lokale condities, in het bijzonder de karakteristieken van de stedelijke omgeving.

Het is algemeen geaccepteerd dat een bandbreedte van 20 duizend instappende passagiers voor een stedelijke (snel)tramlijn reeds optimaal is (stedelijk-regionale afstanden staan zelfs lagere cijfers toe). Niettemin presteren veel light rail systemen met veel hogere volumes, bijvoorbeeld, het verwachte volume van de nieuwe Uithoflijn in Utrecht (onze hoofdcasus) bedraagt 60 duizend instappers per dag in 2020. Het MetroLink systeem uit onze spiegelcasus Manchester heeft ongeveer 90 duizend dagelijkse instappers (totaal op drie lijnen in 2017). En in onze casus Los Angeles telt de 'Blue Line' 73 duizend instappers per dag (2017).

Hoewel dubbelgelede bussen zoals bekend uit met name de Zuid-Amerikaanse BRT-systemen vergelijkbare capaciteiten bezitten (overigens met verhoudingsgewijs meer staanplaatsen) als bijvoorbeeld de Utrechtse Urbos 100 lagevloertram en de M5000 hogevloertram in Manchester, kan op een enkele lijnexploitatie de capaciteit van geschakelde trams niet gehaald worden (de bussen zijn immers niet koppelbaar). Dat sommige van deze BRT-systemen toch volumes halen die zelfs die van metrosystemen overtreffen, komt doordat er binnen stedelijke corridors meerdere lijnen samenlopen en de bussen van die lijnen elkaar bij lange stations kunnen passeren. De prijs die daarvoor betaald moet worden is helaas hoog, namelijk overvolle bussen, een grote mate van discomfort, onveiligheid, bovenal onbetrouwbaarheid en uiteindelijk een verzadiging van het systeem, althans dat is onze conclusie op basis van nog te publiceren onderzoek naar onder andere de BRT van Bogotá in Colombia (Van der Bijl et al., 2019).

Naast reistijd zijn ook betrouwbaarheid en comfort belangrijkste kwaliteitsaspecten voor reizigers. Veelal zijn projecten er op gericht om deze ook te verbeteren, bijvoorbeeld door de aanleg of transformatie naar LRT (of BRT). Echter, in veel 'maatschappelijke kosten-batenanalyses' (MKBA's) worden deze baten niet expliciet meegenomen. In Van Oort (2016) wordt aan de hand van de Uithoflijn gedemonstreerd dat deze baten echter substantieel kunnen zijn. Voor de Uithoflijn worden deze baten verwacht meer dan 2/3 van de totale kosten uit te maken, vele malen groter dan de 'klassieke' reistijdbaten. Ook verbeterd comfort, door minder drukte in de voertuigen, impliceert een maatschappelijke waarde. Van Oort et al. (2016) laten deze waarde zien in een nieuwe methodiek om reizigers aantallen te voorspellen, waarbij comfort expliciet wordt meegenomen. Ze concluderen dat de klassieke aanpak, zonder comfortbaten, neigt naar onderschatting. In een Haagse modelcasus is de onderschatting van reizigerseffecten zo'n 20-30%.

## *5.2. Doelmatige stad (E2)*

Voorbij louter vervoer heeft light rail aangetoond bij te kunnen dragen aan doelmatigheid en kwaliteit van de stad. Zo zijn light rail projecten gebruikt ter verbetering van vorm en in richting van openbare ruimte. Op den duur hebben light rail netwerken bewezen dat ze de ruimtelijke en functionele (her)ontwikkeling van de stad kunnen stimuleren en structureren. In het verlengde daarvan is light rail planologisch en stedenbouwkundig regelmatig ingezet als gereedschap voor 'transit oriented development' (TOD) (Curtis et al, 2009; Van der Bijl, 2014). Hiervoor is echter een duurzame vaste infrastructuur een voorwaarde. De minimaal dertigjarige technische en economische levensduur van een gemiddeld light rail systeem voldoet hier ruimschoots aan (Van der Bijl et al., 2018). Dit maakt de Uithoflijn ook in ruimtelijk-stedelijk opzicht belangrijk voor de toekomstige ontwikkeling van de universiteitswijk. Een nadeel is wel dat de binnenstad niet bediend wordt, hetgeen overigens wel het geval is in Manchester. In het geval van BRT is duurzame aanwezigheid (en daarmee de ruimtelijk-stedelijke betekenis) geen uitgemaakte zaak. Ondanks dat een BRT-systeem wordt gekenmerkt door eigen infrastructuur blijkt deze in de praktijk veelal relatief makkelijk (mede) open te stellen voor ander gebruik, waardoor de duurzame conditie aan betekenis inboet (Van der Bijl et al., 2019).

