

Trængselsopgørelse for busser

- samt vurdering af fremkommeligheds forbedrende tiltag



Hovedrapport

Afgangsprojekt for:
Jens Kristian Duhn og Jens Kresten Nørgaard Madsen
Vej- og Trafikteknik, Aalborg Universitet

Titel: Trængselsopgørelse for busser – samt vurdering af fremkommeligheds forbedrende tiltag

Tema: Afgangprojekt

Projektperiode: 1.2 2008 – 10.6 2008

Deltagere:

Jens Kristian Duhn

Jens Kresten Nørgaard Madsen

Vejleder: Niels Melchior Jensen

Oplagstal: 4

Sidetal: Hovedrapport: 96
Bilagsrapport: 70

Antal tegninger: 5

Synopsis

Dette projekt har til formål at kortlægge trængslen for busser i Aalborg ved hjælp af GPS data, og i denne forbindelse at opstille en generel metode der kan anvendes til dette, som ikke kun kan anvendes i Aalborg. Ligeledes omhandler rapporten en opstilling og vurdering af to forslag til at afhjælpe trængslen for busserne.

Indledende præsenteres det kollektive trafiksystem i Aalborg, og der gennemføres en undersøgelse af hvilke problemområder der er for den kollektive trafik, samt hvilke faktorer der spiller ind på valget af denne. Heraf fremgår det at rejsetid og regularitet er vigtige parametre for valget af den kollektive trafik.

For at kortlægge trængslen, med det formål at udpege lokaliteter hvor rejsetiden kan forbedres, sammenlignes køretider for spidsperioder med perioder med fri fremkommelighed. Ud fra dette bestemmes trængslen for busserne i Aalborg, og der udpeges et område langs Th. Sauers Vej – Universitetsboulevarden, hvor der opstilles to forslag til anlæg der kan forbedre bussernes rejsetid og regularitet. Forslagene er henholdsvis en busvej under motorvejen, samt en udvidelse af Th. Sauers Vej til fire spor, kombineret med en stibro i eget tracé over motorvejen.

Disse forslag er skitseprojekteret, og gennem en samfundsøkonomisk analyse er det fundet, at forslaget med en udvidelse af Th. Sauers Vej til fire spor har den bedste samfundsøkonomi, det er dog rentabelt at gennemføre begge forslag. Endvidere viser en følsomhedsanalyse at dette resultat er robust overfor svingninger i de mest betydende parametre.



Forord

Denne rapport er udarbejdet som dokumentation for 10. semester på Aalborg Universitets B-sektor under specialiseringen Vej- og Trafikteknik i projektperioden 1. februar 2008 til 10. juni 2008. Under temaet "afgangsprojekt" har denne rapport til formål at dokumentere anvendelsen af videnskabelige teorier og metoder på et højt fagligt niveau.

Rapporten består af en hovedrapport samt bilagsrapport og tegningsmappe. Desuden er der vedlagt en DVD indeholdende beregninger og data, samt digitale udgaver af rapporten og tegninger.

Kildehenvisninger i hovedrapporten er angivet efter Harvardmetoden, som beskrevet af Curtin University of Technology, hvor kilder er angivet i parenteser, der indeholder kildens forfatter samt udgivelsesåret. Eksempel: [Aalborg Kommune 2006]. Ved ens kildehenvisninger skelnes ved tilføjelse af alfabetisk nummerering. Eksempel: [Aalborg Kommune 2006a]. Yderligere oplysninger om den enkelte kilde findes i referencelisten bagerst i rapporten.

Tabeller og figurer er nummereret fortløbende i hvert kapitel. Med mindre andet er angivet er alle kort i rapporten orienteret med nord opad.

Der rettes en stor tak til Morten Jensen, Aalborg Kommune for levering af data og vejledning i forbindelse med kortlægningen af bussernes trængsel. Ydermere takkes følgende for at bidrage med trafiktal og øvrigt i forbindelse med projektet:

- Hanne Myrup, Aalborg Kommune
- Niels Ulrich Clausen, Aalborg Kommune
- Mogens Bang Olesen, Vejdirektoratet
- Birte Gjesing Jacobsen, Vejdirektoratet

Endeligt rettes en tak til følgende personer for deres hjælp og vejledning gennem projektforsløbet:

- Karsten Grønlund Andersen, Rambøll A/S
- Rolf Sode-Carlsen, Rambøll Nyvig A/S
- Ole H. W. Jensen, COWI A/S
- Svend Engelund, COWI A/S
- Martin Lundgaard Schou, COWI A/S

Aalborg Universitet, juni 2008



Indholdsfortegnelse

1	Resume	7
2	Abstract	9
3	Indledning	11
4	Aalborgs kollektive trafiksystem	13
4.1	Metrobus	13
4.2	Bybus	15
4.3	Nærbane	16
4.4	Alternative tilbud	17
4.5	Informationssystem	18
5	Problembeskrivelse	19
5.1	Udviklingen indenfor kollektiv trafik	19
5.2	Baggrund for valg af transportform	20
5.3	Efterspørgsel af kollektivtrafik	23
5.4	Problemformulering	24
6	Trængselsanalyse	27
6.1	Metode	27
6.2	Resultater	35
6.3	Vurdering af metode	40
7	Udvalgt delstrækning	43
7.1	Udpegning af delstrækning	43
7.2	Områdebeskrivelse	51
7.3	Trafikafvikling	52
7.4	Forhold for lette trafikanter	52
7.5	Fremtidig udvikling	53
8	Projektforslag	57
8.1	Tidligere undersøgelser	57
8.2	Ændrede forudsætninger	59
8.3	Opstilling af projektforslag	61
8.4	Forhold til eksisterende planlægning	69
9	Samfundsøkonomisk analyse	71
9.1	Samfundsøkonomiske analyser	71
9.2	Forudsætninger	72
9.3	Anlægsomkostninger	74
9.4	Drift og vedligehold	75
9.5	Brugergevinster	75
9.6	Resultater	81
9.7	Følsomhedsanalyse	83
9.8	Yderligere projektforslag	85
9.9	Opsummering	86

10 *Konklusion* _____ **87**

11 *Referenceliste* _____ **89**

1 Resume

I denne rapport opstilles en metode til systematisk at kortlægge trængsel for busserne i Aalborg. Derudover er formålet også at udfærdige metoden således at denne bliver generel anvendelig i Danmark såvel i udlandet. Foruden dette opstilles og vurderes der også konkrete forslag til at forbedre fremkommeligheden for busserne på udvalgte lokaliteter, bestemt ud fra trængselskortlægningen.

Indledende er det kollektive trafiksystem i Aalborg og omegn beskrevet, for på denne måde at undersøge hvordan den kollektive trafik i byen ser ud og er sat sammen. Efterfølgende gennemgås nogle af de generelle problemområder der er ved den kollektive trafik overordnet set, hvor blandt andet faldende passagertal og stigende priser medfører en dårlig udvikling for den kollektive trafik. Ligeledes er nogle af de faktorer der har indflydelse på efterspørgslen af kollektiv trafik beskrevet. Disse problemområder og faktorer er herefter konkretiseret i forbindelse med en gennemgang af udviklingen for den kollektive trafik i og omkring Aalborg. Denne undersøgelse viser, at det primært er rejsetid, pålidelighed, frekvens og pris der har indflydelse på om folk vælger den kollektive trafik eller ej. Ved at forbedre disse forhold kan det således forventes at bremse den negative udvikling, den kollektive trafik er inde i. I forbindelse med dette fokuseres der efterfølgende i rapporten på de to første faktorer: rejsetid og pålidelighed. For at udpege områder hvor der kan sættes ind for at forbedre disse faktorer, gennemføres der en analyse med det formål at kortlægge

hvor busserne bliver forsinket, hvilket medfører en forlængelse af rejsetiden og en forringelse af pålideligheden.

For at dokumentere og kortlægge lokaliteter hvor der opstår forsinkelser for busserne i Aalborg, er der taget udgangspunkt i positionslogninger via GPS, der er indsamlet for Metrobus 1 og 2 over en periode på en måned. Herudfra er køretider mellem stoppesteder i spidsperioder, henholdsvis om morgenen og eftermiddagen sammenlignet med køretiderne for en aften periode, hvor busserne ikke forsinkes af den øvrige trafik. På denne måde er det beregnet hvor lang tid busserne bliver forsinket mellem de enkelte stoppesteder i spidsperioderne. For at standardisere udtrykket for disse forsinkelser, er der defineret forskellige trængselsniveauer, således forsinkelser på forskellige strækninger kan sammenlignes.

Formålet med analysen er ikke udelukkende at kortlægge forsinkelse og trængsel for busser i Aalborg, men også at opstille en standardiseret metode til kortlægning af bussers trængsel, som kan anvendes i andre byer i Danmark og Europa. Da det anvendte data til beregningen og kortlægningen af trængsel er registreret efter en fælles europæisk standard, kan den opstillede metode således overføres direkte til andre byer, hvor bussernes positioner registreres efter denne standard. Foruden at sikre en generel anvendelighed af metoden, har det også været formålet at udforme denne således trængselskortlægningen kan gennemføres med få ressourcer, samt at resultaterne kan præsenteres og forstås af ikke-fagfolk. Dette er sikret gennem en standardisering af beregningerne

ved hjælp af regneark skabeloner, samt grafisk præsentation af resultaterne på geografiske kort.

Ud fra sammenligningen af lokaliteter med trængsel, udpeges et område, hvor der dels er store trængselsproblemer, men hvor det samtidig også er muligt, relativt ukompliceret, at foretage tiltag for at afhjælpe disse problemer. I rapporten er strækningen fra krydset mellem Sohngårdsholmsvej og Th. Sauers Vej til Universitetet udpeget, og der er opstillet to forskellige projektforslag med det formål at forbedre fremkommeligheden for busserne. Disse forslag tager udgangspunkt i tidligere undersøgelser omkring prioritering af den kollektive trafik i området. De opstillede forslag består af en busvej i eget tracé fra Th. Sauers Vej, under motorvejen til Universitetet, samt en udvidelse af Th. Sauers Vej fra to til fire spor, med den konsekvens at der skal etableres en stibro i eget tracé over motorvejen.

Disse to forslag er efterfølgende skitseprojekteret, med det formål at dokumentere at det er muligt at gennemføre forslagene, samt give et grundlag til en fastsættelse af anlægsomkostningerne for forslagene. Størrelsen af anlægsomkostningerne anvendes i en samfundsøkonomisk analyse af de to forslag, med det formål at beregne om forslagene er hensigtsmæssige set ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv, samt hvilket forslag der er mest rentabelt.

Den samfundsøkonomiske analyse er en cost-benefit analyse, hvor der er beregnet forskelle i omkostninger og gevinster for de to forslag sammenlignet med et basisscenarium hvor der ikke

gennemføres nogle af projekterne. Til dette er trafikmængderne på vejene i området i fremtiden beregnet, ud fra dels den generelle trafikstigning, men også som følge af en omfattende udbygning i området omkring Universitetet. Herudfra kan ændringer i kørselsomkostninger bestemmes for de to forslag. For at estimere ændringerne i rejsetidsomkostningerne er der opstillet en trafiksimulering for de forskellige scenarier, hvorudfra rejsetiderne kan aflæses.

På baggrund af resultaterne i den samfundsøkonomiske analyse kan det konkluderes, at det er forslaget med en udvidelse af Th. Sauers Vej, der er det mest fordelagtige til at forbedre fremkommeligheden generelt. Fokuseres der derimod udelukkende på busserne, giver forslaget med en busvej under motorvejen den korteste rejsetid for busserne i spidsperioderne. Yderligere er et alternativt forslag med en fællessti i samme tracé som busvejen under motorvejen undersøgt, men det er her fundet at besparelserne ved dette er kortvarige, og forslaget kan således ikke anbefales.

2 Abstract

In this report, a method for systematically identifying the congestion for the buses in Aalborg is put forward. In addition to this, it also aims to draw up the method in such a way, that it will become generally useful not only in Denmark, but also in other countries. In addition to this, suggestions for projects to reduce the congestion for buses in selected locations, identified by the method, will be constructed and assessed.

By way of introduction the public transport system in Aalborg and the surrounding area are described, thus examining how the public transport system works in Aalborg. Subsequently some of the more general problems with public transport are introduced, where, among other things, declining number of passengers, and higher prices causes an adverse effect for the public transport. Likewise, some of the factors which have influence on the demand for public transport are described. These issues and factors are then made more specific in connection with a review of the trends of the public transport system in and around Aalborg. This study reveals that it is primarily the travel time, the reliability, the frequency and the price of using the public transport, which have an effect on whether people chose to travel by public transportation or not. By improving these conditions, it can be expected, that the downward tendency, which the public transport currently is suffering from, can be slowed down or even turned around. In accordance to this the focus in this report subsequently will be on the first two factors: travel time and

reliability. In order to identify locations where these conditions can be improved, an analysis with the purpose of revealing where the buses are being delayed, causing extended travelling times and reduces reliability, will be carried out.

In order to document and identify locations where the buses in Aalborg are being delayed, position logs through GPS is being used, which is gathered from Metrobus 1 and 2 over period of a month. From this data, travelling times between stops in peak hours in the morning and afternoon is being compared to travelling times in the evening, when the buses aren't being delayed by other traffic. In this way it is calculated for how long the buses are being delayed between the stops in peak hours. To standardize the expressions for these delays, several levels of congestion are defined, so that delays in different stretches can be compared relatively.

The purpose of the analysis is not only to identify the delays and congestion for the buses in Aalborg, but also to establish a standardized method for identifying congestion for buses in general, which can be utilized in other cities in Denmark and Europe. Since the data used to calculate and identify the congestion is generated according to a common European standard, the method can be applied directly in other cities, where the position of the buses is registered according to this standard. In addition to ensuring that the method is useful in general, it has also been the aim to ensure that the identification of congestion can be done with a few number of resources, and that the results can be presented in such a way, that they can be understood by non-professionals. This is ensured

through standardized calculations, utilizing templates in Microsoft Excel and graphic presentation of the results on maps.

From a comparison of locations with congestion, an area with heavy congestion problems, and where it is relatively uncomplicated to carry out measures to remedy these problems, is identified. In this report the stretch from the intersection between Sohngaardsholmsvej and Th. Sauers Vej to the University is selected, and two different projects with the aim of improving the pass ability of the buses is established. These projects are based on previous studies of ways to prioritize the public transport in the area. The projects consist of an independent busroad from Th. Sauers Vej under the motorway to the University, and an expansion of Th. Sauers Vej from two to four lanes, consequently causing a need to construct an independent bridge over the motorway for pedestrians and cyclists.

These two projects are subsequently sketched out, to demonstrate that it is possible to implement the projects, and to provide a basis for calculating the build costs of the projects. These build costs are then used in a socio-economical analysis of the two projects, in order to calculate whether the projects are feasible from a socio-economical perspective, and which project that is the most feasible.

The socio-economical analysis is a cost/benefit analysis, which calculates the difference in costs and benefits for the two projects, compared with a basis scenario, where neither of the projects is carried out. For this, the quantity of the traffic in the future is calculated, based upon the general increase in traffic and as a

result of the comprehensive development in the areas surrounding the University. From this, changes in driving costs can be calculated. In order to estimate the changes in travel time costs, a traffic simulation for the different scenarios is layed out and from here, the travel times can be read.

Based on the findings of the socio-economical analysis it can be concluded, that the most feasible project to reduce the travel times for the traffic in general is the projects with an expansion of Th. Sauers Vej from two to four lanes. However, if focus only is on the buses, the project with an independent busroad under the motorway provides the shortest travel times for the buses in peak hours. In addition to this a path for pedestrians and cyclist under the motorway is studied, but it is found that the savings generated by this are short-termed, and it is therefore not recommended to carry out this project.

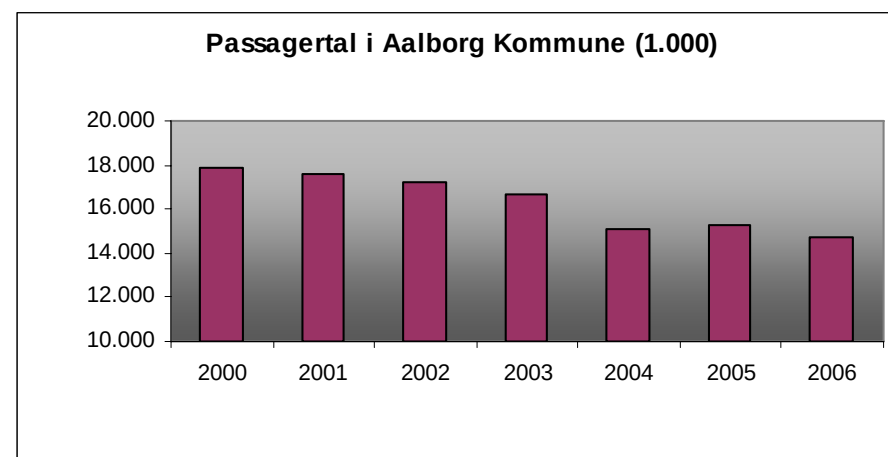
3 Indledning

I takt med det økonomiske opsving, som har stået på de sidste mange år, er trafikken på vejnettet i Danmark, såvel i hele verden steget kraftigt. Denne stigning har medført øgede gener for såvel trafikanterne som miljøet og folk der færdes og opholder sig nær vejene. For trafikanterne betyder væksten, at fremkommeligheden for disse nedsættes, da der er en grænse for hvor meget trafik vejnettet kan afvikle. Denne grænse er mange steder i Danmark overskredet for længe siden, og det er således nødvendigt at gribe ind for at konsekvenserne ikke skal blive større end de allerede er i dag. For at forsøge at reducere disse fremkommelighedsproblemer på vejnettet, er der fra politisk side, løbende gennemført en række tiltag, som skal få privatpersoner til i stigende grad at anvende den kollektive trafik. Ligeledes vil en øget brug af kollektiv trafik frem for privatbilisme medføre en gevinst for miljøet, hvilket er et område der, specielt i de seneste år, er kommet et stort fokus på.

I de større byer i Danmark, er der indenfor de sidste år gennemført en række initiativer, som skal forbedre den kollektive trafik. I København er der bygget en metro og sket en omlægning af det kollektive bussystem, i Århus er der planer om at etablere en letbane der skal give den kollektive trafik i byen et løft. I Aalborg blev den kollektive trafik i byen og det nærmeste opland gennemgribende ændret i 2004, med indførelsen af en ny kollektiv trafikplan. Formålet med denne plan var, ligesom omlægningen af bustrafikken i København, at forsøge at skabe en mere

markedsorienteret kollektiv trafik, som blev opprioriteret i de områder, hvor efterspørgslen var, samt sikre en bedre sammenkobling med den regionale togtrafik og den nyanlagte nærbane.

Den nye trafikplan trådte i kraft den 1. april 2004, hvor der var store forventninger til at passagertallet ville stige som følge af at trafikken blev omlagt for at tilgodese så mange potentielle passagerer som muligt. Forsigtige skøn lød på, at passagerindtægterne ville stige med omkring 5 % [Aalborg Kommune 2003, p.7]. Her næsten fire år efter, kan det så konkluderes, at denne stigning aldrig er kommet, tværtimod er der gennem de sidste år sket et fortsat fald i antallet af passagerer med den kollektive trafik i Aalborg området på mere end 17 % i perioden 2000 til 2006, jf. figur 3.1.



Figur 3.1: Udvikling i passagertal fra 2000 til 2006 [Nordjyllands Trafikselskab 2003, p.7], [Nordjyllands Trafikselskab 2006, p.7]

Det har således vist sig, at på trods af omhyggelig planlægning af et kollektivt trafiksystem, som er forsøgt tilpasset til flest mulige potentielle kunders behov, er det ikke lykkedes at tiltrække flere passagerer, tværtimod.

En væsentlig faktor der har indflydelse på denne passagerflugt er, at den kollektive trafik i Aalborg, på trods af etableringen af hvad der skulle være et højklasset kollektivt trafiksystem, stadig har store problemer med at konkurrere med privatbilerne. Erfaringer viser, at for at folk vil anvende den kollektive trafik i større omfang, skal denne udgøre et reelt alternativ til bilen. For at kollektiv trafik kan udgøre et sådan alternativ, skal pålideligheden og frekvensen være høj, samtidig med at rejsetiden skal være nogenlunde svarende til den for bilen [Jensen 2007, p. 38].

Med den nye kollektive trafikplan for Aalborg området er frekvensen, og derved, til en vis udstrækning, også pålideligheden forsøgt tilgodeset, særligt på metrobusserne, som i spidstimerne om morgenen og eftermiddagen har afgang hvert 7-8 minut. For at tiltrække flere passagerer til den kollektive trafik i Aalborg er det således rejsetiden der skal reduceres, da en yderligere øgning af frekvensen må vurderes som usandsynlig og praktisk umulig. Ved indførelsen af den nye kollektive trafikplan i 2004, var frekvensen nede på 5 minutter, for at blive reduceret til hvert 7-8 minut i 2006. Denne reduktion ændrer imidlertid ikke på at metrobusserne er højfrekvente, og at det ikke er nødvendigt for passagererne at anvende en køreplan i spidstimerne.

For at undersøge hvor rejsetiderne for busserne kan reduceres, vil det i denne rapport blive kortlagt hvor der opstår forsinkelser i spidstimerne for den kollektive trafik i Aalborg, samt undersøge hvor store disse forsinkelser er. På baggrund af dette er det muligt at afsløre hvor det vil være hensigtsmæssigt at foretage tiltag der kan nedbringe rejsetiden, med det resultat at tiltrække flere passagerer.

På baggrund af kortlægningen af trængslen, udvælges en delstrækningen hvor der kan gennemføres fremkommelighedsforbedrende tiltag for busserne. Disse forslag skitseprojekteres for at illustrere hvorledes de kan gennemføres, samt give en baggrund for at estimere anlægsomkostningerne. Disse anlægsomkostninger anvendes efterfølgende i en samfundsøkonomisk analyse, hvor det beregnes om anlæg af denne type vil være rentable at gennemføre, set ud fra et samfundsmæssigt perspektiv.

4 Aalborgs kollektive trafiksystem

I det følgende beskrives det kollektive trafiksystem i Aalborg, for derved at give en forståelse for hvordan systemet fungerer og er opbygget. Dette kapitel har desuden til formål at give en bedre forståelse for problemområderne ved den kollektive trafik i Aalborg, som vil blive gennemgået senere i rapporten.

I 2004 skete der en omlægning af det kollektive trafiksystem i Aalborg, for at gøre den kollektive trafik til et mere attraktivt alternativ til bilen på de strækninger og tidspunkter, hvor transportbehovet er stort. Med omlægningen skete der et fokus skifte i den kollektive trafik, hvor den i højere grad blev tilpasset efterspørgslen, med mere kørsel i myldretiden og mindre kørsel på tidspunkter og i områder, hvor der kun var beskeden brug af busserne. [Aalborg Kommune 2003, p. 11]

Omlægningen var inspireret af en tilsvarende udvikling i andre Europæiske byer, bl.a. Jönköping i Sverige, hvor en tilsvarende omlægning er gennemført med succes.

I forbindelse med omlægningen af det kollektive trafiksystem, blev tilbudene af den kollektive trafik i Aalborg og omegn koncentreret omkring tre transporttyper:

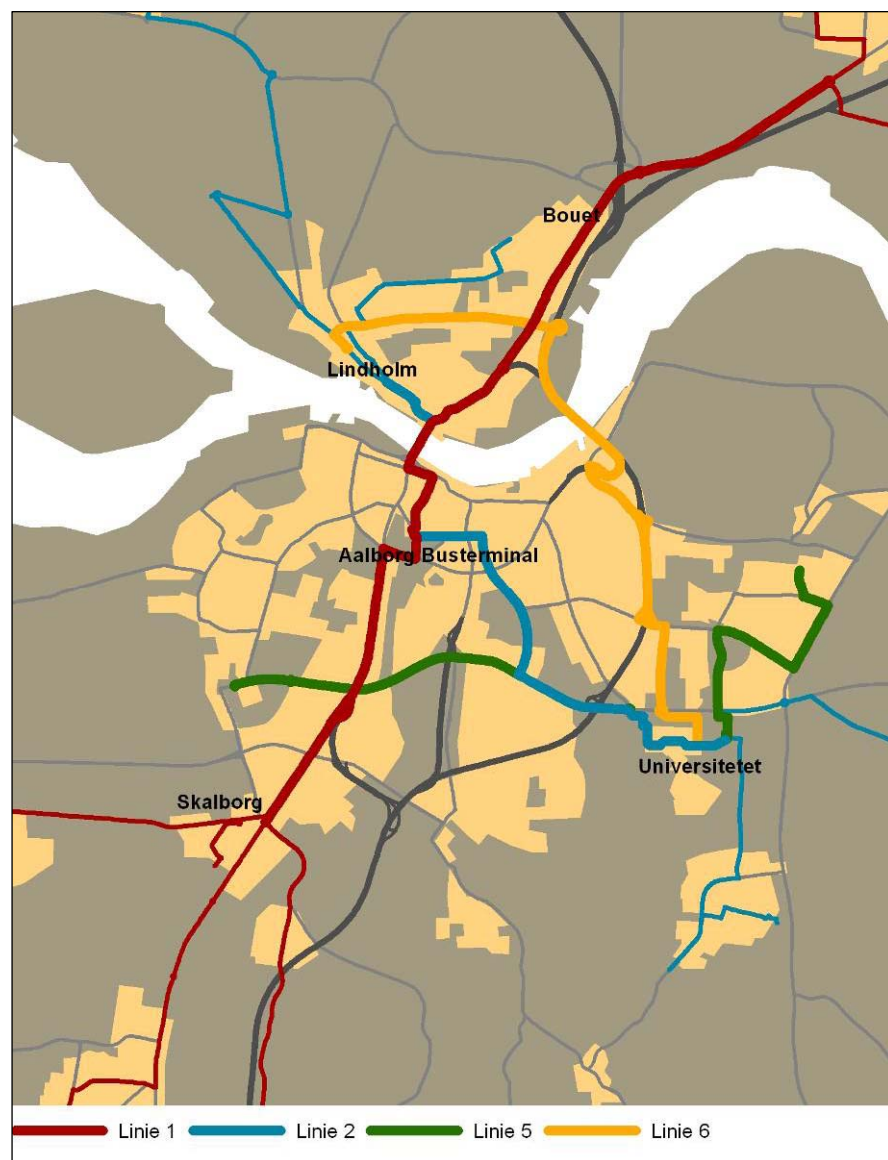
- Metrobus
- Bybus
- Nærbane

Dertil findes der også alternative tilbud på tidspunkter og i områder med få passagerer. Disse alternativer er blandt andet basisbusser, teletaxier med mere. I det følgende præsenteres det kollektive trafiksystem i Aalborg.

4.1 Metrobus

I forbindelse med omlægningen af den kollektive trafik, blev der etableret fire metrobuslinier, jf. figur 4.1. Metrobusserne udgør rygraden i Aalborgs kollektive trafik og fungerer som stambusser, hvilket er et højklasset bussystem. Metrobusserne er let genkendelige med deres røde farve, og er karakteriseret ved at busserne kører meget hyppigt.

I spidstimerne afgår busserne hver 7-8 minut, og derfor er passagererne på disse tidspunkter mindre afhængig af en køreplan for busserne. Linieføringen for busruterne er forholdsvis enkle og direkte, og på busnettet er der flere steder fremkommeligheds fremmende foranstaltninger, blandt andet separate busbaner samt busprioritering i kryds, hvor busserne ellers ville blive forsinket af den øvrige trafik.



Figur 4.1: Metrobuslinier i Aalborg

Metrobuslinierne består af to dobbeltradielle linier og to ringlinier. De dobbeltradielle linier består af Metrobus 1 og 2. Metrobus 1 forbinder de overordnede destinationer: Bouet nord for Aalborg og Skalborg med City Syd, syd for byen, jf. figur 4.1. Metrobus 2 forbinder Lindholm nord for Aalborg og Universitetet i Aalborg Øst, jf. figur 4.1. Buslinierne er sammenfaldende mellem Nytorv og Aalborg busterminal. Ved Aalborgs forstæder sker der en forgrening af linierne, hvorved de samme ruter kan dække et større opland, men med en lavere frekvens, jf. figur 4.1.

Ringlinierne består af Metrobus 5 og 6, der kører på tværs af de radiale linier. Metrobus 5 forløber øst-vest i byen mellem Hasseris og Aalborg Øst. Ruten er sammenfaldende med Metrobus 2 på strækningen fra Sohngårdsholmsvej til Universitetet, jf. figur 4.1. Metrobus 6 forløber nord-syd i byen, hvor den forbinder Lindholm i Nørresundby med Universitetet. Efter 25. juni 2006, blev afgangene på ringlinierne reduceret til udelukkende at køre i spidstimerne, med 20 minutter mellem afgangene. Denne reduktion kom efter det havde været på tale helt at nedlægge ruterne, som følge af få passagerer [Nordjyllands Trafikselskab 2006, p. 7]. Grundet den lavere frekvens, fungerer disse buslinier reelt ikke som stambusser længere.

Det største antal passagerer med metrobusserne findes på de radiale linier, hvor Metrobus 2 er den største, med over tre mio. passagerer i 2007, jf. tabel 4.1. Desuden er Metrobus 2 den eneste metrobus, der har haft en positiv passagerudvikling over de sidste år, med en fremgang på 6 % pr. år fra 2005 til 2007, jf. tabel 4.1. På trods af dette, har der samlet set været en negativ udvikling i

passagertallet for metrobusserne på 3,4 % pr. år fra 2005 til 2007, jf. tabel 4.1.

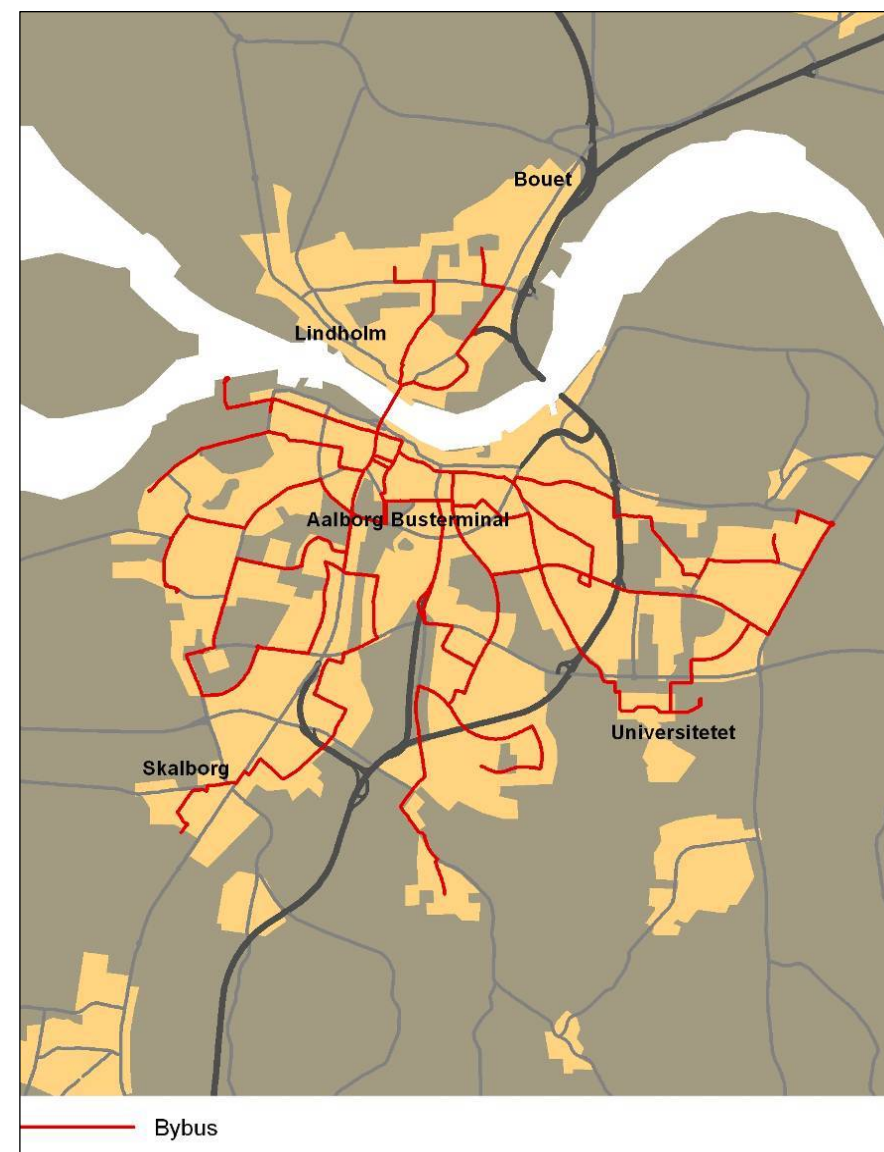
Tabel 4.1: Fordeling af passagertal på Metrobusruter [Nordjyllands Trafikselskab 2008]

Antal passagerer (1.000)	2005	2006	2007
Metrobus 1	3.032	3.051	2.380
Metrobus 2	2.777	2.794	3.119
Metrobus 5 & 6	374	377	206
Sum	6.184	6.223	5.705

4.2 Bybus

I forbindelse med omlægningen af det kollektive trafiksystem i Aalborg, blev det tilstræbt at bevare genkendeligheden i bybussystemet [Aalborg Kommune 2003, p. 32]. Grundet etableringen af Metrobusserne blev flere bybusser erstattet, mens enkelte linier udgik. Desuden har flere linier fået funktion som tilbringerlinier til trafikale knudepunkter. Bybuslinierne i Aalborg fremgår af figur 4.2.

