Nicolai Bay
Martin Krogsgaard

Aalborg letbane

Forslag til videre etaper

Kandidatspeciale
10. Semester
Veje og Trafik
Institut for Byggeri & Anlæg
Aalborg Universitet
2015

Aalborg Universitet
Institut for Byggeri og Anlæg
Veje og Trafik
Sofiendalsvej 11
9200 Aalborg SV
Telefon 99 40 83 75
http://www.trafik.aau.dk/

Titel:

Aalborg letbane - Forslag til videre etaper

Tema:

Bytrafik

Projektperiode:
VT10, Forårssemesteret 2015

Forfattere:

Martin Krogsgaard
Studienummer: 20102419

Nicolai Bay
Studienummer: 20102392

Vejleder:
Niels Melchior Jensen

Oplagstal: 4

Sidetal: 108

Bilagsantal: 9

Afsluttet: 10-06-2015

Synopsis:

I 2014 blev første etape af Aalborg letbane politisk vedtaget. Letbanen kommer til at køre fra Mølholm i Aalborg vest til det planlagte Universitetshospital i Aalborg øst. Letbanen kommer til at køre centralt igennem Aalborgs Vækstakse, men efterlader stadig store dele af byen uden for letbanens dækningsområde.
Denne rapport undersøger mulighederne for videre letbaneetaper i Aalborg for dimensioneringsåret 2025. Projektet er behandlet som et transportprojekt, hvilket betyder, at der ikke er lagt vægt på byudviklingspotentialet en letbane medfører.
Projektets beslutningsgrundlag bygger på en dataregistrering af indbyggere, arbejdspladser, uddannelsesinstitutioner, detailhandel, byudviklingsprojekter, bustrafik og biltrafik. Registreringerne anvendes til udarbejdelsen af en korridoranalyse for videre letbaneetaper. På baggrund af korridoranalysen er der udpeget tre korridorer, hvori linjeføringer for videre letbaneetaper placeres. Der er udarbejdet tre linjeføringsforslag for videre letbaneetaper. For letbaneetaperne er der beregnet passagergrundlag, anlægs- og driftsøkonomi, samt en vurdering af de trafikale konsekvenser, og fysisk indpasning af letbanetracéet. På baggrund af de samlede beregninger er letbaneetaperne prioriteret ud fra potentiale.

Forord

Dette kandidatspeciale er udarbejdet af Martin Krogsgaard og Nicolai Bay som afslutning på civilingeniøruddannelsen i Veje og Trafik ved Aalborg Universitet. Rapporten beskæftiger sig med muligheder for videre etaper af Aalborg letbane, og er udarbejdet i perioden 1. februar 2015 til 10. juni 2015.

Der er løbende fulgt med i den offentlige debat vedrørende planlægningen af første etape af Aalborg letbane. Projektgruppen har blandt andet deltaget i borgermødet *Letbane - infrastruktur i Aalborg i dag og i et historisk lys* onsdag d. 18 marts 2015.

I projektet er der modtaget materiale fra forskellige parter. I den forbindelse rettes der en tak til Morten Jensen (Aalborg Kommune) for fremsendelse af nyeste forslag til fremtidig busnet, Jesper Schultz (Letbanesekretariatet, Aalborg Kommune) for udleveringen af QGIS materiale i form af CPR- og CVR-data, Christopher Holland (COWI) for udleveringen af buspassagertælling på stoppestedsniveau og Britt Zoëga Skougaard (DTU Transport) for turfaktorer for brugen af kollektiv trafik.

Læsevejledning
Projektet omfatter den foreliggende rapport med tilhørende bilags-CD. Bagerst i rapporten er bilags-CD´en vedlagt, bilagsliste forefindes efter indholdsfortegnelsen. På CD´en findes projektets bilagsmateriale. Beregningerne i projektet er lavet i Excel, og det er derfor valgt udelukkende at vedlægge elektroniske bilag. Der vil igennem projektet blive refereret til bilag A, B, C osv., hvilket referer til mappenavn på bilags-CD´en.

Kildehenvisninger er samlet i en litteraturliste bagerst i rapporten. Der anvendes kildehenvisning efter Harvardmetoden, så der refereres med [Efternavn, År]. Denne henvisning fører til litteraturlisten, hvor bøger er angivet med forfatter, titel, udgave og forlag, mens webadresser er angivet med forfatter, titel og dato.

Kilder til figurer og tabeller angives i figurteksten medmindre de er af egen oprindelse. Figurer og tabeller er nummereret i henhold til kapitel og i numerisk rækkefølge, dvs. den første figur i kapitel 2 har nummer 2.1, den anden nummer 2.2 osv. Forklarende tekst til figurer og tabeller findes under disse.

Summary

This thesis has been conducted as the conclusion of the Road and Traffic Masters program at Aalborg University. The project took course from February 1st to June 10th 2015.

The Aalborg light rail project got passed politically and was included in the national budget for 2015. The light rail contains, at the moment one line, running from Mølholm in the western part of Aalborg city to the planned University Hospital in the east. The light rail is incorporated as an integrated part of the growth axis appointed by the municipality of Aalborg. The first line of the light rail leaves large parts of the city uncovered, why more lines are needed to provide the city with better coverage.

The purpose of this thesis is to determine if there are other possible stages that are sustainable as a transport project.

This thesis analyzes the possibilities for future lines and prioritizes the lines according to the number of potential passengers and their economy. The evaluation of further light rail lines will first and foremost be treated as a transport project meaning that the urban planning perspectives will be neglected.

The analysis of new light rail lines rely upon data registrations of citizens, job locations, educational institutions, shopping opportunities, traffic and future planned urban projects. With the basis of this data a corridor analysis has been conducted, and three corridors recommended as suitable as a route for public transportation. Alignments within these corridors have been created which provides the space needed along a suitable route for public transport.

Construction costs, operation costs and the passenger base are calculated for each of the recommended lines. These calculations are compared to the general impact on the traffic situation and the impact on the remaining street space. Based on these findings the different alignments have been assessed and prioritized in order of potential.

It is concluded that there are one other light rail stage that is a real possibility for a second stage. This is the stage named Nørresundby light rail stage in the thesis.

Indhold

Summary **vii**

Bilagsliste **xi**

1 Indledning **1**

2 Problemformulering **5**

3 Præsentation af første etape **7**
3.1 Tidsplan for første etape 7
3.2 Linjeføring 8
3.3 Trafikale virkninger 12
3.4 Passagergrundlag 14
3.5 Anlægs- og driftsøkonomi 15
3.6 Opsamlingsafsnit af første etape 16

4 Metode **19**

5 Forundersøgelse af videre etaper **23**
5.1 Demografi 23
5.1.1 Registrering af indbyggere 23
5.1.2 Hvem benytter den kollektive trafik 24
5.1.3 Cameo-analyse 27
5.2 Registrering af virksomheder 29
5.3 Registrering af detailhandel 30
5.4 Registrering af uddannelsesinstitutioner 31
5.5 Aalborg busnet 2015 32
5.6 Årsdøgntrafik i Aalborg 34
5.7 Byudviklingsprojekter i Aalborg 34

6 Aalborg 2025 **37**
6.1 Fremskrivningsfaktorer 37
6.2 Aalborg busnet 2025 38
6.3 Årsdøgntrafik i Aalborg 2025 41
6.4 Opsamlingsafsnit af Aalborg 2025 42

7 Korridoranalyse **43**
7.1 Beslutningsgrundlag for valg af korridorer 47

8 Linjeføringer for videre letbaneetaper **51**
8.1 Nørresundby letbane 52
8.2 Østbyens letbane 53

8.3 Skalborg letbane 54

9 Trafikale konsekvenser **57**
9.1 Biltrafikken 57
9.2 Busnettet 59

10 Passagergrundlag **65**
10.1 Passagergrundlag - simpel metode 65
10.2 Cameo-passagergrundlag 67
10.3 Opsamlingsafsnit af passagergrundlag 70

11 Fysisk indpasning **73**
11.1 Nørresundby letbane 78
11.2 Skalborg letbane 86
11.3 Østbyens letbane 89

12 Økonomi **93**
12.1 Anlægsøkonomi 93
12.2 Driftsøkonomi 94
12.3 Følsomhedsanalyse 97

13 Konklusion **105**

Litteratur **107**

Bilagsliste

Bilag A: Fordeling af ture med kollektiv transport efter alder

Bilag B: Registrering af uddannelsesinstitutioner

Bilag C: Bustællingsdata & Beregning af omstigningstillæg

Bilag D: Kontrol af turfaktor

Bilag E: Passagergrundlag simpel metode

Bilag F: Cameo første etape & Cameo Nørresundby & Cameo Skalborg & Cameo Østbyen

Bilag G: Nørresundby billeder & Skalborg billeder & Østbyen billeder

Bilag H: Kapacitet af Limfjordsbroen

Bilag I: Anlægs- og driftsøkonomi + Følsomhedsanalyse

1 Indledning

I Danmark har man i flere storbyer fået fornyet interesse for elektrificeret skinnebåren kollektiv trafik i form af letbaner. Historisk set har man i Danmark haft sporvogne i København, Århus og Odense frem til starten af 1970'erne, hvor man besluttede at nedlægge disse, for at give mere plads til bilerne, som var begyndt at fylde mere og mere i bybilledet. Den lokale kollektive trafik er, i provinsbyerne, siden da primært blevet udført ved busdrift. I de senere år har fokus på byudvikling, miljørigtighed og bæredygtig mobilitet imidlertid betydet, at den kollektive trafik på skinner igen er blevet aktuel. Der er i Danmarks fire største byer (København, Århus, Odense og Aalborg) vedtaget letbaneprojekter. Letbaneprojektet i Aalborg forventes, at være klar til ibrugtagning i 2021.

En letbane er en moderne udgave af en sporvogn, som samtidig kombinerer det bedste fra tog og bus. Letbanen er skinnebåren og drivkraften er elektricitet, hvilket gør løsningen bæredygtig og miljøvenlig. Letbanen kan ligesom tog transportere mange passagerer på en hurtig og effektiv måde, med en sikker rejsetid og høj komfort, hvilket sikrer brugerne en god rejseoplevelse. Stoppestedsafstanden anbefales at være 500-600 meter, hvilket er lidt længere end de 400 meter man ofte har for bybusser. Afstanden er dog ikke større, end at man stadig sikrer en god dækningsgrad langs letbanens linjeføring. Aalborg Kommune ser letbanen som et attraktivt alternativ til bilen, og et incitament til at benytte den kollektive trafik. Letbanen forventes også at kunne tiltrække et bredere segment af befolkningen, så der kommer flere passagere i den kollektive trafik. [Region Nordjylland, 2010]

Aalborg er den fjerde største by i Danmark og den største by i Region Nordjylland, med ca. 131.000 indbyggere [Danmarks Statistik, 2014]. Aalborg har igennem de seneste 20 år været igennem en udviklingsprocess, som har omdannet Aalborg fra at være en industriby til at være en universitetsby. I takt med ændringer i bystrukturen, flytning af industri, byudviklingsprojekter langs havnefronten og satsninger på udannelsesområdet er det lykkedes Aalborg at skiftet image, til nu at blive anset som en "Videns- og Oplevelsesby". Universitetet og byens andre uddannelsesinstitutioner spiller en afgørende rolle i at tiltrække nye indbyggere til byen, som i kraft af deres bosætning i og omkring Aalborg er med til at skabe et mangfoldigt og livligt bymiljø. Udannelsesinstitutionerne er ligeledes med til at skabe vækst igennem en højt kvalificeret arbejdsstyrke, som gør det attraktivt for virksomheder at placere sig nær Aalborg. [Aalborg Kommune, 2013a]

Aalborg er med sin placering og størrelse en central faktor for vækst og udvikling i hele Region Nordjylland, hvilket man fra lokalpolitisk side er bevidst om. Aalborg indgår i en både national og international konkurrence med andre byer om at tiltrække vækst og udvikling. Det er derfor essentielt, at der politisk arbejdes målrettet på at skabe en bæredygtig bypolitik og følge med tidens tendenser. Dette gøres i Aalborg ved en langsigtet bypolitik, som tilgodeser offentlig service, kultur, mobilitet, bosætning,

uddannelse og erhverv. Visionen er, at en kombination af disse skal være med til at skabe en attraktiv by i vækst med velfungerende kommunale servicetilbud og attraktive bymiljøer, hvor byens borgere og besøgende trives. [Aalborg Kommune, 2013a]

I Aalborgs *Fysiske vision for byudvikling 2025* [Aalborg Kommune, 2013a] vil man i midtbyen skabe incitament for brugen af bæredygtige transportformer, og man prioriterer derfor fodgængere, cyklister og kollektiv trafik højest. Forbindelserne for den kollektive trafik skal effektiviseres og cyklisterne skal have et velfungerende cykelstinet. Dette betyder at man vælger at nedprioritere forholdene for bilisterne i midtbyen. Et sådan skifte kræver en holdnings- og adfærdsændring blandt befolkningen, og især blandt den del af befolkningen, som har været vant til at kunne parkere bilen lige ude foran døren. Aalborg er inde i en overgangsperiode, hvor man skal omstille sig fra at være en bilby, til at den primære transport i og omkring bymidten skal forgå bilfrit. Omstillingen er en naturlig del af den proces og de bystrategiske tiltag som er nødvendige, hvis man vil være en attraktiv storby i dagens Danmark. Kigger man imod Danmarks andre store byer er tendenserne de samme, her arbejdes også med bilfri zoner, eller zoner med særlige restriktioner for bilisterne. Ens for alle byerne er, at man gerne vil have bilerne ud af midtbyerne, i et vist omfang.

I Aalborgs *Mobilitetsstrategi 2013-2025* [Aalborg Kommune, 2013b] arbejder man frem mod at komme fra A til B på en SMART måde. SMART dækker over måden man vil arbejde med byens mobilitet på. Der skal være fokus på de Sociale forhold, løsningerne skal være Miljøvenlige, og samtidig være Attraktive og Rentable med en god Tilgængelighed. Som led i Aalborgs *Fysiske vision for byudvikling* og *Mobilitetsstrategiens* målsætning om en forbedring af byens kollektive trafiksystem, ansøgte Aalborg Kommune i 2014 om penge på Finansloven 2015 [Finansministeriet, 2014] til etablering af en letbane. Regeringen afsatte på Finansloven for 2015 830 mio. kr. til Aalborgs letbaneprojekt, finansielstøtte der skal være med til at finansierer Aalborgs første letbane. Aalborg Byråd har afsat de resterende midler til byggeriet, som forventes at koste omkring 2,4 mia. kr. i samlede anlægsomkostninger.

Første letbanestrækning bliver en øst-vest gående linjeføring igennem den centrale del af Aalborg by. Linjeføringen ligger centralt i Aalborgs vækstakse, som er den akse, hvor man fra kommunal side har valgt, at prioritere en stor del af sine investeringer i kultur, infrastruktur, erhverv, uddannelse og byudvikling i fremtiden [Letbanesekretariatet, 2014]. Letbanens linjeføring er planlagt fra Universitetshospitalet i Aalborg øst, via John F. Kennedy Plads og Boulevarden i midtbyen til Mølholm i Aalborg vest. Linjeføringen for letbanens første etape, samt Aalborgs vækstakse fremgår af figur 1.1.



Figur 1.1: Linjeføring for første etape af Aalborg letbane, samt Aalborgs vækstakse.

Første etape efterlader imidlertid store dele af byen uden for letbanens dækningsområde, og for at Aalborgs borgere på sigt kan få et dækkende højklasset kollektiv trafiksystem er der brug for flere etaper. Udbygning af letbanesystemet vil desuden give en bedre mulighed for at indfri letbanens potentiale optimalt. Videre etaper kunne f.eks. være til Nørresundby, Skalborg eller Aalborg øst. Fra lokalpolitisk side har man samme visioner i forhold til videre etaper, hvilket beskrives i rapporten *Fremtiden kører på skinner* [Region Nordjylland, 2010]. Rapporten er en fælles udarbejdet vision for transportpolitikken i Region Nordjylland.

2 Problemformulering

Den politiske beslutning om at anlægge en letbane i Aalborg giver byen den højklasset kollektive trafikløsning, som man fra kommunal side har ønsket. Byggeriet af første letbaneetape er mere end bare en kollektiv trafikløsning, men også et projekt som skal spille en vigtig rolle for branding og byudvikling af Aalborg og Region Nordjylland. Vedtagelsen af første letbaneetape i Aalborg åbner imidlertid for spørgsmålet om Aalborgs fremtidige visioner for den kollektive trafik i byen. Skal der investeres i mere letbane? Og hvis svaret er ja, hvor bør videre etaper så placeres?

I dette afgangsprojekt tages der ikke stilling til den politiske beslutning om, hvorvidt der bør investeres i mere letbane. Der undersøges passagergrundlag og linjeføringsmuligheder for videre letbaneetaper i dimensioneringsåret 2025. Problemstillingen besvares ud fra korridoranalyser, beregning af passagergrundlag, forslag til linjeføringer og et økonomisk overslag af anlægs- og driftsøkonomi. Dernæst undersøges de fysiske indpasningsmuligheder for de foreslåede letbanelinjeføringer, og kritiske problemstillinger for den fysisk indpasning belyses. Det kunne f.eks. være krydsningen af Limfjorden eller Jernbanen.

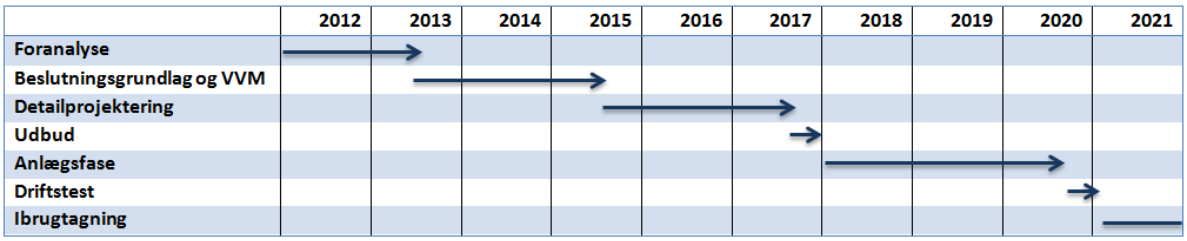
Afgrænsning
I den seneste rapport, *Udredningsrapport for Aalborg letbane* [Letbanesekretariatet, 2014], undersøges der også muligheder for etablering af et BRT-system (Bus Rapid Transit). Der afgrænses fra at se nærmere på en BRT løsning, da letbaneforslaget sidenhen er blevet politisk vedtaget.

3 Præsentation af første etape

Første etape vil i det følgende kapitel blive præsenteret ud fra de bestemmelser, beslutninger og undersøgelser, som på nuværende tidspunkt foreligger. Der er offentliggjort flere forskellige rapporter og undersøgelser, der beskriver letbaneprojektet i Aalborg. Den seneste rapport er Fase 2. rapporten *Udredningsrapport for Aalborg letbane*, som er en opfølgning på Fase 1. rapporten *Foranalyse for Aalborg letbane*. Formålet med følgende kapitel er at få belyst første etape, og give et indblik heri, inden arbejdet med forslag til videre etaper påbegyndes.

3.1 Tidsplan for første etape

Et letbaneprojekt som første etape må anses som værende et større anlægsprojekt, og løber derfor over en længere tidsperiode. Tidsplanen for projektet er endnu ikke helt fastlagt, men letbanen forventes klar til ibrugtagning i 2021. Den foreløbige tidsplan for projektet fremgår af figur 3.1. Kommunen planlægger at oprette et anlægsselskab i løbet af 2015, der blandt andet skal stå for udbud og styring af anlægsprojektet [Region Nordjylland, 2014a].