Wanneer een tramlijn (of BRT-lijn) door stedelijk gebied wordt getrokken blijft het opnieuw materialiseren, vormgeven en inrichten van openbare ruimte altijd een uitdaging. Wanneer groefrail met een klein tramprofiel wordt gebruikt, zijn de ontwerp- en inrichtingsmogelijkheden aanzienlijk. Variatie in materiaalgebruik (voor bestrating,



vergroening, etc.) is groot, terwijl kruisingen (mits correct ontworpen) goed gefaciliteerd kunnen worden. Het tramtracé door de Uithof universiteitswijk biedt in dit opzicht een aantrekkelijke staalkaart van mogelijkheden. Bussen in het algemeen en BRT in het bijzonder leggen vanwege hun betrekkelijke grote profiel (een bus heeft immers geen strikt vast rijspoor) en zware banden aanzienlijke beperkingen op aan materialisering, vormgeving en inrichting van de openbare ruimte (Van der Bijl et al., 2019).

### 5.3. Economie (E3)

Er wordt doorgaans aangenomen dat light rail een positief economisch effect heeft. Directe, laat staan causale effecten zijn in de economisch reeds sterk ontwikkelde steden echter nagenoeg niet aan te tonen, of zelfs amper aanwezig. Hass-Klau et al. (2004) benadrukt dat economische effecten alleen maar optreden in combinatie met relevante interventies, initiatieven en investeringen, alsmede andere vormen van ondersteuning. Private partijen spelen hier een rol, maar ook publieke instellingen, en in het bijzonder de (lokale) overheid die kan stimuleren, coördineren en die bovenal in staat is om infrastructuur en economische ontwikkeling te faciliteren.

Niettemin waarderen Knowles en Ferbrache (2014, 2016) de afwezigheid van wat zij noemen 'een goed ontwikkeld en modern vervoerssysteem' als een ernstige beperking voor economische groei. Daar staat tegenover dat zij bevestigen dat grond- en vastgoedwaarde over het algemeen toenemen – en dat het mogelijk wordt voor ontwikkelaars aan investeringen in het gebied bij te dragen –, wanneer de ontsluiting en toegankelijkheid van het betreffende gebied door de komst van light rail is verbeterd. Voor dit fenomeen hebben zij de uitdrukking 'inward investments' gemunt. Zoveel is zeker, verbeterde verbindingen en ontsluiting van het gebied geven betrokkenen, zoals ondernemers en overheden, de kans om bij te dragen aan economische activiteiten. Evenals light rail biedt BRT vergelijkbare verbetering van verbinding en toegankelijkheid. Vooralsnog blijven aanwijzingen beperkt dat dit directe of indirecte economische effecten heeft. Dat hangt mogelijk samen met het feit dat de infrastructuur van BRT (of hoogwaardige bussystemen) vaak minder duurzaam en tijdsbestendig is (Van der Bijl et al., 2019).

De hoogwaardige busvoorlopers van de Uithoflijn zijn belangrijke voorwaarden geweest voor de lokalisering en ontwikkeling van deze universiteitswijk buiten de bestaande stad. Mogelijk dat de Uithoflijn de verdere ontwikkeling gaat versterken, maar onderzoek naar eventuele economische effecten is slechts zinvol als de tram reeds enkele jaren in bedrijf is. Het blijft echter altijd een vraag of de vastgestelde economische ontwikkeling in de omgeving van de stations en haltes niet vooral of uitsluitend het gevolg zijn van economische herverdeling. Dat geldt voor de Uithoflijn, maar ook voor de spiegelcasus Manchester. Toch verwijzen o.a. Knowles en Ferbrache (2016) naar bronnen die in de jaren negentig bij de eerste fase van Metrolink hogere woningwaarden en verkoopprijzen langs de lijn in kaart hebben gebracht, evenwel zonder 'immediate impacts' vast te stellen. In ieder geval heeft Metrolink gezorgd voor een sterk verbeterde ontsluiting van diverse gebieden en is daarom een bepalende voorwaarde geweest voor nieuwe ruimtelijke en economische ontwikkeling, zoals Salford Quays en MediaCityUK. Echter, altijd gesteund door, en in combinatie met gecoördineerde planning van nieuwe kantoren en woningen rondom de haltes van Metrolink (Knowles en Ferbrache, 2016). Dat geldt ook voor RandstadRail trouwens.

