



**LIGHTRAIL VERBINDING HASSELT – MAASTRICHT:
EEN KOSTEN-BATEN ANALYSE**

Toon Bormans

Verhandeling aangeboden tot
het behalen van de graad van
Master in de Economische Wetenschappen

Promotor : Prof. Dr. S. Proost

Werkleider: S. Van der Loo



Toon Bormans

LIGHTRAIL VERBINDING HASSELT – MAASTRICHT: EEN KOSTEN-BATEN ANALYSE

Korte Inhoud Verhandeling:

Na een korte beschrijving van het Spartacusplan en de sneltramlijn Hasselt – Maastricht, wordt in deze thesis een kosten-batenanalyse opgesteld voor deze sneltramlijn. Als alternatieve investeringsoptie stellen we een snelbusverbinding voor. De berekeningswijze van de verschillende elementen uit de analyse wordt duidelijk opgesteld en besproken. Aan de hand van de beschikbare data en data uit eigen berekeningen worden de individuele componenten uit de analyse berekend. Hieruit zal blijken dat het verwachte aantal reizigers het cruciale element is voor een al dan niet positief resultaat van investering in een sneltram- of snelbusverbinding.

Promotor : Prof. Dr. S. Proost

Dankwoord

Een thesis schrijven? Ik hoorde vroeger zoveel mensen vertellen hoeveel werk ze hadden voor hun thesis en nu was het mijn beurt om een volwaardige thesis te schrijven. Vol goede moed ben ik begonnen aan een werk van vallen en opstaan, met pieken en dalen. Het vergde discipline en doorzettingsvermogen op momenten als het even tegen zat.

Hoewel het schrijven van een thesis een eenzaam werk is zijn er toch enkele mensen die ik graag even zou willen bedanken. Eerst en vooral zou ik graag mijn ouders bedanken. Ze hebben mij de mogelijkheid gegeven verder te studeren in Leuven. Tijdens het schrijven van mijn thesis of tijdens examen perioden steunden ze mij zo goed als ze konden. Mijn moeder wil ik specifiek bedanken voor het nalezen op taal- en schrijffouten in mijn thesis.

Vervolgens wil ik ook mijn vriendin Katrien bedanken voor haar hulp bij het verzamelen van allerhande gegevens en het nalezen en nakijken van het eindresultaat. Voor de steun en het plezier die ze mij gegeven heeft gedurende de vier jaar dat ik in Leuven heb gestudeerd. En voor het geloof dat ze altijd in mij heeft gehad. Zonder haar was het schrijven van deze thesis veel zwaarder geweest.

Vervolgens wil ik ook Prof.Dr. Stef Proost en mijn thesis begeleidster Saskia Van der Loo bedanken omdat ze mij de mogelijkheid hebben gegeven dit interessante onderwerp te onderzoeken. Hun hulp over de correcte benadering van de analyse en hun snelle antwoord bij mijn frequent gestelde vragen waren een grote hulp bij het schrijven van deze thesis.

Graag zou ik ook mijn dankbaarheid uitdrukken aan Jan Peumans, voorzitter van het Vlaams parlement en diens medewerker Ferry Comhair. Zij waren de enigen die bereid waren mee te helpen in mijn zoektocht naar data over het Spartacusplan. Ze hebben mij het volledige dossier, inclusief studies uitgevoerd in opdracht van De Lijn, bezorgd, iets wat De Lijn mij formeel geweigerd had.

Tenslotte zou ik ook nog graag mijn medestudenten willen bedanken voor de vier jaar die we samen hebben mogen studeren. Zij hebben gezorgd voor vier fantastische jaren in Leuven en stonden altijd klaar om hulp te bieden bij examens of taken.

Toon Bormans, Hasselt 6 augustus 2009

Inhoudsopgave

Algemene Inleiding	1
Hoofdstuk 1 Het Spartacusplan en de lijn Hasselt - Maastricht	4
1.1 Situatieschets.....	4
1.2 Beschrijving geplande project: een lightrail verbinding tussen Hasselt en Maastricht.....	5
1.2.1 Traject	6
1.2.2 Haltes	7
Hoofdstuk 2 Analyse huidige situatie	9
2.1 Keuzemogelijkheden voor de reiziger in de huidige situatie.....	9
2.2 Reistijden per keuzemogelijkheid	9
2.3 Modal split in Limburg.....	10
Hoofdstuk 3 Werkwijze kosten-batenanalyse	11
3.1 Extra kost investering	11
3.1.1 Kostenelementen	11
3.1.1.1 Berekening voertuiguren	12
3.1.1.2 Berekening voertuigkilometers.....	12
3.2 Baten voor bestaande busgebruikers	13
3.3 Baten voor voormalige autogebruikers.....	14
3.4 Baten voor nieuwe gebruikers.....	14
3.5 Extra ontvangsten.....	15
3.6 Externe kosten.....	15
3.6.1 Externe kosten snelbus.....	16
3.6.2 Externe kosten sneltram	16
3.6.3 Berekening totale externe kosten per vervoerstype	16
3.6.4 Externe kosten auto.....	17
Hoofdstuk 4 Data investeringsopties	21
4.1 Data lightrail	21
4.1.1 Reizigersanalyse	21
4.1.1.1 Toewijzing aantal reizigers aan lijn Hasselt – Maastricht	22
4.1.1.2 Reizigersstromen gedurende de dag	24
4.1.1.3 Aantal reizigers per halte.....	26

4.1.2	Rollend materieel.....	29
4.1.2.1	Technische- en capaciteitsvereisten.....	29
4.1.2.2	Berekening aantal piek- en dalvoertuigen.....	29
4.1.2.2.1	Dalvoertuigen.....	30
4.1.2.2.2	Piekvoertuigen	31
4.1.3	Kosten	31
4.1.3.1	Vaste kosten.....	31
4.1.3.2	Variabele kosten	32
4.1.3.3	Parameters in kostenfunctie.....	33
4.1.3.3.1	Parameter investeringskosten exclusief sneltramvoertuigen (C_1)	33
4.1.3.3.2	Parameter investeringskosten in sneltramvoertuigen (C_2)	34
4.1.3.3.3	Parameter loonkosten (C_d, C_p).....	35
4.1.3.3.4	Parameter kilometerkost (C_3)	35
4.2	Snelbus.....	36
4.2.1	Reizigersanalyse	36
4.2.2	Rollend materieel.....	37
4.2.2.1	Technische capaciteitsvereisten.....	38
4.2.2.2	Berekening aantal piek- en dalvoertuigen.....	38
4.2.2.2.1	Dalvoertuigen.....	38
4.2.2.2.2	Piekvoertuigen	39
4.2.3	Kosten	39
4.2.3.1	Vaste kosten.....	39
4.2.3.2	Variabele kosten	40
4.2.3.3	Parameters in de kostenfunctie: snelbus	40
Hoofdstuk 5 Berekening kosten en baten aan de hand van de verzamelde data ..		41
5.1	Kosten-batenanalyse lightrail.....	41
5.1.1	Extra kost lightrail	41
5.1.1.1	Kostenelementen.....	42
5.1.1.1.1	Berekening voertuigen	42
5.1.1.1.2	Berekening voertuigkilometers.....	42
5.1.1.2	Berekening extra kost investering.....	43
5.1.2	Baten bestaande busgebruikers.....	43

5.1.2.1	Baten woon-werkverkeer	45
5.1.2.2	Baten vrijetijdsverkeer	46
5.1.2.3	Totale baten bestaande busgebruikers.....	46
5.1.3	Baten nieuwe lightrail gebruikers.....	46
5.1.3.1	Baten voormalige auto gebruikers	47
5.1.3.2	Baten nieuwe gebruikers	48
5.1.4	Extra ontvangsten	49
5.1.5	Externe kosten	49
5.2	Kosten-batenanalyse snelbus	51
5.2.1	Extra kost bus	51
5.2.1.1	Kostenelementen.....	52
5.2.1.1.1	Berekening voertuigen	52
5.2.1.1.2	Berekening voertuigkilometers.....	52
5.2.1.2	Berekening extra kost investering.....	53
5.2.2	Baten voor bestaande busgebruikers.....	54
5.2.2.1	Baten woon-werkverkeer	55
5.2.2.2	Baten vrijetijdsverkeer	55
5.2.2.3	Totale baten bestaande busgebruikers.....	56
5.2.3	Baten nieuwe snelbusgebruikers	56
5.2.3.1	Baten voormalige autogebruikers	56
5.2.3.2	Baten nieuwe gebruikers	57
5.2.4	Extra ontvangsten	58
5.2.5	Externe kosten	58
Hoofdstuk 6 Vergelijken investeringsopties		60
6.1	Overzicht resultaten kosten-baten analyse.....	60
6.2	Resultaten.....	60
Algemeen Besluit.....		62
Bijlage		
Lijst met tabellen		
Bronnen		

Algemene Inleiding

Tegenwoordig zijn er in Vlaanderen slechts enkele steden of gebieden waar er een operationele tramlijn aanwezig is. Deze lijnen bevinden zich voornamelijk in de grootste steden van Vlaanderen namelijk Gent, Antwerpen, Brussel (indien we dit tot Vlaanderen rekenen) en de kust. Met uitzondering van de kusttram bevinden deze tramlijnen zich allemaal in grootstedelijke gebieden en voorzien zij enkel in de bediening in de stad en met de buitenwijken. Deze tramlijnen zijn reguliere tramlijnen die worden aangedreven via een elektrische bovenleiding en een lage gemiddelde snelheid hebben. De meeste trams rijden voorts voor een groot stuk op sporen die geïntegreerd zijn in de normale weg. Dit verklaart voor een groot stuk de lage gemiddelde snelheid van het tramnetwerk. Tot op heden zijn er in Vlaanderen nooit investeringen gedaan om deze tramlijnen verder te ontwikkelen tot sneltramlijnen.

Hier gaat verandering in komen daar er in Vlaanderen nu ook een concreet lightrail project op tafel ligt. In Limburg wil De Lijn namelijk ook van start gaan met een reeks lightrailverbindingen om de mobiliteit binnen de provincie te verbeteren. Deze lightrailverbindingen passen allemaal binnen het kader van het Spartacusplan. De eerste lijn die zal worden aangelegd is de lijn Hasselt - Maastricht. De ingebruikname is gepland voor 2012.

Zulke investering zijn echter zeer kostelijk. De aanleg van een lightrail vereist grote investeringen in de aanleg van spoorinfrastructuur maar ook hoge kosten voor de integratie van het lightrail systeem in het huidige stedelijke weefsel. Dit maakt dat de kosten voor de hele aanleg van het systeem zeer hoog kunnen oplopen. De vraag is of de baten die gegenereerd worden door het project groot genoeg zijn om deze kosten te dekken en het project een maatschappelijk positief nettoresultaat te geven.

In deze thesis zullen we trachten een volledige kosten-batenanalyse op te stellen voor de lijn tussen Hasselt en Maastricht. We proberen zo goed mogelijk aan de hand van beschikbare data en referentiedata ieder kostenelement af te wegen ten opzichte van alle baten dat zo'n project met zich mee brengt. Om de analyse completer te maken vergelijken we de investering in een lightrailverbinding met een alternatieve en fictieve investeringsoptie; de snelbus. Alhoewel dit geen voorgesteld alternatief is in het Spartacusplan voor deze lijn is het nuttig dit ook uit te rekenen voor de snelbus. Zo kan

men dan vergelijken of de lightrail effectief de beste optie is of dat een snelbus misschien beter op zijn plaats is gezien de lokale omstandigheden.

Methodiek

Om een correcte kosten-batenanalyse uit te voeren zijn er enkele elementen die zeker moeten vervat zitten in de analyse. Deze elementen zijn analyse van de huidige situatie voor investering, analyse van snelbus of lightrail, analyse van beschikbare data, gebruik van data in analyse voor snelbus en lightrail en tot slot vergelijken van de twee investeringsopties en het besluit.

Hoofdstuk 1 zal handelen over het voorgestelde project. We beschrijven wat het Spartacusplan juist zal inhouden. Vervolgens zullen we dieper ingaan op de voorgestelde lightrail verbinding tussen Hasselt en Maastricht. We zullen het traject beschrijven als ook alle andere gerelateerde zaken zoals voertuigen en dergelijke. Dit zal ons het juiste kader geven waarin we de investering moeten situeren als ook een paar belangrijke gegevens zoals het traject of bijvoorbeeld de capaciteit van de voertuigen. Deze elementen zullen later in de analyse nog verder gebruikt worden bij de berekeningen van de verschillende kosten of baten.

In hoofdstuk twee zullen we de huidige situatie analyseren. Dit betekent de situatie zoals deze is voor dat er investeringen worden uitgevoerd. Voor de reiziger betekent dit dat hij de keuze heeft tussen de auto en de gewone buslijn voor een trip op de lijn Hasselt - Maastricht. We bekijken van dichtbij enkele elementen over de trip Hasselt – Maastricht en de knelpunten in het huidige vervoersaanbod.

Het derde hoofdstuk zal handelen over de analyse van de investering in een snelbus of een lightrail. We zullen voor beide eerst een gezamenlijke werkwijze opstellen voor het berekenen van de kosten en de baten. De analyse zal opgebouwd zijn uit verschillende punten die de kosten en baten berekenen. Eerst zullen we de extra kosten die het project met zich mee zal brengen berekenen. Dit omvat zowel investeringskosten als de exploitatiekosten. Ten tweede zullen we de baten berekenen voor de gebruikers van snelbus of lightrail. Deze groep van gebruikers zullen we opdelen in drie subgroepen. De eerste groep van reizigers zullen we de bestaande busgebruikers noemen. Dit omvat de mensen die reeds voor de investering gebruik maakten van het openbaar vervoer, in dit geval de gewone buslijn. De tweede groep omvat de mensen die voor de investering gebruik maakten van de auto en nu over stappen naar snelbus of lightrail. Deze groep

noemen we de voormalige auto gebruikers. De derde groep is dan de groep reizigers die voor de investering geen rit op de lijn maakten noch met openbaar vervoer noch de auto. Deze noemen we de nieuwe gebruikers. Ten derde bekijken we de extra ontvangsten die gegenereerd worden door de investering in bus of lightrail. Als laatste deel van de analyse berekenen we voor beide opties de externe kosten. We proberen dit op een zo gedetailleerd mogelijke manier te doen door een analyse van het traject en een onderscheid te maken tussen de kosten in stedelijk of ruraal gebied.

Hoofdstuk vier zal gaan over de correcte data nodig voor het berekenen van de kosten en baten. De data waarover we kunnen beschikken brengen we samen uit de verschillende studies. We zullen deze analyseren en bewerken zodanig dat deze bruikbaar worden om in onze analyse te gebruiken. Een belangrijk element in dit hoofdstuk is de reizigersstudie. Verder zullen ook nog de verschillende elementen in de kosten- en batenberekening aan bod komen.

Het vijfde hoofdstuk van de kosten- batenanalyse is dan vanzelfsprekend het invullen van de verkregen data in de reeds opgestelde formules voor het berekenen van de kosten en de baten. Dit zal ons dan de mogelijkheid geven voor ieder kosten- en batenelement de correcte monetaire waarde te berekenen.

In hoofdstuk zes zetten we de twee investeringsopties langs elkaar. Dit zal ons toelaten een gedetailleerd beeld te krijgen over de resultaten van de kosten-batenanalyse voor beide projecten. We zullen op basis van het verkregen cijfermateriaal een conclusie kunnen trekken welk van de twee investeringen optimaal zal zijn. Vervolgens komen we in hoofdstuk zeven tot een besluit waarin we zeggen waarom de gekozen optie de beste keuze van de twee opties is en waar de andere tekort schiet.

Hoofdstuk 1 Het Spartacusplan en de lijn Hasselt - Maastricht

In dit hoofdstuk zullen we toelichting geven bij het voorgestelde Spartacusplan. We bekijken eerst de algemene opzet van het plan om vervolgens ons meer te specificeren op de eerste sneltramlijn Hasselt – Maastricht.

1.1 Situatieschets

Limburg heeft al vele jaren een beperkt spoorwegennet met een relatief beperkt aanbod aan treindiensten. De meeste van deze verbindingen zijn dan ook nog voornamelijk gericht op pendelaars richting Antwerpen en Brussel. De treinen die worden aangeboden door de NMBS op deze lijnen zijn bovendien traag en stoppen bij alle stopplaatsen.

Hetzelfde geldt voor het aanbod van de lijn. Het uitgebreide Limburgse busnet is voornamelijk gericht op regionale bediening. Dit maakt dat reizigers vaak meerdere lijnen moeten nemen en vaak moeten overstappen om op hun bestemming te geraken. Het ontbreken van een specifiek knooppunt voor openbaar vervoer waar trein en bus met elkaar aansluiten zorgt ervoor dat het openbaar vervoer duidelijk geen degelijk alternatief kan bieden voor de auto voor verplaatsingen over langere afstand.

Om deze problemen aan te pakken zijn op basis van de STIMULI-studie, die in 2003 in opdracht van de Vlaamse Regering uitgevoerd is, een aantal interessante verbindingen en verbeteringen voor het openbaar vervoer in Limburg aangetoond. Deze resultaten zijn door De Lijn tot een toekomstplan voor het Limburgs openbaar vervoer uitgewerkt met als resultaat het *Spartacusplan*.

De Lijn wil met dit plan een regionaal netwerk van snelle verbindingen tussen de steden uitbouwen. Hiervoor rekenen ze op een combinatie van trein, sneltram en snelbussen als basis voor een snel en comfortabel alternatief voor de auto over langere afstanden. De provinciehoofdstad Hasselt ligt reeds op het kruispunt van spoor- en buslijnen en zal in het project de hoofdknoop worden van het netwerk.

Zoals we in bijlage1 kunnen zien zijn er in het Spartacusplan plannen voor drie sneltramlijnen en zes nieuwe snelbuslijnen. Voor de minder drukke lijnen en de lijnen waar een trein of sneltram niet kan worden ingepast zal er gebruik gemaakt worden van snelbussen. Deze hebben in elke gemeente slechts enkele haltes waardoor ze een hogere gemiddelde snelheid hebben dan een normale bus. Dit komt de reistijd dan ook ten goede. De sneltrams zullen worden ingezet op de zwaardere lijnen waar ze, door hun

snellere reistijden en groter aantal zitplaatsen en hoger comfort, in een betere dienstverlening kunnen voorzien. Het plan voorziet drie sneltramlijnen, namelijk:

- Hasselt - Maasmechelen Leisure valley
- Hasselt - verstedelijkt gebied Noord Limburg
- Hasselt - Maastricht

Bron: (De Lijn, 2008)

Het is deze laatste die in deze paper onderzocht en besproken zal worden. Deze lijn is de eerste lijn van het Spartacusplan die zal worden gerealiseerd.

1.2 Beschrijving geplande project: een lightrail verbinding tussen Hasselt en Maastricht

Wat is een lightrailverbinding nu exact?

Wij citeren hier de definitie van de LightRail Transit Subcommittee of the Transportation Research Board (US) als beschreven in ECMT 1994 p.14:

“a metropolitan electric railway system characterized by its ability to operate single cars or short trains along exclusive rights-of-way at ground level, on aerial structures, in subways, or occasionally, in streets, and to board and discharge passengers at track or car floor level.” (ECMT, 1994)

Als we deze definitie vertalen naar de geest van het Spartacusplan betekent dit dat we te maken krijgen met een systeem van korte trams die zich in het stedelijk weefsel kunnen integreren om aldaar te functioneren als een gewone stadstram.

De lightrail heeft net als een ordinaire stadstram de mogelijkheid korte draaicirkels te nemen aan een lage snelheid. Dit maakt het mogelijk de lightrail, waar nodig, in straten te integreren. Een tweede overeenkomst met de stadstram is dat de lightrail aangedreven kan worden via bovenleidingen. Dit betekent geen uitstoot van schadelijke uitlaatgassen, zoals bij een bus of auto het geval is, en minder geluidshinder.

Buiten de stad zal de tram haar eigen bedding krijgen gescheiden van het reguliere wegverkeer. Deze gescheiden bedding zal de trein toelaten hogere snelheden te bereiken dan een gewone tram (max 100km/u). Door dat het sneltrammaterieel lichter is dan treinmaterieel is het in staat sneller te vertrekken en af te remmen. Dit komt de reistijden ten goede en reduceert ook de sluitingstijd aan de overwegen die langsheen het traject zullen worden aangelegd (Vlaams Ministerie Ruimtelijke Ordening, 2008).