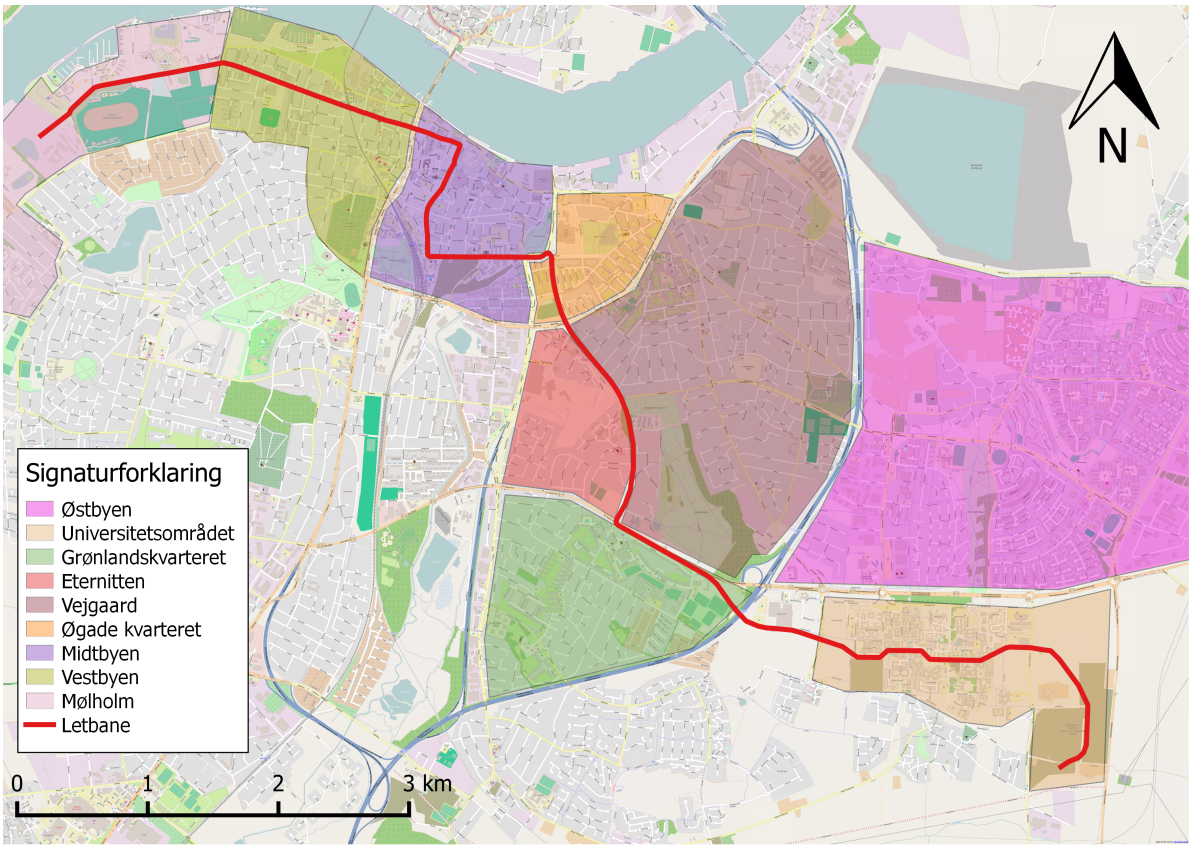
Figur 3.1: Tidsplan for byggeriet af første letbaneetape.

Fase 1. Foranalyse blev afsluttet i sommeren 2013, hvor planerne for første etape blev vedtaget i Aalborg byråd. *Fase 2. Beslutningsgrundlag og VVM* er i gang på nuværende tidspunkt. I august 2014 blev udredningsrapporten for Aalborg letbane udgivet, som specificerer de overordnede tekniske aspekter af projektet. Inden fase 2 kan afsluttes skal der udarbejdes en VVM-undersøgelse, der forventes færdiggjort sommeren 2015. VVM-undersøgelsen skal blandt andet redegøre for, hvordan letbanen vil påvirke nærmiljøet. Dette indebærer, at der undersøges påvirkning på naturområder langs linjeføringen, samt støj, vibrationer og konsekvenser for trafikken. Derefter skal VVM-undersøgelsen i otte ugers offentlig høring, inden der ved udgangen af 2015 skal træffes en politisk beslutning om letbaneprojektets videre skæbne på baggrund af VVM-undersøgelsen. *Fase 3. Detailprojektering* begynder når projektet er politisk vedtaget og myndighedsgodkendelserne er på plads. Detailprojekteringen skal udføres så projektet

kan sendes i udbud til entreprenører mm., hvorefter tilbud på byggeriet af letbanen kan indhentes. *Fase 4. Udbud* sker på baggrund af detailprojekteringen, hvor entreprenører mm. har mulighed for at byde ind på projektet. *Fase 5. Anlægsfase* er den fase, hvor letbanen anlægges. Arbejdet udføres af de parter, som har vundet udbudsfasen. *Fase 6. Driftstest* er perioden inden systemet tages i brug. Systemet gennemkøres og testes for fejl og mangler. *Fase 7. Ibrugtagning* er når letbanen tages i brug.

3.2 Linjeføring

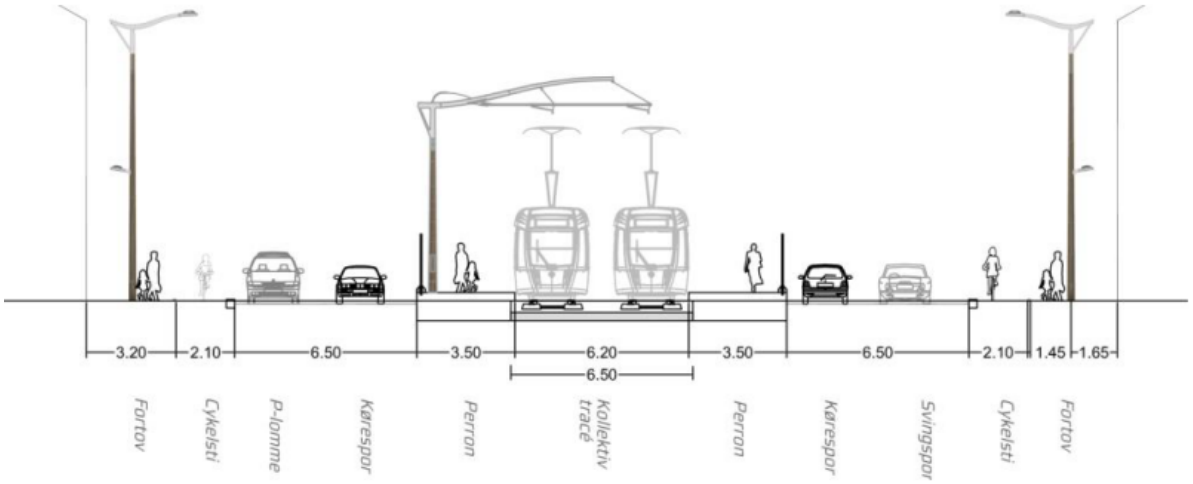
Linjeføringen går fra Mølholm i vest til Universitetshospitalet i øst og har en samlet længde på 12,3 km. Der er 24 stoppesteder langs linjeføringen, med en stoppestedsafstand på 500-600 meter. Rejsetiden for hele strækningen estimeres at tage omkring 35 minutter fra det vestligste stoppested "Norden" til det østligste stoppested "Universitetshospitalet". Linjeføringen går igennem forskellige byområder af Aalborg, som har skiftende bymæssige karakterer og trafikmængder. Af figur 3.2 fremgår de forskellige byområder som linjeføringen berører. Linjeføringen er på baggrund heraf opdelt i fem delstrækninger: Vestbyen, Midtbyen, Østbyen, Aalborg SØ og Campus/Universitets hospitalet.



Figur 3.2: Byområder berørt af første letbaneetape.

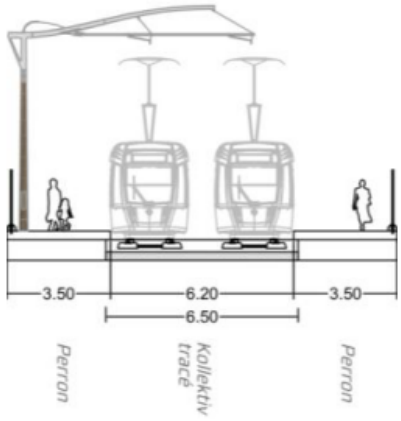
For at gøre letbanen til et attraktivt alternativ til bilen, er det afgørende at den opnår en god rejsetid. Et af værktøjerne til at opnå det er letbanens tracé. Tracétypen afgør om letbanen kører ugeneret af anden trafik eller blandt anden trafik, der kan skabe forsinkelser. Der anvendes tre forskellige tracétyper for første etape af Aalborg letbane: særskilt tracé, delt tracé og kollektivt tracé. De tre typer har alle deres styrker og svagheder, typerne anvendes ofte i forskellige byrum afhængig af den tilgængelige plads og de trafikale muligheder.

Ved særskilt tracé ligger skinnerne fysisk adskilt fra anden trafik. Fordelene ved denne tracétype er, at det er muligt at køre med højere hastigheder end ved andre tracétyper. Trafiksikkerheden er god ved denne type tracé, fordi der kun er interaktionen med anden trafik i signalregulerede kryds. Ulemperne ved tracétypen er, at den er meget pladskrævende og at den virker som en barrier for krydsende trafik. Barriereeffekten er særlig stor ved denne tracétype fordi krydsning af letbanesporet kun vil være muligt i signalregulerede kryds. Tværprofil af særskilt tracé fremgår af figur 3.3.



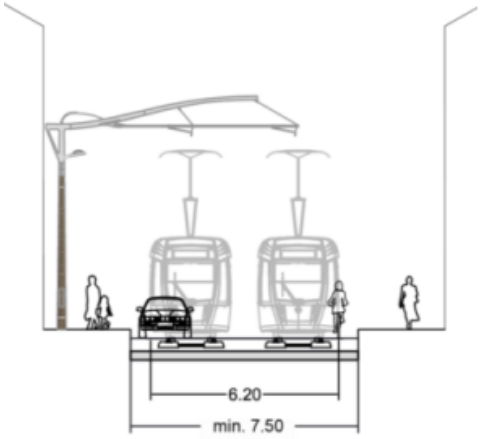
Figur 3.3: Tværprofil for særskilt tracé. [Region Nordjylland, 2014b]

Ved kollektivt tracé deler letbanen sit areal med andre former for kollektiv trafik. Fordelen ved denne type tracé er, at vejarealet er udformet både med skinner og asfalt, så f.eks. busser også kan benytte tracéet. Ved strækninger med kollektivt tracé er bilkørsel for privatpersoner forbudt. Ulempen ved kollektivt tracé er, at man går på kompromis med trafiksikkerheden, da letbanen deler tracé med andre transporttyper, hvorved risiko for kollisioner opstår. Kollektivt tracé udformes som vist på figur 3.4.



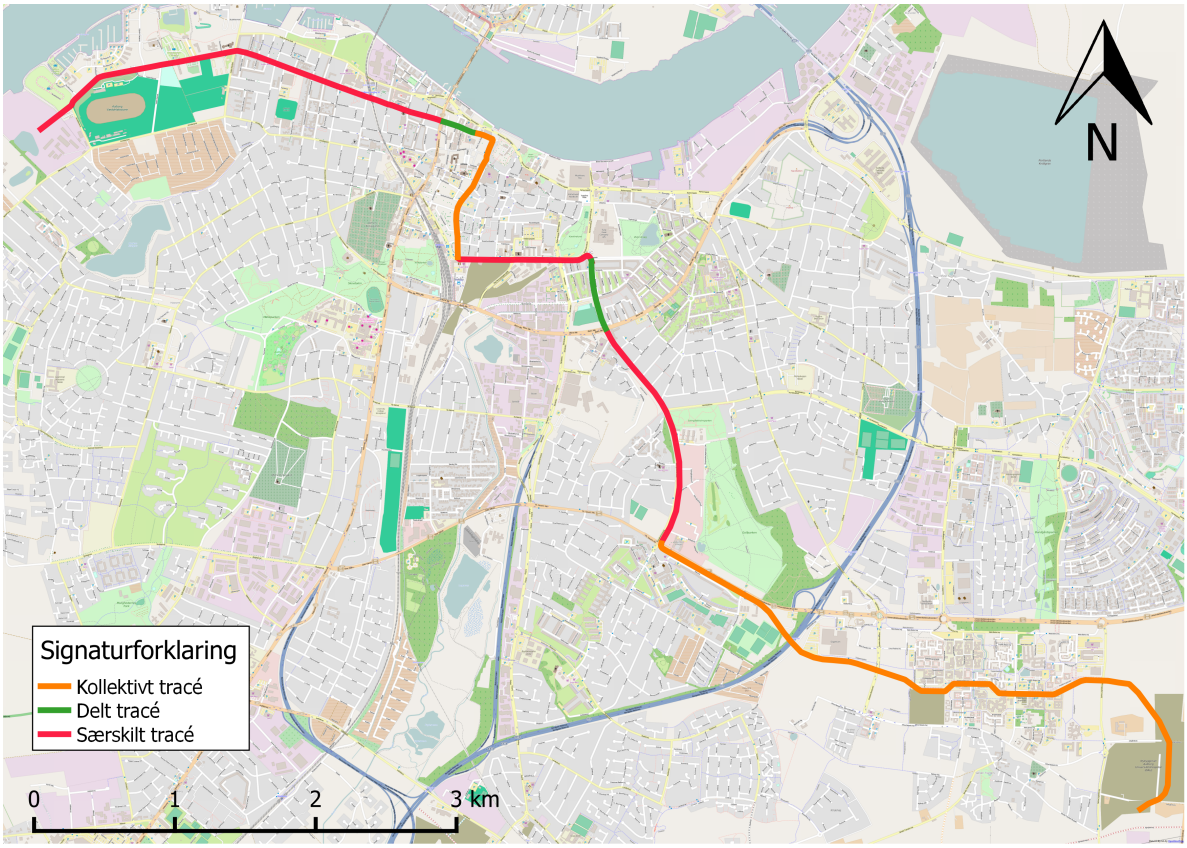
Figur 3.4: Tværprofil for kollektivt tracé. [Region Nordjylland, 2014b]

Delt tracé er når letbanen deler vejarealet med alt anden trafik. Fordelen ved delt tracé er, at tracéet ikke fratager den øvrige trafik vejareal, og det betyder, at der ikke skabes en større barriereeffekt grundet letbanen. Tracétypen fratager ikke den øvrige trafik vejareal, og er derfor en god løsning i snævre gaderum hvor vejarealet, der er til rådighed er i brug. Ulempen ved delt tracé er, at interaktionen med den øvrige trafik kan påvirke letbanens rejsehastighed negativt, da letbanen kører på samme premisser som den øvrige trafik. En anden ulempe er trafiksikkerheden, da både letbanen og andre køretøjer deles om det samme tracé, hvorved risikoen for kollisioner opstår. Uheld mellem motorkøretøjer og skinnebåren trafik kan være alvorlige, selvom at det sker ved lave hastigheder, fordi der er store vægtforskelle mellem dem [COWI, 2012b]. Af figur 3.5 fremgår tværprofil for delt tracé.



Figur 3.5: Tværprofil for delt tracé. [Region Nordjylland, 2014b]

Vejbredden og byrummet varierer langs første etape og derfor anvendes der forskellige tracétyper, som det fremgår af figur 3.6. Fra stoppestedet "Norden" i Mølholm forløber letbanen i midterlagt særskilt tracé ad Skydebanevej, og fortsætter videre ad Kastetvej i samme udformning helt frem til krydset med Vesterbro. Fra krydset forsætter letbanen i delt tracé frem til det trebenet kryds ved Ved Stranden. Herefter forsætter letbanen i et kollektivt tracé ad Østerågade og Boulevarden frem til John F. Kennedys Plads. Fra John F. Kennedys plads forsætter letbanen i et midterlagt særskilt tracé ad Jyllandsgade frem til Bornholmsgade. Fra stoppestedet og resten af Bornholmsgade frem til krydset med Østre Alle kører letbanen i et delt tracé. Efter krydset forsætter letbanen i særskilt tracé ad Sohngårdsholmsvej frem til krydset med Th. Sauersvej. Efter krydset forsætter letbanen i et kollektivt tracé ad busvejen (Bertil Ohlins Vej) og ind igennem universitetsområdet frem til Selma Lägerlöfs Vej. Fra Selma Lägerlöfs Vej fortsætter letbanen i et kollektivt tracé til sidste stoppested kaldet "Universitetshospitalet". [COWI, 2013a], [Letbanesekretariatet, 2014]



Figur 3.6: Tracétyper for første etape.

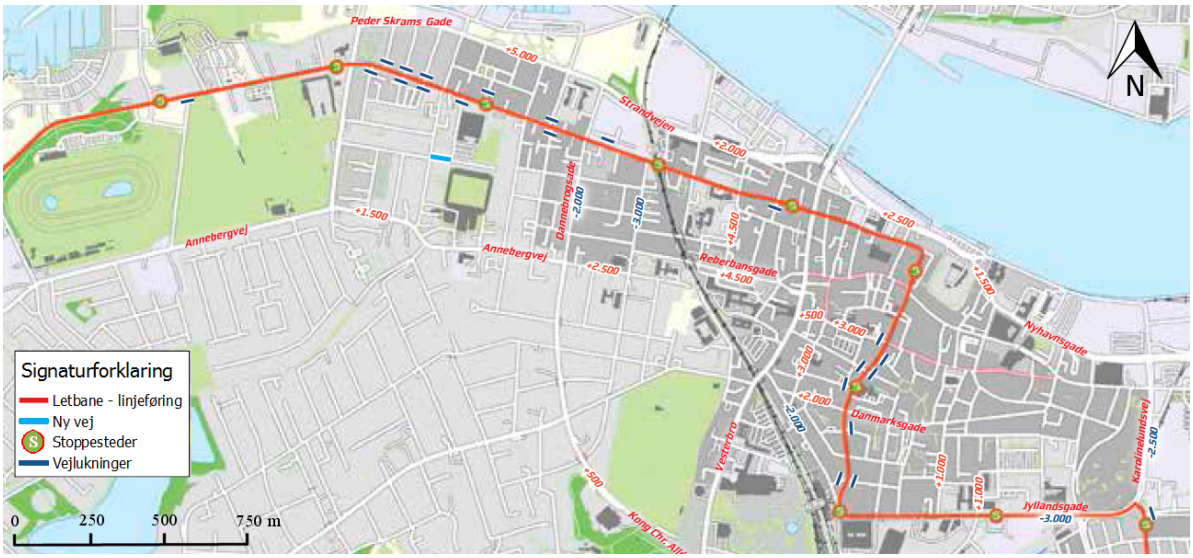
3.3 Trafikale virkninger

For at sikre letbanens fremkommelighed, er det nødvendigt at ændre i vejstrukturen i forbindelse med etableringen. Ændringerne i vejstrukturen skal favorisere den kollektive trafik, uden at det får en negativ effekt på trafiksikkerheden på det berørte vejnet. Ændringerne i vejstrukturen vil primært ske på bekostning af biltrafikken, der vil opleve flere kørselsrestriktioner, færre parkeringsmuligheder og øgede trafikmængder på de veje, der undgår restriktioner. Udover kørselsrestriktionerne vil letbanen også blive prioriteret i signalreguleringerne, hvilket betyder at letbanen altid vil få grøntlys i signalregulerede kryds. Ændringerne i vejstrukturen er en nødvendighed, hvis letbanen skal være et reelt alternativ til bilen, og i nogle tilfælde også en nødvendighed for at skabe den fornødne plads i gaderummet til letbanen. For at sikre letbanens fremkommelighed uden at sænke trafiksikkerheden, er der udarbejdet en række overordnede principper for udformning af ændringerne i vejstrukturen. Principperne er liste op i punktform nedenfor. [COWI, 2013a]

- Biltrafikkens krydsning af letbanetracéet sker kun i signalregulerede kryds og opnås ved vejlukninger eller ved oprettelse af kørselsrestriktioner, der kun tillader venstresving udført i signalreguleringer.
- Byrummet udformes så faciliteter for gående og cyklister opretholdes.
- Kantstensparkering nedlægges de steder, hvor der er behov for et bredere tværprofil. Steder hvor der er behov for et bredere tværprofil oprettes vigelommer, der tilgodeser vare- og servicekørsel efter behov.

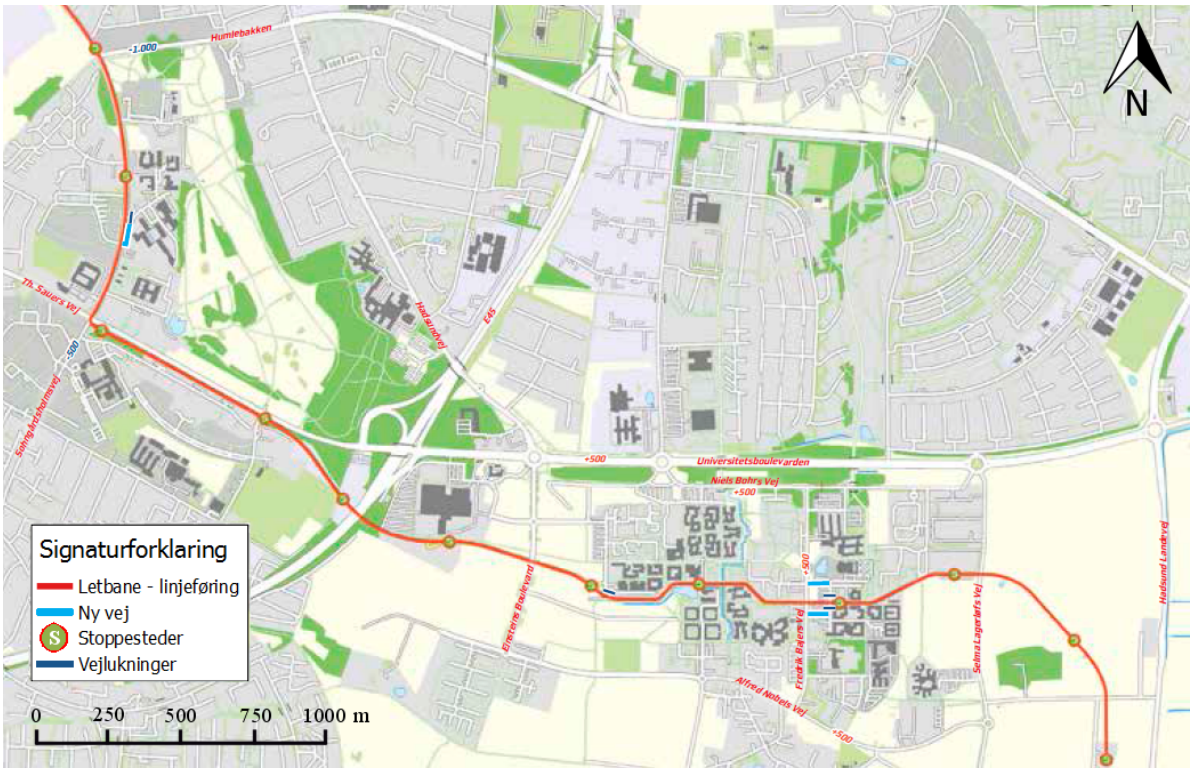
De mange ændringer i vejstrukturen medfører ændringer for biltrafikken, der som konsekvens af letbanen vil opleve merkørsel i forhold til den nuværende situation. Det estimeres at ændringerne i vejstrukturen medfører merkørsel for ca. 1.500 timer pr. døgn, hvor det primært er i vestbyen og midtbyen at bilisterne vil opleve merkørsel. Merkørslen skyldes vejlukningerne og kørselsrestriktioner, der betyder at bilister skal køre til nærmeste signalregulering, hvis de skal krydse letbanen. [Letbanesekretariatet, 2014]

Det forventes, at der flyttes 5.500 biler pr. døgn fra Kastetvej i vestbyen til henholdsvis Peder Skrams Gade, Kong Christians Alle, Annebergvej og Reberbansgade. I midtbyen forventes kørselsrestriktionerne at medføre en flytning af ca. 2.000 biler pr. døgn fra Boulevarden til Danmarksgade. Ligeledes forventes ændringerne på Boulevarden at øge trafikken på Dag Hammarskjøldsgade og Niels Ebbesens Gade med ca. 1.000 biler pr. døgn. Den sidste større flytning af biltrafik forventes at ske fra Jyllandsgade til Nyhavnsgade, Østre Alle, Ny Kærvej og Over Kæret, hvor i alt ca. 3.000 biler pr. døgn forventes flyttede. Af figur 3.7 fremgår vejlukninger og flytninger af trafikken. [Letbanesekretariatet, 2014].