Bybusserne virker som et supplement til metrobusserne. Generelt har bybusserne en lavere frekvens og rejsetid, men tilgængeligheden er højere. Det største antal buspassagerer i Aalborg færdes med bybusser, jf. tabel 4.2, hvilket kan forklares af et større antal ruter end metrobusserne. Der har i de senere år været en tilbagegang af passagerer med bybusserne med 6 % pr. år fra 2005 til 2007, hvilket er relativt større end metrobussernes.



Figur 4.2: Bybuslinier i Aalborg

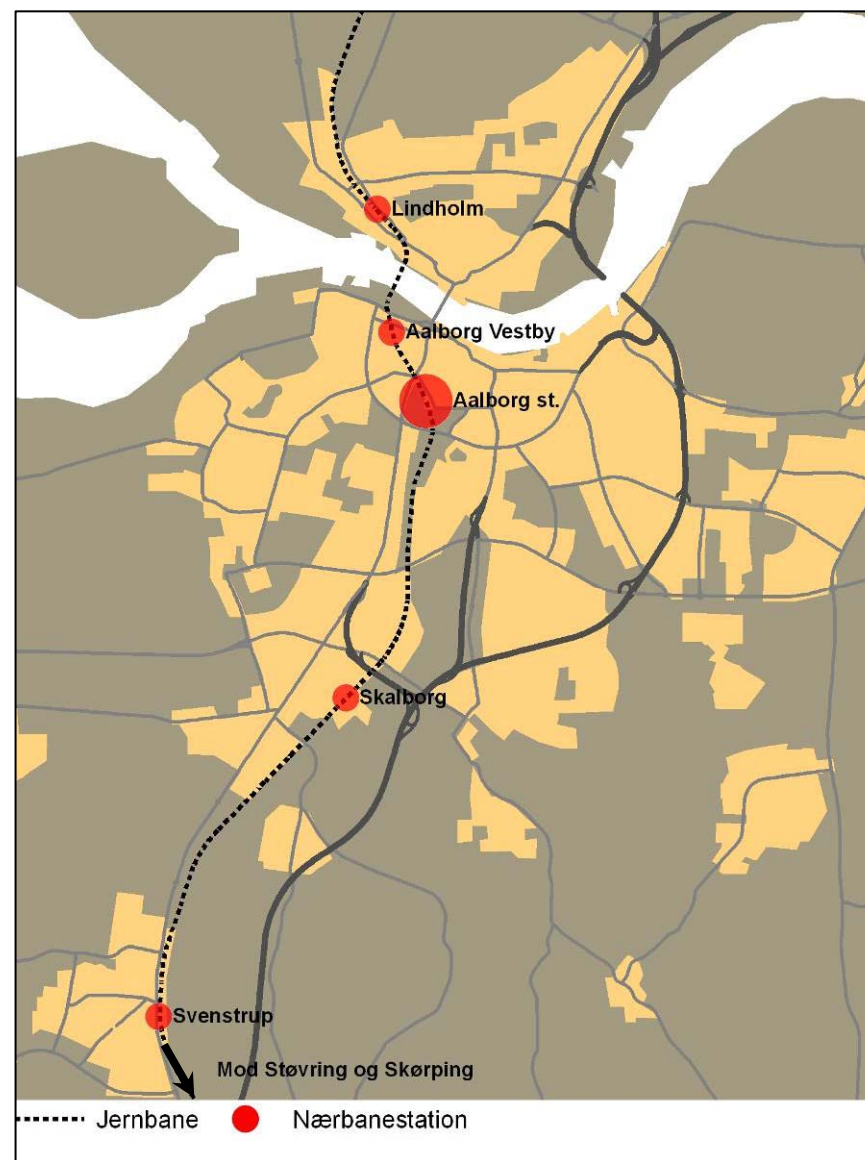
Samlet transporterede by- og metrobusserne i Aalborg ca. 14,7 mio. passagerer i 2007. Der er dog en vis usikkerhed omkring disse passagertal, da de typisk er baseret på tællinger af en uges varighed, som derefter er opregnet til et årstal.

Tabel 4.2: Antal buspassagerer 2005 – 2007 [Nordjyllands Trafikselskab 2008]

Antal passagerer (1.000)	2005	2006	2007	Udvikling 05-07
Bybus	10.220	9.774	8.981	-12,1 %
Metrobus	6.184	6.223	5.705	-7,7 %
Sum	16.404	15.997	14.687	-10,5 %

4.3 Nærbane

I forbindelse med omlægningen af det kollektive trafiksystem i Aalborg, blev en nærbane taget i brug i december 2003 [Aalborg Kommune 2003, p. 4]. Nærbanen blev etableret for at fremme pendlertrafikken med tog omkring Aalborg. Nærbanen kører på det eksisterende banelegeme mellem Lindholm i Nørresundby og Skørping, og består af 7 stationer i og omkring Aalborg, jf. figur 4.3. Der er gode omstigningsmuligheder til metrobusserne ved Aalborg Banegård, som ligger i forbindelse med Aalborg Busterminal, hvor alle by- og regionalbusser standser, samt ved Lindholm og Svenstrup station. Sammenhængen mellem Nærbane og bus blev dog ikke så god som oprindeligt planlagt, da en station ved Over Kæret blev sparet væk [Jensen 2007, p. 109]. Nærbanen kører med halvtimesdrift.



Figur 4.3: Nærbanen omkring Aalborg

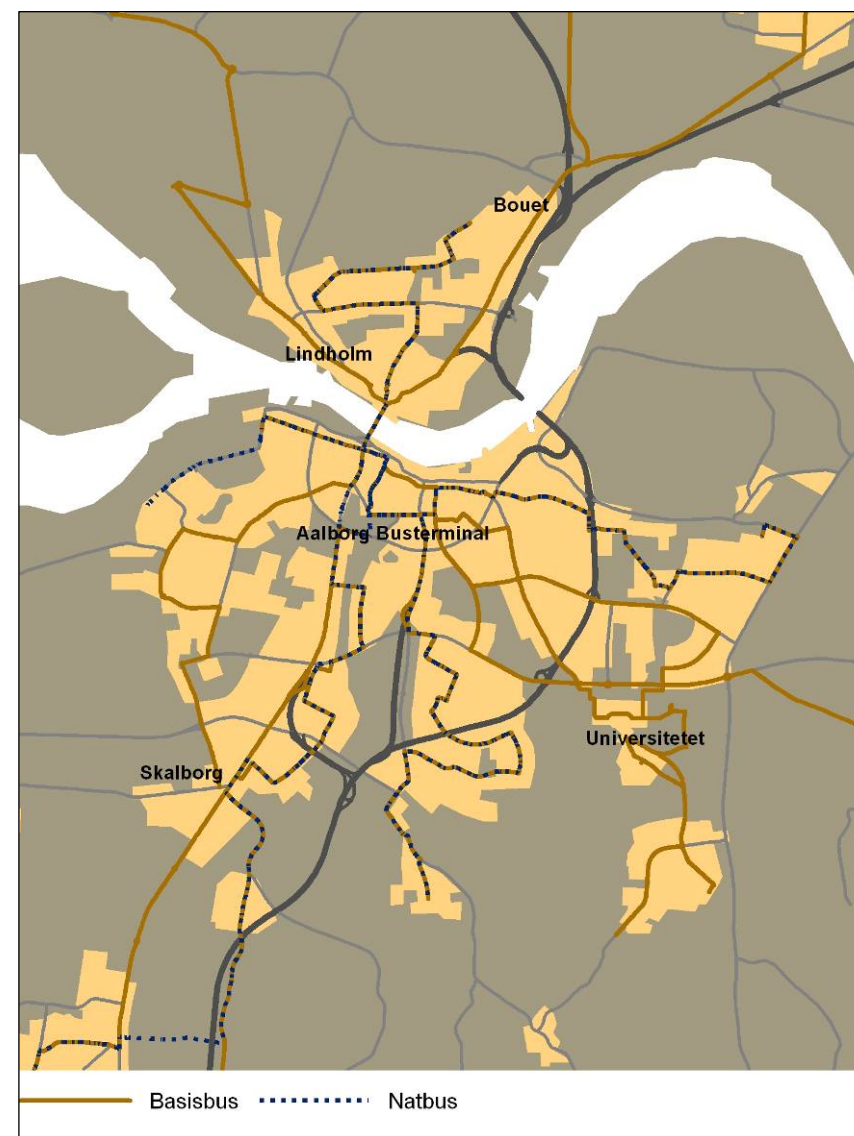
4.4 Alternative tilbud

Foruden ovenstående transportformer, findes der også en række andre tilbud, som skal sikre et stort udbud af kollektiv trafik i Aalborg Kommune. Både metro- og bybusser stopper kørslen omkring midnat, hvorefter et net af basisbusser fortsætter kørslen endnu et par timer. Desuden kører disse basisbusser også tidligt om morgenen inden de almindelige metro- og bybusser begynder at køre. Basisbusnettet omfatter linierne 21-27 og fremgår af figur 4.4.

I weekenden kører der, når basisbusserne stopper om natten, også natbusser, bestående af både regionale- og bylinier. Disse har typisk to afgang i løbet af fredag og lørdag nat. Natbuslinierne fremgår ligeledes af figur 4.4.

I sommerperioden findes der også speciallinier som kører til attraktioner i Nordjylland, så som Fårup Sommerland med videre. Der findes fire af disse speciallinier, som kører i perioden fra maj til september. Enkelte kører dog kun fra slutningen af juni til midten af august. Foruden disse linier, indsættes der også ekstra linier i forbindelse med koncerter og markeder.

I de mindre befolkede områder er det ikke rentabelt med faste linier på faste tidspunkter, og der findes i stedet teletaxier og telebusser. Teletaxa fungerer ved, at denne skal bestilles senest 1 time før afhentning, og der køres fra dør til dør, dog køres der til faste stoppesteder i de større byer. Telebusser er en bus med en fast køreplan, men der skal ringes efter denne senest 1 time før, og ruten varierer alt efter hvor folk har ringet fra.

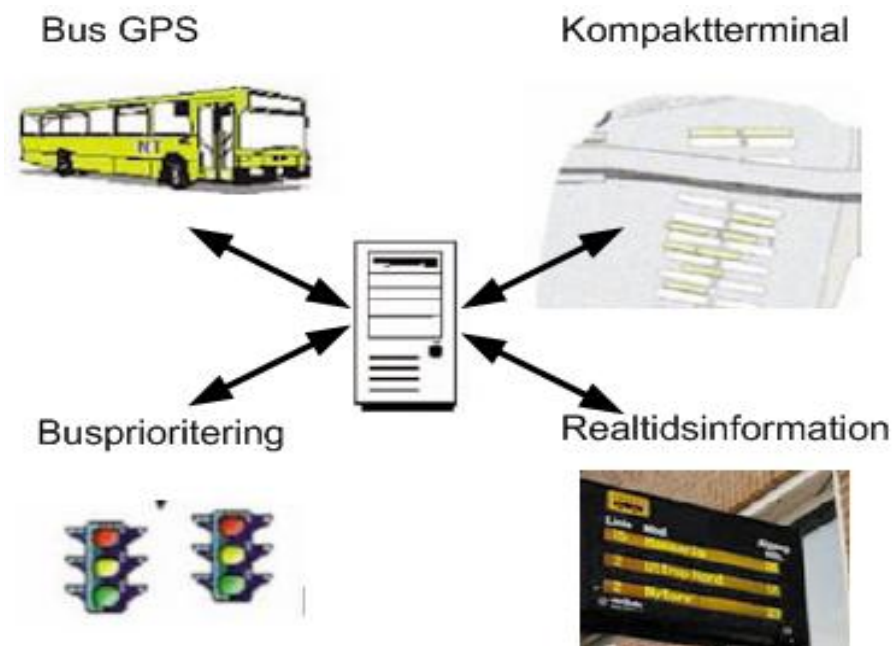


Figur 4.4: Alternative tilbud i den kollektive trafik

4.5 Informationssystem

I forbindelse med omlægningen af den kollektive trafik i 2004, blev der indført et nyt informationssystem i Aalborg. Systemet sammenkobler planlagt og kørt trafik og er indført i alle metrobusser samt de største bybuslinier. I busserne sidder en GPS, der løbende orienterer systemet omkring bussens placering. Dette bruges blandt andet til et realtids informationssystem ved busstoppestederne, der informerer ventende passagerer omkring bussernes ankomst. Informationssystemet styrer også prioritering af busserne i kryds, hvilket er indført i alle overordnede kryds på metrobusruterne, jf. bilag 1. Busprioriteringen virker ved at informationssystemet kan forlænge eller forkorte grøntiden i krydsene, hvis det får information om at en bus er forsinket. Princippet bag informationssystemet fremgår af figur 4.5.

Informationssystemet er på forkant med udviklingen i den kollektive trafik i Danmark og findes ud over Aalborg kun i busdriften i hovedstadsområdet, hvor det anvendes til A-busserne. Derudover er et identisk system i drift i adskillige Svenske byer. [Dansk Vejtidskrift 2004, pp. 1-2]



Figur 4.5: Princip i bussernes informationssystem [Fra Dansk Vejtidskrift 2004]

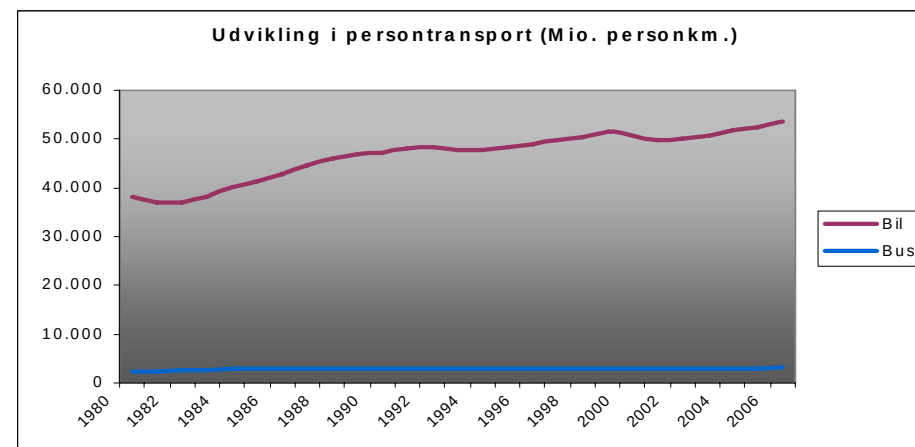
5 Problembeskrivelse

I dette kapitel vil nogle af de centrale problemområder omkring hvorfor passagerer vælger den kollektive trafik fra blive kortlagt og beskrevet. På baggrund af dette identificeres de faktorer, der har afgørende betydning for valget af kollektiv trafik som transportmiddel. Ved at identificere disse faktorer opnås en forståelse for hvor der kan sættes ind med det formål at fremme brugen af den kollektive trafik. Indledende gennemgås udviklingen indenfor den kollektive trafik, samt faktorer der har indflydelse på valget af transportmiddel generelt, hvorefter disse sættes i relation til det nuværende kollektive trafiksystem i Aalborg.

5.1 Udviklingen indenfor kollektiv trafik

Gennem de sidste mange år er trafikken steget markant, og siden midt-firserne, er trafikken overordnet steget med over 70 % [Teknologiraadet.dk 2008]. Denne stigning er til gengæld ikke fordelt ligeligt på alle former for transport. Indenfor persontransport på vejnettet, har væksten stort set kun været gældende for personbiltransport, mens omfanget af den kollektive bustrafik stort set har været uændret, jf. figur 5.1. Dette medfører, at den kollektive bustrafiks markedsandel i persontransport er faldet markant, og personbiltransporten er i dag ca. 20 gange større end transporten med bus, målt i personkilometer.

Generelt for hele landet, kæmper trafikselskaberne med faldende passagertal, og derved indtægter, samtidig med at blandt andet



Figur 5.1: Udvikling i persontransport i Danmark fordelt på bil og bus [Statistikbanken.dk 2008a]

oliepriserne stiger kraftigt og gør udgifterne større. Dette gør, at trafikselskabernes selvfinansierungsgrad bliver lavere og lavere. Fra 1997 til 2004 er denne i gennemsnit over hele landet faldet fra ca. 60 % til under 55 % [Brancheforeningen Dansk Kollektiv Trafik 2006, p. 55]. Der er dog en vis spredning på selvfinansierungsgraden de enkelte byer i mellem. I nogle byer er den helt nede under 20 %, mens den i andre er næsten 80 % [Jensen 2007, p. 23]. I et forsøg på at hæve selvfinansierungsgraden, er der mange steder sket nedskæringer i driftsomfanget, samt takststigninger, med det resultat at passagertallene er faldet yderligere. Taksterne er på landsplan steget med næsten 20 % fra 1999 til 2004 [Brancheforeningen Dansk Kollektiv Trafik 2006, p. 60]. Dette understøttes også af, at prisudviklingen for kollektiv trafik har ligget betydeligt over den generelle prisudvikling, mens prisudviklingen for biltransport, inkl.

benzinpriser, udgifter til reparation og vedligeholdelse m.v., har fulgt den generelle prisudvikling gennem årene [Trafikministeriet 1999, p. 45]. Undersøgelser viser, at hvis benzinpriserne havde fulgt den samme udvikling, som takststigningerne for den kollektive trafik, ville en liter benzin i dag koste over 26 kr. [Information 2008]. Dette medfører at prisen for kollektiv trafik er blevet uforholdsmæssigt dyrere set i forhold til bilen.

Med hensyn til taksterne, viser undersøgelser også at priselasticiteten ikke er ens for henholdsvis stigninger og reduktioner. I perioden fra 1997 til 2003 ydede staten tilskud til en reduktion af taksterne med 10 %. Da der ikke kunne dokumenteres et synligt resultat af dette, i form af en passagertilgang, fjernede staten tilskuddet igen. Resultatet af dette blev et passagerfald som følge af at taksterne blev sat op igen [Jensen 2007, p. 28].

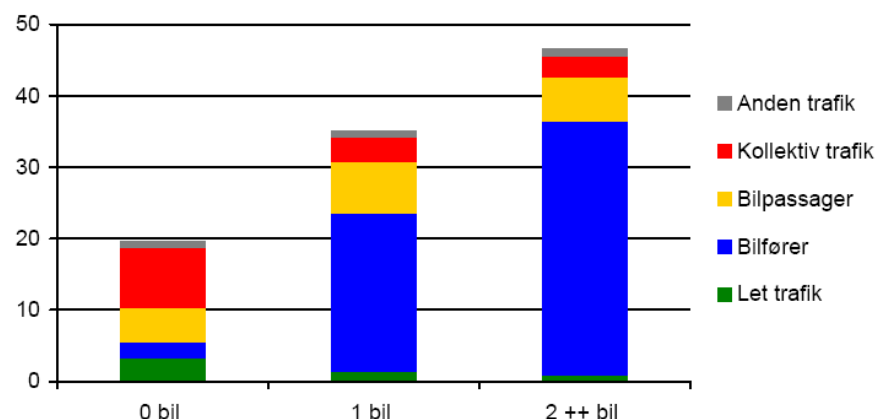
Trods den negative udvikling for den kollektive trafik de sidste mange år, er der stadig fra politisk side et ønske om at forbedre denne, med det formål at tiltrække flere passagerer, og derved øge markedsandelen i forhold til biler. Senest er visioner og målsætninger for udviklingen af den kollektive trafik behandlet i infrastrukturkommissionens rapport, der blev offentliggjort i januar 2008. Rapporten indeholder få konkrete forslag til hvordan den kollektive trafik skal fremmes, men i hovedstadsområdet er der forslag til nogle projekter på især baneområdet. Der er således en vision om at fremme den kollektive trafik i Danmark, men konkrete forslag til hvordan dette skal ske, er der på nuværende tidspunkt ikke afklaring om [Infrastrukturkommissionen 2008].

5.2 Baggrund for valg af transportform

Årsagerne til den negative udvikling indenfor den kollektive trafik er mange, og der findes en lang række faktorer der har betydning for udviklingen indenfor persontransport. Udviklingen og sammenspillet mellem disse faktorer er i høj grad uforudsigelig, men i det følgende vil de vigtigste af disse blive gennemgået. [Jensen 2007, p. 23]

En af de mest betydende faktorer for udviklingen er, at der i mange år er sket en økonomisk vækst, som har medført en generel højere velstand i samfundet. Denne vækst har betydet, at transportarbejdet overordnet set er øget, men i takt med at befolkningen har fået et større økonomisk råderum, er det den individuelle transportform, som er steget og den kollektive trafik, som er blevet fravalgt [Vejdirektoratet 2000a, pp. 13-14].

Denne udvikling medfører, at mange familier ikke kun har en bil, men måske to eller flere. På figur 5.2 er sammenhængen mellem bilrådigheden og transportbehov, fordelt på transportformer, angivet. Det ses tydeligt, at når personer har adgang til en bil falder størrelsen af transport med kollektiv transport markant. Samtidig stiger den daglige transport pr. person også kraftigt i takt med antallet af biler personen har til rådighed.

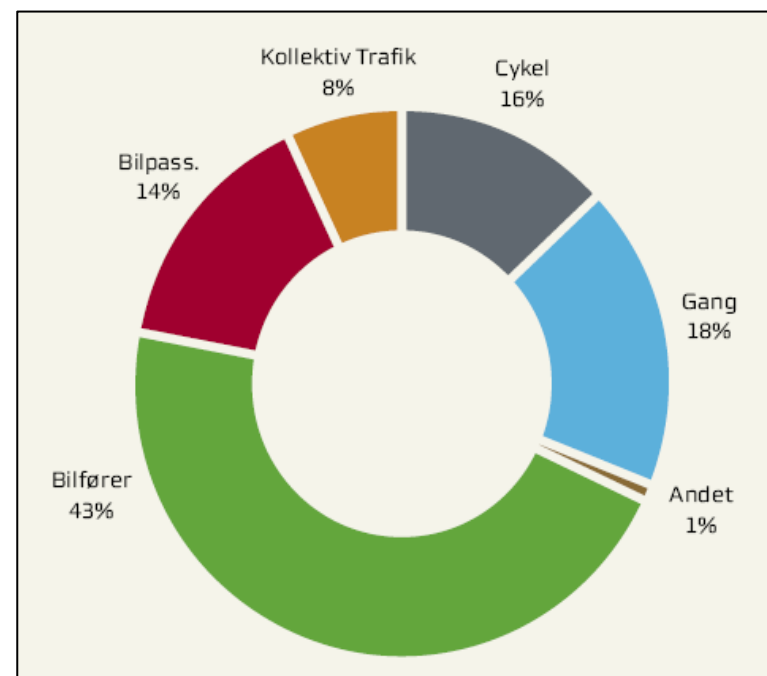


Figur 5.2: Daglig transport pr. person, fordelt på bilrådighed (km).
[Trafikministeriet 2004a, p. 35]

I Aalborg Kommune er der fra 1999 til 2003 gennemført undersøgelser af fordelingen af rejser på transportmiddel. Resultatet af denne undersøgelse er angivet på figur 5.3, og heraf fremgår det, at kun 8 % af turene foregår med kollektiv trafik, mens hele 57 % er med bil.

At bilen er så populær set i forhold til kollektiv trafik, skyldes i høj grad bilens egenskaber, som et individuelt transportmiddel, som sikrer bilejeren en stor fleksibilitet, hurtighed, mobilitet, mulighed for dør til dør rejser, samt tilgængelighed til ønskede rejser. Desuden medvirker en forbedring af infrastrukturen for biler, til at disse fordele bliver endnu større, i form af blandt andet kortere og mere forudsigelige rejsetider. [Vejdirektoratet 2000a, p. 17]

Det er således ikke udelukkende økonomiske årsager der har indflydelse på transportmiddelvalget, men også sociologiske og



Figur 5.3: Fordeling på transportmidler 1999-2003, Aalborg Kommune [Aalborg Kommune 2005a, p. 4]

politiske faktorer. De sociologiske faktorer er f.eks., at der i samfundet skabes en forventning om høj mobilitet, og det bliver derfor marginaliseret ikke at have en bil, eller at en bil er en nødvendighed i hverdagens hektiske tempo. Endeligt skyldes det også, at borgere i høj grad efterspørger oplevelser, og for at opfylde disse er det nødvendigt med en stor mobilitet. [Vejdirektoratet 2000a, p. 21]

Der findes herudover også politiske aspekter som gør, at det i høj grad er svært at effektivt prioritere den kollektive trafik frem for biltrafikken, hvorved bilen til stadighed vil være det foretrukne transportmiddel. Dette kommer til udtryk, blandt andet ved politikernes modvillighed til at pålægge biltrafikken større afgifter eller restriktioner, i og med den enkelte politiker ikke ønsker at blive upopulær blandt befolkningen, med henblik på genvalg. Samtidig ønsker politikkerne også økonomisk vækst, hvilket, som tidligere nævnt, afføder en trafikvækst. Desuden er der fra erhvervslivets side et pres om at forbedre og udbygge infrastrukturen af erhvervsmæssige grunde, som så også vil øge fordelene ved bilen frem for den kollektive trafik i forbindelse med persontransport. [Vejdirektoratet 2000a, p. 27].

Faktorer der har indflydelse på valg af transportmiddel kan således samles indenfor disse tre kategorier, hvilket er opsummeret i tabel 5.1.

Tabel 5.1: Oversigt over faktorer der har indflydelse på persontrafikkens udvikling [Vejdirektoratet 2000, pp. 12-32]

Politisk-institutionel	Sociologiske	Økonomiske
Folketingets sammensætning	Bilejerskab og marginalisering	Økonomisk vækst
Indretning af det repræsentative demokrati	Hverdagslivets organisering	Bilpriser
Fokus i Trafikministeriet	Hverdagslivets hektiske tempo	Oliepriser og afgifter
Erhvervsinteresser	Fremtidens oplevelses- og drømmesamfund	Befordringsbidrag
EU, det indre marked	Forestillinger om det gode liv	Rejsehastighed
		Infrastruktur og fysisk planlægning
		Konkurrenceflader

5.3 Efterspørgsel af kollektivtrafik

For at tiltrække flere passagerer til den kollektive trafik, er det nødvendigt at kortlægge hvilke faktorer der har indflydelse på efterspørgslen af kollektiv trafik, og derved kan ændre denne. Indenfor dette område, findes der både gulerod og pisk, hvor eksempler på pisk kan være betalingsafgifter for at anvende bilen i byerne, eller parkeringsrestriktioner for bilerne. I dette afsnit vil der dog blive fokuseret på hvilke faktorer der har indflydelse på efterspørgslen, som direkte har med den kollektive trafik at gøre.

Både på nationalt og internationalt niveau, er der gennemført en række undersøgelser af hvad der har indflydelse på folks efterspørgsel af kollektiv trafik. På nationalt niveau har det vist sig, at de vigtigste faktorer er:

- Rejsetidsforholdet mellem kollektiv transport, bil og cykel
- Frekvensen i den kollektive trafik
- Taksterne i forhold til prisen for at bruge bil
- Direkte transportmulighed – omstigning opfattes som en væsentlig gene
- Komforten under rejsen med kollektiv trafik

[Jensen 2007, p. 31]

Tabel 5.2: Relativ vigtighed for efterspørgslen af forskellige faktorer. [Jensen 2007, p. 30]

Relativ vigtighed	Holland	Frankrig	Tyskland	Portugal	Spanien	England	HiTrans gnms.
1	Pris	Rejsetid	Pris	Tryghed	Tryghed	Information	Pålidelighed
2	Sikkerhed	Regularitet	Korrespondancer	Pålidelighed	Sikkerhed	Pålidelighed	Frekvens
3	Pålidelighed	Pålidelighed	Pålidelighed	Frekvens	Pålidelighed	Frekvens	Pris

Internationalt blev der i 2005 gennemført en række undersøgelser af hvilke faktorer der har størst betydning for efterspørgslen.

Resultatet af dette er angivet i tabel 5.2.

Som det fremgår af tabellen, er der ikke noget entydigt resultat af hvilke faktorer der er relativt vigtigst i de forskellige lande. I undersøgelsen er der dog udregnet et gennemsnit landende imellem, og resultatet er, at de tre vigtigste faktorer for efterspørgslen af kollektiv trafik er:

1. Pålidelighed
2. Frekvens
3. Pris

Da undersøgelsen er af internationalt karakter, er det forbundet med en vis usikkerhed at antage, at præcis denne prioritering også er gældende i Danmark, men den giver en god indikation af hvilke faktorer der kan have betydning. Det er dog bemærkelsesværdigt, at Frankrig er det eneste land hvor rejsetiden er prioriteret blandt de tre vigtigste faktorer, da undersøgelser fra Danmark viser, at netop rejsetid i forhold til bilen er yderst determinerende for valg af kollektiv trafik i Danmark, jf. tabel 5.3.

Tabel 5.3: Forhold mellem varighed af rejsen med kollektiv trafik og bil
[Trafikministeriet 1999, p. 48]

Oplyst rejsetidsforhold for kollektiv trafik i forhold til bil	Valgt bil	Valgt kollektiv trafik
< 1	1 %	56 %
1 – 1½	8 %	36 %
1½ – 2	10 %	6 %
2 – 2½	12 %	1 %
≥ 3	44 %	0 %
Andet alternativ ikke relevant	25 %	2 %
I alt	100 %	100 %

Resultaterne angivet i tabellen beror på TU-data, hvor personers transportvalg er kortlagt ud fra mere end 16.000 forskellige ture af en varighed på over 5 min og en længde på mere end 300 m. Ud fra disse interviews blev det kortlagt, at ca. 80 % af turene foregik med personbil, og ca. 20 % med kollektiv trafik, hvilket stemmer godt overens med den generelle fordeling mellem rejser med bil og med kollektiv trafik [Statistikbanken.dk 2008a]. Af undersøgelsen fremgår det således, at ud af de 20 % af turene som foregik med kollektiv trafik, var 56 % af disse hurtigere end turen ville have været med bil. Sammenlagt ses det, at 92 % af dem der valgte at benytte kollektiv trafik, havde valgt dette transportmiddel på rejser, hvor rejsetiden enten var hurtigere, eller maksimalt 50 % længere end hvad den vil være, hvis rejsen blev foretaget med bil. Heraf fremgår det, at rejsetidsforholdet mellem kollektiv trafik og bil har stor indflydelse på valget af kollektiv trafik i Danmark, og at langt de fleste rejser med

kollektiv trafik sker kun hvor rejsetiden er konkurrencedygtig med bilen.

5.4 Problemformulering

Som nævnt har der de seneste år været problemer med at fastholde brugerne af den kollektive trafik. Dette har også været tilfældet i Aalborg, på trods af omlægningen af den kollektive trafik, til en mere markedsorienteret indsats. Der er flere årsager til denne tilbagegang, som beskrevet i det forrige afsnit, men nogle af de faktorer der har størst indflydelse på efterspørgslen af kollektiv trafik kan påvirkes gennem planlægningen af den kollektive trafik. Dette drejer sig blandt andet om:

- Rejsetid
- Pålidelighed
- Frekvens
- Pris

I forbindelse med omlægningen af den kollektive trafik i Aalborg, blev der gjort meget for at optimere disse parametre i metrobussystemet, indenfor de økonomiske rammer der var til rådighed. Der blev etableret fire højfrekvente ruter med en god tilgængelighed til byens største destinationer. Frekvensen på to af disse er senere blevet reduceret, så de kun kører i spidstimerne med 20 minutters drift, således de reelt fungerer som almindelige bybusser. Flere af de ovennævnte faktorer kan dog stadig forbedres, herunder pris og rejsetiden. Dette understreges af, at størstedelen af de rejsende med metrobusserne er utilfredse med prisen, som er steget væsentligt de sidste år [Nordjyllands

Trafikselskab 2006, pp. 7-15]. Desuden er rejsetiden med bus stadig betydelig længere end med bil. Undersøgelser viser, at rejsetiden med bus set i forhold til bil er mellem 1,5-2,5 gange længere i Aalborg området. Samme forhold gør sig også gældende for Århus og Odense [Jensen 2007, p.34]. Sammenlignes dette med resultatet fra undersøgelsen, jf. tabel 5.3, ser det ud som om at der næsten kun er tvangskunder med den kollektive trafik i de større byer.

Den lange rejsetid i den kollektive trafik er særlig problematisk, da rejsetid i mange undersøgelser udpeges som den vigtigste faktor for, om den kollektive trafik vælges eller ej. Den lange rejsetid med den kollektive trafik skyldes bl.a. tid ved stoppesteder og omvejskørsel, for at sikre en høj tilgængelighed for passagererne, men i stigende omfang skyldes det også trængsel på vejene. I og med der de senere år har været en stor vækst i trafikken, med dertil følgende trængselsproblemer på vejene, er problemerne med trængsel for busserne øget og deres køretid blevet længere, hvilket er en udvikling der ser ud til at fortsætte i takt med stadig stigende trafikmængder. Ud over længere rejsetid giver den øgede trængsel også problemer med regulariteten og pålideligheden af den kollektive trafik, som også er vigtige faktorer for at folk vælger denne transportform. Det er derfor vigtigt at være opmærksom på eventuelle trængselsproblemer for den kollektive trafik, da det har stor betydning for at kunne fastholde og fremme antallet af passagerer.