Hass-Klau et al. (2004) hebben de transformatie van binnenstedelijk winkelapparaat ('retail') door de komst van light rail bestudeerd aan de hand van de nieuwe tramlijn door het centrum van de Franse stad Straatsburg (trouwens ook en van onze casussen). Kleinere winkels zijn er vervangen door winkelketens uit het premium-segment, terwijl huren en vastgoedwaardes zijn toegenomen. Dit is bevestigd in een nationale studie van het voormalige CERTU ('Le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques', 2005).

De Uithoflijn bedient de binnenstad van Utrecht niet en is voor ontwikkeling van retail aldaar van geen belang. Wel verdient de komende jaren de reeds sterke ontwikkeling van onder andere horeca in de omgeving van het nieuwe station Leidsche Vaart aandacht. Het 'Souterrain' project in de binnenstad van Den Haag, onderdeel van onze casus RandstadRail, heeft ons aanwijzingen gegeven dat daar al tijdens de bouw van dit complex van tramtunnel, -stations en autoparkeergarage, met Straatsburg vergelijkbare opwaardering van de binnenstedelijke retail heeft plaatsgevonden (Van der Bijl et al., 2018). Dat RandstadRail door het Souterrain rijdt speelt mogelijk hierbij een rol, maar hetzelfde geldt voor de sterk verbeterde auto-toegankelijkheid van de winkels. Dat is echter niet (meer) vast te stellen.

De komst van Metrolink Manchester heeft geleid tot een vergroting van het binnenstedelijke winkelpubliek. Diverse winkeleigenaren hebben vergroting van de omzet gemeld, aldus door Knowles en Ferbrache (2016) aangehaalde bronnen. Hass-Klau et al. (2004) laten daarentegen zien dat er ook winkelstraten achteruit zijn gegaan. Kennelijk zijn er 'winnaars' en 'verliezers', hetgeen een aanwijzing vormt voor het gelijk van CERTU (2005) die vaststelde dat de nieuwe tramlijnen door de Franse binnensteden de sterke retail sterker maakt en de zwakkere wegdrukt.

Het is overigens niet aannemelijk dat BRT (of bussen in het algemeen) een dergelijk werking op het binnenstedelijke winkelapparaat hebben, gelet op hun storende invloed (geluidhinder, ruimtebeslag, etc.).

#### *5.4. Milieu (E4)*

Light rail draagt langs de routes die vroeger door bussen werden bediend substantieel bij aan de verbetering van het lokale milieu (Van der Bijl et al., 2018). De elektrisch aangedreven trams verminderen CO2 uitstoot en luchtverontreiniging. Ook geluidshinder kan afnemen. Daar komt bij dat de hogere capaciteit van een exploitatie met light rail het mogelijk maakt om ten opzichte van de oude busdienst het aantal voertuigbewegingen sterk te verminderen (en nog veel minder als automobilisten voortaan met de tram gaan).

Als BRT (of hoogwaardige bus) elektrisch of anderszins uitstootvrij wordt aangedreven kunnen vergelijkbare positieve milieu-effecten optreden (Van der Bijl et al., 2019). Deze bustechnologieën staan echter nog in het begin van hun ontwikkeling, terwijl het probleem van het relatief grote aantal voertuigbewegingen onopgelost blijft.

In de argumentatie voor de Uithoflijn (idem voor RandstadRail) heeft het milieu geen rol gespeeld, ondanks dat in de jaren negentig, toen de discussie over nut en noodzaak van een tram naar de Uithof (en RandstadRail) plaatsvond, internationaal al veel aandacht was voor energie- en milieu-implicaties van light rail systemen (b.v. Commission of the European Communities, 1994). Nu nog overigens, want in de hedendaagse waardering

van light rail in Nederland (Uithoflijn, RandstadRail) worden aan milieuvoordelen geen of nauwelijks aandacht geschonken (ons is geen onderzoek hierover onbekend).