Figur 3.7: Vejlukninger og flytning af trafik i vest- og midtbyen. Redigeret billede fra [Letbanesekretariatet, 2014].

I Aalborg øst, ved Campusområdet, vil der kun ske mindre flytninger, da området allerede nu betjenes af busvejen, hvor bilkørsel ikke er tilladt. Flytninger fremgår af figur 3.8.



Figur 3.8: Flytning af trafik omkring campusområdet. Redigeret billede fra [Letbanesekretariatet, 2014].

3.4 Passagergrundlag

Aalborg Kommune har foretaget en undersøgelse af passagergrundlaget for første etape, med henblik på at undersøge letbanens forventede passagergrundlag, og for at have noget at estimere driftsomkostningerne ud fra. I 2011 var der ca. 52.000 påstigninger pr. døgn i den kollektive trafik. Dette tal forventes at stige til knap 100.000 påstigninger pr. døgn i 2025 uden etableringen af et højklasset kollektivt system. Det er en stigning i antallet af påstigninger på næsten 90 %, en sådan stigning vil medføre et øget pres på bussystemet i Aalborg. Opretholdelsen af serviceniveauet i bussystemet vil derfor i fremtiden kræve investeringer i flere busser og udbygning af de mest belastede stoppesteder. [Letbanesekretariatet, 2014]

Etableringen af letbanen vil aflaste bussystemet og stoppestederne, da det forventes at servicere en stor del af de kollektivt rejsende. Erfaringer fra lignende projekter tyder på, at en letbane vil tiltrække flere passagerer til den kollektive trafik, og at de nye passagerer primært anvender letbanen. Modelberegninger for etablering af letbanen sammenholdt med basisåret 2025 viser, at letbanen vil medfører 3,2 mio. flere påstigninger pr. år. I basisåret estimeres der 99.700 påstigninger pr. døgn i den kollektive trafik, hvor der med byggeriet af letbanen estimeres at være 106.200 påstigninger pr. døgn.

Dette er i overensstemmelse med Aalborg Kommunes målsætning der retter sig mod, at øge andelen af trafik, der løftes af den kollektive trafik. Passagergrundlaget er baseret på antallet af boliger, arbejdspladser, undervisningsinstitutioner og passagertal for buslinjer i korridoren, der forventes erstattet med letbanen. Passagergrundlaget er regnet for fem delstrækninger, og opgivet i tabel 3.1 med længde af strækning, antal stoppesteder og forventede antal påstigninger [Letbanesekretariatet, 2014].

Delstrækning	Længde [km]	Antal stop	Påstigere letbanen
Vestbyen	3.3	6	5.050
Midtbyen	1.3	3	8.300
Østbyen	3.2	6	3.550
Aalborg SØ	2.2	4	3.600
Campus og Hospital	2.3	5	5.200
Samlet	12.3	24	25.700

Tabel 3.1: Estimat af antal påstigere for letbanens første etape pr. dag i år 2025.

3.5 Anlægs- og driftsøkonomi

Efter at letbaneprojektet er gået ind i Fase 2, er der lavet et overslag af anlægsudgifterne efter retningslinjerne i "*Ny anlægsbudgettering på Transportministeriets område for fase 2 projekter*" (NAB). Overslaget består af tre budgetter kaldet: anlægsudgifter, driftsrelaterede anlægsudgifter og driftsøkonomi. Anlægsudgiftsbudgettet indeholder kun nødvendigt arbejde, der relaterer sig til etableringen af en letbane, indholdet af budgettet fremgår af tabel 3.2.

	Mio. kr.
Tracé	455
Perroner	80
Sidearealer	207
Ledningsomlægninger	49
Erstatninger	70
Særlige konstruktioner	8
Arbejdsplads	56
Fysikoverslag	925
Basisoverslag	1.099
Anlægsoverslag	1.331
Anker budget	1.464
Samlet projektbevilling	1.730

Tabel 3.2: Anlægsudgifter for første etape af letbanen ekskl. moms (2013 prisniveau). [Letbanesekretariatet, 2014]

Omkostningerne giver en samlet kilometerpris på 140 mio. kr. pr. km, hvilket sammenlignet med de øvrige danske letbaneprojekter er lavt. Prisen pr. km i Odense er 153 mio. kr., der er den næst billigste. Det skal bemærkes at den lave kilometerpris i høj grad skyldes busvejen fra Grønlandstorv til Universitetet. Busvejen er anlagt tidligere, men med henblik på en dag, at kunne anvendes som en evt. del af en letbanes linjeføring, hvorfor konvertering til letbanetracé er billigt. Kilometerprisen er i kraft heraf en smule misvisende. I henhold til NAB er anlægsbudgettet gransket af en ekstern part, i dette tilfælde Rambøll. Her blev der ikke fundet nævneværdig grund til ikke, at kunne forsætte projektet på baggrund af budgettet. Det anbefales dog, at budgettet gennemgås igen efter VVM-redegørelsen er tilendebragt, da der i den forbindelse kan optræde nye problemstillinger. [Letbanesekretariatet, 2014]

De driftsrelaterede anlægsomkostninger dækker over indkøb af rullende materiel og opførelse af et kontrol- og vedligeholdelsescenter. Der er budgetteret med indkøb af rullende materiel for 360 mio. kr. Det rullende materiel er ikke fastlagt endnu, men planlægningen tager udgangspunkt i 32 meter lange vogne med en passagerkapacitet på 190-220 passagerer pr. vogn. Der er budgetteret med anlægsudgifter til kontrol- og vedligeholdelsescenter på i alt 400 mio. kr.

Drifts- og vedligeholdelsesbudgettet indeholder tre dele: drifts- og vedligeholdelsesudgifter forbundet med første etape, mulige besparelser i busdriften og merindtægter som følge af første etape. Drifts- og vedligeholdelsesudgifterne omfatter køreplantimer pr. år, drift og vedligehold af materiel og depot, drift og vedligehold af sporanlæg pr. år og drift og vedligehold af kørestrøm pr. år. Samlet beløber det sig til 86 mio. kr. årligt.

Det forventes at letbanen vil muliggøre besparelser i busdriften på 68 mio. kr. årligt. Besparelserne består af nedlægning af buslinjer, der erstattes af letbanen. Forventningen om at letbanen vil medfører flere passagerer i den kollektive trafik er beregnet til en forøgelse af billetindtægter på 28 mio. kr. årligt. Budgettet er opstillet i tabel 3.3.

	Mio. kr. pr. år
Drift- og vedligeholdelsesudgifter for 1. etape	-86
Sparet busdrift	68
Øgede indtægter	28
Samlet driftsresultat	10

Tabel 3.3: Driftsbudget for første etape af Aalborg letbane (2013 prisniveau). [Letbanesekretariatet, 2014]

Samlet set betyder det, at de samlede driftsrelaterede anlægsomkostninger beløber sig til 760 mio. kr. Sammenlagt med anlægsudgifterne giver det en samlet pris for første etape på 2,4 mia. kr. På driftsbudgettet resulterer omlægning til letbane i en besparelse på 10 mio. kr. årligt.

3.6 Opsamlingsafsnit af første etape

I det offentliggjorte materiale for første etape af Aalborg letbane er der stadig en del faktorer, som endnu ikke er behandlet. De fleste forventes redegjort for i VVM-analysen, der offentliggøres i løbet af sommeren 2015. Det er bl.a. beslutninger i forhold til det rullende materiel, tracé udformninger, bybusnettets ruter og håndtering af de trafikale påvirkninger der mangler at blive fastlagt.

I Danmark har vi ikke de store erfaringer med letbanebyggerier, og vi må derfor kigge til udlandet efter inspiration til udformning og projektering. Det samme gælder på lovgivningsområdet, hvor man har taget udgangspunkt i lovgivningen fra andre letbanelande. I takt med at letbaneprojekterne i Danmark begynder at tage form, bliver lovgivningen ligeledes tilpasset og justeret, så de passer til danske forhold.

Estimeringer af fremtidsscenarier er generelt behæftet med usikkerheder, da de oftest bygger på tendenser i samfundet, der afhænger af forskellige faktorer. Der er i forbindelse med første letbaneetape estimeret en passagerstigning på 90 %. En stigning i denne størrelse må anses for værende optimistisk, hvis man ser på udviklingen i den kollektive trafik igennem de sidste år. Stigningen er fremkommet på baggrund af befolkningsvækst, byudviklingsprojekter og en skinnefaktor på 25 %. Den stigning ses i forbindelse med regeringens 2009 aftale om en grøn transportpolitik. Målsætningen er, at den kollektive

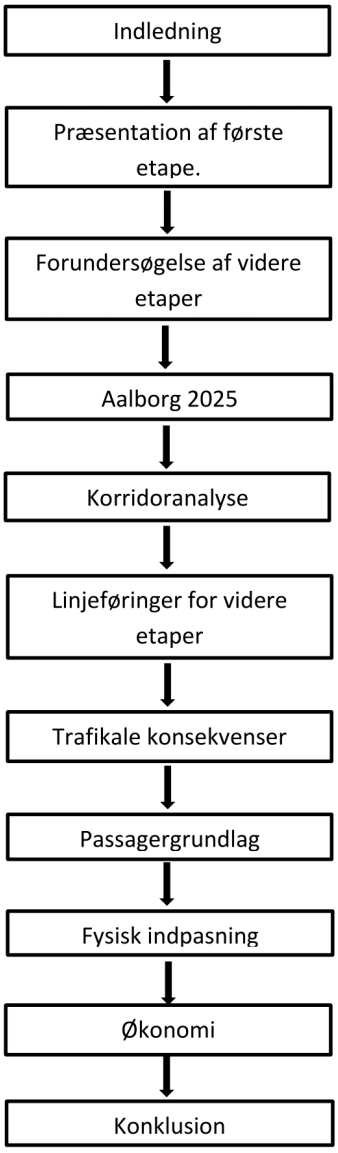
trafik frem mod 2030 skal bære en stor del af den fremtidige trafikale vækst. For bustrafikken er regeringens målsætning en vækst på 50 %, mens togtrafikken skal fordobles.

Flytningen af trafik som fremgår af figur 3.7 og figur 3.8 på side 13 er resultatet af COWI´s trafikmodel. I trafikmodellen flyttes dele af trafikken til veje, der ikke vurderes at kunne afvikle de nye trafikmængder uden ombygning. Som et eksempel kan Reberbansgade nævnes, en smal gade med ensretning i den vestlige ende, hvor der ifølge modellen skal føres yderlig 4.500 biler igennem pr. dag. Reberbansgades nuværende udformning umuliggøre midlertidigt dette, og bilerne vil derfor optræde andre steder på det omkringliggende vejnet. På baggrund af problemer som dette, kræver trafikmodellen yderligere kalibrering, hvis man vil reducere risikoen for uforudsete problemer med biltrafikken.

Fra kommunal side er der lagt op til, at letbanen er mere end bare en opgradering af byens kollektive trafiksystem, men at letbanen skal ses som et byudviklingsprojekt. Det forventes at letbanen vil tiltrække både private og offentlige investeringer langs hermed, og at omkringliggende områder til letbanen vil opleve værdistigninger. Der er gode erfaringer fra andre europæiske byer, hvor byerne har oplevet en større investeringsinteresse langs letbanerne. Præcis hvilke investeringer man kan tilskrive letbanen, og hvilke, der var sket alligevel må anses for værende svært at afgøre.

4 Metode

I dette afsnit beskrives fremgangsmetoden for udarbejdelsen af dette projekt, samt en beskrivelse af de anvendte metoder. Formålet med projektet er at undersøge mulighederne for videre letbaneetaper i Aalborg og vurdere disse i forhold til hinanden. Fremgangsmetoden i projektet er illustreret på figur 4.1.



Figur 4.1: Illustration af fremgangsmetoden.

Præsentation af første etape
Afsnittet består af en beskrivelse af planerne for første etape og der redegøres for linjeføring, trafikale konsekvenser, passagergrundlag, økonomi og ændringer i busnettet. Redegørelsen for første etape tager udgangspunkt i tilgængelige rapporter. Fremgangsmetoden i dette projekt er inspireret af disse rapporter. Kendskab til de nuværende planer er nødvendig for at skabe sammenspil mellem løsningen for første etape og etableringen af videre etaper.

Forundersøgelsen for videre letbaneetaper
Forundersøgelsen af videre etaper bygger på forskellige dataregistreringer. Datagrundlaget indeholder data vedrørende demografi, virksomheder herunder detailhandel, uddannelsesinstitutioner, byudviklingsprojekter og årsdøgntrafik. Dertil kommer ændringerne for busnettet og biltrafikken som konsekvens af første etape. Datagrundlaget og viden om de forskellige planer for fremtiden, anvendes til at opstille det fremtidsscenarie som videre letbaneetaper skal indgå i. De forskellige datatyper og planer er beskrevet herunder.

- **Demografi** indeholder en registrering af indbyggere ud fra CPR-data, som er blevet plottet i QGIS. Plotningen af CPR-dataen gør det muligt, at bestemme antallet af indbyggere indenfor en buffer på f.eks. 300 meter fra letbanen. CPR-dataen anvendes sammen med turfaktorer fra DTU's Transportvaneundersøgelse til at beregne passagergrundlagene. Aalborg Kommune fik i 2012 udarbejdet en Cameo-analyse, hvorfra hustandsklassifikationer benyttes til beregning af alternative passagergrundlag. Ved hjælp af Cameo-analysen kan indbyggerne klassificeres og opgøres efter alder og indkomst, dette anvendes sammen med turfaktorer fra DTU Transport til at beregne to passagergrundlag. Et baseret på aldersfordeling og et baseret på indkomstfordeling.

- **Virksomheders** placering er registreret via udtræk fra CVR-registret, og plottet i QGIS. Disse data anvendes til at placere virksomheder og lokalisere koncentrationen. Virksomhedernes placering tages med i betragtningen til valg af korridorer.

- **Detailhandel** defineres som butikker, der køber varer i store partier, og efterfølgende sælger varerne videre til private forbrugere. Detailhandlen er plottet i QGIS ud fra CVR-data, hvor data er sorteret vha. branchekoder. Registreringen af detailhandlen indgår i valget af korridorer, da de udgør et rejsemål.

- **Uddannelsesinstitutioner** for ungdoms- og videregående uddannelser er registreret. Institutionernes placering er registreret samt antallet af elever. Placeringen af institutioner indgår i vurderingen af korridorer, da de udgør et dagligt rejsemål for studerende.

- **Busnettet** præsenteres som det ser ud i 2015, og som det forventes at se ud i 2025. Busnettet 2015 er relevant da det er for dette busnet der findes data, og det er på baggrund af 2015 busnettet og passagertallene at 2025 estimeres. Busnettet er vigtigt fordi det udgør størstedelen af det kollektive trafiksystem, som videre letbaneetaper skal indgå i. For busnettet 2025 tages udgangspunkt i busplanlægning i forbindelse med første letbaneetape.

- **Årsdøgntrafikken** er kortlagt i QGIS ud fra tællinger, som har været tilgængelige på databaserne Vejman.dk og Imastra.dk. Registreringen af årsdøgntrafikken giver et billede af trafikmønsteret i byen, hvilket indgår i overvejelserne for placering af linjeføringerne for videre letbaneetaper. Årsdøgntrafikken bruges desuden til at kortlægge trafikale konsekvenser.
- **Byudviklingsprojekter** er kortlagt, for at give et overblik over de byområder, hvor der på sigt kan opstå nye rejsemål og dermed et større passagergrundlag for letbanen.

Den fremtidige situation
Den fremtidige situation er baseret på dimensioneringsåret 2025, hvilket bl.a. er valgt på baggrund af Aalborgs *Fysiske vision for byudvikling 2025* og *Mobilitetsstrategi 2013-2025*. Valget af dimensioneringsåret 2025 gør det muligt, at følge kommunens fremskrivninger. Aalborg 2025 i kapitel 6 redegør for fremskrivning af dataregistreringer.

Korridoranalyse
Korridoranalysen bruges til at udpege mulige korridorer for videre etaper. De undersøgte korridorer tager bl.a udgangspunkt i allerede eksisterende buslinjer i Aalborg. Korridorerne er delt op i mindre korridorer for bedre at kunne udpege lokalt potentiale. Dataregistreringen fra forundersøgelsen er fremskrevet og talt indenfor hver korridor. Korridorerne sammenlignes på de talte data, og potentialet vurderes. De korridorer med størst potentiale samles til hele korridorer, hvorefter disse anvendes som letbane korridorer.

Linjeføringer for videre letbaneetaper
Mulige linjeføringer i de valgte korridorer undersøges. Der tages højde for, hvilke typer veje der er i korridoren og hvor store trafikmængder, der benytter de forskellige veje. Det forsøges så vidt muligt at undgå trafikale knudepunkter, der i forvejen er stærkt belastet, da det vil være uhensigtsmæssigt at forstørre de trafikale problemer yderligere. Ligeledes vælges linjeføringen efter hvorvidt det forventes, at der kan skabes plads til letbanens tracé på vejarealet og i gaderummet.

Trafikale konsekvenser
Der skelnes mellem biltrafik og bustrafik når de trafikale konsekvenser af linjeføringerne skal belyses. Dette gøres fordi de trafikale konsekvenser er af forskellig art. For biltrafikken er der redegjort for vejlukninger, kørselsrestriktioner og krydsningsmuligheder af letbanetracéet. Konsekvenserne for den almene trafik er beskrevet på et overordnede niveau, dette skyldes at der ikke har været trafiktællinger på de berørte sideveje. Letbanens etablering har også konsekvenser for bustrafikken. Konsekvenserne vil være omlægning af busruter, lukning af ruter og reduktion i afgangsfrekvenserne. Dette gøres for at undgå paralleldrift mellem bus og letbane.
Passagergrundlag
Der regnes tre passagergrundlag, de tre passagergrundlag vil indgå i driftsøkonomien og er derfor afgørende for hvilken letbaneetape der vil have størst potentiale. Passagergrundlagene tager alle udgangspunkt i antal beboer indenfor en radius af letbanen, hvortil de opregnes med en faktor for antallet af ture med kollektiv trafik. Disse faktorer varierer i de forskellige passagergrundlag hvorfor resultaterne også varierer.

Fysisk indpasning
Den fysiske indpasning undersøger de valgte letbanelinjeføringers indpasning i det fysiske gaderum. Der bliver for videre letbaneetaper taget udgangspunkt i fire forskellige tværprofiler, som alle er præsenteret med mindstemål for udforminingen. Indpasningen af de valgte tværprofiler undersøges langs de videre letbaneetaper. Vejbredde på eksisterende veje er fundet og registreret fra Vejman.dk. Bredden af gaderum er opmålt i Autocad, hvor der er indlæst Geo-Danmark data (Tidliger FOT), her er vejbredde også blevet kontrolleret. Der er desuden lavet fysisk inspicering og i den forbindelse er der taget billeder af forskellige gaderum langs linjeføringerne.

