



ALTERNATIEVEN-STUDIE HOOGWAARDIG OPENBAAR VERVOER - **RINGVERBINDING** BRABANTNET

Studie alternatieve HOV-systemen als opstap naar RINGTRAM - BRABANTNET

Change order - 14



DATUM: 15/07/2016

REVISIE: 2

REFERENTIE: P.006831_SR12229



TECHNUM

NEY
+PARTNERS/BXL

BUREAU BAS SMETS

Opdrachtgever:

De Lijn Vlaams-Brabant

Martelarenplein 19 - 3000 Leuven - België
tel. +32 16 31 37 11 - fax +32 16 31 37 12
e-mail: vlbrab@delijn.be
www.delijn.be

Opdrachthouder:

THV Technum, Ney, Bureau Bas Smets

Kortrijksesteenweg 1144-A - 9051 Sint-Denijs-Westrem (Gent) - België
tel. + 32 9 240 09 11 - fax + 32 9 240 09 00
e-mail: brabantnet@technum-tractebel.be
www.technum.be

REFERENTIE: P.006831_SR12229

DISCIPLINE: Rail en Road, Mobiliteit, Milieu, Stedenbouw, Architectuur en kunstwerken

OPSTELLER(S):

Marc Van De Putte, Phiilp Steppe, Koen Vanheysbroeck, Annick Gommers, Chris Neuteleers, Bieke Cloet, Anne Temmermans, Brian Van Acker

DATUM: 15/07/2016

REVISIE: 2

INHOUDSTABEL

1.	INLEIDING	6
1.1	AANLEIDING	6
1.2	DOEL VAN DE STUDIE	6
1.3	ALGEMENE BESCHRIJVING METHODIEK	8
2.	SELECTIE HOV ALTERNATIEVEN (VOERTUIGEN)	10
2.1	RANDVOORWAARDEN HOV SYSTEMEN	10
2.2	SELECTIE VAN DE HOV SYSTEMEN – VOERTUIGEN	11
3.	EVALUATIE VAN DE HOV SYSTEMEN / VOERTUIGEN	17
3.1	AFWEGINGSKADER EN EVALUATIEMETHODIEK.....	17
3.2	EVALUATIE.....	20
3.3	CONCLUSIES EVALUATIE HOV SYSTEMEN – VOERTUIGEN	24
4.	DOORSTROMING RINGVERBINDING	26
4.1	ONDERZOEK DOORSTROMING.....	26
4.2	ONDERZOEK DOORSTROMING OP NIVEAU VAN DE SEGMENTEN	31
4.3	CONCLUSIES DOORSTROMING	32
5.	KOSTPRIJS RINGVERBINDING	33
5.1	ONDERZOEK KOSTPRIJS	33
5.2	CONCLUSIES KOSTPRIJS.....	37
6.	AFWEGING KOSTEN/BATEN EN FASERING RINGVERBINDING	39
6.1	RITTIJD EN KOSTPRIJS.....	39
6.2	METHODIEK MKBA-MODEL DOOR VVM DE LIJN VLAAMS BRABANT	41
6.3	OUTPUT DOORREKENING IN MKBA-MODEL DOOR VVM DE LIJN VLAAMS BRABANT	42
6.4	ONDERZOEK MOGELIJKE FASERING VAN DE VARIANT B	43
7.	CONCLUSIE	45
8.	BIJLAGE-1, TECHNISCHE FICHES HOV SYSTEMEN - VOERTUIGEN	46
8.1	TECHNISCHE KENMERKEN VERBRUIK, ONDERHOUD EN ELEKTRISCHE AANDRIJVING.....	46
8.2	TECHNISCHE FICHES.....	50

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Op 5 april 2016 is door Minister Weyts gecommuniceerd dat hij de trambus nu ook in Vlaanderen wil laten rijden.

<http://www.benweyts.be/nieuws/weyts-wil-de-trambus-nu-ook-in-vlaanderen-laten-rijden>

In deze communicatie wordt aangegeven dat : "De trambus kan zo de perfecte opstap vormen voor de aanleg van een nieuwe tramlijn." De inzet van de trambus dient te worden overwogen voor 4 tracés:

- The Loop (Gent)
- Kontich-Berchem Station (Antwerpen)
- Willebroek-Brussel (Brabantnet)
- Ringverbinding (Brabantnet)

Deze beleidsmatige vraag is besproken op het directiecomité Brabantnet.

Voorliggende nota is opgemaakt naar aanleiding van de vraag van de VVM De Lijn aan de THV Technum – Ney – Bureau Bas Smets om een studie uit te voeren naar een performant **Hoogwaardig Openbaar Vervoer (HOV)** op de **Ring- en Sneltramverbindingen van het Brabantnet** waarbij naast de tram 43m ook andere vervoerssystemen worden overwogen. Deze nota behandelt de studie rond de Ringverbinding.

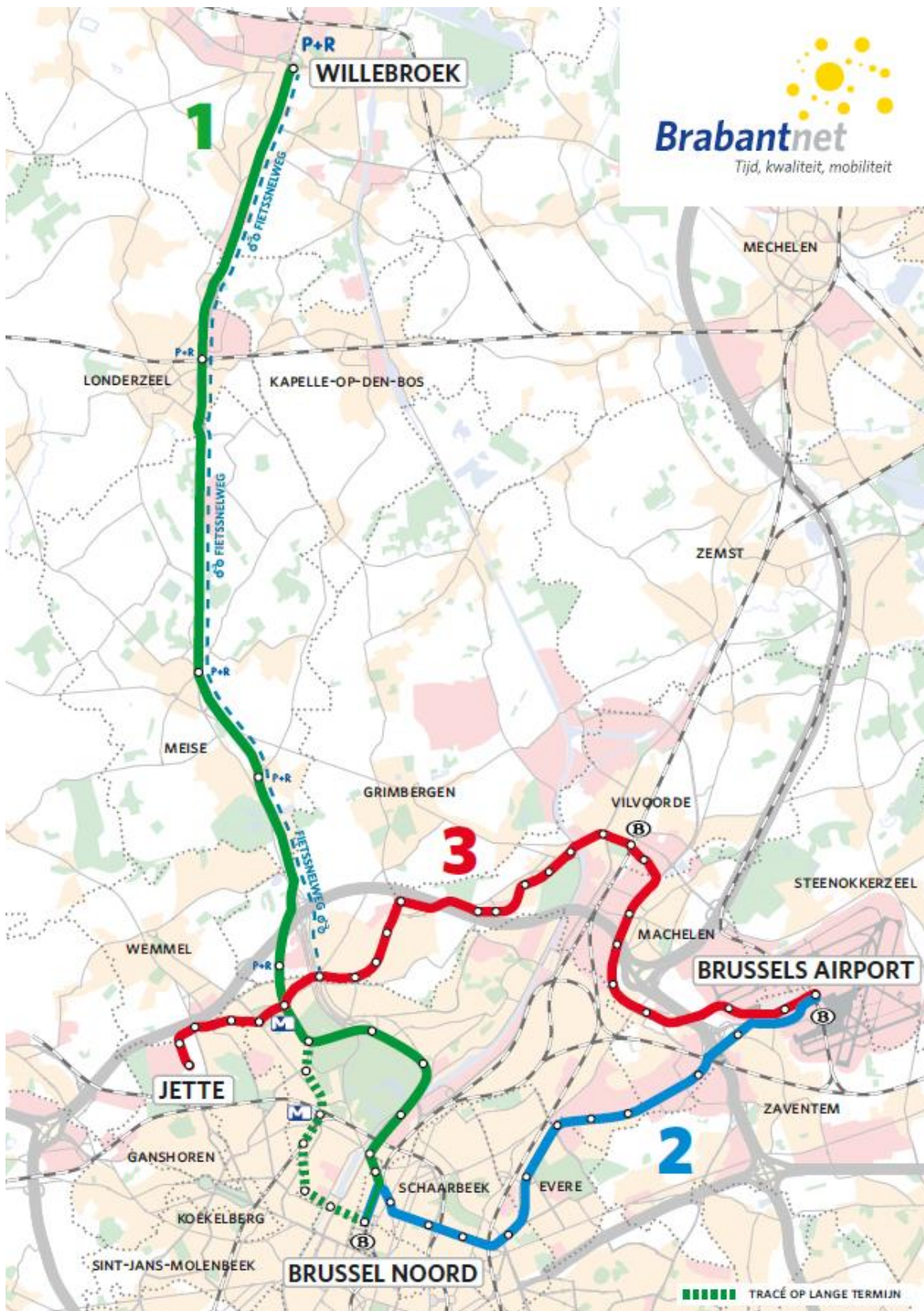
1.2 Doel van de studie

Het doel van de studie is het verschaffen van een duidelijk inzicht in de voor- en nadelen van de verschillende HOV-varianten en de mogelijkheid om deze systemen in te zetten als opstap naar de tramlijnen (Ringtram en Sneltram).

De output van de studie moet De Lijn toelaten om een MKBA uit te voeren en een vergelijking te maken van de Tramvariant ten opzichte van de bestudeerde HOV varianten, voor het geheel of delen van de lijnen.

Op basis van de MKBA's en de resultaten van deze studie wordt, samen met De Lijn, nagegaan welke de impact is op de scope van het project Brabantnet.

Overzichtskaart BRABANTNET – lijn 3 (in rood) duidt de Ringverbinding aan.



Figuur 1-1. Overzicht verbindingen Brabantnet

1.3 Algemene beschrijving methodiek

1.3.1 Vraagstelling

De studie dient een antwoord te geven op de centrale vraag of een trambus kan dienen als opstap naar de tram, en dit voor de tramlijnen Ringtram en Sneltram. Hoewel deze tramlijnen functioneel verschillende karakteristieken hebben is de algemene onderzoeksmethodiek op hoofdlijnen dezelfde.

1.3.2 Sturende parameters voor kosten en baten

De mate waarin de keuze voor een OV systeem een zinvolle en rendabele investering is hangt af van een gunstige verhouding tussen de kosten en de baten. Een HOV systeem is in die zin niet anders te beschouwen dan een ander openbaarvervoersysteem, zij het dat zowel de baten als de kosten hoger zijn vanwege het hoogwaardige kwaliteitsniveau.

Aan de kostenzijde bepaalt voertuigkeuze in belangrijke mate de frequentie. De benodigde frequentie hangt immers samen met de capaciteit van het voertuig, bij het uitgangspunt van een bepaalde minimale capaciteit.

De frequentie heeft vervolgens impact op de exploitatiekosten; deze zullen stijgen bij hogere frequenties.

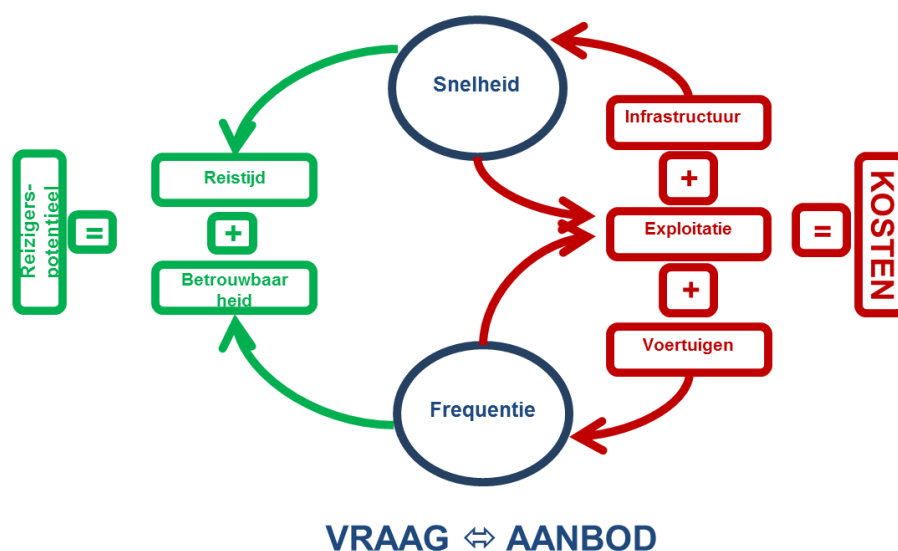
De investeringen voor de aanleg van een eigen infrastructuur voor het HOV systeem bepalen in belangrijke mate de rittijd of commerciële snelheid die kan worden behaald. De rittijd heeft bovendien ook een belangrijke invloed op de exploitatiekost; langere rittijden leiden tot meer voertuigen tegelijkertijd op de lijn en dus tot hogere exploitatiekosten voor o.a. personeel.

Uiteraard hebben het type infrastructuur en het type voertuig ook een directe relatie tot de kostprijs.

Baten worden voor openbaarvervoer zijn vooral afhankelijk van het aantal reizigers. Weliswaar kunnen daarnaast ook bijkomende baten optreden zoals ruimtelijke inpassing, ruimte-inname, milieueffecten, ...

Aan de batenzijde spelen vooral rittijd en betrouwbaarheid een rol in de aantrekkingskracht van het HOV systeem op het aantal reizigers dat gebruik zal maken van de lijn.

De rittijd en betrouwbaarheid worden bepaald door de voertuigkeuze en frequentie, en de infrastructuraanleg en commerciële snelheid.



Op basis van deze aspecten is de methodiek van de studie opgezet in volgende stappen:

- Selectie en evaluatie van de HOV systemen / voertuigen
- De analyse van kostprijs en doorstroming
- Het bepalen van de Maatschappelijke Kosten en Baten van de varianten
- Het formuleren van conclusies en aanbevelingen.

2. SELECTIE HOV ALTERNATIEVEN (VOERTUIGEN)

2.1 Randvoorwaarden HOV systemen

Een aantal aspecten zijn voor De Lijn cruciaal om een hoogwaardig OV systeem te bekomen, omdat ze raken aan de primaire doelstelling van het project.

Deze aspecten vormen de randvoorwaarden voor het project, en zijn dusdanig niet als criterium opgenomen, omdat alle alternatieven / systemen hieraan moeten voldoen.

- **Voldoende Capaciteit**

Het HOV systeem moet minstens voldoen aan volgende piekcapaciteit:

- RINGVERBNDING: **1000** reizigers per uur, per richting
- VERBINDING WILLEBROEK - BRUSSEL: **1400** reizigers per uur, per richting
(1200 op segment Willebroek – Heizel)

→ Alle voertuigen worden herrekend naar voldoende # voertuigen en voldoende frequentie.

→ De capaciteit van het systeem is een absolute voorwaarde

- **Voldoende hoge Snelheid**

Het HOV systeem moet een voldoende hoge (commerciële) snelheid halen,

→ Met name voor de VERBINDING WILLEBROEK - BRUSSEL is een snelheid ≥ 70 km/h cruciaal

- **Het HOV-systeem moet een opstap kunnen vormen naar de tramlijnen van het Brabantnet**

2.2 Selectie van de HOV systemen – voertuigen

2.2.1 Selectie van de verschillende voertuigen

Het onderzoek richt zich specifiek op de vraag hoe een trambus een opstap kan zijn naar de tramlijnen van het Brabantnet. Om die reden zijn trambusvarianten met een grote capaciteit en verschillende aandrijvingsvormen (diesel / hybride en volledig elektrisch) onderzocht om de tramkarakteristieken zo goed als mogelijk te benaderen.

Aan de zijde van de tram is gekeken of ook hier optimalisatie mogelijk is, om een zo goed mogelijke vergelijking tussen de systemen mogelijk te maken.

Volgende voertuigtypologieën zijn in de preliminaire studiefase¹ door de THV en De Lijn weerhouden om in het verdere onderzoek mee te nemen:

- tram van 43 m
- tram van 30 m
- tram op banden van 32 m
- trambus van 24 m

Bij deze weerhouden types is nog onderscheid gemaakt in de aandrijving/voeding.

Tabel 2-1. Onderzochte HOV-alternatieven

ID	Type	Lengte	Breedte	Capaciteit	Voeding
TRAM					
HOV-1A	Tram 43m	43,00 m	2,65 m	304	Bovenleiding
HOV-1B	Tram 32m	29,62 m	2,30 m	168	Bovenleiding
HOV-1C	Tram 32m - boost	29,62 m	2,30 m	168	Bovenleiding + batterijen
HOV-1D	Tram 32m - op banden	32,00 m	2,20 m	170	Bovenleiding (+batterijen)
BUS					
HOV-2A	Trambus 24m - dieselhybride	23,82 m	2,55 m	146	Diesel / batterijen
HOV-2B	Trambus 24m - full-elektrisch (grote range)	23,82 m	2,55 m	146	Batterijen
HOV-2C	Trambus 24m - full-elektrisch (kleine range)	23,82 m	2,55 m	146	Batterijen

¹ Voorafgaandelijk aan voorliggende studie werd een preliminaire studie uitgevoerd om de HOV-alternatieven te bepalen

2.2.2 Technische fiches per voertuigtype

In een database zijn de karakteristieken opgelijst voor een typevoertuig. In Deze fiches zijn de karakteristieken gegroepeerd in de volgende categorieën:

- Functionele karakteristieken (capaciteit, dimensies, rijeigenschappen, aandrijving, inrichting)
- Technische karakteristieken
- Maatschappelijke karakteristieken (geluid, uitstoot, verbruik)
- Kostprijs, levensduur en exploitatie karakteristieken

hov1A: TRAM 43M	
FUNCTIONELE BESCHRIJVING	
Naam	hov1A
Omschrijving	Tram 43m
Opmerking	Dit is het voertuig zoals in het stedenbouwkundig voorontwerp gebouwd als oshvoertuig.
Referentievoertuigen	Tram 2 (Bombardier), Citadis (Alstom), Astrio (Siemens)
FOTOS	
Foto's: 2 - Bombardier (Austalre - Gold Coast) Citadis - Alstom (T3 Paris) Tram 2 - Bombardier (Austalre - Gold Coast)	
FUNCTIONELE KARAKTERISTIEKEN	
Instaphoogte	de instaphoogte voor de passagiers is 31,5 cm
Maximaal aantal reizigers (of zitplaatsen)	416 (136 staan- (4m2) + 89 zitplaatsen)
Comfort capaciteit	304 (124 staan- (4m2) + 89 zitplaatsen)
Oprijplaat ontkerkbaar	ja
Vandegryssysteem	bovenleiding
Type geleiding	niets
Aantal en breedte deuren	2 x 6 deuren, namelijk aan beide zijden 6 deuren. De deurbreedte is netto 1,30 m. Er is aan beide zijden van het voertuig een afzonderlijke toegangsdeur voor de chauffeur
Aantal plaatsen voor mindervaliden	2 x 3 zitplaatsen in ruimte tegenover de deuren: 6 naast 2,3 m * 1,42 m
Breedte zitplaats	+/- 48 cm
Breedte gang	+/- 60 cm
TECHNISCHE KARAKTERISTIEKEN	
Maximale snelheid	70 km/h
Acceleratie / deceleratie / noodremvertraging	1,5 m/s ² / 1,5 m/s ² / 2,8 m/s ²