Voor de aandrijving van de voertuigen is geopteerd voor een hybride diesel-elektrische aandrijving met de elektrische aandrijving voor de stad en de dieselaandrijving voor de niet-stedelijke gebieden. Verder zal het tramstel, om de toegankelijkheid te verhogen, een lage vloer hebben. Dit betekent dat een optimale toegankelijkheid mogelijk wordt. De spleet tussen het perron en de tram zal minimaal zijn om zo voor rolstoelgebruikers de toegang optimaal te maken. De lengte van de voertuigen zal tussen de 30 en de 40 meter liggen en ze zullen een capaciteit hebben van 200 plaatsen waarvan minstens 100 zitplaatsen. Verder zullen er aan de twee kanten van de tram deuren worden voorzien en is het mogelijk de tram te besturen in twee richtingen. Dit betekent dat er geen aanleg van keerlussen nodig is, wat bijvoorbeeld bij de kusttram wel het geval is (Grontmij, 2008).

1.2.1 Traject

Het exacte traject voor deze lightrailverbinding staat nog niet vast. Er bestaan vandaag maar liefst zeven verschillende tracévarianten. Deze zijn voornamelijk alternatieven tussen het hoofdknooppunt Hasselt station en de aansluiting met de N702 Universiteitslaan richting campus UHasselt en Diepenbeek. De keuze voor een tracévariant zal gebeuren op basis van enkele belangrijke criteria waaraan het traject moet voldoen. Deze criteria zijn vooral gerelateerd met de financiële, juridische en technische haalbaarheid van het traject:

- technische uitvoerbaarheid: vereiste ruimte, bochtstralen, hellingsbanen,...
- concept Spartacusplan: reistijden, knooppunten, te bedienen haltes, ...
- budgettaire haalbaarheid: aanlegkosten, exploitatiekosten, ...
- inpasbaarheid in de omgeving: onteigeningen, milieueffecten, impact op landschap,...

Bron: (Vlaams Ministerie Ruimtelijke Ordening, 2008)

Het meest uitgewerkte en waarschijnlijke traject voor de verbinding van Hasselt station en de N702 Universiteitslaan is het zogenaamde centrumtracé. Dit is ook het tracé dat we doorheen deze paper zullen volgen voor de analyse van de lightrail. Het tracé vertrekt van op het stationsplein over een nieuw aan te leggen dubbel spoor via de Kleine Breemstraat, Mouterijstraat, Stokerijstraat, Kanaalkom, Martelarenlaan (R70, Groene Boulevard), Kolonel Dusartplein en Koning Boudewijnlaan (N702) naar de Grote Ring. Vervolgens draait het spoor de N702 Universiteitslaan op richting campus

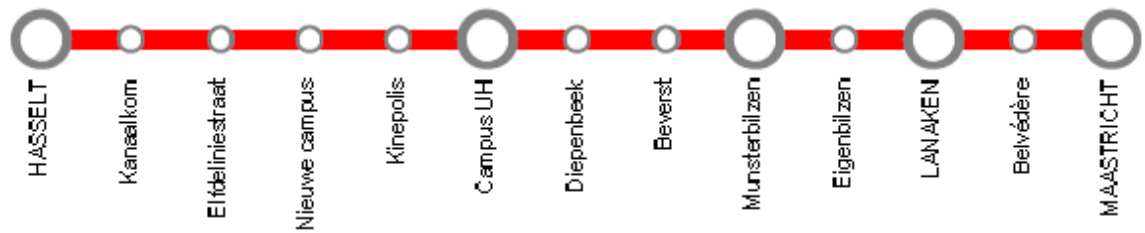
UHasselt. Hierna splitst het tracé zich. Een spoor loopt verder richting Genk voor lijn twee van het Spartacusplan, het andere loopt op enkel spoor verder richting Diepenbeek centrum. Op dit stuk van het traject verloopt het spoor gebundeld met de spoorlijn 34 doorheen Diepenbeek tot aan de voormalige vertakking in Beverst. Van hieruit gebruikt het tracé de verlaten spoorbedding van de vroegere lijn 20 tot aan Maastricht station. De totale lengte van dit traject bedraagt 31,065 km (Vlaams Ministerie Ruimtelijke Ordening, 2008). De reistijd van Hasselt naar Maastricht bedraagt in de huidige situatie zonder sneltram 71 minuten indien men het openbaarvervoer neemt. Door de investering in de sneltram zou deze gereduceerd worden tot 40 minuten (Spartacusplan reistijden schema, 2007).

Een van de voordelen van een lightrailverbinding is de mogelijkheid om te switchen tussen elektrische aandrijving, voor in de stedelijke gebieden en diesel, voor in rurale gebieden. Dit betekent dat een gedeelte van het traject zal uitgerust moeten worden met bovenleidingen om de tramstellen van stroom te voorzien. Volgens de lijn zal enkel in Hasselt en Maastricht gebruik gemaakt worden van bovenleidingen en zal voor de rest van het traject gebruik gemaakt worden van de dieselaandrijving van de tramstellen. Omdat het stuk tracé tot aan campus UHasselt in de toekomst ook nog gebruikt zal worden door de sneltram naar Genk en Maasmechelen wordt op dit stuk dubbelspoor voorzien om voldoende capaciteit te hebben om het aantal trams te kunnen verwerken. Elders wordt er in principe gebruik gemaakt van een enkel spoor met kruissingsplaatsen in Munsterbilzen, Lanaken en tussen campus UHasselt en Beverst.

1.2.2 Haltes

In het Spartacusplan wordt er gesproken over twee soorten haltes: (hoofd)knoophaltes en gewone haltes. Het verschil bestaat erin dat er op de knoophaltes aansluiting mogelijk is met andere opties van het openbaarvervoer. In figuur 2 zijn de knoophaltes aangegeven met een grote cirkel terwijl de gewone haltes aangegeven zijn met kleine cirkels. De lijn deelt de haltes vervolgens verder op in twee categorieën. Alle haltes tussen Hasselt station en campus UHasselt worden ingekleurd als zijnde stedelijke haltes, alle andere worden ingekleurd als landelijke haltes.

Figuur 1: Haltes lijn 1. (Vlaams Ministerie Ruimtelijke Ordening, 2008)



Het vertrekpunt van het traject is de hoofdknoophalte aan Hasselt station. Hier heeft men aansluiting op andere sneltrams, treinen, streekbussen en het stadsnet. Op de campus in Diepenbeek zal er in de toekomst aansluiting zijn met de sneltram richting Genk en Maasmechelen alsook met twee streekbussen en een belbus. In Munsterbilzen is er aansluiting met buslijn 10 naar Bilzen en een lokale belbus. Lanaken zal uitgebouwd worden tot een belangrijk knooppunt van het openbaarvervoer voor Zuid-Maasland. Er zal aansluiting worden voorzien op een snelbus richting Neerpelt/Maasmechelen, streekbussen richting Maasmechelen, Genk en Veldwezelt en twee lokale bussen.

Hoofdstuk 2 Analyse huidige situatie

In dit hoofdstuk zullen we een overzicht geven van de keuzemogelijkheden voor de reizigers indien hij een trip wil maken op de lijn Hasselt – Maastricht, in de huidige situatie vóór een investering. We bekijken de keuzemogelijkheden, de daaraan verbonden reistijden en tenslotte ook de modal split in Limburg.

2.1 Keuzemogelijkheden voor de reiziger in de huidige situatie

In de huidige situatie heeft de reiziger slechts een beperkte keuze om een trip te maken op de lijn Hasselt – Maastricht. De auto is vanzelfsprekend een van de keuzemogelijkheden indien men beschikt over een wagen. Wat het openbaar vervoer betreft is de keuze eerder klein.

De eerste optie is de trein nemen maar deze zal de reizigers slechts naar in staat stellen om Hasselt, Diepenbeek of Bilzen te bereiken op de lijn Hasselt – Maastricht. Maastricht kan bereikt worden met de trein vanuit Hasselt maar dit verloopt via Luik en de reistijd bedraagt 2 uur dus we beschouwen dit niet als een reële optie voor de reiziger.

De beste keuze optie binnen het openbaar vervoer op de lijn Hasselt – Maastricht is gebruik maken van de buslijn 20a. Deze bedient haltes in Hasselt, Diepenbeek, Bilzen, Lanaken en Maastricht en onder zijn haltes zitten ook de haltes die door de sneltram zouden worden bedient.

2.2 Reistijden per keuzemogelijkheid

In de huidige situatie is de personenwagen de snelste optie. Voor een enkele rit richting Maastricht heeft men met de auto ongeveer één uur tijd nodig. Indien men rechtstreeks van Hasselt naar Maastricht rijdt kan dit zelfs minder zijn omdat men dan gebruik kan maken van de autostrade tot in Bilzen.

Zoals we reeds eerder hebben gezegd is de trein niet echt een optie daar deze enkel Hasselt, Diepenbeek en Bilzen bedient op de door ons bestudeerde lijn indien men van Hasselt tot Maastricht wil sporen de reistijd twee uur bedraagt.

De beste en enige optie binnen het openbaar vervoer is de buslijn 20a. Deze doet er 71 minuten over om het volledige traject van Hasselt tot Maastricht af te leggen. Deze lijn zorgt ook voor de verbinding met Lanaken maar er is geen rechtstreekse bus naar

Maastricht via Lanaken. Men moet ofwel de buslijn 20a naar Lanaken nemen ofwel naar Maastricht. Voor aansluiting van Lanaken naar Maastricht moet men beroep doen op andere buslijnen van De Lijn.

2.3 Modal split in Limburg

Modal split is de verdeling van de verplaatsingen over de verschillende vervoersmogelijkheden. In het openbaar vervoergebied Hasselt – Genk gebeurt 67,1% van alle verplaatsingen met de personenwagen. Verplaatsingen te voet en met de fiets zijn goed voor 22% en 8% is met andere vervoersmiddelen zoals de motorfiets. Opmerkelijk is dat slechts 3,1% van alle verplaatsingen gebeuren met het openbaarvervoer (Idea consult & Ecorys, 2008).

Dit lage aandeel van het openbaar vervoer in het totaal aantal verplaatsingen zou kunnen verklaard worden door het feit dat het aanbod van het openbaar vervoer, zowel De Lijn als NMBS, bestaat uit trage verbindingen met veel stopplaatsen.

Gezien het lage aandeel van het openbaar vervoer in het totale aantal verplaatsingen bestaat er de mogelijkheid om, met behulp van snelle en comfortabele verbindingen, meer reizigers aan te trekken voor het openbaar vervoer. Daarom dat men het Spartacusplan heeft uitgewerkt. We zullen in de volgende de kosten en de baten voor de eerste lijn van het project, namelijk Hasselt – Maastricht, duidelijk proberen te analyseren.

Hoofdstuk 3 Werkwijze kosten-batenanalyse

In dit hoofdstuk tonen we de werkwijze aan de hand van welke we de twee investeringsopties zullen beoordelen en vergelijken. We zullen eerst de werkwijze uitleggen voor het berekenen van de extra kosten die een investering met zich mee brengt, vervolgens zullen we de baten voor de reizigers en de extra ontvangsten behandelen en tenslotte komen de externe kosten nog aan de beurt. De werkwijze die wordt uitgelegd is de algemene werkwijze voor beide opties.

3.1 Extra kost investering

Een investering brengt altijd extra kosten met zich mee. In deze analyse zullen we gebruikmaken van een kostenfunctie zoals ze door Small en Verhoef (Small & Verhoef, 2007) wordt opgesteld. Het voordeel van zulke kostenfunctie is dat deze alle kosten, zowel variabele als investeringskosten, uitdrukt in een bedrag per dag. De reden dat deze de kosten per dag uitdrukt is omdat alle inputs in de functie ook berekend zijn per dag. De functie die Small en Verhoef opstellen is een functie die de relatie bepaalt tussen de kosten en de intermediaire outputs. Deze functie wordt dan:

$$C = c_1 \cdot RK + c_2 \cdot PV + c_d \cdot VU_d + c_p \cdot VU_p + c_3 \cdot VK$$

met RK =route kilometers, PV =piekvoertuigen, VU_d = voertuigen op dalmomenten, VU_p = voertuigen op piekmomenten en VK =voertuigkilometers.

We zullen nu vervolgens punt per punt de analytische berekeningswijze tonen van de kostenelementen waarvoor we niet zomaar cijfers beschikbaar hebben of die we niet rechtstreeks kunnen invullen. Vervolgens zullen we in Hoofdstuk 5 deze analytische berekeningen invullen met alle beschikbare data die we konden verkrijgen voor de beide opties.

3.1.1 Kostenelementen

In dit punt zullen we de individuele variabelen die we nodig hebben in onze kostenfunctie behandelen. We tonen de werkwijze waarop deze met behulp van de juiste data berekend kunnen worden.

3.1.1.1 Berekening voertuiguren

De berekening van het aantal voertuiguren is vrij simpel maar we moeten wel een onderscheid maken tussen de dal- en de piekmomenten. Dit onderscheid is noodzakelijk omdat de mogelijkheid bestaat dat op de piekmomenten, 's ochtends en 's avonds, er meer voertuigen moeten worden ingezet om voldoende capaciteit te hebben om de reizigersstroom te kunnen verwerken. De berekening wordt gegeven door volgende formules:

$$VU_p = PV \times U_p$$

$$VU_d = DV \times U_d$$

met VU_d =voertuigdaluren, DV =dalvoertuigen, PV =piekvoertuigen, $U_{p,d}$ =aantal dal/piekmomenten en VU_p =voertuigpiekmomenten.

Het aantal voertuiguren in piek- of dalmomenten wordt dus bepaald door het aantal voertuigen op deze momenten vermenigvuldigt met het aantal uren van de piek- en dalmomenten. De parameter voertuiguren en de bijhorende kostencoëfficiënt zijn een maat om het deel van de variabele kosten van de exploitatie dat niet toe te schrijven is aan brandstofkosten uit te drukken. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de kosten verbonden aan het inzetten van extra chauffeurs en de bijhorende loonkosten.

3.1.1.2 Berekening voertuigkilometers

Het aantal voertuigkilometers per dag is afhankelijk van de lengte van het traject, het aantal voertuigen ingezet en de tijdsduur om het traject volledig heen en terug af te leggen. De relatie wordt als volgt gegeven:

$$VK = \beta RK \times VU_p + \beta RK \times VU_d$$

met VK = voertuigkilometers, RK =routekilometers, VU_p =voertuigpiekmomenten en VU_d =voertuigdaluren. De parameter β verdient echter nog extra uitleg. β is het aandeel in het totale traject, dit is heen en terug, dat een sneltram of snelbus kan afleggen in een uur.

De sneltram heeft een reistijd van 40 minuten voor een enkele rit (Lijn, 2008). Dit betekent dat de sneltram op een uur tijd ongeveer $\frac{3}{4}RK$ kan afleggen. Voor de sneltram wordt de vergelijking voor het aantal voertuigkilometers dan:

$$VK = \frac{3}{4}RK \times VU_p + \frac{3}{4}RK \times VU_d$$

Volgens een studie van Grontmij Vlaanderen zou een snelbus verbinding 30-50% trager zijn dan een sneltram verbinding (Grontmij, 2008). Deze laatstgenoemde heeft een reistijd van 40 minuten voor een enkele rit (Lijn, 2008). Dit betekent dat een snelbus gemiddeld gezien ongeveer 56 minuten nodig heeft voor een enkele rit. Dit heeft als gevolg dat een snelbus, indien we rekening houden met enkele minuten stilstand aan de eindstations, per uur ongeveer $\frac{1}{2}RK$ kan afleggen. Ter herinnering vermelden we nogmaals dat RK, de routekilometers, de lengte is van het traject heen en terug in kilometers. De berekening van het aantal voertuigkilometers voor de snelbus wordt hierdoor als volgt gegeven:

$$VK = \frac{1}{2}RK \times VU_p + \frac{1}{2}RK \times VU_d$$

Doordat VU_p en VU_d gegeven zijn in uren per dag drukt VK de gereden voertuigkilometers voor het totaal van alle voertuigen per dag uit.

3.2 *Baten voor bestaande busgebruikers*

In dit punt worden de baten berekend voor de reizigers die voor de investering reeds gebruik maakten van het openbaarvervoer in de vorm van de buslijn 20a. De baten worden berekend aan de hand van het begrip “gegeneraliseerde kost”. Deze wordt op de volgende manier uitgedrukt (European commission, 2008):

$$gc = p + z + vT$$

met p=prijs van de rit (kost van auto of buskaart), z=andere kosten (comfort etc.), v=monetaire tijdswaardering en T= tijdsduur van een rit. Voor de baten van de bestaande busreizigers zal z gelijk zijn aan nul. Deze is pas van belang voor de mensen die overstappen van auto naar snelbus of lightrail.

De baten van een investering in bus of lightrail voor bestaande reizigers kunnen dan berekend worden door het verschil te nemen van de gegeneraliseerde kost voor de investering en deze met de investering en dit te vermenigvuldigen met het aantal reizigers.

$$Baten = (gc_{bus} - gc_{snelbus/tram}) \times (R_1)$$

met gc_{bus} = gegeneraliseerde kost van een busrit voor investering, $gc_{snelbus/tram}$ = gegeneraliseerde kost na investering en R_1 = reizigerstrips na investering.

3.3 Baten voor voormalige autogebruikers

Dit is de groep die voorheen reeds de trip op de lijn maakte met de personenwagen. De baten voor deze gebruikers vloeien voort uit een verminderde gegeneraliseerde kost door over te stappen naar de nieuwe investering. De baten worden opnieuw op volgende manier berekend:

$$Baten = (gc_{auto} - gc_{snelbus/tram}) \times (R_1)$$

met gc_{auto} = generalised cost van een trip met de personenwagen voor investering, $gc_{snelbus/tram}$ = generalised cost na investering en R_1 = reizigerstrips na investering.

De gegeneraliseerde kost van de personenwagen kennen we echter niet. We moeten op een of ander manier rekening houden met het feit dat de mensen vroeger niet wilden gebruik maken van het openbaar vervoer maar na de investering dit wel zullen doen. Uitgedrukt in termen van gegeneraliseerde kost betekent dit:

$$\begin{aligned} gc_{auto} &\leq gc_{bus} \\ gc_{auto} &\geq gc_{sneltram} \end{aligned}$$

en dus $\Delta gc_{auto \rightarrow tram} \leq \Delta gc_{bus \rightarrow tram}$. We hebben dus enkel een bovengrens voor de gegeneraliseerde kost van de personenwagen. Aangezien dit de enige informatie is die we hebben moeten we aannemen dat volgende gelijkheid geldt:

$$\Delta gc_{auto \rightarrow snelbus/tram} = \Delta gc_{bus \rightarrow snelbus/tram}$$

Dit betekent dat we de veronderstelling maken dat de mensen die zullen switchen van de auto naar de snelbus of sneltram diegene zijn waarvoor geldt dat $gc_{auto} = gc_{bus}$. Deze mensen zijn dus onverschillig tussen de auto of het openbaar vervoer en een vermindering van de gegeneraliseerde kost van het openbaar vervoer zal er voor zorgen dat ze overstappen.

3.4 Baten voor nieuwe gebruikers

Voor de groep nieuwe reizigers worden de baten berekend aan de hand van volgende formule:

$$Baten = \left(\frac{1}{2} \Delta gc_{voor \rightarrow na}\right) \times R_1$$

Met $\Delta gc_{voor \rightarrow na} = gc_{voor} - gc_{na}$, waarbij $gc_{na} = gc_{snelbus/tram}$ en $R_1 =$ aantal reizigers. We brengen maar de helft van de baten in rekening. Dit omdat we de gangbare “rule of half” toepassen omwille van de onzekerheid over het exacte aantal nieuwe reizigers. We weten niet wat de waarde van de gegeneraliseerde kost is voor de investering voor deze groep van reizigers maar we nemen het gemiddelde van gc_{auto} en gc_{bus} . Maar aangezien $gc_{auto} = gc_{bus}$ krijgen we ook hier dat $gc_{voor} = gc_{bus}$. De baten zijn dus gelijk aan:

$$Baten = \left(\frac{1}{2} \Delta gc_{bus \rightarrow snelbus/tram}\right) \times R_1$$

3.5 Extra ontvangsten

Voor het berekenen van de extra ontvangsten voor De Lijn, gegenereerd door de nieuwe investering, gaan we uit van het huidige tarief voor een busticket op de lijn Hasselt - Maastricht. We zullen de informatie uit studies uitgevoerd in opdracht van De Lijn gebruiken om een beeld te vormen over wat de extra ontvangsten voor De Lijn zullen zijn.