Anlægs- og driftsøkonomi
For de enkelte linjeføringer bliver der sluttelig regnet anlægs- og driftsøkonomi. Anlægsudgifterne deles op i anlægsudgifter og driftsrelaterede anlægsudgifter. Driftsøkonomien omhandler indtægter og udgifter ved selve driften af letbane f.eks. øgede billetindtægter eller vedligehold af sporanlæg. Driftsøkonomien er en væsentlig del af vurderingsgrundlaget for hvorvidt de videre etaper er gode eller dårlige transportprojekter. [Letbanesekretariatet, 2014], [COWI, 2013b]

5 Forundersøgelse af videre etaper

Formålet med følgende kapitl er at samle et datagrundlag, som kan anvendes til udpegning af korridorer og linjeføringer for videre etaper af letbanenen. Der vil i kapitlet blive gennemført en registrering af indbyggere, virksomheder, detailhandel, uddannelsesinstitutioner og byudviklingsprojekter. Aalborgs nuværende bussystem vil blive beskrevet, samt de ændringer letbanens første etape forventes at medføre for bussystemet. Afslutningsvis vil årsdøgntrafikken på vejnettet blive kortlagt. Formålet med dette er at give et overblik over trafikken i Aalborg.

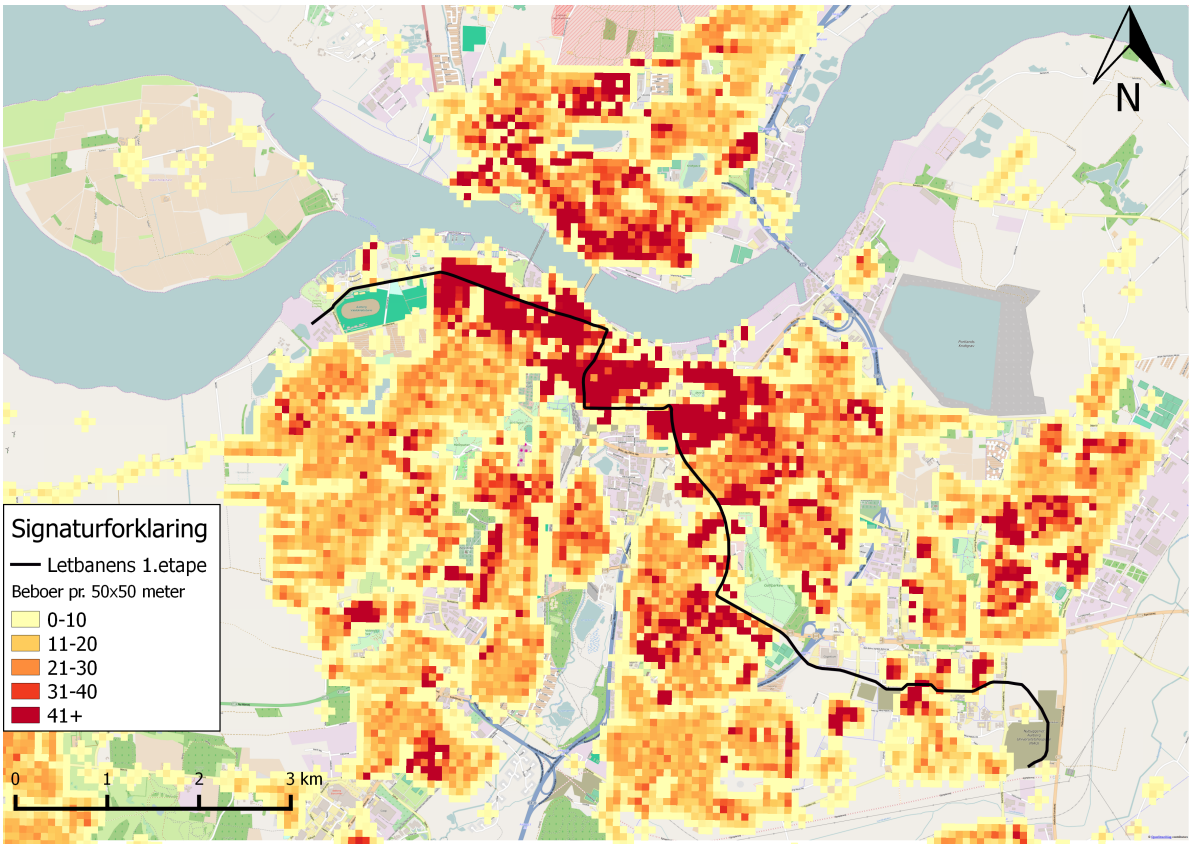
Fælles for registreringerne er, at de alle har en betydning for de rejseaktiviter og det passagergrundlag, som kan forventes i de forskellige korridorer. For at kunne planlægge videre etaper af letbanen er det nødvendigt med et datagrundlag, der kan understøtte analyserne af de forskellige linjeføringer, således at de bedste korridorer og linjeføringer vælges.

5.1 Demografi

5.1.1 Registrering af indbyggere

Som et led i forundersøgelsen er der foretaget en registrering af indbyggere. Registreringen er baseret på CPR-data, hvor hvert CPR-nummer er registreret med en adresse. CPR-dataen er leveret af Aalborg Kommune efter at personfølsomme oplysninger er bort redigeret. Registrering af indbyggere er brugbar for planlægningen af videre letbaneetaper fordi bopælen udgør enten startpunktet eller slutpunkt for hovedparten af alle ture. I den sammenhæng giver det god mening, at placere letbanen i de korridorer, hvor der er flest indbyggere.

Af figur 5.1 fremgår befolkningstætheden i Aalborg, hvor indbyggere er registreret i kvadrater af 50x50 meter. Den største koncentration af indbyggere indenfor et kvadrat er 286 personer, men fordi de store koncentrationer er få vil de være svære at markere på et heatmap og derfor er den øvre grænse sat til 41+.



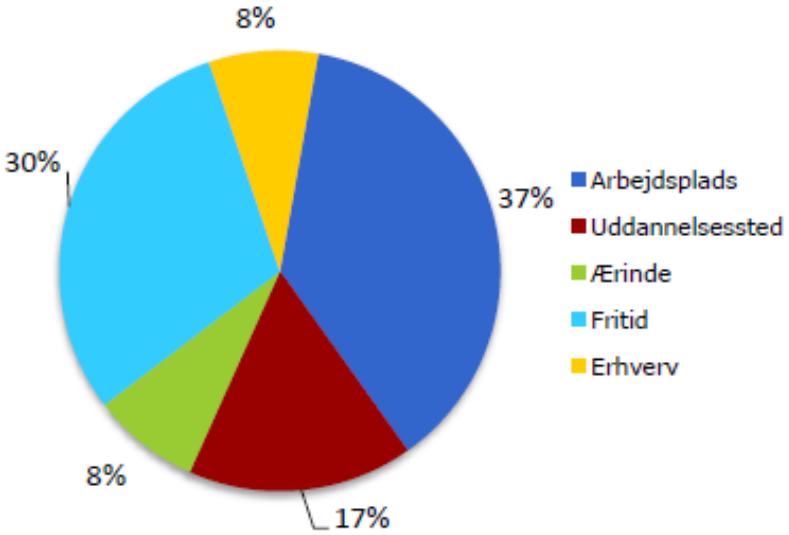
Figur 5.1: Befolkningstætheden i Aalborg.

Befolkningstætheden giver en indikation af, hvor stort passagergrundlaget er i forskellige korridorer. For at estimere et passagergrundlag er det også relevant at undersøge, hvilken type borgere, som er bosat i de forskellige korridorer, da rejseaktivitet og valg af transportform bl.a. varierer i forhold til alder og indkomst.

5.1.2 Hvem benytter den kollektive trafik

På landsplan foretager hver borger i gennemsnit tre ture om dagen igennem hele livet. I 2014 blev den kollektive trafik benyttet til 7 % af turene i Danmark. Den kollektive trafik omfatter bus- og togdrift og udgjorde 13 % af det samlede transportarbejde målt i kilometer. [DTU Transport, 2014b]

Formålet med den kollektive trafik er at skabe tilgængelighed og mobilitet for borgere i alle samfundslag. Fordelene ved bus- og togdrift er, at den kan transportere et stort antal passagerer ad gangen på en pladsbesparende og miljøvenlig måde, sammenlignet med bilen. Det fremgår af figur 5.2 at 54 % af det samlede transportarbejde for kollektiv trafik er forbundet med ture til eller fra arbejdspladser og uddannelsessteder.



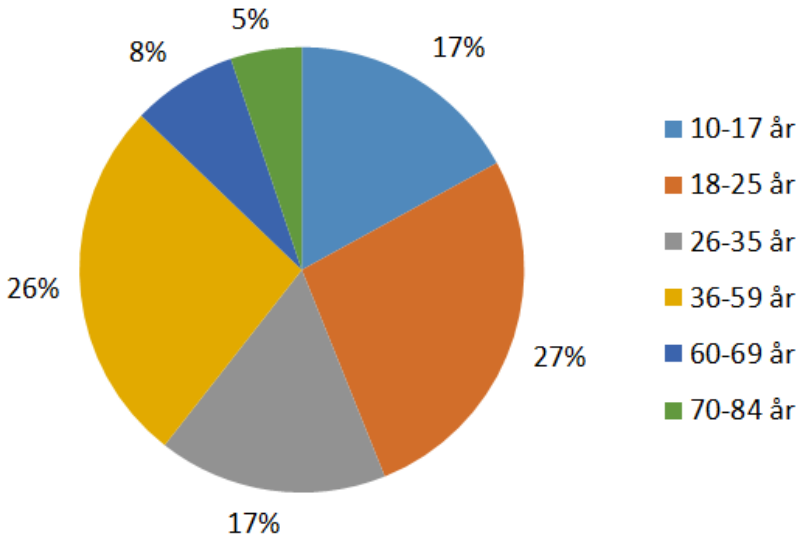
Figur 5.2: Fordeling af det samlede transportarbejde i 2013 for kollektiv trafik. [DTU Transport, 2014b]

Personers rejseaktiviteter ændres markant igennem livet, og alderen spiller derfor en faktor når transportvaner skal analyseres. Den gennemsnitlige turfaktor i Danmark er 0,17 ture pr. person pr. dag med kollektiv trafik. Fra Transportvaneundersøgelsen (TU) er der indhentet turfaktorer opdelt i befolkningsgrupper, som gør det muligt, at lave en fordeling af aldersgruppers brug af kollektiv trafik på landsplan. Af tabel 5.1 fremgår turfaktoren, samt indbyggertal opdelt i aldersgrupper. Turfaktoren stammer af TU-data i perioden 2012-2014. [DTU Transport, 2014b]

Aldersgruppe	Ture pr. person pr. dag	Indbyggere (2014-tal)
10-17 år	0,37	542496
18-25 år	0,54	586732
26-35 år	0,30	654860
36-59 år	0,17	1843503
60-69 år	0,13	694294
70-84 år	0,11	554557

Tabel 5.1: Turfaktor efter aldersgrupper med kollektiv trafik

Af data i tabel 5.1 er figur 5.3 udarbejdet. Figuren viser den procentvise fordeling af ture pr. dag i den kollektive trafik ud fra aldersgrupper. Beregningen fremgår af bilag A.



Figur 5.3: Fordeling af ture pr. dag med kollektiv trafik fordelt på alder.

Ligesom alderen spiller en rolle for rejseaktivitet, spiller indkomsten også en rolle. Ved brug af TU-data er det muligt at få beskrevet sammenhængen mellem indkomst og transportadfærd. Generelt set transporterer man sig længere jo højere indkomstgruppe man tilhører. Desuden fremgår det, at de mest velhavende danskere med en indkomst over 600.000 kr. rejser dobbelt så meget, som personer med en indkomst på 200.000 kr. I forhold til, hvilke transportmiddel der benyttes, er det især merkørsel i bil, som er den helt store forskel. Bilen benyttes til dobbelt så mange ture for de højeste indkomstgrupper, sammenlignet med de laveste indkomstgrupper. Turfaktor for brug af kollektiv trafik ud fra indkomstgruppe fremgår af tabel 5.2. [DTU Transport, 2014a]

Indkomstgrupper	Turfaktor
Under 100.000	0,29
100- 200.000	0,13
200- 300.000	0,13
300- 400.000	0,14
400- 500.000	0,18
500- 600.000	0,09
Over 600.000	0,10

Tabel 5.2: Ture pr. person pr. dag med kollektiv trafik fordelt på indkomstgrupper, 2012-2014. [DTU Transport, 2014a]

Indbyggere	Turfaktor
Under 1.000	0,10
1.000 - 5.000	0,11
5.000 - 20.000	0,13
20.000 - 110.000	0,14
Odense	0,15
Århus	0,23
Storkøbenhavn	0,34

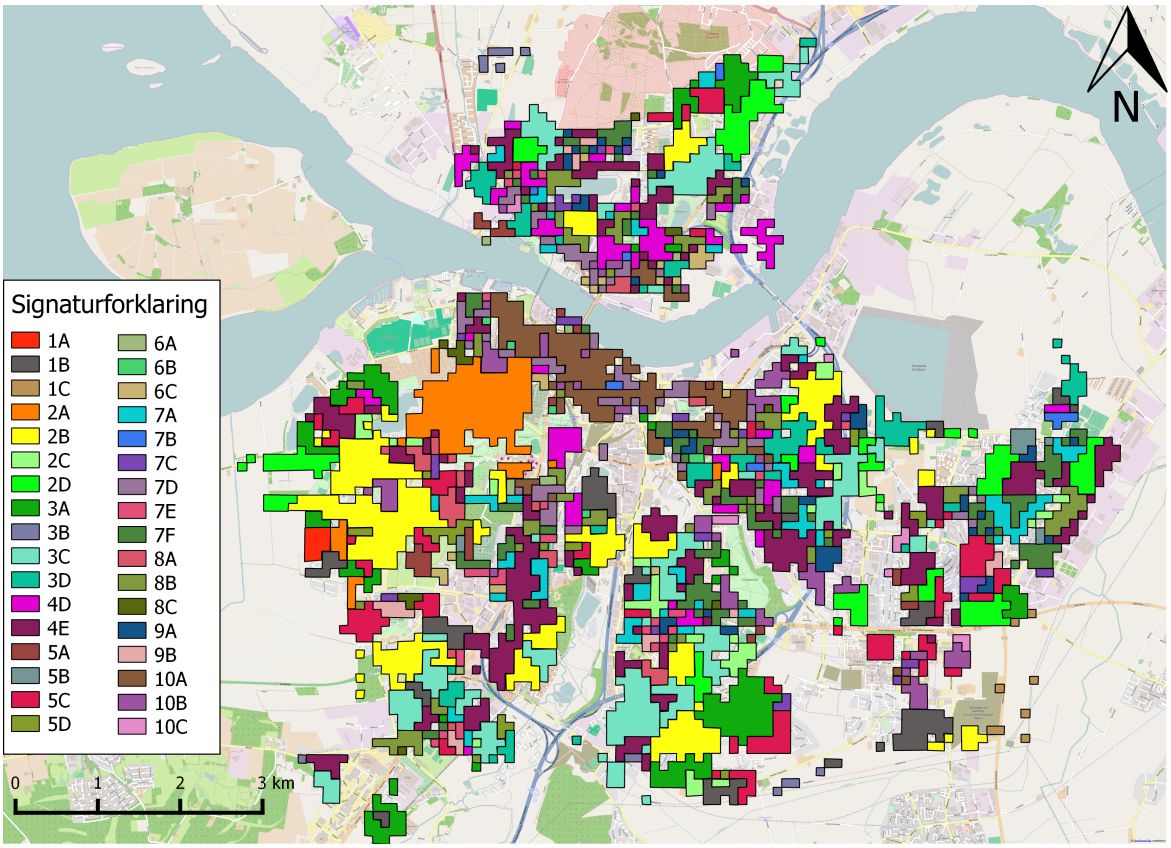
Tabel 5.3: Turfaktor opgjort som ture pr. person pr. dag efter indbyggertal. [DTU Transport, 2014b]

Transportvaneundersøgelsen giver også et billede af, at indbyggerne i landets store byer (>20.000 indbyggere) benytter den kollektive trafik mere end indbyggere i landets mindre byer (<5000 indbyggere), hvilket fremgår af tabel 5.3. Dette giver god mening, da større byer ofte er tættere bebygget, og ofte har flere rejsemål inden for korte afstande. De store byer har ligeledes et større passagergrundlag, hvorfor det kollektive trafiksystem ofte er mere dækkende end i mindre byer. Det større passagergrundlag gør det ligeledes muligt, at drive kollektiv trafik med højere frekvenser og derigennem bedre korrespondancemuligheder. Dette er begge faktorer, som er med til at gøre et kollektiv trafiksystemet mere attraktivt for brugerne. Efterspørgelsen på den kollektive trafik varierer også efter hvilke forhold der er for andre transportformer. I mindre byer vil bilerne ofte have gode forhold og derfor være det mest attraktive transportmiddel. [DTU Transport, 2014b]

Viden om, hvem der benytter kollektiv trafik, og hvor meget den benyttes kan bruges til at lave nogle estimater af passagergrundlaget for videre letbaneetaper. I dette projekt vil det desuden blive sammenholdt med den Cameo-analyse som Aalborg Kommune fik udført i 2012. [Aalborg Kommune, 2012] Ved at tage informationen herfra med i planlægningen af videre etaper er målet, at få kortlagt i hvilke byområder potentialet for brugen af kollektiv trafik er størst.

5.1.3 Cameo-analyse

I forbindelse med udvikling af Aalborg Kommunes planstrategi for bosætning blev der udarbejdet en Cameo-analyse, som skulle inspirere og bidrage til det videre arbejde med Aalborgs bosætningsstrategi. En Cameo-analyse er en geodemografisk klassifikation, der er baseret på oplysninger om husstandsindkomst, personligindkomst, alder og uddannelsesniveau mm. Cameo-analysen er opdelt i 37 forskellige husstandstyper, med hver deres karakteristika. Området som analysen behandler deles op i celler af 100x100 meter, hvorefter cellerne kategoriseres som en af de 37 husstandstyper. På figur 5.4 ses husstandsklassifikationen af Aalborg. [Aalborg Kommune, 2012]



Figur 5.4: Husstandsklassifikation af Aalborg.

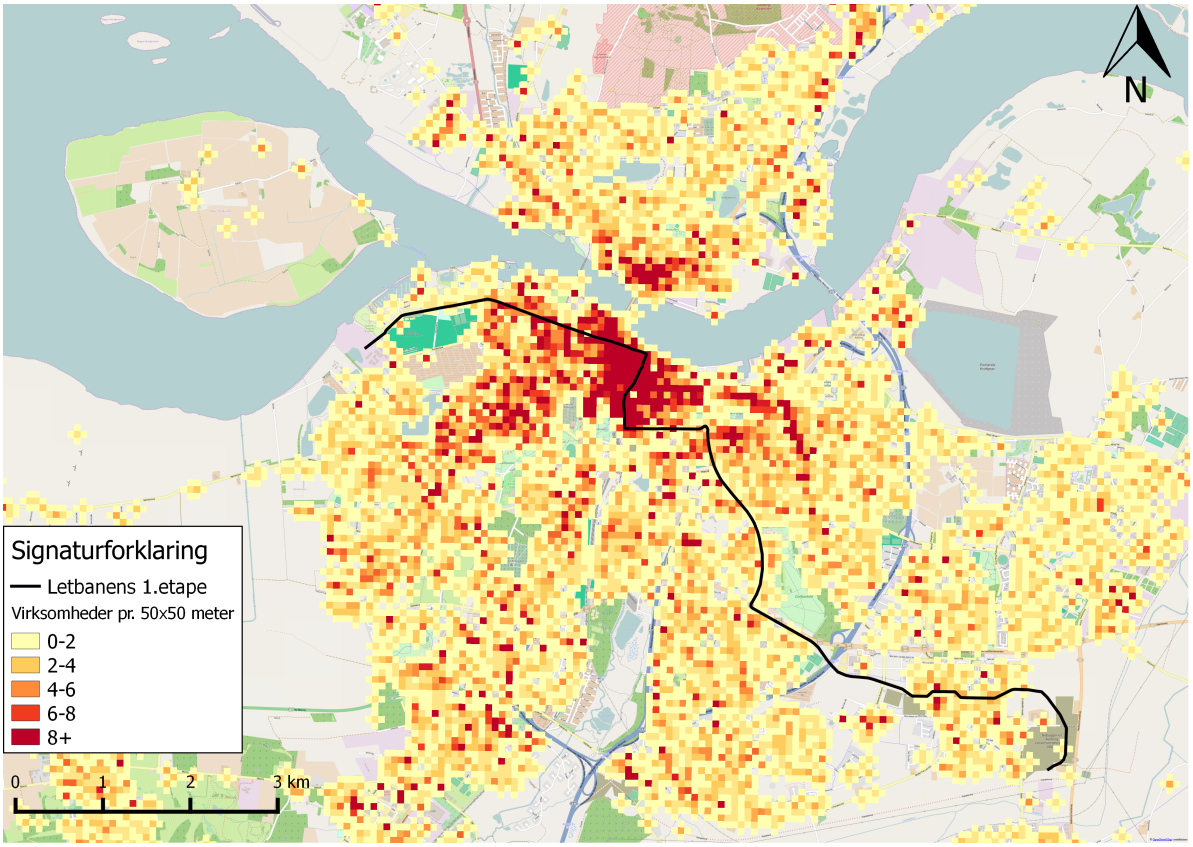
Ved at kombinere Cameo-analysen, TU-data og CPR-registreringer er der beregnede to forskellige Cameo-passagergrundlag. Det første Cameo-passagergrundlag tager udgangspunkt i sammenhængen mellem alder og rejseaktivitet med kollektiv trafik. Det andet tager udgangspunkt i sammenhængen mellem indkomst og rejseaktivitet med kollektiv trafik. Resultaterne heraf fremgår af Passagergrundlag i kapitel 10 på side 65.