Endvidere er branchens viden om egne forhold med hensyn til passagerer og overholdelse af køreplaner ofte ikke særlig god.

Årsagen hertil kan være, at der i trafikselskaberne er mere fokus på den kortsigtede økonomi og det årlige budget, end en egentlig udvikling af produkterne. Der foretages dog enkelte målinger og tællinger, men disse er ofte kun i forbindelse med ændringer af rutenettet, som kun giver et sporadisk billede af forholdene. [Jensen 2007, p 67]

For at give et godt grundlag for planlægning af køreplaner samt fremtidige investeringer i den kollektive trafik, vil det være hensigtsmæssigt at udarbejde en metode til bestemmelse af trængselsproblemer, der tager udgangspunkt i et langt større og mere detaljeret datagrundlag. Problemerne bør desuden kunne udpeges ud fra systematisk indsamlet data, uden ressourcekrævende opgaver som manuelle registreringer og tællinger.

På nuværende tidspunkt er det muligt på Nordjyllands Trafikselskab's hjemmeside at se metrobussernes køretider og forsinkelser i realtid, men det er ikke muligt at se hvordan busserne er forsinket over en længere periode. Ved at betragte forsinkelser over en længere periode, er det således muligt at tage højde for enkelthændelser der kan have indflydelse på bussernes forsinkelser, så som trafikuheld med videre. Desuden er det ud fra realtidssforsinkelserne heller ikke muligt at fastlægge præcis hvor på ruten forsinkelserne opstår, samt få et nuanceret billede af disse, da det kun er muligt at se bussernes forsinkelser på hele minutter.

I forbindelse med omlægningen af den kollektive trafik i Aalborg blev der, som beskrevet i afsnit 4.5 indført et realtids

informationssystem, der omfattede metrobusserne, samt enkelte bybusser. GPS data fra disse busser bliver gemt i en log fil og opbevaret i flere år efter registreringen. Da GPS data indeholder oplysninger om bussernes position samt tid, kan dette også anvendes til andre formål end til informationssystemet. Ved at sammenholde bussernes rejsetider ud fra GPS data i perioder hvor der er trængsel med perioder med fri fremkommelighed, vil det være muligt at lave en kortlægning af trængslen på ruterne og dermed dokumentere eventuelle problemer for bussernes fremkommelighed. Da data er indsamlet systematisk over en lang periode, vil dette give et meget præcist billede af hvordan forholdene for den kollektive bustrafik er. Dette leder til spørgsmålet:

Er det muligt ud fra GPS data fra metrobusserne at kortlægge trængslen for disse, og derved udpege lokaliteter hvor det vil være hensigtsmæssigt at gennemføre fremkommeligheds forbedrende tiltag for busserne?

I denne rapport, vil metoden til udpegning af områder hvor der opstår forsinkelse og trængsel blive udarbejdet. I metoden anvendes GPS data indsamlet fra metrobusserne i Aalborg. Metoden i denne rapport skal sikre, at det er muligt at kortlægge forsinkelserne for busserne over en længere periode, hvor kortlægningen skal være inddelt på stoppestedsniveau, så det er muligt at se præcis hvor på ruten forsinkelserne opstår.

I dag sidder der GPS loggere i de vigtigste busruter i Aalborg, men da teknologien er i kraftig vækst, kan det forventes at den vil blive

implementeret i alle busser indenfor få år. Derfor vil en metode til kortlægning og dokumentering af trængselsproblemer ud fra GPS data i fremtiden kunne anvendes i alle busser, ikke kun i Aalborg, men i hele i Danmark. Dermed er det vigtigt at få udarbejdet en metode, der er praktisk anvendelig for planlægningsmyndighederne i den kollektive trafik.

Ud fra kortlægningen af trængsel for metrobusserne i Aalborg, vil der i denne rapport blive opstillet løsningsforslag til hvordan trængselen kan reduceres på en udvalgt delstrækning. Denne delstrækning udvælges ud fra en afvejning af hvor der forekommer trængsel, samt hvor stort et passagergrundlag der er på ruten. Foruden dette, sker der også en vurdering af hvor det er muligt at gennemføre tiltag, som forbedrer fremkommeligheden for busserne indenfor et rimeligt omfang.

For den udvalgte delstrækning opstilles flere forskellige løsningsforslag, som skitseres, med henblik på at gennemføre en samfundsøkonomisk analyse. Formålet med denne analyse er dels at udpege det mest rentable løsningsforslag, samt vurdere om det overhovedet er rentabelt at gennemføre relativt store fremkommelighedsfremmende foranstaltninger for den kollektive trafik i Aalborg.

6 Trængselsanalyse

For at anvende GPS logninger fra metrobusserne til at udpege lokaliteter med fremkommelighedsproblemer, er det nødvendigt at definere hvordan disse problemer kvantificeres, så det er muligt at sammenligne størrelsen af problemerne på forskellige lokaliteter. I følgende kapitel vil dette blive defineret i forbindelse med udformningen af en metode til at foretage udpegning af lokaliteter. Grundideen med metoden er, at beregne gennemsnitsforholdet mellem rejsetider for perioder med fri fremkommelighed og i spidstimer. Da det er ønsket at udforme metoden således den bliver praktisk anvendelig ved fremtidig planlægning for den kollektive bustrafik, er følgende kriterier til metoden opstillet:

- Resultatet skal afspejle de gener bustrafikken oplever
- Metoden skal kunne gennemføres uden store tidsmæssige omkostninger
- Metoden skal kunne anvendes af alle trafikforvaltninger, der bruger GPS i busdriften
- Resultatet skal være egnet til formidling, ikke alene blandt fagfolk, men også i offentligheden

Det er målet med metoden, at den bliver så anvendelig, at den fremover kan bruges til fremtidig planlægning i den kollektive bustrafik, ikke kun i Aalborg, men alle steder, hvor der anvendes GPS teknologi i busdriften. I det følgende beskrives den

udarbejdede metode til bestemmelse af forsinkelser for bustrafikken.

6.1 Metode

Første skridt i metoden til at udpegning lokaliteter med trængsel, er at finde frem til hvilke data der skal bruges, og hvor meget. Da der for metrobusserne i Aalborg er logget GPS data gennem flere år, har det været nødvendigt at foretage en afgræsning til at betragte en mindre periode, da det ellers vil være umuligt at behandle så meget data på en gang. Det er valgt at afgrænse dataområdet til en måned, hvor januar måned 2008 er valgt i den følgende kortlægning. Dette er valgt ud fra ønsket om at anvende så nyt data som muligt, samt erfaringer om, at det er i vintermånederne der er flest passagerer med den kollektive trafik [Jensen 2007, p. 36], hvorfor trængslen for busserne i denne periode har konsekvenser for flest passagerer. Endvidere er det valgt kun at anvende data for tirsdage-torsdage i denne måned. Dette skyldes, at det er i hverdagene der er den største efterspørgsel efter kollektiv trafik [Jensen 2007, p. 37], og mandage og fredage er fravalgt, da trafikken på vejnettet, især om fredagen, kan være noget anderledes med hensyn til variation og størrelse end på de øvrige hverdage [Vejdirektoratet 2004, p. 31].

Forsinkelserne og trængslen for busserne er bestemt ud fra en sammenligning mellem køretiderne for en periode med fri fremkommelighed, og spidsperioder med meget trafik og mange passagerer. I metoden sammenlignes køretiderne mellem stoppesteder, hvorfor forsinkelserne der kortlægges således ikke har noget at gøre med den aktuelle rejsetid i forhold til køreplanen.

Dette skyldes, at rejsetiderne i køreplanen varierer over døgnet, da der i disse planer forsøges at tage hensyn til de forsinkelser der opstår for busserne, som følge af den større trafikmængde i spidstimerne. Sammenligning med køreplanen vil således ikke give et korrekt billede af bussernes forsinkelser som følge af trængsel på vejene.

6.1.1 Datagrundlag

Det data der anvendes til kortlægningen af trængslen er indsamlet automatisk i metrobusserne ved hjælp af GPS loggere der sidder fastmonteret i bussen. Når metrobusserne er i drift, registreres en GPS logning umiddelbart før en bus ankommer til et stoppested og igen når bussen forlader stoppestedet. Dette sker ved, at hvert stoppested er omgivet af en bufferzone med en radius på 30 m, og når bussen kører ind i denne zone registreres denne tid som ankomsttid. Ligeledes registreres afgangstiden når bussen igen forlader zonen omkring stoppestedet. Princippet i dette er nærmere gennemgået i bilag 1. I logningen findes der blandt andet oplysninger om rutenummer samt ankomst- og afgangstidspunkter ved hvert enkelt stoppested. Desuden er køreplanen også indlagt, så det er muligt at se hvornår bussen efter planen skulle have været ved de enkelte stoppesteder. Alle GPS logninger for metrobusserne registreres i en central database, måden dette sker på er beskrevet i bilag 1. GPS logningerne gemmes i databasen i flere år efter de er blevet registreret, det er derfor muligt at udtrække et mindre datasæt for en måned, hvilket anvendes i denne metode. I det valgte datasæt med GPS logninger for januar måned, er alle metrobussers rejser i perioden registreret. Da ankomsttid og afgangstid registreres særskilt ved hvert stoppested, kan den tid

bussen bruger på kørsel mellem stoppestederne beregnes. Det er netop denne køretid der er interessant, da det er denne tid der påvirkes af trængslen på vejene. Det er valgt kun at anvende data for metrobusserne der kører på stamrutenettet, dvs. at forgreningerne på linierne ikke indgår i analysen. Dette skyldes, at målet med projektet kun er at kortlægge fremkommelighedsproblemerne i selve Aalborg og Nørresundby, da det må antages at det er her problemerne er størst. På baggrund af datasættet, inddeles metrobuslinierne i fire forskellige ruter, Metrobus 1 og Metrobus 2, mod henholdsvis nord og syd. Metrobus 5 og 6 sorteres fra, da det på grund af for få afgange ikke er muligt at anvende data fra disse linier. Endvidere kører disse linier ikke om aftenen, hvorfor det ikke er muligt at kortlægge rejsetider for disse i perioder med fri fremkommelighed, og det er således ikke muligt at opstille et sammenligningsgrundlag til at beskrive trængslen for disse linier.

6.1.2 Definition af trængsel

Inden bestemmelsen af forsinkelser for busserne kan gennemføres, er det nødvendigt at have en klar definition af hvad det er der ønskes bestemt. Den enkleste måde at opgøre bussernes forsinkelser er i absolutte tal, det vil sige antal sekunder busserne bliver forsinket på hver delstrækning. Da strækningerne varierer i længde, er det mere hensigtsmæssigt at betragte den relative forsinkelse for derved at kunne sammenligne forsinkelser, som er uafhængige af strækningernes længde. Der er udarbejdet flere metoder til dette i forbindelse med kortlægning af forsinkelse ud fra GPS data. I det følgende gives en introduktion til de mest relevante

metoder, hvorudfra der er udformet en separat metode til metrobusserne i Aalborg.

Projekt Trængsel

Projekt Trængsel er et forskningsprojekt, der blev startet i 2000 som et samarbejde mellem blandt andet Københavns Kommune, Vejdirektoratet og DTU med støtte fra Trafikministeriet. Formålet med projektet var at opstille en alment gyldig definition på begrebet trængsel og at finde egnede parametre til opgørelse af trængslens omfang. Resultatet af undersøgelsen er følgende definition på hvad trængsel er [Trafikministeriet 2004b, pp. 3-4]:

"Trængsel er et udtryk for de gener, som trafikanterne påfører hinanden i form af nedsat bevægelighed, når de færdes i trafiksystemet"

[Trafikministeriet 2004b, p. 24]

Trængslen er ud fra denne definition bestemt af trafikens hastighed og tæthed. Trafikkens tæthed betragtes dog ikke på veje i byer og undlades normalt for busser, da det er forbundet med en række problemer. Dette skyldes at køretøjer i byerne vil køre tættere end i åbent land, som følge af signalreguleringer, uden dette nødvendigvis er udtryk for et problem [Trafikministeriet 2004b, pp. 36-37].

Det kan imidlertid være praktisk at kvantificere størrelsen af trængslen. Til dette er der i forbindelse med Projekt Trængsel, anvendt et begreb kaldet trængselsniveau. Trængselsniveauet kan

for en vejstrækning i byen findes som forholdet mellem hastighed ved trængsel og hastighed ved fri fremkommelighed:

$$\text{Trængselsniveau} = \frac{\text{Hastighed}_{\text{trængsel}}}{\text{Hastighed}_{\text{free-flow}}}$$

Hvor hastigheden ved fri fremkommelighed er defineret som den hastighed der opnås, når der ikke er trængsel på strækningen. [Trafikministeriet 2004b, p. 36]

Forholdet mellem de to rejsetider giver et trængselsniveau, der ligger under 1 i tilfælde hvor der er målt en forsinkelse på en strækning. Desto mindre trængselsniveauet er, desto større er forsinkelsen i forhold til fri fremkommelighed. I forbindelse med Projekt Trængsel, blev trængslen opdelt i tre niveauer, jf. tabel 6.1.

Tabel 6.1: Tre niveauer af trængsel fra Projekt Trængsel
[Trafikministeriet 2004b, p. 35]

Trængselsniveau	Forsinkelse
$\geq 0,8$	Ubetydelig forsinkelse
$0,4 - 0,8$	Stor forsinkelse
$\leq 0,4$	Kritisk forsinkelse

Værdierne i tabel 6.1 er i forbindelse med Projekt Trængsel bestemt ved at betragte sammenhængen mellem trængselsniveau og markante ændringer i speed-flow kurver på udvalgte strækninger. På grundlag af observationer i trafikken samt spørgeskemaundersøgelser blandt trafikanterne, vurderes det i

projektet, at værdierne giver en god afspejling af den oplevede trængsel [Trafikministeriet 2004b, p. 36]. Opdelingen er dog hovedsagelig udarbejdet med henblik på biltrafikken.

Lahrmann Trafikrådgivning

Med udgangspunkt i metoden fra Projekt Trængsel har Lahrmann Trafikrådgivning gennemført en GPS undersøgelse af trafikafviklingen igennem Skagen i 2005. Forsinkelsen angives i undersøgelsen, ligeledes Projekt Trængsel, i form af et trængselsniveau. Trængselsniveauet findes på samme måde som i Projekt Trængsel, men med den forskel, at hastigheden ved fri fremkommelighed udelukkende findes som aftenkørsler, uden større påvirkninger af anden trafik. [Lahrmann Trafikrådgivning 2005, pp. 1-3]

I Lahrmann Trafikrådgivnings undersøgelse er trængslen opdelt i fem niveauer jf. tabel 6.2. De yderligere niveauer giver, sammenlignet med opdelingen i Projekt Trængsel, et mere nuanceret billede af trængselsniveauerne i intervallet 0,4-0,8. Desuden er det muligt at bestemme strækninger med et trængselsniveau over 1, der ikke er berørt af trængsel.

Metode til busser

Ved angivelse af de fundne forsinkelser for metrobusserne i Aalborg, tages der udgangspunkt i metoden fra Projekt Trængsel. Dette gøres, da det er en anerkendt metode, der er udviklet med baggrund i et stort datagrundlag. Metoden har dog svagheder ved anvendelsen til den kollektive bustrafik. Det er derfor valgt at tilpasse metoden til brug i forbindelse med bustrafikken samt

Tabel 6.2: Fem niveauer af trængsel fra Lahrmann Trafikrådgivning [Lahrmann Trafikrådgivning 2005, p. 3]

Trængselsniveau	Forsinkelse
> 1	Hurtigere hastighed
1 - 0,8	Ubetydelig trængsel
0,6 - 0,8	Moderat trængsel
0,4 - 0,6	Stor trængsel
< 0,4	Kritisk trængsel

medtage erfaringer fra Lahrmann Trafikrådgivnings undersøgelse af trafikafviklingen i Skagen.

Ved anvendelse af GPS-data fra busserne, findes en forsinkelstid på strækningerne ud fra bussernes rejsetid. Da trængselsniveauet i Projekt Trængsel findes ud fra hastighed, er det fordelagtigt at omskrive udtrykket. Da forholdet mellem rejsetid er det inverse af hastighedsforholdet, kan formelen for trængselsniveau omskrives, således trængselsniveauet udtrykkes ved rejsetiden, hvorved unødvendige beregninger af bussernes hastigheder undgås:

$$\text{Trængselsniveau} = \frac{\text{Rejsetid}_{\text{free-flow}}}{\text{Rejsetid}_{\text{trængsel}}}$$

Niveauopdelingen af trængselsniveau i Projekt Trængsel, jf. tabel 6.1, har svagheder ved anvendelse til den kollektive bustrafik, hvilket der skal tages højde for. Opdelingen af trængselsniveau fra Projekt Trængsel er en forholdsvis grov opdeling med store spring mellem de forskellige niveauer, hvor især niveauet for stor forsinkelse spænder bredt. Det viser sig ved undersøgelser af

køretider for metrobusserne, at der meget sjældent forekommer et trængselsniveau under 0,4, jf. bilag 3, svarende til kritisk forsinkelse. Årsagen til dette er blandt andet, at bussernes rejsehastighed stiger mindre end personbilernes ved fri fremkommelighed [Trafikministeriet 2004b, p. 53]. Dette skyldes, at busser i modsætning til biltrafikken er bundet af en køreplan, hvorfor der ikke køres tilsvarende hurtigt i perioder med fri fremkommelighed, da dette vil medføre en overskridelse af køreplanen.

Med udgangspunkt i opdelingen fra Projekt Trængsel, er det derfor valgt at udarbejde en ny inddeling af trængselsniveau målrettet til den kollektive trafik. For at give et mere nuanceret billede af hvor trængslen forekommer, er der medtaget yderligere niveauer i opdelingen af trængsel, inspireret af Lahrmann Trafikrådgivning. I forhold til opdelingen i Projekt Trængsel, tilføjes der to yderligere inddelinger kaldet ingen og begyndende forsinkelse. For at tage højde for at kritisk forsinkelse i Projekt Trængsels inddeling forekommer mindre hyppigt ved bustrafik, er denne værdi ændret, så kritisk forsinkelse indtræffer allerede ved et trængselsniveau på 0,6. Forsinkelserne for busserne udtrykkes således ved trængselsniveauerne angivet i tabel 6.3.

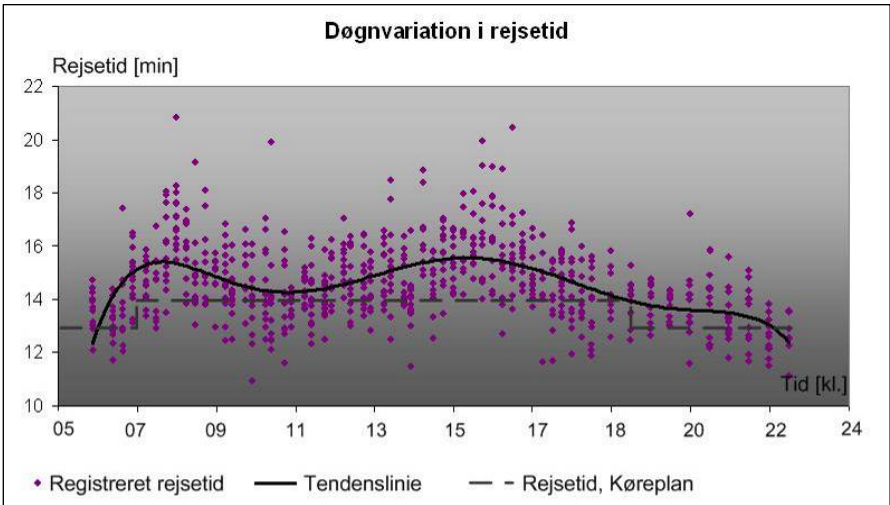
For at trængselsniveauet kan anvendes til illustrering af hvor på metrobusnettet der forekommer problematisk trængsel, opgøres dette retningsopdelt mellem de forskellige stoppesteder på metrobusnettet.

Tabel 6.3: Opdeling af trængselsniveau

Trængselsniveau	Forsinkelse
> 1	Ingen forsinkelse
0,9 - 1	Ubetydelig forsinkelse
0,8 - 0,9	Begyndende forsinkelse
0,6 - 0,8	Stor forsinkelse
< 0,6	Kritisk forsinkelse

Bestemmelse af spidsperioder

For at bestemme spidsperioderne samt perioden med fri fremkommelighed, er rejsetidens variation over et hverdagsdøgn for en udvalgt delstrækning af metrobusnettet kortlagt. Den udvalgte delstrækning er en del af linie 2 fra Busterminalen og ud til Universitetet. Denne strækning er valgt, da busserne både kører i helt tætte byområder, samt på nogle af de store trafikveje, hvor mængden af trafik varierer meget over døgnet. På denne måde antages delstrækningen at være repræsentativ for hele metrobusnettet. Beregningen af rejsetidsvariationen over døgnet er gennemgået i bilag 2, og resultatet heraf fremgår af figur 6.1.



Figur 6.1: Variation i rejsetid fra Busterminalen til Universitetet over døgnet

Af figuren ses det, at der er to klare toppe på tendenslinien, henholdsvis omkring kl. 7.00 om morgenen og kl. 15.00 om eftermiddagen. Ud fra tendenslinien fremgår perioden fra kl. 07.00-08.00 som morgenspidstime, og perioden fra kl. 15.00-16.00 som eftermiddagsspidstime. Ligeledes fremgår det af figur 6.1, at rejsetiden er lavest efter kl. 22.00, hvorfor perioden fra 22.00-23.00 udpeges som værende perioden med fri fremkommelighed for busserne. Tendenslinien er dog ikke helt nøjagtig, og der kan derfor være en del usikkerhed i forbindelse med identifikationen af spidstimerne. Desuden er der usikkerhed omkring gyldigheden i at anvende en delstrækning til at udpege spidsperioder, som derefter antages at gælde for hele rutenettet.

For at verificere at det er de rigtige spidsperioder der er udpeget, samt at kontrollere rigtigheden i at anvende disse på hele nettet, er

der gennemført en analyse af om det er den største trængsel der findes for de udpegede perioder, jf. bilag 4. Det er undersøgt hvilken effekt det har på trængselsbilledet at anvende spidsperioder, der enten er forskudt i forhold til de fastsatte perioder, eller er længere end en time. For at dokumentere at det er de rigtige spidsperioder der er udpeget, skal trængslen der findes i beregningerne med andre spidsperioder overordnet set være mindre end trængslen for de før udpegede spidsperioder. Samtidig skal resultaterne ikke afvige for meget for resultaterne for de udpegede spidsperioder, da det må antages at der også er store trafikmængder på vejnettet i de øvrige perioder. Samtidig kan en stor afvigelse også være et udtryk for at tilfældige hændelser har haft indflydelse på resultaterne.

Af beregningerne med varierende spidsperioder, jf. tabel 6.4, fremgår det, at trængselen overordnet er størst i perioderne udpeget som spidsperioder ud fra døgnvariationen i figur 6.1. Samtidig er trængslen i de andre perioder tæt på trængslen for de udpegede spidstimer, hvilket tyder på at der ikke er tilfældige hændelser der har haft indflydelse på resultatet. Fastsættelsen af spidsperioderne ud fra den kortlagte døgnvariation på strækningen fra Busterminalen til Universitet er således korrekt.

Tabel 6.4: Gennemsnitligt trængselsniveau for de beregnede tidsperioder

Tid	7.00-8.00 samt 15.00-16.00	7.30-8.30 samt 15.30-16.30	7.00-9.00 samt 15.00-17.00
Gennemsnit	0,64	0,65	0,69

Det kunne desuden være relevant at undersøge hvordan trængslen ser ud for mindre perioder end en time, og derved kortlægge en

øjeblikstrængsel, som giver et billede af hvor stor trængslen er når den er værst. Dette er dog fravalgt, da det ikke vil være muligt ud fra metoden anvendt i denne analyse at udpege en sådan trængselsperiode med tilstrækkelig sikkerhed. Dette skyldes, at anvendes der perioder på f.eks. et kvarter, vil trængslen på de enkelte strækninger højst sandsynligt være tidsforskuet, således det ikke er i det samme kvarter, at trængslen er størst på de enkelte strækninger. Endvidere betyder kortere perioder, at antallet af GPS logninger også bliver mindre, hvorfor robustheden af resultatet også vil være mindre, da blandt andet kravet om normalfordelte data ikke længere vil kunne overholdes.

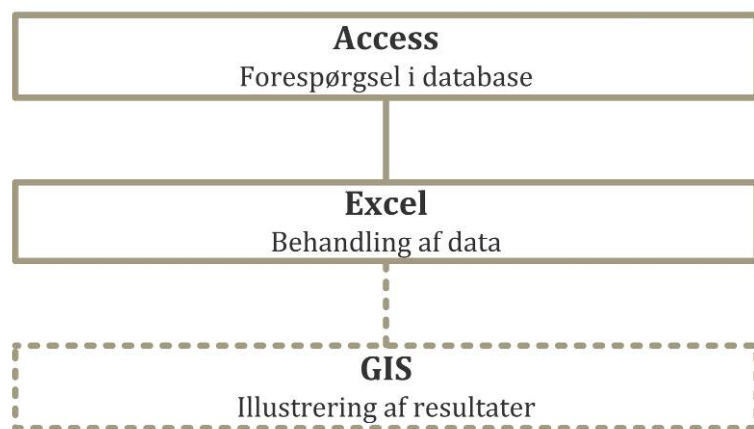
6.1.3 Beregning af trængsel

For januar måned har der i alt været over 450.000 positionslogninger for Metrobus 1 og 2. Disse inddeles på hver af de to metrobusruter i nord og sydgående retning, og datasættet begrænses til de udvalgte dage. Der laves udtræk for ruterne på hver af de tre tidsperioder, henholdsvis morgen- og eftermiddagsspidstimer, samt perioden med fri fremkommelighed. Dette giver i alt tolv forskellige udtræk af data. Af disse udtræk indeholder spidstimerne hver 2-4.000 positionslogninger, mens perioderne for fri fremkommelighed indeholder ca. 1.000 logninger. For at resultatet kan anvendes, er det et krav at data er normalfordelt, hvilket sikres hvis antallet af observationer pr. stop er over 30, jf. bilag 3, hvilket er tilfældet.

De tolv udtræk bruges som input i hver sit regneark, hvor gennemsnitsrejsetiden beregnes mellem hvert enkelt stoppested. Disse beregninger er opdelt på selve køretiden, dvs. tidsforskellen

mellem en bus kører fra et stoppested til den er fremme ved det næste. Først beregnes gennemsnitstiderne for hver af de fire ruter med fri fremkommelighed, og derefter for de to spidstimer. Køretiderne for spidstimerne sammenlignes så med tiderne for perioden med fri fremkommelighed, hvorved forsinkelserne og trængslen i spidstimerne kan beregnes.

Et af hovedmålene med metoden til beregningen af trængslen for busserne er, at det skal være muligt for den enkelte forvaltning eller trafiksselskab at kunne gennemføre en beregning uden at det kræver at den pågældende person der gennemfører beregningen skal sætte sig ind i nye programmer, eller bruge lang tid på at lære avancerede funktioner i allerede kendte programmer. Metoden anvender således kun programmer, som må antages at være kendte for de personer der vil komme til at foretage beregningerne. Der anvendes derfor kun Microsoft Office programmer i form af Access og Excel, samt eventuelt GIS for at illustrere resultaterne grafisk. Beregningsgangen følger en række trin, som er angivet på figur 6.2.



Figur 6.2: Arbejdsgang ved bestemmelse af trængsel

For at sikre at beregningerne af trængslen kan gennemføres hurtigt og effektivt, er selve behandlingen af data standardiseret i en række regneark, således beregningsgangen er forprogrammeret. Brugeren skal således kun sørge for at foretage udtræk i databasen, hvilket også er standardiseret, så der relativt hurtigt kan gennemføres en lang række udtræk. For at lette arbejdet er der udfærdiget en kort, men udførlig manual til hvordan beregningsgangen er, hvor der forudsættes en vis basisviden i hvordan de enkelte programmer anvendes. Manualen er vedlagt som bilag 5, og regnearkene til behandlingen af data er vedlagt på DVD'en.

Måden hvorpå beregningerne er opbygget gør, at der hurtigt kan fås resultater, hvor trængslen er angivet som et tal i regnearkene. Det er derefter muligt at vælge om dette resultat kan anvendes som det er, eller om det ønskes at bruge flere ressourcer til at illustrere

resultaterne grafisk. I denne forbindelse er der også to muligheder, hvor det relativt hurtigt i GIS er muligt at illustrere trængslen som en prik i forskellig farve eller størrelse ud fra hvert enkelt stoppested. Derudover kan der bruges lidt mere tid og få resultatet vist på hele rutenettet, hvor farven på strækningerne er et udtryk for hvor stor trængsel der er på vejen. Dette kræver dog, at der er adgang til et lag med buslinierne inddelt i delstrækninger mellem stoppestederne, hvor et unikt stoppesteds ID er tilknyttet strækningerne.

Det er således muligt at vælge hvordan resultatet af beregningerne skal præsenteres alt efter hvor mange ressourcer der er til rådighed, samt hvilket publikum der skal præsenteres overfor resultaterne. Ved den simpleste måde at angive resultaterne på anvendes kun Access og Excel, jf. figur 6.2, og her vil der kunne gennemføres en beregning af trængslen for en busrute i en spidstid på ca. 15 min. Ønskes en visualisering af resultaterne ved hjælp af GIS må det forventes at tage ca. 30 min at lave beregningen samt visualiseringen i GIS, forudsat der foreligger det nødvendige GIS lag med busruterne inddelt mellem stoppestederne. Ens for alle niveauer i resultatvisningen er, at jo flere beregninger der skal gennemføres, jo hurtigere bliver de for de enkelte ruter. Samtidig vil den anvendte tid til beregningerne og visualiseringen også blive reduceret i kraft af at der opnås en større rutine i anvendelsen af metoden og værktøjerne. I tabel 6.5 er de forskellige niveauer, samt tidsforbrug og anvendelsesmuligheder angivet.

Tabel 6.5: Opdeling af præsentationsniveauer

Niveau	Tidsforbrug	Anvendelse
1. Access + Excel	15 min	Intern brug
2. GIS, stoppested	20 min	Præsentation for fagfolk
3. GIS, rutenet	30 min	Præsentation for borgere

6.2 Resultater

Beregningerne af trængslen for busserne er nærmere gennemgået i bilag 3, samt vedlagt som regneark på DVD'en. Resultatet af beregningerne er illustreret grafisk på de følgende figurer. Figurerne viser de forskellige linier, inddelt i morgen og eftermiddagsspidsstimer, hvor den nordgående retning er illustreret til højre for den sydgående. Trængslen for hvert stoppested er lagt ud på strækningen umiddelbart før det enkelte stoppested, da det er her den registrerede trængsel er opstået. Opgørelsen af trængsel er svarende til det højeste præsentationsniveau, jf. tabel 6.5.

6.2.1 Linie 1 morgen

I morgenspidsperioden for linie 1 i nordgående retning, opstår den største trængsel på, og i forbindelse krydsning af de større trafikveje på ruten. Dette er blandt andet Hobrovej ved Skalborg bakke i syd, samt omkring krydset mellem Hobrovej og Østre Allé nær Busterminalen. Derudover opstår der også trængsel omkring Prinsensgade og Boulevarden. Længere mod nord opstår der trængsel omkring krydset mellem Hjørringvej og Forbindelsesvejen, samt omkring motorvejsudfletningen ved Bouet.



Figur 6.3: Linie 1 morgen

For den sydgående retning er trængslen stort set identiske med den nordgående retning. Det er igen på og omkring krydsningerne af de store trafikveje at trængslen er størst. Derudover er specielt Limfjordsbroen præget af trængsel, der opnår et kritiske niveau, men også på Hobrovej er der stor trængsel, som det er gældende for den nordgående retning.

6.2.2 Linie 1 eftermiddag

Billedet af trængslen for linie 1 mod nord om eftermiddagen er stort set det samme som det der er gældende for om morgenen. Det er overordnet set på de samme veje og kryds at trængslen opstår. Der er dog en tendens til at trængslen er større om eftermiddagen, specielt fra Østre Allé gennem de centrale bydele til Limfjordsbroen.

For den sydgående retning er der enkelte steder trængsel af kritisk karakter. Trængslen opstår de samme steder som de gør om morgenen, men er endnu større. Specielt Skalborg Bakke og Limfjordsbroen er præget af kritisk trængsel.