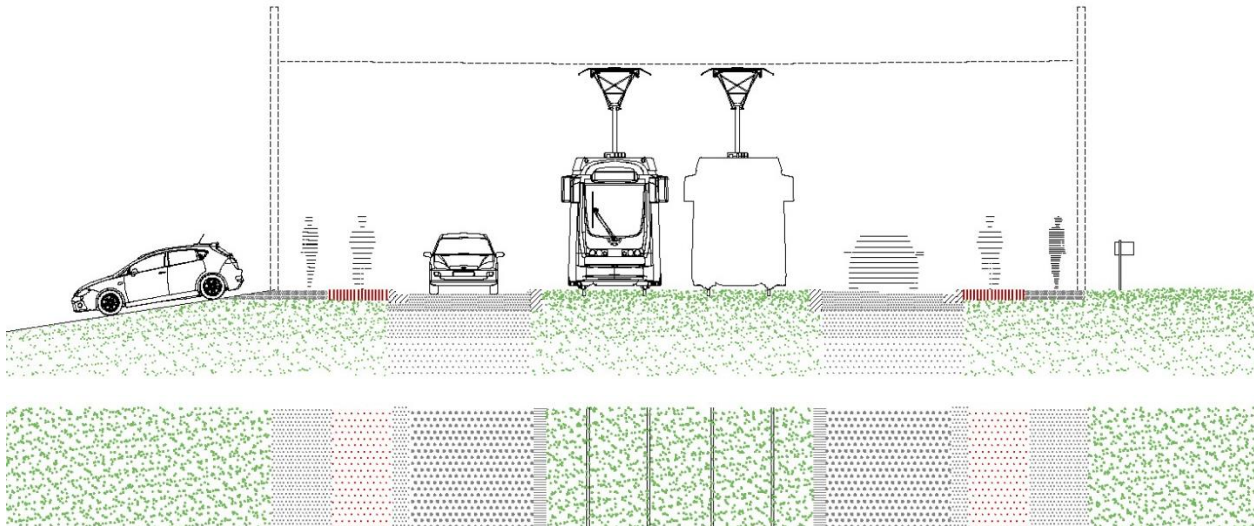
hov1D: TRAM 32M - OP BANDEN	
FUNCTIONELE BESCHRIJVING	
Naam	hov1D
Omschrijving	Tram 32m - op banden
Opmerking	Uitgangspunt is voertuig met bovenleiding voor volledige lengte track. Indien bovengedekt bij tram Dins 122 inwendige resolutie geeft kan dit ook bijvoerd onderzocht worden bij deze variant.
Referentievoertuigen	Transilube Alstom
FOTOS	
Foto's: Transilube Transilube op groene bedding Transilube railcrossing	
FUNCTIONELE KARAKTERISTIEKEN	
Maximaal aantal reizigers (of zitplaatsen)	235 (85 staan- (4m2) + 40 zitplaatsen)
Comfort capaciteit	170 (80 staan- (4m2) + 40 zitplaatsen)
Oprijplaat ontkerkbaar	ja
Vandegryssysteem	Bovenleiding
Type geleiding	Centrale rail
Aantal en breedte deuren	4 dubbele deuren
Instaphoogte	25 cm
Aantal plaatsen voor mindervaliden	geen informatie
Breedte zitplaats	geen informatie
Breedte gang	geen informatie
TECHNISCHE KARAKTERISTIEKEN	
Acceleratie / deceleratie / noodremvertraging	1,5(m/s ²) - var. - 5(m/s ²)
Akkoord (ongr / nat)	9 ton per ax

hov2C: TRAMBUS 24M - FULL-ELEKTRISCH (KLEINE RANGE)	
FUNCTIONELE BESCHRIJVING	
Naam	hov2C
Omschrijving	Trambus 24m - Full-elektrisch (kleine range)
Opmerking	De Equicity full elektrisch van 24 m lengte rijdt momenteel nog niet, de gegevens van dit voertuig zijn gebaseerd op het full elektrisch type van 18 m. Het voertuig waarop de gegevens gebaseerd zijn heeft een maximum snelheid volgens de ontwerpen (of maximum) is 65 km/h
Referentievoertuigen	Equicity 24M (tram) van Alstom
FOTOS	
Foto's: Equicity 24M Equicity 24M (6m) Elektrisch voertuig aan halte	
FUNCTIONELE KARAKTERISTIEKEN	
Aantal plaatsen voor mindervaliden	4 entreeplaats zitplaatsen + 2 rolstoelplaatsen (conform R137)
Breedte zitplaats	40cm
Maximaal aantal reizigers (of zitplaatsen)	118 (16 staan- (4m2) + 42 zitplaatsen)
Comfort capaciteit	74 (24 staan- (4m2) + 42 zitplaatsen)
Oprijplaat ontkerkbaar	nee
Vandegryssysteem	Batterijen. Deze kunnen op volgende wijze opgeladen worden: Cauducel elektrisch (Stokker en/of pantograf en/of trivoltagespanning). In dit geval zijn er dan batterijen aanwezig
Type geleiding	niets
Aantal en breedte deuren	4 deuren van 1200mm breed
Instaphoogte	34 cm (Dofax)
Breedte gang	160,500mm
TECHNISCHE KARAKTERISTIEKEN	
Maximale snelheid	65 km/h

Onder bijlage 1 zijn de uitgebreide fiches van de voertuigen opgenomen.

2.2.3 Ruimtelijke weergave van de typologieën tram, tram op banden en trambus

2.2.3.1 Tram

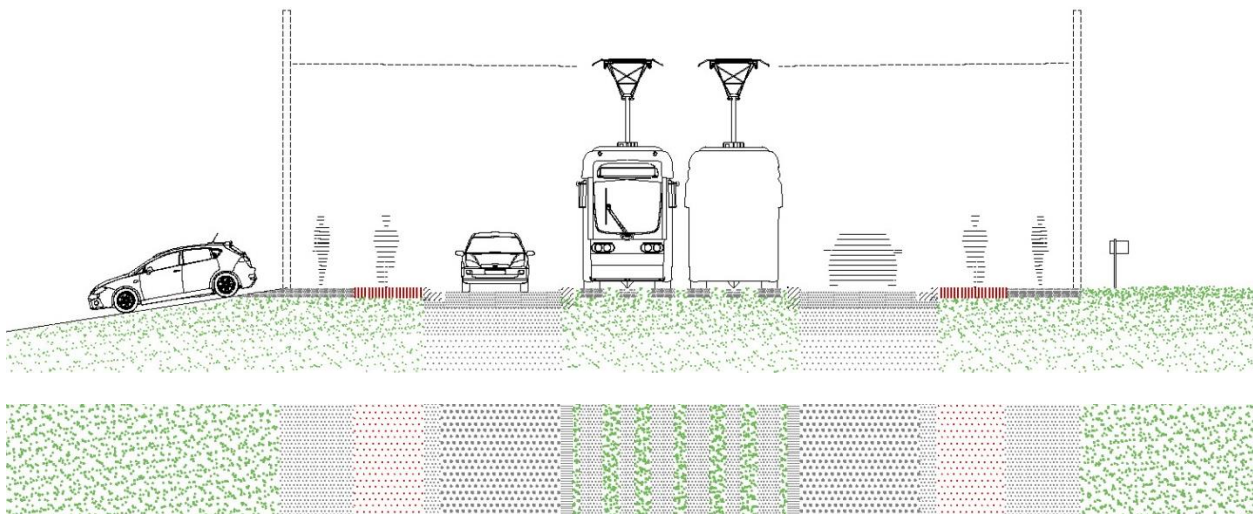


Figuur 2-1. Basisvariant (tram): dwarsprofiel met vrije OV-bedding



Figuur 2-2. Basisvariant (tram): referentiebeeld vrije bedding (Strasbourg)

2.2.3.2 Tram op banden



Figuur 2-3. Tram op banden: dwarsprofiel met vrije OV-bedding



Figuur 2-4. referentiebeeld vrije bedding, en plaatselijk zonder bovenleiding (Padua)



Padua

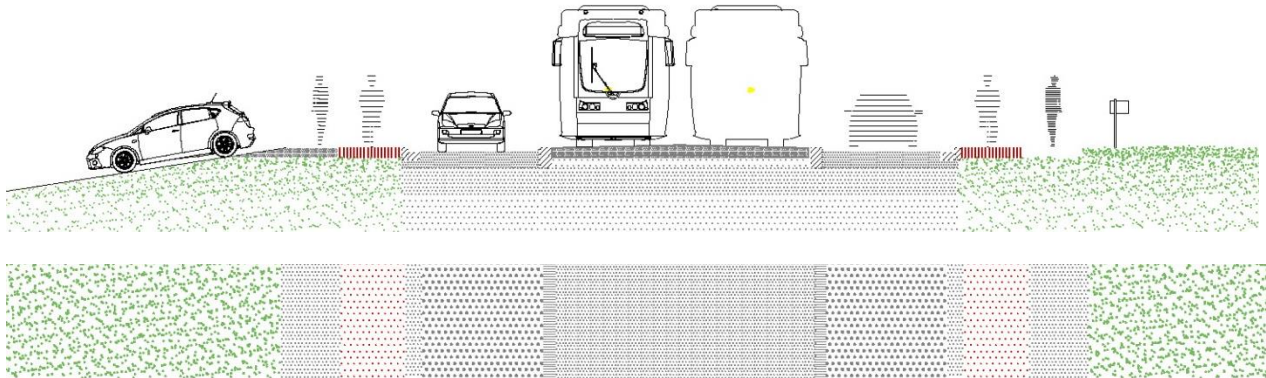


Venetië



Caen

2.2.3.3 Trambus



Figuur 2-5. Variant 2 (hybride trambus): dwarsprofiel met vrije OV-bedding



Figuur 2-6. Variant 2 (hybride trambus): referentiebeeld vrije bedding (Barcelona)



Metz



Barcelona

3. EVALUATIE VAN DE HOV SYSTEMEN / VOERTUIGEN

3.1 Afwegingskader en evaluatiemethodiek

3.1.1 Evaluatiemethodiek

De evaluatie gebeurde aan de hand van een aantal criteria die ingedeeld kunnen worden in volgende criteriagroepen:

- Kosten
- Baten
- Haalbaarheid
- Impact

Om de verschillende voertuigen t.o.v. elkaar te kunnen vergelijken dienen de voertuigen en de hieraan gelinkte criteria in hun totaliteit te worden bekeken. Niet ieder criterium heeft een gelijkaardig belang. Het belang dat aan een bepaald criterium wordt gehecht is echter afhankelijk van het type stakeholder en dus niet objectief vast te stellen.

Omwille hiervan worden de verschillende criteria niet geaggregeerd maar worden ze als gelijkwaardig voorgesteld met behulp van roosdiagrammen waarbij alle criteria worden gescoord op een schaal van 0 t.e.m. 10 (indien nodig via standaardisatie). Op basis van deze diagrammen, die een globaal beeld van de voertuigalternatieven weergeven wordt een eerste afweging gemaakt van de tram- en trambus alternatieven.

Voor iedere criteriagroep werden volgende stappen uitgevoerd:

- **keuze** evaluatiecriteria;
- **beoordeling** van de voertuigalternatieven volgens de verschillende criteria;
- **scorebepaling** op een schaal van 0 tot 10
 - o standaardisatie voor de kwantitatieve criteria
De wijze van **standaardisering** is **gelinkt** aan het optimaal **visualiseren** van de **verschillen** tussen de verschillende alternatieven; ze kan dus verschillen tussen de criteria onderling
 - o waardeschaal voor de niet-kwantificeerbare criteria.

3.1.2 Evaluatiecriteria

Hier geven wij een overzicht van de criteria en de belangrijkste verschillen in de evaluatie tussen de verschillende HOV systemen- voertuigen.

Criteria	Aspecten	Eenheid
Criteria groep		
Kosten		
Investeringskost infra (incl. onderhoud)	Infrastructuur & onderhoud	€
Investeringskost rollend materieel	Voertuigen & onderhoud	€
Exploitatiekosten	Brandstof, personeel	€
Baten		
Op- & afstap comfort	Capaciteit deuren in relatie tot capaciteit voertuig	Capaciteit deuren / capaciteit voertuig
Robuustheid systeem	Kans dat voertuig wordt omgeleid omwille van externe actoren	Waardeschaal
Haalbaarheid		
Termijn tot in gebruik name	Procedures & aanleg	# maanden
Procedureel risico	Aantal procedures	# procedures
Betrouwbaarheid (systeem en producenten)	Betreft het nieuwe technologie / technologie die door slechts 1 producent wordt aangeboden	Waardeschaal
Benodigde frequentie	Volstaat de capaciteit van het voertuig (in combinatie met de voorziene frequentie) om de reizigersvraag op te vangen	Capaciteit voertuig / piekvraag reizigers
Impact		
Ruimte-inname	Private ruimte-inname	m ²
Ruimtelijke inpassing	Mogelijkheid groene bedding, breedte van het profiel, mogelijkheid wegname bovenleiding, bijkomende impact op ruimtelijk weefsel	Waardeschaal
Verkeersveiligheid	Nooddeceleratie in combinatie met noodzakelijke frequentie	Remafstand bij 50 km/h (m)
Uitstoot naar lucht	NOx (als maat voor alle uitstoot)	g Nox - klassieke dieselbus als ref. situatie
Geluid	Algemeen & in knelpunt zones	# gebouwen in geluidshindercontour (Lden = 65 dB) tov ref. situatie

Kosten

K1. Investeringskost infrastructuur

Onder dit criterium worden de kosten voor de aanleg van de infrastructuur opgenomen die nodig is voor het betreffende HOV systeem en type voertuig met inbegrip van de onderhoudskost van de infrastructuur.

K2. Investeringskost rollend materieel

Onder dit criterium is de investeringskost en de onderhoudskost van het rollend materieel beoordeeld, dit gerekend op een exploitatietermijn van 30 jaar. Aankoop van voertuigen is verrekend volgens levensduur naar 30 jaar.

K3. Exploitatiekosten

Onder dit criterium vallen de kosten voor personeel & verbruik, gerekend over 30 jaar.

De prijzen werden niet verdisconteerd

Baten

B1. Op- & afstap comfort

Beoordeling van de mate waarin de reizigers op een comfortabele wijze, gedefinieerd als snel én veilig, op het voertuig kunnen op- en afstappen.

B2. Robuustheid systeem

Beoordeling van de kans dat het voertuig, omwille van zijn karakteristieken, wordt omgeleid bij bv. werken, evenementen, et cetera.

Haalbaarheid

H1. Termijn tot in gebruik name

Beoordeling van de tijdsduur (procedures én aanleg) om over te gaan tot exploitatie

H2. Procedureel risico

Beoordeling van de risico's bij de te nog te doorlopen procedures aan de hand van het aantal openbare inspraak momenten

H3. Betrouwbaarheid (systeem en producenten)

Beoordeling van de mate waarin het type voertuig zijn deugdelijkheid al heeft bewezen

H4. Benodigde frequentie

Beoordeling van de mate waarin het voertuig in staat is om, binnen de voorziene frequentie én rekening houdende met reservecapaciteit, de voorziene reizigersvraag te verwerken

Impact

I1 A. Ruimte-inname

Onderzoek naar de private ruimte-inname van de verschillende varianten

I1 B. Ruimtelijke inpassing

Onderzoek naar de mogelijkheden voor ruimtelijke inpassing gerelateerd aan de voertuigkeuze

I2. Verkeersveiligheid

Onderzoek naar de potentiële kans op slachtoffers bij een noodstop

I3 A . Uitstoot naar lucht

Onderzoek naar de impact op de luchtkwaliteit ten gevolge van de eventuele NOX-uitstoot bij verbranding van brandstoffen

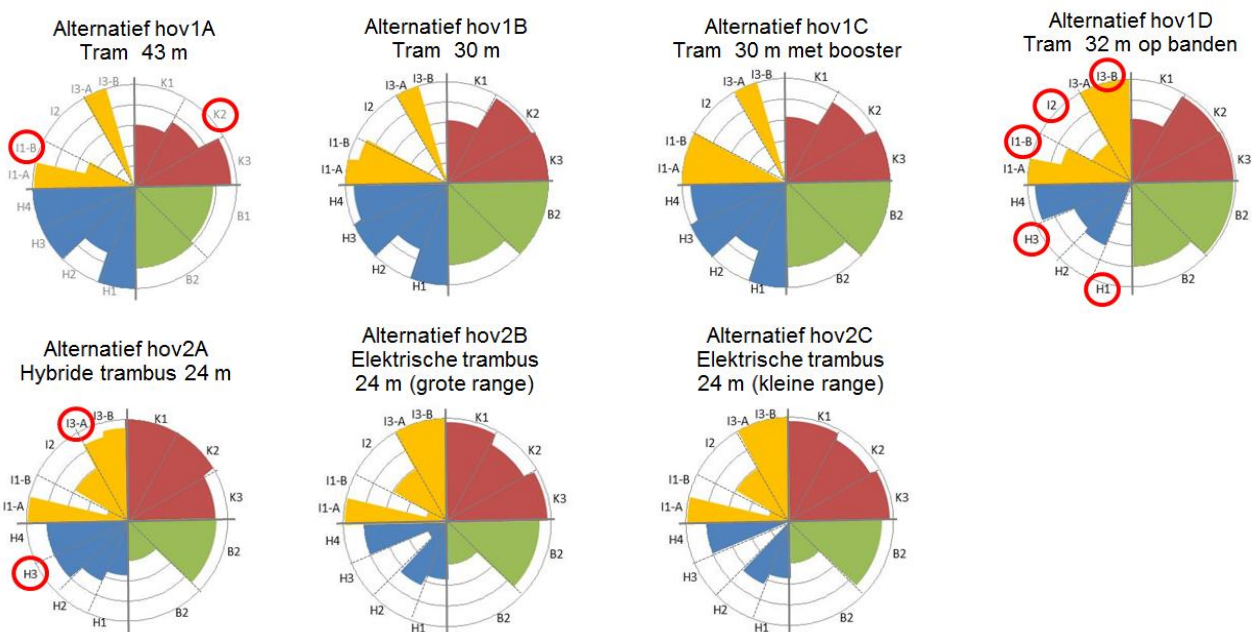
I3 B. Geluid

Onderzoek naar de wijziging van de geluidsbelasting van het verkeer aan de eerstelijnsbebouwing op het tracé als gevolg van de bijkomende geluidsbron;. beoordeeld op basis van de 'algemene geluidshinder' voor de gebouwen langsheen het volledig tracé en de 'lokale geluidshinder' voor gebouwen gelegen aan specifieke knelpunten. Specifiek voor dit criterium voerde de THV zelf geluidmetingen uit – voor de types met ontbrekende gegevens - om de voertuigtypen goed te kunnen vergelijken.