I dette projekt har der ikke været adgang til trafikmodeller, som der traditionelt benyttes til beregning af passagergrundlag. Det er derfor set som en oplagt mulighed, at benytte dele af Cameo-analysen da denne indeholder detaljeret persondata. Ved at kombinere denne information med de øvrige indsamlede data er der beregnet et Cameo-passagergrundlag, som i passagergrundlaget sammenholdes med projektets anden og mere simple beregning af passagergrundlaget.

5.2 Registrering af virksomheder

Formålet med virksomhedsregistreringen er at vise, hvor i byen der er størst erhvervsaktivitet. Virksomhedernes placering er relevante rejsemål, da arbejdsstyrken i hverdagene har ture både til og fra arbejdspladserne, hvilke også fremgik af figur 5.2 på side 25. Dataen for virksomhederne i Aalborg stammer fra CVR-registeret, og er udtræk fra 1.kvartal 2015.

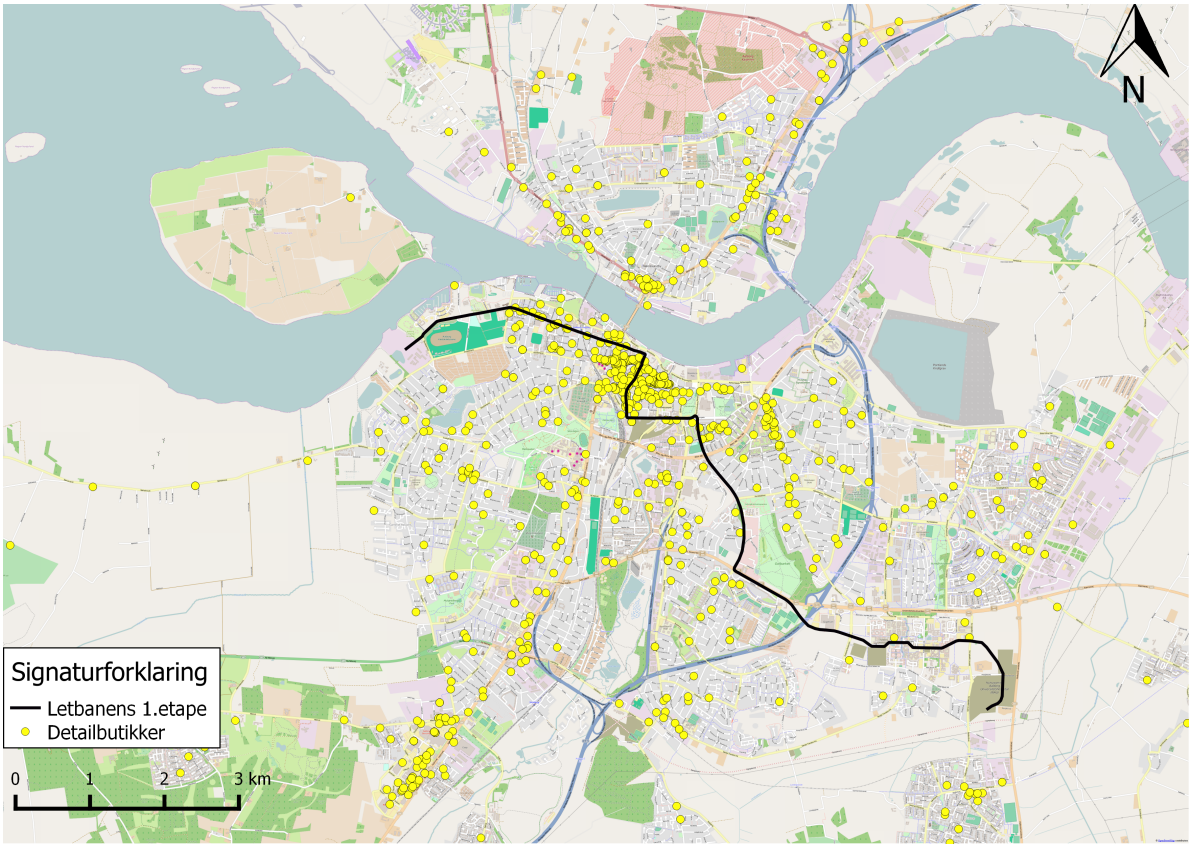
Dataen er mangelfuld i forhold til registrering af antallet af arbejdspladser, hvilket skyldes at det ikke er lovpligtigt, at oplyse antallet af ansatte på konkrete adresser til CVR. For virksomheder med flere adresser betyder det, at det ikke er muligt at skelne mellem antallet af ansatte pr. adresse. Registreringen er derfor lavet som et heatmap af CVR-registreret adresser i Aalborg, som fremgår af figur 5.5.



Figur 5.5: CVR-registreret virksomheder i Aalborg.

5.3 Registrering af detailhandel

Registrering af centerområder og større koncentrationer af detailhandel er relevant fordi butikkerne genererer trafik. Detailhandlen er ikke nødvendigvis daglige rejsemål, men rejsemål som indgår fordi, de over en længere tidperiode er en del af folks rejsemønstre. Der er ikke skelnet mellem detailforretninger af forskellig art. Butikker som Føtex og Salling genererer f.eks. mere trafik end en blomsterhandel, hvilket ikke fremgår af dette datagrundlag. Af nedstående figur 5.6 fremgår placeringen af detailhandel i Aalborg.

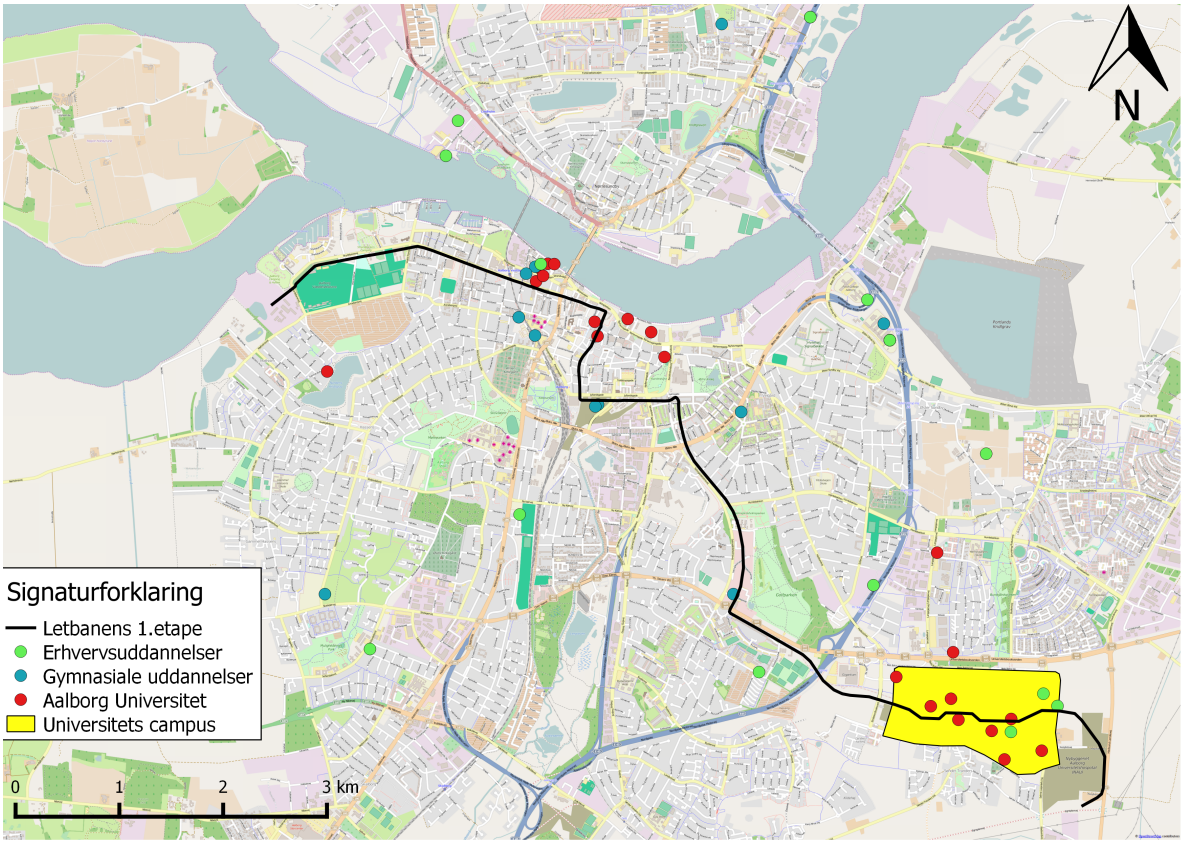


Figur 5.6: Detailhandel i Aalborg.

5.4 Registrering af uddannelsesinstitutioner

Aalborg er en studieby og har derfor mange studerende, som dagligt benytter den kollektive trafik til og fra uddannelsesinstitutionerne. Studerende har ofte ikke bil, og de primære transportformer er derfor kollektiv trafik, cykel eller gang.

Placeringen af uddannelsesinstitutioner er derfor relevant i forhold til de studerendernes rejsemønster både nu og i fremtiden. På figur 5.7 er 34 af de største ungsdoms- og videregåendeuddannelser markeret. Registreringerne af uddannelsesinstitutionerne og antallet af studerende stammer fra Aalborg Kommune og Danmarks Statistik, hvor elevtal ikke har været oplyst er de fundet på de respektive institutioners hjemmesider. For adresser, elevtal og kilder på dataen se bilag B.

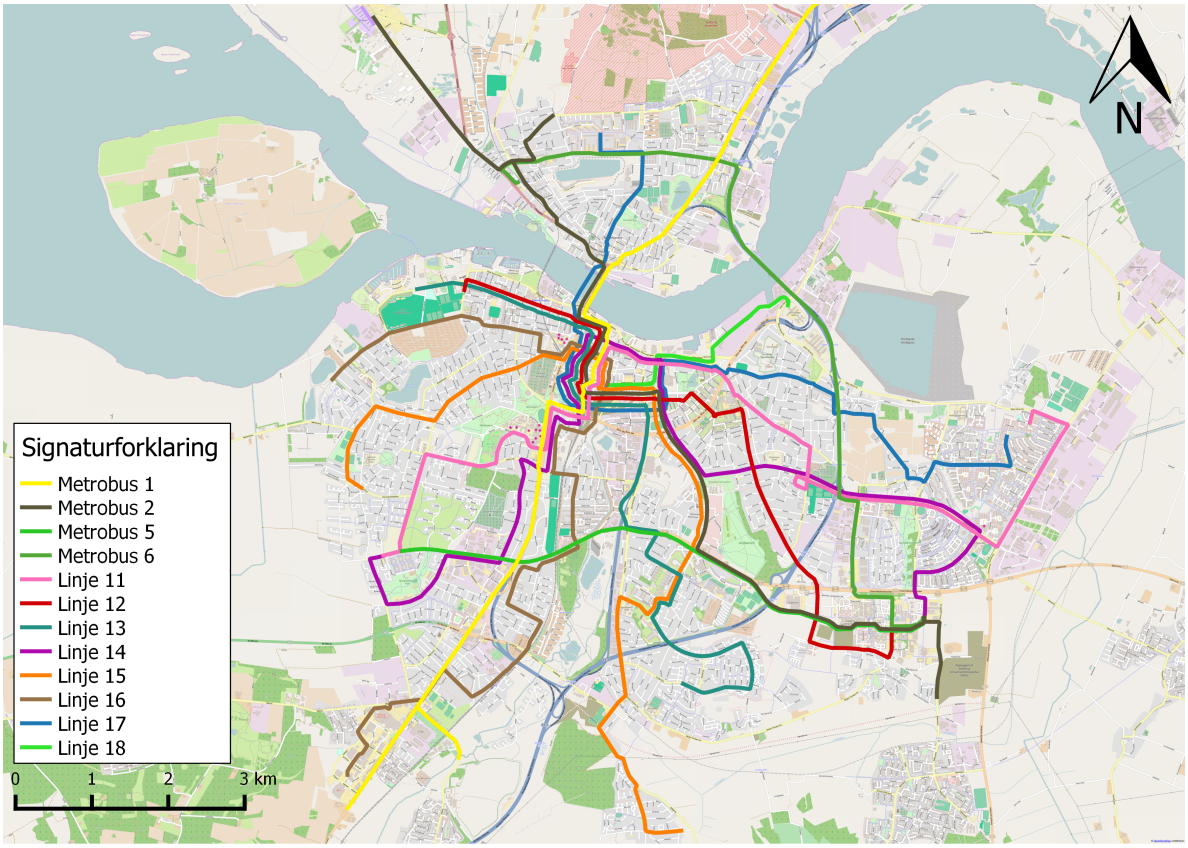


Figur 5.7: Registrering af ungdoms- og videregåendeuddannelsesinstitutioner.

Den største uddannelseslokation er campusområdet i Aalborg øst. Campusområdet huser størstedelen af de knap 20.000 universitetsstuderende, samt 1.400 studerende fra Nordjyllandserhvervsakademi og 725 studerende på University College Nordjylland. Universitet har desuden en stor uddannelseslokation inde i midtbyen på Badehusvej, hvor hovedparten af universitetets studerende følger basisforløbet (1.-4. semester). Omkring Badehusvej ligger desuden Aalborg Tekniske Gymnasium med 684 studerende, Aalborg Handelsskole med 2.500 studerende og en afdeling af Nordjyllands Erhvervsakademi med 650 studerende. Det er de to største koncentrationer af studerende i byen, men rundt i byen findes der flere instituioner med over 1.000 studerende.

5.5 Aalborg busnet 2015

Det kollektive trafiksystem i Aalborg består af to dele: busnettet og nærbanen. Busnettet består af metrobusser, bybusser og servicebusser. Metrobusserne er et højklasset bussystem med høj frekvens, ca. hvert 7 minut, og er grundstammen i Aalborgs busnet. Bybusserne virker som et supplement til metrobusserne, og har en lavere frekvens og en længere rejsetid. Servicebusserne er buslinjer, der følger mindre fremkommelige ruter, og henvender sig primært til gangbesværet og ældre, der kan komme tættere på deres distination med servicebusserne frem for bybusser og metrobusser. Udover det lokale bussystem, betjenes Aalborg også af regionalbusser. Bussystemet drives af Nordjyllandstrafikselskab (NT).
Nærbanen er strækningen på jernbanenettet mellem Lindholm i Nørresundby og Skørping, der er i alt syv stationer på strækningen. Nærbanen betjener pendlere til og fra Aalborg fra byerne langs nærbanen. Fra nærbanen er der omstigningsmuligheder til busnettet ved Aalborg Banegård. På figur 5.8 ses det nuværende busnet.



Figur 5.8: Busnettet 2015. [Aalborg Kommune, Kollektiv Trafik, 2014]

Busnettet 2015 består af otte bybusser- og fire metrobuslinjer, bussystemet er dobbeltradialt, hvilket betyder at bussen kører fra et yderpunkt via et knudepunkt, med tilknytning til det øvrige busnet, videre til et andet yderpunkt. Busserne kører med forskellige frekvenser i løbet af døgnet, derfor er døgnet delt i forskellige perioder. De tre mest trafikerede perioder er: myldretid 07:00-08:30 og 13:30-18:30, dagtimer 08:30-13:30

og aften/weekend 18:30-24:00. Hver buslinje har en specifik frekvens i de forskellige tidsrum. Metrobus 5 kører i morgen- og eftermiddagsmyldertiden, mens metrobus 6 kun kører i morgenmyldertiden. Frekvenserne for de enkelte buslinjer i de forskellige perioder er vist i tabel 5.4. På de linjer, hvor radialerne forgrener sig i enderne er der opgivet to tal. I tabellen er der ikke taget højde for ekstrabusser, dette skyldes at antallet af ekstrabusser varierer kraftigt hen over året.

Linje	Strækning	Myldretid	Dagtimer	Aften/Weekend
1	Bouet - Skalborg	8	6	4/3
2	Lindholm St. - AAU	8	6	3/4
5	Saltumvej - Skelagervej	5	0	0
6	Lindholm st. - Universitetet	3	0	0
11	Skelagervej - Skallerupvej	2/4	2	2
12	Vesterkæret - AAU	4	4	2
13	Væddeløbsbanen - Gug øst	4	4/2	2
14	Skelagervej - AAU	4	2/4	2
15	Hasseris - Visse	2	2	2
16	Mølholm - Skalborg	2	2	2
17	Saltumvej - Sturbjerg	6	3	2
18	Aalborg bust. - Øster Utterup Vej	2	2	0

Tabel 5.4: Oversigt over buslinjernes frekvens i 2013 [Morten Jensen, Aalborg Kommune, 2012a].

Letbanen erstatter eksisterende buslinjer med sammenfaldene ruter. Det antages, at ved nedlæggelse af busruter flyttes passagerene på stoppestederne over i letbanen. Passagertællingerne er foretaget i november 2011 og er opgjort på stoppestedsniveau. Af passagertællingerne i tabel 5.5 fremgår det at metrobus 1 og 2 er de mest benyttede busruter. Passagertællingerne og efterbehandling fines i bilag C.

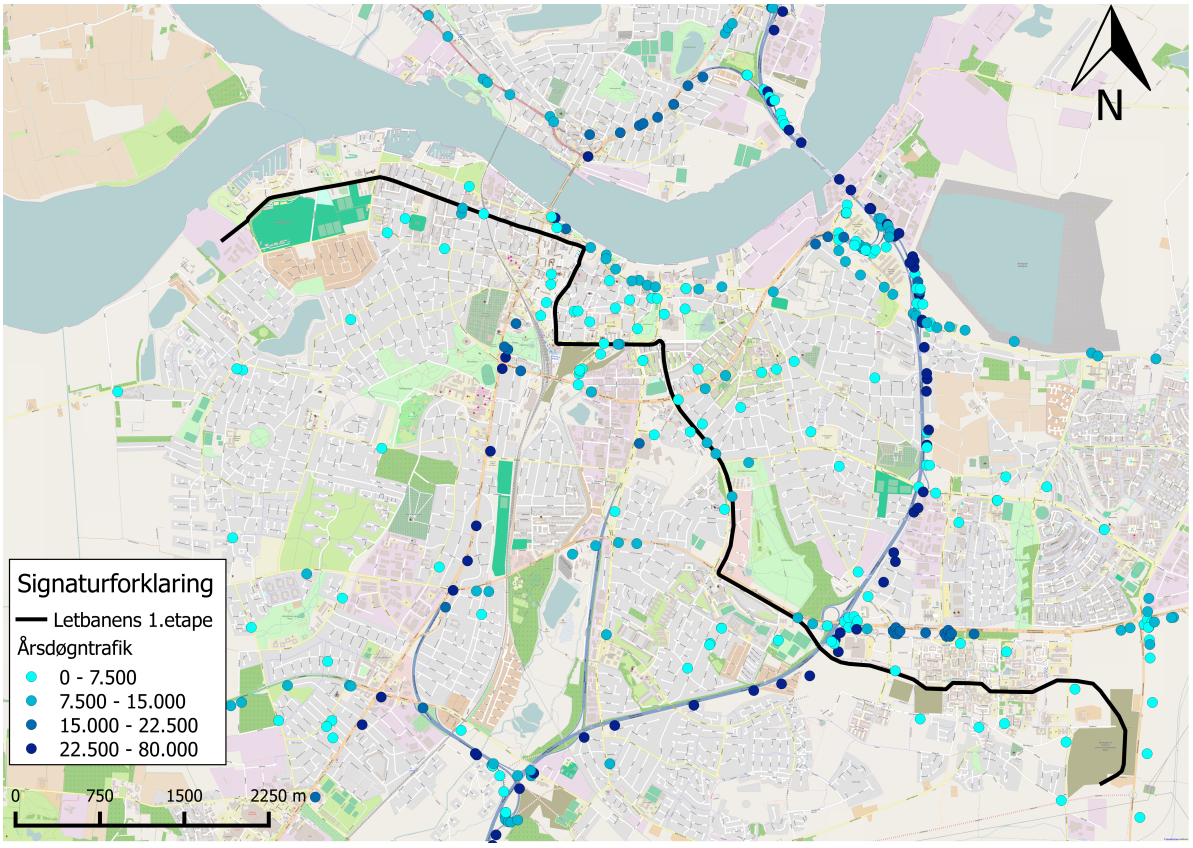
Linje	Passagerer pr. uge	Ekstrabus	Procentvis fordeling
1	70.556	1.250	26.3
2	54.251	7.500	20.2
5	2.606	0	1.0
6	900	350	0.3
11	14.084	500	5.2
12	32.750	5000	12.2
13	20.543	500	7.6
14	12.527	500	4.7
15	16.999	0	6.3
16	10.341	0	3.8
17	30.175	0	11.2
18	2.880	3.750	1.1
Sum	268.612	19.350	100

Tabel 5.5: Passagertal fra passagertælling. [Aalborg Kommune, 2015d]

5.6 Årsdøgntrafik i Aalborg

Letbanens første etaper følger flere primære trafikveje i byen. Der er flere grunde til, at det netop er disse veje letbanen følger. En af grundene er, at det er de primære trafikveje, som forbinder de forskellige byområder, hvilket betyder at det oftest er de mest direkte og dermed den korteste rejsetid. En anden grund til at disse veje benyttes til letbanen er, at det er de største veje med det breddeste tværprofil, hvorved der er bedre muligheder for at implementere letbanen.