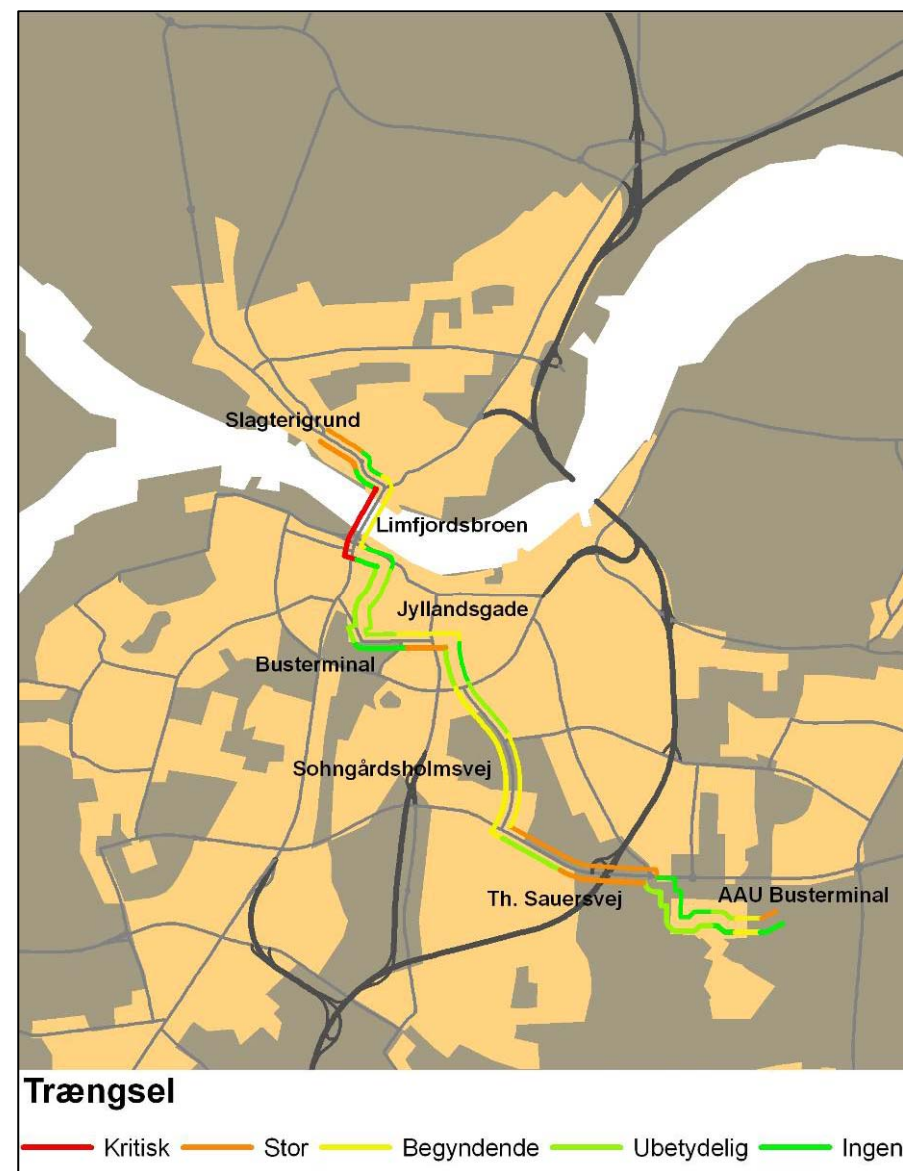


Figur 6.4: Linie 1 eftermiddag

6.2.3 Linie 2 morgen

Trængslen på linie 2 mod nord om morgenen er primært koncentreret omkring Bertil Ohlins Vej ved Frederik Bajersvej, samt Th. Sauers Vej og Sohngårdsholmsvej. Derudover også ved Jyllandsgade og Limfjordsbroen. I Nørresundby ses der en stor trængsel på Thistedvej ved den tidligere slagterigrund. Denne trængsel skal dog ses i forhold til, at der i den periode hvor data er registreret har været et igangværende byggeri, som har haft indflydelse på trafikafviklingen, hvorfor den viste trængsel ikke er reel.

For den sydgående del af linie 2, er trængslen, ligesom for den nordgående, koncentreret omkring Limfjordsbroen, samt Jyllandsgade. Derudover er en stor del af Sohngårdsholmsvej og Th. Sauers Vej også præget af trængsel, hvor specielt strækningen på Th. Sauers Vej over motorvejsbroen er fremtrædende.

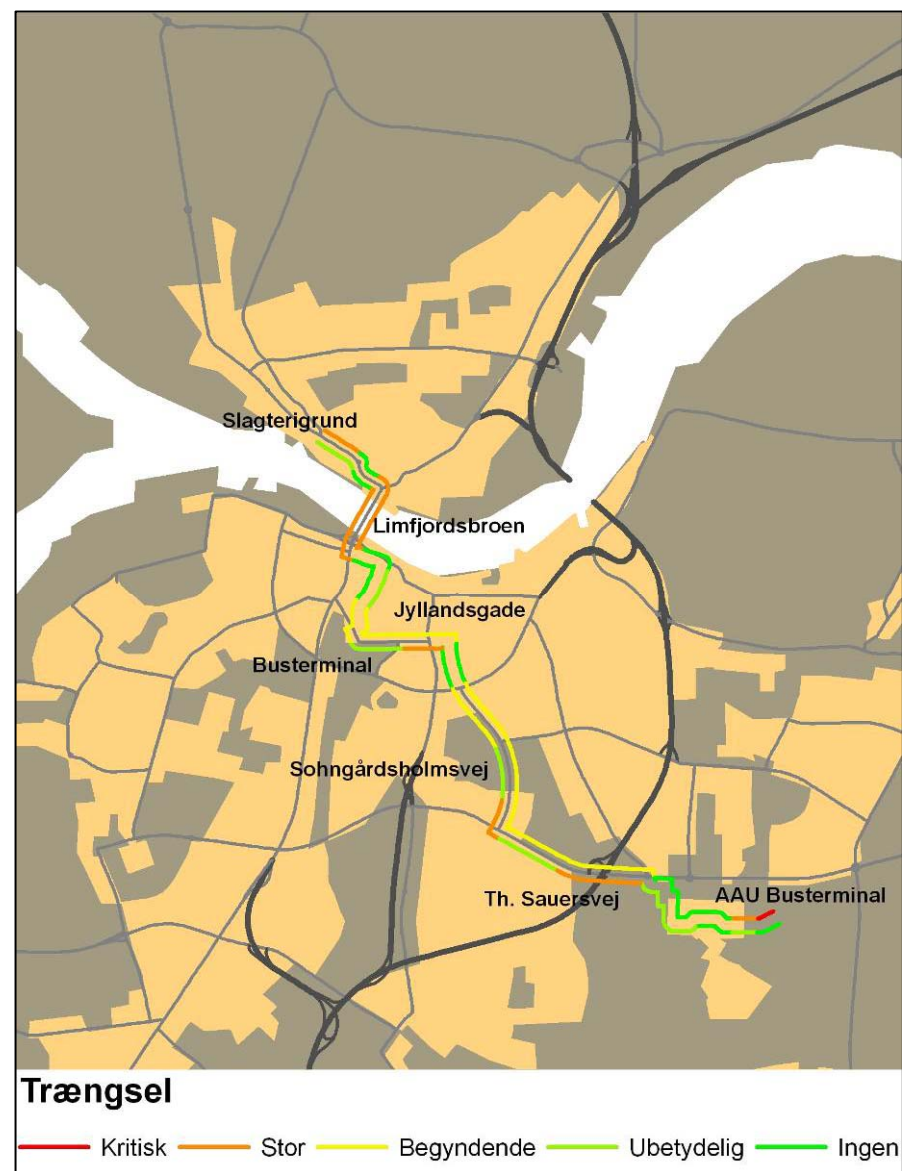


Figur 6.5: Linie 2 morgen

6.2.4 Linie 2 eftermiddag

Billedet af trængslen for linie 2 mod nord om eftermiddagen er det samme som om morgenen, dog med en tendens til lidt større trængsel overordnet set, specielt på Limfjordsbroen og dele af Sohngårdsholmsvej. Som det er gældende for trængslen om morgenen, skal den viste trængsel omkring Slagterigrunden i Nørresundby ses under den forudsætning, at der i perioden har været et større byggeri der har haft stor indvirkning på trafikafviklingen.

I den sydgående retning, ligner trængslen om eftermiddagen også den der er gældende for om morgenen, dog er trængslen på Sohngårdsholmsvej knap så fremtrædende, med undtagelse af den sydlige del af strækningen op mod krydset med Th. Sauers Vej, hvor der opstår stor trængsel.



Figur 6.6: Linie 2 eftermiddag

6.2.5 Opsummering

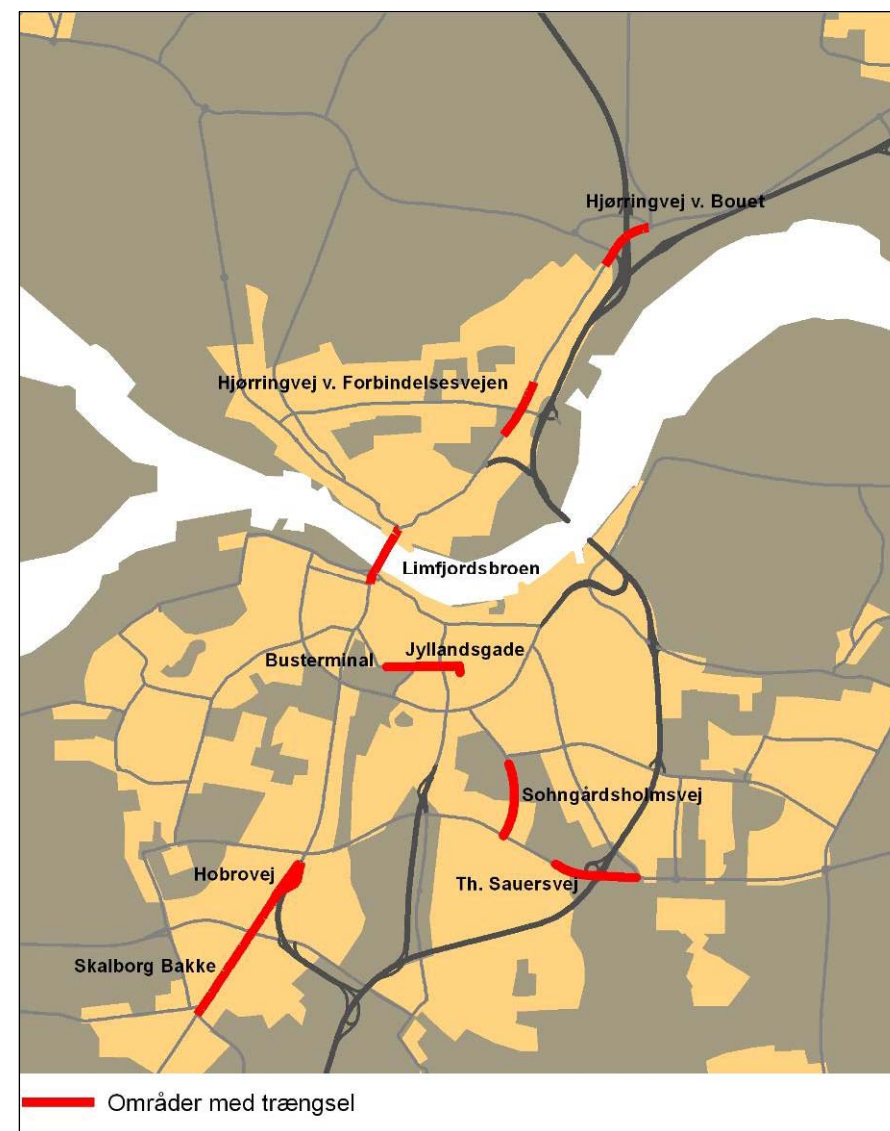
Ved at betragte trængslen for de to linier i de forskellige spidsperioder, ses der et mønster i hvor de kritiske steder er, og hvor trængslen opstår.

Overordnet set, opstår der trængsel for busserne på og omkring følgende lokaliteter:

- Hobrovej
- Limfjordsbroen
- Hjørringvej
- Jyllandsgade/Karolinelundsvej
- Sohngårdsholmsvej
- Th. Sauers Vej/Universitetsboulevarden

Disse lokaliteter er desuden angivet på figur 6.7.

I Nørresundby langs Hjørringvej, er forsinkelserne nærmest identiske både om morgenen og om eftermiddagen, mens der på Limfjordsbroen er en tendens til at trængslen er størst i sydgående retning. I de tætte byområder omkring Midtbyen er der ikke stor forskel i forsinkelserne mellem spidstimerne. Dette kan skyldes, at busserne på store dele af strækningen her kører på veje, hvor der ikke er adgang for den øvrige biltrafik, og det er således ikke i så høj grad biltrafikken der har indflydelse på bussernes forsinkelser, men nærmere det faktum at der kører flere busser på strækningerne i spidsperioderne, og at mange fodgængere og cyklister krydser strækningerne. For strækningen fra Busterminalen



Figur 6.7: Oversigt over områder hvor der opstår forsinkelse for busserne

til Skalborg, er der en tendens til at forsinkelserne er større i eftermiddagsperioden, og specielt i sydgående retning på Hobrovej opstår der stor trængsel. Dette kan skyldes at mange bilister på dette tidspunkt, dels skal hjem fra arbejde, men også mange der skal til City Syd for at handle, hvorfor der er ekstra stor belastning på denne strækning. Langs Jyllandsgade og Sohngårdsholmsvej, er forsinkelserne stort set identiske om morgenen og om eftermiddagen, mens der er en tendens til at trængslen især i retningen mod Universitetet på Th. Sauers Vej er større om morgenen end den er om eftermiddagen. I Universitetsområdet ses det, at forsinkelserne er meget ens både om morgenen og om eftermiddagen, og at der opstår en forholdsvis stor forsinkelse for busserne i den vestgående retning når disse skal forlade AAU Busterminal. Årsagen til dette kan være mange, blandt andet at busvejen i Universitetsområdet er et-sporet, hvorfor der kan forekomme trængselsproblemer når der er mange busser på busvejen.

Inden de lokaliteter med den mest udprægede trængsel vil blive betragtet nærmere, med henblik på at opstilling konkrete forslag til at forbedre bussernes fremkommelighed, vil der i det følgende blive samlet op på den gennemførte metode til udpegningen af trængslen for busserne.

6.3 Vurdering af metode

Formålet med kortlægningen af trængslen for busserne i Aalborg er ikke udelukkende at identificere områder med trængsel for busserne, men også at opstille en metode der kan standardisere denne identifikation, og som kan anvendes i andre byer og af

forskellige forvaltninger eller trafikselskaber. Endvidere har kravet til metoden også være, at den ikke kræver for mange ressourcer, samt at der kan leveres resultater på en sådan måde at alle, også den almindelige borger, kan forstå dem.

I dette afsnit følges der op på i hvor høj grad det er lykkedes at lave en metode til udpegning af trængsel for busserne, som opfylder de krav der indledende blev sat til denne. Disse krav er:

- Resultatet skal afspejle de gener bustrafikken oplever
- Metoden skal kunne gennemføres uden store tidsmæssige omkostninger
- Metoden skal kunne anvendes af alle trafikforvaltninger, der bruger GPS i busdriften
- Resultatet skal være egnet til formidling, ikke alene blandt fagfolk, men også i offentligheden

6.3.1 Resultatet skal afspejle generne

Da der på forhånd ikke er den store viden i kommunerne og trafikselskaberne omkring hvor det er generne for bustrafikken præcist opstår, er det svært at vurdere hvorvidt kravet, om at resultatet af analysen viser det korrekte billede af hvor generne opstår, er opfyldt. Det må alligevel formodes, at der er opnået et resultat, som afspejler hvordan situationen for busserne ser ud. Dette skyldes, at data der er anvendt i analysen spænder over en hel måned, hvorfor indflydelsen af tilfældige hændelser og fejl er forsøgt minimeret. Samtidig er data for bussernes kørsel indsamlet automatisk ved hvert stoppested, således at menneskelige fejl i forbindelse med indsamlingen er elimineret. For at validere

udpegningen af lokaliteter, kunne det være en mulighed at interviewe en række buschauffører, som kører på metrobuslinie 1 og 2 og på denne måde undersøge om der er en god overensstemmelse med de, i analysen udpegede lokaliteter, samt de erfaringer chaufførerne har gennem deres arbejde. Det vil dog kræve en omfattende undersøgelse og efterfølgende databehandling, hvilket der ikke har været ressourcer til i forbindelse med dette projekt, da fokus ligger et andet sted.

En umiddelbar fejlkilde, som kan påvirke resultaterne er, at busserne bevidst kører langsommere end den øvrige trafik om aftenen, for ikke at overskride køreplanerne. Dette problem er særlig udpræget i København, da forskellen mellem hastigheden for trafikken i spidsperioderne og om aftenen er meget store her. At køreplanerne ikke er tilpasset til de hastigheder der er mulige i disse perioder skyldes, at tiderne i køreplanen ikke må variere for meget over døgnet, af hensyn til gennemskueligheden for passagerne. [Nørregaard 2008]. Det er dog forsøgt at tage hensyn til dette fænomen i metoden, ved at ændre på inddelingen af de forskellige trængselsniveauer. Kritisk trængsel indtræder således allerede ved et trængselsniveau på 0,6, mens det i definitionerne i Projekt Trængsel og af Lahrmann Trafikrådgivning, som begge er tiltænkt biltrafikken, allerede indtræder ved 0,4.

6.3.2 Gennemføres uden store tidsmæssige omkostninger

Et af hovedmålene med metoden til beregningen af trængslen for busserne har været, at det skal være muligt for den enkelte forvaltning eller trafikselskab at kunne gennemføre en beregning

uden store tidsmæssige omkostninger. For at sikre dette anvendes kun Microsoft Office programmer, samt eventuelt GIS for at illustrere resultaterne grafisk. Der forudsættes et kendskab til de anvendte programmer. For at sikre at beregningerne af trængslen kan gennemføres hurtigt og effektivt, er selve beregningerne standardiseret, således beregningsgangen er forprogrammeret. Desuden er det muligt at vælge hvilket niveau, det ønskes at præsentere resultaterne på, afhængig af hvilket formål det skal anvendes til. Det kan således vælges at præsentere resultatet i et regneark, hvorved behandlingen af data kan klares på ca. 15 minutter, eller det kan vælges at præsentere resultatet grafisk, hvilket er mere tidskrævende.

Da opgørelsen over trængsel på busnettet kan gennemføres med meget få ressourcer, er det muligt at følge udviklingen af trængsel langt mere detaljeret end det er tilfældet i dag. Beregningen kan eventuelt gentages hvert kvartal, for at følge udviklingen i trængslen for bustrafikken og dermed give et veldokumenteret grundlag for hvor der i fremtiden bør investeres i fremkommeligheds forbedrende foranstaltninger. Beregningen kan også udføres for kortere tidsintervaller, eksempelvis for at følge konsekvenserne af et vejarbejde eller en midlertidig omlægning af trafikken. I denne forbindelse vil det være hensigtsmæssigt kun at anvende det laveste præsentationsniveau.

6.3.3 Anvendes af alle trafikforvaltninger, der bruger GPS i busdriften

Det er vigtigt, at metoden ikke er afhængig af specifikke faktorer, som kun er gældende i Aalborg, men udformes så den også kan

anvendes i andre byer. Datamodellen som metoden bygger på, er baseret på en europæisk standard og anvendes bl.a. af Movia i Hovedstadsområdet, hvor 2-300 busser har implementeret systemet, desuden anvendes systemet en lang række steder i Sverige, jf. bilag 1 [Danmarks Vejtidskrift 2004]. Derfor er metoden og værktøjerne ikke begrænset til kun at kunne anvendes i Aalborg, men kan direkte overføres til en anden by, hvor den kan bruges i planlægningen i den kollektive busstrafik.

6.3.4 Resultaterne skal være egnet til formidling

Som nævnt i det forrige findes der flere niveauer hvorpå resultaterne af beregningerne kan vises og formidles. Et af de helt store mål for metoden har været at sørge for, at det er muligt at formidle resultaterne af beregningerne ud til, ikke alene fagfolk, men også den almene offentlighed. Af denne grund er GIS anvendt som sidste niveau i metoden for at lave en grafisk illustration af trængslen, der gør, at det er muligt at identificere hvor de største problemområder er for busserne, uden at have en decideret viden om hvad trængsel og trængselsniveau helt præcis er. GIS delen i metoden er således særdeles anvendelig i forbindelse med præsentationer overfor ikke-fagfolk, mens det internt i en forvaltning eller trafikselskab, sandsynligvis er nok at angive resultaterne af beregningerne som rene trængselsniveauer ud fra de enkelte stoppesteder, eller eventuelt kun i Excel.

7 Udvalgt delstrækning

På baggrund af den kortlagte trængsel i afsnit 6.2, udpeges en delstrækning, hvorpå der senere vil opstilles forslag til hvordan konkrete fremkommeligheds forbedrende tiltag for busserne kan gennemføres, for derved at nedsætte trængslen på den givne strækning. Slutteligt i dette kapitel følger en detaljeret beskrivelse af området omkring den udvalgte delstrækning.

7.1 Udpegning af delstrækning

For at sikre, at der udpeges en delstrækning, hvor det umiddelbart er rentabelt at gennemføre fremkommeligheds forbedrende tiltag, sker udpegelsen under følgende kriterier:

- Passagemængden på delstrækningen skal være stor, således flest mulige passagerer får glæde af en større fremkommelighed
- Trængslen på delstrækningen skal være stor, for at sikre at det er muligt at opnå en væsentlig forbedring for fremkommeligheden
- Det skal være fysisk muligt at gennemføre fremkommeligheds forbedrende tiltag på delstrækningen uden at skulle gennemføre omfattende eksproprieringer af eksisterende bygninger og bygværker med videre

For at sikre at der udvælges en strækning med et stort passagergrundlag, betragtes passagertallene på de to metrobuslinier. Da det største passagertal findes på Metrobus 2 [Nordjyllands Trafikselskab 2008], er det her flest passagerer vil få glæde af en forbedring af fremkommeligheden. Det er derfor valgt, at delstrækningen der skal udpeges skal være en del af linie 2. På denne linie findes flere strækninger med stor trængsel, jf. afsnit 6.2. Dette gør sig gældende for:

- Limfjordsbroen
- Jyllandsgade/Karolinelundsvej
- Sohngårdsholmsvej
- Th. Sauers Vej/Universitetsboulevarden

I det følgende præsenteres hver af disse delstrækninger, hvor det vurderes hvorvidt de opfylder de førnævnte kriterier. På baggrund af dette udpeges den endelige delstrækning, som vil blive behandlet videre.

7.1.1 Limfjordsbroen

Limfjordsbroen er en af de vigtigste strækninger i Aalborg-området, da det er én af kun to krydsninger af Limfjorden for biltrafikken i Aalborg-området. Strækningen er således en af de mest trafikerede i Aalborg, med en ÅDT på over 25.000 [Aalborg Kommune 2006, p. 4]. Vejen på broen er firesporet med cykelstier og fortov i begge sider. Især på sydsiden står bebyggelsen tæt op af brolandingens ved Vesterbro, jf. figur 7.1.

I bilag 3, er rejsetider og trængsel for busserne over Limfjordsbroen beregnet. Beregningerne viser, at den værste periode for trafikafviklingen for busserne er morgenspidsperioden i sydgående retning, hvor trængselsniveauet er nede på 0,56, jf. tabel 7.1, svarende til kritisk trængsel.

Af tabellen fremgår det ligeledes, at standardafvigelsen på rejsetiderne i spidsperioderne er stor i forhold til størrelsen af køretiden, hvilket betyder en meget dårlig regularitet for busserne der kører på strækningen. Da der allerede på nuværende tidspunkt er busprioritering i alle signalreguleringer ledende op til Limfjordsbroen, jf. bilag 1 vil det kræve en større ombygning for at forbedre fremkommeligheden for busserne. Det må anses som yderst besværligt og omkostningsfuldt at skulle gennemføre større



Figur 7.1: Limfjordsbroen

fremkommeligheds forbedrende tiltag for busserne uden dette vil medføre store gener og indskrænkninger for biltrafikken på broen. På baggrund af dette fravælges denne delstrækning til etablering af fremkommeligheds forbedrende tiltag for busserne.

Tabel 7.1: Største trængsel for linie 2 over Limfjordsbroen.

Strækning	Køreretning	Trængselsperiode	Køretid v. fri fremkom.	Std. afv. fri fremkom.	Køretid v. trængsel	Std. afv. trængsel	Trængselsniveau
Limfjordsbroen	Syd	Morgen	1:49 min	0:50min	3:37 min	1:47 min	0,56

7.1.2 Jyllandsgade/Karolinelundsvej

Jyllandsgade er en tosporet vej der forløber mellem Busterminalen i vest og krydset med Sønderbro/Kjellerupsgade i øst, jf. figur 7.2. På den anden side af dette kryds bliver Jyllandsgade til Karolinelundsvej, hvor vejen er firesporet med cykelsti og fortov i begge sider, jf. figur 7.3. Årsdøgns trafikken på Jyllandsgade er mere end 12.000, mens den for Karolinelundsvej er ca. 8.000 [Aalborg Kommune 2005, p. 14]. Der forelægger ikke nyere tællinger for strækningerne, men det må antages at trafikken på især Karolinelundsvej er steget markant efter ombygningen af denne i forbindelse med neddroslingen af Nyhavnsgade. Jyllandsgade og Karolinelundsvej virker som afgrænsning af



Figur 7.2: Jyllandsgade og Karolinelundsvej

bymidten mod syd, og er en del af søgeringen for de store parkeringsområder, som er tilsluttet P-info systemet [Aalborg Kommune 2005b, p. 15]. Trængslen på Jyllandsgade og Karolinelundsvej er størst om eftermiddagen, i henholdsvis vest- og østgående retning. Endvidere ligger standardafvigelsen på over 1½ minut, jf. tabel 7.2, hvilket betyder en dårlig regularitet for busserne på strækningen.



Figur 7.3: Karolinelundsvej set mod øst

Tabel 7.2: Største trængsel for linie 2 på Jyllandsgade og Karolinelundsvej

Strækning	Køreretning	Trængselsperiode	Køretid v. fri fremkom.	Std afv. fri fremkom.	Køretid v. trængsel	Std. afv. trængsel	Trængselsniveau
Jyllandsgade	Vest	Eftermiddag	1:03 min	1:30 min	1:15 min	1:39 min	0,83
Karolinelundsvej	Øst	Eftermiddag	1:47 min	0:50 min	2:46 min	1:37 min	0,64

På Jyllandsgade er der indenfor de sidste år gennemført en ombygning dels af strækningen, blandt andet med et bredt overkørbart midterareal, der samtidigt fungerer som svingbane, samt etablering af cykelstier i begge sider. Senest er både krydsene mellem Jyllandsgade og Sønderbro, samt Fyensgade og Karolinelundsvej ombygget, som et led i forlægningen af Karolinelundsvej, der har til formål at understøtte en neddrogning af trafikken ved Slotspladsen [Aalborg Kommune 2005b, p. 20]. I disse kryds er der desuden også indlagt busprioritering for at øge bussernes fremkommelighed. På denne baggrund anses det som urealistisk at der i den nærmest fremtid kan foretages en ny ombygning af strækningen og krydsene for at forbedre fremkommeligheden for busserne, da der indenfor de seneste år allerede er gennemført en stor ombygning af delstrækningen.

7.1.3 Sohngårdsholmsvej

Sohngårdsholmsvej fungerer som trafikvej der forbinder den sydøstlige del af byen med midtbyen. Vejen er tosporet med en stor afstand til bebyggelsen på dele af strækningen, jf. figur 7.4, og med en årsdøgnstrafik på mere end 10.000 [Aalborg Kommune 2005b, p. 42]. Langs den nordvestlige del af vejen ligger der et stort erhvervsområde, mens der mod syd er uddannelsesinstitutioner og boligområder, primært i form af kollegie- og ungdomsboliger. Strækningen er desuden kendetegnet ved den karakteristiske og stejle bakke i den nordlige ende. Der er cykelsti og fortov i begge sider af vejen, og en stor del af den lette trafik til uddannelsesområderne længere mod syd og øst bevæger sig ad denne strækning. Trængslen for busserne på Sohngårdsholmsvej er forholdsvis jævnt fordelt over hele strækningen, dog med en tendens til at være størst i den sydlige ende op mod krydset med Th. Sauers Vej, hvilket ses på figur 7.5. Rejsetiderne i spidsperioderne ligger med en standardafvigelse fra 0,5-1,25 minutter, med en klar tendens til størst spredning midt på strækningen, jf. tabel 7.3, hvilket medvirker til en dårlig regularitet for busserne på strækningen.



Figur 7.4: Sohngårdsholmsvej



Figur 7.5: Sohngårdsholmsvej set mod krydset ved Th. Sauers Vej

På nuværende tidspunkt er der busprioritering i samtlige signalregulerede kryds på Sohngårdsholmsvej, jf. bilag 1. På grund af den forholdsvis store afstand til den omkringliggende bebyggelse, vurderes det, at der umiddelbart er mulighed for at etablere fremkommeligheds forbedrende tiltag for busserne på Sohngårdsholmsvej.

Tabel 7.3: Største trængsel for linie 2 på Sohngårdsholmsvej

Strækning	Køreretning	Trængselsperiode	Køretid v. fri fremkom.	Std. afv. fri fremkom.	Køretid v. trængsel	Std. afv. trængsel	Trængselsniveau
Sohngårdsholmsvej nord	Syd	Eftermiddag	1:07 min	0:29 min	1:19 min	0:30 min	0,85
Sohngårdsholmsvej midt	Nord	Eftermiddag	0:54 min	1:01 min	1:03 min	1:14 min	0,86
Sohngårdsholmsvej syd	Syd	Eftermiddag	1:06 min	0:30 min	1:24 min	0:47 min	0,79

7.1.4 Th. Sauers Vej/Universitetsboulevarden

Th. Sauers Vej er en øst-vestgående trafikvej der forbinder den vestlige del af byen med Universitetsområdet, samt motorvej E45. På den østlige side af motorvejen bliver Th. Sauers Vej til Universitetsboulevarden og fortsætter ud til Aalborgs østlige forstæder og opland. På Th. Sauers Vej er årsdøgntrafikken ca. 12.000, mens den for Universitetsboulevarden ved Universitetet er omkring 21.000 [Aalborg Kommune 2005b, p. 42].

På Th. Sauers Vej opstår trængslen primært i forbindelse med lysreguleringerne omkring krydsningen af motorvejen, samt ved krydset omkring Sohngårdsholmsvej. Den største trængsel for de to strækninger opstår om morgenen i henholdsvis vest- og østgående retning, jf. tabel 7.4. For busser i Th. Sauers Vej mod centrum, er standardafvigelsen for rejsetiderne på strækningerne på op over to minutter, hvilket betyder en særdeles dårlig regularitet for busserne. På Universitetsboulevarden er trængselsniveauet 0,66, hvilket nærmer sig kritisk trængsel. Ydermere er standardafvigelsen ikke så stor, hvilket antyder at trængslen er rimelig konstant fra dag til dag.

Th. Sauers Vej er tosporet på strækningen mellem Sohngårdsholmsvej og motorvejen, med fællessti på begge sider af vejen, samt en meget stor afstand til bebyggelsen langs vejen, jf. figur 7.6, hvor bebyggelsen primært er boligblokke. På den anden side af motorvejen, hvor vejen bliver til Universitetsboulevarden,



Figur 7.6: Th. Sauers Vej set mod vest

Tabel 7.4: Største trængsel for linie 2 på Th. Sauers Vej og Universitetsboulevarden

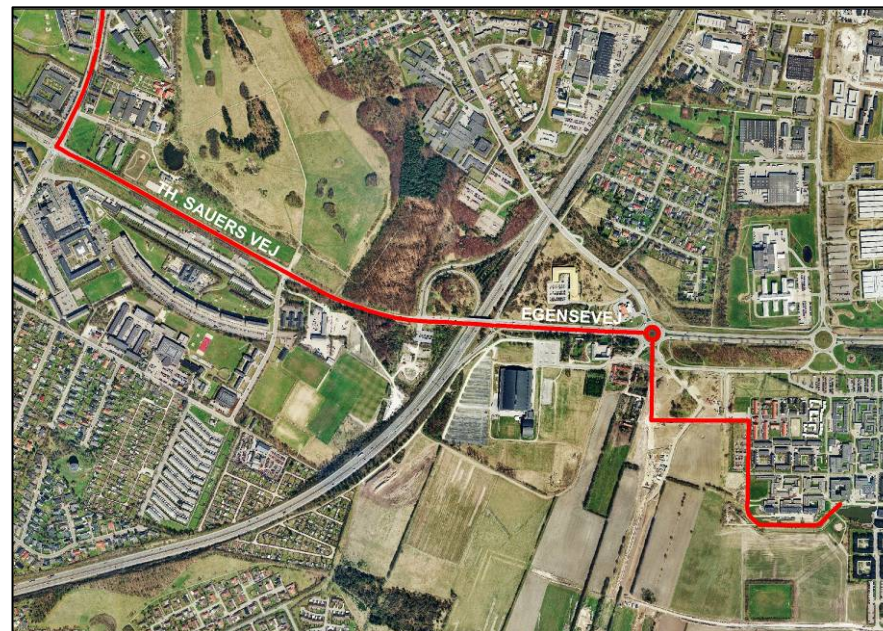
Strækning	Køreretning	Trængselsperiode	Køretid v. fri fremkom.	Std. afv. fri fremkom.	Køretid v. trængsel	Std. afv. trængsel	Trængselsniveau
Th. Sauers Vej	Vest	Morgen	1:07 min	1:44 min	1:26 min	2:21 min	0,78
Universitetsboulevarden	Øst	Morgen	1:19 min	0:34 min	1:58 min	0:47 min	0,66

bliver den firesporet hvor krydsene omkring Universitetet er udført som tosporede dynamiske rundkørsler. På den østlige side af motorvejen er de lette trafikanter differentieret fra den motoriserede trafik i form af et selvstændigt stisystem i eget tracé med niveaufri skæringer ved trafikvejene. Langs denne del af strækningen er der stadig stor afstand til bebyggelsen, som primært består af Gigantium samt Universitetet på begge sider af vejen. I den første rundkørsel øst for motorvejen, drejer busruten væk fra Universitetsboulevarden, og mod syd ad Einsteins Boulevard, for at tilkøbes med busvejen gennem Universitetsområdet, jf. figur 7.7. På denne strækning kører busserne i deres eget tracé, hvorfor trængslen for disse ikke er så stor.