3.2 Evaluatie

3.2.1 Resultaten evaluatie HOV systemen-voertuigen Ringverbinding

Onderstaande figuur geeft de roosdiagrammen weer voor de RINGVERBINDING met bovenaan de tramalternatieven en onderaan de trambus alternatieven. Een betere score op een criterium wordt aangegeven door meer kleur te geven aan dit criterium. Voor de 'kostencriteria' betekent dit dus lagere kosten, voor de 'batencriteria' betekent dit hogere baten. De significante verschillen zijn aangeduid met een cirkel.



Kosten

- K1. Kosten infrastructuur
- K2. Kosten rollend materieel
- K3. Exploitatiekost

Baten

- B1. Comfort
- B2. Robuustheid systeem

Haalbaarheid

- H1. Termijn tot exploitatie
- H2. Procedureel risico
- H3. Betrouwbaarheid
- H4. Benodigde frequentie

Impact

- I1A. Ruimte-inname
- I1B. Ruimtelijke inpassing
- I2. Veerkracht
- I3A. Uitstoot naar lucht
- I3B. Geluid

Figuur 3-1. Roosdiagrammen RINGVERBINDING

M.b.t. de **tram**alternatieven zijn de *significante* verschilpunten:

- Bij de tram van 43 m (hov1A) zijn de kosten van het rollend materieel hoger (K2)
 - Gelinkt aan de overcapaciteit van het voertuig in verhouding tot de reizigersvraag
- De tram op banden (hov1D) is minder betrouwbaar (H3)
- De lange (en brede) tram (hov1A) en de tram op banden (hov1D) scoren slechter qua ruimtelijke inpassing dan de korte tram 30m
- De tram op banden (hov1D) scoort beter qua geluidsimpact
- De tram op banden (hov1D) scoort beter qua verkeersveiligheid
- De tram op banden (hov1D) scoort slechter qua termijn tot exploitatie

M.b.t. de **trambus**alternatieven zijn de onderlinge *significante* verschilpunten:

- Bij de hybride versie (hov2A) is de impact op lucht (luchtverontreiniging) hoger , dan de elektrische versies
- Bij de hybride versie (hov2A) is de betrouwbaarheid hoger , dan de elektrische versies

3.2.2 Onderzoek elektrische aandrijving

Een full elektrische bus uitgerust met een batterijcapaciteit van 240 kWh aan boord (trambus **grote range**) kan de gevraagde exploitatie, inclusief worst case situatie, gedurende een dag garanderen op voorwaarde:

- het voertuig met een **volle batterij** aan de stelplaats kan **vertrekken**;
- het voertuig aan **iedere eindhalte minimaal 5 minuten** kan **bijladen**;
- dat de **onderstations** (aan de eindhaltes) zijn voorzien van een **voeding van 600 kVA**. In dit geval is ook bij de worst case situatie de exploitatie nog gegarandeerd.

Voor de trambus grote range is het toevoegen van minimaal twee (2) laadstations aan strategisch gekozen haltes is een te overwegen alternatief voor de hogere benodigde vermogens aan de eindhaltes. We denken hierbij in eerste instantie aan het station van Vilvoorde.

Het gebruik van een voertuig met een kleinere batterijcapaciteit (120 kWh) aan boord (trambus **kleine range**) kan de **gevraagde exploitatie** gedurende een dag **niet garanderen**. Bijladen aan de meeste haltes (minstens 2 op 3) is om diverse redenen af te raden. De voornaamste zijn:

- hoge aansluitkosten;
- dure investeringen;
- hoge kwart uur piek tegenover het gemiddelde verbruik;
- een enorme stress toename van de batterij van 120 kWh tegenover een onderstation van 450 kVA.

3.2.3 Procedurele aspecten

Als onderdeel van de evaluatie van de HOV-systemen werden de procedurele aspecten onderzocht. Gezien het belang van dit specifieke aspect wordt hieronder de termijnen tot exploitatie voor de verschillende alternatieven weergegeven.

De termijnen inzake procedures omvatten plan-MER, GRUP, project-MER (of ontheffing) en vergunningsaanvraag.

De uitwerking en procedures voor Brabantnet waren gericht op de realisatie van tramlijnen. Hierbij geldt onderstaande stand van zaken.

Tabel 3-1. Tramvarianten: procedurele stand van zaken

Procedure	Stand van zaken
Plan-MER	Opgemaakt
Gewestelijk RUP	In opmaak

Doordat de plan-MER werd opgemaakt voor klassieke traminfrastructuur geldt ze niet voor trambussen (alternatieven hov2A tem hov2C). Aangezien de tram op banden een zeer specifieke variant van een tram betreft geldt dezelfde conclusie voor alternatief hov1D.

Doordat de plan-MER en het GRUP aan elkaar zijn gekoppeld is er, zonder herneming van de plan-MER, geen mogelijkheid tot GRUP voor de alternatieven hov1D tem hov2C. Evenwel is bestemmingswijziging m.b.v. een GRUP slechts op één deel van het tracé noodzakelijk;

- Segment vanaf noordzijde Sint-Annalaan tot aan Rubensstraat (N211)

Kleine fragmenten door buffergebied (bv wisselaar R0 * R22) kunnen vergund worden m.b.v. artikel 4.4.7 §2 van het VCRO.

Voor alle alternatieven is in principe een project-MER nodig. Voor de alternatieven hov1D tem hov2c is er wel de mogelijkheid om een project-MER-ontheffing op te maken in plaats van een volwaardige project-MER.

Tabel 3-2. Geraamde totaaltermijn tot exploitatie (Ringtracé)

Alternatief	Minimale proceduretermijnen	Geraamde aanlegtermijnen	Totaal
	(maanden)	(maanden)	(maanden)
1A	22	36	58
1B	22	36	58
1C	22	36	58
1D	33	36	69
2A	33	30	63
2B	33	30	63
2C	33	30	63

3.3 Conclusies evaluatie HOV systemen – voertuigen

Tramalternatieven

- Hov1A. Tram - 43 m
Variant hov1A is door zijn lengte en breedte een voertuig met een zeer grote capaciteit; het voertuig heeft zelfs overcapaciteit. Beide aspecten vertalen zich (negatief) qua impact en kostprijs. Hier staan geen specifieke baten tegenover die de tramvoertuigen met een kleinere capaciteit niet hebben.
 - Tramvoertuig **hov1A** (tram – 43 m) wordt **niet weerhouden**

- Hov1B. Tram - 30 m
Variant hov1B heeft voldoende capaciteit. Het voertuig kan de piekcapaciteit van 1000 reizigers per uur / per richting aan, bij eenzelfde frequentie als de tram 43m.
Het voertuig scoort globaal goed; de mindere scores zijn in hoofdzaak gelinkt aan de spoorinfrastructuur (geluid, verkeersveiligheid).
 - Tramvoertuig **hov1B** (tram – 30 m) wordt **weerhouden**

***belangrijk** is hierbij te vermelden dat we in deze studie de ringverbinding nu los beschouwen van de andere lijnen van het Brabantnet.*

- Hov1C. Tram met boost-systeem – 30 m
Variant hov1C scoort quasi identiek als variant hov1B; het belangrijkste verschil is de investeringskost in het rollend materieel die hoger is. Tegenover deze beperkte meerkost staat een minimale winst qua ruimtelijke inpassing en goedkopere kunstwerken. De meerwaarde ten opzichte van een voeding via bovenleiding is zeer beperkt, gezien op de ringverbinding relatief weinig kunstwerken voorkomen.
 - Tramvoertuig **hov1C** (tram met boost-systeem – 30 m) wordt **niet weerhouden**

- Hov1D. Tram op banden – 30 m
Variant 1D scoort, dankzij zijn banden, goed qua geluidsimpact en remafstand. Hiertegenover staat de mindere ruimtelijke inpassing en het gegeven van de unieke infrastructuur gekoppeld aan één aanbieder; dit maakt het systeem meer kwetsbaar. Dit knelpunt is ook gelinkt aan de lange termijnvisie om het Ringtracé te verlengen tot in Jette, op grondgebied van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BHG). De tram op banden (1D) is niet compatibel met de infrastructuur die in het BHG reeds bestaat. Bovendien is de termijn tot exploitatie bijna een jaar langer tov de andere tramsystemen.
 - Tramvoertuig **hov1D** (tram op banden – 30 m) wordt **niet weerhouden**

Trambusalternatieven

- Hov2A. Diesel-hybride trambus - 24 m
De hybride trambus heeft, in tegenstelling tot de volledig elektrische varianten, zijn deugdelijkheid al bewezen. Hiertegenover staat een iets grotere luchtimpact.
 - Trambusvoertuig **hov2A** (hybride trambus – 24 m) wordt **weerhouden**

- Hov2B. Elektrische trambus (grote range) - 24 m
Een volledig elektrische trambus heeft een lagere milieu-impact tov de hybride variant. Dit voertuig heeft (momenteel) zijn deugdelijkheid in exploitatie nog niet bewezen en er is (momenteel) bovendien slechts één leverancier. Echter, gezien de milieubezorgdheid en – doelstellingen bij burgers en overheden lijkt het logisch dat meer fabrikanten de technologie zullen gaan aanbieden.
 - Trambusvoertuig **hov2B** (elektrische trambus (grote range) – 24 m) wordt **weerhouden**

- Hov2C. Elektrische trambus (kleine range) - 24 m
Voor variant 2C geldt globaal dezelfde conclusie als voor variant 2B. Bijkomend is echter van belang dat het voertuig, gezien zijn kleine range, aan iedere halte dient bij te laden. Uit onderzoek naar de elektrische aandrijvingen blijkt dat dit voertuig de vooropgestelde exploitatie van de ringverbinding niet zal kunnen halen
 - Trambusvoertuig **hov2C** (elektrische trambus (kleine range) – 24 m) wordt **niet weerhouden**

Verder proces

De **tram van 30 m** wordt afgewogen tov een **trambus 24 m** (diesel-hybride of elektrisch (grote range))²

Conclusie inzake procedures

Doordat de plan-MER werd opgemaakt voor klassieke traminfrastructuur geldt ze niet voor alternatieven hov1D tem hov2C). Doordat de plan-MER en het GRUP aan elkaar zijn gekoppeld is er, zonder herneming van de plan-MER, geen mogelijkheid tot GRUP voor de alternatieven hov1D tem hov2C.

Voor alle alternatieven is in principe een project-MER nodig. Voor de alternatieven hov2A tem 2C is er wel de mogelijkheid om een project-MER-ontheffing op te maken in plaats van een volwaardige project-MER.

² Voor de berekeningen inzake kostprijs zijn alle voertuigvarianten wel steeds mee opgenomen.

4. DOORSTROMING RINGVERBINDING

4.1 Onderzoek doorstroming

4.1.1 methodiek

Het bestudeerde traject van de Ringtram loopt van aan de Heizel tot aan Brussels Airport via de Medialaan en het station van Vilvoorde. Het basistraject betreft het traject zoals opgenomen in het stedenbouwkundig voorontwerp – op basis van de beslissing tot voorkeurstracé van de Vlaamse Regering december 2013 - en voorziet in een vrije OV-baan op quasi het volledige traject³ en dit in combinatie met OV-beïnvloeding thv de met verkeerslichten beveiligde kruispunten.

In functie van het onderzoek van de trambus als opstap naar de tram wordt hiernavolgend gedetailleerd onderzocht wat het effect is op de reistijden indien de trambus op bepaalde segmenten, via tijdelijke omleidingen, gemengd met het overige verkeer zou rijden. Hiervoor wordt het traject onderverdeeld in acht segmenten waarbij voor ieder segment een tijdelijke omleiding wordt voorzien. De omleidingen zijn zodanig gekozen dat:

- ze maximaal aansluiten bij het stedenbouwkundig voorontwerp;
- de investeringskost in de infrastructuur wordt geminimaliseerd.

Tabel 4-1. Ringtracé: onderverdeling in segmenten en onderscheid tracé stedenbouwkundig ontwerp (vrije OV-baan) en tijdelijke omleiding

<i>Segment</i>	<i>Stedenbouwkundig ontwerp</i>	<i>Tijdelijke omleiding</i>
1	Heizel – A12/Esplanade (grondgebied BHG)	Idem als stedenbouwkundig voorontwerp maar OV gemengd met overige verkeer
2	A12/Esplanade – begin doortocht Het Voor (doortocht Strombeek-Bever)	Idem als stedenbouwkundig voorontwerp maar OV gemengd met overige verkeer
3	Begin doortocht Het Voor – R0 (doortocht Het Voor)	Via Meeuwenlaan (doorheen de wijk)
4	R0 – Kanaal (doortocht wijk Kassei)	Via K. Albertlaan
5	Kanaal – station Vilvoorde (doortocht centrum Vilvoorde)	Idem als stedenbouwkundig voorontwerp maar OV gemengd met overige verkeer
6	Station Vilvoorde – R22 (CAT-site)	Via Schaarbeeklei
7	R22 tot aan Woluwelaan / Diegem (R22)	Idem als stedenbouwkundig voorontwerp maar OV gemengd met overige verkeer (muv busbaan die in aanleg is tussen Kerklaan en Haachtsestenweg)
8	Woluwelaan / Diegem – Brussels Airport (Zaventem en luchthaven)	Via complex R0 * R22 * A201

³ Enkel ter hoogte van enkele kruispunten in de Sint-Annalaan werd er, gezien het beschikbare gabariet en om voldoende wachtruimte te voorzien voor overstekende voetgangers, voor gekozen om lokaal de tram en het overige verkeer te mengen. Deze menging werd zodanig uitgewerkt, in afstemming met de verkeerslichten, dat er geen impact is op de doorstroming van de tram.

4.1.2 Praktijkmeting rittijden

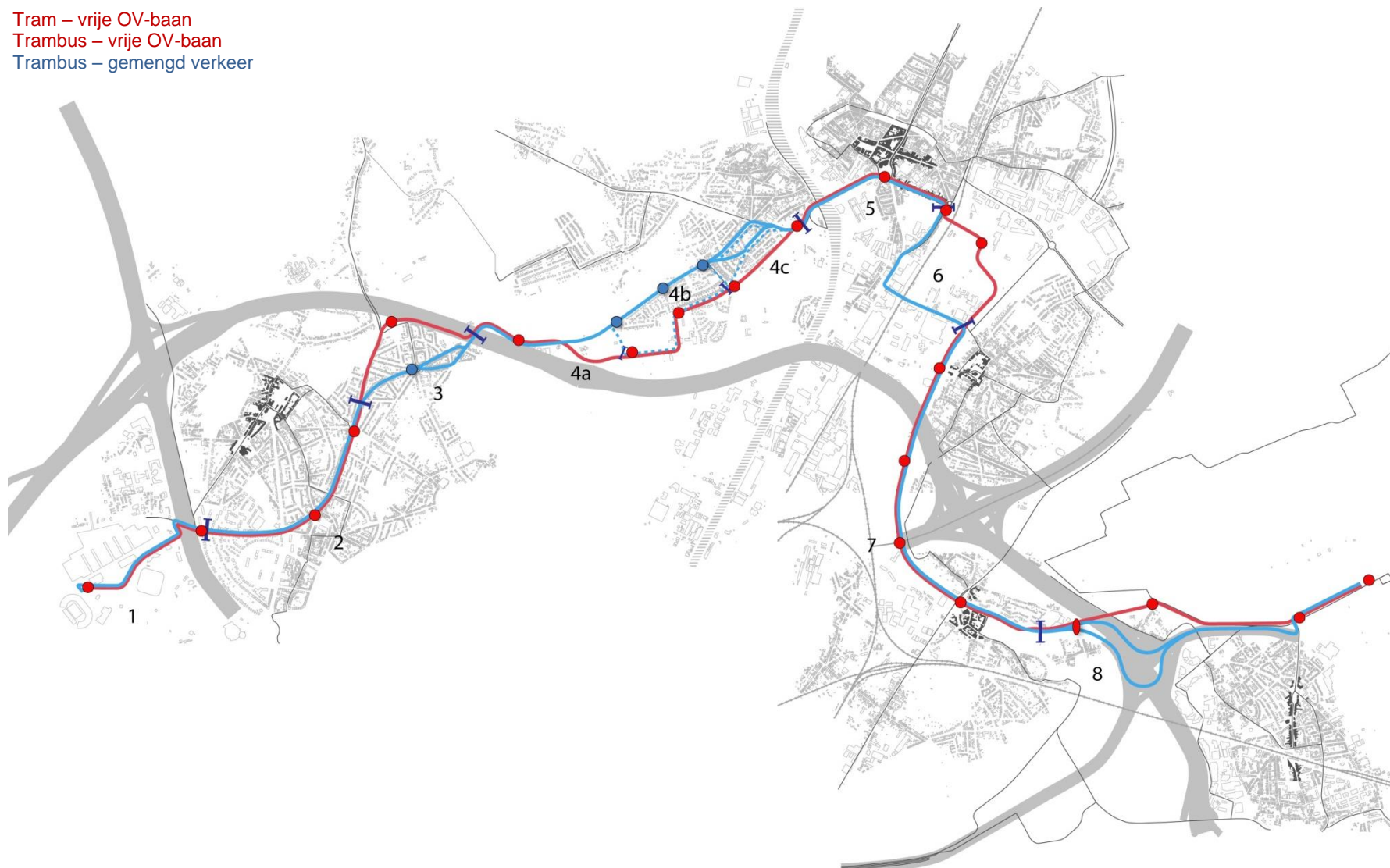
Om een beeld te verkrijgen van de knelpunten (zowel qua doorstroming als infrastructureel) langsheen het traject van de tijdelijke omleidingen alsook om de reistijd bij gemengd verkeer te kennen is op het traject een gedetailleerde ritanalyse uitgevoerd.

In de week van maandag 9 mei 2016 tot en met vrijdag 13 mei 2016 werd, gedurende 4 u in de voormiddag en 4 u in de namiddag (m.i.v. spitsuren) het traject afgereden met een gelede bus van De Lijn, bestuurd door een chauffeur van De Lijn. Over de volledige periode werden 49 ritten uitgevoerd waarvan 26 richting Heizel en 23 richting luchthaven. Aangezien de congestie evolueert doorheen de tijd werd, om een correct beeld te verkrijgen, steeds op een andere locatie gestart; hierdoor werden de verschillende segmenten op verschillende tijdstippen afgereden.

Obv deze ritanalyses werd de impact van het gemengde verkeer op de doorstroming van het openbaar vervoer in kaart gebracht.