### *5.5. Inclusiviteit (E5)*

Nieuwe light rail systemen zoals in Frankrijk, VK en VS worden daar algemeen beschouwd als bijdrage aan het herstel van sociale cohesie en maatschappelijk inclusiviteit. Het belang van deze systemen wordt benadrukt voor de toegankelijkheid van werk, winkels en publieke voorzieningen. Toegang tot sociale netwerken en familie worden in dit verband eveneens genoemd (Van der Bijl et al., 2018). Veel forenzen zouden hun werk niet kunnen behouden, wanneer het openbaar vervoer zou worden stopgezet (Crain & Associates, 1999). Het komt daarom niet als een verrassing dat de beschikbaarheid van openbaar vervoer, zoals light rail, voor velen bepalend is om werk te zoeken, te vinden, of te behouden. In sommige gevallen zegt meer dan de helft van de werkzoekenden dat slecht openbaar vervoer voor hen een bepalende barrière vormt om werk te krijgen (Social Exclusion Unit, 2003). Kijkend van 'the other side of the table', dan impliceert dit dat ontbrekend openbaar vervoer een direct negatief effect heeft op de beschikbare arbeidspool voor bedrijven (Knowles and Ferbrache, 2016). Light rail kan dus hier een positieve uitwerking hebben. Dat geldt ook voor BRT, dat met light rail vergeleken als voordeel heeft dat de bouw ervan minder complex en kostbaar is (Van der Bijl et al., 2019).

Teneinde light rail en BRT (of openbaar vervoer in het algemeen) binnen een uitgebreider raamwerk te waarderen op het thema inclusiviteit, biedt Lucas (2004 & 2012) een omvattend perspectief op sociale inclusie/exclusie en 'environmental justice'. Martens (2017) heeft het 'recht op vervoer' nog verder uitgewerkt, waarbij hij de voordelen heeft laten zien van eerlijke vervoerssystemen.

In tegenstelling tot het Uithoflijn project illustreren onze spiegelcasus Manchester en twee van onze Amerikaanse casussen mogelijke sociale doelen en effecten van light rail projecten in de steden Detroit (Michigan) en Los Angeles (Californië).

## **6. Implementatie (hoofdcasus RegioTram)**

Uiteraard zijn definitie en argumentatie voor een light rail project belangrijk (zie hiervoor), maar de vraag naar implementatie verdient eveneens een adequaat antwoord. De klassieke studie van Hall (1982) spreekt wat dit betreft boekdelen. De titel van zijn boek 'Great planning disasters' zegt al genoeg. Veel grote projecten zijn tot mislukking gedoemd. Als ze al worden gerealiseerd, dan voor onverwacht hoge kosten en zelden zonder mankementen. Vertraging en kostenoverschrijding blijken eerder regel dan uitzondering. Met name de aanlegkosten lijken te worden onderschat, evenals de organisatorische en institutionele complexiteit. Flyvbjerg (2007) constateert in zijn studie dat over het algemeen bij railprojecten in veel gevallen sprake is van aanzienlijke kostenoverschrijding. Het is opvallend dat Flyvbjerg in zijn onderzoek geen oog heeft voor de grote verschillen tussen infrastructuurprojecten. In ieder geval lijkt hij geen recht te doen aan de specifieke karakteristieken die kleven aan de implementatie van light rail projecten.

Onze casus RegioTram is een poging om daar wel recht aan te doen en vooral te kijken naar de specifieke opgave van een nieuwe tramlijn door stedelijk gebied. Deze casus is gebaseerd op eigen empirisch onderzoek, onder andere op basis van niet-openbaar materiaal uit het voormalige projectbureau. Het project is serieus voorbereid, maar toch

mislukt (Van der Bijl, 2013). Het zou te gemakkelijk zijn om bestuur en politiek alle schuld in de schoenen te schuiven, daarvoor was het planningsproces te ingewikkeld. Er blijken meerdere oorzaken in het geding, waarvan hier op basis van ons uitgebreide onderzoek de zes belangrijkste worden samengevat.

1. Het is opmerkelijk hoe smal de argumentatie voor het RegioTram-project is geweest. Van de vijf domeinen (zie hiervoor; E1-5) is uitsluitend en voortdurend gehamerd op het eerste: de tram zou nodig zijn omdat bussen de grote stromen naar de universiteit niet meer zouden kunnen wegzetten (wat heden ten dage niet blijkt te kloppen; zie Van der Bijl et al., 2018). Eerlijkheid gebiedt te zeggen dat de geprognostiseerde vervoerswaarden niet laag waren, maar ook niet spectaculair hoog – onze spiegelcasus Olsztyn laat trouwens hogere vervoerwaardes zien. In Groningen werd de tram in ruimtelijk opzicht (E2) overwegend als een probleem, of als inbreuk gezien. Bijvoorbeeld, het bomenplan werd niet verwoord als een mooie aanvulling op het project en de stad, maar als ‘compensatie’ van hetgeen verloren zou gaan met de komst van de tram. Economische waarde (E3), milieu-voordelen (E4) en sociale inclusiviteit (E5) werden als argumenten nimmer ingezet.