Ligesom Sohngårdsholmsvej er Th. Sauers Vej/Universitetsboulevarden en mulig delstrækning hvorpå der kan gennemføres fremkommeligheds forbedrende tiltag for busserne. I de signalregulerede kryds på strækningen er der ligeledes etableret busprioritering, hvorfor de fremkommelighedsfremmende tiltag vil bestå i en ombygning eller udbygning af strækningen.

7.1.5 Sammenfatning

På baggrund af ovenstående er det valgt at udpege en delstrækning på rute 2, hvorpå der vil blive opstillet forslag til fremkommeligheds forbedrende tiltag. På denne rute er det valgt at udpege fire delstrækninger. Ud fra kriteriet om, at det skal være muligt at gennemføre tiltag der øger fremkommeligheden for busserne, uden at skulle foretage store ombygninger og nedrivninger på det omkringliggende areal, er to af disse delstrækninger indledningsvist frasortet: Limfjordsbroen og Jyllandsgade/Karolinelundsvej.



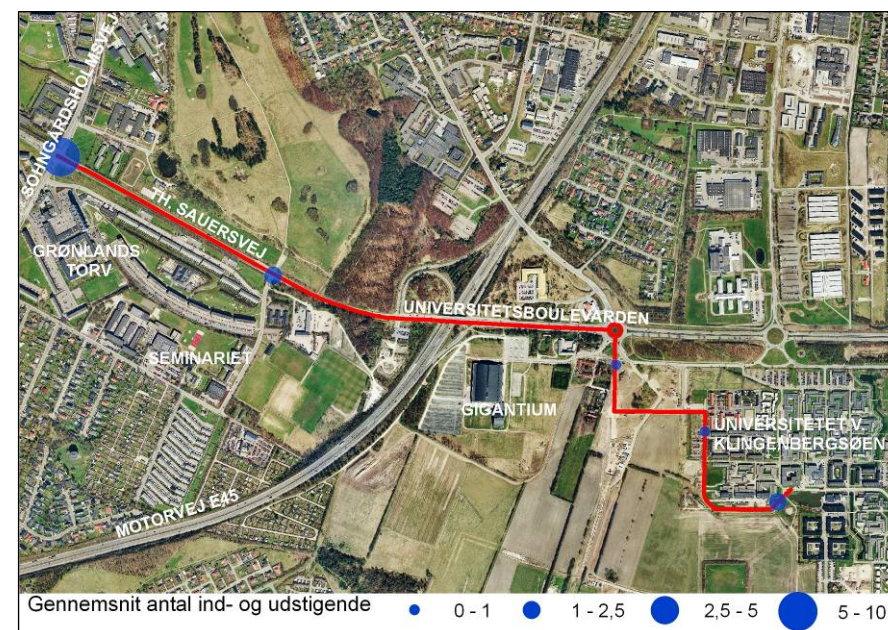
Figur 7.7: Th. Sauers Vej/Universitetsboulevarden til Universitetet

Hvorfor valget ligger mellem Sohngårdsholmsvej og Th. Sauers Vej/Universitetsboulevarden. Sohngårdsholmsvej er fravalgt, da det ønskes at udpege en delstrækning af begrænset udstrækning, samt at trængslen på Sohngårdsholmsvej ikke er så udpræget som på Th. Sauers Vej/Universitetsboulevarden. Endeligt viser resultaterne fra trængselsanalysen, at rejsetiderne varierer meget på dele af Th. Sauers Vej/Universitetsboulevarden, hvorfor regulariteten er meget dårlig for busserne. Ved at øge fremkommeligheden for busserne på strækningen, kan regulariteten også forbedres, hvilket vil bidrage til at øge passagertallet.

7.2 Områdebeskrivelse

For at give et kendskab til det valgte projektområde, gives der i det følgende en introduktion til området. Som beskrevet i afsnit 7.1.4, går den afgrænsede strækning for Metrobus 2 fra krydset mellem Th. Sauers Vej og Sohngårdsholmsvej til Universitetet, nærmere betegnet til Klingenbergsøen, jf. figur 7.8. På den afgrænsede strækning forløber Metrobus 2 i den vestlige ende på Th. Sauers Vej og Universitetsboulevarden, jf. figur 7.8. Vejene udgør tilsammen den primære forbindelsesvej mellem Aalborg Øst og Aalborg Sydøst. Derfor varetager vejene en stor mængde trafik i forbindelse med tilslutningen til Motorvej E45, samt regional trafik især fra Aalborgs østlige opland. Fra Universitetsboulevarden forløber busruten ad den nyetablerede Einsteins Boulevard, før den kører ad Linus Paulings Vej mod Universitetet. Ved Universitetet forløber bussen ad Pontoppidanstræde og Bertil Ohlins Vej, hvor vejene det sidste stykke er et-sporede med kun service- og buskørsel tilladt.

Af figur 7.8 fremgår antallet af ind- og udstigende passagerer fordelt på områdets stoppesteder, fundet ud fra en udført passagertælling. I bilag 6 findes en beskrivelse af passagertællingen, samt en mere detaljeret kortlægning af stoppestederne på den talte strækning. En stor del af passagergrundlaget på den afgrænsede del af Metrobus 2 er studerende. Dette skyldes i høj grad Aalborg Universitet, der med over 10.000 studerende er et vigtigt kundesgrundlag for busruten [Aau.dk 2008]. Desuden ligger Aalborg Seminarium nær ruten for Metrobus 2, jf. figur 7.8. Tæt på seminariet ligger Grønlands Torv, hvilket ud fra passagertællingen er fundet som en af de større destinationer for passagerer med Metrobus 2, jf. figur



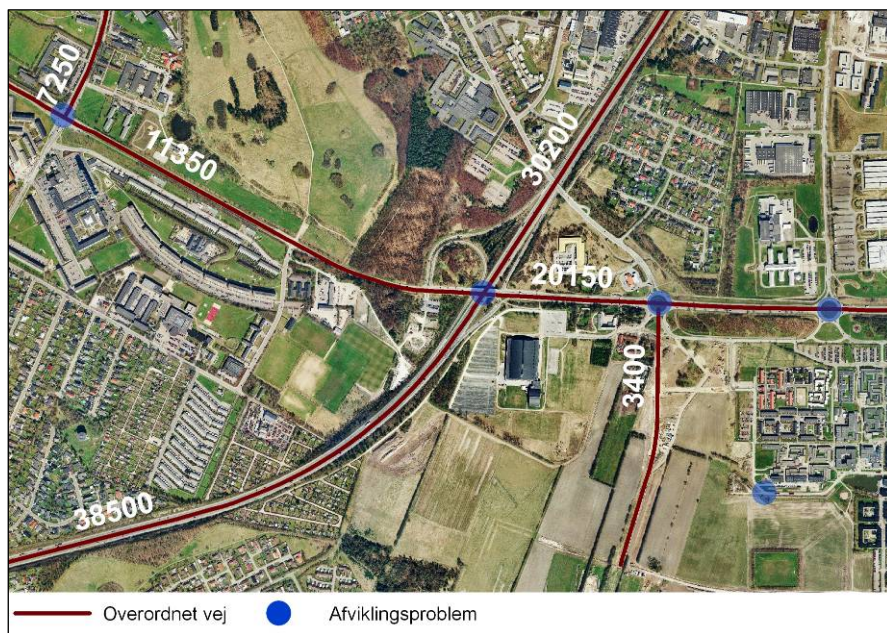
Figur 7.8: Overordnede destinationer for buspassagererne, fra bilag 6

7.8. Dette skyldes dels de mange lejligheder omkring torvet, bl.a. i højhuset derved samt Aalborg Gymnasium. Desuden er der også en mindre samling butikker samt et bibliotek derved.

I forbindelse med den afgrænsede rute ligger også Gigantium, jf. figur 7.8. Gigantium er et idræts- og kulturcenter med en multiarena samt en isarena. Gigantium anvendes i det daglige til træning af elite- og breddeidræt, men også i forbindelse med større sports- og koncertarrangementer, hvilket giver et stort behov for kollektiv bustrafik.

7.3 Trafikafvikling

Grundet Th. Sauers Vej og Universitetsboulevardens funktion som overordnet forbindelsesveje med tilslutning til motorvej E45, er der store trafikmængder på vejene, jf. figur 7.9. Disse trafikmængder gør, at der i dag er problemer med tilbagestuvende trafik på ramperne fra motorvej E45. Derudover er der også begyndende problemer med afviklingen i rundkørslerne på Universitetsboulevarden, jf. figur 7.9. [Aalborg Kommune 2005b, p 43]



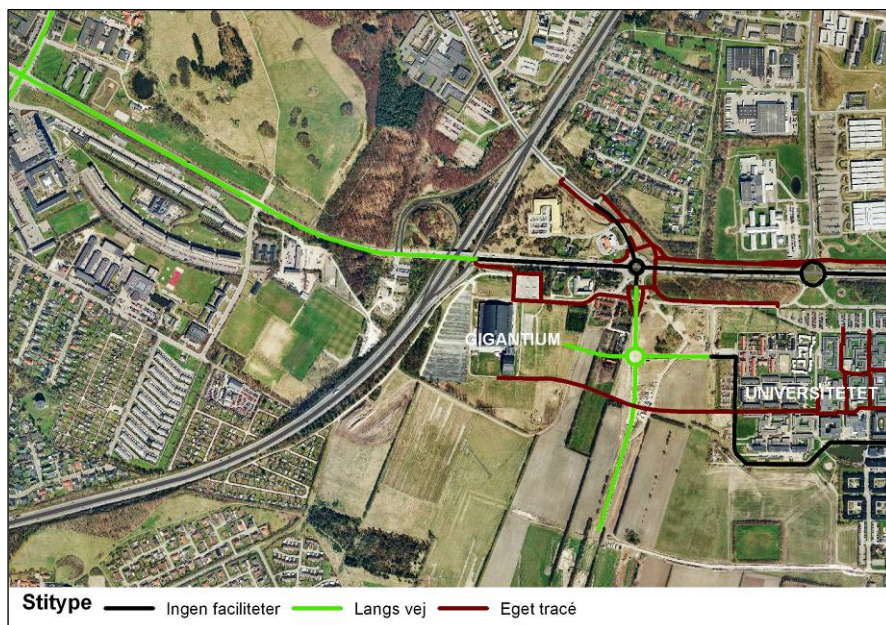
Figur 7.9: ÅDT på overordnede veje i 2008, værdier fra bilag8

De øvrige veje Metrobus 2 forløber ad på den afgrænsede strækning har en lav trafikbelastning. På vejene ved Universitetet er kun service- og buskørsel tilladt, men da vejene er meget smalle og på strækninger kun et-sporet, giver dette alligevel anledning til mindre fremkommelighedsproblemer for bustrafikken.

7.4 Forhold for lette trafikanter

Forholdene for de lette trafikanter varierer betydeligt over den udvalgte strækning. På den vestlige side af motorvejen er en stor del af de overordnede veje forsynet med både fortov og cykelsti langs vejene. Mens en stor del af bydelen på den østlige side af motorvejen er bygget op omkring en separering af trafikantgrupperne. Der er således typisk en separat sti til de lette trafikanter, som i forbindelse med krydsninger forløber i et andet niveau end biltrafikken.

På Th. Sauers Vej er der en fællessti i begge sider af vejen indtil efter motorvejsbroen, jf. figur 7.10. Efter krydset med motorvejen ledes de lette trafikanter forbi Gigantium ad en dobbeltrettet fællessti i eget tracé. Stien fortsætter helt til Universitetet, hvor der er en niveaufri krydsning af Einsteins Boulevard i form af en stitunnel. Ved Universitetet er der flere dobbeltrettede fællesstier i eget tracé, der forløber mellem områdets bebyggelser, jf. figur 7.10, som de lette trafikanter benytter frem for de mere trafikerede adgangsveje.



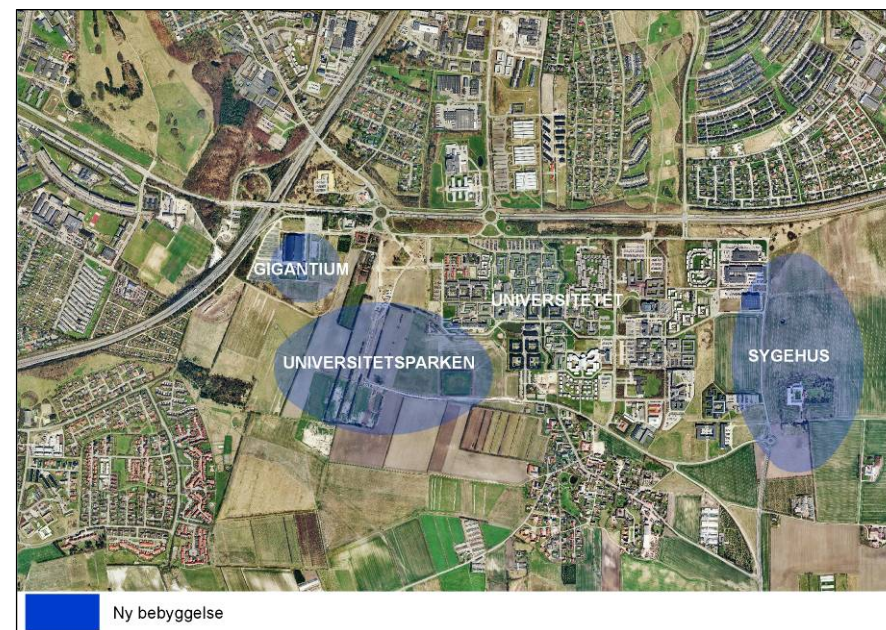
Figur 7.10: Forhold for lette trafikanter

7.5 Fremtidig udvikling

Området ved den udvalgte strækning af Metrobus 2, er et af de områder i Aalborg, hvor der forventes at ske den største udvikling de kommende år. I det følgende beskrives den planlagte by- og trafikudvikling i området.

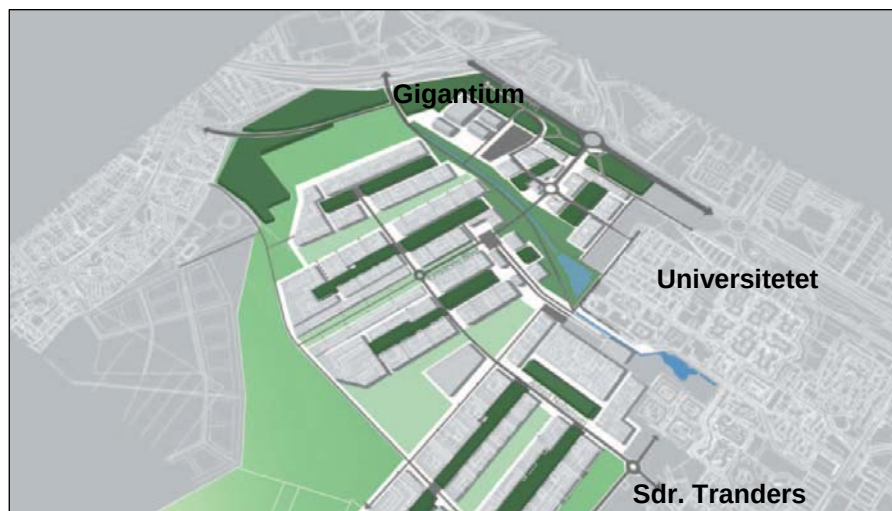
7.5.1 Planlagt byudvikling

De største byudviklingssteder i området fremgår af figur 7.11. Udviklingen af boliger i Universitetsparken er i fuld gang og det grønne område mellem Gigantium og Sønder Tranders vil med tiden blive fuldt udbygget med en kombination af boliger, erhverv



Figur 7.11: Områder med fremtidig byudvikling

samt en udvidelse af Aalborg Universitet, jf. figur 7.12. Ved Gigantium er der planer om at udvide idrætscentret med en svømmehal, der ligeledes centrets øvrige funktioner, både bliver anlagt med henblik på bredde og eliteidræt. Desuden er der planer om at udvide det eksisterende parkeringsanlæg, der i dag giver en begrænsning for antallet af besøgende i bil ved større arrangementer. [Aalborg Kommune 2007, p. 12]



Figur 7.12: Udbygning af Universitetsparken [Aalborg Kommune 2005c, p. 1]

Disse tiltag vil i takt med udbygningen af Universitetsområdet bidrage med et øget pres på områdets adgangsveje. Især på Universitetsboulevarden og Einsteins Boulevard vil trafikken stige, hvilket kan blive meget problematisk på Universitetsboulevarden, hvor kapaciteten allerede i dag er ved at være opbrugt [Aalborg Kommune 2005b p. 43]. Derudover vil tiltagene skabe et yderligere behov for en god dækning af kollektiv trafik, især ved Gigantium og boligområdet i Universitetsparken.

Udover udviklingen ved Universitetsparken har Region Nordjylland planer om at opføre et nyt sygehus i Aalborg Øst på området øst for Universitetet, jf. figur 7.11. Det nye sygehus skal samle funktionerne fra de eksisterende sygehuse i byen på én matrikel, for at skabe et stort og fremtidssikret sygehus [RN.dk 2008]. Udviklingen med

samling af sygehuse foregår også andre steder i landet, bl.a. i Århus, hvor byens sygehuse skal samles i forbindelse med udbygning af det eksisterende Skejby Sygehus. Når Skejby Sygehus står færdigt, vil sygehuset blive Århus største arbejdsplads og vil som følge deraf få en kraftig forøgelse af trafikken til området [Ramboll.dk 2008]. Etableringen af et nyt sygehus i Aalborg Øst må forventes at ligge nogle år frem i tiden, men er alligevel vigtig at have med, da det vil have stor indflydelse på den trafikale situation i området. Det nye sygehus vil bidrage med et stort antal arbejdspladser til bydelen, hvilket vil medføre en kraftig forøgelse af bolig-arbejdsstedstrafikken på de overordnede veje. Desuden vil de mange indlæggelser, ambulante besøg, samt besøgende bidrage med et konstant pres på vejnettet. Dette vil i lighed med udviklingen i Universitetsparken især give trafikale problemer på Universitetsboulevarden og tilslutningen til motorvejen. Opførelsen af et nyt sygehus vil også stille store krav til dækning af kollektiv trafik og vil sandsynligvis medføre et ændret forløb af Metrobus 2 øst for Universitetet.

Ud fra planerne for området, forudsættes det at udviklingen i Universitetsparken er færdig i 2015, mens det nye sygehus vil stå færdigt om 15 år i 2023.

7.5.2 Planlagte trafik anlæg

I forbindelse med udbygningen af Universitetsparken er der planer om at etablere en sydlig forbindelsesvej til området, kaldet Egnsplantevej. Denne vej vil forløbe mellem motorvej E45 i vest og Hadsund landevej i øst [Aalborgkommune.dk 2008a]. Vejen har i en årrække været planlagt som aflastning af Th. Sauers Vej og

Universitetsboulevarden, da der på denne strækning er kapacitetsproblemer, hvilket trængselsanalysen i denne rapport også har afdækket. Desuden er målet med vejen også at trafikbetjeningen til den sydlige del af Aalborg Øst skal ske fra denne. Linieføringen for Egnspanvej er vist på figur 7.13.



*Figur 7.13: Linieføring for Egnspanvej syd om Universitetsparken
[Aalborgkommune.dk 2008a]*

Foruden Egnspanvej er der planer om at udbygge rundkørslen ved Universitetsboulevarden og Einsteins Boulevard med shuntspor for at øge kapaciteten [Aalborg Kommune 2005b, p. 47].

8 Projektforslag

I dette kapitel opstilles og beskrives de konkrete projektforslag til forbedring af fremkommeligheden for busserne fra Th. Sauers Vej til Universitetet. Formålet med dette er, at illustrere og skitsere hvordan forslagene ser ud og indpasses i det eksisterende landskab og bebyggelse. Derudover er skitseprojekteringen af projektforslagene også nødvendig for at prissætte disse med henblik på en samfundsøkonomisk analyse af forslagene.

Inden der opstilles konkrete projektforslag til hvordan fremkommeligheden for busserne kan forbedres på strækningen, vil det i dette afsnit blive gennemgået hvilke undersøgelser for den kollektive trafik, der tidligere er gennemført i området, samt resultaterne af disse. Undersøgelserne er efterhånden en del år gamle, hvorfor det kan være nærliggende at antage, at resultaterne heraf ikke længere er korrekte, som følge af den store udvikling der er sket de seneste år, især omkring Universitetet.

8.1 Tidligere undersøgelser

Der har i mange år været fokus på den kollektive trafik på strækningen fra bykernen til Universitetet, og der har været opstillet en række forslag til at etablere en højklasset kollektiv forbindelse mellem disse to destinationer. Allerede i forbindelse med etableringen af Universitetet i 1974 blev der opstillet forslag til en højklasset forbindelse, og dette har siden har været bragt op gentagne gange. Ønsket med forbindelsen har primært været at

forbedre fremkommeligheden for den kollektive trafik, og derved nedsætte rejsetiden.

8.1.1 Letbane

Tidligere har der været opstillet forslag til at etablere en letbane fra bykernen til Universitetet. I 1998 blev der udfærdiget en rapport i samarbejde mellem Aalborg Kommune, COWI og Rambøll, hvor der blev opstillet forslag til udformning og tracé for en letbane, samt detaljerede undersøgelser af forventede passagertal med videre [Aalborg Kommune 1998]. Letbanen skulle blandt andet køre i eget dobbelt tracé fra Banegården til Universitetet, med en tunnel under motorvejen til Universitetet.

Konklusionen på undersøgelsen blev, at det vil være mest fordelagtigt at etablere en sporbus, baseret på konventionelt materiel i stedet for en egentlig letbane. Forbedringen i driftsresultatet for den kollektive trafik ville dog ikke være i nærheden til at kunne dække investeringsbehovet på ca. 200 mio. kr. [Aalborg Kommune 1998, p. 23] For at dække denne investering gennem brugerbetaling alene manglede der på daværende tidspunkt 1,8 mio. påstigere på ruten om året. Dette er en meget stor stigning, da tallet skal ses i sammenhængen med, at der på nuværende tidspunkt er ca. 3,1 mio. passagerer på Metrobus 2, der følger den rute letbanen var planlagt til. En finansiering gennem brugerbetaling ville således kræve en stigning i passagertallet på næsten 60 % af hvad der på nuværende tidspunkt kører på denne rute. Almindeligvis forventes det ikke at investeringer i den kollektive trafik skal kunne dækkes af brugerbetaling alene, men det giver alligevel et billede af, at en letbane vil være en stor investering i

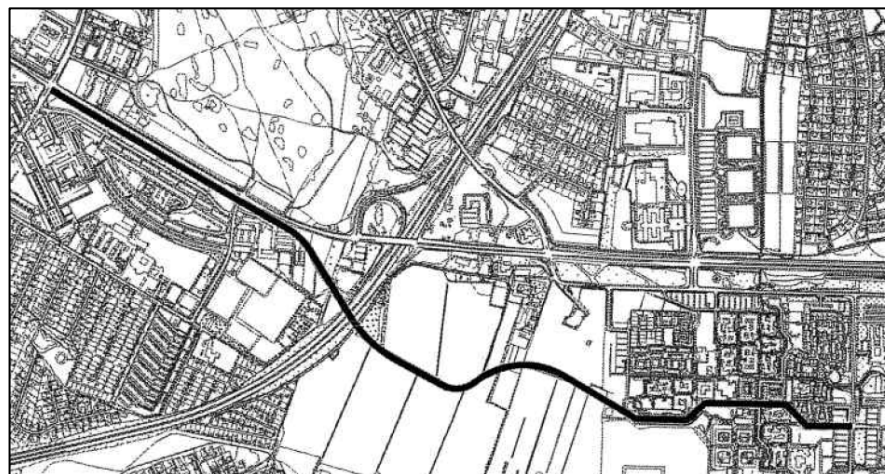
forhold til passagergrundlaget. Det store investeringsbehov må antages at være en af hovedgrundene til at projektet aldrig er blevet gennemført.

8.1.2 Busvej under motorvejen

I de seneste år er fokus skiftet fra letbaner og sporbusser til en forbedring af den eksisterende kollektive trafik i form af busser. Der har specielt været fokus på strækningen fra Sohngårdsholmsvej til Universitetet, hvilket også er den strækning denne rapport har afdækket som et indsatsområde for at forbedre fremkommeligheden for den kollektive trafik. For denne strækning er der, senest i 2002 gennemført undersøgelser af om det samfundsøkonomisk er rentabelt, blandt andet at etablere en busvej i eget tracé under motorvejen til Universitetet i stil med tracéet for den tidligere undersøgte letbane. Denne undersøgelse blev udført som et led i etableringen af den nye kollektive trafikplan fra 2004, samt i forbindelse med planerne for udbygningen af Universitetsparken mellem motorvejen og Universitetet. En linieføring for denne busvej med tilhørende tunnel under motorvejen er illustreret på figur 8.1. Anlægsomkostningerne for hele projektet blev beregnet til at udgøre ca. 25 mio. kr. [COWI 2002, p. 8]. I undersøgelsen er muligheden for at etablere et selvstændigt tracé for busserne, parallelt med Th. Sauers Vej mellem Sohngårdsholmsvej og Scoresbysundvej også belyst. Anlægsomkostningerne i forbindelse med dette, samt ombygningen af krydset ved Sohngårdsholmsvej blev beregnet til at udgøre 3-4,5 mio. kr. [COWI 2002, p. 2].

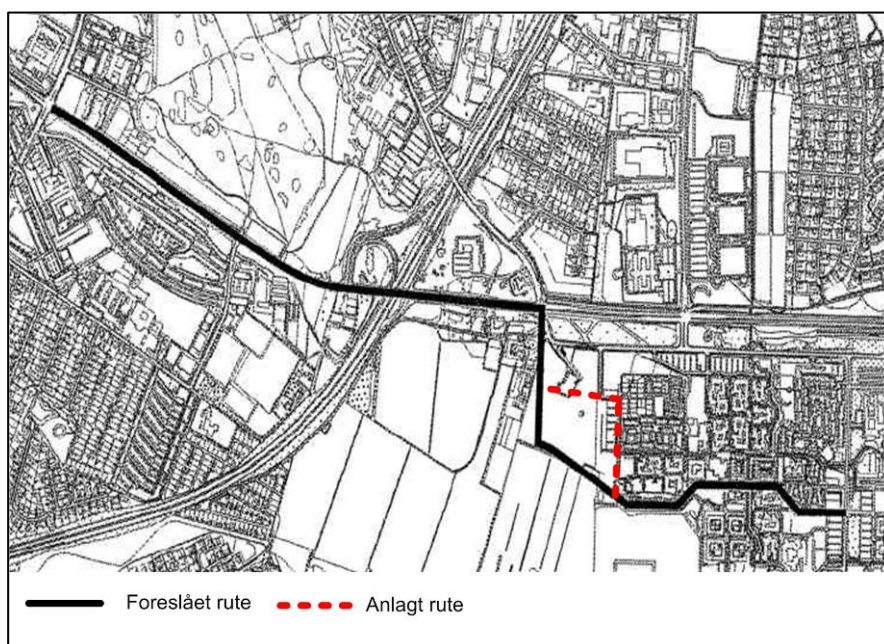
Resultatet af den samfundsøkonomiske analyse i undersøgelsen var, at der kun kunne opnås en førsteårsforrentning på 4 % ved en

bustunnel, hvorfor det blev anbefalet ikke at gennemføre projektet [COWI 2002, p. 2]. I samme undersøgelse blev det desuden anbefalet at forlænge højresvingbanen i nordsiden af Th. Sauers Vej ved Sohngårdsholmsvej for at sikre at busserne kan komme frem til krydset, hvor de skal foretage et højresving ned ad Sohngårdsholmsvej. Dette projekt blev gennemført i 2005, men allerede få år efter er effekten af denne forlængelse stort set forsvundet, da trafikken er steget så meget på Th. Sauers Vej [Jensen 2006, p. 9]. Der opstår således stadig trængsel for busserne på denne strækning, hvilket også kan ses af resultaterne fra trængselsanalysen i denne rapport.



Figur 8.1: Linieføring for busvej under motorvejen til Universitetet [COWI 2002, p. 5]

Som alternativ til en bustunnel blev der i undersøgelsen opstillet en løsning, hvor busserne blev omlagt til en ny fordelingsvej, der blev etableret som et led i udbygningen af Universitetsparken. Denne løsning blev senere gennemført, dog ændret således bussen kører ad Linus Paulings Vej, som angivet på figur 8.2.



Figur 8.2: Foreslået og anlagt rute gennem Universitetsområdet [Fra COWI 2002, p. 6]

8.1.3 Stibro over motorvejen

Foruden undersøgelsen fra 2002, udfærdigede Aalborg Kommune et notat i 2006, som opfølgning på undersøgelsen foretaget i 2002 [Jensen 2006]. I dette notat blev der opstillet et forslag om at inddrage cykelstierne på motorvejsbroen, og i stedet anlægge busbaner, således der i alt vil være fire spor på Th. Sauers Vej over motorvejen. Der skulle så anlægges en stibro over motorvejen i et selvstændigt tracé. Denne løsning ville alt andet lige være billigere end en bustunnel [Jensen 2006, p. 8]. Der er i notatet ikke gennemført samfundsøkonomiske analyser af dette forslag, hvorfor det er svært at afgøre om dette forslag er mere rentabelt end bustunnelen under motorvejen.

8.2 Ændrede forudsætninger

Resultatet af de tidligere gennemførte undersøgelser har således vist, at hverken en letbane eller en busvej i eget tracé under motorvejen var rentable på de tidspunkter undersøgelserne blev gennemført. For at en letbane skulle kunne betales, vil det kræve at der skete en stigning i passagertallet med den kollektive trafik på næsten 60 %, hvilket må anses som ikke realistisk. De samfundsøkonomiske beregninger for en busvej under motorvejen viste, at der kun kunne opnås en førsteårsforrentning på 4 % for projektet. Det er i midlertidigt seks år siden den sidste analyse er gennemført, og en del af de forudsætninger der lå til grund for undersøgelserne er ændret. I det følgende fokuseres det på hvilke ændringer der er sket siden den seneste undersøgelse fra 2002, omkring en busvej under motorvejen, blev gennemført.

En af de helt store ændringer er, at undersøgelsen fra 2002 er lavet inden den nye kollektive trafikplan trådte i kraft, hvorfor blandt andet den forventede rejsetid og passagertal i undersøgelsen er forbundet med særdeles stor usikkerhed, og til dels er baseret på skøn. På nuværende tidspunkt er det muligt at finde langt mere præcise oplysninger om disse faktorer, hvorfor resultatet af en ny analyse muligvis vil afvige fra resultatet fra 2002.

Desuden er en af de største ændringer, at i analysen fra 2002 er der i anlægsudgifterne til busvejen under motorvejen medregnet udgifterne til anlæggelsen af en bro over busvejen ved Einsteins Boulevard gennem Universitetsparken. Udgifterne til denne er beregnet til at udgøre 8 mio. kr., svarende til ca. 1/3 af de samlede anlægsomkostninger. Denne bro er i midlertidigt blevet anlagt i forbindelse med udbygningen af Universitetsparken, hvorfor udgifterne til denne kan fjernes fra beregningerne, og de samlede anlægsudgifter til en busvej under motorvejen reduceres dermed betragteligt.

Foruden dette er trafikken på Th. Sauers Vej-Universitetsboulevarden også steget markant siden 2002, både som følge af den generelle trafikstigning i samfundet, men også som følge af udbygningen af Universitetsparken og området omkring Gigantium med en ny skøjtehal. Denne stigning i trafikken har gjort at forsinkelserne og trængslen for busserne på Th. Sauers Vej/Universitetsboulevarden også er steget, hvorfor tidsbesparelserne ved at anlægge en busvej under motorvejen, sandsynligvis vil blive større end det der er regnet med i analysen fra 2002.