3.6 Externe kosten

Externe kosten zijn de monetaire uitdrukking van de neveneffecten die voortvloeien uit eender welke activiteit die effect hebben op derden. In dit geval bekijken we dus de externe kosten die veroorzaakt worden door het personenvervoer. Er zijn zes categorieën in welke de externe kosten ingedeeld kunnen worden. Deze zes zijn: luchtvervuiling, klimaatverandering, congestie, geluidshinder, ongevallen en schade aan het wegdek. Voor ieder van deze categorieën zullen we een waarde kunnen plakken op de externe kosten die de investering in snelbus of lightrail zal veroorzaken. Deze categorieën zijn echter nog onderverdeeld in subcategorieën zoals stedelijk en ruraal gebied. Dit betekent dat we het eerst het traject moeten analyseren dat men zal afleggen en berekenen hoeveel voertuigkilometers er wordt afgelegd in stedelijk- of ruraal gebied.

3.6.1 Externe kosten snelbus

Voor het berekenen van de externe kosten van een snelbus zullen we gebruik maken van de kosten zoals weergegeven in tabel. Deze kosten zijn de geaggregeerde kosten van de zes verschillende categorieën van externe effecten die veroorzaakt worden door het busverkeer.

Tabel 1: Externe kosten busverkeer. (De Ceuster, 2004)

Gebied	Tijdstip	€/vkm
Stedelijk	Daluur	0,296
	Piekuur	0,311
Ruraal	Daluur	0,256
	Piekuur	0,271

3.6.2 Externe kosten sneltram

Voor de sneltram hebben we een gelijkaardige tabel aan de hand van cijfers uit Maibach et al. (2008). Ook hier zijn de externe kosten het totaal van de kosten in de zes categorieën van externe effecten veroorzaakt door de lightrail. De omzetting van de kosten per passagierkilometer naar voertuigkilometer is gebeurd volgens de gemiddelde bezettingsgraad van een trein van 149 passagiers per trein zoals gegeven in Maibach et al. (2008).

Tabel 2: Externe kosten lightrail. (Maibach et al., 2008)

Gebied	Aandrijving	Externe kost (in €/pkm)	Externe kost (in € /vkm)
Stedelijk	Elektrisch	0,56	0,834
	Diesel	2,08	3,10
Ruraal	Elektrisch	0,46	0,685
	Diesel	1,08	1,609

3.6.3 Berekening totale externe kosten per vervoerstype

De totale externe kosten per voertuigtype kunnen vervolgens berekend worden aan de hand van volgende formule:

$$EK = st \cdot VKM \cdot K_{st} + (1 - st)(VKM \cdot K_{ru})$$

met st = aandeel stedelijk gebied in totale lengte van het traject, VKM = voertuigkilometer, K_{st} = externe kosten stedelijk gebied, K_{ru} = externe kosten ruraal gebied.

Merk wel op dat de lightrail een hybride aandrijving heeft. In stedelijk gebied rijdt deze op een elektromotor aangedreven door een bovenleiding. In ruraal gebied zal de aandrijving gebeuren doormiddel van een dieselmotor. Het is belangrijk bij de berekening dit niet te vergeten en de juiste kosten coëfficiënt te gebruiken.

Vervolgens moet men ook berekenen hoeveel externe kosten men vermijdt door de investering. Men heeft immers minder externe kosten van personenwagens omdat er een deel van de reizigers overstapt van de personenwagen naar de sneltram. De totale externe kosten is dan het verschil tussen de externe kosten van de sneltram en de vermeden externe kosten van de reizigers die voorheen de personenwagen namen. Indien het verschil tussen deze twee negatief is dan moeten we deze negatieve externe kost dus eigenlijk bekijken als een positieve baat. Indien het verschil positief is rekenen we dit gewoon bij de kosten.

3.6.4 Externe kosten auto

Omdat er met de personenwagens verschillende routes mogelijk zijn naar de verschillende haltes op de lijn Hasselt – Maastricht moeten we eerst de gemiddelde externe kost per voertuigkilometer voor de personenwagens op het traject berekenen.

Het voorgestelde lightrail project heeft negen haltes langs het volledige traject namelijk: Hasselt station, Kolonel Dusartplein, Campus UHasselt, Diepenbeek, Munsterbilzen, Lanaken en Maastricht. De oplossing om te corrigeren voor de verschillende bestemmingen en trajecten die men met de auto kan nemen bestaat er in deze bestemmingen in te delen in vier mogelijke routes en dan voor deze routes de externe kosten te nemen. Vervolgens berekenen we de gemiddelde externe kost per voertuigkilometer van de vier trajecten samen. We kunnen de Haltes opsplitsen in vier categorieën daar sommige reeds langs het traject van een andere route liggen en we deze dus hierbij kunnen rekenen. De vier routes zijn:

- Hasselt - Maastricht (10km stedelijk gebied, 26km ruraal gebied)
- Hasselt - Lanaken (8km stedelijk gebied, 24 km ruraal gebied)
- Hasselt - Campus UHasselt (6,5km stedelijk gebied, 1,5km ruraal gebied)
- Hasselt - Diepenbeek (11km stedelijk gebied, 2,5 ruraal gebied)

Tussen de haakjes staat het aantal kilometer van het traject dat door stedelijk of ruraal gebied loopt. Dit onderscheid wordt gemaakt omdat de externe kosten verschillen voor stedelijk en ruraal gebied.

Om de gemiddelde externe kosten te berekenen maken we gebruik van de externe kosten zoals ze gegeven worden door Maibach et al. (2008). De externe kosten worden weergegeven in tabel 3. De eerste kolom geeft de kosten in eurocent per passagierkilometer, de tweede kolom geeft de kosten weer in eurocent per voertuigkilometer. De kosten in de tabel zijn het totaal van verschillende externe effecten. De effecten die hier in rekening gebracht zijn, zijn: geluidshinder, ongevallen, luchtvervuiling, klimaatverandering, productieproces, natuur- en landschapsverandering en bodem- en watervervuiling.

Tabel 3: Externe kosten personenwagen. (Maibach et al., 2008)

		€ct/pkm	€ct/vkm
Stedelijk	Dag (benzine)	4,11	6,7815
	Dag (diesel)	4,62	7,623
	Nacht (benzine)	4,49	7,4085
	Nacht (diesel)	5	8,25
Ruraal	Dag (benzine)	2,06	3,3372
	Dag (diesel)	2,39	3,8718
	Nacht (benzine)	2,12	3,4344
	Nacht (diesel)	2,46	3,985

We berekenen nu een gemiddelde kost per voertuigkilometer per trajectoptie. Hiervoor houden we rekening met enkele belangrijke elementen. We gebruiken de opdeling in stedelijk en ruraal gebied voor ieder traject. We veronderstellen dat er enkel gereden wordt op uren die onder de categorie “dag” vallen. Een tweede element dat belangrijk is voor het berekenen van een correcte gemiddelde externe kost per voertuigkilometer is de samenstelling van het wagenpark in Vlaanderen. Dit betekent dat we een onderscheid maken tussen benzine- en dieselwagens. Beide opdelingen zijn noodzakelijk daar er verschillende externe kosten aan de verschillende gebieden en verschillende brandstoftypes zijn verbonden.

Volgens het nationaal instituut voor de statistiek zijn er in Vlaanderen 2 161 807 benzine- en 2 903 238 Dieselwagens ingeschreven in 2008 (Economie, 2009). We veronderstellen dat de samenstelling van de voertuigen die de trip naar Maastricht

maken identiek is aan de samenstelling van het Vlaamse wagenpark omdat we geen gedetailleerde studie hebben over welk type wagens er op het traject Hasselt - Maastricht rijdt. Om bruikbaar te zijn in de berekening rekenen we het aantal benzine- en dieselwagens om naar hun respectievelijke aandeel in het Vlaamse wagenpark. De benzinewagens nemen 42% voor hun rekening en de dieselwagens 58%.

De berekening gaat als volgt: we vermenigvuldigen het aantal kilometers in ruraal of stedelijk gebied met het aandeel dieselwagens en de bijhorende externe kost. Vervolgens doen we hetzelfde voor de benzinewagens. De gemiddelde externe kost per voertuigkilometer per traject is dan de som van de berekening per gebied en per voertuigtype gedeeld door de trajectlengte.

We geven voor het traject Hasselt - Maastricht de volledige berekening:

$$\begin{aligned}
 &10km \times 0,58 \times 7,62 \frac{\text{€cent}}{\text{vk}} + 10km \times 0,42 \times 6,7815 \frac{\text{€cent}}{\text{vk}} \\
 &+ 26km \times 0,58 \times 3,8718 \frac{\text{€cent}}{\text{vk}} + 26km \times 0,42 \times 3,372 \frac{\text{€cent}}{\text{vk}} \\
 &= 167,89 \text{€cent}
 \end{aligned}$$

De eerste vermenigvuldiging geeft de externe kost per voertuigkilometer weer in stedelijk gebied voor het aandeel dieselwagens. De volgende vermenigvuldiging geeft hetzelfde weer maar dan voor het aandeel benzinewagens. Vervolgens geeft de derde vermenigvuldiging de externe kost per voertuigkilometer in ruraal gebied voor het aandeel dieselwagens en de vierde vermenigvuldiging voor het aandeel benzinewagens. We bekomen dan dat voor dit traject de externe kosten 167,89 eurocent bedragen voor 36 voertuigkilometers.

We geven nu voor de drie andere drie traject opties eveneens de externe kosten. De berekening gebeurt op dezelfde manier als voor het traject Hasselt - Maastricht.

Tabel 4: Externe kosten per traject.

Hasselt - Maastricht	167,89 eurocent/36vkm
Hasselt - Lanaken	143,04 eurocent/32vkm
Hasselt - campus UHasselt	52,73 eurocent/8vkkm
Hasselt - Diepenbeek	89,10 eurocent/13,5vkm

Als we al de resultaten van de verschillende trajectopties optellen dan komen we uit op 452,76 €ct externe kosten voor 89,5 voertuigkilometers. Dit komt overeen met een gemiddelde externe kost van 5,06 €ct per voertuigkilometer. Dit moeten we nu in

rekening brengen met het aantal trips die er dagelijks gemaakt worden op deze verschillende trajecten.

Hoofdstuk 4 Data investeringsopties

In dit hoofdstuk zullen we de beschikbare data voor de beide investeringsopties verzamelen. We zullen eerst de data van voor de sneltram behandelen en vervolgens de data voor de snelbus. Deze data kunnen we dan in het volgende hoofdstuk gebruiken voor het berekenen van de kosten en baten.

4.1 Data lightrail

Er zijn in opdracht van De Lijn verschillende studies uitgevoerd met betrekking tot het Spartacusplan. Deze hebben echter verschillende invalshoeken en gaan meestal over het Spartacusplan in zijn geheel. Dit heeft als gevolg dat er vele verschillende bronnen nodig zijn om een studie over de lijn Hasselt - Maastricht te kunnen uitvoeren. Daarom zullen we in dit punt de belangrijkste data nodig voor de analyse samenbrengen zodanig dat dit resulteert in een overzichtelijker geheel om mee te werken. Een tweede gevolg is dat, omwille van het feit dat veel studies gaan over Spartacus in zijn geheel, de data die er in wordt weergegeven niet gedetailleerd genoeg is. Werken met de data in de ruwe vorm zou dan leiden tot fouten of over- en onderschattingen. Om toch een zo nauwkeurig mogelijk resultaat te bekomen zullen we de data die we hebben proberen zo goed mogelijk te bewerken aan de hand van andere studies of cijfers van referentieprojecten.

Het eerste belangrijke punt in de data die we nodig hebben is de reizigersanalyse. Deze zullen we eerst bekijken, vervolgens zullen we verder gaan met de data omtrent de voertuigen. De volgende stap is dan een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de kosten om deze dan vervolgens om te zetten naar de parameters gebruikt in onze analyse.

4.1.1 Reizigersanalyse

Een van de belangrijkste elementen in een kosten-batenanalyse voor een project dat betrekking heeft tot het personenvervoer is het beschikken over een duidelijke en zo correct mogelijke reizigersstudie. De hoeveelheid reizigers heeft immers veel invloed op allerhande elementen in de kosten en de baten van het project. Zo bepalen ze bijvoorbeeld hoeveel voertuigen er moeten ingezet worden om voldoende capaciteit te hebben om alle reizigers te kunnen vervoeren op piekmomenten. Voorts bepalen ze ook

de totale waarde van de gewonnen tijd geaggregeerd over alle reizigers. Hoe meer reizigers tijdwinst kunnen boeken des te groter de baten zijn voor dit project. Verder worden ook de baten in de vorm van vermeden externe kosten er door bepaald; want hoe meer reizigers gebruik maken van het openbare vervoer des te minder er met de auto de trip zullen maken. Bijna alle elementen hebben wel iets waarvoor een goede reizigersstudie belangrijk is.

We citeren Het Belang van Limburg, p. 63, (20/09/'08): *” Het instituut voor Mobiliteit binnen de Universiteit Hasselt gaat voor 9,8 miljoen reizigers, terwijl het bureau Goudappel Coffeng het over 25 miljoen heeft”* .

Dit zijn de enige cijfers die we tot op heden beschikbaar hebben om de analyse mee uit te voeren. De 9,8 en de 25 miljoen reizigers zijn voorspeld voor het geheel van de drie sneltramlijnen uit het Spartacusplan. Daarom zullen we aan de hand van verschillende verdeelsleutels het aantal reizigers specifiek voor de lijn Hasselt – Maastricht proberen te berekenen. In 4.1.1.1 zullen we de hoeveelheid van het verwachte aantal reizigers voor de eerste lijn berekenen. Vervolgens zullen we in 4.1.1.2 proberen de reizigersstromen doorheen de dag beter in kaart te brengen om deze uiteindelijk nog onder te verdelen per halte in punt 4.1.1.3.

4.1.1.1 Toewijzing aantal reizigers aan lijn Hasselt – Maastricht

Om de reizigers te kunnen toewijzen aan de lijn Hasselt – Maastricht moeten we gebruik maken van een verdeelsleutel die op een zo correct mogelijke manier de reizigers verdeelt over de voorziene lijnen. We baseren onze verdeelsleutel op de bevindingen van Kuby, Barranda en Upchurch (2004).

Zij onderzochten de factoren die het aantal reizigers op lightrail systemen in de USA bepalen. In hun onderzoek komen ze tot 11 significante variabelen die het aantal reizigers bepalen. Deze zijn: tewerkstelling, bevolking, internationale grenzen, vliegvelden, eindstation, transferstation, bereikbaarheid, extreme temperaturen, aantal huurders, busverbindingen en tenslotte de aanwezigheid van een park and ride.

Omdat dit een Amerikaanse studie is zijn sommige van de verklarende variabelen voor de situatie in België niet van toepassing. San Francisco is immers moeilijk gelijkwaardig te stellen aan een stad zoals Hasselt of Maastricht. De variabelen die we van toepassing achten om een verdeelsleutel te berekenen voor het Spartacusplan in Limburg zijn de volgende: tewerkstelling, bevolking, internationale grenzen en busverbindingen.

De keuze om de andere variabelen weg te laten hangt af van verschillende factoren. De variabele “Vliegvelden” is niet van toepassing omdat, alhoewel er een luchthaven is in Maastricht, de sneltram deze niet bedient. Alhoewel de variabele “transfer” van toepassing zou kunnen zijn laten we deze toch weg omdat de enige halte waar er overstap mogelijk is naar andere sneltramverbindingen Hasselt is en deze op alle drie de lijnen ligt en dus niet van belang is voor de verdeelsleutel. Verder laten we ook de variabele “eindstation” weg omdat iedere lijn een eindstation heeft en dit dus niet van belang is in het berekenen van een verdeelsleutel. De variabele “Extreme temperaturen” laten we vallen omdat dit in een land als België met een vrij gematigd klimaat niet van toepassing is en niet relevant voor de verdeelsleutel. Verder laten we ook de variabele aantal huurders weg omdat we hier geen concrete data over hebben en omdat deze parameter niet echt van toepassing is binnen onze context. Tenslotte laten we ook de variabele park & ride weg omdat we de schatting doen op niveau van een hele lijn en deze dummy variabele voor de drie lijnen toch telkens 1 zou zijn.

De berekening van de verdeelsleutel gaat op volgende wijze. We berekenen volgens de formule van Kuby et al. (2004) met de door ons geselecteerde variabelen het verwachte aantal reizigers, voor ieder van de drie lijnen, volgens de resultaten van hun onderzoek. Zij bekijken in hun onderzoek wel het aantal passagiers per station, daarom zullen we de verschillende lijnen behandelen als zijnde een station. De kenmerken van de hele lijn worden gebruikt alsof het om een station ging. Het aantal reizigers dat we bekomen zal geen correct cijfer zijn maar we kunnen dit getal dan gebruiken om het aandeel in het totale aantal voorspelde reizigers volgens de formule te berekenen. Deze coëfficiënt die we dan krijgen zal onze verdeel sleutel worden voor de verdeling van de 9,8 of 25 miljoen reizigers (Het Belang Van Limburg, 2008)

We bereken voor de drie lijnen nu het verwachte aantal reizigers volgens volgende formule (Kuby, Barranda, & Upchurch, 2004) met de door ons geselecteerde variabelen:

$$\begin{aligned} \text{Reizigers} = & 1584 + 0,23 \cdot \text{tewerkstelling} + 0,092 \cdot \text{bevolking} \\ & + 12,055 \cdot \text{grens} + 123 \cdot \text{bus} \end{aligned}$$

De cijfers voor iedere variabele worden weergegeven in tabel 5. De data zijn telkens de geaggregeerde data van de gemeenten waar de betreffende lijn stopplaatsen heeft.

Voor de lijn 1, Hasselt – Maastricht, zijn dit Hasselt, Diepenbeek, Bilzen, Lanaken en Maastricht.

Voor de lijn 2, Hasselt – Maasmechelen, is dit Maasmechelen, Genk, As en Hasselt.

Voor de laatste lijn 3, Hasselt – Noord Limburg, is dit Lommel, Neerpelt, Peer (Wijchmaal), Houthalen-Helchteren, Hasselt.

Tabel 5: Variabelen uit functie Kuby et al. Bron: (Lokale statistieken absolute cijfers, 2007), (Veolia, 2009), (Werkgelegenheid in Maastricht, 2007)

	lijn 1	lijn 2	lijn 3
Tewerkstelling	176.513	142.338	118.379
Bevolking	278.919	182.009	166.203
Grens	1	0	0
Bus	80	67	43

Als we deze cijfers gebruiken in de beperkte formule afgeleid van Kuby et al. (2004) dan bekomen we de voorspelling en de bijhorende verdeelsleutel als weergegeven in tabel 6.

Tabel 6: Voorspelling aantal reizigers volgens Kuby et al. en bijhorende verdeelsleutel.

	Voorspelling (#reizigers)	Verdeelsleutel (in %)
lijn1	77.695	41
lijn2	59.308	32
lijn3	49.391	27

Nu dat we de verdeelsleutels berekend hebben kunnen we ook het aantal reizigers per lijn toewijzen. In tabel 7 wordt het aantal reizigers weergegeven per lijn na verdeling aan de hand van de verdeelsleutels uit tabel 6 voor het voorspelde aantal reizigers van de UHasselt en Goudappel Coffeng.

Tabel 7: Verwacht dagelijks aantal reizigers volgens UHasselt en Goudappel Coffeng per lijn. Bron: eigen berekeningen op basis van (de Jong & Miermans, 2006) en (Goudappel Coffeng, 2007)

	Reizigers volgens UHasselt	Reizigers volgens Goudappel Coffeng
lijn1	4.018.000	10.250.000
lijn2	3.136.000	8.000.000
lijn3	2.646.000	6.750.000

Op basis van de oorspronkelijke cijfers berekend door de Universiteit van Hasselt bekomen we na toepassing van de berekende verdeelsleutel dat er 4 018 000 reizigers per jaar gebruik maken van de verbinding Hasselt – Maastricht. Als we de cijfers van Goudappel Coffeng gebruiken wordt dit 10 250 000 reizigers per jaar. In het volgende punt zullen we de reizigersstromen doorheen de dag in kaart brengen.

4.1.1.2 Reizigersstromen gedurende de dag

In punt 4.1.1.1 hebben we het aantal reizigers per lijn berekend. In dit punt gaan we nu de reizigersstromen doorheen een dag bekijken. De mate waarin de reizigers

geconcentreerd zijn op bepaalde tijdstippen doorheen de dag heeft belangrijke effecten. Want er moet voldoende capaciteit zijn om aan de toevloed van reizigers te kunnen voldoen. We berekenen eerst het aantal reizigers per dag om dan vervolgens de reizigersstromen tijdens de operationele uren van de sneltram gedurende de dag te berekenen.