2. Het draagvlak is gaandeweg het project afgebrokkeld. Zo vreesden omwonenden en winkeliers in de binnenstedelijke Oosterstraat overlast en problemen met de bevoorrading. Na rijp beraad werd een alternatief ontwikkeld dat voorzag in een enkel spoor, waarmee de ingewikkelde puzzel grotendeels was opgelost. Niettemin bleef de weerstand bestaan. Aanvankelijk verliep de communicatie met de bevolking goed, maar met de opkomst van Twitter raakte de voorlichters op achterstand, hetgeen nog versterkt werd door de gekozen contractvorm (zie hierna punt 4). Ook het ambtelijk draagvlak was smal (om diverse redenen die we hier korthedshalve buiten beschouwing laten), maar dodelijk voor het project was de tegenwerking in de ambtelijke top van de gemeente Groningen. In Olsztyn daarentegen stond iedereen achter het project.

3. Tramprojecten zijn altijd ingewikkeld dus moeten dat soort projecten zo klein als mogelijk worden gemaakt. In Groningen is echter het omgekeerde gebeurd, de ‘scope’, zoals dat heet, werd vergroot. Bovendien was het als stadstramproject van meet af aan beladen met de status als regionaal project (vandaar ook de naam RegioTram) en moesten in de specificaties van de eerste, stadstramfase al rekening worden gehouden met spoorse karakteristieken. Niettemin werd de geprojecteerde lijn naar Zernike, nadat al aan de voorbereiding werd gewerkt, toch nog aangevuld met een tweede lijn. Hierdoor werd het planningsproces met ten minste een jaar verlengd. Er moesten nieuwe procedures in gang worden gezet en de tweede lijn gaf aanleiding voor discussies met omwonenden, andere belangengroepen en diensten van de gemeente Groningen. In Olsztyn werd het tramproject uiteindelijk juist opgeknipt.

4. Er was gekozen voor een nieuwe vorm van aanbesteding, DBFMO, die in een lange looptijd voorziet (business case van de 25,5 jaar) met een consortium dat zorg draagt voor ontwerp (‘design’), bouw (‘build’), gedeeltelijke financiering (‘finance’), onderhoud (‘maintenance’) en exploitatie (‘operation’), inclusief aanschaf en onderhoud van het trammaterieel. De Groningse keuze voor DBFMO was ronduit lichtzinnig te noemen. Immers, met deze complexe, innovatieve contractvorm was voor de aanleg van een nieuwe tramlijn in Nederland geen, en in het buitenland slechts bescheiden ervaring

opgedaan. Bovendien neemt een DBFMO-procedure om verschillende redenen doorgaans meer tijd in beslag. Ook kan bij DBFMO, als het feitelijke aanbestedingsproces eenmaal is gestart, slechts moeizaam met de buitenwereld worden gecommuniceerd. Alle informatie die tussen projectorganisatie en marktpartijen wordt uitgewisseld, is namelijk vertrouwelijk. Olsztyn zag om het project te redden uiteindelijk af van het gekozen 'design & built' contract, terwijl exploitatie en materieel er altijd al buiten waren gehouden.

5. De projectorganisatie was zeer professioneel, maar kampte ontegenzeggelijk met een technocratische houding. Dit bleek bijvoorbeeld tijdens de kwestie Oosterstraat (zie hiervoor punt 2). Exploitatie-technisch gezien was het volgens het projectbureau onverstandig om in deze straat een halte te maken, maar de symbolische waarde van zo'n halte zou zeker het draagvlak versterkt hebben. In het algemeen werd het project te veel als technische opgave gezien, maar een nieuwe tramlijn door een binnenstad is behalve een civieltechnische ook een stedenbouwkundige en sociale onderneming. In plaats van meer nadruk bij 'design' te leggen, om zo maatschappelijk eisen en wensen tot hun recht te kunnen laten komen, werd van meet af aan prioriteit gegeven aan 'engineering', dat wil zeggen aan technisch specificeren. De dominantie in het project van het laatste kwam mede door de keuze van DBFMO, dat vereist dat alle specificaties vooraf, en dus in heel vroeg stadium expliciet worden gemaakt.