Problemerne med afviklingen af trafikken omkring Gigantium i forbindelse med sports- og kulturbegivenheder er også forværret som følge af udvidelsen af Gigantium ved etableringen af en ny skøjtehal. Derfor kan en forbedring af infrastrukturen i området også have positive effekter på denne trafikafvikling. Derudover kunne en mulig forbedring også være, at lade shuttlebusser køre ad busvejen i forbindelse med større arrangementer til parkeringsområderne, beliggende et syd og øst for Universitetet.

Endeligt kan der stilles spørgsmålstejn ved om en førsteårsforrentning på 4 % er det korrekte tal, da udviklingen i fremtiden kan være meget forskellig for hvad der ligger til grund for beregningen. Derudover er førsteårsforrentningen ikke det mest hensigtsmæssige kriterium til at vurdere om et projekt er samfundsøkonomisk rentabelt, da fordele og omkostninger ved et projekt ikke er medtaget for hele dettes levetid i dette kriterium.

Der er således sket en række større ændringer i området siden undersøgelsen fra 2002 blev gennemført, samtidig med at der kan stilles spørgsmålstejn ved metoden og resultatet af denne. Projektforslagene, som opstilles i det følgende afsnit, tager således udgangspunkt i de forslag der tidligere er opstillet, indeholdende en busvej under motorvejen, samt en udvidelse af motorvejsbroen til fire spor, kombineret med en stibro over motorvejen i eget tracé. Dette forslag adskiller sig dog fra det oprindelige forslag, opstillet af Aalborg Kommune i 2006. Her indeholdt projektet en udvidelse med busbaner i begge sider af vejen, men i denne rapport foreslås vejen udvidet til fire spor. På denne måde opstilles der et forslag, hvor det ikke kun er bustrafikken der opnår fordele, men også den øvrige

trafik. At det er disse to forslag der anvendes skyldes, at det vil være relevant at revurdere resultaterne fra de tidligere undersøgelser, og se på hvordan samfundsøkonomien i projekterne ser ud på nuværende tidspunkt, hvor der inddrages flere vurderingskriterier.

Som følge af dette, vil der i denne rapport, ud over en skitsering af ovenstående forslag, blive foretaget en ny samfundsøkonomisk analyse af projekterne, hvor de nye forudsætninger indgår i beregningerne. Samtidig kan denne nye analyse også afdække samfundsøkonomien i projektet med fire spor over motorvejen samt en stibro i eget tracé, hvilket ikke er blevet undersøgt før.

8.3 Opstilling af projektforslag

Som beskrevet i det forrige afsnit, opstilles der to forskellige projektforslag med udgangspunkt i erfaringer fra tidligere forslag. Projektforslagene er:

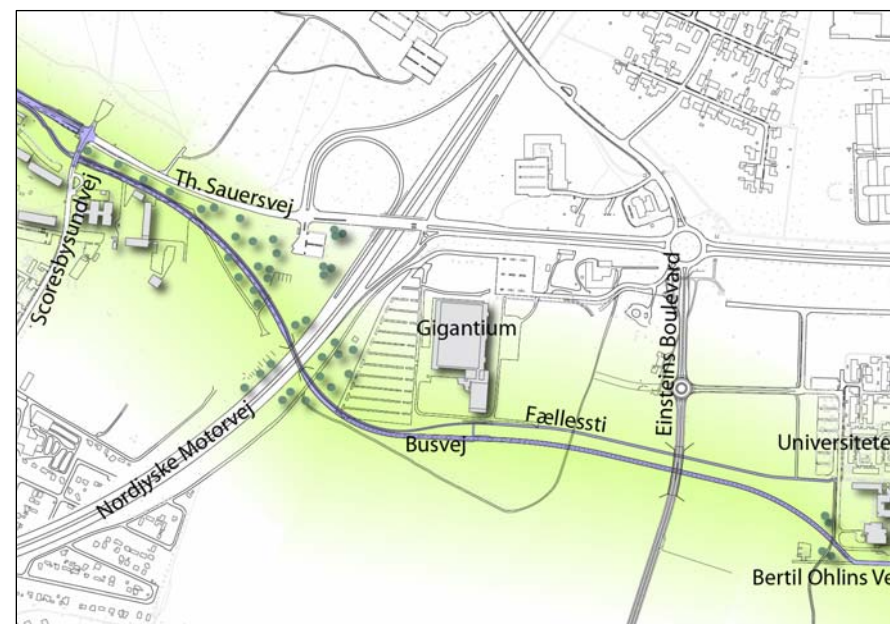
- Busbaner på Th. Sauers Vej samt busvej og fællessti under motorvejen
- Udvidelse af Th. Sauers Vej/Universitetsboulevarden til fire spor, samt stibro over motorvejen

Disse forslag er skitseprojekteret, og der er udarbejdet trafiksimuleringer af trafikken på vejene i området for begge forslag. Dette gøres dels for at efterse og vurdere trafikafvikling i fremtiden, men også for at gennem simuleringer beregne rejsetiden for trafikken i de enkelte forslag, til brug i den samfundsøkonomiske

analyse. En uddybende beskrivelse af trafiksimuleringen kan findes i bilag 11.

8.3.1 Busvej under motorvejen

Dette projektforslag indeholder en udvidelse af Th. Sauers Vej med busbaner i begge sider fra Sohngårdsholmsvej til Scoresbysundvej med det formål at fremme bussernes fremkommelighed på denne strækning. Herefter en busvej samt dobbeltrettet fællessti i eget tracé der forløber fra Scoresbysundvej til Universitetet, jf. figur 8.3. Plantegningerne for dette projektforslag er vedlagt i tegningsmappen som tegning 1-01 og 1-02.

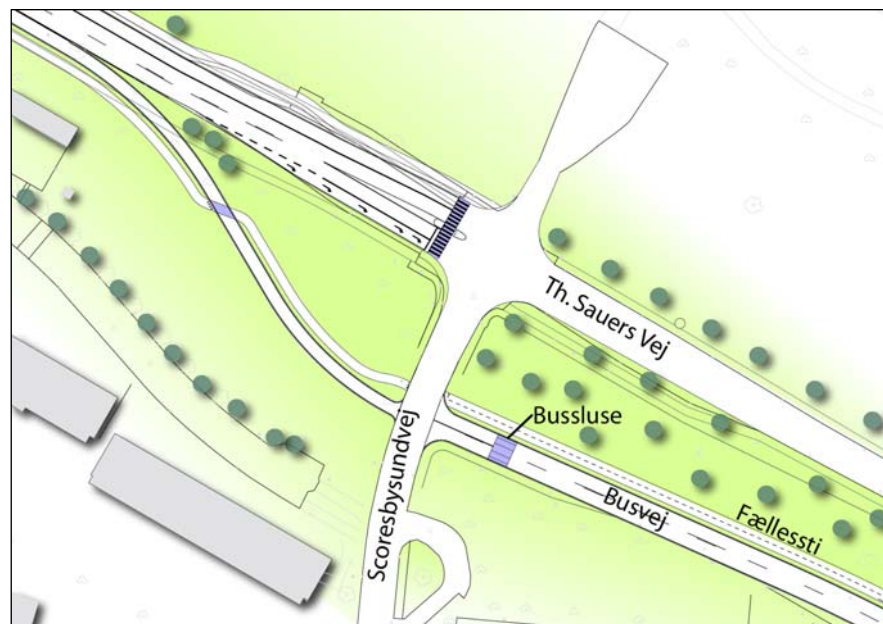


Figur 8.3: Skitse til udformning af busvej under motorvejen

Vejens forløb

I forslaget er Th. Sauers Vej udvidet med busbaner i begge sider, hvorved busserne på strækningen ikke er generet af den øvrige trafik. Busbanerne er placeret i begge sider af vejen, for at undgå for komplicerede krydsninger hvor busbanerne ophører ved Sohngårdsholmsvej. Mod Sohngårdsholmsvej bliver busbanen i den vestlige retning og højresvingsbanen for den øvrige trafik kombineret, da en fortsættelse af busbanen og højresvingsbanen helt frem i krydset vil betyde, at der skal indlægges en separat fase for busserne i signalreguleringen, hvilket vil nedsætte den overordnede kapacitet i krydset. Denne løsning anvendes også andre steder, blandt andet i krydset mellem Prinsensgade og Boulevarden ved Banegården i Aalborg.

Hvor Scoresbysundvej krydser Th. Sauers Vej er den sydlige busbane drejet ind på sit eget tracé, hvorved forbindelsen til busvejen foregår ved at bussen kører lige over i krydset mellem denne og Scoresbysundvej, jf. figur 8.4. På denne måde undgås det at bussen først skal dreje til højre ind ad Scoresbysundvej, for umiddelbart derefter at dreje til venstre ad busvejen. For busserne der kører i den vestlige retning, er det nødvendigt at disse anvender Scoresbysundvej ud til krydset med Th. Sauers Vej, da et forløb i eget tracé her, vil kræve en underføring under Th. Sauers Vej, hvilket ikke vurderes at være rentabelt, set i forhold til de besparelser der kan opnås. Der opsættes en signalregulering i krydset mellem Scoresbysundvej og busvejen, hvor busserne er prioriteret. Signalreguleringen fungerer ved, at der er grønt for trafikken på Scoresbysundvej, men i det øjeblik der ankommer en bus, får busserne grønt med det samme. Denne løsning sikrer en



Figur 8.4: Skitse af udformning af busvejens start ved Scoresbysundvej

optimal fremkommelighed for busserne, samtidig med at trafikken på Scoresbysundvej påvirkes mindst muligt. Signalreguleringen giver således en meget bedre prioritering af busserne, end det er tilfældet i øvrige signalanlæg med busprioritering, hvilke kun virker hvis bussen er forsinket, jf. bilag 1. På DVD'en er der desuden vedlagt et videoklip der illustrerer hvorledes denne prioritering fungerer.

På den østlige side af Scoresbysundvej, fortsætter busserne i eget tracé forbi den eksisterende bebyggelse omkring fodboldklubben B52, og derfra videre i en tunnel under motorvejen. For at forhindre at anden bilttrafik anvender busvejen, er der umiddelbart efter

krydset med Scoresbysundvej anlagt en bussluse med sporviddeforhindring i form af en grav, jf. figur 8.4, således det ikke er muligt for en bil at køre ind på busvejen. På den anden side af tunnelen forløber busvejen syd om Gigantium og parkeringspladsen i forbindelse hermed, for derefter at forløbe gennem Universitetsparken, og under broen ved Einsteins Boulevard. Mod øst forbindes busvejen til den eksisterende busvej Bertil Ohlins Vej ved Universitetet.

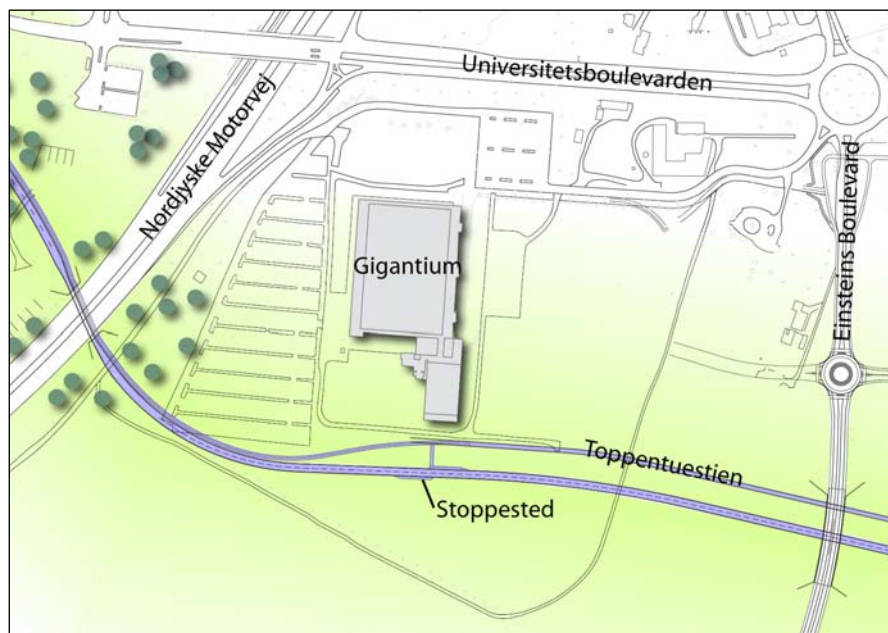
Da busvejen i alt er mere end 1,5 km lang, er det vurderet at det er nødvendigt med en to-sporet strækning, således fremkommeligheden for busserne ikke nedsættes ved at de skal holde tilbage for modkørende busser. Af hensyn til anlægsomkostningerne ved tunnelen er busvejen her udført som enkeltsporet, hvorved størrelsen af tunnelen reduceres betragteligt. Hvor busvejen bliver enkeltsporet kan der opsættes en signalregulering, som indikerer hvilken retning der må køre gennem tunnelen. Da busserne ifølge køreplanen kører hvert 7-8 minut i spidstimerne, vil denne signalregulering ikke have en fremkommelighedsnedsættende effekt på busserne, da det vil være sjældent at en bus vil være nødsaget til at holde tilbage for rødt lys. I en fremtidig situation, hvor busvejen eventuelt kan omlægges til en letbane, vurderes det, at en et-sporet tunnel ikke vil nedsætte fremkommeligheden for letbanen, da det stadig er en kort strækning hvor der kun er et spor.

Forhold for lette trafikanter

Fællesstien på den sydlige del af Th. Sauers Vej følger busbanen hvor den drejer fra Th. Sauers Vejs tracé, men da den

dobbeltrettede fællessti langs busvejen er placeret på den nordlige side af denne, jf. figur 8.4 er det nødvendigt at stien skal krydse busbanen. Den ideelle krydsning af busbanen foregår i en vinkel af 90 grader for at sikre gode oversigtsforhold, samt klare vigepligtsregler for cyklister og fodgængere, men da dette vil medføre et tracé for fællesstien der er forbundet med stor omvejskørsel eller skarpe knæk, vil resultatet af et sådan kryds være, at de lette trafikanter i høj grad ikke vil anvende dette, men i stedet krydse indover busbanen andre steder. For at tage hensyn til dette, er det valgt at etablere krydset i en vinkel på busbanen af ca. 140 grader, hvorved de lette trafikanter ikke udsættes for omvejskørsel. I selve krydset har cyklister og fodgængere ubetinget vigepligt for busserne. Herefter fortsættes fællesstien til Scoresbysundvej, hvor stien krydser vejen i en vinkel af 90 grader og forbindes med den dobbeltrettede fællessti langs med busvejen. Da krydset bliver signalreguleret skal de lette trafikanter melde deres ankomst til krydset, hvorefter det skifter til grønt. Langs den nordlige side af Th. Sauers Vej sker der ikke en ændring af den eksisterende fællesstis forløb, og stien vil være placeret cirka hvor den eksisterende er i dag. Denne sti forbindes med den dobbeltrettede fællessti langs busvejen, på samme måde som busvejen forbindes til den vestligt gående busbane på Th. Sauers Vej. Cyklisterne bliver således ledt fra den dobbeltrettede fællessti ud på Scoresbysundvej, hvorefter de krydser over Th. Sauers Vej og kører ad fællesstien i nordsiden af denne vej, jf. figur 8.4. Fodgængere vil benytte fodgængerfelterne i forbindelse med signalreguleringen i krydset mellem Scoresbysundvej og Th. Sauers Vej.

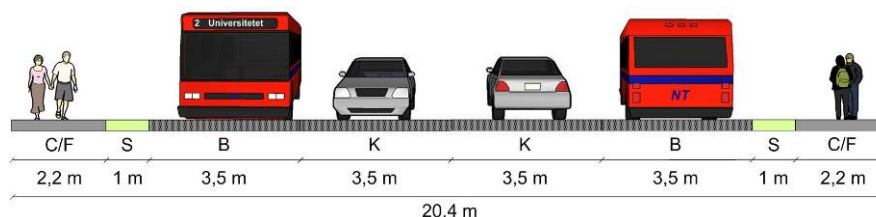
Langs med busvejen etableres der en dobbeltrettet fællessti, som følger busvejens tracé. Stien placeres på den nordlige side af busvejen med en skillerabat på 1 meter. Stien er ligeledes dobbeltrettet under motorvejen, hvor busvejen indsnævres til et spor. Ved stoppestedet ud fra Gigantium føres stien bagom perronerne for at sikre at passagerer ikke stiger ud på stien, samt at passagerer der venter på bussen ikke står på stien. Ved stoppestedet, føres stien videre op til Gigantium og forbindes til den eksisterende Toppentuestien, som forløber parallelt med busvejen under broen ved Einsteins Boulevard og derfra videre til Pontoppidanstræde, jf. figur 8.5.



Figur 8.5: Placering af stoppested og fællessti ved Gigantium

Tværsprofil

På Th. Sauers Vej er bredden af kørebanerne reduceret fra 4 meter til 3,5 meter. Dette skyldes, at det ønskes at begrænse den samlede kronebredde af vejen af hensyn til anlægsomkostningerne, samt at den eksisterende bredde på 4 meter ikke understøtter en hastighed på kun 60 km/t. Busbanerne er ligeledes anlagt med en bredde på 3,5 meter, hvorefter der er en skillerabat i begge sider på 1 meter og fællesstier på 2,2 meter. Tværsprofilen for Th. Sauers Vej er angivet på figur 8.6.

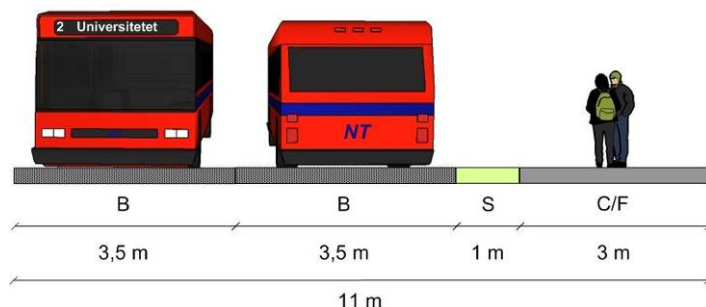


Figur 8.6: Tværsprofil for Th. Sauers Vej

I forbindelse med stoppestederne på Th. Sauers Vej er der ikke etableret buslommet, da stoppestederne er placeret ud til busbanerne, og en holdende bus vil således ikke genere den øvrige trafik. Bushellerne ved stoppestederne anlægges med en bredde på 2 meter, jf. gældende vejregel [Vejdirektoratet 2003, p. 97]. Svingbanerne i krydset ved Sohngårdsholmsvej samt Scoresbysundvej anlægges med en bredde på 3 meter i henhold til vejreglerne [Vejdirektoratet 2000c, p. 25].

Busvejen der forløber i eget tracé fra Scoresbysundvej til Universitetet anlægges med to busspor med en bredde på hver 3,5

m, en skillerabat på 1 meter og en dobbeltrettet fællessti på 3 meter, jf. figur 8.7.



Figur 8.7: Tværprofil på busvejen

Længdeprofil

Langs Th. Sauers Vej følger busbanerne den eksisterende vejs længdeprofil. På strækningen øst for Scoresbysundvej, hvor busvejen forløber i eget tracé, skal denne sænkes til et niveau under motorvejen. Ifølge vejreglerne er der et krav til frihøjden for tunnelen på 4,33 meter [Vejdirektoratet 2000b, p. 38]. Derudover regnes der med ca. 1 meter til loftet af tunnelen. Busvejen skal således ca. 5,4 meter under eksisterende niveau for kørebanen på motorvejen. For at tilvejebringe dette er busvejen anlagt med en gradient på 36 ‰ over en strækning på ca. 200 meter. På den østlige side af motorvejen, stiger længdeprofilen en smule igen, for derefter at falde mod terrænet ned mod broen ved Einsteins Boulevard. Da der er en stor højdeforskel mellem området ved Gigantium og den nødvendige kote for at bussen kan komme under Einsteins Boulevard, ligger vejen med et længdefald på 33 ‰ På denne strækning. De vertikale radier for busvejen er mellem 1.000

og 5.000 m, hvorved vejreglerne er efterfulgt. Længdeprofilen for busvejen er vedlagt som tegning 3-01 i tegningsmappen.

Stoppesteder

De oprindelige stoppesteder på Th. Sauers Vej bibeholdes. Ligeledes bibeholdes stoppestedet på Th. Sauers Vej øst for Scoresbysundvej, da der i fremtiden stadig vil køre regionalbusser på denne strækning, som ikke vil benytte busvejen. Der etableres et nyt stoppested i busvejens vestlige ende, omkring busslusen ved B52's bebyggelse, som erstatning for det førmtalte stoppested på Th. Sauers Vej, som ikke længere vil blive benyttet af metrobusserne.

På den østlige side af tunnelen under motorvejen etableres der to nye perroner umiddelbart syd for Gigantium for at sikre betjeningen af denne. Perronerne ligger forskudt, således to busser i hver sin retning ikke holder lige op ad hinanden. Samtidig giver denne forskydning mulighed for at etablere et fodgængerfelt for enden af hver perron, som ikke blokeres når der holder busser ved stoppestedet.

Afstanden mellem stoppestederne vil komme til at være omkring 800 m, hvilket er over den anbefalede afstand på 400 m [Vejdirektoratet, 2003, p. 30], men da afstanden mellem de nuværende stoppesteder ved Scoresbysundvej og Gigantium er omkring 1 km, vil der stadig være tale om en forbedring af tilgængeligheden til busserne.

8.3.2 Udvidelse til fire spor og stibro

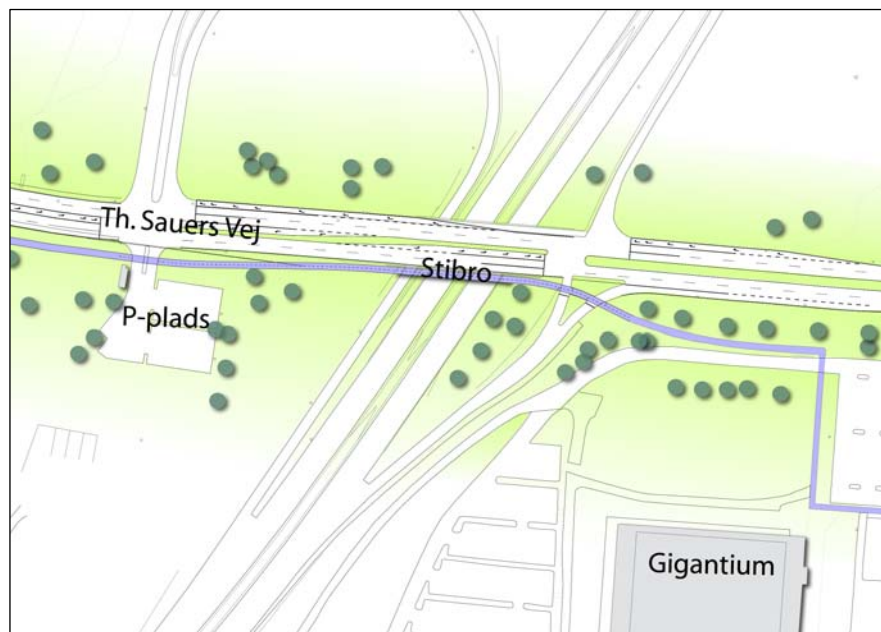
Dette forslag indeholder en udvidelse af Th. Sauers Vej fra to til fire spor fra Sohngårdsholmsvej til motorvejsbroen. Derudover etableres der i projektforslaget en fællessti i eget tracé med en bro over motorvejen, jf. figur 8.8. Plantegningerne for projektforslaget er vedlagt i tegningsmappen som tegning 2-01 og 2-02.

Vejens forløb

Busserne kommer til at følge det eksisterende forløb, fra Sohngårdsholmsvej til Einsteins Boulevard. For at tage højde for de eksisterende kapacitetsmæssige problemer på strækningen, foreslås en udvidelse af strækningen fra to til fire spor fra Sohngårdsholmsvej til motorvejsbroen. Udvidelsen kræver at der inddrages et areal på begge sider af Th. Sauers Vej, hvilket er muligt uden at berøre eksisterende bebyggelse. Derudover betyder udvidelsen, at der på motorvejsbroen er ikke plads til cykelstier i begge sider, hvorfor disse fjernes og inddrages til kørebaneareal. For at skabe en alternativ krydsning af motorvejen for de lette trafikanter etableres der en dobbeltrettet fællessti i eget tracé, der føres over motorvejen på en bro, hvilket beskrives efterfølgende.

Et af de kritiske steder ved udvidelsen af strækningen er motorvejens østlige frafartspor, der i dag fletter sammen med Universitetsboulevarden og udvider dennes østgående kørespor til to spor. Da Universitetsboulevarden over hele strækningen foreslås udvidet til fire spor, er det nødvendigt at ændre udformningen af krydset. Udformningen af motorvejens østlige frafartspor ændres og sporet føres parallelt med Universitetsboulevarden, hvor der laves

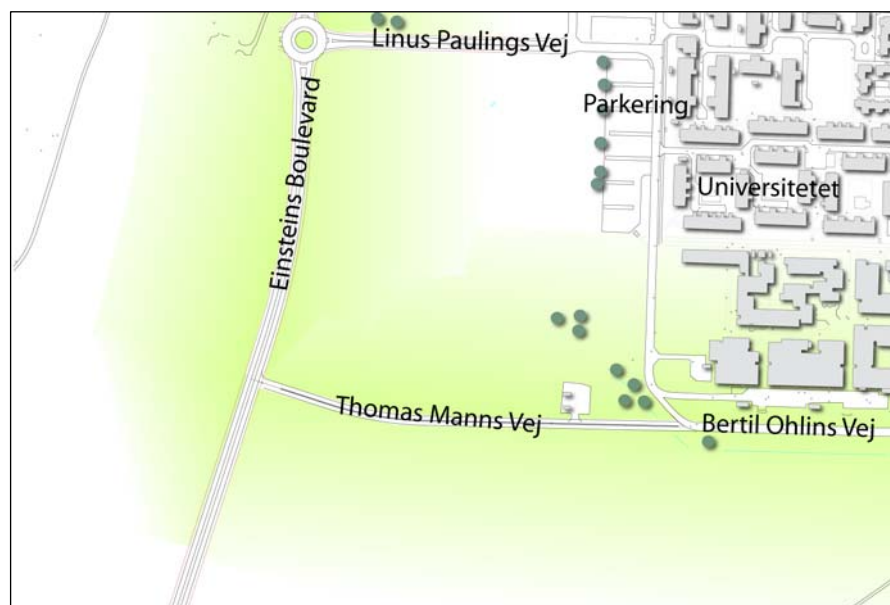
en lang flettestrækning, hvorved trafikken fra motorvejen fletter ind på Universitetsboulevarden, jf. figur 8.8.



Figur 8.8: Principskitse af udvidelse af Th. Sauers Vej og stibro over motorvejen

I den sydlige ende af området, hvor busserne på nuværende tidspunkt kører fra Einsteins Boulevard via Linus Paulingsvej til Pontoppidanstræde, omlægges ruten. Dette skyldes, at specielt strækningen på Pontoppidanstræde ikke er hensigtsmæssig som busrute, blandt andet fordi der er et stort krydsningsbehov for fodgængere, da der ligger en parkeringsplads på den modsatte side af bebyggelsen. Ligeledes er vejen meget smal, og der er en del cyklister på strækningen. Af hensyn til bussernes fremkommelighed,

men også trygheden for de lette trafikanter, omlægges busruten i dette område. I stedet for at dreje ad Linus Paulingsvej, vil busserne fortsætte ad Einsteins Boulevard til den planlagte Thomas Manns Vej, hvorefter denne forbindes til den eksisterende Bertil Ohlins Vej, jf. figur 8.9.



Figur 8.9: Linieføring af Thomas Manns Vej

Forhold for lette trafikanter

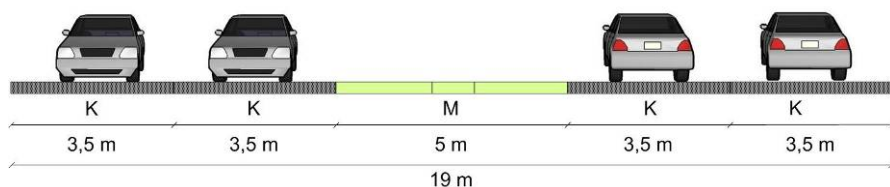
De eksisterende cykelstier over motorvejsbroen bliver erstattet af et ekstra kørselspor for biltrafikken, derfor etableres der i stedet en dobbeltrettet fællessti i eget tracé over motorvejen. Den dobbeltrettede fællessti starter ved krydset mellem Th. Sauers Vej

og Scoresbysundvej. Herfra forløber stien langs den sydlige side af Th. Sauers Vej mod motorvejsbroen. Herfra forløber fællesstien over indkørslen til park & ride parkeringspladsen ved motorvejen, jf. figur 8.8, hvorefter den krydser motorvejen på en bro. Den nye bro vil komme til at forløbe tæt op ad den eksisterende motorvejsbro, således der ikke skabes omvejskørsel for de lette trafikanter i forhold til de nuværende forhold. Da cykelbroen forløber så tæt op ad den eksisterende bro, er det undersøgt om det er muligt at hægte cykelbroen på den eksisterende bro. Dette vil dog kræve en forstærkning af broen, samt understøttelse under den påhængtede del. Desuden vil der opstå komplikationer på sigt omkring samlingen mellem de eksisterende og nye brodele, hvorfor det er mest hensigtsmæssigt at etablere cykelbroen selvstændigt [Engelund 2008]. Efter motorvejen bringes stien ned til terræn og krydser frakørselsrampen fra motorvejsbroen i niveau, sådan som det er tilfældet for det eksisterende stianlæg. På den østlige side af frakørselsrampen forbindes stien til det eksisterende stisystem nord for Gigantium.

Tværsprofil

Udvidelsen af strækningen medfører, at flere af vejenes tværsprofil skal ændres. Udvidelsen på Th. Sauers Vej sker ved at ændre vejens tværsprofil som i det første forslag ved en busvej under motorvejen, jf. figur 8.6. I modsætning til det første forslag, tillades kørsel for biltrafik i alle kørselspor. Som nævnt er der ikke plads til stierne i siderne af Th. Sauers Vej på broen over motorvejen, hvorfor disse undlades. Der sker en mindre indsnævring af kørselsbroene fra 3,75 til 3,5 meter på motorvejsbroen, jf. figur 8.10, hvilket vil være med til at sikre, at den skilte hastighed på vejen

overholdes. Vejens kørespor bliver som i dag adskilt af en bred midterrabat på 5 meter, hvilken anvendes til spærreflade, samt venstresvingspor for både øst- og vestgående retning ved krydsene på begge sider af broen. Det ændrede tværprofil over motorvejsbroen fremgår af figur 8.10.



Figur 8.10: Tværprofil for Th. Sauers Vej over motorvejen

Den dobbeltrettede fællessti i eget tracé bliver 3 meter bred, for at sikre færdsel i begge retninger uden gener ved passage.

Længdeprofil

Da forslaget indebærer en sporudvidelse af eksisterende veje, kommer længdeprofilet på udvidelsen til at følge de eksisterende veje.

Den dobbeltrettede fællessti forløber i et forholdsvis kuperet område, og skal samtidig over motorvejen i et niveau, så der er en frihøjde over motorvejen på 4,5 meter [Vejdirektoratet 2000b, p. 38]. Dette medfører at længdeprofilet skal krydse motorvejen 5,5 meter over denne, da der regnes med en vis tykkelse af broen. Fra Scoresbysundvej og frem mod broen ligger stien med en stigning på 18 ‰. Herefter flader længdeprofil ud, og falder en smule ned mod broen. For at stien kan bringes fra broen over motorvejen og ned til

terræn på den østlige side af motorvejen, er det nødvendigt med en forholdsvis stor gradient. Stien har således en gradient på 43 ‰ over en strækning på ca. 45 m øst for motorvejen. Denne gradient overholder anbefalingerne i vejreglerne, hvor den maksimale længde af en strækning med 40-45 ‰ er 200 m. [Vejdirektoratet 2000c, p. 10]

Der er undersøgt forskellige linieføringer for stien for at undgå så store gradienter på stien, men eneste mulighed er at lægge stien syd om Gigantium i et tracé der minder om det busvejen i det andet projektforslag er anlagt i. Denne løsning vil dog medføre en stor omvejskørsel for de lette trafikanter der skal til den del af Universitetet der ligger nord for Universitetsboulevarden, hvorfor dette ikke er en acceptabel løsning. Ligeledes er muligheden for at anlægge stien i en tunnel under motorvejen også undersøgt, men dette vil medføre endnu større gradienter på længdeprofilet.

Længdeprofilet for fællesstien i dette projektforslag er vedlagt som tegning 3-01 i tegningsmappen.

Stoppesteder

Det eksisterende stoppested ved Gigantium bibeholdes med den nuværende placering. Da der sker en udvidelse af Th. Sauers Vej, er det nødvendigt at omlægge stoppestederne på begge sider af vejen ved Scoresbysundvej. I forbindelse med omlægningen er længden af stoppestederne udvidet, så de opfylder de vejledende krav i vejreglerne [Vejdirektoratet 2003, p. 96].