Het aantal reizigers per dag is eenvoudig te berekenen. We maken geen onderscheid tussen vakantie dagen en weekends omdat dit met de beperkte beschikbare data onmogelijk is daarover een onderscheid te maken. Het aantal reizigers per dag is dan: het aantal reizigers per jaar gedeeld door 365 dagen. Het aantal reizigers per dag wordt weergegeven in tabel 8:

Tabel 8: Verwacht dagelijks aantal reizigers volgens UHasselt en Goudappel Coffeng voor de lijn Hasselt - Maastricht. Bron: eigen berekeningen op basis van (de Jong & Miermans, 2006) en (Goudappel Coffeng, 2007)

Reizigers per dag volgens UHasselt	Reizigers per dag volgens Goudappel Coffeng
11.008	28.082

Nu komt het er op aan om de reizigersstromen doorheen de dag in beeld te brengen. Dit betekent een onderscheid maken tussen de reizigers die de sneltram nemen op piekuren en reizigers die van de sneltram gebruik maken op daluren. Tabel 9 geeft de verdeling van het totaal aantal verplaatsingen per dag volgens vertrekuur (ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004). Tabel 10 geeft de procentuele verdeling van het totaal aantal verplaatsingen gedurende de uren dat de sneltram operationeel zal zijn. We veronderstellen dat de uren waarop de tram rijdt gelijk te zijn aan de uren dat de lijn 20a nu operationeel is. Deze voorziet in een bediening tussen 6 en 23 uur (Dienstregeling 20a, 2008).

Tabel 9: Verdeling van het totaal aandeel verplaatsingen per dag volgens vertrekuur. Bron: (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004)

Tijdstip	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Voormiddag	0,33	0,30	0,17	0,06	0,27	1,06	1,46	6,35	10,89	4,77	5,55	4,77
Namiddag	6,99	5,97	5,70	8,47	8,92	8,07	6,54	4,74	3,44	2,03	2,09	1,06

Tabel 10: Procentuele verdeling van het totaal aantal verplaatsingen per vertrek uur gedurende de uren dat sneltram operationeel zal zijn.

Tijdstip	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Voormiddag							1,49	6,5	11,14	4,88	5,68	4,88
Namiddag	7,15	6,11	5,83	8,67	9,13	8,26	6,69	4,85	3,52	2,08	2,14	1,08

Als we deze verdeling van het totaal aantal verplaatsingen per dag volgens vertrekuur nu in rekening brengen met het reeds berekende aantal reizigers per dag bekomen we het verwachte aantal reizigers per uur zoals weergegeven in de volgende twee tabellen. Tabel 11 geeft het verwachte aantal reizigers per uur voor de voorspelling van de UHasselt. Tabel 12 geeft het verwachte aantal reizigers per uur voor de cijfers van Goudappel Coffeng.

Tabel 11: Verwachte aantal reizigers per uur volgens voorspelling UHasselt.

Tijdstip	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Voormiddag							164	716	1226	537	625	537
Namiddag	787	673	642	954	1005	909	736	534	387	229	236	118

Tabel 12: Verwachte aantal reizigers per uur volgens voorspelling Goudappel Coffeng.

Tijdstip	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Voormiddag							418	1825	3128	1370	1595	1370
Namiddag	2008	1716	1637	2435	2564	2320	1878	1362	988	584	601	303

Deze cijfers die we nu reeds hebben berekend zijn echter nog steeds het totale aantal reizigers over alle haltes. Om echter alle kosten en baten in de analyse te kunnen berekenen zijn deze cijfers nog niet voldoende. Voor het berekenen van onder andere het aantal piekvoertuigen of de baten van tijds winst is het noodzakelijk dat we weten hoeveel reizigers er per halte opstappen. Daarom zullen we in het laatste punt van de reizigersanalyse het aantal reizigers per halte proberen te berekenen.

4.1.1.3 Aantal reizigers per halte

Indien we inzage hadden in de door De Lijn uitgevoerde reizigersstudie zouden we een gedetailleerder beeld kunnen hebben van het aantal reizigers per halte. Maar omdat hier geen inzage in verleend wordt zullen we zelf het aantal reizigers per halte per vertrekuur moeten berekenen.

We maken opnieuw gebruik van het onderzoek van Kuby et al. (2004) om voor iedere stopplaats van de lightrail het verwachte aantal reizigers per dag per uur te berekenen. De resultaten die we verkrijgen uit de schatting van het aantal reizigers per halte volgens Kuby et al. zullen geen correcte cijfers zijn maar zullen weer dienen om een relatieve verdeelsleutel te berekenen die het aantal reizigers per halte toewijst. Voor deze berekening hebben we data nodig voor de variabelen inwoners, tewerkstelling, busverbindingen en grens.

De data voor het aantal inwoners in de buurt van een halte komen uit het onderzoek naar de sociaal - economische potenties voor Spartacus uitgevoerd door de UHasselt voor de meeste haltes op het Belgische deel van het traject (de Jong & Miermans, 2006). Voor de haltes in Beverst, Munsterbilzen en Eigenbilzen werd gebruik gemaakt van het inwonersaantal van deze deelgemeenten (Nuijens & Schepmans, 2006). Voor de Halte Belvédère was geen inwoners aantal beschikbaar daar dit nog een project in ontwikkeling is. Er zijn 4000 woningen gepland (Masterplan Belvédère, 2003) en wij zijn uitgegaan van een inwoners aantal van 12 000 om een verdeling te kunnen maken. Voor de gemeente Maastricht hebben we het aantal inwoners genomen van het stadsdeel centrum (Maastricht in cijfers, 2009) om een benadering te krijgen van de aantal inwoners rond de halte. We zijn genoodzaakt deze cijfers te gebruiken, hoewel ze geen exacte benadering van het aantal inwoners in de buurt van een halte zijn, om de verdeling van de reizigers te kunnen uitvoeren. De studie van UHasselt gaf immers maar een schatting voor een beperkt aantal haltes.

Voor de tewerkstelling rond de haltes hadden we geen specifieke cijfers maar omdat we op zoek zijn naar een verdeelsleutel en geen exacte schatting aan de hand van de formule kunnen we de werkgelegenheid per gemeente gebruiken voor de haltes in de desbetreffende gemeentes.

Voor het aantal busverbindingen dat mogelijk is per halte hebben we gekeken naar de dienstregeling van De Lijn en voor de haltes in Maastricht die van Veolia transport.

Tabel 13 geeft het verwachte aantal reizigers per Halte per uur aan de hand van de berekende verdeelsleutels weer voor de cijfers van de Universiteit Hasselt. Tabel 14 geeft dezelfde verdeling maar dan voor de cijfers van Goudappel Coffeng. Belangrijk om weten is dat dit om het verwachte aantal reizigers gaat in beide richtingen, dus zowel Hasselt – Maastricht als Maastricht – Hasselt.

Tabel 13: Verwachte aantal reizigers, voor de sneltram, per halte per uur volgens voorspelling UHasselt. Bron: eigen berekeningen op basis van (de Jong & Miermans, 2006)

Halte	Tijdstip	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hasselt station	Voormiddag							26	112	192	84	98	84
	Namiddag	123	105	100	149	157	142	115	83	60	36	37	18
Hasselt kanaalkom	Voormiddag							22	96	163	72	83	72
	Namiddag	105	90	86	127	134	121	98	71	52	31	32	16
Hasselt Elfdelinestraat	Voormiddag							24	105	179	79	91	79
	Namiddag	115	98	94	140	147	133	108	78	57	34	35	17
Hasselt Kinopolis	Voormiddag							22	94	161	71	82	71
	Namiddag	104	89	95	126	132	120	97	70	51	30	31	16
UHasselt	Voormiddag							5	24	41	18	21	18
	Namiddag	26	22	21	32	33	30	24	18	13	8	8	4
Diepenbeek	Voormiddag							5	20	35	15	18	15
	Namiddag	22	19	18	27	28	26	21	15	11	6	7	3
Beverst	Voormiddag							4	17	29	13	15	13
	Namiddag	19	16	15	23	24	22	18	13	9	5	6	3
Munsterbilzen	Voormiddag							4	18	31	13	16	13
	Namiddag	20	17	16	24	25	23	18	13	10	6	6	3
Eigenbilzen	Voormiddag							4	16	27	12	14	12
	Namiddag	18	15	14	21	22	20	16	12	9	5	5	3
Lanaken	Voormiddag							5	23	39	17	20	17
	Namiddag	25	22	21	31	32	29	24	17	12	7	8	4
Belvédère	Voormiddag							20	85	146	64	75	64
	Namiddag	94	80	76	114	120	108	88	64	46	27	28	14
Maastricht	Voormiddag							24	106	182	80	93	80
	Namiddag	117	100	95	141	149	135	109	79	57	34	35	17

Tabel 14: Verwachte aantal reizigers, voor de sneltram, per halte per uur volgens voorspelling Goudappel Coffeng. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007)

Halte	Tijdstip	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hasselt station	Voormiddag							65	285	492	214	249	214
	Namiddag	314	268	255	381	401	363	294	213	154	91	94	47
Hasselt kanaalkom	Voormiddag							56	244	418	183	213	183
	Namiddag	268	229	218	325	342	310	251	182	132	78	80	40
Hasselt Elfdelinestraat	Voormiddag							61	267	458	200	233	200
	Namiddag	294	251	240	356	375	339	275	199	145	85	88	44
Hasselt Kinopolis	Voormiddag							55	240	412	180	210	180
	Namiddag	264	226	216	321	338	305	247	179	130	77	79	40
UHasselt	Voormiddag							15	61	104	45	53	45
	Namiddag	67	57	54	81	85	77	62	45	33	19	20	10
Diepenbeek	Voormiddag							12	52	88	39	45	39
	Namiddag	58	49	46	69	72	66	53	39	28	17	17	9
Beverst	Voormiddag							10	43	74	33	38	33
	Namiddag	48	41	39	58	61	55	45	32	24	14	14	7
Munsterbilzen	Voormiddag							10	45	78	34	40	34
	Namiddag	50	43	41	61	64	58	47	34	25	15	15	8
Eigenbilzen	Voormiddag							9	41	70	31	36	31
	Namiddag	45	38	37	54	57	52	42	30	22	13	13	7
Lanaken	Voormiddag							13	59	101	44	51	44
	Namiddag	65	55	53	78	82	75	60	44	32	19	19	10
Belvédère	Voormiddag							50	218	374	164	190	164
	Namiddag	240	205	195	291	306	277	224	163	118	70	72	36
Maastricht	Voormiddag							62	271	464	203	236	203
	Namiddag	298	254	242	361	380	344	278	202	146	87	89	45

De meeste reizigers worden verwacht in de piekperiodes tussen 6 en 9 uur 's ochtends en 3 en 6 uur 's avonds. Merk op dat dit het vertrekkuur is dus dat 6 uur eigenlijk de hele tijdspanne tussen 6 en 7 uur omvat. Voorts is het ook opvallend dat er doorheen de dag een aanzienlijke stroom van reizigers blijft bestaan. De tijdspanne tussen de twee piekperiodes kent een lager, maar toch beperkt verschil in het aantal reizigers ten opzichte van het aantal reizigers in de piekperiodes. Enkel in de periodes voor en na de piekmomenten is er een duidelijke daling in het aantal reizigers zichtbaar. De schattingen van UHasselt en Goudappel Coffeng lopen sterk uit elkaar. Daarom zullen we de analyse uitvoeren voor beide schattingen om zo een beeld te krijgen wat de resultaten zullen zijn voor beide voorspellingen.

4.1.2 Rollend materieel

Een tweede belangrijk element nodig in de analyse is het rollend materieel. Het aantal sneltrams dat in gebruik is op een lijn heeft een groot effect op de variabele kosten van het project. Daarom is het noodzakelijk dat we voor deze variabele in de analyse nauwkeurige data hebben. We zullen eerst de technische- en capaciteitsvereisten bekijken. Aan de hand van deze vereisten kunnen we vervolgens berekenen hoeveel sneltramstellen er nodig zijn voor de bediening op de lijn Hasselt – Maastricht.

4.1.2.1 Technische- en capaciteitsvereisten

De sneltramvoertuigen die voorzien zijn op de lijn Hasselt – Maastricht zullen zoals reeds eerder vermeld gebruikmaken van een hybride diesel en elektrische aandrijving. De maximum snelheid van de voertuigen zal om en bij de 100 km/uur liggen wat het mogelijk maakt de reistijden te verkorten tot 40 minuten in vergelijking met de bus omdat de sneltram gebruik maakt van een eigen gescheiden bedding voor het grootste deel van het traject. Een laatste belangrijk punt betreffende de voertuigen is de capaciteit. Deze zal minimum 200 reizigers bedragen waarvan minsten 100 zitplaatsen per voertuig (Grontmij, 2008).

4.1.2.2 Berekening aantal piek- en dalvoertuigen

Een belangrijk element in de berekening van de kosten is het aantal sneltramvoertuigen dat nodig is om te voorzien in de bediening van de lijn Hasselt – Maastricht. Vermits het aantal piekvoertuigen rechtstreeks in de kostenfunctie staan en deze samen met het

aantal dalvoertuigen, het aantal voertuiguren en voertuigkilometer bepalen, is het belangrijk om deze aantallen zo precies mogelijk te berekenen. Deze variabelen bepalen immers het grootste deel van de variabele kosten van de exploitatie van de sneltramlijn. Bij de berekening van het aantal piek- en dalvoertuigen zijn er twee voorwaarden waaraan voldaan moet worden:

- Er moeten voldoende voertuigen zijn om te kunnen voorzien in een verbinding om het half uur (Lijn, 2008)
- De capaciteit van het totale aantal voertuigen moet toereikend zijn om op piekmomenten de reizigersstroom aan te kunnen.

Verder weten we nog dat de sneltram er 40 minuten over zou doen om van Hasselt tot in Maastricht te rijden (Spartacusplan reistijden schema, 2007) en een capaciteit per voertuig zal hebben van 200 passagiers (Grontmij, 2008). Aan de hand van deze gegevens en de reeds eerder uitgewerkte reizigersanalyse zullen we nu het aantal piek- en dalvoertuigen kunnen berekenen.

4.1.2.2.1 Dalvoertuigen

Zoals in de reizigersstudie al is vermeld situeren de dalmomenten zich tussen tien en drie uur gedurende de dag en na 7 uur 's avonds. Het verwachte aantal reizigers kan met een bediening die enkel moet voldoen aan de frequentie vereisten, dit wil zeggen zonder de nood aan extra voertuigen om capaciteitsredenen, vervoerd worden. De voorspellingen van het aantal reizigers per halte per uur zijn immers altijd lager dan de capaciteit van de voertuigen. Dit is in de veronderstelling dat langsheen het traject voldoende reizigers afstappen zodat de sneltram nooit onvoldoende capaciteit heeft. We maken deze assumptie omdat het niet mogelijk is aan de hand van de beschikbare data te zeggen aan welke halte de reizigers zullen afstappen.

De frequentie vereiste zegt dat er om het half uur een verbinding moet zijn op de lijn Hasselt – Maastricht. Het gegeven dat de sneltram er 40 minuten over zal doen om een enkele rit af te leggen zal het benodigde aantal voertuigen bepalen.

Vertrekkend van deze twee vereisten en rekeninghoudend met stilstand aan de eindstations en de tijd nodig voor onderhoud en tankbeurten komen we voor de dalmomenten op een totaal van vier voertuigen die nodig zijn om in de bediening van lijn 1 te voorzien.

4.1.2.2.2 *Piekvoertuigen*

Om het aantal piekvoertuigen te kunnen berekenen moeten we gebruik maken van de reizigers analyse uit punt 4.1.1.3. De reden waarom we deze toen zo uitgebreid per halte en per uur hadden uitgewerkt was om een inschatting te kunnen maken van de hoeveelheid reizigers per halte. De resultaten uit 4.1.1.3 zijn echter zoals eerder genoemd voor beide reisrichtingen en voor het hele uur. Dit betekent dat er 2 trams komen per rijrichting in dat uur en dus vier in totaal per uur. Dit komt overeen met een capaciteit van 800 reizigers per uur gegeven dat de sneltram een minimum capaciteit zal hebben van 200 reizigers (Grontmij, 2008). Als we naar de reizigersanalyse kijken dan is merkbaar dat er geen enkele halte is die een verwachte reizigersstroom heeft die groter is dan 800 reizigers per uur voor beide richtingen. Dit heeft tot gevolg dat het aantal voertuigen dat ingezet wordt op de zogenaamde dalmomenten ook voldoende zal zijn om in voldoende capaciteit te voorzien in de spitsuren.

4.1.3 Kosten

De kosten van het project zijn opgedeeld in twee categorieën. De eerste categorie betreft de zogenaamde vaste kosten voor de lijn Hasselt – Maastricht. Deze omvatten de aanleg van de sporen, elektrische bovenleidingen in Hasselt en Maastricht, aanleg van de haltes en de bouw van een stelplaatst en dergelijke. De tweede categorie is de variabele kost. Deze hangt samen met het exploiteren van de sneltram en omvatten brandstofkosten, onderhoud, lonen en dergelijke.

Eerst zullen we een overzicht geven van de investeringskosten. Vervolgens zullen we de variabele kosten weergeven. Deze zullen we dan omzetten naar een coëfficiënt zoals deze in de kostenfunctie van Small en Verhoef worden gebruikt.

4.1.3.1 *Vaste kosten*

Tabel 15 geeft het totaal van de vaste kosten weer voor de lijn Hasselt – Maastricht. Merk op dat er een onderscheid gemaakt is tussen de investeringskosten voor het traject en de investeringskosten voor rollend materieel. De reden is dat deze voor andere kostenparameters gebruikt zullen worden. De getallen die in tabel 15 opgesomd staan zijn het totaal van de investeringen in 2009 tot de geplande ingebruikname in 2012. De investeringskosten voor het traject zijn de kosten inclusief het gedeelte op Nederlands grondgebied. De investeringskosten in rollend materieel zijn berekend aan de hand van

het benodigde aantal tramstellen en de verwachte kostprijs van deze voertuigen. Volgens onze berekeningen hebben we nood aan vier tramstellen. Als we deze vermenigvuldigen met een kostprijs die geschat wordt op 3,5 miljoen per voertuig (Idea consult & Ecorys, 2008) bekommen we een investeringskost van 14 miljoen voor de tramstellen voor lijn 1.

Tabel 15: Vaste kosten voor sneltramlijn Hasselt – Maastricht. Bron: (Idea consult & Ecorys, 2008)

Soort investeringskost	Totale kost in €
Investeringskost traject	108.314.000
Investeringskost rollend materieel	14.000.000
Studiekosten	4.000.000
Totaal	126.314.000

De totale kosten voor de aanleg en aankoop van voertuigen voor het traject Hasselt – Maastricht komen neer op een bedrag van 126 314 000 €. Een belangrijke opmerking die we moeten maken is dat we aan de hand van de geschatte cijfers van De Lijn niet kunnen opmaken of de kosten voor het sluiten van overwegen langsheen het traject in dit bedrag inbegrepen zijn.

4.1.3.2 Variabele kosten

De variabele kosten zijn de kosten die rechtstreeks gelinkt zijn aan de exploitatie van de lightrail verbinding Hasselt – Maastricht. Deze zijn afhankelijk van het aantal voertuigen en dus ook de voertuig kilometers die er dagelijks worden afgelegd door de sneltramvoertuigen. Ze omvatten kosten zoals onderhoudskosten, energiekosten en loonkosten van de bestuurders en ander personeel dat moet worden ingezet bij de exploitatie. We zullen in dit punt een opsomming maken van de verschillende elementen die samen de totale variabele kosten zullen samenstellen. In het volgende punt zullen we deze dan omrekenen voor zover dat dit nog nodig is naar een parameter zodanig dat we deze rechtstreeks in onze analyse kunnen invoeren.

In tabel 16 worden de verschillende variabele kosten weergegeven. De brandstofkosten en de onderhoud en andere technische kosten zijn rechtstreeks gehaald uit de studie van Idea Consult & Ecorys (2008). De loonkosten komen ook uit dezelfde studie maar deze zijn door ons omgerekend van het totale bedrag per jaar dat 770 220 € bedroeg naar de kost per voertuiguur. We hebben dit berekend door de totale kost per jaar om te zetten naar een dagelijkse kost en dit dan verder omgezet naar de kost per voertuiguur,

gegeven dat we vier voertuigen in bedrijf hebben en de lijn 18 uren per dag operationeel is.

Tabel 16: Overzicht variabele kosten. Bron: (Idea consult & Ecorys, 2008)

Type variabele kost	Kost
Brandstofkosten (Elektriciteit en Diesel)	0,495 €/vk
Onderhouds- en andere technische kosten	1,925 €/vk
Loonkosten	29 €/vu

In de volgende stap zullen we iedere parameter uit de kostenfunctie de correcte kost toewijzen. Hiervoor maken we gebruik van de kosten die we reeds verzameld hebben.