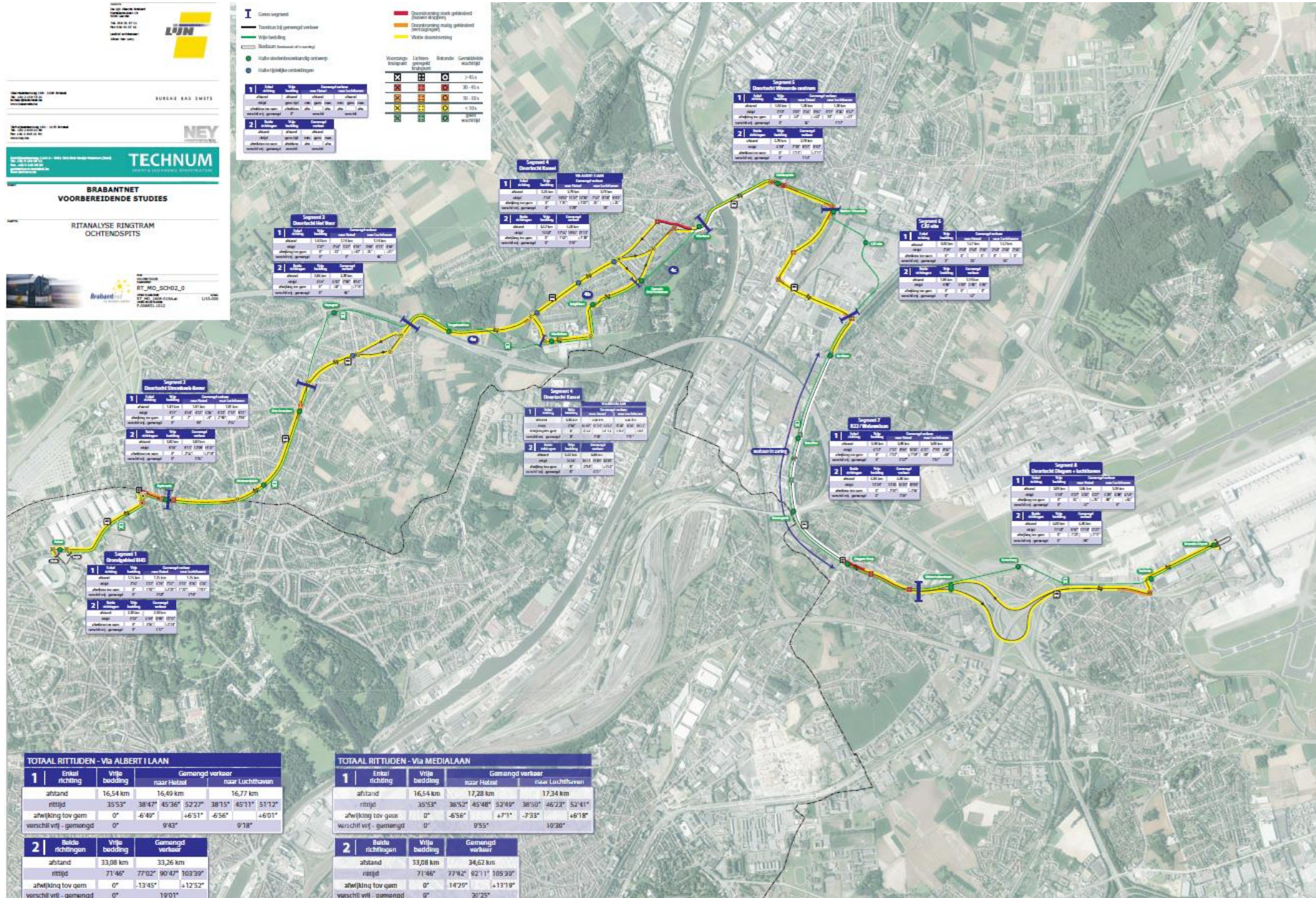
Onderstaande figuren geven het traject (inclusief haltes) van het Ringtracé (vrije OV-bedding en tijdelijke omleidingsroute) weer en een visualisatie van de resultaten van de rittijdanalyse.

Tram – vrije OV-baan
Trambus – vrije OV-baan
Trambus – gemengd verkeer

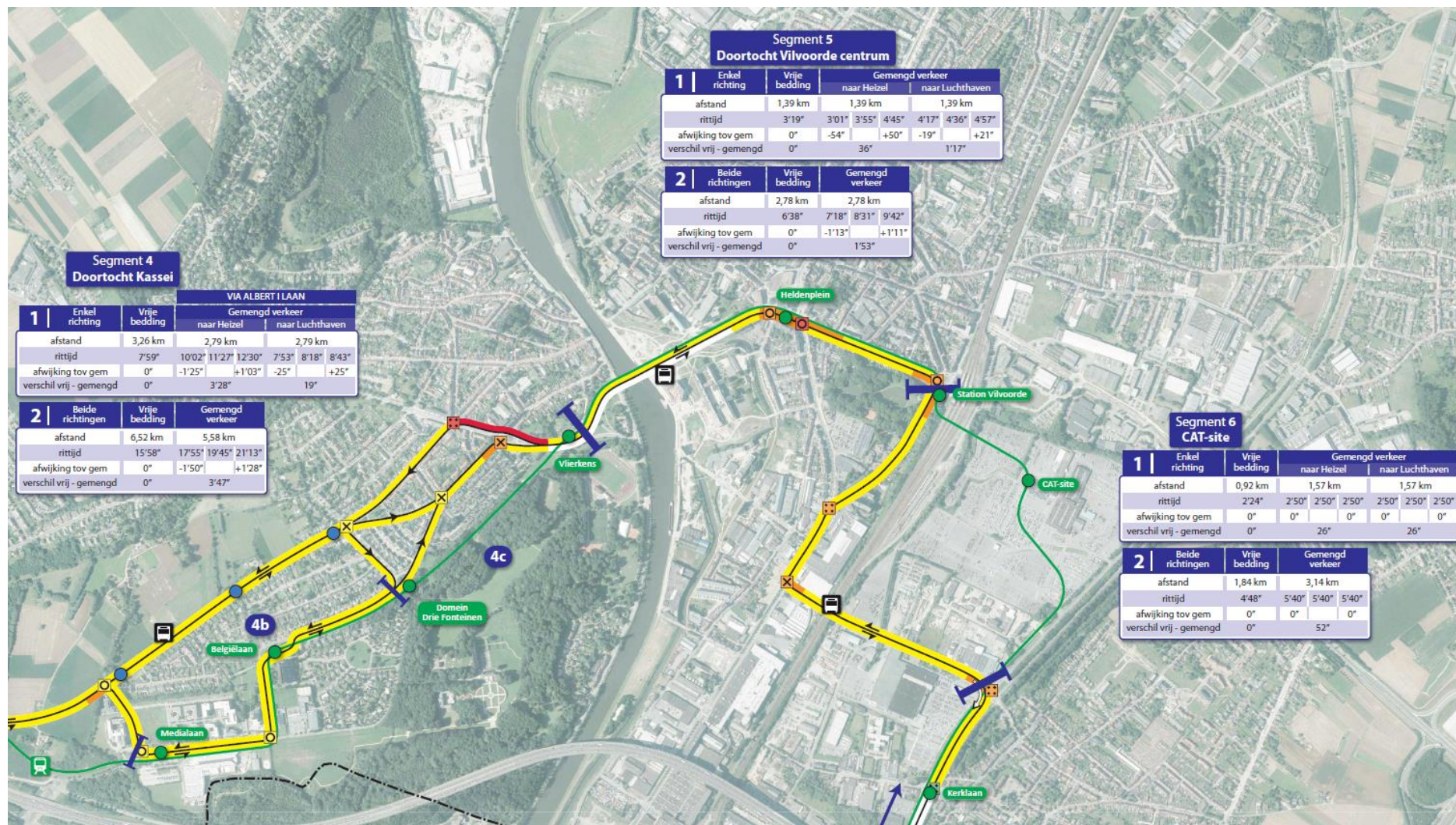


Figuur 4-1. Ringtracé: tracé vrije OV-baan (rood), tijdelijke omleiding (blauw) en onderverdeling in segmenten (1 tem 8)⁴

⁴ Tijdens de uitwerking van de HOV-studie is tevens het effect van een tijdelijke omleiding via de Medialaan onderzocht (segmenten 4a- 4b-4c). Deze omleiding bleek echter (zowel qua reistijd als qua betrouwbaarheid) slechter te scoren dan de omleiding via de Albert I laan; ze werd dan ook niet verder weerhouden



Figuur 4-2. Ringtracé: visualisatie ritanalyse (overzichtsplan)



Figuur 4-3. Ringtracé: visualisatie ritanalyse (detail)

4.2 Onderzoek doorstroming op niveau van de segmenten

Het verlies in rittijd bij gemengd verkeer is verschillend per segment van het tracé.

Dit verschil wordt in onderstaande tabel gevisualiseerd door een rode kleurcode te geven aan:

- de segmenten met een significant verschil tussen de gemiddelde reistijd bij gemengd verkeer en de reistijd bij een vrije OV-baan
- de segmenten met een significante afwijking van de gemiddelde reistijd bij gemengd verkeer tov de minimale én maximale reistijd bij gemengd verkeer

Tabel 4-2. Impact van het rijden bij gemengd verkeer op de reistijd (heen en terug): onderscheid tussen de segmenten (heen-en-terug via de Albert I laan voor een gemiddeld spitsuur)

	<i>Vershil gem. reistijd bij gemengd verkeer tov reistijd bij vrije OV-baan</i>	<i>Vershil tussen max. reistijd bij gemengd verkeer en min. reistijd bij gemengd verkeer</i>
Segment 1 Heizel-A12	+5'01"	5'00"
Segment 2 A12-Het Voor	+3'10"	3'51"
Segment 3 Het Voor - R0	+0'31"	1'57"
Segment 4 R0 - Vlierkens	+2'21"	3'12"
Segment 5 Vlierkens – Station Vilvoorde	+4'46"	5'39"
Segment 6 Station Vilvoorde -R22	+0'52"	0'00"
Segment 7 R22 - Diegem	+5'32"	4'52"
Segment 8 Diegem - Luchthaven	+0'26"	5'06"

4.3 Conclusies doorstroming

In essentie is het onderzoek naar doorstroming gericht op het in kaart brengen van de reistijdverschillen tussen het rijden op vrije OV-baan versus rijden bij gemengd verkeer

Op vlak van doorstroming kunnen volgende conclusies worden getrokken:

- De totale rittijd (heen-en-terug) voor de vrije OV-baan bedraagt 71'46".
Voor een gemiddeld spitsuur stijgt de totale rittijd bij **gemengd verkeer** (heen-en-terug) **94'23"**.
 - **Toename** van **22'37"** (of **+32%**) bij gemengd verkeer
 - Bovendien is er op de gemiddelde tijdsduur (heen-en-terug) een **afwijking** van **29'36"** tussen de minimale en de maximale tijdsduur
 - De **maximale** tijdsduur bij **gemengd verkeer** (heen-en-terug) duurt hierdoor **37'30"** (**+52%**) langer tov vrije OV-baan
- Wanneer het Ringtracé **volledig in gemengd verkeer zou worden afgelegd kan geen hoogwaardig openbaar vervoer worden bekomen:**
 - de reistijd verschilt te sterk tov de reistijd uit het met vrije OV-baan;
 - de afwijking, en dus onbetrouwbaarheid, verschilt zeer sterk van een betrouwbaar OV-systeem

Met betrekking tot de verschillende segmenten kan worden geconcludeerd

- Op **al de segmenten** zorgt het rijden in omleiding voor **verliestijd** tov het rijden in vrije bedding
- De **segmenten met significante verliestijden** komen in belangrijke mate, muv segment 8, **overeen** met de **segmenten met significante afwijkingen**
- De segmenten met de **grootste knelpunten** qua doorstroming en/of afwijking betreffen
 - *Segment 1: Heizel-A12*
 - *Segment 2: A12-Het Voor*
 - *Segment 5: Vlierkens – Station Vilvoorde*
 - *Segment 7: R22 – Diegem*
 - *Segment 8: Diegem - Luchthaven*

5. KOSTPRIJS RINGVERBINDING

5.1 Onderzoek kostprijs

5.1.1 Methodiek

De raming is opgemaakt vertrekkende vanuit de kostprijsraming die opgemaakt is voor het stedenbouwkundig voorontwerp. Waar nodig zijn hoeveelheden en/of eenheidsprijzen bijgesteld in functie van de alternatieve voertuigen en hun bijhorende voedings- en geleidingssystemen. Ook voor specifieke voorzieningen aan haltes en/of stelplaatsen is een min/meerkost ingeschat.

Voor de delen op grondgebied Brussels Hoofdstedelijk Gewest en andere trajecten en segmenten waar geen stedenbouwkundig voorontwerp uitgewerkt is werd een grootteorde-raming opgemaakt op basis van eenheidsprijzen die geëxtrapoleerd zijn uit de raming van het stedenbouwkundig voorontwerp.

Alle ramingsprijzen zijn **exclusief BTW**. Op de totalen wordt **25% nauwkeurigheidsmarge** ingerekend, gezien de huidige detailgraad van het voorontwerp.

5.1.2 Niet inbegrepen in de raming

Voor een overzicht van wat wel/niet inbegrepen is in de raming wordt verwezen naar de nota "HOV-STUDIE Begeleidende nota bij de kostprijsraming" (SR119).

5.1.3 Raming Infrastructuurkosten

Voor de infrastructuurkosten is in eerste instantie een kostprijs voor de aanleg ingeschat. Op basis van deze investeringskost is vervolgens een inschatting gemaakt van de jaarlijkse onderhoudskosten.

Enkele specifieke aandachtspunten daarbij:

- De werkelijke aanlegkosten van het segment waar luchthaventram en ringtram samenlopen worden in de raming voor de Ringtram voor de helft in rekening gebracht. De andere helft wordt toegewezen aan de realisatie van de Luchthaventram. Ook de bouw van het kunstwerk waarin de aansluiting van de Ringtram en de Luchthaventram gebeurt, is hier niet opgenomen. Dit wordt volledig toegewezen aan de realisatie van de Luchthaventram.
- Voor de variant waarbij de trambus niet het voorkeurstracé volgt, maar mee in het verkeer in omleiding rijdt is een kostprijsinschatting gemaakt van de ingrepen die nodig zijn om beperkte aanpassingen te doen aan het bestaande wegennetwerk zodat de passage van de trambus vlot mogelijk wordt. Met name ter hoogte van enkele kruispunten is het nodig om hiervoor enkele

aanpassingen te doen. De selectie van deze knelpunten is gebeurd aan de hand van de testrit met gelede bus op terrein in combinatie met voertuigsimulaties in CAD.

5.1.4 Stelplaats

Voor de stelplaats is voor elk van de 8 voertuigtypes een inschatting gemaakt van de min/meerkosten die voortvloeien uit de keuze voor een alternatief voertuig. In de samenvatting is de kostprijs van de stelplaats steeds voor de helft bij de Ringtram en voor de helft bij de Sneltram gerekend.

5.1.5 Onderhoudskosten

Voor de onderhoudskosten werden volgende percentages ten opzichte van de investeringskost gehanteerd als inschatting voor de jaarlijkse onderhoudskost:

- Traminfrastructuur: 4,0%
- Busbaaninfrastructuur: 2,5%
- Halteinfrastructuur: 4,0%
- Groenaanleg en omgevingswerken: 2,0%
- Kunstwerken: 1,4%

Deze kosten zijn toegepast over een periode van **30 jaar**. De onderhoudskosten werden niet verdisconteerd.

5.1.6 Raming rollend materieel

Voor de raming van het rollend materieel hebben we ons voor de tramvoertuigen gebaseerd op de gegevens die we van de VVM De Lijn ontvangen hebben voor gelijkaardige voertuigen die recentelijk aanbesteed zijn.

Voor de tram van 32 m met BOOST is de basisprijs van het voertuig verhoogd met een door ons geschatte prijs voor het energieopslagsysteem aan boord van het voertuig.

Voor de verschillende types trambussen is de raming gebaseerd op de budgetprijzen die we van de constructeur ontvangen hebben.

Voor de tram op banden hebben we geen cijfers ontvangen. Voor de raming hebben we dezelfde prijs genomen als van een vergelijkbare tram. De grootte orde van deze prijs hebben we ook via desktop onderzoekwerk teruggevonden.

De totale investeringskost van het rollend materieel werd van alle voertuigen omgerekend naar een levensduur van 30 jaar en vermenigvuldigd met het totaal aantal voertuigen dat we nodig hadden om het bepaalde aantal reizigers te kunnen vervoeren.

5.1.7 Raming exploitatiekosten

De totale exploitatiekost bestaat uit twee delen, namelijk de chauffeurskost en de verbruikskosten. Beiden werden berekend op een periode van 30 jaar.

De chauffeurskost werd berekend door de VVM De Lijn.

De verbruikskost werd bepaald door het verbruik per km in te schatten en door de energiekost in te schatten. Vervolgens werd dit vermenigvuldigd met het ingeschatte aantal km per jaar/30 jaar.

Het verbruik per km werd als volgt bepaald:

- Voor de trams volgens gemiddelde verbruiken ontvangen van de VVM De Lijn gebaseerd op gelijkaardige tracés en voertuigen.
- Voor de tram op banden hebben we het verbruik van een gelijkaardige tram verhoogd met 10 % in overleg met de constructeur
- Voor de diesel hybride trambus op de gegevens die we via de constructeur ontvangen hebben van het reële verbruik van hetzelfde voertuig in Metz.
- Voor de full elektrische bus hebben we een gemiddeld verbruik bepaald op basis van de SORT bepalingen (theoretische bepaling) en dit gemiddelde met 20 % verhoogd.

De energieprijzen hebben we als volgt bepaald:

- Een eigen inschatting op basis van actueel gangbare prijzen voor industriële verbruikers en verhoogd met een toeslag wegens de hoge kwart uur piek.