8.4 Forhold til eksisterende planlægning

Da der allerede er gennemført en omfattende planlægning af området, især omkring Universitetsparken, er det nødvendigt at tage stilling til hvordan de to projektforslag i denne rapport har indvirkning på den eksisterende planlægning. Projektforslaget med en busvej under motorvejen er indeholdt i den eksisterende planlægning for området omkring Universitetet, hvorfor dette forslag ikke vil medføre ændringer i den allerede gennemførte planlægning. Tracéet for busvejen følger også den korridor, som er fastsat i planen for Universitetsparken. Gennemføres projektforslaget med en udvidelse af Th. Sauers Vej og Universitetsboulevarden, vil dette medføre, at planen for Universitetsparken skal revideres. Dette skyldes at der i dette forslag ikke er en busvej gennem området, hvorfor beboerne i dele af området vil få længere til et stoppested. For begge forslag gælder det, at der ikke etableres veje, som ikke indgår i den eksisterende planlægning, men linieføringerne justeres en smule i forhold til hvad der er planlagt. I forslaget med udvidelsen af Th. Sauers Vej etableres der dog en fællessti i eget tracé vest for motorvejen, som ikke indgår i den eksisterende planlægning. Dette vurderes ikke at være et problem, da området hvori denne sti forløber er et mindre skovområde, hvilket der ikke er planlagt noget for.

Med hensyn til planerne om etableringen af et regionalt sygehus øst for Universitetet, vil forslaget med busvejen under motorvejen medføre muligheden for at etablere en højklasset kollektiv trafikforbindelse til dette sygehus. Forslaget med udvidelsen af Th.

Sauers Vej til fire spor, vil derimod medføre at den generelle trafikafvikling til sygehuset vil blive forbedret, set i forhold til idag.

9 Samfundsøkonomisk analyse

For at have et grundlag for at vurdere hvilket af de to forskellige projektforslag, der er det mest rentable, vil der i dette kapitel blive foretaget en samfundsøkonomisk analyse af forslagene.

Da samfundet har begrænsede økonomiske ressourcer til at gennemføre forskellige investeringsprojekter, er det nødvendigt at kunne sammenligne disse, med henblik på udvælgelse af det mest hensigtsmæssige projekt set fra et samfundsøkonomisk perspektiv. Samfundsøkonomiske analysers primære formål er således at give en systematisk og gennemskuelig opstilling af et projekts fordele og ulemper eller omkostninger. På baggrund af denne opstilling er det derfor muligt at foretage en prioritering mellem forskellige investeringsforslag eller, som det er tilfældet i denne rapport, at sammenligne forskellige alternative forslag, der har til formål at løse samme problem.

9.1 Samfundsøkonomiske analyser

For at skabe klarhed med hensyn til begrebet samfundsøkonomisk analyse, vil der i dette kapitel indledende være en gennemgang af hvad dette indebærer, samt hvilke nøgletal og evalueringskriterier der oftest er resultatet af disse analyser. I bilag 8 er disse begreber uddybet yderligere.

En af de mest anvendte samfundsøkonomiske analyser i Danmark, især inden for vejprojekter, er en cost-benefit analyse, hvor

sammenligningsgrundlaget er i monetære enheder. Da mange af gevinsterne ved et vejprojekt ikke umiddelbart er kvantificerbare, og slet ikke i monetære enheder er det nødvendigt at anvende en række standardiserede værdier for effekter, som umiddelbart er svære at opgøre værdien af.

Der findes flere forskellige måder at udføre cost-benefit analyser for et vejprojekt. Ens for alle er, at der indgår en række effekter, som enten anses for omkostninger eller gevinster. Disse effekter skal så sammenlignes med et basisalternativ. Oftest vil dette være en beregning af, hvad der vil ske, hvis der ikke blev gennemført nogle af projekterne.

Hver af disse effekter har en værdi, som er fastsat i et nøgletalskatalog udgivet af Transport- og energiministeriet [Transport- og energiministeriet 2006], og ændringerne kan derfor omregnes til monetære enheder. Foruden disse effekter er der også en række ikke-kvantificerbare effekter, så som ændringer i naturen, der ikke traditionelt indgår i de samfundsøkonomiske analyser. Resultatet af en cost-benefit analyse vil således ofte være en række resultater af beregninger, samt ved større projekter, en tilhørende vurdering af effekter der ikke er medtaget i beregningerne gennem en VVM undersøgelse.

Vejdirektoratet har i lang tid anvendt en standardiseret metode som prioriteringsmodel ved cost-benefit analyser, kaldet "Undersøgelser af større hovedlandeveysarbejder, metode for effektberegninger og økonomisk vurdering". Resultatet og sammenligningsgrundlaget i denne model er de enkelte projekters første års forrentning (FYRR

– First Year Rate of Return). Det projekt der giver den største FYRR, er således det mest fordelagtige ifølge denne model. Metoden er forholdsvis simpel, men FYRR angiver ikke nødvendigvis det mest fordelagtige projekt. Dette skyldes, at FYRR er forholdet mellem projektets samlede omkostninger, og gevinsterne i ét år, oftest et år efter åbningen af vejen. Da et vejprojekt typisk vil medføre gevinster i hele dets levetid, og en række effekter først vil forekomme et stykke tid efter åbningen, vil det være mere hensigtsmæssigt at sammenligne de samlede omkostninger med de samlede gevinster for hele projektets levetid. Dette gøres i en anden metode, kaldet "Manual for samfundsøkonomisk analyse, anvendt metode og praksis på transportområdet", hvor det i stedet for FYRR er forskellen mellem gevinster og omkostninger for hele anlæggets levetid, omregnet til nettonutidsværdi (NNV), der indgår i kriteriet for udvælgelsen. En udvidelse af dette er, at Benefit-Cost (B/C) forholdet betragtes, hvorved gevinsterne sættes i forhold til omkostningerne, og der tages således hensyn til investeringens størrelse, hvilket ikke er tilfælde ved NNV. Af denne grund anses Benefit-Cost forholdet for at være det mest hensigtsmæssige evalueringskriterium [Trafikministeriet 2003 p. 37].

9.2 Forudsætninger

I samfundsøkonomiske analyser er det formålet at prissætte alle de effekter der bliver berørt af et projekt. Det er dog praktisk umuligt at medtage alle effekter, hvorfor der må foretages en afgrænsning til de vigtigste. Almindeligvis medtages følgende effekter og forhold:

- Anlægsinvesteringer, minus restværdi
 - o Restværdi
- Drift og vedligehold
- Brugergevinster
 - o Tidsforbrug
 - o Kørselsomkostninger
- Eksterne effekter
 - o Uheld
 - o Støj
 - o Luftemissioner
 - o Klimapåvirkninger

[Trafikministeriet 2003, p.67]

Der tages også udgangspunkt i disse effekter og forhold i den samfundsøkonomiske analyse i denne rapport, men der afgrænses fra de eksterne effekter. Dette skyldes at der ikke er tale om forslag der medfører en større omfordeling af trafikken, og ændringer i de eksterne effekter ved nogen af de to forslag vil ikke være mulige at registrere, da trafikmængderne på vejnettet for de to forslag tilnærmelsesvis er identiske med basissituationen. I forslaget med busvejen under motorvejen flyttes en ÅDT på 275 over på busvejen, mens der ved udvidelsen af Th. Sauers Vej/Universitetsboulevarden til fire spor, vil ske en tilsvarende flytning fra Linus Paulingsvej til Thomas Manns Vej. Da det er så lille en trafikmængde der flyttes, vil disse ændringer ikke medføre registrerbare forskelle i de eksterne effekter for de to forslag. For at understøtte at dette er tilfældet, er der foretaget en beregning af hvor mange uheld der kan forventes på busvejen i 2015. Denne beregning er gennemført i bilag 10, og viser at der kan forventes 0,11 uheld på busvejen om

året. Da der tilsvarende fjernes en ÅDT på 275 fra de øvrige strækninger, kan det forventes at uheldstallet på det øvrige vejnet vil falde tilsvarende. Desuden er strækningen ikke uheldsbelastet, da der ikke er sket uheld på strækningen de sidste fem år, jf. bilag 10. Det samme gør sig gældende for de øvrige eksterne effekter, hvorfor der i den samfundsøkonomiske analyse kun indgår følgende:

- Anlægsinvesteringer, minus restværdi
 - o Restværdi
- Drift og vedligehold
- Brugergevinster
 - o Tidsforbrug
 - o Kørselsomkostninger

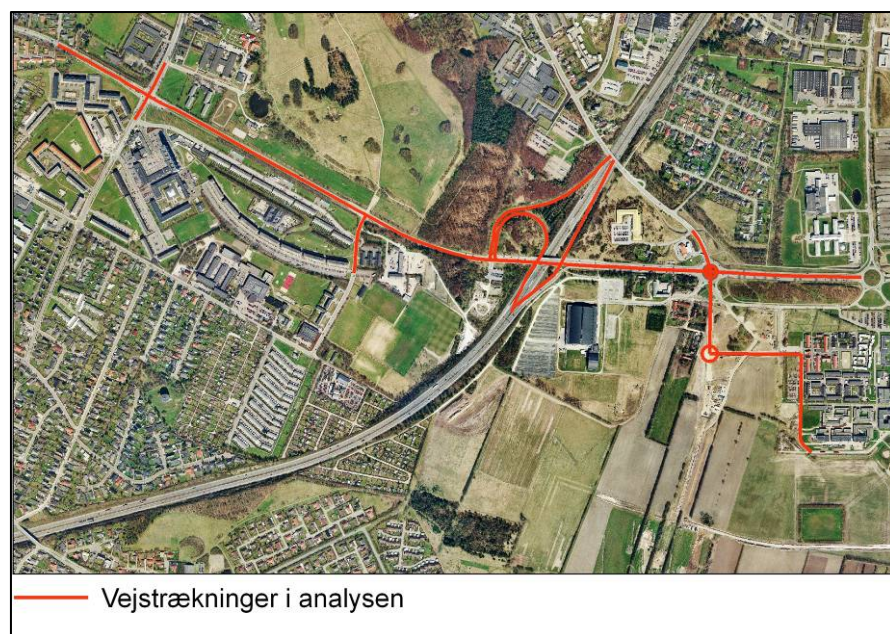
Implementeringen af et af de to forslag vil således udelukkende medføre en ændring af trafikanteffekterne, dvs. ændringer i rejsetid og –længde.

For at gennemføre en samfundsøkonomisk analyse kræves en kalkulationsrente, hvilket i henhold til Trafikministeriets anbefaling sættes til 6 % [Transport- og Energiministeriet 2006, p. 6]. Ydermere fastsættes en frem- og tilbageskrivningsfaktor til 2 %, svarende til nettoprisindekset [Transport- og Energiministeriet 2006, p. 6]. Diskonteringsåret der anvendes i alle scenarier er 2008, mens åbningsåret for begge projekter fastsættes til 2015. Da de to forslag begge kan betragtes som et større vejprojekt, fastsættes begge anlægs levetid til 50 år. Da projekterne skal finansieres af en offentlig kasse, medtages et forvridningstab på anlægs- og

vedligeholdsmkostningerne, svarende til 20 %. Forvridningstab et tager højde for at der som følge af øget omkostninger skal opkræves mere i skat, hvorved befolkningens lyst til at arbejde yderligere falder [Trafikministeriet 2003, p. 99]. Som evalueringskriterium for forslagene, anvendes benefit-cost forholdet, men nettonutidsværdien og førsteårsforrentningen beregnes ligeledes for at se eventuelle forskelle i kriterierne. Ydermere beregnes førsteårsforrentningen også, da der for forslaget med busvejen under motorvejen tidligere er beregnet en førsteårsforrentning på 4 %, hvorved dette kan sammenlignes med resultatet af denne analyse.

9.2.1 Systemafgrænsning

Inden den samfundsøkonomiske analyse kan gennemføres, er det nødvendigt at afgrænse det system der betragtes. For at kunne foretage en reel sammenligning af løsningsforslagene, er det vigtigt at det er samme system der betragtes i alle tre scenarier, således sammenligningen sker under de samme forudsætninger. Det er valgt at afgrænse systemet mod vest ved Sohngårdsholmsvej, og mod øst ved Universitetet. Det område og de veje der indgår i den samfundsøkonomiske analyse fremgår af figur 9.1.



Figur 9.1: Systemafgrænsning i den samfundsøkonomiske analyse

I det følgende gennemføres den samfundsøkonomiske analyse for de to forslag. Som reference opstilles et basisalternativ, hvor det antages at den planlagte udbygning i området gennemføres, samt den generelle trafikvækst fortsætter, men at ingen af projektforslagene gennemføres. På denne måde kan det beregnes hvilke effekter de to projektforslag vil have. I analysen regnes der med 2008 prisniveau, med mindre andet er angivet.

9.3 Anlægsomkostninger

Anlægsomkostningerne er meget forskellige for de to projektforslag. Scenariet med en busvej under motorvejen kræver en meget større

investering end scenariet med en udvidelse af de eksisterende veje. For at bestemme anlægsomkostningerne for de to scenarier, er der anvendt erfaringspriser fra V&S prisbøger. Der er anvendt bruttopriser da dette giver et overslag på de samlede udgifter [V&S byggedata 2007]. De beregnede priser tillægges 20 %, svarende til forvridningstab, da det er en offentlig udgift [Trafikministeriet 2003, p.99]. Da de to projektforslag ikke er detailprojekteret er det ikke muligt at beregne mængderne præcist, hvorfor beregningerne af anlægsomkostningerne bliver et overslag. Beregningen af anlægsomkostningerne for de to projektforslag er nærmere gennemgået i bilag 12, og resultatet er angivet i tabel 9.1.

Tabel 9.1: Anlægsomkostninger

Scenario	Anlægsomkostninger
Busvej under motorvejen	21,4 mio. kr.
Fire spor på Th. Sauers Vej	11,4 mio. kr.

9.3.1 Restværdi

Efter den fastsatte levetid for anlæggene på 50 år, har disse stadig en restværdi. Denne værdi sættes for begge projektforslag til 80 % af anlægsomkostningerne. Denne høje procentsats skyldes, at der løbende foretages vedligehold af anlæggene, således de har en restværdi efter 50 år, der nærmer sig de oprindelige anlægsomkostninger. Denne værdi skal selvfølgelig tilbagediskonteres over 50 år, hvorfor nutidsværdien vil være markant mindre end anlægsomkostningerne. [Trafikministeriet 2003, p. 44]. Restværdierne for de to projektforslag, tilbagediskonteret over anlæggenes levetid er angivet i tabel 9.2.

Tabel 9.2: Restværdi (1.000 kr.)

Scenario	Restværdi
Busvej under motorvejen	619
Fire spor på Th. Sauers Vej	331

9.4 Drift og vedligehold

Etableringen af et nyt vejanlæg vil medføre udgifter til drift og vedligehold af dette. Driftsudgifterne tilskrives typisk hvert år i hele anlæggets levetid, mens udgifter til vedligehold i form af f.eks. nyt slidlag typisk vil figurere hvert 10-15 år. Udgifterne til drift i form af snerydning og fejning medtages ikke, da denne udgift ikke vil variere meget de enkelte scenarier imellem. Erfaringsmæssigt kan der regnes med at vejene skal have nyt slidlag hvert 12. år. Prisen for dette findes ud fra V&S prisen, og da dette er en offentlig udgift, tillægges 20 % som forvridningstab. De samlede netto-udgiftsomkostninger for vedligeholdelse af anlæggene er angivet i tabel 9.3.

Tabel 9.3: Vedligeholdelseskostninger tilbagediskonteret over hele anlæggets levetid (1.000 kr.)

Scenario	Vedligeholdelseskost.
Basis	1.471
Busvej under motorvejen	2.198
Fire spor på Th. Sauers Vej	1.641

9.5 Brugergevinster

For at beregne ændringerne i trafikanteffekterne, kræves en viden om hvordan trafikken ser ud, samt hvordan denne vil udvikles i de enkelte scenarier. Til dette er der gennemført beregninger af trafikken med udgangspunkt i de eksisterende forhold, samt de ændringer der vil ske i de enkelte scenarier. Foruden trafikken på vejene er det også nødvendigt at vide hvor mange passagerer der benytter den kollektive trafik i det betragtede område, samt hvordan passagerudviklingen vil være i fremtiden i hvert scenario.

Trafikudvikling og -fordeling

Den byudvikling, som er beskrevet i afsnit 7.5, vil medføre en kraftig udvikling i trafikken. I det følgende er det beregnet hvor meget trafikken vil stige på de enkelte strækninger i området i fremtiden. Dette gøres under den forudsætning at der ikke sker en udvikling i det eksisterende vejnet, således der opsættes et basis scenario for trafikken, til brug som sammenligning med de projektforslag der er opstillet i denne rapport. Fremskrivningen tager udgangspunkt i en trafikmodel fra Aalborg Kommune, hvor der korrigeres for kalibreringsfejl fundet i denne, hvilket er nærmere behandlet i bilag 9. Trafiktallene fremskrives 7 år frem til 2015, da denne periode anses som en realistisk periode for hvor lang tid det tager før den planlagte udvikling i Universitetsparken er gennemført. I bilag 9 er det ligeledes beregnet hvor meget trafik udbygningen af Universitetsparken forventes at bidrage med. Det forudsættes at regionssygehuset er færdig etableret i 2023, og for hele perioden fra 2008 til 2023 regnes der med en generel trafikvækst på vejene på 1 %.

En generel fremskrivning af trafik er forbundet med en række usikkerheder. Der er en lang række faktorer, som har indflydelse på trafikvæksten, og selvom trafikken på trafikvejene de sidste år er steget med 1 % pr. år, er det ikke sikkert at dette vil være tilfældet i fremtiden. Den fremtidige trafikvækst afhænger af konjunkturerne i samfundet og oliepriser mv. Til trods for dette, regnes den generelle trafikvækst fortsat at være 1 %, som den har været i den seneste årrække. Dette skyldes, at det er svært at skønne udviklingen 15 år frem, og det bedste bud må således være at tage udgangspunkt i den udvikling der er sket. Foruden den generelle trafikvækst i perioden, sker der også en vækst som følge af etableringen af sygehuset. Denne vækst medtages også i fastsættelsen af trafikmængden i 2023, og er behandlet i bilag 9.

Fra år 2023 og frem antages trafikmængden at være konstant, hvilket også er den almindelige fremgangsmåde når der betragtes effekter mange år ud i fremtiden [Jensen 2008a]. Fremskrives trafikmængden med 1 % over hele levetiden for anlæggene til år 2065, vil dette medføre usandsynligt høje trafikmængder, som ikke vil kunne afvikles på vejnettet. Det må derfor formodes at der længere ud i fremtiden vil blive etableret nye vejanlæg til at afvikle trafikken, hvis denne fortsat stiger. Trafikken antages således konstant i perioden fra 2023 til 2065, da der ikke er et reelt grundlag for at fremskrive trafikken i denne periode.

De fremskrevne trafikmængder for henholdsvis 2015 og 2023 er illustreret i tabel 9.4.

Tabel 9.4: Fremtidig ÅDT på områdets overordnede veje

Vejnavn	ÅDT 2015	ÅDT 2023
Einsteins Boulevard	8.600	9.300
Th. Sauers Vej	16.750	21.050
Sohngårdsholmsvej	11.500	12.450
Pontoppidanstræde	700	700
Universitetsboulevarden, øst	28.200	37.700
Universitetsboulevarden, vest	19.650	29.600
Hadsundvej	7.600	9.500
Scoresbysundvej	3.650	3.950

Passagertal- og udvikling

En væsentlig forudsætning for at kunne gennemføre en samfundsøkonomisk analyse for de to forslag er at vide hvor mange buspassagerer der benytter strækningen, da det netop er af hensyn til forbedringer for disse at forslagene er opstillet. Ligeledes er det også nødvendigt at vurdere hvordan udviklingen i antallet af buspassagerer vil blive i fremtiden for de to forslag, da det er en periode på 50 år der betragtes. Ens for begge projektforslag er, at der må antages en gunstigere udvikling i antallet af buspassagerer end det er tilfældet for basissituationen. Dette skyldes, at de to projektforslag medfører en væsentlig forbedring af bussernes fremkommelighed, og dermed gør dem mere attraktive end det er tilfældet for basissituationen.

For at bestemme det nuværende passagertal, er der foretaget en passagertælling på Metrobus 2 mellem Aalborg Busterminal og

Universitetet. Denne passagertælling er gennemført i slutningen af marts måned 2008, og ud fra denne er der opregnet et årligt passagertal for den pågældende rute. Angående udførelsen og behandlingen af passagertællingen henvises til bilag 6. Resultatet af tællingen og opregning af antal passagerer er angivet i tabel 9.5, hvor disse er inddelt på retning og stoppested.

Tabel 9.5: Samlet antal passagerer på hver delstrækning for 2008 (1.000)

Strækning	Mod centrum	Mod AAU	Samlet 2008
Th. Sauers Vej	795	723	1.518
Universitetsboulevarden	694	700	1.394
Einsteins Boulevard	681	668	1.349
Pontoppidanstræde	661	617	1.278

Disse passagertal er efterfølgende fremskrevet til år 2015, ud fra den forudsætning, at den positive fremgang af passagerer på linie 2 fortsætter, men ikke i så høj grad som den har været de seneste to år, jf. afsnit 4.1. Den hidtidige vækst på ca. 6 % nedjusteres således til 3 %, da det forventes at den generelle passagerflugt fra den kollektive trafik vil betyde at passagermængden på linie 2 ikke vokser så kraftigt som den har gjort. Efter 2015 vurderes udviklingen i passagermængden at variere alt efter hvilket scenario der betragtes. For basisscenariet forudsættes det at den negative udvikling for den kollektive trafik også vil ramme Metrobus 2, hvorfor det antages at passagermængden vil falde med 4 % om året, ligesom det har været tilfældet for de øvrige buslinier i Aalborg området de seneste år, jf. afsnit 4.2. For scenariet med udvidelsen af Th. Sauers Vej til fire spor antages det at dette medfører, at

passagermængden fra 2015 kan fastholdes som følge af, at fremkommeligheden for busserne bliver større, og rejsetiden derved bliver mindre. For scenariet med en busvej i eget tracé forventes det, at den øgede fremkommelighed for busserne medfører, at der fortsat kan forventes en passagerfremgang på omkring 2 % om året. Dette skyldes, at busvejen er det eneste scenario, hvor der skabes en højklasset forbindelse for den kollektive trafik på strækningen, og erfaringsmæssigt vil sådanne tiltag medføre en fremgang i passagermængden. [Transportrådet 1996, p. 82]. Som følge af passagerfremgangen medregnes de øgede billetindtægter i forhold til basissituationen. Da der er forskel i prisen på billetterne alt efter om der købes enkelt billetter, 10-turs kort eller periodekort, anvendes en gennemsnitspris fundet ud fra forholdet mellem de samlede billetindtægter og det samlede antal påstigere. Billetprisen er således fundet til 10,70 kr. pr. passager [Nordjyllands Trafikselskab 2006]. Erfaringer viser, at ca. 10 % af de nye passagerer vil komme fra bilisterne, hvorfor der fratrækkes 1 bil for hver ekstra 10 buspassagerer der er i dette scenario i forhold til basisscenariet [Transportrådet 1996, p. 82]. For alle scenarier gælder det, at der antages konstante passagermængder fra 2023 og frem. Dette skyldes, ligesom for den øvrige trafik, at det er yderst usikkert at vurdere udviklingen i passagermængden så mange år ud i fremtiden, hvorfor denne antages konstant. Driftsomfanget for busserne antages konstant for alle scenarier og år.

Det er afgrænset fra at medtage andre buslinier end linie 2 i betragtningerne, da driftsomfanget på Metrobus 5, som også vil komme til at benytte de berørte strækninger, er så lille, at denne ikke vil have indflydelse på det samlede resultat. Bybuslinie 12

kører ad Hadsundvej og Einsteins Boulevard, og ændringer der foretages i et af de to scenarier vil således ikke have indflydelse på fremkommeligheden for linie 12, hvorfor denne ikke medtages.

I forbindelse med kortlægningen af rejsetiderne i de tre scenarier, gennemføres en række trafiksimuleringer for henholdsvis 2015 og 2023, hvilket nærmere gennemgås senere. Af denne grund er det nødvendigt at kortlægge hvor mange passagerer der rejser i spidsperioderne om morgenen og om eftermiddagen, samt i de øvrige perioder. Derudover skal fordelingen af passagerer på kørselsretningerne også fastlægges, da køretiden for de forskellige kørselsretninger vil variere alt efter hvilken periode der simuleres for. Til dette anvendes den gennemførte passagertælling, og fordelingen registreret her, antages ligeledes at være gældende i fremtiden. Ud fra passagertællingerne fås følgende fordeling af passagerer over dagen, jf. tabel 9.6.

Tabel 9.6: Fordeling af passagerer i løbet af dagen (1.000)

Tidspunkt	Fordeling	Antal passager pr. år
Morgenspidstimer (7.00 – 9.00)	17 %	258
Eftermiddagsspidstimer (15.00 – 17.00)	21 %	319
Øvrige perioder	62 %	942

Ligeledes kan fordelingen af passagerer på kørselsretningerne bestemmes for de tre beregningsperioder, jf. tabel 9.7. I bilag 6 er bestemmelsen af fordelingerne af passagererne uddybet.

Tabel 9.7: Fordeling af passagerer på kørselsretning

Tidspunkt	Fordeling (mod AAU/mod Busterminal)
Morgenspidstimer	55/45
Eftermiddagsspidstimer	43/57
Øvrige perioder	50/50

Som det fremgår af tabellen, er fordelingen af passagerer på kørselsretningerne meget ens, med en tendens til flere passagerer mod Universitetet om morgenen, og flest passagerer mod Aalborg Busterminal om eftermiddagen. Ud fra fordelingen vurderes det, at det er rimeligt at regne med 50/50 fordeling på kørselsretningerne for alle perioder.

Trafiksimulering

For at bestemme rejsetiderne i de forskellige scenarier er der opstillet trafiksimuleringer for hvert scenario, i henholdsvis 2015 og 2023. Da der ikke kan simuleres over et helt døgn, dvs. med hele årsdøgnstrafikken på hver strækning, gennemføres der simuleringer for henholdsvis en morgen- og en eftermiddagsspidstimer, samt en time der ca. svarer til en gennemsnitstime over året. Fastsættelsen af trafikmængderne i disse perioder er sket ved hjælp af beregninger ud fra årstrafikkurver, hvilket er nærmere behandlet i bilag 11. Det er her fundet at morgen- og eftermiddagsspidstimen kan regnes som den 200. største time, som antages at gælde tilsammen i 400 timer af året. For de øvrige timer af året regnes med den 3.700. største time. På denne måde er det muligt at beregne et helt års tidsforbrug ud fra kun tre simuleringer.

Trafikmængderne for spidstimerne og den øvrige tid er fundet til at svare til henholdsvis 11 % og 4,8 % af årsdøgntrafikken.

Ud fra viden om vejtyper, kan det bestemmes hvordan trafikken fordeler sig på kørselsretningerne på de enkelte strækninger, jf. bilag 11. Det er her fundet, at trafikken fordeler sig 60/40 på kørselsretningerne i spidstimerne, og 50/50 for den øvrige tid.

I simuleringen kræves viden om hvordan trafikken fordeler sig i de enkelte kryds. Til dette er der anvendt krydstællinger, som er gennemført inden for de seneste år. Det vurderes at der ikke er sket nævneværdige ændringer i retningsfordelingerne i krydsene siden tællingerne er gennemført, samt at der ikke vil ske ændringer i fremtiden. Dog vil der ske en betydelig ændring i rundkørslen på Universitetsboulevarden ved Einsteins Boulevard. Dette skyldes, at trafikken til og fra Einsteins Boulevard vil stige som følge af udbygningen af Universitetsparken, hvorfor den relative andel af trafikken der er i rundkørslen, og kører ind på Einsteins Boulevard vil stige. For at tage hensyn til dette, er væksten på Einsteins Boulevard fordelt på de øvrige veje i rundkørslen, og ud fra denne stigning i trafikken på de øvrige vejgrene, er der regnet en ændret retningsfordeling for rundkørslen, jf. bilag 11.

I krydstællingerne er der oplysninger om andelen af tung trafik på vejene, og denne antages uforandret gennem hele beregningsperioden. Det antages at rejsetiden i takt med stigende trafikmængder udvikler sig lineært i den mellemliggende periode fra 2015 til 2023.

Ud fra simuleringerne af trafikken i 2023 kan det observeres, at der sker sammenbrud i trafikken i rundkørslen på Universitetsboulevarden i alle scenarier. Sammenbruddet i rundkørslerne vil ske tidligere end problemerne på motorvejsbroen på Th. Sauers Vej opstår. Det vil derfor være relevant at undersøge nærmere hvordan kapaciteten omkring rundkørslerne kan forbedres, da disse vil udgøre et stort problem for den fremtidige trafikafvikling i området. For at forbedre kapaciteten anlægges der shuntspor i rundkørslen fra Universitetsboulevarden til Einsteins Boulevard samt Hadsundvej. Desuden bryder trafikken fra Einsteins Boulevard også sammen, hvilket også afhjælpes med et shuntspor til Universitetsboulevarden. Omkostningerne til anlæggelsen af disse shuntspor medtages ikke i de samfundsøkonomiske beregninger, da disse ikke er en egentlig del af de to projektforslag, men en nødvendighed under alle omstændigheder for at trafikken kan afvikles. Shuntsporet til Einsteins Boulevard indgår desuden allerede i planlægningen af Universitetsparken, og der er foretaget arealreservationer i forbindelse hermed, jf. afsnit 7.5.2.

Det der har den største indflydelse på trafikvæksten i området i fremtiden er etableringen af et nyt regionalt sygehus, og den ekstra belastning på vejnettet som følge heraf er en af de primære årsager til at trafikken i rundkørslerne bryder sammen. Ved etablering af sygehuset er den eneste udbygning af det eksisterende vejnet forudsat i simuleringerne, som nævnt shuntspor på rundkørslerne på Universitetsboulevarden. Et nyt regionalt sygehus vil imidlertid give en stor forøgelse af trafikken, samt ændring af trafikfordelingen i området, hvorfor der stadig vil være store afviklingsproblemer i rundkørslen i 2023. Derfor vil etableringen af sygehuset

sandsynligvis medføre at der skal udarbejdes en ny trafikplan for området. Resultatet af trafikplanen kan medføre at der etableres en ny trafikvej til sygehuset, eksempelvis i forbindelse med Egnspanvej, der i en årrække har været planlagt som aflastningsvej til Th. Sauers Vej og Universitetsboulevarden, jf. afsnit 7.5.2. Det er derfor vigtigt at følge udviklingen af det regionale sygehus, da eventuelle ændringer i planlægning af sygehuset vil få stor indflydelse på forudsætningerne for den samfundsøkonomiske beregning i projektet og resultatet deraf.

9.5.1 Tidsforbrug

Prissætningen af tidsforbruget i forbindelse med kørslen i de tre scenarier sker ud fra en række nøgletal. Her skelnes der mellem ren køretid og forsinkelsestid, hvor forsinkelsestid vægtes væsentligt højere end køretid. For at bestemme hvor stor en del af rejsetiden fundet ud fra simuleringerne der er køretid og hvor stor en del der er forsinkelsestid, bestemmes køretiden for en periode med fri fremkommelighed. Dette gøres ved at køre en simulering, hvor der kun er ganske få køretøjer der gennemkører systemet. På denne måde registreres en køretid, hvor der ikke er opstået forsinkelser som følge af trængsel på vejene. Differensen mellem denne tid og tiden fundet ved simuleringerne med de rigtige trafikmængder, er således forsinkelsestid. Beregningen af tidsforbrug og omkostninger herved er nærmere gennemgået i bilag 12, og resultaterne herfra er angivet i tabel 9.8.

En yderligere gennemgang af hvad trafiksimuleringen viser i de forskellige scenarier, er nærmere beskrevet i bilag 11

Tabel 9.8: Samlede tidsomkostninger for de tre scenarier (1.000 kr.)

Scenario	2015	2023
Basis	42.349	53.766
Busvej	36.961	50.719
Firespor	38.003	49.497

Som følge af en bedre fremkommelighed ved de to projekter, kan der således opnås en besparelse i tidsomkostningerne for trafikanterne og buspassagererne. Som det fremgår af tabellen er besparelserne for busvejen og udvidelsen af Th. Sauers Vej stort set identiske, men med en lille fordel til busvejen i 2015, hvilket så udvidelsen af Th. Sauers Vej er mest fordelagtig i 2023. Dette skyldes at den generelle trafikafvikling er bedre ved udvidelsen af Th. Sauers Vej i 2023, hvor der er markant flere biler på vejene end i 2015.

9.5.2 Kørselsomkostninger

Til beregningen af kørselsomkostningerne er de enkelte delstrækningers længde, samt trafikmængder i de forskellige scenarier anvendt. Størrelsen af kørselsomkostningerne for et køretøj pr. km er afhængig af køretøjstypen, hvor lastbiler vægtes højere end biler. Kørselsomkostningerne for de tre scenarier er beregnet i bilag 12, og resultaterne heraf fremgår af tabel 9.9.

Tabel 9.9: Samlede kørselsomkostninger for de tre scenarier (1.000 kr.)