4.1.3.3 Parameters in kostenfunctie

In deze laatste stap over de kosten gaan we de parameters die in de vergelijking van Small en Verhoef (2007) staan een kost toewijzen. Voor de duidelijkheid geven we hier nogmaals de vergelijking van de kostenfunctie:

$$C = c_1 \cdot RK + c_2 \cdot PV + c_d \cdot VU_d + c_p \cdot VU_p + c_3 \cdot VK$$

De parameters C_1, C_2, C_d, C_p en C_3 zijn de parameters waaraan we een waarde moeten toewijzen. Voor sommige parameters is nog extra rekenwerk nodig, anderen kunnen rechtstreeks opgenomen worden uit de reeds beschreven kostenstructuur. We zullen parameter per parameter een waarde toekennen in de volgende stappen. De waarden voor de parameters die worden weergegeven zijn steeds in euro per dag per eenheid.

4.1.3.3.1 Parameter investeringskosten exclusief sneltramvoertuigen (C_1)

Parameter C_1 is een parameter die de investeringskosten weergeeft. Berekend wordt hij door de volgende stappen. We rekenen de totale investeringskost om naar een annuïteit. Op deze manier kunnen we de jaarlijkse kost van de investering inbrengen in onze kostenfunctie. Merk op dat deze investeringskosten enkel de investering in infrastructuur zoals haltes, aanleg van busbanen, etc. omvat. Deze parameter dekt niet de investeringskosten van de aankoop van nieuwe voertuigen, deze kost valt onder een andere parameter. De parameter C_1 wordt op de volgende manier berekend:

$$C_1 = \frac{A}{KM \cdot 365}$$

$$\Rightarrow A = \frac{X}{\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r(1+r)^t}\right)}$$

met A= jaarlijkse annuïteit, KM=lengte traject , X=investeringsbedrag, r=discontovoet en t=levensduur investering.

De parameter C_1 wordt dus berekend als de jaarlijkse annuïteit gedeeld door de lengte van het traject. De vermenigvuldiging met 365 in de noemer zorgt er voor dat de parameter C_1 de kosten weergeeft per dag. Door gebruik te maken van de annuïteit kunnen we correct de totale investeringskosten die betrekking hebben tot het traject, dit zijn alle investeringen behalve het rollend materieel, in rekening brengen als een jaarlijkse kost rekeninghoudend met de discontovoet en een levensduur van 30 jaar voor de investering.

Als we de formule invullen met de investeringskosten (exclusief rollend materieel) dan bekomen we volgende waarde voor de parameter C_1 :

$$C_1 = \frac{A}{KM \cdot 365}$$

$$\Rightarrow A = \frac{112314000}{\left(\frac{1}{0.035} - \frac{1}{0.035(1+0.035)^{30}}\right)} = 610661,738$$

$$\Rightarrow C_1 = \frac{610661,738}{31,065 \cdot 365} = 538\text{€} / \text{RK}$$

De gebruikte discontovoet bedraagt 3,5% zoals gangbaar is bij de analyse van zulke projecten (European commission, 2008) en de levensduur van het project bedraagt 30 jaar (Spartacusplan themadag 4, 10-12-2008)

De investeringskost per kilometer traject per dag, weergegeven door de parameter C_1 , bedraagt 538€.

4.1.3.3.2 Parameter investeringskosten in sneltramvoertuigen (C_2)

De kosten voor de investering in sneltramvoertuigen bedragen zoals reeds eerder gezegd 14 miljoen voor 4 sneltramstellen oftewel 3,5 miljoen per sneltram. Opnieuw moeten we de dagelijkse kost van deze investering bereken zoals we eerder deden voor de

investeringskosten. Opnieuw maken we gebruik van de annuïteitformule. De dagelijkse kosten per piekvoertuig (C_2) worden dan :

$$C_2 = \frac{A}{365}$$

$$\Rightarrow A = \frac{3500000}{\left(\frac{1}{0.035} - \frac{1}{0.035(1+0.035)^{30}}\right)} = 190299.66$$

$$\Rightarrow C_2 = \frac{190299.66}{365} = 521\text{€} / \text{PV}$$

4.1.3.3.3 Parameter loonkosten (C_d, C_p)

Small & Verhoef hebben in hun kostenfunctie een onderscheid gemaakt tussen de kosten voor dal- en piekmomenten. Dit doen ze omdat ze er van uitgaan dat in piekmomenten meer voertuigen en meer mensen moeten worden ingezet om de hogere stroom reizigers te verwerken dan in de dalmomenten. Omdat dit slechts bepaalde momenten op de dag zijn moeten er speciale regelingen gemaakt worden met betrekking tot de lonen en werkuren van de bestuurders van de voertuigen. Dit zal leiden tot hogere kosten voor de piekmomenten in vergelijking met de dalmomenten. Daarom werken ze met twee parameters C_d en C_p .

Nu blijkt uit onze analyse van de reizigers en de berekening van het benodigde aantal voertuigen dat de toestroom van reizigers op piekmomenten nooit groter is dan de capaciteit die reeds voorzien is voor de dal momenten. Dit betekent dat de waardes voor C_d, C_p gelijk zijn voor beide parameters.

We kunnen de waarde voor deze parameter rechtstreeks halen uit de beschrijving van de variabele kosten die we reeds eerder hebben opgesteld. Dit wordt dan:

$$C_{d,p} = 29\text{€} / \text{VU}$$

4.1.3.3.4 Parameter kilometerkost (C_3)

De parameter die de kilometerkost weergeeft kan opnieuw rechtstreeks overgenomen worden uit de reeds eerder beschreven variabele kosten. Deze parameter is de som van de energiekosten en de onderhoud en andere technische kosten. Deze hebben een waarde van respectievelijk 0,495€/vkm en 1,925€/vkm. De parameter wordt dan:

$$C_3 = 2.42\text{€} / \text{VK}$$

Nu we alle kosten in kaart hebben gebracht zullen we het zelfde doen voor de data betreffende over de snelbus. De baten van de investering in een lightrail of snelbus komen aan bod in de kosten-batenanalyse. Dit omdat deze niet rechtstreeks voortvloeien uit de data maar ook berekend moeten worden.

4.2 Snelbus

In 4.1 hebben we de kosten- en de reizigersanalyse uitgevoerd voor de lightrail. De meeste data voor de sneltram konden we halen uit reeds uitgevoerde onderzoeken in opdracht van De Lijn. Omdat de snelbus geen reële investeringsoptie is voor dit traject voor De Lijn zijn er ook geen concrete data beschikbaar hierover. In dit deel zullen we toch een overzicht proberen te geven van alle elementen die nodig zijn in de kosten-batenanalyse net zoals we gedaan hebben voor de lightrail.

4.2.1 Reizigersanalyse

Omdat er geen exacte schatting van het aantal reizigers is indien de lijn Hasselt – Maastricht een snelbuslijn zou zijn maken we gebruik van de reizigers analyse die we reeds hebben gemaakt voor de lightrail. Om deze om te zetten naar een reizigersanalyse voor de snelbus maken we gebruik van dezelfde vuistregels die gebruikt zijn om het verwachte reizigersaantal voor de sneltram te berekenen door het studiebureau Goudappel Coffeng (2007).

Deze hebben de stijging van het verwachte aantal reizigers voor de sneltram berekend aan de hand van enkele vuistregels. Een daling van de reistijd bij de sneltram van 22-31 minuten zou leiden tot een toename van het aantal reizigers met 100%, de verhoging van de frequentie van 60-minutendienst naar 30-minutendienst 35% en de omschakeling van bus naar sneltram zou, omwille van het toegenomen comfort, 15% meer reizigers opleveren.

Omdat de snelbus 16 minuten trager is dan de sneltram zal deze geen 100% maar slechts 80% extra reizigers aantrekken. Verder zal ook de 15% extra reizigers wegvallen die de sneltram wel aantrekt omwille van zijn hoger comfort. Dit betekent dat de snelbus in totaal 28% minder reizigers zal aantrekken in vergelijking met de sneltram.

Tabel 17 en Tabel 18 geven het verwachte aantal reizigers weer voor de snelbus volgens respectievelijk de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng.

Tabel 17: Verwachte aantal reizigers, voor de snelbus, per halte per uur volgens voorspelling UHasselt. Bron: eigen berekeningen op basis van (de Jong & Miermans, 2006)

Halte	Tijdstip	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hasselt station	Voormiddag							18	81	139	61	71	61
	Namiddag	89	76	73	108	114	103	83	60	44	26	27	13
Hasselt kanaalkom	Voormiddag							16	69	119	52	60	52
	Namiddag	76	65	62	92	97	88	71	52	37	22	23	11
Hasselt Elfdelinestraat	Voormiddag							17	76	130	57	66	57
	Namiddag	83	71	68	101	107	96	78	57	41	24	25	12
Hasselt Kinopolis	Voormiddag							16	68	117	51	60	51
	Namiddag	75	64	61	91	96	87	70	51	37	22	23	11
UHasselt	Voormiddag							4	17	29	13	15	13
	Namiddag	19	16	15	23	24	22	18	13	9	6	6	3
Diepenbeek	Voormiddag							3	15	25	11	13	11
	Namiddag	16	14	13	20	21	19	15	11	8	5	5	2
Beverst	Voormiddag							3	12	21	9	11	9
	Namiddag	14	12	11	16	17	16	13	9	7	4	4	2
Munsterbilzen	Voormiddag							3	13	22	10	11	10
	Namiddag	14	12	12	17	18	16	13	10	7	4	4	2
Eigenbilzen	Voormiddag							3	12	20	9	10	9
	Namiddag	13	11	10	15	16	15	12	9	6	4	4	2
Lanaken	Voormiddag							4	17	29	13	15	13
	Namiddag	18	16	15	22	23	21	17	12	9	5	6	3
Belvédère	Voormiddag							14	62	106	46	54	46
	Namiddag	68	58	55	82	87	79	64	46	33	20	20	10
Maastricht	Voormiddag							17	77	132	58	67	57
	Namiddag	85	72	69	102	108	98	79	57	42	25	25	13

Tabel 18: Verwachte aantal reizigers, voor de snelbus, per halte per uur volgens voorspelling Goudappel Coffeng. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007)

Halte	Tijdstip	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hasselt station	Voormiddag							47	207	354	155	181	155
	Namiddag	227	164	185	276	290	263	182	132	96	56	58	29
Hasselt kanaalkom	Voormiddag							40	176	303	133	154	133
	Namiddag	194	166	158	235	248	224	182	132	96	56	58	29
Hasselt Elfdelinestraat	Voormiddag							44	193	332	145	169	145
	Namiddag	213	182	174	258	272	246	199	144	105	62	64	32
Hasselt Kinopolis	Voormiddag							40	174	299	131	152	131
	Namiddag	192	164	156	232	245	221	179	130	94	56	57	29
UHasselt	Voormiddag							10	44	75	33	38	33
	Namiddag	48	41	39	58	62	56	45	33	24	14	14	7
Diepenbeek	Voormiddag							9	37	64	28	33	28
	Namiddag	41	35	33	50	52	47	38	28	20	12	12	6
Beverst	Voormiddag							7	31	54	24	28	24
	Namiddag	35	30	28	42	44	40	32	24	17	10	10	5
Munsterbilzen	Voormiddag							8	33	56	25	29	25
	Namiddag	36	31	29	44	46	42	34	25	18	11	11	5
Eigenbilzen	Voormiddag							7	29	51	22	26	22
	Namiddag	32	38	26	39	41	37	30	22	16	9	10	5
Lanaken	Voormiddag							10	43	73	32	37	32
	Namiddag	47	40	38	57	60	54	44	32	23	14	14	7
Belvédère	Voormiddag							36	158	271	119	138	119
	Namiddag	174	148	142	211	222	201	163	118	85	51	52	26
Maastricht	Voormiddag							45	196	336	147	171	147
	Namiddag	216	184	176	262	275	249	202	146	106	63	65	32

4.2.2 Rollend materieel

We berekenen opnieuw het aantal piek- en dalvoertuigen gebruik makende van de reizigers analyse. We doen dit op dezelfde wijze als bij de lightrail.

4.2.2.1 *Technische capaciteitsvereisten*

De bussen die nu reeds in gebruik zijn door De Lijn op snelbuslijnen en reguliere buslijnen hebben een capaciteit van ongeveer 100 reizigers per voertuig (De Lijn, 2007). We veronderstellen dat er geen gebruik gemaakt wordt van gelede bussen. De reistijd met de snelbus zou zoals reeds eerder gezegd 56 minuten bedragen.

4.2.2.2 *Berekening aantal piek- en dalvoertuigen*

Bij de berekening van het aantal piek- en dalvoertuigen voor de snelbus zijn, net als bij de sneltram, dezelfde twee voorwaarden waaraan voldaan moet worden van toepassing:

- Er moeten voldoende voertuigen zijn om te kunnen voorzien in een verbinding om het half uur (Lijn, 2008).
- De capaciteit van het totale aantal voertuigen moet toereikend zijn om op piekmomenten de reizigersstroom aan te kunnen.

Aan de hand van deze twee voorwaarden en de reizigersanalyse kunnen we het aantal piek- en dalvoertuigen berekenen.

4.2.2.2.1 *Dalvoertuigen*

Als we rekening houden met de capaciteit van 100 reizigers per bus en het feit dat er om het half uur een verbinding is dan hebben we een capaciteit van 400 reizigers per uur in beide rijrichtingen of 200 in één enkele richting die er per halte zouden kunnen vervoerd kunnen worden. We veronderstellen dat dit in de dalmomenten meer dan genoeg zal zijn. We doen dit omdat we niet kunnen weten tot waar de reizigers op de bus blijven zitten en of deze voldoende capaciteit heeft of niet.

De voorwaarde van een verbinding om het half uur, de veronderstelling dat de ingezette capaciteit voldoende is en het feit dat de snelbus er 56 minuten over doet zullen ons in staat moeten stellen om het aantal dal voertuigen te berekenen. Gezien de snelbus bijna 1,5 keer de tijd nodig heeft om de trip van Hasselt naar Maastricht te doen of omgekeerd zullen er ook 1,5 keer zoveel voertuigen nodig zijn om te voorzien in de verbinding om het half uur zoals voorzien in de dienstregeling. Dit heeft als gevolg dat er voor een snelbuslijn minstens 6 voertuigen nodig zijn om tegemoet te komen aan de dienstregeling met om het uur een verbinding.

4.2.2.2.2 *Piekvoertuigen*

Voor de cijfers van de UHasselt voldoet de bediening die op dalmomenten voorzien wordt ook voor de piekmomenten. We zien in de reizigersanalyse van het verwachte aantal volgens de UHasselt nergens meer als 200 reizigers per halte staan. Dit betekent dat we kunnen veronderstellen dat de capaciteit van de dalmomenten in één enkele richting ook voldoende zal zijn voor de piekmomenten. We hebben immers twee verbindingen per uur per halte in één rijrichting en de bussen hebben een capaciteit van 100 reizigers. Omdat we geen informatie hebben over het verplaatsingsgedrag van de reizigers kunnen we niet weten welke reizigers waar afstappen. Daarom maken we de veronderstelling dat de bussen nooit aan hun maximum capaciteit moeten rijden.

Voor de cijfers van Goudappel Coffeng moeten we echter wel rekening houden met een hoger aantal piekvoertuigen ten opzichte van het ingezette aantal voertuigen op dalmomenten. Op bepaalde haltes zullen er zich tijdens de piekmomenten bijna 400 reizigers aanbieden volgens hun voorspelling. Dit betekent dat we op de piekmomenten een capaciteit moeten hebben van minstens 400 reizigers. Dit heeft tot gevolg dat het aantal ingezette voertuigen op piekmomenten dubbel zoveel zal moeten zijn in vergelijking met de dalmomenten. Voor de cijfers van Goudappel Coffeng gaan we dus uit van 12 piekvoertuigen.

4.2.3 Kosten

Omdat de snelbus voor deze lijn een fictieve investeringsoptie is die niet in het Spartacusplan voorkomt is er ook geen exacte informatie over de investeringskosten of de variabele kosten. Daarom zullen we aan de hand van referentiedata proberen de parameters in de kostenfunctie in te vullen. We geven opnieuw eerst een kleine toelichting bij de investeringskosten om dan vervolgens over te gaan tot de variabele kosten en de parameters in de kostenfunctie.

4.2.3.1 *Vaste kosten*

We maken de veronderstelling dat de snelbus geen extra investeringen vereist en gewoon gebruik zal maken van bestaande haltes, busbanen en de openbare weg. Het zou mogelijk zijn om investeringen te doen in busbanen maar omdat dit een fictieve optie is maken we de veronderstelling dat de investeringskost, exclusief de investering in bussen, gelijk is aan nul. Dit heeft tot gevolg dat we geen annuïteiten in rekening

moeten brengen in de kosten functie voor de investering exclusief bussen. De investeringskost en bijhorende annuïteit van de investering in nieuwe bussen komt aan bod als we de parameters van de kostenfunctie voor de snelbus zullen invullen.

4.2.3.2 Variabele kosten

Ook over de variabele kosten die we in rekening moeten brengen hebben we geen specifieke data beschikbaar. We hebben wel de parameters voor de kosten functie die we in het volgende punt zullen behandelen.

4.2.3.3 Parameters in de kostenfunctie: snelbus

Omdat we geen specifieke data hebben over zowel de investeringskost van bussen als data over de variabele kosten voor de door ons bestudeerde snelbuslijn maken we gebruik van referentie data uit andere onderzoeken om de parameters in de kostenfunctie te kunnen invullen. Voor de duidelijkheid vermelden we nogmaals de kostenfunctie:

$$C = c_1 \cdot RK + c_2 \cdot PV + c_d \cdot VU_d + c_p \cdot VU_p + c_3 \cdot VK$$

We maken gebruik van de cijfers uit het onderzoek van Allport (1981). Deze had schattingen gedaan naar de kosten van verschillende transportmodi op basis van cijfers van het Rotterdamse openbaarvervoer. Tabel 19 geeft de kosten weer per parameter die we nodig hebben in de kostenfunctie. De waardes zijn omgerekend naar de waarde in euro in 2009.

Tabel 19: Kostenparameters snelbus aangepast voor prijsniveau 2009. Bron: (Allport, 1981)

Kostenparameter	Waarde
Investeringskost exclusief bussen, C_1	0 €/RK
Investeringskost bussen, C_2	56,1 €/PV
Loonkosten (dal), C_d	41,52 €/VU
Loonkosten (piek), C_d	62,28€/VU
Kilometerkost, C_3	1,77 €/VK

Nu dat we voor zowel de lightrail als de snelbus de benodigde parameters en andere data hebben kunnen we de feitelijke kosten-batenanalyse uitvoeren. In het volgende hoofdstuk wordt de verzamelde data ingevuld in de reeds eerder opgestelde analyse.

Hoofdstuk 5 Berekening kosten en baten aan de hand van de verzamelde data

In hoofdstuk vier hebben we de data over de reizigers, de investering en de kosten van dichtbij bekeken en de parameters uit de kostenfunctie een waarde toegekend. Dit moet ons in staat stellen om nu de kosten-batenanalyse op een correcte manier uit te voeren en zo een degelijk resultaat te bekomen waarop we een conclusie kunnen formuleren in het volgende hoofdstuk. We zullen eerst de kosten-batenanalyse uitvoeren voor de lightrail en vervolgens voor de snelbus.

5.1 Kosten-batenanalyse lightrail

We berekenen in dit punt alle kosten en baten voor de investering in een sneltram. Hiervoor maken we gebruik van de data uit hoofdstuk 4 en de berekeningswijze uit hoofdstuk 3.

5.1.1 Extra kost lightrail

Zoals we in het opstellen van de analyse in hoofdstuk drie reeds hadden vermeld maken we gebruik van de kostenfunctie opgesteld door Small & Verhoef (2007):

$$C = c_1 \cdot RK + c_2 \cdot PV + c_d \cdot VU_d + c_p \cdot VU_p + c_3 \cdot VK$$

met RK=route kilometers, PV=piekvoertuigen, VU_d = voertuigen op dalmomenten, VU_p = voertuigen op piekmomenten en VK=voertuigkilometers.

In hoofdstuk vier hebben we alle essentiële elementen in deze functie samengebracht en de verschillende parameters een waarde gegeven. Met essentiële elementen bedoelen we dan vooral de reizigersanalyse en het bijhorende aantal piekvoertuigen. Deze essentiële elementen zullen het toelaten om nu in de analyse de afgeleide variabelen in de functie zoals voertuigen en voertuigkilometers te berekenen.

We zullen de werkwijze volgen zoals opgesteld in hoofdstuk 3 voor de nog in te vullen elementen in de kostenfunctie. Dit zal ons uiteindelijk in staat stellen een beeld te krijgen van de kosten per dag van de investering in een lightrail verbinding.