5.1.8 Samenvattende tabel

RINGVERBINDING	Segment	Variant A Tram op Voorkeustracé						Variant B Tram bus op Voorkeustracé				Variant C Tram bus in omléiding	
		Voertuig Tram 30m (hov1B)	Voertuig Tram 42m (hov1A)	Voertuig Tram 30m + booster (hov1C)	Voertuig Tram 32m op banden (hov1D)	Voertuig Tram bus Hybride (hov2A)	Voertuig Tram bus Elektrisch (hov2B)	Voertuig Tram bus Elektrisch blijden (2C)	Voertuig Tram bus Hybride (hov2A)	Voertuig Tram bus Elektrisch (hov2B)	Voertuig Tram bus Elektrisch (hov2B)	Voertuig Tram bus Elektrisch (hov2B)	
Rollendmaterieel (incl onderhoud) - 30 jaar		45,7 mio€	60,3 mio€	52,3 mio€	45,7 mio€	44,5 mio€	53,4 mio€	50,1 mio€	60,4 mio€	60,4 mio€	72,4 mio€		
Exploitatiekost 30 jaar		65,9 mio€	69,5 mio€	65,9 mio€	67,1 mio€	75,0 mio€	68,3 mio€	68,3 mio€	105,8 mio€	96,4 mio€			
Onderhoud infrastructuur 30 jaar		147,6 mio€	147,6 mio€	144,9 mio€	147,5 mio€	76,4 mio€	78,1 mio€	88,1 mio€	18,4 mio€	18,4 mio€			
Basis investeringskost infrastructuur (stelplaats)		27,7 mio€	27,7 mio€	27,7 mio€	27,9 mio€	12,9 mio€	14,8 mio€	14,8 mio€	12,9 mio€	14,8 mio€			
Segment 1 - kostprijs infrastructuur	Brussels Hoofds Gewest	10,9 mio€	11,2 mio€	10,8 mio€	10,5 mio€	6,4 mio€	7,6 mio€	7,6 mio€	0,7 mio€	0,7 mio€			
Segment 2 - kostprijs infrastructuur	Doortocht Strombeek-Bever	13,9 mio€	14,2 mio€	13,9 mio€	14,5 mio€	9,8 mio€	9,8 mio€	11,6 mio€	0,7 mio€	0,7 mio€			
Segment 3 - kostprijs infrastructuur	Doortocht Het Voor	11,0 mio€	11,2 mio€	11,0 mio€	11,5 mio€	7,8 mio€	7,8 mio€	9,0 mio€	0,8 mio€	0,8 mio€			
Segment 4* - kostprijs infrastructuur	Doortocht wijk Kassei	29,4 mio€	30,8 mio€	28,6 mio€	30,6 mio€	21,2 mio€	21,2 mio€	26,5 mio€	2,1 mio€	2,1 mio€			
Segment 5 - kostprijs infrastructuur	Doortocht Vilvoorde-centrum	28,8 mio€	29,1 mio€	28,0 mio€	28,5 mio€	23,4 mio€	23,4 mio€	25,2 mio€	0,4 mio€	0,4 mio€			
Segment 6 - kostprijs infrastructuur	CAT-site	13,0 mio€	13,7 mio€	13,0 mio€	13,7 mio€	11,8 mio€	11,8 mio€	12,1 mio€	1,6 mio€	1,6 mio€			
Segment 7 - kostprijs infrastructuur	R22 Doortocht/Diegem	27,9 mio€	28,7 mio€	27,9 mio€	24,6 mio€	12,8 mio€	12,8 mio€	14,5 mio€	0,4 mio€	0,4 mio€			
Segment 8 - kostprijs infrastructuur	R0 - Luchthaven	34,9 mio€	36,7 mio€	34,1 mio€	35,9 mio€	28,8 mio€	29,9 mio€	31,0 mio€	1,1 mio€	1,1 mio€			
TOTAAL INVESTERING INFRASTRUCTUUR		197,5 mio€	203,4 mio€	195,1 mio€	197,6 mio€	134,9 mio€	139,1 mio€	152,4 mio€	20,7 mio€	22,6 mio€			

5.2 Conclusies kostprijs

Uit de tabel onder paragraaf 4.4.8 blijkt dat:

- De tram 30m voor deze verbinding een belangrijke optimalisatie oplevert inzake kostprijs. De 30m tram heeft voldoende capaciteit en biedt vooral een voordeel qua lagere kostprijs rollend materieel en infrastructuur (kortere haltes).
 - De tram 30m met boost is duurder op vlak van rollend materieel, deze meerkost weegt niet op tegen de beperkte kostprijs winst die op vlak van infrastructuurkosten kan worden geboekt ter hoogte van de kunstwerken (zonder bovenleidingen kan de vrije hoogte in tunnels beperkt worden).
 - De tram 32m op banden is qua kostprijs gelijkwaardig met de 30m tram. Omwille van de onder 3.3 genoemde reden biedt dit voertuig op de ringverbinding echter geen voordelen en wel enkele belangrijke nadelen ten opzichte van de tram 30m.
 - De Trambus 24m elektrisch met bijladen aan de haltes, is duurder op vlak van aanleg infrastructuur en onderhoud daarvan. Deze variant is enkel haalbaar bij volledige aanleg van een vrije OV-baan.
- ➔ Op basis van bovenstaande beschouwen we hierna enkel de 30m tram nog ter vergelijking met de Trambus.
- ➔ Op basis van bovenstaande beschouwen we voor de trambus 24m elektrisch de variant met grote range.

In onderstaande tabel is de kostprijs infrastructuur weergegeven per segment voor:

A. tram 30m vrije bedding / B. Trambus vrije bedding / C. Trambus gemengd verkeer

		Variant A Tram op Vrije OV-baan	Variant B Trambus op Vrije OV-baan		Variant C Trambus in Gemengd Verkeer	
RINGVERBINDING	Segment	Voertuig Tram 30m (hov1B)	Voertuig Trambus Hybride (hov2A)	Voertuig Trambus Elektrisch (hov2B)	Voertuig Trambus Hybride (hov2A)	Voertuig Trambus Elektrisch (hov2B)
Rollendmaterieel (incl onderhoud) - 30 jaar		45,7 mio€	44,5 mio€	53,4 mio€	60,4 mio€	72,4 mio€
Exploitatiekost 30 jaar		65,9 mio€	75,0 mio€	68,3 mio€	105,8 mio€	96,4 mio€
Onderhoud infrastructuur 30 jaar		147,6 mio€	76,4 mio€	78,1 mio€	18,4 mio€	18,4 mio€
Basis investeringskost infrastructuur (stelplaats)		27,7 mio€	12,9 mio€	14,8 mio€	12,9 mio€	14,8 mio€
Segment 1 - kostprijs infrastructuur	Brussels Hoofds Gewest	10,9 mio€	6,4 mio€	7,6 mio€	0,7 mio€	0,7 mio€
Segment 2 - kostprijs infrastructuur	Doortocht Strombeek-Bever	13,9 mio€	9,8 mio€	9,8 mio€	0,7 mio€	0,7 mio€
Segment 3 - kostprijs infrastructuur	Doortocht Het Voor	11,0 mio€	7,8 mio€	7,8 mio€	0,8 mio€	0,8 mio€
Segment 4* - kostprijs infrastructuur	Doortocht wijk Kassei	29,4 mio€	21,2 mio€	21,2 mio€	2,1 mio€	2,1 mio€
Segment 5 - kostprijs infrastructuur	Doortocht Vilvoorde-centrum	28,8 mio€	23,4 mio€	23,4 mio€	0,4 mio€	0,4 mio€
Segment 6 - kostprijs infrastructuur	CAT-site	13,0 mio€	11,8 mio€	11,8 mio€	1,6 mio€	1,6 mio€
Segment 7 - kostprijs infrastructuur	R22 Doortocht Diegem	27,9 mio€	12,8 mio€	12,8 mio€	0,4 mio€	0,4 mio€
Segment 8 - kostprijs infrastructuur	R0 - Luchthaven	34,9 mio€	28,8 mio€	29,9 mio€	1,1 mio€	1,1 mio€
TOTAAL INVESTERING INFRASTRUCTUUR		197,5 mio€	134,9 mio€	139,1 mio€	20,7 mio€	22,6 mio€

De initiële Investeringskost in infrastructuur bedraagt per variant:

- | | | |
|----------------------------|--|-------------------|
| A. Tram vrije OV-baan | →Tram 30m | → 197 M€ |
| B. Trambus vrije OV-baan | →Trambus 24m diesel/hybride (elektrisch) | → 139 M€ (134 M€) |
| C. Trambus gemengd verkeer | →Trambus 24m diesel/hybride (elektrisch) | → 21 M€ (23 M€) |

Naast de investeringskost infrastructuur is per variant ook de kostprijs voor rollend materieel (30 jaar), de exploitatiekost (30 jaar) en de onderhoudskost infrastructuur (30 jaar) berekend.

6. AFWEGING KOSTEN/BATEN EN FASERING RINGVERBINDING

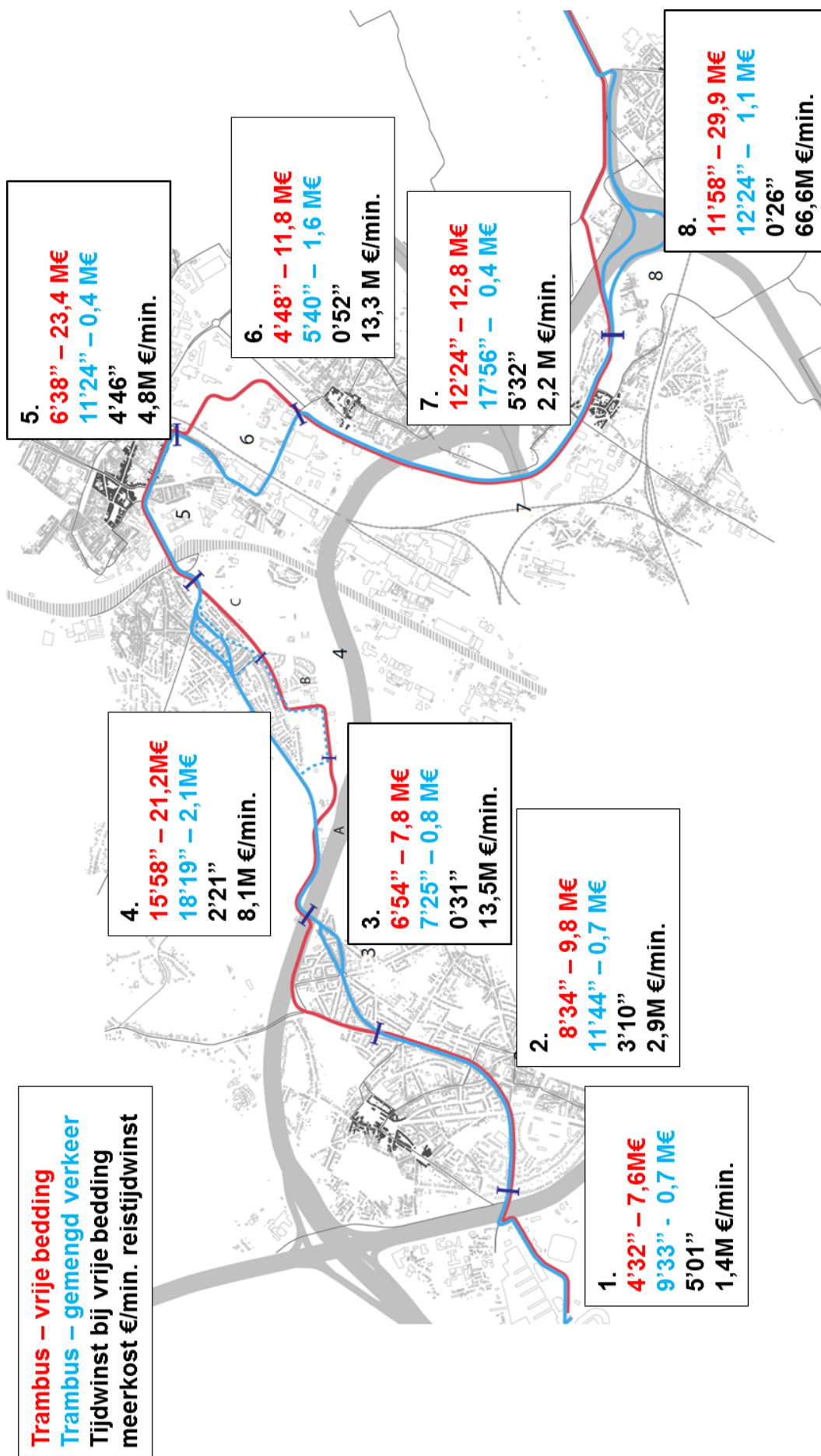
6.1 Rittijd en kostprijs

De vergelijking tussen rittijd en kostprijs kan op basis van voorgaande hoofdstukken voor de gehele lijn alsook per segment worden gemaakt. Onderstaande tabel geeft dit weer voor de meest relevante voertuigtypes⁵.

RINGVERBINDING	Segment	Variant A	Variant B		Variant C	
		Tram op Vrije OV-baan	Tram bus op Vrije OV-baan	Tram bus op Vrije OV-baan	Tram bus in Gemengd Verkeer	Tram bus in Gemengd Verkeer
		Voertuig Tram 30m (hov1B)	Voertuig Trambus Hybride (hov2A)	Voertuig Trambus Elektrisch (hov2B)	Voertuig Trambus Hybride (hov2A)	Voertuig Trambus Elektrisch (hov2B)
Rollendmaterieel (incl onderhoud) - 30 jaar		45,7 mio€	44,5 mio€	53,4 mio€	60,4 mio€	72,4 mio€
Exploitatiekost 30 jaar		65,9 mio€	75,0 mio€	68,3 mio€	105,8 mio€	96,4 mio€
Onderhoud infrastructuur 30 jaar		147,6 mio€	76,4 mio€	78,1 mio€	18,4 mio€	18,4 mio€
Basis investeringskost infrastructuur (stelplaats)		27,7 mio€	12,9 mio€	14,8 mio€	12,9 mio€	14,8 mio€
Segment 1 - kostprijs infrastructuur	Brussels Hoofds Gewest	10,9 mio€	6,4 mio€	7,6 mio€	0,7 mio€	0,7 mio€
Segment 1 - Rittijd beide richtingen		4'32"	4'32"	4'32"	9'33" - 2'39" + 2'21"	9'33" - 2'39" + 2'21"
Segment 2 - kostprijs infrastructuur	Doortocht Strombeek-Bever	13,9 mio€	9,8 mio€	9,8 mio€	0,7 mio€	0,7 mio€
Segment 2 - Rittijd beide richtingen		8'34"	8'34"	8'34"	11'44" - 2'09" + 1'42"	11'44" - 2'09" + 1'42"
Segment 3 - kostprijs infrastructuur	Doortocht Het Voor	11,0 mio€	7,8 mio€	7,8 mio€	0,8 mio€	0,8 mio€
Segment 3 - Rittijd beide richtingen		6'54"	6'54"	6'54"		7'25" - 0'48" + 1'09"
Segment 4* - kostprijs infrastructuur	Doortocht wijk Kassei	29,4 mio€	21,2 mio€	21,2 mio€	2,1 mio€	2,1 mio€
Segment 4* - Rittijd beide richtingen		15'58"	15'58"	15'58"		18'19" - 1'43" + 1'30"
Segment 5 - kostprijs infrastructuur	Doortocht Vilvoorde-centrum	28,8 mio€	23,4 mio€	23,4 mio€	0,4 mio€	0,4 mio€
Segment 5 - Rittijd beide richtingen		6'38"	6'38"	6'38"	11'24" - 2'57" + 2'42"	11'24" - 2'57" + 2'42"
Segment 6 - kostprijs infrastructuur	CAT-site	13,0 mio€	11,8 mio€	11,8 mio€	1,6 mio€	1,6 mio€
Segment 6 - Rittijd beide richtingen		4'48"	4'48"	4'48"		5'40" - 0" + 0"
Segment 7 - kostprijs infrastructuur	R22 Doortocht Diegem	27,9 mio€	12,8 mio€	12,8 mio€	0,4 mio€	0,4 mio€
Segment 7 - Rittijd beide richtingen		12'24"	12'24"	12'24"	17'56" - 2'22" + 2'30"	17'56" - 2'22" + 2'30"
Segment 8 - kostprijs infrastructuur	R0 - Luchthaven	34,9 mio€	28,8 mio€	29,9 mio€	1,1 mio€	1,1 mio€
Segment 8 - Rittijd beide richtingen		11'58"	11'58"	11'58"	12'24" - 2'06" + 3'00"	12'24" - 2'06" + 3'00"
TOTAAL INVESTERING INFRASTRUCTUUR		197,5 mio€	134,9 mio€	139,1 mio€	20,7 mio€	22,6 mio€
TOTAAL RITTIJD (heen en terug - gem. OSP / ASP)		71'48"	71'48"	71'48"	94'23" - 14'43" + 14'53"	94'23" - 14'43" + 14'53"

⁵ De berekeningen inzake kostprijs werden wel gemaakt voor alle bestudeerde varianten maar zijn hier omwille van leesbaarheid niet weergegeven.

Bovenstaande cijfers zijn hierna geprojecteerd op het tracé, per segment



6.2 Methodiek MKBA-model door VVM De Lijn Vlaams Brabant

6.2.1 Algemeen

Om de afweging te maken of de trambus een opstap kan zijn naar de tram, zijn door De Lijn 3 varianten doorgerekend op dezelfde wijze als in de voorstudies en MKBA's voor de tracestudies van het Brabantnet ter voorbereiding van de beslissing Vlaamse Regering december 2013. Drie varianten werden onderzocht:

- variant A: **vrije** OV-baan - **tram** 43 m (hov1A)
- variant B: **vrije** OV-baan - **trambus** 24 m diesel-hybride (hov2A)
- variant C: **gemengd** verkeer **trambus** 24 m diesel-hybride (hov2A)

6.2.2 Doorrekening in provinciaal verkeersmodel

Het scenario (tracé, reistijd en haltes) mét en zónder vrije OV-bedding werden doorgerekend met het strategische personenmodel voor de provincie Vlaams-Brabant, versie 3.6.1.Enterprise. Op basis hiervan kan het reizigerspotentieel worden berekend.

6.2.3 MKBA

De resultaten van het verkeersmodel werden met behulp van een Maatschappelijke Kosten & Baten Analyse onderzocht (MKBA). Onderstaande paragrafen, overgenomen uit de initiële MKBA voor de Ringtram, geeft beknopt een aantal karakteristieken van een MKBA; voor het totaalbeeld wordt verwezen naar de eigenlijke nota⁶.

“In een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) worden alle huidige en toekomstige voor- en nadelen (baten en kosten) die leden van de gemeenschap van een project of plan ondervinden, tegen elkaar afgewogen door ze in monetaire eenheden uit te drukken.”

“Om een maatschappelijke kosten-batenanalyse van de projecten en plannen van De Lijn te kunnen uitwerken, werd de standaardmethodiek voor MKBA van transportinfrastructuurprojecten gebruikt.”