Registreringen af trafikken består af samtlige trafiktællinger fra 2010 og fremefter, som er registreret i databaserne Vejman.dk eller Imastra.dk. Dette er gjort for at få det størst mulige datagrundlag til kortlægning af trafikken i Aalborg. Registreringerne giver samtidigt et overblik af rejsemønstrene i byen. Alle tællingerne er fremskrevet med 2,5 % fra tælleåret og frem til 2015. Tællingerne er sorteret således, at hvis der er flere tællinger i samme punkt, vil det være den nyeste tælling, der er medtaget. På figur 5.9 ses årsdøgntrafikken og tællesnit.



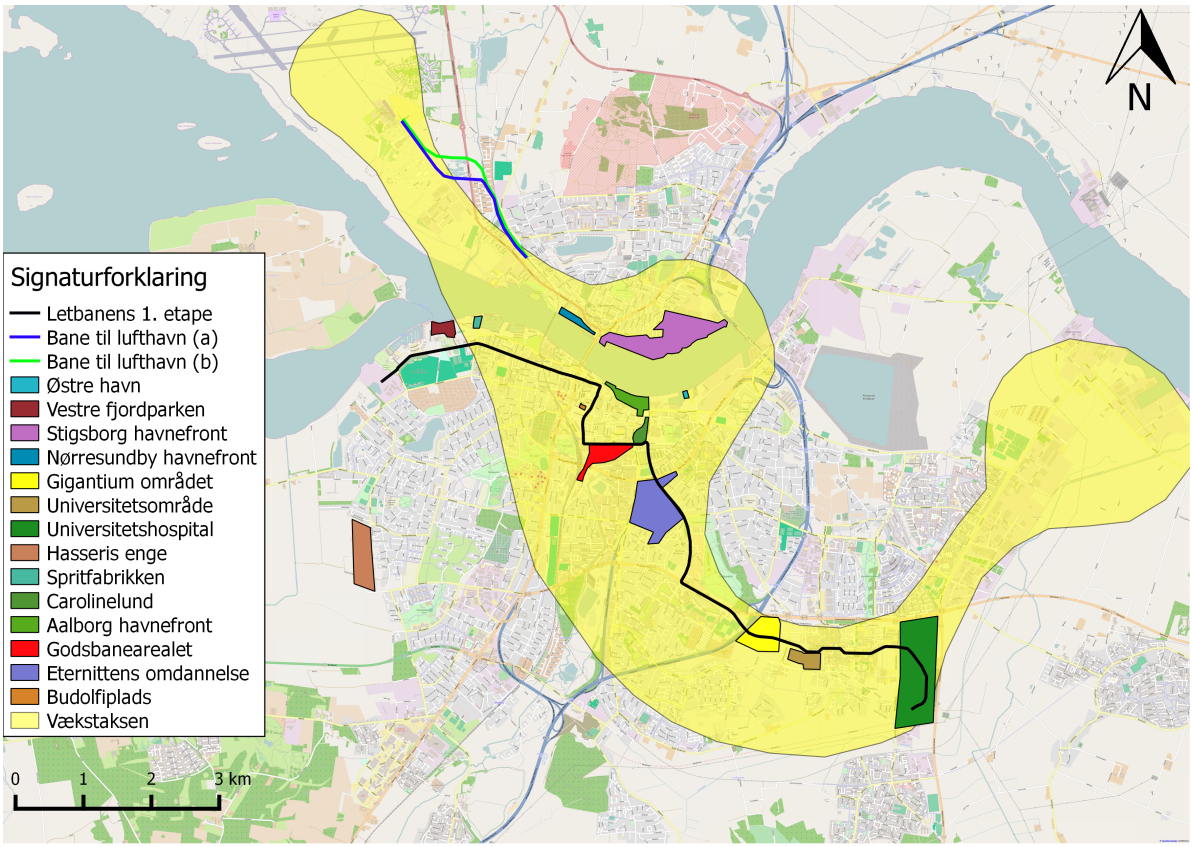
Figur 5.9: Årsdøgntrafik fra Imastra.dk og Vejman.dk.

5.7 Byudviklingsprojekter i Aalborg

Udviklingen i Aalborg vil i høj grad afhænge af de byudviklingsprojekter kommunen planlægger. Projekterne vil have indflydelse på både antallet af indbyggere i byudvik-

lingsområderne, antallet af arbejdspladser og rejseaktiviteten i bydelen såvel som internt bydelene imellem. Byudviklingsprojekterne består af boligbyggeri, erhvervsbyggeri, kulturbyggeri og etablering af rekreative områder. De forskellige typer af byudviklingsprojekter vil påvirke rejsemønstreret forskelligt. Boligprojekter vil skabe vedvarende daglige ture ligesom erhversbyggeri, hvorimod kulturelle bygninger og rekreative områder vil skabe periodevis trafik.

Byudviklingensprojekterne er hæftet op på en række principper, fastsat af Aalborg Kommune. Det vigtigste princip er, at byudviklingen skal ske indenfor de eksisterende byområder, via byudvikling, byomdannelse og fortætning. Et andet princip er, at byudviklingen hovedsageligt skal foregå indenfor vækstaksen. Byudviklingen skal have kvalitet for mennesker, derfor skal fortætning følges af udvikling af grønne områder til rekreative formål [Aalborg Kommune, 2013a]. På figur 5.10 er byudviklingsprojekterne, som fremgår af Aalborg Kommunes hjemmeside markeret.



Figur 5.10: Byudviklingprojekter i Aalborg og Nørresundby.

Af større projekter kan nævnes Universitetshospitalet, Jernbanen til lufthavnen og Stigsborg havnefront. Det er værd at bemærke, at langt de fleste byudviklingsprojekter befinder sig indenfor vækstaksen og er placeret langs første etape. [Aalborg Kommune, 2015a], [COWI, 2012a]

6 Aalborg 2025

Aalborg 2025 bygger på en række antagelser, som vil blive præsenteret i det følgende kapitel. Der vil blive foretaget fremskrivninger af de tidligere præsenterede dataregistreringer, hvor dette er muligt. For data, som ikke fremskrives vil der blive lavet en vurdering af, hvordan dette forventes at se ud i fremtiden.

Beskrivelser af fremtidsscenarier er behæftet med usikkerheder, derfor er det vigtigt at have in mente, at dette ikke afspejler den eksakte fremtid, men blot er et kvalificeret bud herpå. De væsentligste usikkerheder i prognoser og fremskrivninger er, at de bygger på nuværende tendenser, der kan påvirkes af ændringer i f.eks. teknologi eller samfund. De mange usikkerheder gør ligeledes, at det kræver omhyggelighed at beskrive de antagelser man gør sig, så evt. afvigelser kan forklares. Generelt vokser usikkerheden jo større tidsperioden er mellem basisår og beregningsår.

6.1 Fremskrivningsfaktorer

For at kunne beregne passagergrundlaget og driftsøkonomien for videre letbaneetaper er det nødvendigt at lave en fremskrivning af indbyggertallet i Aalborg. Ifølge den seneste befolkningsprognose fra 2014 vil befolkningen i Aalborg Kommune stige fra 203.000 til 223.000 indbyggere i 2025. Væksten forventes primært at ske i Aalborg og i særdeleshed indenfor vækstaksen. [Aalborg Kommune, 2014]

Som følge af allerede planlagt byudvikling vurderes det, at der vil blive skabt ca. 3.000 nye arbejdspladser i Aalborg by, hvoraf størstedelen forventes placeret indenfor vækstaksen [Letbanesekretariatet, 2014]. Der forventes ligeledes en vækst i antallet af studerende i Aalborg, hvilket også understøttes af Aalborg Universitets fremtidsplaner, hvoraf der fremgår forventninger om ca. 22.500 studerende i 2022. Dertil kommer de øvrige uddannelsesinstitutioner i Aalborg, som også forventer et øget elevtal. [Aalborg Kommune, 2015a], [Aalborg Kommune, 2015b]

Der er de sidste mange år sket en årlig vækst i biltrafikken, og der er ikke noget der tyder på, at denne udvikling stopper. Bilejerskabet stiger på landsplan, hvilket taler for at biltrafikken vil stige yderligere [DTU Transport, 2014a]. I projektet fremskrives alt biltrafik med 2,5 % pr. år, hvilket også er fremskrivningsfaktoren, som er anvendt i udredsningsrapporten for første letbaneetape [Letbanesekretariatet, 2014].

Af Udredningsrapporten fremgår det, at der i beregningerne af passagergrundlaget er taget udgangspunkt i en samlet årlig vækst i den kollektive trafik på 5,3 %. Generel vækst i den kollektive trafik udgør 1 %, bymæssig vækst står for 3,6 % og 0,7 % tilskrives overflytning, trafikspring og øget brug af parker og rejs. I danske letbaneprojekter

er der til passagergrundlaget påregnet en skinnefaktor på 25 %. Ved andre letbaneprojekter er det dokumenteret, at der sker en ekstra vækst i passagergrundlaget når en letbanelinje åbner, denne vækst kaldes skinnefaktoren. [Letbanesekretariatet, 2014]

Umiddelbart anses det for værende optimistisk med en årlig kollektiv passagerstigning på 5,3 %, selvom letbanen ligger i vækstaksen. Det er rimeligt at forvente en højere passagerstigning indenfor vækstaksen grundet de mange byudviklingsprojekter, der er planlagt indenfor vækstaksen. Det skal bemærkes at NT's trafikplan 2013-2016 betegner en generel vækst på 2 % årligt, som værende en ambitiøs målsætning [Nordjyllandstrafikselskab, 2012]. Derfor er det oplagt at stille spørgsmålstegn ved "rigtigheden" af de 5,3 %, især den store vækst på 3,6 % som resultat af bymæssigvækst. Udover den generelle vækst tillægges passagergrundlaget en skinnefaktor. Størrelsen af skinnefaktoren er usikker og varierer individuelt projekter imellem, for de danske projekter er der anvendt en skinnefaktor på 25 %. Skinnefaktoren er baseret på udenlandske erfaringer, når de første danske projekter tages i brug kan det undersøges om 25 % også er effekten efter danske forhold.

I dette projekt er passagergrundlaget for den kollektive trafik fremskrevet med en generel vækst på 2 % årligt, hvilket er tillagt en skinnefaktor på 25 %, hvis linjeføringen betjenes af en letbane. De 2 % årlig vækst er i tråd med NT´s målsætninger.

6.2 Aalborg busnet 2025

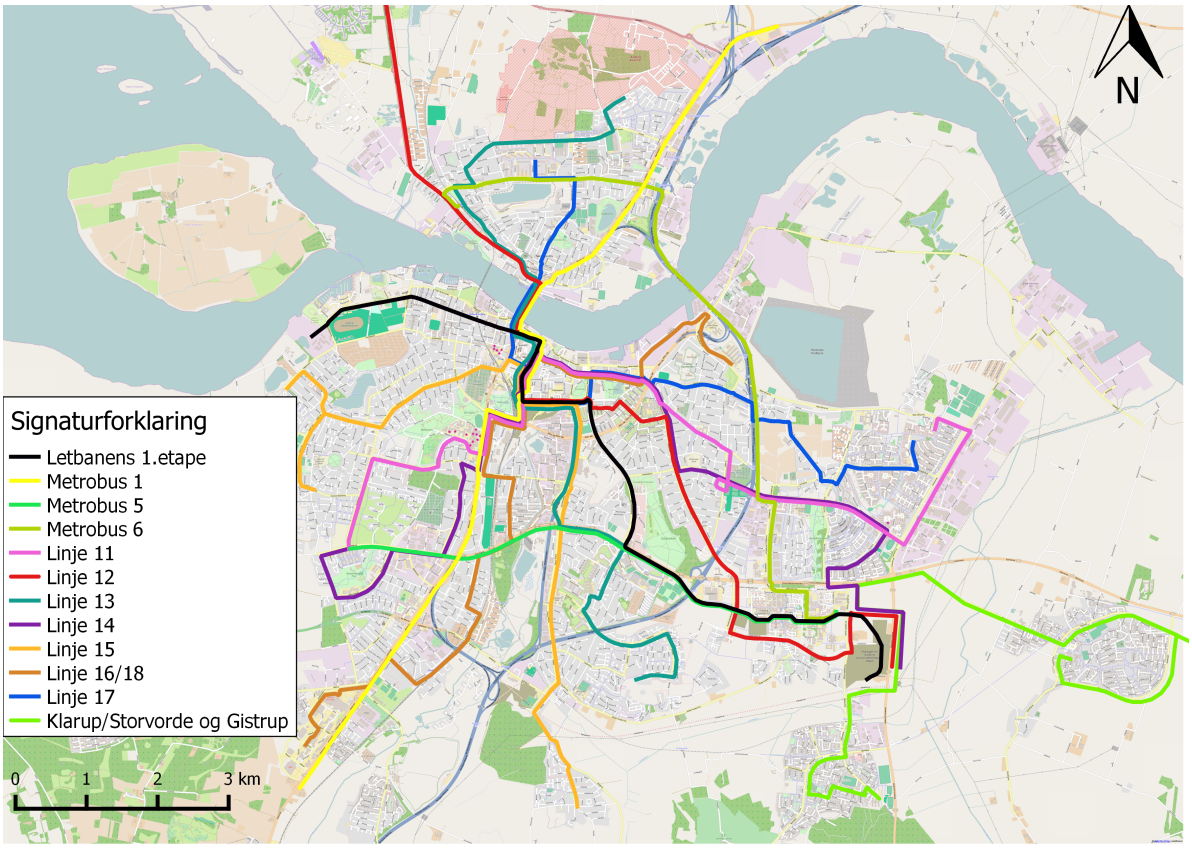
For videre etaper af letbanen er beregningsåret 2025, derfor skal der tages højde for de ændringer, der vil være i busnettet frem imod 2025. Der antages en 2 % årlig vækst i den kollektive trafik, hvorfor det vil være nødvendigt med flere busser på nogle af linjerne i systemet. Dertil kommer at letbanens første etape er taget i brug, og alle buslinjer, som har paralleldrift med letbanen er blevet nedlagt eller omlagt. De berørte buslinjer som kører parallelt med letbanen er listet op nedenfor.

- Metrobus 2: Borgergade, Østerågade, Boulevarden, J. F. Kennedys plads, Jyllandsgade, Karolinelundsvej, Bornholmsgade, Sohngårdsholmsvej, Universitetboulevarden og Bertil Ohlins Vej.
- Linje 12: Kastetvej, Borgergade, Østerågade, Boulevarden, Jyllandsgade og Bornholmsgade.
- Linje 13: Kastetvej, Borgergade, Østerågade, Boulevarden og Jyllandsgade.
- Linje 14: Bornholmsgade, Sohngårdsholmsvej samt en del af Østerågade og Boulevarden.
- Linje 15: Boulevarden, J. F. Kennedys Plads, Jyllandsgade, Karolinelundsvej, Bornholmsgade og Sohngårdsholmsvej.

Der forelægger ikke nogen endelig plan for, hvordan busnettet kommer til at se ud i 2025, men der tages udgangspunkt i det nyeste tilgængelige forslag beskrevet i *Alternativ rutenet i forbindelse med letbanen 1. etape* [Morten Jensen, Aalborg Kommune, 2012a] og *Buskørsel i bykernen* [Morten Jensen, Aalborg Kommune, 2012b].

Af forslagene fremgår det, at metrobus 2 omlægges således, at bussen ikke kører mellem midtbyen og universitet, den strækning betjenes i stedet af letbanen. Linje 12 og 13 ændres, så de ikke længere kører mellem midtbyen og vestbyen. Metrobus 2 og de to buslinjer erstattes af nye buslinjer, kaldet linje 12, linje 13 og linjen Klarup/Storevorde og Gistrup. Den del af metrobus 2, der går mellem AAU busterminal og henholdsvis Storvorde/ Klarup og Gistrup bliver til den nye linje Klarup/Storvorde og Gistrup.
Linje 14 omlægges fra Sohngårdsholmvej og Bornholmsgade til Hadsundvej og Østerbro. Linje 15 omlægges ligeledes fra Hellevangen og Sohngårdholmsvej til Gugvej og Sønderbro. Linje 16 omlægges så den ikke længere betjener strækningen mellem Aalborg midtby og Mølholm, istedet føres halvdelen af linje 15's afgange til Mølholm. De resterende afgange for linje 16 omlægges til, at indgå i linje 18. Ændringerne af buslinjerne er listet op nedenfor og fremgår ligeledes af figur 6.1.

- Linje 12: Aabybro - Nørhalne - Vadum - Lufthavnen - Lindholm St. - Thistedvej - Limfjordsbroen - Nytorv - Aalborg Busterminal - Jyllandsgade - Bornholmsgade - Hadsundvej - Einstein Boulevard - Alfred Nobels Vej - Aalborg Universitetshospital.
- Linje 13: Uttrup Nord - Lindholm Station - Thistedvej - Limfjordsbroen - Nytorv - Aalborg Busterminal - Jyllandsgade - Sønderbro - Over Kæret - Gug øst.
- Linje 14: Omlægges fra Sohngårdsholmsvej og Bornholmsvej til Hadsundvej og Østerbro, så buslinjen fremover betjener Vejgård.
- Linje 15: Omlægges fra Hellevangen og Sohngårdsholmsvej til Gugvej og Sønderbro, så bussen kører direkte mod Visse fra midtbyen.
- Linje 16: Nedlægges fra Aalborg Busterminal til Mølholm, da afstanden mellem Kastetvej og Annebergvej vurderes at være i rimelig gangafstand. Den resterende del af linje 16 bindes sammen med linje 18.



Figur 6.1: Busnettet i 2025.

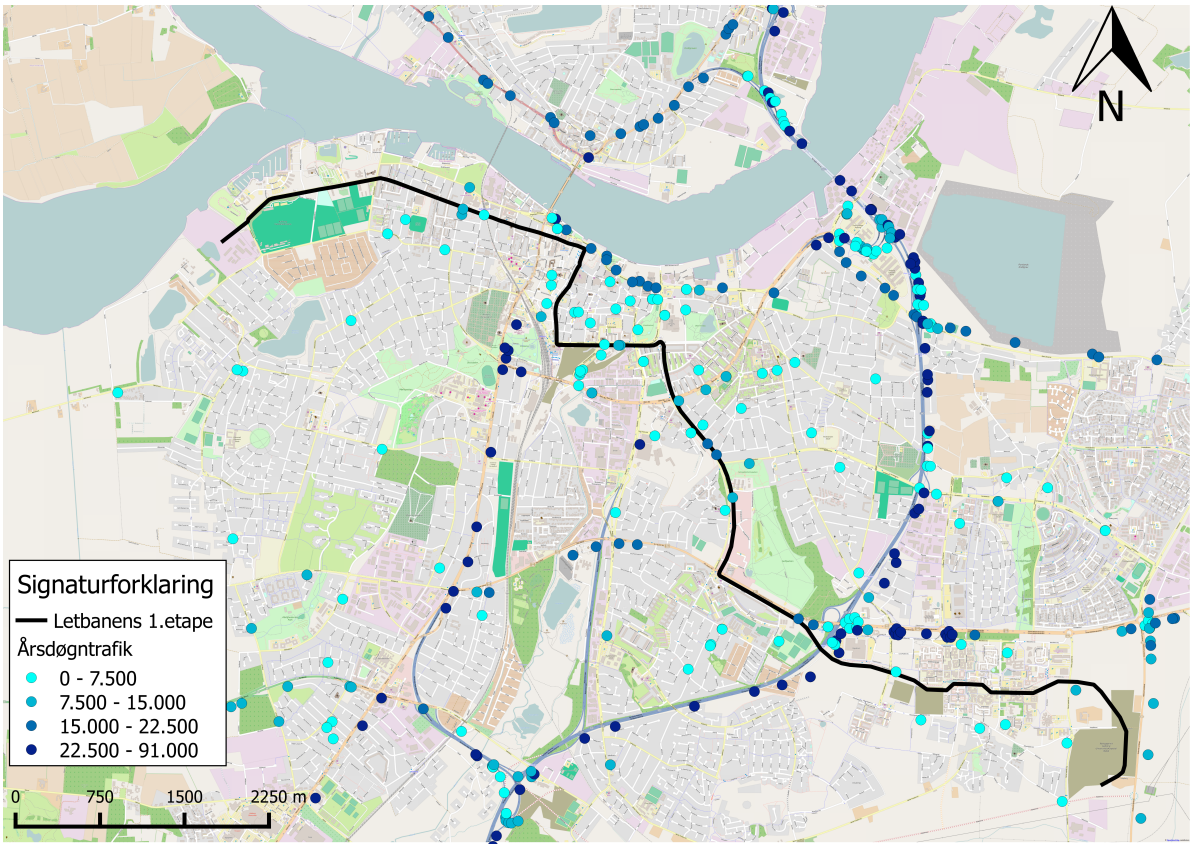
Der vil videre i projektet blive taget udgangspunkt i bussystemet på figur 6.1. Det skal dog bemærkes, at løsningen ikke er politisk vedtaget, hvorfor det kan ende med at se anderledes ud. Den forventede stigning i antallet af passagere i den kollektive trafik vil, som tidligere nævnt, betyde ændringer af antallet af busser på de enkelte buslinjer. De forventede frekvenser på de respektive linjer er opgjort i tabel 6.1.