Scenario	2015	2023
Basis	29.266	37.078
Busvej	28.826	36.230
Firespor	29.183	37.024

Som det fremgår af tabellen er der ikke de store forskelle i kørselsomkostningerne for de tre scenarier. Basisscenariet, samt scenariet med udvidelse af Th. Sauers Vej til fire spor er tilnærmelsesvis identiske, da den eneste forskel er en mindre omlægning af busruterne fra Pontoppidanstræde til Thomas Manns Vej. Der er således ikke forskel på hverken størrelsen af den ørige trafik, eller fordelingen af denne. For scenariet med busvejen bliver de samlede kørselsomkostninger en smule lavere, hvilket skyldes at busser får en lidt kortere rute. Det er dog ikke den store forskel, da der kun kører 275 busser på busvejen i døgnet.

9.6 Resultater

Efter alle parametre og effekter for de tre scenarier er bestemt, kan resultatet af den samfundsøkonomiske analyse, i form af evalueringskriterierne beregnes. Denne beregning er nærmere beskrevet i bilag 12, og værdierne for de enkelte kriterier for de to projektforslag er angivet i tabel 9.10.

For de enkelte gevinster ses det at kørselsomkostningerne for udvidelsen af Th. Sauers Vej er stort set identiske med basissituationen, mens det er en smule lavere for busvejen. Tidsomkostningerne derimod er markant mindre både for busvejen og udvidelsen af Th. Sauers Vej end de er for basissituationen. For de to projektforslag er tidsomkostningerne over anlæggets levetid stort set identiske. Da der antages en gunstigere passagerudvikling i scenariet med busvejen, vil de øgede billetindtægter i forhold til basissituationen være markant større her, end for udvidelsen af Th. Sauers Vej.

Som det fremgår af tabellen, giver begge projektforslag en positiv nettonutidsværdi, og vil således over deres levetid medføre en

Tabel 9.10: Resultater af samfundsøkonomisk beregning (alle omkostninger er omregnet til nutidsværdi - 2008 niveau)

Scenario	Anlægsomkostn. [1.000 kr.]	Kørselsomkostn. [1.000 kr.]	Tidsomkostn. [1.000 kr.]	Øget billet indtægter [1.000 kr.]	NNV [1.000 kr.]	B/C [-]	FYRR [%]
Basis	-	383.280	569.348	-	-	-	-
Busvej	21.426	376.827	523.178	70.296	101.385	5,58	17,6
Fire spor	11.455	383.820	522.931	43.822	78.406	7,74	25,7

gevinst for samfundet. Benefit/Cost forholdet er størst for scenariet med fire spor på Th. Sauers Vej, til trods for en lavere netto-utidsværdi. Dette skyldes primært at anlægsomkostningerne kun er halvt så store som scenariet med busvejen. Af denne grund, er førsteårsforrentningen også markant større her, end den er for busvejen.

For begge forslag opnås et meget stort Benefit/Cost forhold og førsteårsforrentning, hvilket betyder at det vil være meget fordelagtigt at gennemføre projekterne. Den beregnede førsteårsforrentning for busvejen på 18 % kan sammenlignes med den tidligere undersøgelse af scenariet hvor resultatet blev en førsteårsforrentning på 4 %. Det kan således konkluderes, at som følge af udviklingen siden 2002, samt at broen på Einsteins Boulevard ikke længere indgår i anlægsomkostningerne for busvejen, kan der opnås en markant bedre førsteårsforrentning end tidligere beregnet. I denne forbindelse skal det dog bemærkes, at i denne beregning indgår udvidelsen af Th. Sauers Vej med busbaner også, hvilket ikke er tilfældet for beregningen fra 2002, hvorfor gevinsterne som følge af udvidelsen her har en positiv indflydelse på resultatet.

Betragtes de tre evalueringskriterier for hvert scenarium, er disse størst for scenariet med fire spor på Th. Sauers Vej, med undtagelse af netto-utidsværdien. At de to andre evalueringskriterier er højere for udvidelsen af Th. Sauers Vej skyldes at anlægsomkostningerne i dette scenarium er markant mindre end for busvejen. Ud fra den samfundsøkonomiske analyse

er det således scenariet med de fire spor på Th. Sauers Vej der er mest fordelagtigt.

Begge projektforslag giver dog et positivt afkast for samfundet. Hvis det udelukkende er busserne og deres fremkommelighed der prioriteres, er scenariet med busvejen at foretrække, da rejsetiderne for busserne her vil være markant mindre end hvis scenariet med udvidelsen af Th. Sauers Vej gennemføres. I tabel 9.11 er rejsetiderne mellem Sohngårdsholmsvej og Universitetet for en morgenspidstid i 2023 angivet for begge scenarier.

Tabel 9.11: Køretider i 2023

Scenario	Morgenspidstid
Basis	5:34 min
Busvej	3:12 min.
Firespor	4:13 min

Begge scenarier medfører en betragtelig reduktion i køretiden i forhold til basisscenariet, men scenariet med busvejen medfører en rejsetid, der er et minut kortere end scenariet med udvidelsen af Th. Sauers Vej. Samtidig er pålideligheden for busserne også bedre i dette scenarium, da rejsetiderne varierer ganske lidt i de forskellige perioder af døgnet, som følge af der ikke er anden trafik til at forsinke busserne.

9.7 Følsomhedsanalyse

For at undersøge hvor følsom de to projektforslag er overfor svingninger i de trafikale og økonomiske parametre, der ligger til grund for de samfundsøkonomiske beregninger, er der i det følgende gennemført en undersøgelse af projektforslagenes robusthed. Undersøgelsen tager udgangspunkt i følgende værdier:

- Kalkulationsrente
- Antal passagerer med den kollektive trafik
- Anlægsomkostninger

Der er mange andre parametre, der kunne være relevante at undersøge, men disse er udvalgt, da de er meget betydende for resultatet af den samfundsøkonomiske beregning. Derudover er specielt antallet af passagerer samt anlægsomkostningerne forbundet med en række usikkerheder, hvorfor der forsøges at tage højde for dette gennem følsomhedsanalysen.

9.7.1 Kalkulationsrente

Kalkulationsrenten har stor betydning på resultatet af de samfundsøkonomiske beregninger. Renten har især betydning for de costs og benefits, der kommer mange år fra basisåret, da disse er tilbagediskonteret tilsvarende antal år, med kalkulationsrenten. I beregningerne i denne rapport er der anvendt en rente på 6 %, hvilket er dansk praksis i forbindelse med større vejanlæg.

Der er imidlertid en vis usikkerhed omkring denne rente, da den er afhængig af konjunktoren i samfundet og andre parametre, der er

svære at forudsige over hele projektets levetid. Derfor er det relevant at se hvilken indflydelse det vil have på projekternes samfundsøkonomi, hvis kalkulationsrenten ændres. For at kunne vurdere hvor følsomme projekterne er overfor en ændret kalkulationsrente, er de samfundsøkonomiske beregninger gennemført både med en rente, der er højere og lavere end den forudsatte, nemlig på 8 og 4 %, jf. tabel 9.12.

Tabel 9.12: Evalueringskriterier med varierende kalkulationsrente

Scenario	4 %	6 %	8 %
Busvej			
NNV (1.000 kr.)	171.166	101.385	61.824
B/C	8,54	5,58	3,83
FYRR [%]	20,2	17,6	15,5
Firespor			
NNV (1.000 kr.)	131.662	78.406	48.540
B/C	12,21	7,74	5,20
FYRR [%]	29,4	25,7	22,6

Ud fra variationen i kalkulationsrenten kan det ses, at evalueringskriterierne også varierer som følge her af. En lavere kalkulationsrente betyder bedre evalueringskriterier, mens det modsatte er tilfældet for en større kalkulationsrente. Dette skyldes, at med en lavere kalkulationsrente, er gevinsterne i fremtiden for projekterne mere værd, hvorfor investeringen bedre kan betale sig. Ens for værdierne ved varierende kalkulationsrente er, at de alle medfører positive evalueringskriterier, som stadig er meget

fordelagtige. Scenariet med udvidelsen af Th. Sauers Vej er stadig mere fordelagtig end busvejen.

9.7.2 Antal passagerer

Udviklingen i antallet af passagerer for de tre scenarier beror i høj grad på skøn, og hvad der er registreret andre steder i forbindelse med forbedringer for den kollektive trafik. Det er således undersøgt hvilken betydning det har for samfundsøkonomien hvis udviklingen bliver anderledes end det er regnet med. Det er undersøgt hvad der vil ske hvis der, på trods af etableringen af et af de to projektforslag, ikke sker en gunstigere udvikling i passagermængderne end i basis situationen. Der gennemføres således beregninger for alle tre scenarier, hvor passagermængden falder med 4 % p.a. i perioden fra 2015 til 2023. Ligeledes undersøges det hvilken effekt det har hvis der sker en gunstigere udvikling end antaget. Der regnes her med at passagermængden stiger med 2 % p.a. i scenariet med udvidelsen af Th. Sauers Vej til fire spor, og med 4 % p.a. i scenariet med busvejen. Resultaterne af disse beregninger er angivet i tabel 9.13.

Som det ses, giver en mindre passagermængde en dårligere samfundsøkonomi, mens en større stigning end forudsat forbedrer samfundsøkonomien. Falder passagertallet mere end forudsat, udlignes forskellen i nettonutidsværdi mellem de to forslag, med en lille fordel til udvidelsen af Th. Sauers Vej. Der er stadig stor forskel i Benefit-Cost forholdet, hvilket skyldes at anlægsinvesteringen stadig er markant mindre for udvidelsen af Th. Sauers Vej end den er for busvejen. Ens for alle variationer af passagertallene er, at de alle er positive, og det stadig er udvidelsen af Th. Sauers Vej der er

Tabel 9.13: Evalueringskriterier med ændrede passagertal

Scenario	Forudsat	- 4 %	+ 2/4 %
Busvej			
NNV (1.000 kr.)	101.385	50.116	123.041
B/C	5,58	3,26	6,55
FYRR [%]	17,6	17,6	17,6
Firespor			
NNV (1.000 kr.)	78.406	51.170	94.659
B/C	7,74	5,40	9,14
FYRR [%]	25,7	25,7	25,7

mest fordelagtig, men forskellen bliver mindre i takt med faldende passagertal.

9.7.3 Anlægsomkostninger

Da der er en del usikkerhed om prisen på specielt tunnelen i forbindelse med busvejen under motorvejen, samt stibroen parallelt med den eksisterende motorvej, vil omkostningerne i forbindelse med disse varieres for at se hvilken indflydelse dette har på det samlede resultatet. Anlægsomkostningerne til tunnel og stibro varieres derfor med +/- 100 %, hvorved resultaterne i tabel 9.14 fremkommer.

Tabel 9.14: Evalueringskriterier med varierende anlægsomkostninger

Scenario	Forudsat	+100 %	- 100 %
Busvej			
NNV (1.000 kr.)	101.385	98.652	102.752
B/C	5,58	4,95	5,95
FYRR [%]	17,6	15,6	18,9
Firespor			
NNV (1.000 kr.)	78.406	76.029	79.595
B/C	7,74	6,40	8,65
FYRR [%]	25,7	21,2	28,8

Ved at variere omkostningerne til henholdsvis tunnel og stibro ses det, at evalueringskriterierne også varierer, og bliver dårligere som følge af større anlægsomkostninger. For alle variationer er det gældende, at alle evalueringskriterier fortsat er positive, og variationen i disse er begrænset, hvorfor det kan konkluderes at størrelsen af anlægsomkostningerne til tunnel og stibro ikke har stor indflydelse på det samlede resultat. Scenariet med udvidelsen af Th. Sauers Vej er fortsat mere fordelagtig end busvejen i alle tilfælde.

9.8 Yderligere projektforslag

Ved at betragte simuleringerne ses det, at en stor del af tidsbesparelsen der opnås ved scenarierne med busvejen og udvidelsen af Th. Sauers Vej kommer på motorvejsbroen. Her er en af de største forskelle der medfører en øget fremkommelighed, at der ikke er lette trafikanter i signalreguleringen ved den østlige

rampe, hvorved kapaciteten især for de venstresvingende til motorvejen stiger markant. Det kan derfor antages at der kan opnås betragtelige besparelser ved et projektforslag hvor der kun anlægges en fællessti i eget tracé under motorvejen i samme tracé som busvejen. Herved bliver anlægsomkostningerne markant lavere end nogen af de andre projektforslag, samtidig med at der kan opnås en tidsbesparelse på motorvejsbroen.

For at undersøge samfundsøkonomien i dette scenarium, er der taget udgangspunkt i basisscenariet, hvor der er bestemt nye tidsomkostninger ved at gennemføre trafiksimuleringer, svarende til basissituationen, men hvor signalreguleringen på den østlige rampe er ændret, således der ikke indgår lette trafikanter.

Anlægsomkostningerne for scenariet er beregnet til at udgøre 9 mio. kr., jf. bilag 12. De resterende effekter svarer til de beregnede for basisscenariet, da der ikke sker yderligere ændringer i forhold til dette scenarium. Resultatet af den samfundsøkonomiske analyse indeholdende scenariet med en omlægning af fællesstien for de lette trafikanter til eget tracé under motorvejen fremgår af tabel 9.15.

Som det fremgår af tabellen, vil der kunne opnås store tidsbesparelser ved at anlægge fællesstien i eget tracé under motorvejen, dog ikke i det samme omfang som ved de to andre projektforslag. Af denne grund bliver nettonutidsværdien også markant mindre, ligesom Benefit/Cost forholdet også er reduceret betragteligt. Førsteårsforrentningen er derimod på højde med de andre projektforslag, hvilket betyder at der i åbningsåret kan opnås tilsvarende forrenting som ved de andre projektforslag. Da de andre evalueringskriterier ikke er så høje antyder dette, at besparelserne

Tabel 9.15: Resultater af samfundsøkonomisk beregning, indeholdende nyt scenarium (alle omkostninger er omregnet til nutidsværdi - 2008 niveau)

Scenario	Anlægsomkostn. [1.000 kr.]	Kørselsomkostn. [1.000 kr.]	Tidsomkostn. [1.000 kr.]	Øget billet indtægter [1.000 kr.]	NNV [1.000 kr.]	B/C [-]	FYRR [%]
Basis	-	383.280	569.348	-	-	-	-
Busvej	21.426	376.827	523.178	70.296	101.385	5,58	17,6
Fire spor	11.455	383.820	522.931	43.822	78.406	7,74	25,7
Fællessti	9.029	383.280	542.853	-	17.727	1,96	18,2

på sigt vil blive reduceret som følge af stigende trafikmængder, hvorimod der for de andre projektforslag stadig kan opnås betragtelige besparelser. Forslaget med udelukkende at anlægge en fællessti i eget tracé vil således være en mere kortsigtet løsning, hvor der kan opnås umiddelbare besparelser, men effekten aftager på sigt. Dette resultat er desuden et eksempel på hvorfor det ikke længere anbefales at anvende førsteårsforrentning som evalueringskriterium, da dette ikke viser, at projektet på sigt ikke er særlig fordelagtigt.

9.9 Opsummering

I den samfundsøkonomiske analyse er det fundet ud fra nøgletal og trafiksimuleringer, at det er projektforslaget med en udvidelse af Th. Sauers Vej til fire spor, samt en stibro i eget tracé over motorvejen der er mest hensigtsmæssigt. I analysen er der udelukkende medtaget anlægs- og vedligeholdelsesomkostninger, samt brugergevinster. De eksterne effekter er ikke medtaget, da der ikke sker en nævneværdig omfordeling af trafikken de enkelte scenarier i mellem. Som evalueringskriterier er der anvendt nettonutidsværdi, benefit/cost forhold samt førsteårsforrentning. Nettonutidsværdien

er højest for scenariet med busvejen under motorvejen, mens de øvrige evalueringskriterier indikerer, at det er udvidelsen af Th. Sauers Vej der er mest hensigtsmæssigt. For at kontrollere robustheden i dette, er der foretaget en følsomhedsanalyse, hvor kalkulationsrenten, passagermængden med busserne og anlægsomkostningerne er varieret. Denne følsomhedsanalyse viser at det er det samme scenarium der er mest hensigtsmæssigt, hvorfor det må konkluderes at resultatet af den samfundsøkonomiske analyse er robust.

Beregningen af et yderligere scenarium, hvor der udelukkende anlægges en fællessti i samme tracé som busvejen under motorvejen må siges at være en kortsigtet løsning, som giver besparelser omkring åbningsåret, men effekten aftager hurtigt, og dette projektforslag kan således ikke anbefales, da det er en kortsigtet løsning, og når der alligevel skal anlægges en tunnel under motorvejen, vil det være mere hensigtsmæssigt at udføre denne således busserne også kan anvende den.

10 Konklusion

Formålet med dette projekt har været at undersøge trængslen for busserne i Aalborg, og forsøge gennem en systematisk kortlægning af trængslen, at udpege særligt problematiske strækninger, hvor der er mulighed for at foretage fremkommeligheds forbedrende tiltag. Kortlægningen af trængslen skulle ske gennem anvendelse af GPS data, som er indsamlet af loggere placeret i metrobusserne. Problemstillingen i projektet har således været:

Er det muligt ud fra GPS data fra metrobusserne at kortlægge trængslen for disse, og derved udpege lokaliteter hvor det vil være hensigtsmæssigt at gennemføre fremkommeligheds forbedrende tiltag for busserne?

Foruden dette er der i projektet udfærdiget projektforslag til hvordan disse fremkommeligheds forbedrende tiltag kan udformes, og der er gennemført en samfundsøkonomisk analyse for at undersøge hvorvidt disse forslag vil være samfundsøkonomisk rentable.

Indledende i projektet er det kollektive trafiksystem i Aalborg kortlagt, og det er beskrevet hvilke problemer den kollektive trafik står overfor generelt, samt hvordan disse problemer kommer til udtryk i Aalborg. Desuden er det undersøgt hvilke faktorer der har indflydelse på at folk vælger den kollektive trafik, og i høj grad vælger den fra. Det er fundet at rejsetid, pålidelighed, frekvens og pris er de afgørende faktorer der har indflydelse på folks valg af

kollektiv trafik. Det kan således konkluderes at ved at forbedre disse forhold burde det være muligt at tiltrække flere passagerer til den kollektive trafik.

For at kortlægge lokaliteter med trængselsproblemer, er der opstillet en metode der anvender GPS logninger fra metrobusserne i Aalborg. Ud fra disse logninger har det været muligt at beregne forskelle mellem rejsetider i spidstimer og perioder med fri fremkommelighed, hvorved trængslen er kortlagt som forholdet mellem disse tider. Ud over at udpege lokaliteter med trængsel i Aalborg, er metoden udformet på en sådan måde, at den kan anvendes i andre byer der benytter den fælles europæiske standard til registrering af bussenes position. Desuden er metoden udfærdiget på en sådan måde, at den ikke er særlig ressourcekrævende, og der hurtigt kan foretages en kortlægning af trængslen. Samtidigt kan resultaterne præsenteres på tre forskellige niveauer alt efter hvor mange ressourcer der er til rådighed, samt hvilket publikum resultaterne skal præsenteres for.

Resultatet af trængselsanalysen er en bestemmelse af række lokaliteter i Aalborg hvor der opstår stor trængsel for busserne i spidsperioderne. På baggrund af en række kriterier er en delstrækning udvalgt, hvor der opstår trængsel for busserne, samt hvor det vurderes at det er muligt at gennemføre fremkommeligheds forbedrende tiltag for busserne. Denne strækning er fra krydset mellem Sohngårdsholmsvej og Th. Sauers Vej til Universitetet øst for motorvejen.

For denne delstrækning er der opstillet to projektforslag til forbedringen af fremkommeligheden på strækningen. Det ene forslag indeholder en prioritering af busserne, ved at anlægge busbaner på Th. Sauers Vej, samt en busvej i eget tracé under motorvejen fra Scoresbysundvej til Universitetet. Det andet forslag tilgodeser den samlede trafik, og omhandler en udvidelse af Th. Sauers Vej til fire spor, samt en stibro i eget tracé over motorvejen.

Disse to forslag er skitseprojekteret for at anskueliggøre omfanget af disse, samt kortlægge eventuelle problemer og udfordringer i forbindelse med etablering af disse. Derudover har skitseprojekteringen også til formål at danne grundlag for en estimering af anlægsomkostningerne til brug for den samfundsøkonomiske analyse af forslagene. Det er beregnet at forslaget med en busvej under motorvejen vil kræve en anlægsinvestering på ca. 22 mio. kr., mens udvidelsen af Th. Sauers Vej og tilhørende stibro over motorvej vil koste ca. 12 mio. kr. Endvidere er der opstillet trafiksimuleringer for begge forslag samt basissituationen, dels for at dokumentere en positiv virkning på fremkommeligheden for forslagene, samt for at beregne rejsetiderne i de forskellige forslag til brug for den samfundsøkonomiske analyse.

Det er fundet at begge projektforslag er rentable at gennemføre, samt at det er projektforslaget med en udvidelse af Th. Sauers Vej til fire spor der er mest rentabelt. Her opnås et Benefit/Cost forhold på cirka 8,5 mens det for busvejen under motorvejen kun er ca. 6. Førsteårsforrentningen på de to projekter taler også til fordel for udvidelsen af Th. Sauers Vej, hvor denne er ca. 26 %, mens den

kun er 18 % for busvejen. Både Benefit/Cost forholdet og førsteårsforrentningerne er yderst fordelagtige i begge scenarier, og begge forslag vil således medføre en stor gevinst samfundsøkonomisk. At det er udvidelsen af Th. Sauers Vej der viser sig at være mest fordelagtig skyldes primært at dette forslag ikke kun tilgodeser busserne, men også den øvrige trafik. Samtidig er anlægsomkostningerne kun ca. halvdelen af hvad det er tilfældet for forslaget med en busvej under motorvejen. Fokuseres der derimod udelukkende på hvilket forslag der medfører den bedste fremkommelighed for busserne, er det forslaget med busvejen under motorvejen der er mest gunstigt, da rejsetiden i spidsperioderne her er ca. 1½ minut kortere end forslaget med udvidelsen af Th. Sauers Vej. Samtidigt opnås der en bedre pålidelighed for busserne i dette scenarium, da rejsetiderne er identiske på alle tider af døgnet, som følge af at der ikke er anden trafik der forsinker busserne.

Endvidere er et yderligere alternativ undersøgt, hvor der udelukkende anlægges en fællessti i samme tracé som busvejen under motorvejen. Det er her fundet, at der kan opnås betragtelige besparelser i åbningsåret, men effekten aftager hurtigt i takt med stigende trafikmængder, hvorfor denne løsning ikke anbefales.

11 Referenceliste

Bech 2000

Mickael Bech

Introduktion til statistik med SPSS

2000

Odense Universitet - Institut for sundhedstjeneste forskning

Brancheforeningen Dansk Kollektiv Trafik 2006

Brancheforeningen Dansk Kollektiv Trafik

Kollektiv trafik i Danmark - fortid eller fremtid?

2006

Brancheforeningen Dansk Kollektiv Trafik 2006, Børsen

COWI 2002

COWI

Kollektiv trafikplan - Busvej mellem AAU og

Grønlandskvarteret

2002

COWI

Dansk Vejtidskrift 2004

Lars Elgaard Thomsen

ITS i den kollektive trafik i Aalborg

2004

Dansk Vejtidskrift

Engelund 2008

Svend Engelund

Udtalelser fra Svend Engelund, ingeniør COWI Aalborg

2008

Finansministeriet 1999

Finansministeriet

Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske

konsekvensvurderinger

1999

ISBN: 87-7856-307-0

Finansministeriet

Færdselsstyrelsen 2002

Færdselsstyrelsen

Benchmarking af kollektiv trafik i middelstore danske

provinsbyer - rapport

2002

Færdselsstyrelsen

Hovgesen 2005

Henrik Harder Hovgesen

Slides ifm. 7. kursusgang i kurset Byplanlægning på 4.

semester

2005

Information 2008

Nicolai Zwinge, dagbladet Information
Trafikpriser - husker du
Dagbladet Information
25. januar 2008

Infrastrukturkommissionen 2008

Infrastrukturkommissionen
Danmarks transportinfrastruktur 2030, sammenfatning
2008
ISBN: 978-87-91511-82-0

Jensen 2006

Morten Jensen
Fremkommelighedsanalyse vedr. busvej til Universitetet -
notat
2006
Aalborg Kommune

Jensen 2007

Niels Melchior Jensen
Kollektiv trafik - forudsætninger, planlægning og eksempler
2007
Aalborg Universitet

Jensen 2008a

Niels Melchior Jensen
Vejledning ifm. udarbejdelse af afgangsprojektet
2008

Jensen 2008b

Ole W Jensen
Udtalelser fra Ole W. Jensen, ingeniør COWI Aalborg
2008

Kjær og Greibe 2003

Marlene Rishøj Kjær og Poul Greibe
Uheldsmodeller for bygader - test i tre kommuner rapport 1
2003
ISBN: 87-7327-084-9
Danmarks Transport Forskning

Lahrmann Trafikrådgivning 2005

Lahrmann Trafikrådgivning
Førundersøgelse af trafikafviklingen igennem Skagen
2005

Munksgaard og Albrechtsen 2000

Mikkel Munksgaard og Niels Albrechtsen
Samfundsøkonomiske vurderingsmetoder i transportsektoren -
Trafikdage på Aalborg Universitet
2000

Myrup 2008

Hanne Myrup, Aalborg Kommune
Udtalelser i forbindelse med MIDAS projektet
2008

- Nordjyllands Trafikselskab 2003
Nordjyllands Trafikselskab
Beretning 2003
2003
Nordjyllands Trafikselskab
- Nordjyllands Trafikselskab 2006
Nordjyllands Trafikselskab
Beretning 2006
2006
Nordjyllands Trafikselskab
- Nordjyllands Trafikselskab 2008
Nordjyllands Trafikselskab
Passagertal udleveret af Analyse og økonomimedarbejder
Birthe Kirsten Bak
2008
Nordjyllands Trafikselskab
- Nørregaard 2008
Carsten Nørregaard
Udtalelser fra Carsten Nørregaard, ingeniør Movia
2008
- Pedersen 2006
Rasmus Albrink Pedersen
Undervisning i VISSIM på 7. semester Vej- og trafikteknik,
Aalborg Universitet
Efteråret 2006
- Schou 2008
Martin Schou
Udtalelser fra Martin L. Schou, ingeniør COWI Aalborg
2008
- Sode-Carlsen 2008
Rolf Sode-Carlsen
Udtalelser fra Rolf Sode-Carlsen, ingeniør Rambøll Nyvig
Århus
2008
- Trafikministeriet 1999
Trafikministeriet
Trafikredegørelse 1999 - Den kollektive trafik
1999
Trafikministeriet
- Trafikministeriet 2003
Trafikministeriet
Samfundsøkonomisk manuel - anvendt metode og praksis på
transportområdet
2003
ISBN: 87-91013-36-4
Trafikministeriet

Trafikministeriet 2004a
Trafikministeriet
Trafikredegørelse 2004
2004
ISBN: 87-91511-23-2
Trafikministeriet

Trafikministeriet 2004b
Trafikministeriet
Projekt Trængsel - Hovedrapport
2004
Trafikministeriet

Transport- og energiministeriet 2006a
Transport- og energiministeriet
Nøgletalskatalog - til brug for samfundsøkonomiske analyser
på transportområdet
2006
ISBN: 87-91511-62-3
Transport- og energiministeriet

Transportrådet 1996
Transportrådet
Persontrafik i byer - et katalog over trafikpolitiske virkemidler
1996
ISBN: 87-90037-44-8
Transportrådet

V&S Byggedata 2007
V&S Byggedata A/S
V&S Prisbog Anlæg - Brutto 2007
2007
ISSN: 1601-7277
V&S Byggedata

Vejdirektoratet 1999
Vejdirektoratet
TU 1996-97 - Resultater fra transportvaneundersøgelsen
1999
Vejdirektoratet

Vejdirektoratet 2000a
Vejdirektoratet
Trafikvækstens anatomi – kvalitativ analyse af determinanter
for persontrafikvækst
2000
Vejdirektoratet

Vejdirektoratet 2000b
Vejdirektoratet - vejregelrådet
Byernes trafikarealer - Hæfte 1: Forudsætninger for den
geometriske udformning
2000
Vejdirektoratet

- Vejdirektoratet 2000c
Vejdirektoratet - vejreglerådet
Byernes trafikarealer - Hæfte 2: Traceringselementer
2000
Vejdirektoratet
- Vejdirektoratet 2003
Vejdirektoratet - vejreglerådet
Kollektiv bustrafik
2003
Vejdirektoratet
- Vejdirektoratet 2003c
Vejdirektoratet - vejreglerådet
Byernes trafikarealer - Hæfte 4: Vejkryds
2000
Vejdirektoratet
- Vejdirektoratet 2004
Vejdirektoratet
Trafiktællinger – Planlægning, udførelse og efterbehandling,
vejledning – rapport nr. 289
2004
ISBN: 87-7923-761-4
Vejdirektoratet, Vej- og trafikområdet
- Aalborg Kommune 1998
Aalborg Kommune
Revision af Trafik og Miljøhandlingsplan, undersøgelse af
trafikscenarier - delrapport: Sporbusalternativet
1998
Aalborg Kommune
- Aalborg Kommune 2003
Aalborg Kommune
Kollektiv trafikplan - rapport
2003
Aalborg Kommune
- Aalborg Kommune 2005a
Aalborg Kommune
Trafik- og miljøhandlingsplan 2005
2005
Aalborg Kommune
- Aalborg Kommune 2005b
Aalborg Kommune
Vejudbygningsplan for Aalborg-området 2005-16
Baggrundsrapport
2005
Aalborg Kommune

Aalborg Kommune 2005c

Aalborg Kommune

Designmanual for Universitetsparken, December 2005
2005

Aalborg Kommune

Aalborg Kommune 2006

Aalborg Kommune

Trafik- og miljøberetning 2006
2006

Aalborg Kommune

Aalborg Kommune 2007

Aalborg Kommune

Plan- og projektredegørelse, Oktober 2007
2007

Aalborg Kommune

Internetsider

IVIS.dk 2008

Udtræk fra IVIS databasen for perioden 2002-2008

<http://www.vejsektoren.dk/wimpdoc.asp?page=document&objno=6931>

Hentet: 29-05-2008

Midas-eu.com 2008

Transport & Travel Research

MIDAS in Aalborg

<http://www.midas-eu.com/local-projects/aalborg.html>

Hentet: 30-05-2008

Miljøstyrelsen.dk 2008

Miljøstyrelsen

Turrater til beregninger

<http://www.statensnet.dk/pligtarkiv/fremvis.pl?vaerkid=1886&repid=0&filid=99&iarkiv=1>

Hentet: 23-04-2008

Perstrup.dk 2008

Perstrup Heidelberg Cement Group

Perstrup/Matière Firkanttunneler - overslagspriser pr. 1 meter
tunnel i

[http://www.heidelbergcement.com/NR/rdonlyres/B464B7B1-04BB-41A0-97CD-](http://www.heidelbergcement.com/NR/rdonlyres/B464B7B1-04BB-41A0-97CD-98F2D4C5C21F/0/matiere_overslagspris.pdf)

[98F2D4C5C21F/0/matiere_overslagspris.pdf](http://www.heidelbergcement.com/NR/rdonlyres/B464B7B1-04BB-41A0-97CD-98F2D4C5C21F/0/matiere_overslagspris.pdf)

Hentet: 09-05-2008

Ramboll.dk 2008

Rambøll Danmark

Rambøll -

Nyheder <http://www.ramboll.dk/dan/sites/other+sites/pressecenter/news/nordeuropas+storste+hospitalsopgave.htm>

Hentet: 19-03-2008

RN.dk 2008

Region Nordjylland

Opbakning til to nye sygehuse i Aalborg Øst og

Hobro <http://www.rn.dk/SundhedOgSygehuse/Nyheder/Pressemeddelelse071219.htm>

Hentet: 19-03-2008

Statistikbanken.dk 2008a

Danmarks Statistik

Persontransport efter transportmiddel og tid

<http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1280>

Hentet: 11-02-2008

Statistikbanken.dk 2008b

Danmarks Statistik

VEJ21: Trafikarbejde med motorkøretøjer på veje efter vejtype

<http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1280>

Hentet: 05-05-2008

Statistikbanken.dk 2008c

Danmarks Statistik

Husstande efter kommune/region, husstandstype og
husstandsstørrelse

<http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1280>

Hentet: 02-06-2008

Teknologiraadet.dk 2008

Teknologi-rådet

Gratis offentligt transport,

projektbeskrivelse <http://www.teknologiraadet.dk/subpage.php3?article=1211&language=dk&category=7&toppic=kategori7>.

Hentet: 11-02-2008

Aalborgkommune.dk 2008a

Aalborg Kommune

Byggelinier Egnspanvej

<http://www.aalborgkommune.dk/Borgerportal/Serviceomraader/Trafik+og+veje/Anlaegsprojekter/Byggelinier+Egnspanvej.htm>

Hentet: 30-05-2008

Aalborgkommune.dk 2008b

Aalborg Kommune

Lokalplaner og byplanvedtægter

<http://www.aalborgkommune.dk/Kommuneplan/lokalplaner/default.htm>

Hentet: 02-06-2008

AAU.dk 2008

Aalborg Universitet

AAU i tal: Bestanddel af heltidsstuderende

<http://tal.aau.dk/studerende/heltid/bestand>

Hentet: 19-03-2008