*“De MKBA is een **integraal** afwegingsinstrument. Dit betekent dat in principe alle effecten van het project of de beleidsmaatregel die maatschappelijk van belang zijn, geëvalueerd worden, dus niet enkel de financiële effecten (geldelijke uitgaven en inkomsten), maar ook niet-financiële aspecten zoals tijdwinsten, milieu, veiligheid, werkgelegenheid, enz.”*

*“De MKBA is een **economisch** beoordelingsinstrument. Dit betekent dat alle effecten in uiteindelijke geldtermen uitgedrukt worden. Deze geldbedragen weerspiegelen de som van de waarden die alle door het project beïnvloede partijen aan het project of de beleidsmaatregel toekennen. Bij financiële effecten kan de geldwaarde onmiddellijk uit de marktprijs afgeleid worden. Voor niet-financiële effecten bestaat echter geen markt en dus ook geen marktprijs. Met behulp van geëigende analysetechnieken is het echter mogelijk om voor deze effecten toch een geldelijke waardering te bepalen. Omdat alle effecten in geld uitgedrukt worden, laat de methode toe om ongelijksoortige effecten met elkaar te vergelijken en bij elkaar op te tellen.”*

⁶ Maatschappelijke kosten-batenanalyse van de tramlijn Jette – Zaventem luchthaven volgens de standaardmethodiek voor MKBA van transportinfrastructuurprojecten; 14/05/2013 (definitieve versie); De Lijn

6.3 Output doorrekening in MKBA-model door VVM De Lijn Vlaams Brabant

Uit de voorliggende studie en de nieuwe MKBA modellering kan per variant een vergelijking gemaakt worden op basis van:

- Kostprijs infrastructuraanleg
- Rittijd
- Reizigerspotentieel
- Kosten Baten verhouding

Variant	Investering infrastructuur	Rittijd	Reizigerspotentieel	MKBA
A. Tram in vrije OV-baan	197 M€	36'	3.850 Reizigers / uur	1,78
B. Trambus in vrije OV-baan	134-139 M€	36'	3.850 Reizigers / uur	3,02
C. Trambus gemengd verkeer	21-23 M€	47' 7'-8' afwijking	1.906 Reizigers / uur	0,87
D. Trambus grotendeels in vrije OV-baan (segm. 1,2,5,7)	74 M€	38' 2'-3' afwijking	3.295 Reizigers / uur	2,36

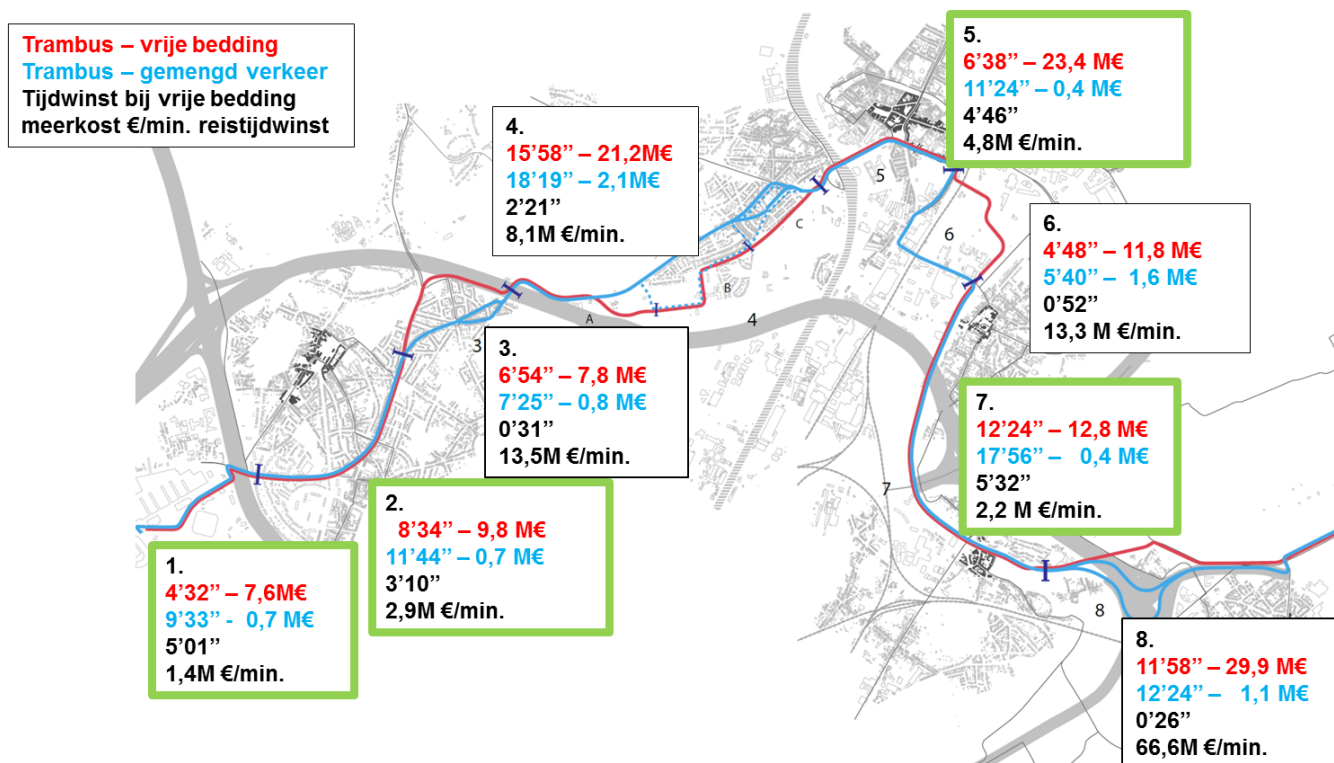
6.4 Onderzoek mogelijke fasering van de variant B

De Variant B – Trambus op vrije busbaan - kan mits 134 tot 139 M € investering in infrastructuur aanleg, een Hoogwaardig Openbaar Vervoersverbinding realiseren op de Ringverbinding van het Brabantnet.

Enkel bij volledige realisatie van de variant B, kan deze effectief een opstap vormen voor latere opstap naar tram.

De variant B kan gefaseerd worden gerealiseerd. In een eerste fase dient al voldoende te worden geïnvesteerd om de rittijd voldoende vlot te maken zodat een voldoende groot reizigerspotentieel kan worden aangetrokken, zodat een positieve K-B verhouding kan worden bereikt. Per segment is daartoe een afweging gemaakt om te zien waar de eerste investeringen in de fasering best worden aangewend, om zo snel mogelijk een betere doorstroming te kunnen garanderen.

Op basis van de gedetailleerde analyses betreffende doorstroming per segment van het tracé blijkt dat minstens voor 4 segmenten een vrije OV-baan dient te worden aangelegd, op het voorkeustracé van de ringtram. Voor de andere 4 segmenten zou de Trambus dan tijdelijk in omleiding van het voorkeustracé – in gemengd verkeer - rijden, waarbij wel investeringen nodig zijn om de doorstroming te verbeteren. Deze investeringen zijn verloren bij de latere realisatie van de vrije OV-baan op het voorkeustracé. Totaal gaat het om circa 5,6 miljoen euro aan investeringskosten om de doorstroming op de tijdelijke omleidingen te garanderen.



De groen gemarkeerde kaders vormen de eerste fase van de realisatie van de OV-baan geschikt voor Trambus en geschikt voor latere omvorming naar Tram.

De Segmenten 1, 2, 5, 7 vergen geen GRUP voor de aanleg van een vrije OV-baan. Wel dient een projectMER te worden opgemaakt voor deze zones, evenals een bouwvergunning.⁷

De segmenten 3, 4, 6, 8 kennen een (relatief) hogere kostprijs, maar zijn wel **cruciaal om een goede betrouwbaarheid van het HOV systeem te realiseren**. De aanleg van deze segmenten is procedureel sterk afhankelijk van de reeds doorlopen en nog op te starten procedures inzake MER en GRUP.

Gezien met name de MER onderzoeken beperkt zijn in geldigheidsduur, dienen ook deze segmenten op korte termijn in tweede fase te worden gerealiseerd, om te voorkomen dat de studie- en procedure kosten verloren zouden gaan. Het doorschuiven van deze segmenten naar langere termijn zal de opstap naar tram hypothekeren.

Variant	Investering infrastructuur	Rittijd	Reizigerspotentieel	MKBA
B. Trambus vrije OV-baan – Fase 1 (segm. 1,2,5,7)	71 - 74 M€	38' 2'-3' afwijking	3.295 Reizigers / uur	2,36

⁷ Informatie uit overleg met Vlaamse administraties Ruimte Vlaanderen en dienst MER.

7. CONCLUSIE

Wanneer de **Ringverbinding met een Trambus in gemengd verkeer** zou worden afgelegd kan **geen hoogwaardig openbaar vervoer** worden bekomen:

- de reistijd verschilt te sterk tov de reistijd van de tram op vrije OV-baan uit het stedenbouwkundig voorontwerp;
 - enkele rittijd stijgt naar 47' in plaats van 36' bij tram vrije bedding de extra rittijd bedraagt circa +11' enkele rit of +22'37" heen-en-terug
- de afwijking, en dus onbetrouwbaarheid, is te hoog om te kunnen spreken van een betrouwbaar HOV-systeem
 - Totale afwijking (heen-en-terug) van 29'36" tussen de minimale en de maximale tijdsduur
 - De maximale tijdsduur bij gemengd verkeer (heen-en-terug) duurt 109'15" (+37'30") tov reistijd bij vrije OV-bedding hetgeen een toename is van +52% !!

De Trambus kan wel dienen als opstap naar de tram, mits een investering in doorstromingsmaatregelen en infrastructuur van circa 134 – 139 M€.

De investeringskost infrastructuur dient voornamelijk voor de aanleg van een vrije OV-bedding en stelplaats, die later kunnen worden omgevormd naar traminfrastructuur. Om de kosten bij omvorming te beperken is nu reeds uitgegaan van een voldoende fundering van de OV-bedding bruikbaar voor de latere omvorming naar trambedding, en bij de stelplaats houd de globale layout in de mate van het mogelijke ook reeds rekening met toekomstige omvorming naar tram-stelplaats.

→ **Indien wordt gekozen voor een gefaseerde aanleg van de vrije OV-baan voor de trambus, kan omwille van doorstroming en procedurele aspecten in eerste instantie best worden gestart met de Romeinse Steenweg (1), St. Annalaan (2), de doortocht Vilvoorde (5) en de Woluwelaan (6). In deze eerste fase zou al een positieve MKBA kunnen worden bereikt van 2,36 B/K.**

→ **Parallel aan deze eerste fase is het sterk aangeraden de procedures inzake GRUP en MER voort te zetten, zodat de tweede fase van realisatie snel kan volgen, en zodat de procedures en studiekosten niet stilvallen of verloren gaan.**

8. BIJLAGE-1, TECHNISCHE FICHES HOV SYSTEMEN - VOERTUIGEN

8.1 Technische kenmerken verbruik, onderhoud en elektrische aandrijving

Specifiek voor verbruik en onderhoud gaan we hier iets dieper in op het onderzoek dat wij hebben gevoerd ter vervollediging van de technische fiches. Dit onderzoek heeft als basis gediend voor de berekening van kostprijs aspecten onderhoud en exploitatie rollend materieel. (hoofdstuk 4).

Daarnaast hebben we analyses uitgevoerd om de haalbaarheid te onderzoeken van voertuigen met elektrische aandrijving op batterijen of combinatie van batterijen en bovenleiding.

8.1.1 Analyse verbruik en onderhoud

Wat het verbruik van de verschillende types voertuigen betreft hebben we onze informatie hoofdzakelijk bij De Lijn en de constructeurs gehaald.

Wat het onderhoud en de hieraan verbonden kosten betreft hebben we onze informatie hoofdzakelijk bij De Lijn gehaald.

Wat het verbruik van de full elektrische bussen betreft hebben we specifieke desktop analyses gemaakt gebaseerd enerzijds op theoretische waarden van het verbruik en anderzijds gesteund op onze ervaring in het verbruik van elektrische voertuigen.

Zowel voor het traject van de ringtram als voor het traject van de sneltram hebben we voor de twee weerhouden types full elektrische trambussen verschillende simulaties gemaakt qua verbruik en oplaadmogelijkheden.

Analyse verbruik en onderhoud van de tramvoertuigen

- Zowel qua verbruik van de verschillende types tram voertuigen als over het onderhoud ervan beschikt De Lijn over heel veel informatie. De cijfers zijn bovendien reële verbruiks waarden en dit tegenover de eerder theoretische waarden die we via de constructeurs verkrijgen.
- Het verbruik van trams verschilt van type voertuig tot type voertuig uiteraard maar ook van traject tot traject. De waarden die we gebruikt hebben om het verbruik te bepalen zijn gemiddelde waarden voor een vergelijkbaar traject met vergelijkbare voertuigen.
- Voor het onderhoud van de voertuigen werden er geen exacte cijfers beschikbaar gesteld. Een vuistregel hierbij is dat gemiddeld genomen, over het volledige wagen park gezien, er aangenomen mag worden dat de investeringskost van het voertuig ook als onderhoudskost mag gerekend worden over de volledige levensduur van het voertuig.
- Voor de tramvoertuigen die uitgerust zijn met een energie opslag systeem aan boord is er voor het vervangen van de opslagsystemen gerekend met een gemiddelde levensduur van 9 jaar. Dit systeem is vergelijkbaar met batterijen voor elektrische voertuigen en komt dus ook overeen met de verwachte levensduur van batterijen.

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Analyse verbruik en onderhoud van de tram op banden

- Er zijn van dit type voertuig geen theoretische en ook geen reële waarden van verbruik beschikbaar gesteld door de constructeur. Ook De Lijn beschikt over geen informatie hieromtrent. Tijdens de besprekingen met de constructeur is dit item uitvoerig besproken geweest. Omdat dit voertuig in vele opzichten vergelijkbaar is met een tramvoertuig zijn we tot een gezamenlijke conclusie dat het verbruik van deze type voertuigen in dezelfde grote orde ligt als een vergelijkbaar tramvoertuig (lengte en capaciteit). Een meerverbruik van 10 % ten opzichte van een tram bleek een realistisch cijfer te zijn. Dit is hoofdzakelijk te wijten aan de hogere wrijvingsweerstand tussen het wegdek en de banden. In de exploitatie kost werd dan ook met dit verbruik rekening gehouden.
- Ook over de onderhoudskost zijn er geen reële cijfers beschikbaar gesteld. Zoals hierboven al vermeld is dit type voertuig in vele opzichten vergelijkbaar met een tramvoertuig zodat we hiervoor dus ook de hierboven vermelde vuistregel toegepast hebben

Analyse verbruik en onderhoud van de trambus

Bij dit type voertuig moeten we qua verbruik onderscheid maken tussen enerzijds het hybride-diesel type (voertuig type 2A) en anderzijds het full elektrische type. Bij het full elektrische type wordt er nog bijkomend onderscheid gemaakt tussen het type 2B met een batterij met relatief grote capaciteit (grote range) en het type 2C met een batterij met relatief kleine capaciteit (kleine range). Dit onderscheid geeft qua verbruik nagenoeg geen verschil enkel qua onderhoudskost kan dit een klein verschil geven omdat de batterij goedkoper is enerzijds maar misschien vroeger aan vervanging toe is door onder andere de "oplaadstress" anderzijds.

- Trambus van het hybride diesel-type
 - Dit type voertuig is reeds op verschillende plaatsen in exploitatie zodat er hiervan zowel theoretische verbruikswaarden als reële verbruikswaarden gekend zijn. We stellen vast dat de reële verbruiken sterk afwijken van de opgegeven theoretische verbruiken en tot 20% hoger kunnen liggen. De verklaring hiervoor is vooral te zoeken in het feit dat de theoretische waarden gemeten worden in de meest ideale omstandigheden, die bekomen worden via de SORT methode, en die dikwijls niet overeenkomen met de gemiddelde exploitatie van een lijn. Zowel het theoretische verbruik als het reële verbruik hebben we bekomen via de constructeur Van Hool. De reële waarden zijn deze van de hybride trambussen in Metz waar men een gemiddeld verbruik berekend heeft op jaarbasis per km per voertuig. In de exploitatiekost werd met deze reële waarde gerekend.
 - Dit voertuig is qua bouw 100 % vergelijkbaar met een bus en dus ook qua onderhoud. De onderhoudskost van dit type voertuig is dus ook vergelijkbaar met de onderhoudskost van een klassieke gelede bus. Ook hiervoor zijn er geen reële cijfers beschikbaar gesteld zodat we dezelfde hierboven vermelde vuistregel gebruikt hebben.
- Trambus van het full elektrische type
 - Dit type voertuig is momenteel nog niet in exploitatie. Er zijn dus ook nog geen reële verbruik cijfers gekend van dit type voertuig. Er zijn wel reeds theoretische verbruikswaarden gekend die opnieuw gesteund zijn op de SORT methode en dus in de meeste ideale omstandigheden zijn bepaald. Anderzijds hebben we ons gesteund op onze ervaring in het gemiddeld reële verbruik van elektrische voertuigen en hebben we de vergelijking gemaakt met het reële verbruik van een tramvoertuig. Bij dit type voertuig stellen we een groot verschil vast in verbruik tussen de winter periode en de andere seizoenen. Dit verschil heeft hoofdzakelijk te maken met het verbruik van de klimatisatie

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

installatie (vooral manier van verwarmen) aan boord. Dit verbruik kan enigszins beperkt worden door gebruik te maken van een warmte pomp in plaats van verwarmingsweerstand. Ook de snelheid speelt een rol in het verbruik per km. Zoals hierboven reeds vermeld bij de hybride diesel tramvoertuigen hebben we de indruk dat de theoretische waarden aan de lage kant zijn. Voor de verbruikskosten hebben we met een gemiddeld verbruik gerekend. Voor de capaciteit van de batterij, de inplanting van de onderstations, het vermogen en het aantal onderstations hebben we met de worstcase situatie gerekend (zie hieronder bij 2.3.4).

- Dit voertuig is qua bouw 100 % vergelijkbaar met een bus en dus ook grotendeels qua onderhoud. Het grote verschil in onderhoud is de motor. De onderhoudskosten van dit type voertuig is dus ook vergelijkbaar met de onderhoudskosten van een klassieke gelede bus enerzijds en een deel van een tram anderzijds. Ook hiervoor zijn er geen reële cijfers beschikbaar gesteld zodat we dezelfde hierboven vermelde vuistregel gebruikt hebben.

Analyse verbruik en onderhoud van de reisbus

- Het verbruik van deze type voertuigen hebben we via de constructeur bekomen.
- Dit voertuig is qua bouw 100 % vergelijkbaar met een bus en dus ook qua onderhoud. De onderhoudskosten van dit type voertuig is dus ook vergelijkbaar met de onderhoudskosten van een klassieke bus. Ook hiervoor zijn er geen reële cijfers beschikbaar gesteld zodat we dezelfde hierboven vermelde vuistregel gebruikt hebben.

8.1.2 Analyse varianten elektrische aandrijving en voeding

8.1.2.1 Algemeen

Zowel voor de tram van 30 m als voor de full elektrische trambus werden er verschillende varianten geanalyseerd betreffende de elektrische aandrijving en voeding. Er werd hierbij onderscheid gemaakt tussen het traject van de ringtram en het traject van de sneltram.