Linje	Strækning	Myldretid	Dagtimer	Aften/Weekend
1	Bouet - Skalborg	12	8	4
5	Saltumvej - Skelagervej	5	0	0
6	Lindholm st. - Universitetet	3	0	0
11	Skelagervej - Skallerupvej	6	4	2
12	Aabybro - Vadum - AAU	6	6	2
13	Øster Nord - Gug øst	6	6	2
14	Skelagervej - AAU	8	4	2
15	Hasseris - Visse	4	2	2
16/18	Øster Uttrup Vej - Skalborg	2/4	2	0/2
17	Saltumvej - Sturbjerg	12	6	2
KSG	Klarup/Storevorde - AAU - Gistrup	4	4	2

Tabel 6.1: Frekvens på buslinjer i 2025 [Morten Jensen, Aalborg Kommune, 2012a]. Metrobus 5 og 6 er tilføjet.

6.3 Årsdøgntrafik i Aalborg 2025

Der tages udgangspunkt i registreringen af årsdøgntrafikken i afsnit 5.6 på side 34. Årsdøgntrafikken fremskrives med 2,5 % frem til beregningsåret 2025. Fremskrivningen er foretaget ens på alle veje, selvom dette ikke er optimalt, da væksten formentlig ikke vil være ens på alle vej. Metoden er valgt på baggrund af fremskrivningen, som er anvendt for første letbaneetape [Letbanesekretariatet, 2014]. Årsdøgntrafikken vil indgå i afsnittet om trafikale konsekvenser i kapitel 9 på side 57. Årsdøgnstrafik fremgår af figur 6.2.



Figur 6.2: Årsdøgntrafikken i 2025.

Det forventes at bilisterne tilpasser sig vejnettets kapacitet således, at de veje, der vil få kapacitetsproblemer vil blive valgt fra af bilister. På den måde forventes trafikken delvist at regulere og omfordele sig selv, på en sådan måde at de forventede problemer ikke bliver så udtalte, som det fremgår af både trafikmodellen for første letbaneetape og denne rapports fremskrivning af årsdøgntrafikken.

6.4 Opsamlingsafsnit af Aalborg 2025

Som tidligere nævnt er ændringen af busnettet ikke endeligt politisk godkendt, og det kan derfor ende med at være udformet anderledes. Det antages, at forholdet for passagergrundlaget de enkelte korridorer imellem er det samme i 2025 som i 2011, således at det er muligt, at anvende disse til at beregne et omstigningstillæg fra busserne til videre letbaneetaper vha. passagertællingerne. Det skal bemærke, at passagergrundlaget for den kollektive trafik ikke fremskrives med 5,3 % årligt, som der er gjort i Udredningsrapporten for letbanens første etape. Det vurderes at fremskrivningsprocenten er for høj og må anses for værende meget optimistisk, selvom regeringen vil løfte den kollektive trafik. Fremskrivningsprocenten skal sammenholdes med, at den kollektive trafik traditionelt er blevet fremskrevet med 1 % årligt [Nordjyllandstrafikselskab, 2012]. Den kollektive trafik fremskrives i denne rapport med 2 % årligt, der er den værdi NT anvender [Nordjyllandstrafikselskab, 2012]. Dette vil give lavere resultater end i Udredningsrapporten for første etape, men det vurderes at være en mere realistisk vækst og dermed give et mere retvisende billede af passagergrundlaget.

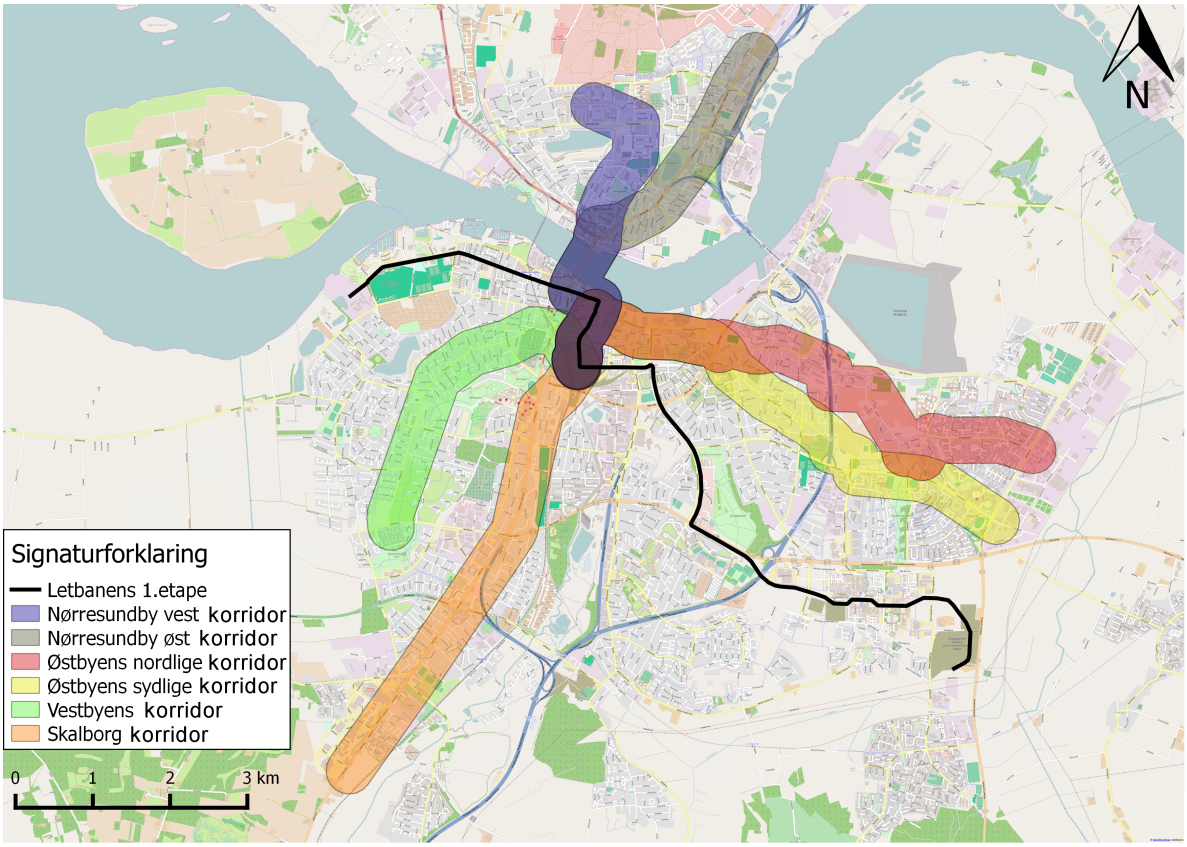
Årsdøgntrafikken kan ligeledes diskuteres ud fra, om fremskrivningerne burde være udført efter turlængdeinddeling. Fremskrivningen af årsdøgnstrafikken er foretaget uden at tage højde for turlængderne. Det er påvist at væksten varierer med længden af turen således, at de korteste ture stiger mindst, mens den største vækst sker i antallet af lange ture. Det har ikke været muligt at opdele trafiktallene efter turlængder med det anvendte datagrundlag.

Der er ikke taget højde for vejnettetskapacitet under fremskrivningen, hvilket vil sige at der i fremskrivningen kan optræde større trafikstrømme end vejene reelt har kapacitet til. Samme problem ses også i trafikmodellen anvendt i de officielle rapporter om første etape, hvor der er flere eksempler på urealistiske trafikstrømme på små veje. For fremskrivningerne i dette projekt vil Jyllandsgade eksempelvis opleve problemer med de fremskrevne trafikmængder, især fordi, at første letbaneetape vil nedsætte kapaciteten på vejen. Et andet eksempel er Nyhavnsgade, der er dimensioneret til at afvikle omkring 10.000 køretøjer i døgnet, men ifølge fremskrivningen skal den afvikle langt mere i 2025. Der er anvendt en fremskrivningsfaktor på 2,5 % til trafikmodellen, og til fremskrivningen i dette projekt. Metoden er accepteret i mangel på bedre alternativer.

Planlagte byudviklingsprojekter i Aalborg og Nørresundby er registreret, men der er ikke set nærmere på de konkrete projekters turproduktion da mange af projekterne ikke er så langt, at de er konkrete i planlægningen. Derfor er det svært, at sige noget konkret om, hvilken indflydelse de forskellige projekter vil have på rejseaktiviteten, bortset fra at de sandsynligvis vil skabe flere ture til området. Langt de fleste af de planlagte byudviklingsprojekter er placeret langs letbanens første etape, og passagererne fra projekterne forventes derfor primært at benytte letbanens første etape.

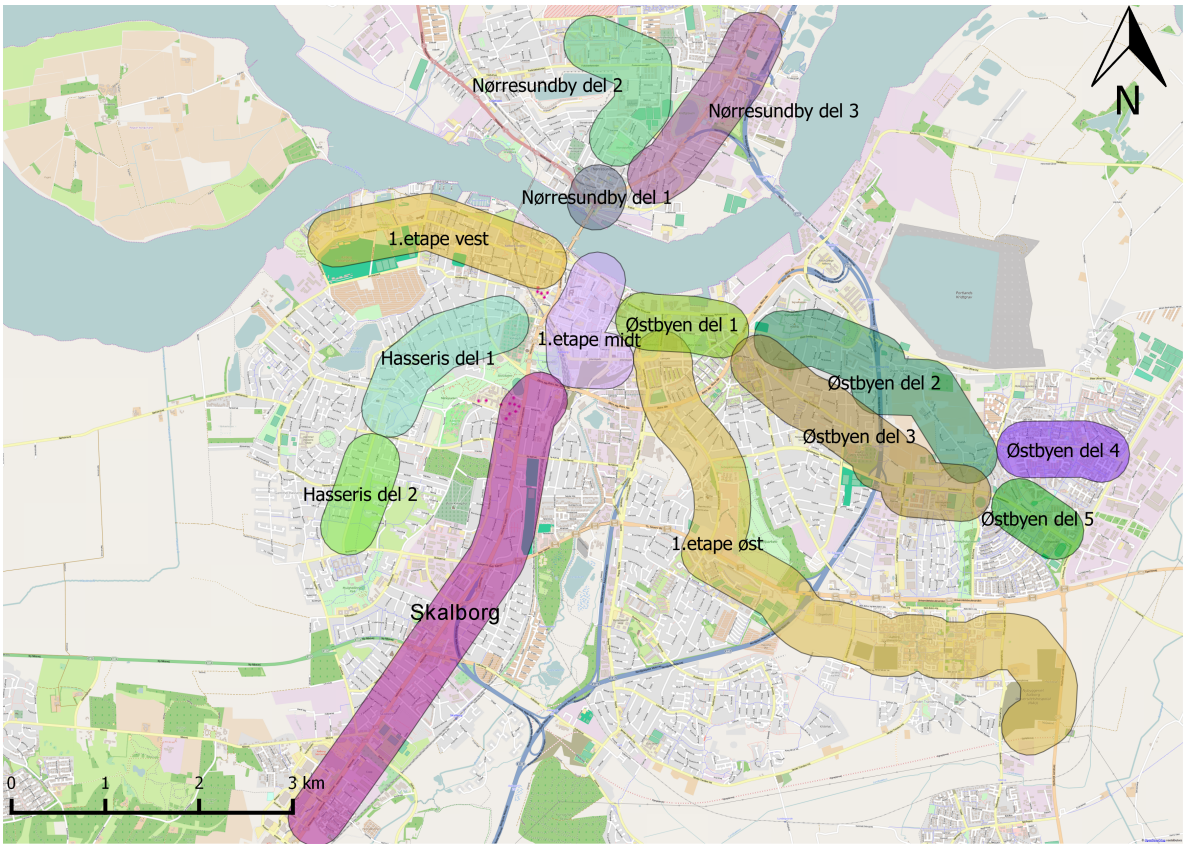
7 Korridoranalyse

I det følgende kapitel vil informationerne og registreringerne fra kapitel 5 og 6 blive brugt til, at udpege korridorer for videre letbaneetaper. Der undersøges letbanekorridorer til Hasseris, Skalborg, Nørresundby og Aalborg øst. Dette resulterer i seks korridorer for videre letbaneetaper som fremgår af figur 7.1. Korridorerne har en bredde på 600 meter.



Figur 7.1: De seks analyserede korridorer.

Korridorerne er blevet analyseret i forhold til indbyggere, indbygger pr. km, CVR-registret virksomheder og antal detailhandels virksomheder. For at udpege korridorer med størst potentiale, er korridoranalysen foretaget for del korridorer. Inddelingen i mindre korridorer gør det muligt at foretager områdebestemte undersøgelser af potentialet i korridorerne. Resultaterne af de udførte tællinger i korridorerne fremgår af tabel 7.1, og indgår i beslutningsgrundlag for, hvilke korridorer der bedst egner sig for videre letbaneetaper.



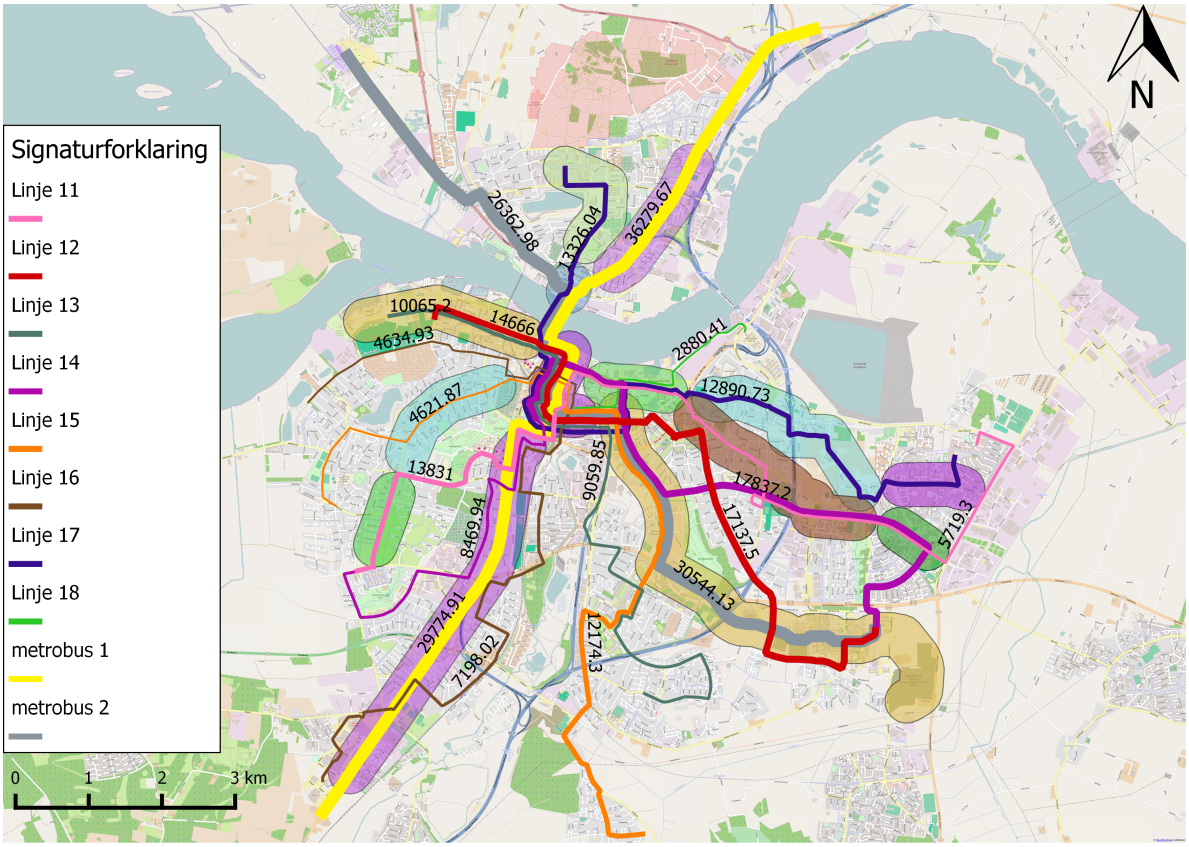
Figur 7.2: Del korridorer.

Område	Indbyggere	Strækning (km)	Indbyggere pr. km	CVR	Detailhandel
1.etape vest	10.594	3.10	3.417	1.219	37
1.etape midt	7.507	1.85	4.058	2.049	180
1.etape øst	11.387	7.40	1.539	727	23
Skalborg	6.664	5.80	1.149	966	151
Hasseris del 1	3.003	2.40	1.251	1.194	19
Hasseris del 2	1.179	1.30	907	161	4
Nørresundby del 1	2.256	1.10	2.051	334	24
Nørresundby del 2	4.179	2.15	1.944	144	4
Nørresundby del 3	3.625	2.40	1.510	280	17
Østbyen del 1	5.342	1.45	3.684	574	55
Østbyen del 2	3.585	3.40	1.054	209	12
Østbyen del 3	2.446	3.40	719	370	37
Østbyen del 4	5.051	1.40	3.608	81	8
Østbyen del 5	2.039	1.10	1.854	68	7

Tabel 7.1: Registrerings resultater for indbyggertal, længde, indbyggere pr. km, CVR-registreret virksomheder og detailhandelsvirksomheder.

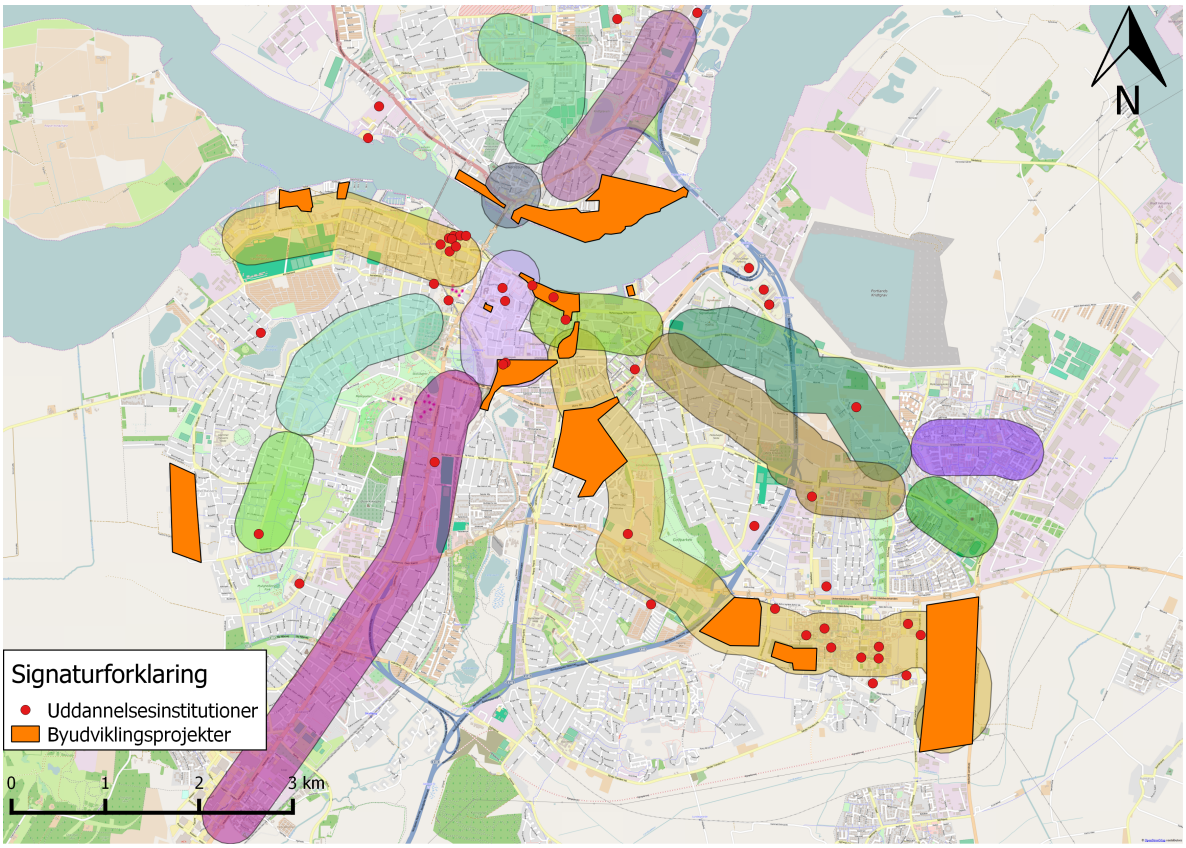
Optællingerne i tabel 7.1 understøttes af passagertællinger i den kollektive trafik. Passagerpotentialet for de forskellige områder omkring buslinjerne antages ikke at

have ændret sig i kraft af busomlægningerne, medført af første etape. Dette betyder, at antallet af påstigere pr. stoppested kan fremskrives og anvendes i 2025, hvis stoppestederne befinder sig indenfor letbanekorridorerne. Af nedstående figur 7.3 fremgår de opdelte letbanekorridorer samt linjeføringerne for bybusserne og antallet af påstigninger pr. uge på de forskellige linjer.