5.1.1.1 Kostenelementen

We zullen nu de nog ontbrekende variabelen uit de kostenfunctie berekenen om deze uiteindelijk in de functie te kunnen invullen.

5.1.1.1.1 Berekening voertuigen

De formule voor de berekening van het aantal voertuigen was:

$$VU_p = PV \times U_p$$

$$VU_d = DV \times U_d$$

met VU_p =voertuigpiekuren, VU_d =voertuigdaluren, DV =dalvoertuigen, PV =piekvoertuigen en $U_{p,d}$ =aantal dal/piekuren

Maar in hoofdstuk vier hebben we berekend dat er geen verschil is tussen het ingezette aantal voertuigen op piek- en dalmomenten. Dit heeft tot gevolg dat we de berekening van het aantal voertuigen kunnen vereenvoudigen tot het aantal voertuigen vermenigvuldigd met het aantal uren dat er op een dag bediening is voorzien op de lijn Hasselt – Maastricht. Het aantal voertuigen wordt dan:

$$VU_{p,d} = 18\text{uur} \times 4\text{voertuigen} = 72$$

5.1.1.1.2 Berekening voertuigkilometers

Aan de hand van de formule die we in hoofdstuk 3 hebben opgesteld kunnen we het aantal voertuigkilometers dat dagelijks wordt afgelegd berekenen. Voor de sneltram stelden we de volgende formule op:

$$VK = \frac{3}{4} RK \times VU_p + \frac{3}{4} RK \times VU_d$$

Omdat er echter geen verschil is tussen het aantal voertuigen op piek- en dalmomenten kunnen we de tweede term van de formule weglaten en gewoon het eerste deel gebruiken met alle voertuigen. Ingevuld met de correcte waarden voor de variabelen wordt dit:

$$VK = \frac{3}{4} \times 62,13\text{km} \times 72\text{voertuigen} = 3355,02\text{vk}$$

Dagelijks leggen alle sneltramvoertuigen samen dus 3355,02 kilometer af.

5.1.1.2 Berekening extra kost investering

Nu alle elementen in de kostenfunctie berekend zijn hoeven we deze enkel nog samen te brengen in de vergelijking om tot de dagelijkse kost van de investering te komen.

De kostenparameters in de vergelijking hadden we reeds in het vorige hoofdstuk berekend. Om het overzicht te bewaren worden ze nogmaals weergegeven samen met de berekende variabelen uit de functie in tabel 20:

Tabel 20: Kostenparameters en variabelen uit kostenfunctie sneltram. Bron: eigen berekeningen op basis van (Idea consult & Ecorys, 2008)

<i>Kostenparameter</i>	<i>Waarde</i>
Investeringskosten exclusief sneltramvoertuigen, (C_1)	538 €/RK
Investeringskosten in sneltramvoertuigen, (C_2)	512 €/PV
Loonkosten, (C_d, C_p)	29 €/VU
Kilometerkost, (C_3)	2,42 €/VK
Route kilometers	31,065 km
Piekvoertuigen	4
Voertuiguren	72 uren
Voertuigkilometers	3355,02 km

Omdat er geen verschil is tussen het benodigde aantal voertuigen en dus ook de afgeleide variabelen zoals voertuiguren en voertuigkilometer, voor het verwachte aantal reizigers door de UHasselt en Goudappel Coffeng, moeten we geen twee verschillende kostenfuncties opstellen. Ingevuld met de juiste data krijgen we volgende dagelijkse kost:

$$C = 538 \frac{\text{€}}{\text{RK}} \times 31,065 \text{ KM} + 512 \frac{\text{€}}{\text{PV}} \times 4 \text{ PV} + 29 \frac{\text{€}}{\text{VU}} \times 72 \text{ VU} + 2,42 \frac{\text{€}}{\text{VK}} \times 3355,02 \text{ VK}$$

$$\Rightarrow 28969,12\text{€}$$

De totale dagelijkse kost, zowel vaste als variabele kosten, zal 24 908€ bedragen. Merk duidelijk op dat dit de **dagelijkse kost** is. In de volgende punten zullen we de baten berekenen van dit project en kijken of ze opwegen tegen de kost.

5.1.2 Baten bestaande busgebruikers

We maken gebruik van het begrip “gegeneraliseerde kost“ zoals uitgelegd in hoofdstuk 3. Voor dat we dit kunnen toepassen moeten we weten om hoeveel reizigers het gaat die nu reeds het openbaarvervoer gebruiken en in de toekomst zouden overstappen op de sneltram. Het tweede element dat we nodig hebben is de kostprijs van een rit op de bus

nu en de kostprijs van een rit met de sneltram. Een derde element dat we nodig hebben is de gemiddelde reductie in reistijd.

Op basis van de cijfers van Goudappel Coffeng (2007) zorgt het Spartacusplan voor 50% extra reizigers. Als we de cijfers van De Lijn bekijken voor heel Limburg is de stijging in het aantal reizigers slechts 30% (Idea consult & Ecorys, 2008). Dit betekent dat 20% van de reizigers die gebruik zullen maken van de sneltram en algemeen de verbindingen in het Spartacusplan, voorheen reeds gebruik maakte van het openbaar vervoer. Tabel 21 geeft het aantal bestaande busgebruikers weer voor de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng.

Tabel 21: Bestaande busgebruikers. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008)

Bestaande busgebruikers UHasselt	Bestaande busgebruikers Goudappel Coffeng
2.202	5.616

Het tweede belangrijke is de kostprijs van een busrit. In de onderzoeken van het Spartacusplan gaan ze uit van de kostprijs van het huidige busticket (Idea consult & Ecorys, 2008). Daarom zullen we bij de berekening van de gegeneraliseerde kost uitgaan van de huidige prijs van een rit met de lijn 20a. Deze kost bedraagt 2€ voor een enkele rit.

Het belangrijkste element dat we nodig hebben in de berekening van de gegeneraliseerde kost is echter de tijds winst die de reizigers boeken omwille van de nieuwe investering. Maar we hebben echter geen data over het verplaatsingsgedrag van de reizigers. We hebben zelf berekend hoeveel mensen er ongeveer per halte opstapten om het aantal voertuigen te kunnen berekenen maar dit geeft ons geen informatie over de bestemming van de reizigers. Daarom hebben we de gemiddelde tijds winst voor het hele traject berekend. We hebben het gemiddelde genomen van de tijds winst tussen twee knoophaltes en het eindstation Hasselt of Maastricht. Vervolgens hebben we van al deze gemiddelden nogmaals het gemiddelde genomen om tot een globaal gemiddelde van de lijn Hasselt – Maastricht te komen voor beide rijrichtingen. Deze gemiddelde tijds winst bedroeg 13,6 minuten per reiziger. Voor sommige reizigers zal de tijds winst groter zijn maar omdat we geen informatie hebben over herkomst of bestemming van de reizigers moeten we werken met dit gemiddelde. Deze tijds winst moet ook nog monetair gewaardeerd worden om bruikbaar te zijn in onze analyse. Tabel 22 geeft de monetaire waarde van de tijd weer.

Tabel 22: Monetaire waarde van de tijd. Bron: (De Ceuster, 2004)

Type reiziger	Tijdswaarde (in €/persoon/uur)
Woon-werkverkeer	7,91
Vrijtijdsverkeer	5,28

Tabel 23 geeft een overzicht van alle elementen die we nodig hebben voor het berekenen van de generalised kost voor de bestaande busgebruikers.

Tabel 23: Overzicht elementen voor berekening gegeneraliseerde kost.

Variabele	Waarde
Busticket, (p)	2 €
Tijdswaardering	7,91/5,28 €
Reistijd vóór investering	1,18 uur
Reistijd na investering ¹	0,96 uur

¹ theoretische reistijd rekening houdend met gemiddelde tijdswinst van 13,6 minuten.

Omdat we met twee verschillende voorspellingen zitten wat betreft het reizigersaantal moeten we ook twee parallelle analyses maken voor de baten. We berekenen eerst het verschil in gegeneraliseerde kost voor het woon-werkverkeer en het vrijetijdsverkeer. Dan berekenen we de baten voor de voorspelling van de UHasselt, vervolgens voor die van Goudappel Coffeng. De totale baten zijn de som van de baten voor het woon-werkverkeer en het vrijetijdsverkeer.

We kunnen nu de baten berekenen door het aantal reizigers dat voor het woon-werkverkeer gebruik maakt van het openbaar vervoer te vermenigvuldigen met het verschil in gegeneraliseerde kost. Onderzoek heeft aangetoond dat 52,3% van alle trips in Vlaanderen woon-werkverkeer zijn (De Ceuster, 2004).

5.1.2.1 Baten woon-werkverkeer

Gegeneraliseerde kost vóór investering:

$$gc_0 = 2 + 0 + 7,91 \times 1,18 = 11,33$$

Gegeneraliseerde kost na investering:

$$gc_1 = 2 + 0 + 7,91 \times 0,96 = 9,59$$

Vershil in Gegeneraliseerde kost:

$$gc_0 - gc_1 = 11,33 - 9,59 = 1,74\text{€}$$

Tabel 24 geeft de baten voor het woon-werkverkeer weer voor de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng.

Tabel 24: Baten voor de bestaande busgebruikers voor het woon-werkverkeer voor de sneltram.

Verwachte reizigers volgens	Baten woon-werkverkeer (in €/dag)
UHasselt	2.003,86
Goudappel Coffeng	5.110,67

5.1.2.2 Baten vrijetijdsverkeer

Gegeneraliseerde kost vóór investering:

$$gc_0 = 2 + 0 + 5,28 \times 1,18 = 8,23$$

Gegeneraliseerde kost na investering:

$$gc_1 = 2 + 0 + 5,28 \times 0,96 = 7,07$$

Verskil in gegeneraliseerde kost:

$$gc_0 - gc_1 = 8,23 - 7,07 = 1,16\text{€}$$

Tabel 25 geeft de baten voor het vrijetijdsverkeer weer voor de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng

Tabel 25: Baten voor de bestaande busgebruikers voor het vrijetijdsverkeer voor de sneltram.

Verwachte reizigers volgens	Baten vrijetijdsverkeer (in €/dag)
UHasselt	1.218,41
Goudappel Coffeng	3.107,45

5.1.2.3 Totale baten bestaande busgebruikers

Tabel 26 geeft de totale baat van de bestaande busgebruikers weer die overstappen naar de sneltram. Dit is de som van de baten voor het woonwerk- en het vrijetijdsverkeer.

Tabel 26: Totale baten voor de bestaande busgebruikers voor de sneltram.

Verwachte reizigers volgens	Baten bestaande busgebruikers (in €/dag)
UHasselt	3.222,27
Goudappel Coffeng	8.218,12

5.1.3 Baten nieuwe lightrail gebruikers

Nu zullen we de baten berekenen voor de reizigers die voorheen geen gebruik maakten van het openbaar vervoer. Omdat er twee categorieën van reizigers zijn moeten we ook twee analyses maken, één voor de mensen die voorheen geen trip maakten en deze die dit wel deden maar met de personenwagen. We noemen deze categorieën “baten nieuwe gebruikers” en “baten voormalige autogebruikers”. We doen de berekening opnieuw voor het verwachte aantal reizigers van de UHasselt als Goudappel Coffeng. We maken opnieuw gebruik van het verschil in gegeneraliseerde kost om de baten te berekenen.

5.1.3.1 Baten voormalige auto gebruikers

In de studie van Idea consult en Ecorys (2008) over het Spartacusplan gaan ze er van uit dat 10% van het verwachte aantal reizigers de personenwagen zou hebben genomen indien er geen investering wordt uitgevoerd. Tabel 27 geeft het overeenkomstige aantal reizigers weer voor de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng.

Tabel 27: Voormalige personenwagen gebruikers. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008)

Reizigers per dag volgens UHasselt	Reizigers per dag volgens Goudappel Coffeng
1.101	2.808

Omdat we in hoofdstuk 3 hebben verondersteld dat de mensen die de switch maken van de auto naar de snelbus of sneltram diegene zijn die indifferent zijn tussen auto of busgebruik, in de huidige situatie, geldt: $\Delta gc_{auto \rightarrow sneltram} = \Delta gc_{bus \rightarrow sneltram}$.

Tabel 28 geeft een overzicht van de $\Delta gc_{bus \rightarrow sneltram}$ voor het woonwerk- en het vrijetijdsverkeer dat we in het vorige punt reeds berekend hadden voor de baten van de bestaande busreizigers.

Tabel 28: Verschil in gegeneraliseerde kost van bus en sneltram.

Type van de rit	$\Delta gc_{bus \rightarrow sneltram}$
Woon-werkverkeer	1,74 €
Vrijetijdsverkeer	1,16 €

We berekenen weer de baten voor het woon-werkverkeer en vervolgens het vrijetijdsverkeer door het aantal reizigers in de categorie te vermenigvuldigen met de Δgc . De totale baten per categorie van reizigers zijn de som van de twee.

Tabel 29 geeft een overzicht van de baten voor het woonwerk- en vrijetijdsverkeer en de totale baten voor de cijfers van de UHasselt als ook voor die van Goudappel Coffeng.

Tabel 29: Baten voor voormalige personenwagen gebruikers voor de sneltram.

	UHasselt (in €/dag)	Goudappel Coffeng (in €/dag)
Baten woon-werkverkeer	1.001,93	2.555,34
Baten vrijetijdsverkeer	609,21	1.553,72
Totale baten	1.611,16	4.109,06

5.1.3.2 Baten nieuwe gebruikers

De nieuwe gebruikers zijn die reizigers die voorheen, voor er een investering gedaan werd, geen trip zouden hebben gemaakt. Volgens de gegevens die we reeds hebben verzameld over het aantal bestaande busgebruikers en de voormalige personenwagen gebruikers kunnen we stellen dat 70% van het verwachte aantal reizigers voor het Spartacusplan, en dus ook de lijn Hasselt – Maastricht, nieuwe reizigers zijn. Tabel 30 geeft het aantal nieuwe gebruikers weer voor de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng.

Tabel 30: Nieuwe gebruikers. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008)

Reizigers per dag volgens UHasselt	Reizigers per dag volgens Goudappel Coffeng
7.706	19.657

Vóór de investering zou deze groep mensen geen trip maken op de lijn Hasselt – Maastricht. Zij zullen dit waarschijnlijk niet doen omdat voor hun, de reistijd met de bus te lang is en zij de trip met de auto niet kunnen of willen maken. Zoals we in hoofdstuk drie reeds vermeld hebben gaan we uit van de veronderstelling dat $g_{voor}^c = g_{bus}^c$. Deze groep reizigers zal dus over de streep getrokken worden om de sneltram te nemen omwille van een daling in de gegeneraliseerde kosten. De baten voor deze groep reizigers zijn gelijk aan:

$$Baten = \left(\frac{1}{2} \Delta g_{bus \rightarrow sneltram}^c\right) \times R_1$$

Tabel 31 geeft nogmaals de waarde van $\Delta g_{bus \rightarrow sneltram}^c$ weer.

Tabel 31: Verschil in gegeneraliseerde kost van bus en sneltram.

Type van de rit	$\Delta g_{bus \rightarrow sneltram}^c$
Woon-werkverkeer	1,74 €
Vrijtijdsverkeer	1,16 €

De baten voor het woonwerk- en vrijetijdsverkeer alsook de totale baten worden weergegeven in tabel 32.

Tabel 32: Baten nieuwe gebruikers voor de sneltram.

	UHasselt (in €/dag)	Goudappel Coffeng (in €/dag)
Baten woon-werkverkeer	3.506,31	8.944,13
Baten vrijetijdsverkeer	2.131,94	5.438,31
Totale baten	5.638,25	1.4382,44

5.1.4 Extra ontvangsten

Volgens de studie over de maatschappelijke en sociaaleconomische impact van het Spartacusplan uitgevoerd door Idea consult en Ecorys (2008) zal er, door de nieuwe reizigers, 3 446 359 € aan extra inkomsten gegenereerd worden. Dit bedrag is echter geschat op basis van de cijfers van Goudappel Coffeng (2007), voor het gehele Spartacusplan en per jaar. We verdelen deze extra inkomsten over de drie sneltram lijnen op identieke wijze als we bij de reizigersanalyse hebben gedaan.

In deze reizigers analyse werkten we met een verdeelsleutel die 41% van het verwachte aantal reizigers toeweest aan de lijn Hasselt – Maastricht. Daarom zullen we op analoge wijze ook 41% van de verwachte extra inkomsten toewijzen aan de lijn Hasselt – Maastricht. Omdat deze extra inkomsten voorspeld zijn op basis van het verwachte aantal reizigers door Goudappel Coffeng moeten we deze voor de cijfers van de UHasselt corrigeren. Deze voorspellen immers slechts 9,8 miljoen reizigers (Het Belang Van Limburg, 2008) en dit is maar 39,2% van het aantal reizigers dat Goudappel Coffeng voorspelt (Goudappel Coffeng, 2007). Daarom zullen we voor de extra ontvangsten voor de cijfers van de UHasselt ook maar 39,2% van de extra ontvangsten uit de studie van Idea consult (2007) in rekening brengen. Verder rekenen we beide cijfers ook nog om naar een dagelijkse opbrengst.

Tabel 33 geeft de extra ontvangsten weer voor het verwachte aantal reizigers volgens de UHasselt en Goudappel Coffeng in euro per dag.

Tabel 33: Extra ontvangsten gegenereerd door sneltram. Bron: eigen berekeningen op basis van (Idea consult & Ecorys, 2008)

	UHasselt (in €/dag)	Goudappel Coffeng (in €/dag)
Extra ontvangsten	1.517,53	3.871,25

5.1.5 Externe kosten

De investering in een sneltram brengt extra externe kosten met zich mee zoals de kost van geluidshinder en luchtverontreiniging. Maar omdat een deel van de reizigers de auto aan de kant laat staan zorgt de investering ook voor een daling van de externe kosten bij de personenwagens. Het uiteindelijke resultaat is het verschil tussen de externe kosten van de sneltram en die van de vermeden externe kosten van de personenwagens.

Voor het berekenen van de externe kosten moeten we het aantal voertuigkilometers per dag in rekening brengen met de externe kosten voor zowel sneltram als de personenwagens. Vervolgens nemen we het verschil van beide.

Voor de sneltram bedroeg het aantal voertuigkilometers 3 355,02 per dag. Verder weten we dat 10 kilometer van het traject, namelijk van Hasselt tot aan campus UHasselt en in het centrum van Maastricht, de sneltram gebruik zal maken van een elektrische aandrijving. Voor de rest van het traject, wat door de lijn als ruraal gebied wordt in gekleurd, zal de sneltram gebruik maken van een dieselmotor. Procentueel uitgedrukt is 32,2% van het traject stedelijk gebied en 67,8% ruraal gebied.

Het volgende dat nu moet gebeuren is het aantal voertuigkilometers in ieder gebied vermenigvuldigen met de bijhorende externe kost. Voor het berekenen van de totale externe kost maken we gebruik van de externe kosten beschreven in hoofdstuk drie uit Maibach et al. (2008). Deze bedroegen 0,834 € per voertuigkilometer voor het stedelijke gebied met elektrische aandrijving en 1,609 € per voertuigkilometer voor het rurale gebied met dieselaandrijving.

Tabel 34 geeft een overzicht van het aantal voertuigkilometers en externe kosten per gebied

Tabel 34: Overzicht voertuigkilometers en externe kosten per gebied voor de sneltram.

Gebied (aandrijving)	Voertuigkilometers	Externe kosten (in €/dag)
Stedelijk (elektrisch)	1.080,32	900,99
Ruraal (diesel)	2.274,70	3.659,99
Totaal	3.355,02	4.560,98

Voor de personenwagen is de berekening identiek. Tabel 35 geeft het aantal reizigers weer dat de overstap maakt van de personenwagen naar de sneltram voor de voorspellingen van de UHasselt en Goudappel Coffeng.

Tabel 35: Voormalige personenwagen gebruikers. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008)

Reizigers per dag volgens UHasselt	Reizigers per dag volgens Goudappel Coffeng
1.101	2.808

We hebben echter geen informatie over de herkomst of de bestemming van deze reizigers. Daarom kunnen we geen exact beeld scheppen van de lengte van de rit die ze zouden afleggen met de auto op de lijn Hasselt – Maastricht. Daarom berekenen we, zoals we de gemiddelde tijdswinst berekend hebben, de gemiddelde lengte van een rit. Deze zal gemiddeld gezien dan 17,99 kilometer bedragen. Dit is berekend als het

gemiddelde van het gemiddelde afstand van een knooppunt tot het volgende knooppunt en tot het einde van de lijn. Omdat we ook geen informatie hebben of de trip door stedelijk of ruraal gebied loopt nemen we dezelfde verhouding tussen stedelijk en ruraal gebied als bij de sneltram. Deze was 32,2% stedelijk gebied en 67,8% ruraal gebied. Zoals we reeds eerder hebben berekend bedraagt de externe kost per voertuig kilometer voor de personenwagen 0,0506 €.