6. Ten slotte de finale oorzaak voor de teloorgang van het project: de politieke context wijzigde, zoals gebruikelijk overigens na verkiezingen. De nieuwe politici vonden het tramproject maar een duur speeltje. De financiële constructie met DBFMO bleef voor hun een onbegrepen 'black box'. Bovendien kampte de stad met financiële problemen als gevolg van de financiële crisis die vanaf 2008 de gemeentelijke grond- en vastgoedpositie ernstig verzwakte. De nieuwe politici hadden ook voorkeuren voor andere projecten en andere vraagstukken, etc., etc. Kortom, ze bliezen het project af.

Dat het Groningse tramproject definitief is gestaakt (en vervangen is door een succesvol busproject), heeft echter niet zozeer met het laatste punt te maken. Op zich zijn politieke verschuivingen en bijbehorende crises heel gebruikelijk. Wat het project in tegenstelling tot het project in Olsztyn uiteindelijk opbrak was de onmogelijkheid, hoofdzakelijk door de keuze voor een DBFMO, om alsnog een open, flexibele en gefaseerde aanpak te kiezen.

## **7. Conclusie**

Light rail vertegenwoordigt een breed scala aan rail-gebonden, stedelijk openbaar. Er zijn verschillende typen infrastructuur beschikbaar en de industrie levert tal van materieel-typen. Dit brede scala maakt het bij uitstek mogelijk om met light rail stedelijke gebieden te bedienen. Dat is ook mogelijk met BRT maar juist aan de toepassing binnen stedelijke gebieden kleven nadelen. Zo is de integratie in de openbare ruimte problematisch, waar juist light rail een positief effect kan hebben.

De omvattende argumentatie met het 5E-raamwerk brengt volledig en afdoende in beeld waarom light rail en tot op zekere hoogte ook BRT van belang en betekenis zijn voor het vervoer in de steden, in het bijzonder de betrouwbaarheid van het openbaar vervoer, de

kwaliteit van stedelijke ruimte, de structurering van stedelijke ontwikkeling, alsmede de duurzaamheid van steden in economisch, milieutechnisch en sociaal opzicht. De realisering van light rail projecten blijkt ingewikkeld. Een project kan inderdaad mislukken. De kans daarop neemt echter af als de omvang van het project zo klein als mogelijk wordt gemaakt. Een open, flexibele en gefaseerde aanpak is voorwaardelijk voor succes.

## Literatuur

- . Bruun, E. (2005). Bus rapid transit and light rail: Comparing operating costs with a parametric cost model. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*(1927), 11-21.
- . Bunschoten, T., E. Molin, E., Van Nes, R. (2013), Tram or bus; does the tram bonus exist? *European Transport Conference*, 2013.
- . CERTU (2005), Déplacements et commerces. Impacts du tramway sur le commerce dans différentes agglomérations françaises. CERTU, Lyon.
- . Cervero, R. (2013). Bus rapid transit (BRT): An efficient and competitive mode of public transport.
- . Cervero, R. (1998), *The transit metropolis. A global inquiry*. Island Press, Washington D.C, Chicago
- . Crain & Associates (1999), *Using Public Transportation to Reduce the Economic, Social, and Human Costs of Personal Immobility*, Report 49 TCRP, TRB.
- . Commission of the European Communities (1994), *Energy and environmental implications of light rail systems*. ETSU, Harwell.
- . Currie, G., & Delbosc, A. (2013), Exploring comparative ridership drivers of bus rapid transit and light rail transit routes. *Journal of Public Transportation*, 16(2), 3.
- . Flyvbjerg, B. (2007), Cost overruns and demand shortfalls in urban rail and other infrastructure. *Transportation Planning and Technology*, February 2007, Vol. 30, No. 1, pp. 9-30.
- . Girnau, G., et al. (2000), *Stadtbahnen in Deutschland / Light rail in Germany*. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Düsseldorf.
- . Glaeser, E. (2011), *Triumph of the city*. The Penguin Press, New York.
- . Hall, P. (1982), *Great planning disasters*. University of California Press, Oakland (CA).
- . Hass-Klau, C., G. Crampton, M. Weidauer, V. Deutch (2000), *Bus or light rail: making the right choice. A financial, operational and demand comparison of light rail, guided buses, busways and bus lanes*. Environmental and Transport Planning, Brighton.
- . Hass-Klau, C., G. Crampton, R. Benjari (2004), *Economic impact of light rail. The results of 15 urban areas in France, Germany, UK and North America*. Environmental and Transport Planning, Brighton
- . Knowles, R., F. Ferbrache (2016), Evaluation of wider economic impacts of light rail investment on cities. *Journal of Transport Geography*, 54, pp. 430-439.
- . Knowles, R., F. Ferbrache (2014), *An investigation into the economic impacts on cities of investment in light rail systems*. UK Tram, Birmingham.
- . Lesley, L., (2011), *Light Rail Developers' Handbook*. J. Ross Publishing, Fort Lauderdale, Florida.
- . Lucas, K. (2012), 'Transport and social exclusion: Where are we now?', *Transport Policy*, vol. 20, p.105-113.