Wat de tram van 30 m (voertuig type 1B) betreft werd er een basis uitgewerkt met een bovenleiding over het volledige traject en een variant (voertuig type 1C) waarbij er een deel van het traject geen bovenleiding werd geplaatst. Dit werd enkel voor het traject van de ringtram bekeken en niet voor de sneltram omdat dit voor het traject van de sneltram minder relevant is. Op de gedeelten zonder bovenleiding wordt de voeding van de motoren gerealiseerd via de energie opslag aan boord van het voertuig.

Voor de full elektrische trambussen werden er verschillende varianten onderzocht voor zowel de ringtram als voor de sneltram. Deze varianten betreffen zowel de grootte en capaciteit van de batterij aan boord van de voertuigen als de plaats en aantal van de oplaadpunten voor het bijladen van de batterijen aan boord van de trambus.

Hiervoor werden er verschillende desktop simulaties gemaakt voor beide trajecten met verschillende verbruiken per km, met oplaadpunten enkel op de terminussen en met verschillende gecombineerde oplaadmogelijkheden aan de haltes en de terminussen. De halteringstijd werd in overleg met De Lijn vastgelegd, namelijk 20 seconden aan de haltes en 5 minuten aan de terminussen.

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

8.1.2.2 Analyse varianten elektrische aandrijving en voeding tram 30 m

Deze analyse werd enkel uitgevoerd voor het traject van de ringtram omdat deze minder relevant is voor het traject van de sneltram.

In de basis oplossing van de tram van 30 m wordt er verondersteld dat er over het volledige traject een klassieke bovenleiding geplaatst wordt voor de voeding van de tram.

Langsheen het traject van de ringtram wordt er door een aantal gevoelige zone's gereden waar er overwogen kan worden om geen bovenleiding te plaatsen en ook geen derde grondrail (zogenaamde systeem APS). Hetzelfde kan overwogen worden om doortochten in bepaalde duurdere kunstwerken ook zonder bovenleiding te laten gebeuren. Hierdoor kan de nuttige hoogte kleiner worden, moet er minder diep uitgegraven worden en worden de investeringskosten van het kunstwerk dus kleiner.

Om dit mogelijk te maken moet de tram uitgerust worden met een energieopslagsysteem zodat de zones zonder bovenleiding, of zonder eender ander alternatief voedingssysteem, kunnen overbrugd worden.

Afhankelijk van constructeur tot constructeur zijn er verschillende mogelijkheden die als energie opslagsysteem gebruikt kunnen worden. De meest voorkomende zijn batterijen en super condensatoren.

In totaal werd 1500m in rekening gebracht hiervoor. Door het verspreid voorkomen van deze zones hebben we verondersteld dat er aan de eerstvolgende halte voorbij deze zone geen extra BOOST voedingssysteem moet toegevoegd worden voor het opladen van het energie opslagsysteem aan boord maar dat de bijlading gebeurt tijdens het rijden in de zones voorzien van een bovenleiding.

8.1.2.3 Analyse varianten elektrische aandrijving en voeding full elektrische trambus

Deze analyse werd voor de beide trajecten uitgevoerd en geeft voor beide trajecten ook verschillende resultaten.

De eerste variant die onderzocht werd is de full elektrische versie met een batterij aan boord met grote capaciteit. De grote orde van deze capaciteit van batterij is 240 kWh volgens de gegevens van de constructeur. Voor dit type voertuig werden er in basis enkel laadpunten voorzien aan de terminussen waar de gemiddelde halteringstijd 5 minuten is. Uit onze simulaties blijkt dat de opgelegde exploitatie voor de ringtram de ganse dag kan gegarandeerd worden onder deze voorwaarden in winterregime. Voor de sneltram is dit niet in alle gevallen gegarandeerd zelfs met tussentijds bijladen aan de haltes gedurende de 20 seconden stilstand.

Een tweede variant die onderzocht werd is de full elektrische versie met een batterij aan boord met kleine capaciteit. De grote orde van deze capaciteit hebben we vastgelegd op de helft van bovenvermelde capaciteit wat dus een capaciteit van 120 kWh betekent. Voor deze variant werd er ook in eerste instantie rekening gehouden met laadpunten aan de terminussen. Zowel voor de ringtram als voor de sneltram is de opgelegde exploitatie geen ganse dag gegarandeerd met deze oplossing.

Voor beide trajecten hebben we een aangepaste simulatie gemaakt door oplaadpunten toe te voegen aan de haltes, zodat er gedurende de 20 seconden halteringstijd kon bijgeladen worden. Voor de sneltram hebben we dit opnieuw aan iedere halte gedaan wat geen oplossing is. Dit was trouwens al geen oplossing met een batterij aan boord van 240 kWh. Voor de ringtram hadden we in eerste instantie een bijvoeding voorzien aan één op de drie haltes. Hiermee kon de exploitatie geen ganse dag gegarandeerd worden. In het geval we aan twee op de drie haltes kunnen bijladen is de opgelegde exploitatie gedurende de ganse dag wel gegarandeerd.

De opbouw en uitrusting van de onderstations voor de laadpunten aan de haltes is vergelijkbaar met deze aan de terminussen. De inplanting van de onderstations voor de laadpunten aan de haltes worden voor de ringtram voorzien op de mogelijke locaties voor de eventueel latere tractiestations. Van hieruit worden er dan gemiddeld twee haltes gevoed in beide richtingen, dus vier laadpunten, vanuit ieder voedingsstation.

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Bij de overgang van voeding tussen het ene onderstation en het andere wordt er telkens één halte opengelaten die niet gevoed wordt.

Een laatste variant die we gesimuleerd hebben is deze waarbij aan iedere halte kan bijgeladen worden; bij deze variant hebben we in principe energie overschot zodat er overwogen kan worden om een lager vermogen te installeren in de tussen liggende onderstations

Bronnen voor opmaak technische fiches:

De verschillende karakteristieken van de voertuigen zijn samengesteld op basis van gegevens en ervaring van De Lijn en uit overleg met potentiële leveranciers. Voor voertuigen waar te weinig informatie beschikbaar was, is deze via desktop analyse door de THV ingeschat.

8.2 Technische fiches

Hierna treft u de gegevens per voertuigtype aan zoals door ons zijn gehanteerd in het onderzoek.

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

hov1A: TRAM 43M

FUNCTIONELE BESCHRIJVING

Naam	hov1A
Omschrijving	Tram 43m
Opmerking	Dit is het voertuig zoals in het stedenbouwkundig voorontwerp gehanteerd als ontwerpvoertuig.
Referentievoertuigen	<u>Flexity 2 (Bombardier)</u> , Citadis (Alstom), Avenio (Siemens)

FOTO'S



Flexity 2 - Bombardier (Australië - Gold Coast)



Citadis - Alstom (T3 Paris)



Flexity 2 - Bombardier (Australië - Gold Coast)

FUNCTIONELE KARAKTERISTIEKEN

Instaphoogte	de instaphoogte voor de passagiers is 31,5 cm
Maximaal aantal reizigers (zit/staanplaatsen)	416 (336 staan- (6/m ²) + 80 zitplaatsen)
Comfort capaciteit	304 (224 staan- (4/m ²) + 80 zitplaatsen)
Rijrichting omkeerbaar	ja
Voedingssysteem	bovenleiding
Type geleiding	klassieke rails
Aantal en breedte deuren	2 x 6 deuren, namelijk aan beide zijden 6 deuren. De deurbreedte is netto 1,30 m. Er is aan beiden zijden van het voertuig een afzonderlijke toegangsdeur voor de chauffeur
Aantal plaatsen voor mindervaliden	2 * 3 klapstoelen + ruimte tegenover de deuren: 6 keer 1,3 m * +/- 1m
Breedte zitplaats	+/- 48 cm
Breedte gang	+/-60 cm

TECHNISCHE KARAKTERISTIEKEN

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Maximale snelheid	70 km/u
Acceleratie / deeleratie / nooddeceleratie	1,5 m/s ² / 1,5 m/s ² / 2,8 m/s ²
Maximale hellingsgraad	4 % voor langere afstand en 6,2 % voor kortere afstand
Lengte / breedte / vetergang	43,424 m / 2,650 m / -
Hoogte voertuig / profiel vrije ruimte	3.579 m
Profiel vrije ruimte voor bovenleiding (standaard / minimaal)	6m
Draaicirkel (binnen / buitenbocht)	as diameter 25 m
Draaicirkel onderhoud (binnen / buitenbocht)	as diameter 18 m
Totaal gewicht (leeg / vol)	60,4 ton/ -
Aslast (leeg / vol)	Gemiddeld 6,9 ton en maximum 11,3 ton
As-afstanden	Asafstand op de boggie is 1,85 m en de boggies staan 11,23 m uit elkaar. Er zijn in totaal 4 boggies
Dynamische belastingsfactor	1,15
Opbouwhoogte bovenleiding	5,5 m

MAATSCHAPPELIJKE KARAKTERISTIEKEN

Geluid	91,3 dB bij 50 km/u
Trillingen	
Uitstoot	zero emissie
Verbruik	5,5 kWh/km
Procedurele aspecten	planMER, GRUP (voor bestemmingen die geen spoorinfrastructuur toelaten), projectMER, stedenbouwkundige vergunning

KOSTPRIJS, EXPLOITATIE EN LEVENSDUUR KARAKTERISTIEKEN

Aantal voertuigen per uur en diensturen	Week: piek = 6/u, dal = 4/u, amplitude = 16u Weekend: 4 / u, amplitude = 14u
Kostprijs voertuig	3.300.000 euro
Levensduur voertuig	36 jaar
Kostprijs infrastructuur per kilometer (incl voeding)	Sneltram (18,5km): 15,0 mio€ / km Ringtram (14,3km): 14,7 mio€ / km
Kostprijs voeding per kilometer	1.060.000 euro/km

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

hov1B: TRAM 30M

FUNCTIONELE BESCHRIJVING

Naam	hov1B
Omschrijving	Tram 30m
Opmerking	Dit is een voertuig dat qua afmetingen (breedte en lengte) aangepast is aan de verwachte benodigde capaciteit.
Referentievoertuigen	Hermelijn Gent en Antwerpen; Albatros korte type Antwerpen.

FOTO's



Hermelijn Antwerpen



Hermelijn Gent



Albatros Antwerpen

FUNCTIONELE KARAKTERISTIEKEN

Maximaal aantal reizigers (zit/staanplaatsen)	223 (165 staan- (6/m ²) + 58 zitplaatsen)
Comfort capaciteit	168 (110 staan- (4/m ²) + 58 zitplaatsen)
Rijrichting omkeerbaar	ja
Voedingssysteem	bovenleiding
Type geleiding	klassieke rail
Aantal en breedte deuren	2 x 4 deuren namelijk aan beide zijden 4 deuren. De deurbreedte is netto 1.30 m. er is aan beide zijden een afzonderlijke toegangsdeur voor de chauffeur.
Instaphoogte	de instaphoogte voor de passagiers is 35 cm
Aantal plaatsen voor mindervaliden	Tegenover deuren 1 en 3 ruimte van +/- 1,6m * 1m voor buggy's / rolstoelen
Breedte zitplaats	445 mm (bepaalde zitplaatsen wijken hier van af)
Breedte gang	660 mm (compartiment 1, 2, 4 en 5 - gang in compartiment 3 is smaller)

TECHNISCHE KARAKTERISTIEKEN

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Acceleratie / deeleratie / nooddeceleratie	1,2 m/s ² / 1,2 m/s ² / 2,0 m/s ²
Aslast (leeg / vol)	6,597 ton / 11,317 ton
Maximale snelheid	70 km/u
Maximale hellingsgraad	4 % voor langere afstand en 6,2 % voor kortere afstand
Lengte / breedte / vetergang	29,62 m/ 2,30 m / -
Hoogte voertuig / profiel vrije ruimte	3,475 m
Profiel vrije ruimte voor bovenleiding (standaard / minimaal)	6 m
Draaicirkel (binnen / buitenbocht)	as diameter 25 m
Draaicirkel onderhoud (binnen / buitenbocht)	as diameter 18 m
Totaal gewicht (leeg / vol)	39 ton / -
As-afstanden	Asafstand op de boggie is 1,80 m en de boggies staan 11,15 m uit elkaar. Er zijn in totaal 3 boggies
Dynamische belastingsfactor	1,15
Opbouwhoogte bovenleiding	5,5 m

MAATSCHAPPELIJKE KARAKTERISTIEKEN

Geluid	86,0 dB bij 50 km/u
Trillingen	
Uitstoot	zero emissie
Verbruik	4,3 kWh/km
Procedurele aspecten	planMER, GRUP (voor bestemmingen die geen spoorinfrastructuur toelaten), projectMER, stedenbouwkundige vergunning

KOSTPRIJS, EXPLOITATIE EN LEVENSDUUR KARAKTERISTIEKEN

Aantal voertuigen per uur en diensturen	Week: piek = 6/u (ringtracé) en 9/u (trace A12), dal = 4/u, amplitude = 16u Weekend: 4 / u, amplitude = 14u
Kostprijs voertuig	2.500.000 euro
Levensduur voertuig	36 jaar
Kostprijs infrastructuur per kilometer (incl voeding)	Sneltram (18,5km): 14,5 mio€ / km Ringtram (14,3km): 13,2 mio€ / km
Kostprijs voeding per kilometer	1.060.000 euro/km

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

hov1C: TRAM 30M - BOOSTVOEDING

FUNCTIONELE BESCHRIJVING

Naam	hov1C
Omschrijving	Tram 30m - boostvoeding
Opmerking	Dit is hetzelfde voertuig als voorzien in de fiche hov1B, namelijk met aangepaste afmetingen en capaciteit, maar bijkomend voorzien van een energieopslagsysteem om zone's zonder bovenleiding of grondvoedingsrail te kunnen overbruggen. De zone's zonder bovenleiding zijn vastgelegd op ongeveer 500 m tot ongeveer 1500 m. Het energie opslagsysteem kan bijvoorbeeld bestaan uit batterijen, uit supercondensatoren, uit een combinatie van beiden, enzovoort.
Referentievoertuigen	Hermelijn Gent en Antwerpen; Albatros korte type Antwerpen.

FOTO'S



Referentiebeeld tram zonder bovenleiding in Bordeaux



Hermelijn Antwerpen



Hermelijn Gent

FUNCTIONELE KARAKTERISTIEKEN

Comfort capaciteit	168 (110 staan- (4/m ²) + 58 zitplaatsen)
Maximaal aantal reizigers (zit/staanplaatsen)	223 (165 staan- (6/m ²) + 58 zitplaatsen)
Rijrichting omkeerbaar	ja
Voedingssysteem	Op het grootste deel van het traject wordt er een bovenleiding voorzien. In een zone van 1500 m wordt er geen Bovenleiding voorzien en wordt dit vervangen door een energieopslag systeem aan boord. Momenteel veronderstellen we dat we hier geen extra boost system moeten voor voorzien en dat de batterijen voldoende kunnen opladen tijdens het rijden over de resterende trajecten
Type geleiding	klassieke rail
Aantal en breedte deuren	2 x 4 deuren namelijk aan beide zijden 4 deuren. De deurbreedte is netto 1,30 m. er is aan beide zijden een afzonderlijke toegangsdeur voor de chauffeur
Aantal plaatsen voor mindervaliden	Tegenover deuren 1 en 3 ruimte van +/- 1,6m * 1m voor buggy's / rolstoelen
Breedte zitplaats	445 mm (bepaalde zitplaatsen wijken hier van af)

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of de fabrikant.

Breedte gang 660 mm (compartiment 1, 2, 4 en 5 - gang in compartiment 3 is smaller)

Instaphoogte de instaphoogte voor de passagiers is 35 cm

TECHNISCHE KARAKTERISTIEKEN

Maximale snelheid 70 km/u

Acceleratie / deeleratie / nooddeceleratie 1,2 m/s² / 1,2 m/s² / 2,0 m/s²

Maximale hellingsgraad 4 % voor langere afstand en 6,2 % voor kortere afstand

Lengte / breedte / vetergang 29,62 m / 2,30 m / -

Hoogte voertuig / profiel vrije ruimte 3,475 m

Profiel vrije ruimte voor bovenleiding (standaard / minimaal) 6 m

Draaicirkel (binnen / buitenbocht) as diameter 25 m

Draaicirkel onderhoud (binnen / buitenbocht) as diameter 18 m

Totaal gewicht (leeg / vol) 39 ton / -

Aslast (leeg / vol) 6,597 ton / 11,317 ton

As-afstanden Asafstand op de boggie is 1,80 m en de boggies staan 11,15 m uit elkaar. Er zijn in totaal 3 boggies

Dynamische belastingsfactor 1,15

Opbouwhoogte bovenleiding 5,5 m

MAATSCHAPPELIJKE KARAKTERISTIEKEN

Geluid 86,0 dB bij 50 km/u

Trillingen

Uitstoot zero emissie

Verbruik 4,3 kWh/km

Procedurele aspecten planMER, GRUP (voor bestemmingen die geen spoorinfrastructuur toelaten), projectMER, stedenbouwkundige vergunning

KOSTPRIJS, EXPLOITATIE EN LEVENSDUUR KARAKTERISTIEKEN

Aantal voertuigen per uur en diensturen Week: piek = 6/u (ringtracé) en 9/u (trace A12), dal = 4/u, amplitude = 16u
Weekend: 4 / u, amplitude = 14u

Kostprijs voertuig 2.700.000

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Levensduur voertuig	36 jaar
Kostprijs infrastructuur per kilometer (incl voeding)	Sneltram (18,5km): 14,2 mio€ / km Ringtram (14,3km): 13,0 mio€ / km
Kostprijs voeding per kilometer	950.000

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

hov1D: TRAM 32M - OP BANDEN

FUNCTIONELE BESCHRIJVING

Naam	hov1D
Omschrijving	Tram 32m - op banden
Opmerking	Uitgangspunt is voertuig met bovenleiding over volledige lengte tracé. Indien boostfunctie bij tram (hov1C) interessante resultaten geeft kan dit ook bijkomend onderzocht worden bij deze variant.
Referentievoertuigen	Translohr Alstom

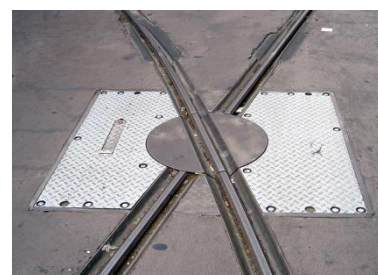
FOTO'S



Translohr



Translohr op groene bedding



Translohr rail crossing

FUNCTIONELE KARAKTERISTIEKEN

Maximaal aantal reizigers (zit/staanplaatsen)	235 (195 staan- (6/m ²) + 40 zitplaatsen)
Comfort capaciteit	170 (130 staan- (4/m ²) + 40 zitplaatsen)
Rijrichting omkeerbaar	Ja
Voedingssysteem	Bovenleiding
Type geleiding	Centrale rail
Aantal en breedte deuren	4 dubbele deuren
Instaphoogte	25 cm
Aantal plaatsen voor mindervaliden	geen informatie
Breedte zitplaats	geen informatie
Breedte gang	geen informatie