Tabel 36 geeft het totaal aantal voertuigkilometers weer dat de reizigers dagelijks zouden hebben afgelegd, indien ze met de personenwagen reisden en de bijhorende externe kost.

Tabel 36: Overzicht voertuigkilometers en externe kosten voor de personenwagen.

Op basis reizigersvoorspelling van	Voertuigkilometers	Externe kosten (in €/dag)
UHasselt	19.806,99	1.002,23
Goudappel Coffeng	50.515,92	2.556,11

Nu rest ons enkel nog het verschil te nemen tussen de externe kost die de investering veroorzaakt en de externe kost die vermeden wordt doordat er reizigers switchen van de wagen naar de sneltram. Tabel 37 geeft de resultaten weer van het verschil tussen beide voor de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng.

Tabel 37: Verschil in externe kost sneltram en personenwagen.

	UHasselt	Goudappel Coffeng
Δ externe kosten	3.558,75	2.004,87

5.2 Kosten-batenanalyse snelbus

Nu we de kosten en baten van de sneltram berekend hebben is het de beurt aan de kosten en baten van de investering in een snelbuslijn. De data komen opnieuw uit hoofdstuk 4 en de berekeningswijze uit hoofdstuk 3.

5.2.1 Extra kost bus

Net zoals bij de sneltram maken we gebruik van de kostenfunctie uit Small en Verhoef (2007):

$$C = c_1 \cdot RK + c_2 \cdot PV + c_d \cdot VU_d + c_p \cdot VU_p + c_3 \cdot VK$$

met RK=route kilometers, PV=piekvoertuigen, VU_d = voertuiguren op dalmomenten, VU_p = voertuiguren op piekmomenten en VK=voertuigkilometers.

Het aantal piekvoertuigen en de parameters in de vergelijking hebben we reeds berekend in hoofdstuk 4. Net zoals bij de sneltram berekenen we nu de ontbrekende variabelen in de kostenfunctie aan de hand van de werkwijze uit hoofdstuk 3.

5.2.1.1 Kostenelementen

Zoals we reeds voor de sneltram hebben gedaan zullen we nu ook voor de snelbus de ontbrekende variabelen uit de kostenfunctie berekenen.

5.2.1.1.1 Berekening voertuigen

De formule voor de berekening van het aantal voertuigen was:

$$VU_p = PV \times U_p$$

$$VU_d = DV \times U_d$$

met VU_p =voertuigpiekuren, VU_d =voertuigdaluren, $U_{p,d}$ =aantal dal/piekuren
 DV=dalvoertuigen en PV=piekvoertuigen.

We moeten een onderscheid maken tussen het aantal voertuigen op basis van de cijfers van de UHasselt en deze op basis van cijfers van Goudappel Coffeng. Vermits deze laatste wel een verschil tussen het aantal piek- en dalvoertuigen hebben zullen we hier ook een verschil moeten maken tussen het aantal voertuigen op piek- en dalmomenten.

Tabel 38 geeft het aantal voertuigen weer op basis van het aantal voertuigen op piek- en dalmomenten voor de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng. Voor het aantal voertuigen op basis van de cijfers van de UHasselt is er geen verschil tussen de voertuigen op piek- en dalmomenten. De piekmomenten lopen van 6-9 's morgens en van 3-6 's avonds.

Tabel 38: Voertuigen op piek- en dalmomenten voor snelbus.

	Voertuigen (dal)	Voertuigen (piek)
UHasselt	108	/
Goudappel Coffeng	72	72

5.2.1.1.2 Berekening voertuigkilometers

Voor het berekenen van het aantal voertuigkilometers moeten we net als bij het berekenen van het aantal voertuigen twee verschillende berekeningen doen. Één volgens het aantal voertuigen op basis van de cijfers van de UHasselt en één volgens het

aantal piek- en dalvoertuigen op basis van de cijfers van Goudappel Coffeng. De berekening gebeurt aan de hand van volgende formule, zoals opgesteld in hoofdstuk 3:

$$VK = \frac{1}{2}RK \times VU_p + \frac{1}{2}RK \times VU_d$$

met RK =lengte traject heen en terug, VU_p = voertuiguren (piek) en VU_d = voertuiguren (dal). De snelbus maakt gebruik van de openbare weg om van Hasselt naar Maastricht te gaan. Dit heeft tot gevolg dat de lengte van het traject langer zal zijn dan dit van de sneltram. De snelbus zal voor een trip van Hasselt tot Maastricht, met een halte in Lanaken, ongeveer 40 kilometer moeten afleggen.

Het aantal voertuigkilometer, rekening houdend met het aantal voertuiguren wordt weergegeven in tabel 39

Tabel 39: Voertuigkilometer per dag voor de snelbus.

	UHasselt	Goudappel Coffeng
Voertuigkilometer (per dag)	4.320	5.680

5.2.1.2 Berekening extra kost investering

Nu alle elementen in de kostenfunctie gekend zijn kunnen we de extra kost per dag, die de investering in een snelbusverbinding met zich meebrengt, berekenen. Om het overzicht te bewaren geven we in tabel 40 nogmaals de kostenparameters weer die we in hoofdstuk 4 reeds hebben verzameld.

Tabel 40: Kostenparameters snelbus in prijsniveau 2009. Bron: (Allport, 1981)

<i>Kostenparameter</i>	<i>Waarde</i>
Investeringskost exclusief bussen, C_1	0 €/RK
Investeringskost bussen, C_2	56,1 €/PV
Loonkosten (dal), C_d	41,52 €/VU
Loonkosten (piek), C_d	62,28 €/VU
Kilometerkost, C_3	1,77 €/VK
Route kilometers	0 km
Piekvoertuigen	6/12
Voertuiguren (dal)	108/72 uren
Voertuiguren (piek)	0/72 uren
Voertuigkilometers	4320/5680 km

We berekenen de extra kost volgens de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng. Voor de kost op basis van de cijfers van de UHasselt wordt dit:

$$C = 56,1 \frac{\text{€}}{PV} \times 6PV + 41,52 \frac{\text{€}}{VU} \times 108VU + 1,77 \frac{\text{€}}{VK} \times 4320VK$$

$$\Rightarrow = 12467,16\text{€}$$

Voor de kost op basis van de cijfers van Goudappel Coffeng:

$$C = 56,1 \frac{\text{€}}{PV} \times 12PV + 41,52 \frac{\text{€}}{VU} \times 72VU_d + 62,28 \frac{\text{€}}{VU} \times 72VU_p + 1,77 \frac{\text{€}}{VK} \times 5680VK$$

$$\Rightarrow = 18200,4\text{€}$$

Merk opnieuw op dat beide bedragen de **dagelijkse kost** zijn voor een investering in een snelbusverbinding.

5.2.2 Baten voor bestaande busgebruikers

Zoals we bij de sneltram hebben gedaan berekenen we nu de baten voor de groep van reizigers die voorheen reeds gebruik maakten van de bus en na de investering over zullen stappen naar de snelbus. De gegeneraliseerde kost is weer het cruciale element om de baten te berekenen.

We gaan weer uit van het feit dat 20% van de reizigers die zouden worden aangetrokken door de investering, reeds gebruikers zijn van het openbaar vervoer. Tabel 41 geeft het aantal bestaande busgebruikers weer voor de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng.

Tabel 41: Bestaande busgebruikers. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008)

Bestaande busgebruikers UHasselt	Bestaande busgebruikers Goudappel Coffeng
1.718	4.380

Wat betreft de kostprijs gaan we opnieuw uit van de huidige prijs voor een rit op de lijn 20a. Deze bedraagt 2 € voor een enkele rit.

Het laatste en belangrijkste element is de tijdswinst die men kan boeken door over te stappen van de oude buslijn naar de nieuwe snelbusverbinding. Voor de sneltram bedroeg deze tijdswinst gemiddeld gezien 13,6 minuten. Aangezien een snelbusverbinding 30-50% trager is dan een sneltram (Grontmij, 2008) zal de gemiddelde tijdswinst voor de snelbus verbinding 9,71 minuten bedragen.

Tabel 42 geeft een overzicht van alle elementen die we nodig hebben voor het berekenen van de gegeneraliseerde kost voor bestaande busgebruikers.

Tabel 42: Overzicht elementen gegeneraliseerde kost.

Variabele	Waarde
Busticket, (p)	2 €
Tijdswaardering	7,91/5,28 €
Reistijd vóór investering	1,18 uur
Reistijd na investering ¹	1,02 uur

¹ theoretische reistijd rekening houdend met gemiddelde tijdswinst van 9,71 minuten.

De werkwijze is volledig analoog aan die van de sneltram. We maken weer een onderscheid voor de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng en een onderscheid tussen de baten voor het woonwerk- en vrijetijdsverkeer. De totale baten zijn voor de bestaande busgebruikers zijn dan de som van beide.

5.2.2.1 Baten woon-werkverkeer

Gegeneraliseerde kost vóór investering:

$$gc_0 = 2 + 0 + 7,91 \times 1,18 = 11,33$$

Gegeneraliseerde kost na investering:

$$gc_1 = 2 + 0 + 7,91 \times 1,02 = 10,07$$

Vershil in Gegeneraliseerde kost:

$$gc_0 - gc_1 = 11,33 - 10,07 = 1,26€$$

Tabel 43 geeft de baten voor het woon-werkverkeer weer voor de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng.

Tabel 43: Baten voor de bestaande busgebruikers voor het woon-werkverkeer voor de snelbus.

Verwachte reizigers volgens	Baten woon-werkverkeer (in €/dag)
UHasselt	1.132,13
Goudappel Coffeng	2.886,33

5.2.2.2 Baten vrijetijdsverkeer

Gegeneraliseerde kost vóór investering:

$$gc_0 = 2 + 0 + 5,28 \times 1,18 = 8,23$$

Gegeneraliseerde kost na investering:

$$gc_1 = 2 + 0 + 5,28 \times 1,02 = 7,39$$

Vershil in Gegeneraliseerde kost:

$$gc_0 - gc_1 = 8,23 - 7,39 = 0,84€$$

Tabel 44 geeft de baten voor het vrijetijdsverkeer weer voor de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng.

Tabel 44: Baten voor de bestaande busgebruikers voor het vrijetijdsverkeer voor de snelbus.

Verwachte reizigers volgens	Baten vrijetijdsverkeer (in €/dag)
UHasselt	688,37
Goudappel Coffeng	1.754,98

5.2.2.3 Totale baten bestaande busgebruikers

Tabel 45 geeft de totale baat van de bestaande busgebruikers weer die overstappen naar de snelbus. Dit is de som van de baten voor het woonwerk- en het vrijetijdsverkeer.

Tabel 45: Totale baten voor de bestaande busgebruikers voor de snelbus.

Verwachte reizigers volgens	Baten bestaande busgebruikers (in €/dag)
UHasselt	1.820,5
Goudappel Coffeng	4.641,31

5.2.3 Baten nieuwe snelbusgebruikers

Voor de twee categorieën van reizigers, de voormalige personenwagen gebruikers en de nieuwe gebruikers, berekenen we op identieke wijze als bij de sneltram de baten van de investering in een snelbusverbinding.

5.2.3.1 Baten voormalige autogebruikers

Het aantal voormalige personenwagen gebruikers wordt weergegeven in tabel 46.

Tabel 46: Voormalige personenwagen gebruikers. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008)

Reizigers per dag volgens UHasselt	Reizigers per dag volgens Goudappel Coffeng
793	2.022

Ook hier geldt weer: $\Delta gc_{auto \rightarrow snelbus} = \Delta gc_{bus \rightarrow snelbus}$.

Tabel 47 geeft een overzicht van de $\Delta gc_{bus \rightarrow snelbus}$ voor het woonwerk- en het vrijetijdsverkeer dat we in het vorige punt reeds berekend hadden voor de baten van de bestaande busreizigers.

Tabel 47: Verschil in gegeneraliseerde kost van bus en snelbus.

Type van de rit	$\Delta gc_{bus \rightarrow snelbus}$
Woon-werkverkeer	1,26 €
Vrijetijdsverkeer	0,84 €

Als we dit vermenigvuldigen met het aantal reizigers verkrijgen we de baten voor het woonwerk- en vrijetijdsverkeer zoals weergegeven in tabel 48 als de totale baten voor de voormalige personenwagen gebruikers.

Tabel 48: Baten voor voormalige personenwagen gebruikers voor de snelbus.

	UHasselt (in €/dag)	Goudappel Coffeng (in €/dag)
Baten woon-werkverkeer	522,57	1.332,46
Baten vrijetijdsverkeer	317,74	810,17
Totale baten	840,31	2.142,63

5.2.3.2 Baten nieuwe gebruikers

De laatste categorie waarvoor we de baten moeten berekenen is de groep nieuwe gebruikers. Het aantal nieuwe reizigers dat per dag gebruik zal maken van de snelbus wordt weergegeven in tabel 49.

Tabel 49: Nieuwe gebruikers. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008)

Reizigers per dag volgens UHasselt	Reizigers per dag volgens Goudappel Coffeng
5.548	14.153

Op identieke wijze als bij de sneltram berekenen we de baten voor de nieuwe gebruikers.

Tabel 50 geeft nogmaals de waarden van $\Delta g_{bus \rightarrow snelbus}^c$ weer.

Tabel 50: Verschil in gegeneraliseerde kost van bus en snelbus.

Type van de rit	$\Delta g_{bus \rightarrow snelbus}^c$
Woon-werkverkeer	1,26 €
Vrijetijdsverkeer	0,84 €

De baten voor het woonwerk- en vrijetijdsverkeer alsook de totale baten worden weergegeven in tabel 51.

Tabel 51: Baten nieuwe gebruikers voor snelbus.

	UHasselt (in €/dag)	Goudappel Coffeng (in €/dag)
Baten woon-werkverkeer	1.828,01	4.663,27
Baten vrijetijdsverkeer	1.111,49	2.835,41
Totale baten	2.939,5	7.498,68

5.2.4 Extra ontvangsten

We hebben geen exacte cijfers over de extra ontvangsten die de snelbuslijn zou genereren. Daarom zullen we uitgaan van de dagelijkse extra ontvangsten die we voor de sneltram hadden berekend, gecorrigeerd voor het feit dat de snelbus een lager aantal reizigers heeft.

Aangezien de investering in een snelbusverbinding 28% minder reizigers zou aantrekken veronderstellen we dat ook de extra ontvangsten voor De Lijn 28% lager zullen zijn. Tabel 52 geeft de overeenkomstige extra ontvangsten weer op basis van de voorspellingen van het aantal reizigers volgens de UHasselt en Goudappel Coffeng en de voorspelde extra inkomsten volgens Idea Consult (2008).

Tabel 52: Extra ontvangsten gegenereerd door snelbus. Bron: eigen berekeningen op basis van (Idea consult & Ecorys, 2008)

	UHasselt (in €/dag)	Goudappel Coffeng (in €/dag)
Extra ontvangsten	1.092,62	2.787,3

5.2.5 Externe kosten

Om de externe kosten in rekening te brengen nemen we opnieuw het verschil van de extra externe kosten die de investering met zich mee brengt en de vermeden externe kosten van de reizigers die zonder de investering de auto zouden hebben genomen.

We berekenen eerst de externe kosten van een snelbusverbinding voor de cijfers van de UHasselt en Goudappel Coffeng. De snelbus heeft een traject van ongeveer 40 kilometer waarvan 10 kilometer in stedelijk gebied. Procentueel gezien betekent dit dat 25% van het traject stedelijk gebied is en 75% ruraal gebied. Voor de waardering van de externe effecten maken we gebruik van de gegevens uit het onderzoek van De Ceuster (2004) weergegeven in tabel 53. We hebben het gemiddelde genomen van de externe kosten op piek- en daluren uit dit onderzoek.

Tabel 53: Externe kosten van het busverkeer per gebied.

Gebied	Externe kosten (in €/vkm)
Stedelijk	0,3035
Ruraal	0,2635

Tabel 54 geeft de externe kosten voor beide voorspellingen van het aantal reizigers weer.

Tabel 54: Overzicht voertuigkilometers en externe kosten per gebied voor de snelbus.

	Voertuigkilometer (per dag)	Externe kosten
UHasselt	4.320	1.181,52
Goudappel Coffeng	5.680	1.553,48

De externe kosten die de reizigers zouden hebben veroorzaakt indien ze niet de switch van de auto naar de snelbus hadden gemaakt wordt weergegeven in tabel 55. Deze is op dezelfde manier berekend als voor de externe kosten bij de sneltram, rekening houdend met het lagere aantal reizigers voor de snelbus.

Tabel 55: Overzicht voertuigkilometers en externe kosten van de personenwagen.

Op basis reizigersvoorspelling van	Voertuigkilometers	Externe kosten (in €/dag)
UHasselt	14.621,03	721,61
Goudappel Coffeng	36.371,46	1.840,40

Het verschil tussen de externe kost van de snelbus en die van de personenwagen wordt weergegeven in tabel 56.

Tabel 56: Verschil in externe kosten snelbus personenwagen.

	UHasselt	Goudappel Coffeng
Δ externe kosten	459,91	-286,52

Merk op dat we voor het verwachte aantal reizigers volgens Goudappel Coffeng een negatieve externe kost hebben. Deze negatieve kost betekent dat er meer externe kosten vermeden worden dan veroorzaakt door de investering. Daarom moeten we deze negatieve externe kost bekijken als een positieve baat voor de investering.

Hoofdstuk 6 Vergelijken investeringsopties

In hoofdstuk 5 hebben we de kosten en baten berekend voor de investering in een lightrail of snelbus. In dit hoofdstuk brengen we alle resultaten uit onze analyse samen. Door de resultaten van de twee investeringsopties naast elkaar te zetten krijgen we een duidelijk beeld op de totale kosten en baten van beide projecten. Dit zal ons in staat stellen om een besluit te vormen welk van de twee investeringen het meest wenselijk is vanuit maatschappelijk standpunt.

6.1 Overzicht resultaten kosten-baten analyse

De individuele onderdelen van de kosten-batenanalyse voor de sneltram en snelbus brengen we nu samen in tabel 57. We hebben de kosten en de baten gegroepeerd en we hebben voor de sneltram en de snelbus een dubbele structuur voor de kosten-batenanalyse voor het voorspelde aantal reizigers volgens de UHasselt en volgens het onderzoeksbureau Goudappel Coffeng.

Tabel 57: Overzicht KBA voor sneltram en snelbus met twee reizigersprognoses.

Voor verwacht aantal reizigers volgens	Lightrail (in €/dag)		Snelbus (in €/dag)	
	UHasselt	Goudappel Coffeng	UHasselt	Goudappel Coffeng
Kosten:				
Extra kost investering	- 28 969,12	- 28 969,12	- 12 467,16	- 18 200,40
Externe kosten	- 3 558,75	- 2 004,87	- 459,91	+ 286,52
Totaal kosten	- 32 527,87	- 30 973,99	- 12 926,77	- 17 913,88
Baten:				
Baten bestaande busgebruikers	+ 3 222,27	+ 8 218,12	+ 1 820,50	+ 4 641,31
Baten voormalig personenwagen gebruikers	+ 1 611,16	+ 4 109,06	+ 840,31	+ 2 142,63
Baten nieuwe gebruikers	+ 5 638,25	+ 14 382,44	+ 2 939,50	+ 7 498,68
Extra ontvangsten	+ 1 517,53	+ 3 871,25	+ 1 092,62	+ 2 787,30
Totaal baten	+ 11 989,21	+ 30 580,87	+ 6 692,93	+ 17 069,92
Resultaat KBA in absolute cijfers	- 20 538,66	- 393,12	- 6 233,84	- 843,96
Verhouding Baten/Kosten	0,39	0,99	0,52	0,95

6.2 Resultaten

Zoals we in tabel 57 kunnen zien is er voor geen enkele investeringsoptie, in snelbus of lightrail een positief resultaat te verwachten. Dit geldt zowel voor het verwachte aantal

reizigers volgens de voorspellingen van de UHasselt als de voorspellingen van het onderzoeksbureau Goudappel Coffeng.

Het beste resultaat (of het minst negatieve) wordt behaald door een investering in een sneltram indien we uitgaan van de reizigersprognose volgens Goudappel Coffeng. Bij een investering in een sneltram voor dit verwachte aantal reizigers zullen de baten 99% van de kosten dekken. Een investering in een snelbusverbinding doet het in dit scenario iets minder met 95% van de kosten die gedekt worden door de baten.