- . Lucas, K. (2004), *Running on empty: Transport, social exclusion and environmental justice*: Policy Press.
- . Martens, K. (2017), *Transport Justice: Designing Fair Transportation Systems*. London, New York: Routledge.
- . NACTO / National Association of Transportation Officials (2016). *Transit street design guide*. Island Press.
- . Rizelioğlu, M., & Arslan, T. (2016), *Comparing Performance of Bursa LRT with an Imaginary BRT System*.
- . Social Exclusion Unit (2003), *Making the Connections: Final Report on Transport and Social Exclusion*
- . Stutsman, J. (2002), *Bus rapid transit or light rail transit—How to decide?: Los Angeles case study*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* (1793), 55-61.
- . Tirachini, A., Hensher, D. A., & Jara-Díaz, S. R. (2010), *Comparing operator and users costs of light rail, heavy rail and bus rapid transit over a radial public transport network*. *Research in Transportation economics*, 29(1), 231-242.
- . TRB (1978), *Glossary of Urban Public Transportation Terms*. Transportation Research Board, Washington DC.
- . Van der Bijl, R., Van Oort, N., Basheer, M.A. (2019), *A view on the wider benefits of BRT - Inspired by LRT*. TRB. (uitgave gepland)
- . Van der Bijl, R., Van Oort, N., Bukman, B. (2018), *Light Rail Transit. 61 lessons in sustainable development*. Elsevier.
- . Van der Bijl, R., Van Oort, N., Bukman, B. (2015), *Investeren in de stad. Lessen uit 47 light rail projecten*. Milete Media.
- . Van der Bijl, R. (2014), *Transit Oriented Development. Basics & Examples*. Conference, transit oriented development: integration between land use and sustainable transport, Almaty Kazachstan, October 2014.
- . Van der Bijl, R.A.J. (2013), *Ontspoord tramproject. Bestuurlijk falen maakt kostbaar eind aan OV-project*. Blauwe Kamer, februari 2013, pp.26-31.
- . Van Oort, N. (2016), *Incorporating enhanced service reliability of public transport in cost-benefit analyses Public Transport, Volume 8 (1)*, pp. 143-160.
- . Van Oort, N., Brands, T. de Romph, E., Yap, M., (2016), *Ridership Evaluation and Prediction in Public Transport by Processing Smart Card Data: A Dutch Approach and Example*, Chapter 11, *Public Transport Planning with Smart Card Data*, eds. Kurauchi F., Schmöcker, J.D., CRC Press.
- . Van Oort, N. and R. van Nes (2009), *Control of public transport operations to improve reliability: theory and practice*, *Transportation research record*, No. 2112, pp. 70-76.
- . Van Oort, N., R. van der Bijl and R. Roeske (2015). *Light Rail Implementation: Success And Failure Aspects of Dutch Light Rail Projects*. In s.n. (Ed.), *Proceedings of the Transportation Research Board 94th annual meeting*. Washington DC.
- . Van Susteren, A. (2005), *Metropolitan World Atlas*, 010 Publishers.
- . United Nations (2014), *Global Report on Human Settlements 2013: Planning and Design for Sustainable Urban Mobility*. United Nations.
- . Vuchic, V. R. (2007), *Urban transit systems and technology*. John Wiley & Sons.
- . Wright, L., & Hook, W. (2007). *Bus rapid transit planning guide*. Institute for Transportation and Development Policy, New York.