TECHNISCHE KARAKTERISTIEKEN

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Acceleratie / delecteratie / nooddeceleratie	1,08m/s ² - var. - 5m/s ²
Aslast (leeg / vol)	9 ton per as
Maximale snelheid	70 km/u
Maximale hellingsgraad	13%
Lengte / breedte / vetergang	L = 32 m, B = 2,2 m
Hoogte voertuig / profiel vrije ruimte	3,12 m
Profiel vrije ruimte voor bovenleiding (standaard / minimaal)	6 m
Draaicirkel (binnen / buitenbocht)	10,5 m / -
Draaicirkel onderhoud (binnen / buitenbocht)	10,5 m / -
Totaal gewicht (leeg / vol)	25 ton / 35 ton
As-afstanden	geen informatie
Dynamische belastingsfactor	1,15
Opbouwhoogte bovenleiding	5,5 m

MAATSCHAPPELIJKE KARAKTERISTIEKEN

Geluid	86,2 dB bij 50 km/u
Trillingen	
Uitstoot	zero emissie
Verbruik	4,7 kWh/km
Procedurele aspecten	planMER, GRUP (voor bestemmingen die geen spoorinfrastructuur toelaten), projectMER, stedenbouwkundige vergunning

KOSTPRIJS, EXPLOITATIE EN LEVENSDUUR KARAKTERISTIEKEN

Aantal voertuigen per uur en diensturen	Week: piek = 6/u (ringtracé) en 9/u (trace A12), dal = 4/u, amplitude = 16u Weekend: 4 / u, amplitude = 14u
Kostprijs voertuig	2.500.000 euro
Levensduur voertuig	36 jaar
Kostprijs infrastructuur per kilometer (incl voeding)	Sneltram (18,5km): 14,8 mio€ / km Ringtram (14,3km): 14,3 mio€ / km
Kostprijs voeding per kilometer	1.060.000 euro/km

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

hov2A: TRAMBUS 24M - DIESELHYBRIDE

FUNCTIONELE BESCHRIJVING

Naam	hov2A
Omschrijving	Trambus 24m - dieselhybride
Opmerking	Het voertuig waarop de gegevens gebaseerd zijn haalt geen 70 km/u. Maximum snelheid volgens de ontvangen informatieve is 65 km/u
Referentievoertuigen	Hybride Exquicity 24HY trambus van Van Hool

FOTO'S



Exquicity24



Exquicity24 Metis

FUNCTIONELE KARAKTERISTIEKEN

Maximaal aantal reizigers (zit/staanplaatsen)	198 (156 staan- (6/m ²) + 42 zitplaatsen)
Comfort capaciteit	146 (104 staan- (4/m ²) + 42 zitplaatsen)
Rijrichting omkeerbaar	Nee
Voedingssysteem	Hybride diesel: een batterij van ongeveer 36 kWh en een diesel motor. De aandrijfmotor bevindt zich op as 2.
Type geleiding	Niet van toepassing
Aantal en breedte deuren	4 deuren van 1200 mm
Instaphoogte	34 cm (belast)
Aantal plaatsen voor mindervaliden	4 aangepaste zitplaatsen + 2 rolstoelplaatsen (conform R107)
Breedte zitplaats	440 mm
Breedte gang	Min 550 mm

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

TECHNISCHE KARAKTERISTIEKEN

Acceleratie / deeleratie / nooddeceleratie	1-1,3 m/s ² - 1,5 m/s ² - 8 m/s ²
Maximale snelheid	65 km/u
Maximale hellingsgraad	15%
Lengte / breedte / vetergang	23.820mm / 2.550mm / ?
Hoogte voertuig / profiel vrije ruimte	3.300mm (+80mm uitvering) / maximale breedte op buitenspiegels = 3000mm
Profiel vrije ruimte voor bovenleiding (standaard / minimaal)	Niet van toepassing
Draaicirkel (binnen / buitenbocht)	10,39 m / 24,3 m
Draaicirkel onderhoud (binnen / buitenbocht)	10,39 m / 24,3 m
Totaal gewicht (leeg / vol)	Ca 25.000 kg / HTM 36.500 kg
Aslast (leeg / vol)	As 1 = 7.245 kg As 2 = 12.000 kg As 3 = 10.000kg (12.000kg bij dubbel tractie) As 4 = 7.245kg (gestuurde as)
As-afstanden	6600 / 6710 / 6710 mm
Dynamische belastingsfactor	1,15
Opbouwhoogte bovenleiding	Niet van toepassing

MAATSCHAPPELIJKE KARAKTERISTIEKEN

Geluid	84,6 dB bij 50 km/u
Trillingen	Kwaliteit wegdek is zeer bepalend
Uitstoot	EXQ24HYB: euro 6 (NOx = 0,0157g/reizigerskm)
Verbruik	gemiddeld 55,5 l/km volgens de gegevens van een gelijkaardige exploitatie met dezelfde voertuigen in Metz
Procedurele aspecten	Indien in gemengd verkeer : geen procedures. Indien in vrije bedding: planMER, GRUP (voor bestemmingen die geen spoorinfrastructuur toelaten), projectMER, stedenbouwkundige vergunning. 24m voertuig heeft nog geen wetgevend kader, te voorzien op federaal niveau (info AWW - EVT)

KOSTPRIJS, EXPLOITATIE EN LEVENSDUUR KARAKTERISTIEKEN

Aantal voertuigen per uur en diensturen	Week: piek = 7/u (ringtracé) en 10/u (trace A12), dal = 4/u, amplitude = 16u Weekend: 4 / u, amplitude = 14u
Kostprijs voertuig	950.000 euro
Levensduur voertuig	18 jaar

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Kostprijs infrastructuur per kilometer (incl voeding)	Sneltram (18,5km): 11,4 mio€ / km Ringtram (14,3km): 10,2 mio€ / km
Kostprijs voeding per kilometer	0 euro per km

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

hov2B: TRAMBUS 24M - FULL-ELEKTRISCH (GROTE RANGE)

FUNCTIONELE BESCHRIJVING

Naam	hov2B
Omschrijving	Trambus 24m - full-elektrisch (grote range)
Opmerking	De Exquicity full elektrisch van 24 m lengte rijdt momenteel nog niet. de gegevens van dit voertuig zijn gebaseerd op het full elektrisch type van 18 m. Het voertuig waarop de gegevens gebaseerd zijn haalt geen 70 km/u. Maximum snelheid volgens de ontvangen informatie is 65 km/u.
Referentievoertuigen	Exquicity 24EV trambus van Van Hool

FOTO'S



Exquicity24



Exquicity24 Metis



Elektrisch voertuig laden via laadstation

FUNCTIONELE KARAKTERISTIEKEN

Maximaal aantal reizigers (zit/staanplaatsen)	198 (156 staan- (6/m ²) + 42 zitplaatsen)
Comfort capaciteit	146 (104 staan- (4/m ²) + 42 zitplaatsen)
Rijrichting omkeerbaar	Nee
Voedingssysteem	Batterijen. Deze kunnen op volgende wijze opgeladen worden: Conductief elektrisch (stekker en/of pantograaf en/of trolleytangen). Er zijn twee batterijen aan boord met elk een vermogen van ongeveer 120 kWh
Type geleiding	Niet van toepassing
Aantal en breedte deuren	4 deuren van 1200mm breed
Instaphoogte	34 cm (belast)
Aantal plaatsen voor mindervaliden	4 aangepaste zitplaatsen + 2 rolstoelplaatsen (conform R107)
Breedte zitplaats	440mm
Breedte gang	Min 550mm

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

TECHNISCHE KARAKTERISTIEKEN

Acceleratie / deeleratie / nooddeceleratie	1-1.3 m/s ² / 1.5 m/s ² / 8 m/s ²
Aslast (leeg / vol)	As 1 = 7.245kg As 2 = 12.000kg As 3 = 10.000kg / 12.000kg bij dubbel tractie wat hier het geval zou zijn As 4 = 7.245kg (gestuurde as)
Maximale snelheid	65 km/h
Maximale hellingsgraad	15%
Lengte / breedte / vetergang	23.820mm / 2.550mm / ?
Hoogte voertuig / profiel vrije ruimte	3.300mm (+80mm uitvering) / maximale breedte op buitenspiegels = 3000mm
Profiel vrije ruimte voor bovenleiding (standaard / minimaal)	Niet van toepassing
Draaicirkel (binnen / buitenbocht)	10.39m / 24.3m
Draaicirkel onderhoud (binnen / buitenbocht)	10.39m / 24.3m
Totaal gewicht (leeg / vol)	Ca 25.000 kg / HTM 36.500 kg
As-afstanden	6600/6710/6710 mm
Dynamische belastingsfactor	1,15
Opbouwhoogte bovenleiding	Niet van toepassing

MAATSCHAPPELIJKE KARAKTERISTIEKEN

Geluid	85,6 dB bij 50 km/u
Trillingen	Kwaliteit wegdek is zeer bepalend
Uitstoot	EXQ24EV: zero emissie
Verbruik	Het verbruik per km varieert sterk van seizoen tot seizoen. In tussenseizoenen als er weinig moet verwarmd of gekoeld worden is het gemiddeld verbruik 2.0 kWh en dit stijgt tot een gemiddeld verbruik van ongeveer 3.4 kWh bij 0° C.
Procedurele aspecten	Indien in gemengd verkeer : geen procedures. Indien in vrije bedding: planMER, GRUP (voor bestemmingen die geen spoorinfrastructuur toelaten), projectMER, stedenbouwkundige vergunning. 24m voertuig heeft nog geen wetgevend kader, te voorzien op federaal niveau (info AWW - EVT)

KOSTPRIJS, EXPLOITATIE EN LEVENSDUUR KARAKTERISTIEKEN

Aantal voertuigen per uur en diensturen	Week: piek = 7/u (ringtracé) en 10/u (trace A12), dal = 4/u, amplitude = 16u Weekend: 4 / u, amplitude = 14u
Kostprijs voertuig	1.100.000 euro

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Levensduur voertuig	18 jaar
Kostprijs infrastructuur per kilometer (incl voeding)	Sneltram (18,5km): 11,7 mio€ / km Ringtram (14,3km): 10,5 mio€ / km
Kostprijs voeding per kilometer	gebaseerd op telkens een oplaadsysteem aan de terminussen komen we op ongeveer 150.000 euro per km.

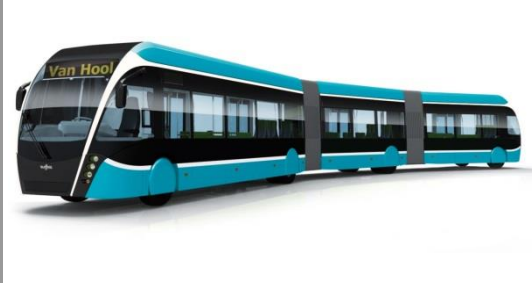
Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

hov2C: TRAMBUS 24M - FULL-ELEKTRISCH (KLEINE RANGE)

FUNCTIONELE BESCHRIJVING

Naam	hov2C
Omschrijving	Trambus 24m - full-elektrisch (kleine range)
Opmerking	De Exquicity full elektrisch van 24 m lengte rijdt momenteel nog niet. de gegevens van dit voertuig zijn gebaseerd op het full elektrisch type van 18 m. Het voertuig waarop de gegevens gebaseerd zijn haalt geen 70 km/u. Maximum snelheid volgens de ontvangen informatieve is 65 km/u
Referentievoertuigen	Exquicity24EV trambus van Van Hool.

FOTO'S



Exquicity24



Exquicity24 Metis



Elektrisch voertuig laden aan halte

FUNCTIONELE KARAKTERISTIEKEN

Aantal plaatsen voor mindervaliden	4 aangepaste zitplaatsen + 2 rolstoelplaatsen (conform R107)
Breedte zitplaats	440mm
Maximaal aantal reizigers (zit/staanplaatsen)	198 (156 staan- (6/m ²) + 42 zitplaatsen)
Comfort capaciteit	146 (104 staan- (4/m ²) + 42 zitplaatsen)
Rijrichting omkeerbaar	Nee
Voedingssysteem	Batterijen. Deze kunnen op volgende wijze opgeladen worden: Conductief elektrisch (stekker en/of pantograaf en/of trolley'stangen). In dit geval zou er één batterij aanwezig zijn.
Type geleiding	Niet van toepassing
Aantal en breedte deuren	4 deuren van 1200mm breed
Instaphoogte	34 cm (belast)
Breedte gang	Min 550mm

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

TECHNISCHE KARAKTERISTIEKEN

Maximale snelheid	65 km/h
Acceleratie / deeleratie / nooddeceleratie	1-1.3 m/s ² / 1.5 m/s ² / 8 m/s ²
Maximale hellingsgraad	15%
Lengte / breedte / vetergang	23.820mm / 2.550mm / ?
Hoogte voertuig / profiel vrije ruimte	3.300mm (+80mm uitvering) / maximale breedte op buitenspiegels = 3000mm
Profiel vrije ruimte voor bovenleiding (standaard / minimaal)	Niet van toepassing
Draaicirkel (binnen / buitenbocht)	10.39m / 24.3m
Draaicirkel onderhoud (binnen / buitenbocht)	10.39m / 24.3m
Totaal gewicht (leeg / vol)	Ca 25.000 kg / HTM 36.500 kg
Aslast (leeg / vol)	As 1 = 7.245kg As 2 = 12.000kg As 3 = 10.000kg / 12.000kg bij dubbel tractie wat hier het geval zou zijn As 4 = 7.245kg (gestuurde as)
As-afstanden	6600/6710/6710 mm
Dynamische belastingsfactor	1,15
Opbouwhoogte bovenleiding	Niet van toepassing

MAATSCHAPPELIJKE KARAKTERISTIEKEN

Geluid	85,6 dB bij 50 km/u
Trillingen	Kwaliteit wegdek is zeer bepalend
Uitstoot	EXQ24EV: zero emissie
Verbruik	Het verbruik per km varieert sterk van seizoen tot seizoen. In tussenseizoenen als er weining moet verwarmd of gekoeld worden is het gemiddeld verbruik 2,0 kWh en dit stijgt tot een gemiddeld verbruik van ongeveer 3,4 kWh bij 0° C.
Procedurele aspecten	Indien in gemengd verkeer : geen procedures. Indien in vrije bedding: planMER, GRUP (voor bestemmingen die geen spoorinfrastructuur toelaten), projectMER, stedenbouwkundige vergunning. 24m voertuig heeft nog geen wetgevend kader, te voorzien op federaal niveau (info AWW - EVT)

KOSTPRIJS, EXPLOITATIE EN LEVENSDUUR KARAKTERISTIEKEN

Aantal voertuigen per uur en diensturen	Week: piek = 7/u (ringtracé) en 10/u (trace A12), dal = 4/u, amplitude = 16u Weekend: 4 / u, amplitude = 14u
Kostprijs voertuig	1.050.000 euro

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Levensduur voertuig	18 jaar
Kostprijs infrastructuur per kilometer (incl voeding)	Sneltram (18,5km): 11,7 mio€ / km Ringtram (14,3km): 10,5 mio€ / km
Kostprijs voeding per kilometer	gebaseerd op telkens een oplaadsysteem aan de terminussen komen we op ongeveer 150.000 euro per km.

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

hov2D: REISBUS 15M

FUNCTIONELE BESCHRIJVING

Naam	hov2D
Omschrijving	Reisbus 15m
Opmerking	Deze bus is van het type dubbeldekker
Referentievoertuigen	TDX27 Astromega reisbus van Van Hool

FOTO'S



Touringcar

FUNCTIONELE KARAKTERISTIEKEN

Maximaal aantal reizigers (zit/staanplaatsen)	90 zitplaatsen
Comfort capaciteit	90 zitplaatsen
Rijrichting omkeerbaar	neen
Voedingssysteem	diesel
Type geleiding	geen
Aantal en breedte deuren	2 deuren. De breedte van de beide deuren is netto 770 mm
Instaphoogte	+/- 350 mm
Aantal plaatsen voor mindervaliden	0 zitplaatsen
Breedte zitplaats	+/- 450 mm
Breedte gang	+/- 50 cm

TECHNISCHE KARAKTERISTIEKEN

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Maximale snelheid	100 km/u op autosnelwegen (volgens verkeersreglement)
Acceleratie / deeleratie / nooddeceleratie	
Maximale hellingsgraad	
Lengte / breedte / vetergang	14,10m/ 2,55m/-
Hoogte voertuig / profiel vrije ruimte	4,0m
Profiel vrije ruimte voor bovenleiding (standaard / minimaal)	Niet van toepassing
Draaicirkel (binnen / buitenbocht)	+/- 24 m
Draaicirkel onderhoud (binnen / buitenbocht)	
Totaal gewicht (leeg / vol)	
Aslast (leeg / vol)	
As-afstanden	6,85 m/ 1,30 m
Dynamische belastingsfactor	1,15
Opbouwhoogte bovenleiding	Niet van toepassing

MAATSCHAPPELIJKE KARAKTERISTIEKEN

Geluid	90,5 dB bij 50 km/u
Trillingen	Kwaliteit wegdek is zeer bepalend
Uitstoot	Euro 6 motor (NOx = 0, 0142 g/reizigerskm)
Verbruik	+/-32 l/100 km
Procedurele aspecten	Indien in gemengd verkeer : geen procedures. Indien in vrije bedding: planMER, GRUP (voor bestemmingen die geen spoorinfrastructuur toelaten), projectMER, stedenbouwkundige vergunning. 24m voertuig heeft nog geen wetgevend kader, te voorzien op federaal niveau (info AWW - EVT)

KOSTPRIJS, EXPLOITATIE EN LEVENSDUUR KARAKTERISTIEKEN

Aantal voertuigen per uur en diensturen	Week: piek = 16/u (trace A12), dal = 4/u, amplitude = 16u Weekend: 4 / u, amplitude = 14u
Kostprijs voertuig	330.000 euro
Levensduur voertuig	14 jaar
Kostprijs infrastructuur per kilometer (incl voeding)	Sneltram (18,5km): 11,1 mio€ / km
Kostprijs voeding per kilometer	0 euro per km

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.

Bepaalde parameters in deze fiches zijn bij wijze van voorbeeld gebaseerd op een bepaald type voertuig van een bepaalde fabrikant. Dit impliceert geenszins een voorkeur voor dit type voertuig of deze fabrikant.