Als we de voorspelling van het aantal reizigers volgens de UHasselt volgen is de snelbus de betere investeringsoptie van de twee. Voor de snelbus wordt 52% van de kosten gedekt door de baten terwijl dit voor de sneltram nog lager is met maar 39%.

Het verschil tussen de resultaten is volledig te wijten aan het verschil in reizigers in de voorspellingen voor het aantal reizigers volgens de UHasselt en het aantal voorspeld door Goudappel Coffeng. Een van de meest duidelijke gevolgen hiervan kan men zien door te kijken naar de verschillen in de baten voor nieuwe reizigers voor beide voorspellingen. De baten van de voorspelling volgens Goudappel Coffeng zijn 2,5 keer zo hoog in vergelijking met die volgens de voorspelling van de UHasselt. Dit is logisch daar ook het verwachte aantal reizigers volgens de UHasselt ongeveer 10 miljoen zal bedragen terwijl dit volgens Goudappel Coffeng 25 miljoen zal zijn.

Algemeen kunnen we zeggen dat, indien er een van de twee investeringsoptie zal worden uitgevoerd, voor de voorspelling van het aantal reizigers volgens de UHasselt de snelbus het beste (of minst negatieve) resultaat geeft. Als we uitgaan van de voorspelling van het aantal reizigers volgens Goudappel Coffeng is de sneltram de beste keuze.

Algemeen Besluit

We hebben de geplande sneltramlijn Hasselt - Maastricht in deze thesis grondig geanalyseerd op basis van de beschikbare data en studies uitgevoerd in opdracht van De Lijn. Verder hebben we ook een fictieve investeringsoptie, een snelbusverbinding, bekeken als referentie voor de investering in een sneltram.

We hebben de kosten-batenanalyse niet alleen uitgevoerd voor twee investeringsopties maar ook voor twee verschillende voorspellingen over het te verwachte aantal reizigers. Omdat deze twee schattingen ver uit elkaar liggen geven ze ons wel een duidelijk beeld over het verschil in resultaten van de kosten-batenanalyse en de effecten van een laag of hoog aantal reizigers.

Indien we uitgingen van het laagste voorspelde aantal reizigers, volgens de UHasselt, kunnen we in de resultaten duidelijk zien dat puur economisch gezien, geen van beide investeringen wenselijk zijn. De kosten zijn, zowel voor de sneltram als voor de snelbus, aanzienlijk hoger dan de baten. Indien we moeten kiezen tussen één van de twee investeringsopties zou in dit geval de snelbus de beste optie zijn.

Indien we daarentegen het verwachte aantal reizigers volgens Goudappel Coffeng volgen dan zien we dat we een heel ander resultaat verkrijgen. De beste keuze uit de twee investeringsoptie zou in dit geval de sneltram zijn. De baten van een sneltram verbinding dekken 99% van de kosten terwijl dit voor de snelbus met 95% iets lager ligt.

Dit toont aan dat het verwachte aantal reizigers een cruciale rol speelt in het behalen van een positief resultaat. Enkel als er een voldoende grote reizigersstroom aanwezig is zal een sneltramverbinding tussen Hasselt en Maastricht zinvol zijn. In deze thesis zijn we er van uitgegaan dat ongeveer 41% van het totaal aantal voorspelde reizigers voor de drie sneltramlijnen in het Spartacusplan reizigers waren op de sneltramlijn Hasselt – Maastricht. Deze 41% is een resultaat van onze eigen berekeningen. Het is mogelijk dat deze schatting niet correct is, wat gevolgen zou hebben voor het resultaat van de kosten-batenanalyse. Indien deze lager uitvalt dan onze schatting zal de verhouding baten/kosten dalen wat wil zeggen dat het aandeel van de kosten dat gedekt wordt door de kosten kleiner is.

Verder heeft deze 41% van het totaal aantal reizigers ook gevolgen voor de twee andere voorziene sneltramlijnen in het Spartacusplan. Indien we er van uitgaan dat deze 41% exact juist geschat is betekent dit voor de twee andere lijnen dat zij het moeten stellen

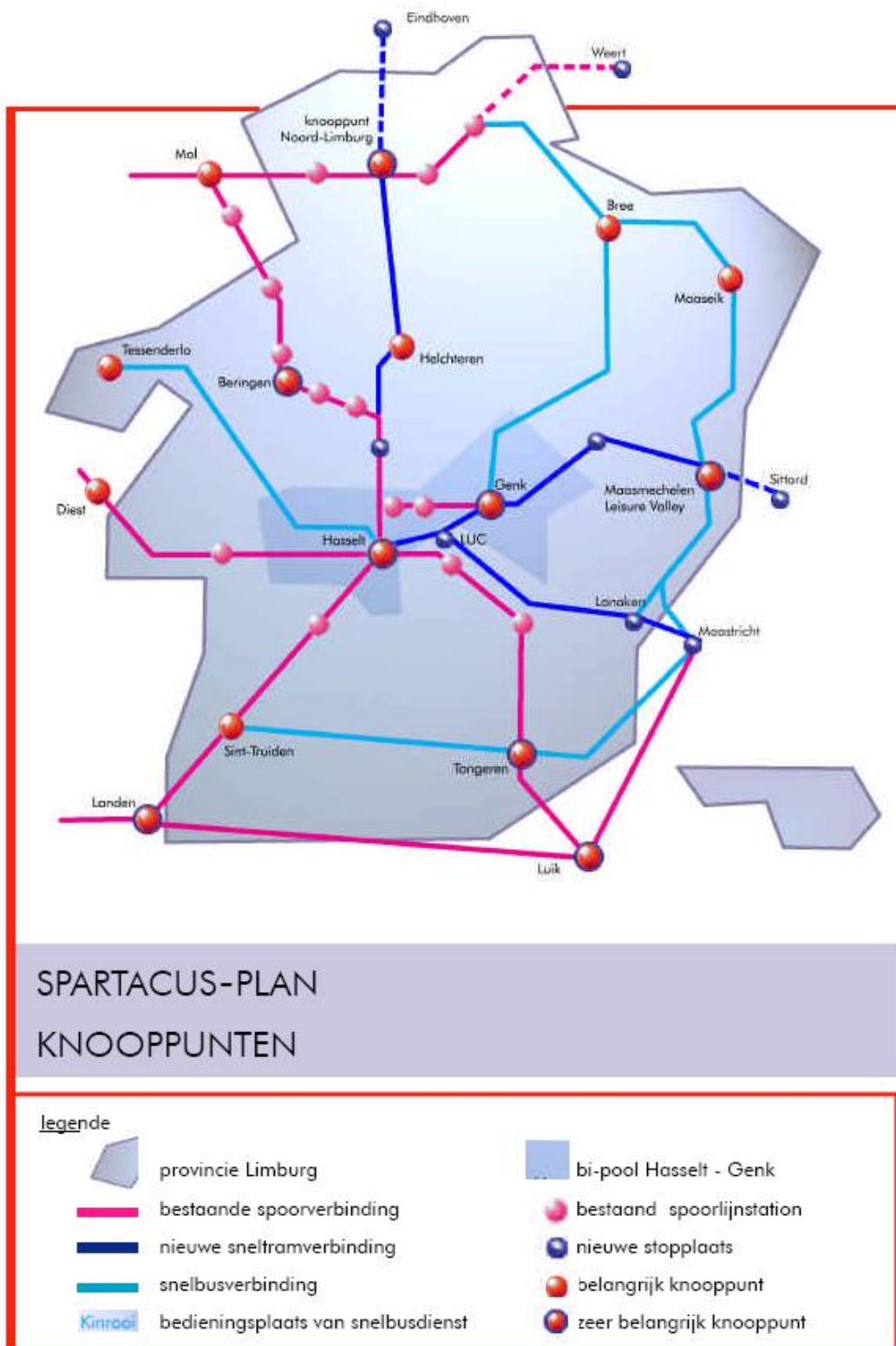
met ongeveer slechts 30% van het totale aantal verwachte reizigers per lijn. Dit zal waarschijnlijk ook gevolgen hebben voor de resultaten van kosten-batenanalyses voor deze twee lijnen.

Omwille van het grote belang van het voorspelde aantal reizigers is het belangrijk deze schatting zo correct mogelijk uit te voeren. Voor het uitvoeren van deze kosten-batenanalyse konden we enkel beschikken over de studies van de Jong & Miermans (2006) en Goudappel Coffeng (2006). Deze studie van de Jong & Miermans is een literatuurstudie naar praktijkvoorbeelden en effecten van lightrail die vervolgens in een Limburgse context zijn geplaatst. De studie van Goudappel Coffeng is een indicatie van het aantal te verwachten reizigers aan de hand van een ‘quick-scan’; volgens bepaalde, door hun opgestelde, vuistregels betreffende het te verwachten aantal reizigers. Beide studies geven elk dus slechts een indicatie van het te verwachten reizigers en het te verwachten aantal reizigers ligt bovendien ver uit elkaar. Dit roept de vraag op naar een meer exact en gedetailleerd onderzoek naar het reizigerspotentieel zowel voor de lijn Hasselt – Maastricht als voor de andere lijnen in het Spartacusplan.

Om te besluiten kunnen we stellen dat indien het aantal reizigers lager zal uitvallen dan de voorspelling van Goudappel Coffeng de kosten van de sneltramverbinding hoger zullen zijn dan de mogelijke baten. Dit komt omdat de sneltram een hoge investeringskost heeft die gedragen moet worden door een voldoende grote stroom van reizigers. Gezien de studies waarover we voor deze analyse beschikten kunnen we sterk aanbevelen nauwkeurigere en exactere studies uit te laten voeren zowel wat het verwachte aantal reizigers betreft als mogelijk verplaatsingsgedrag en een nauwkeurigere beeld te krijgen van de exacte kosten van deze lijn als ook de twee andere lijnen voorzien in het Spartacusplan.

Bijlage

Bijlage 1: Spartacusplan Knooppunten Bron (De Lijn, 2008)



Lijst van tabellen

Tabel 1: Externe kosten busverkeer (De Ceuster, 2004)	16
Tabel 2: Externe kosten light rail (Maibach et al., 2008)	16
Tabel 3: Externe kosten personenwagen (Maibach et al., 2008).....	18
Tabel 4: Externe kosten per traject	19
Tabel 5: Variabelen uit functie Kuby et al. Bron: (Lokale statistieken absolute cijfers, 2007), (Veolia, 2009), (Werkgelegenheid in Maastricht, 2007).....	24
Tabel 6: Voorspelling aantal reizigers volgens Kuby et al. en bijhorende verdeelsleutel	24
Tabel 7: Verwacht dagelijks aantal reizigers volgens UHasselt en Goudappel Coffeng per lijn. Bron:eigen berekeningen op basis van (de Jong & Miermans, 2006) en (Goudappel Coffeng, 2007)	24
Tabel 8: Verwacht dagelijks aantal reizigers volgens UHasselt en Goudappel Coffeng voor de lijn Hasselt - Maastricht. Bron: eigen berekeningen op basis van (de Jong & Miermans, 2006) en (Goudappel Coffeng, 2007).....	25
Tabel 9: Verdeling van het totaal aandeel verplaatsingen per dag volgens vertrekuur Bron: (ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004)	25
Tabel 10: Procentuele verdeling van het totaal aantal verplaatsingen per vertrek uur gedurende de uren dat sneltram operationeel zal zijn	25
Tabel 11: Verwachte aantal reizigers per uur volgens voorspelling UHasselt	26
Tabel 12: Verwachte aantal reizigers per uur volgens voorspelling Goudappel Coffeng	26
Tabel 13: Verwachte aantal reizigers, voor de sneltram, per halte per uur volgens voorspelling UHasselt Bron: eigen berekeningen op basis van (de Jong & Miermans, 2006).....	28
Tabel 14: Verwachte aantal reizigers, voor de sneltram, per halte per uur volgens voorspelling Goudappel Coffeng Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007)	28
Tabel 15: Vaste kosten voor sneltramlijn Hasselt – Maastricht. Bron: (Idea consult & Ecorys, 2008).....	32
Tabel 16: Overzicht variabele kosten. Bron: (Idea consult & Ecorys, 2008)	33

Tabel 17: Verwachte aantal reizigers, voor de snelbus, per halte per uur volgens voorspelling UHasselt. Bron: eigen berekeningen op basis van (de Jong & Miermans, 2006).....	37
Tabel 18: Verwachte aantal reizigers, voor de snelbus, per halte per uur volgens voorspelling Goudappel Coffeng. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007)	37
Tabel 19: Kostenparameters snelbus aangepast voor prijsniveau 2009. Bron: (Allport, 1981).....	40
Tabel 20: Kostenparameters en variabelen uitkostenfunctie sneltram. Bron: eigen berekeningen op basis van (Idea consult & Ecorys, 2008)	43
Tabel 21: Bestaande busgebruikers Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008)..	44
Tabel 22: Monetaire waarde van de tijd. Bron: (De Ceuster, 2004).....	45
Tabel 23: Overzicht elementen voor berekening gegeneraliseerde kost.....	45
Tabel 24: Baten voor de bestaande busgebruikers voor het woonwerkverkeer voor de sneltram	46
Tabel 25: Baten voor de bestaande busgebruikers voor het vrijetijdsverkeer voor de sneltram	46
Tabel 26: Totale baten voor de bestaande busgebruikers voor de sneltram	46
Tabel 27: Voormalige personenwagen gebruikers. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008).....	47
Tabel 28: Verschil in gegeneraliseerde kost van bus en sneltram.	47
Tabel 29: Baten voor voormalige personenwagen gebruikers voor de sneltram.	47
Tabel 30: Nieuwe gebruikers. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008)..	48
Tabel 31: Verschil in gegeneraliseerde kost van bus en sneltram.	48
Tabel 32: Baten nieuwe gebruikers voor de sneltram.	48
Tabel 33: Extra ontvangsten gegenereerd door sneltram. Bron: eigen berekeningen op basis van (Idea consult & Ecorys, 2008)	49
Tabel 34: Overzicht voertuigkilometers en externe kosten per gebied voor de sneltram.	50

Tabel 35: Voormalige personenwagen gebruikers. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008).....	50
Tabel 36: Overzicht voertuigkilometers en externe kosten voor de personenwagen.	51
Tabel 37: Verschil in externe kost sneltram en personenwagen	51
Tabel 38: Voertuiguren op piek- en dalmomenten voor snelbus	52
Tabel 39: Voertuigkilometer per dag voor de snelbus.....	53
Tabel 40: Kostenparameters snelbus in prijsniveau 2009. Bron: (Allport, 1981).....	53
Tabel 41: Bestaande busgebruikers Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008)..	54
Tabel 42: Overzicht elementen gegeneraliseerde kost.....	55
Tabel 43: Baten voor de bestaande busgebruikers voor het woonwerkverkeer voor de snelbus	55
Tabel 44: Baten voor de bestaande busgebruikers voor het vrijetijdsverkeer voor de snelbus.	56
Tabel 45: Totale baten voor de bestaande busgebruikers voor de snelbus	56
Tabel 46: Voormalige personenwagen gebruikers. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008).....	56
Tabel 47: Verschil in gegeneraliseerde kost van bus en snelbus.....	56
Tabel 48: Baten voor voormalige personenwagen gebruikers voor de snelbus	57
Tabel 49: Nieuwe gebruikers. Bron: eigen berekeningen op basis van (Goudappel Coffeng, 2007), (de Jong & Miermans, 2006) en (Idea consult & Ecorys, 2008)..	57
Tabel 50: Verschil in gegeneraliseerde kost van bus en snelbus.....	57
Tabel 51: Baten nieuwe gebruikers voor snelbus	57
Tabel 52: Extra ontvangsten gegeneerd door snelbus. Bron: eigen berekeningen op basis van (Idea consult & Ecorys, 2008)	58
Tabel 53: Externe kosten van het busverkeer per gebied.....	58
Tabel 54: Overzicht voertuigkilometers en externe kosten per gebied voor de snelbus.	59
Tabel 55: Overzicht voertuigkilometers en externe kosten van de personenwagen.....	59
Tabel 56: Verschil in externe kosten snelbus personenwagen.	59
Tabel 57: Overzicht KBA voor sneltram en snelbus met twee reizigersprognoses.	60

Bronnen

Goudappel Coffeng. (2007). *Spartacusplan; inschatting van reizigersvervoer door verbeteringen in het openbaar vervoer*. Hasselt: De Lijn Limburg.

(2008, 09 20). *Het Belang Van Limburg* , p. 63.

Allport, R. (1981). The costing of bus, light rail transit and metro public transport systems. *Traffic Engineering and Control* 22 , p.633-639.

De Ceuster, G. (2004). *Internalisering van externe kosten van wegverkeer in Vlaanderen*. Leuven: Transport & Mobility Leuven.

de Jong, M., & Miermans, W. (2006). *Sociaal-economische potenties voor Spartacus*. Diepenbeek: Instituut voor Mobiliteit.

De Lijn. (2007). *Jaarverslag 2007*. Opgeroepen op juli 20, 2009, van Website De Lijn: http://www.delijn.be/images/jaarverslag_2007_tcm7-4521.pdf

Dienstregeling 20a. (2008, 8 18). Opgeroepen op juli 7, 2009, van Website De Lijn: <http://appl.delijn.be/dienstregelingen/lim/P4/4201180808.pdf>

ECMT. (1994). *Light Rail Transit Systems*. Paris: OECD Publications Service.

Economie, F. (2009). *Mobiliteit*. Opgeroepen op Juni 24, 2009, van Nationaal instituut voor de statistiek/FOD Economie - Algemene Directie Statistiek en Eco: http://www.statbel.fgov.be/figures/d37_nl.asp

European commission. (2008). *Guide to cost-benefit analysis of investment projects*.

Grontmij. (2008). *Plan-MER ifv RUP(s) Spartacusplan Sneltramlijn 3 (Hasselt-Neerpelt-Lommel)*. De Lijn.

Idea consult, & Ecorys. (2008). *De maatschappelijk en sociaal-economische impact van het Spartacusplan*. Brussel: Idea Consult nv.

Kuby, M., Barranda, A., & Upchurch, C. (2004). Factors influencing light - rail station boardings in the United States. *Transportation Research Part A* 38 , 223-247.

Lijn, D. (2008). *infobrochure spartacus*.

Lokale statistieken absolute cijfers. (2007). Opgeroepen op juli 7, 2009, van Website lokale statistieken: http://aps.vlaanderen.be/lokaal/lokale_rapporten.htm

Maastricht in cijfers. (2009). Opgeroepen op juli 12, 2009, van Gemeente Maastricht: <http://www.maastricht.nl/maastricht/show/id=153855/notextonly=42282>

Maibach et al. (2008). *Handbook on estimation of external costs in the transport sector Internalisation Measures and Policies for All external costs of Transport*. Delft: CE Delft.

Masterplan Belvédère. (2003). Opgeroepen op juli 12, 2009, van Belvédère Maastricht:
<http://www.belvedere-maastricht.nl/masterplan.html>

ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. (2004). *Onderzoek verplaatsingsgedrag Hasselt - Genk*. Opgeroepen op juli 7, 2009, van MobielVlaanderen:
http://www.mobielvlaanderen.be/pdf/ovg-hagenk/deel3b/tabel_013.pdf

Mobiliteit en vervoer, F. (2008, Januari 22). *Bezettingsgraad van een personenwagen, België en gewesten*. Opgeroepen op Juni 24, 2009, van Kenniscentrum Statistiek / Cijfers / Mobiliteit:
http://aps.vlaanderen.be/statistiek/cijfers/stat_cijfers_mobiliteit.htm

Nuijens, J., & Schepmans, J.-L. (2006). *Gemeentelijk Ruimtelijk Structuurplan gemeente Bilzen*. Hasselt: Technum Hasselt.

Small, K. A., & Verhoef, E. T. (2007). *The economics of Urban Transportation*. London: Routledge.

Spartacusplan reistijden schema. (2007). Opgeroepen op juli 9, 2009, van Website van De Lijn:
http://www.delijn.be/images/Spartacus_reistijden_schema_tcm7-8222.pdf

Veolia. (2009). *Dienst regeling Limburg*. Opgeroepen op juli 7, 2009, van Veolia Transport:
<http://www.veolia-transport.nl/tmpl/NL/TimeTablePage.aspx?id=21888&epslanguage=ML>

Vlaams Ministerie Ruimtelijke Ordening, W. e. (2008). *ontwerp van ruimtelijk uitvoeringsplan; Spartacus lijn Hasselt Maastricht, tussen Diepenbeek en Bilzen*. Brussel.

Werkgelegenheid in Maastricht. (2007). Opgeroepen op juli 6, 2009, van Website gemeente Maastricht: <http://www.maastricht.nl/Beleidsmonitor/arbeid/p0203bwn.htm>