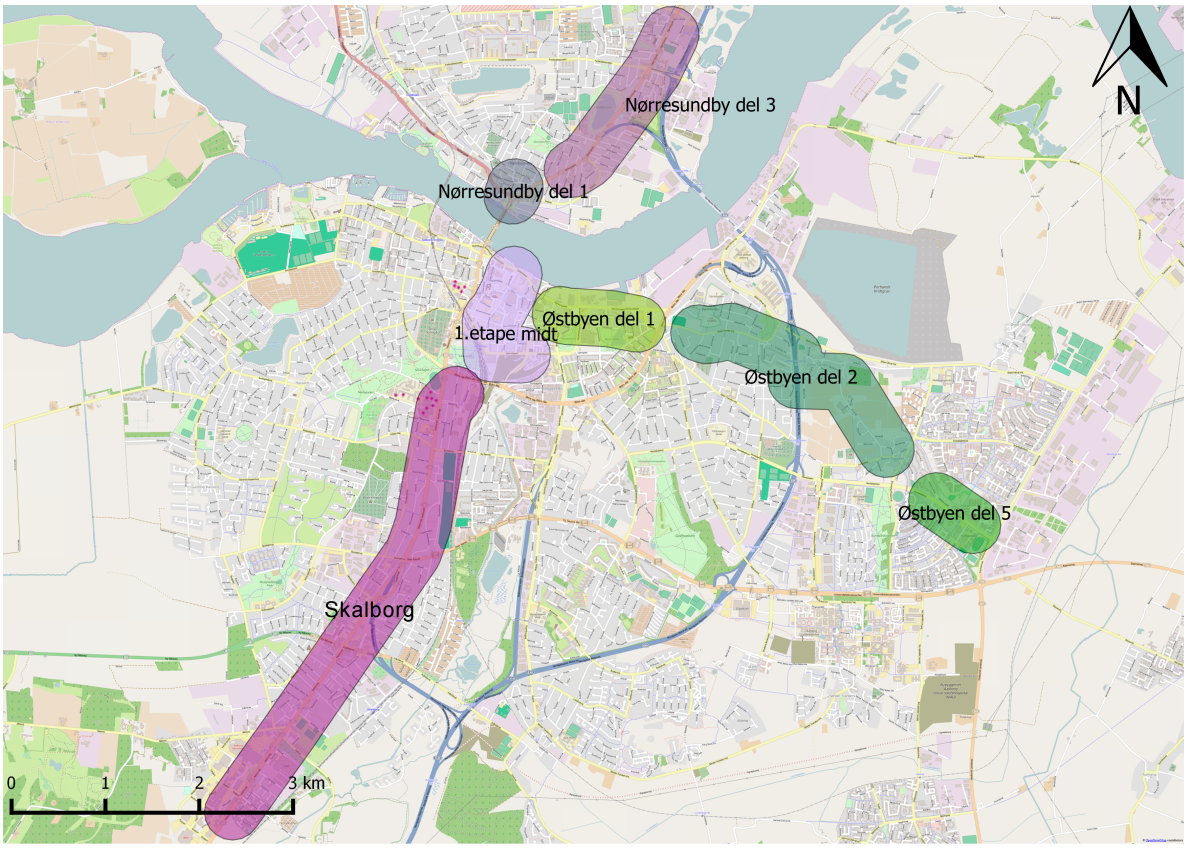
Figur 7.3: Påstigninger pr. uge fordelt på buslinjerne. (2011 passagertal)

Byudviklingsprojekter og uddannelsesinstitutioner har i mindre grad haft betydning for valget af korridorerne, da letbanens første etape dækker hovedparten af de planlagte byudviklingsprojekter og uddannelsesinstitutioner i Aalborg. De byudviklingsprojekter og uddannelsesinstitutioner som er placeret udenfor første letbaneetape er forsøgt inddraget i beslutningen. I forbindelse med videre letbaneetaper må det forventes, at der etableres nye byudviklingsprojekter som følge af letbanen. Af figur 7.4 ses planlagte byudviklingsprojekter og uddannelsesinstitutioners placering i forhold til de valgte korridorer.



Figur 7.4: Byudviklingsprojekter og uddannelsesinstitutioners placering i forhold til korridorerne.

På baggrund af registreringerne for de forskellige korridorer, har det være muligt at kombinere og tilpasse korridorerne, så de mest hensigtsmæssige korridorer vælges. De tre korridorer, som arbejdes videre med fremgår af figur 7.5. I næste afsnit vil beslutningsgrundlaget, som ligger til grund for de udvalgte korridorer blive gennemgået.



Figur 7.5: De tre korridorer der arbejdes videre med.

7.1 Beslutningsgrundlag for valg af korridorer

Skalborg

En letbane til Skalborg vil forbinde den sydlige del af byen bedre med midtbyen. Skalborg korridoren er efter korridoren 1.etape midt, den korridor med flest detailvirksomheder. Dette skyldes det store centerområde, City Syd. Skalborg korridoren dækker et område med 6.664 indbyggere, hvilket gør den til den næst mindst befolkede korridor. Selvom der ikke er så mange indbyggere i korridoren, er der en stor rejseaktivitet med den kollektive trafik. Midt igennem korridoren kører metrobus 1, samt buslinje 14 og 16 der har store dele af deres ruter indenfor korridoren. De tre linjer har tilsammen omkring 45.000 påstigninger pr. uge. I korridoren er der ikke angivet nogle byudviklingsprojekter, men i takt med afvikling af Sygehus Syd, må det forventes at der kommer nye aktiviteter i bygningerne. Af andre rejsemål i korridoren kan nævnes University College Nordjylland, som har en afdeling med 1.060 studerende på Hobrovej.

Østbyen

Korridoren som er foreslået for østbyen er bestående af Østbyen del 1, 2 og 5 som fremgår af figur 7.5. Indenfor korridoren er der 10.966 indbyggere, hvilket er det næst største indbyggertal, kun slået af korridoren for 1.etape øst.
Østbyens del 1 udgør næsten halvdelen af de samlede indbyggere for den samlede Østbykorridoren. Korridoren betjenes i dag af buslinje 11, 17, 18 og delvis buslinje 14. Korridoren dækker hele den østlige havnefront, hvor Aalborg Universitet har afdelinger både i Nordkraft og på Rendsburggade 14.

Østbyen del 2 er valgt som korridor frem for Østbyens del 3, da del 2 har flere indbyggere og en buslinje igennem korridoren der, direkte kan erstattes. Både i del 2 og 3 er der en enkelt uddannelsesinstitution. For del 2 er det Agri College Nordjylland med ca. 500 studerende og for del 3 er det Institut for Fysik og Nanoteknologi under Aalborg Universitetet. Del 2 er også valgt ud fra krydsningsmuligheder i krydset mellem Østre Alle og Hadsundvej, samt det nærtliggende kryds Øster Sundby Vej og Østre Alle. En letbane op ad Hadsundvej forbi Vejgaard Torv, vil betyde problemer for biltrafikken på den del af Hadsundvej, hvilket undgås ved del 2 korridoren. Af de to østligste dele af korridoren overgår del 4, del 5 i forhold til indbyggere, men del 5 vælges pga. området ved Tornhøjcentret. Ved at vælge del 5 sluttes korridoren ved et centerområde, i stedet for midt i et boligområde. Antallet af detailhandel er dog forholdsvis ens med 7 og 8 registreringer. Del 4 betjenes af buslinje 17 og har 2.908 påstigere i ugen. Del 5 betjenes af både linje 11 og 14, og har 7.139 påstigere i ugen. Selvom der er mindre indbyggere i del 5 bliver buslinjerne altså benyttet mere, hvilket også skal ses i forbindelse med linjernes destination.

Nørresundby

Del 1 er en forholdsvis lille korridor, men indeholder alligevel 2.256 indbyggere og 24 detailbutikker. Nørresundby Brotorv benyttes som knudepunkt for letbanen hvilket kan være med til, at styrke detailhandelen på Nørresundby siden og samle det omkring det allerede eksisterende torv. Korridoren er placeret centralt imellem byudviklingsprojekterne Stigsborg havnefront og Nørresundby havnefront, hvor fremtidig byudvikling vil kunne styrkes med letbanen. Den kollektive trafik i korridoren består af de busser, der krydser Limfjorden, dvs. metrobus 1, metrobus 6, buslinje 12, buslinje 13 og buslinje 17.

Nørresundby del 3 er valgt frem for del 2 primært pga. det store antal påstigere til den kollektive trafik i korridoren. Del 2 betjenes af buslinje 17, som har 13.326 påstigere i pr. uge, del 3 betjenes af metrobus 1, med 36.280 påstigere pr. uge. Lige udenfor del 3 korridoren ligger to uddannelsesinstitutioner i form af Nørresundby Gymnasium med 925 studerende og en afdeling under University College Nordjylland med 500 studerende. Nørresundby del 3 slutter i et område med detailhandel og flere CVR-registreret virksomheder, hvor del 2 korridoren stopper i et boligområde. Del 3 vurderes derfor at være et mere hensigtsmæssigt område at afslutte linjeføringen i.

Hasseris

Korridoren for Hasseris fravælges at arbejde videre med på baggrund af indbyggertallet og brugen af den kollektiv trafik i korridoren. Hasseris del 1 korridoren har 3.003 indbyggere, hvilket gør det til den tredje mindst befolket korridor. Korridoren betjenes af buslinje 15, som er den linje med næst færrest påstigere pr. uge. Hasseris del 2 korridoren har 1.179 indbygger og er dermed den mindst befolket korridor. Hasseris del 2 betjenes af buslinje 11, som har 13.831 påstigere pr. uge. I del 2 ligger Hasseris Gymnasium med 760 studerende, hvilket formentlig er den primære grund til det forholdsvise høje antal påstigere i forhold til indbyggere. Fra del 2 korridoren og ind mod Busterminalen kører buslinje 11 ud af del 2 korridoren og forbi Sygehus Syd, hvor der også er mange påstigere.

8 Linjeføringer for videre letbaneetaper

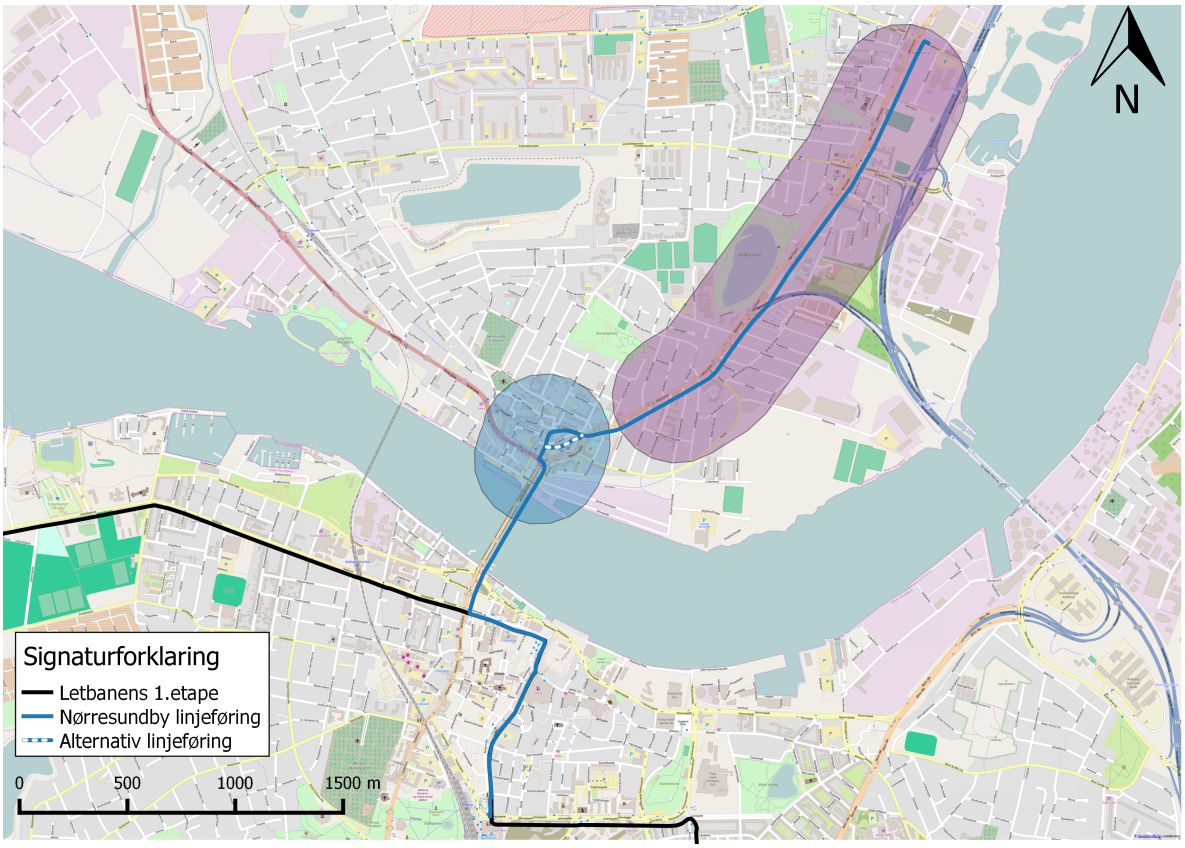
På baggrund af korridoranalysen og de tre udvalgte korridorer i kapitel 7 vil der i dette kapitel blive udarbejdet tre linjeføringer i korridorerne. Linjeføringerne er udført med udgangspunkt i samme principper, som har været anvendt for første etape af Aalborg letbane. Det første princip er, at linjeføringerne skal så vidt muligt placeres langs veje der har et tværprofil, som tillader et midterlagt tracé, med mulighed for adskillelse af letbanen og den øvrige trafik. Det andet princip er, at krydsninger af letbanen kun må ske i signalregulerede kryds, hvilket primært gøres af sikkerhedsmæssige årsager. Placeringen af linjeføringerne skal derfor ske under hensyntagen til øvrige trafikantgrupper og indvirkningen på det omkringliggende vejnet. Disse principper sikre ensartethed og linjeføringer af høj kvalitet.

Letbanens indvirkning på trafikken afhænger bl.a. af tracétypen og placering på vejarealet. Der vil primært blive anvendt et særskilt midterlagt tracé, hvilket også er anvendt mest for første etape, hvor den fysiske indpasning tillader det. For den biltrafikken vil letbanen betyde inddragelse af trafikareal, nedsættelse af vejkapacitet og kørselsrestriktioner. Det forsøges i størst mulig omfang at undgå stærkt trafikerede områder af vejnettet, hvilket dog ikke kan undgås fuldstændig, da letbanen følger nogle af byens store trafikveje. Valg af tracétype, fysisk indpasning af tracéet, ændringer af busnettet og konsekvenser for den øvrige trafik vil blive gennemgået i kapitel 9 *Trafikale konsekvenser* og kapitel 11 *Fysisk indpasning*.

Letbaneprojekter er stationære højklasset kollektiv forbindelser, og er derfor attraktive at placere bolig og erhverv i nærheden af. Placeringen af linjeføringerne har derfor ikke kun betydning for biltrafikken og den kollektive trafik, men også for fremtidig byudvikling i de berørte områder. Der er flere europæiske eksempler på letbaneprojekter der har tilbagebetalt investeringen, i form af andre investeringer som konsekvens af letbanen. I forbindelse med borgermødet *Letbane - infrastruktur i Aalborg i dag og i et historisk lys* blev Bergen i Norge brugt som eksempel. Letbaneprojektet i Bergen tilskrives nye investeringer som følge af letbanen med en faktor 13. Det er uden tvivl et glansbillede eksempel, men da det ikke er det eneste europæiske letbaneprojekt i en mellem stor by, der har medført nye investeringer, må det også kunne forventes i Aalborg. Som tidligere beskrevet er dette projekt primært udformet som et transportprojekt og derfor er der kun i mindre omfang taget højde for, hvor der er oplagte muligheder for byudvikling indenfor de valgte korridorer.

8.1 Nørresundby letbane

Linjeføringen for Nørresundby letbane løber mellem John F. Kennedys Plads i syd til krydset mellem Hjørringvej, Vangen og Østre Fælledvej i nord. Linjeføringen er inspireret af metrobus 1´s linjeføring, dog med inddragelse af Nørresundby Brotorv. For Nørresundby linjeføringen har projektgruppen opstillet to krav. Det første er, at letbanen skal føres over Limfjordsbroen. Det andet er, at letbanen skal omkring Nørresundby Brotorv. Linjeføringen forløber fra John F. Kennedys plads via Boulevarden, Østerågade, Ved Stranden, Borgergade, Vesterbro, over Limfjordsbroen, videre af Vesterbrogade, Brotorvet, Gammel Østergade, Østergade og Hjørringvej frem til det før omtalte kryds. Det undersøges i forbindelse med fysisk indpasning i kapitel 11, hvorvidt Skrågade er et bedre alternativ end Gammel Østergade. Linjeføringen for Nørresundby letbane fremgår af figur 8.1.



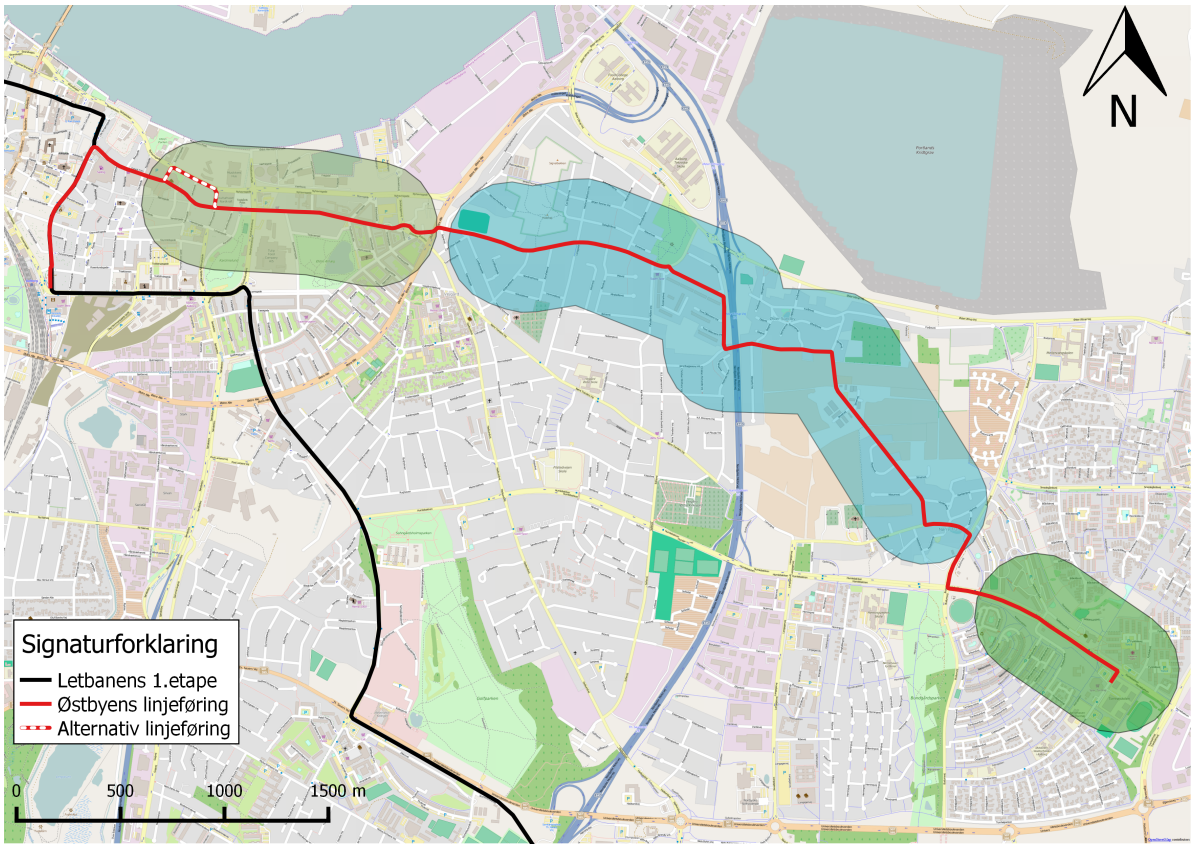
Figur 8.1: Linjeføring for Nørresundby letbane.

Linjeføringen løber igennem Aalborg midtby, Nørresundby midtby og Nørresundby øst. Aalborg midtby udgør et stort rejsemål for mange rejser, pga. detailhandlen, de kulturelle attraktioner samt de rekreative områder langs havnen. Karakteristisk for midtbyen er at trafikken på langt de fleste arealer foregår på fodgængere og cyklisters premisser, hvilket betyder at fremkommeligheden for biltrafikken ikke er første prioritet. Nørresundby midtby er arealmæssigt mindre end Aalborg midtby og har mindre detailhandel og færre kulturelle tilbud. Området omkring Limfjordsbroen og Nørresundby midtby er domineret af store trafikveje med meget trafik, men har i løbet

af de sidste år oplevet byudvikling langs Nørresundby havnefront. Der foreligger planer om, at udvikle flere af havnearealerne, hvorved der kan opstå flere attraktioner, der i fremtiden vil generere flere ture til byområdet. I den forbindelse anses Nørresundby Brotorv som et oplagt knudepunkt for den kollektive trafik. Nørresundby øst består primært af parcelhuskvarterer forbundet af mindre lokalveje, som fører ud til Østergade og Hjørringvej. I den nordlige del af korridoren ligger en række ubenyttede grunde, hvor der i fremtiden ville være god mulighed for både by- og erhvervsudvikling.

8.2 Østbyens letbane

Linjeføringen for østbyens letbane løber mellem John F. Kennedys Plads og Tornhøjcenteret. Linjeføringen er inspireret af buslinje 17, med ændringer af forløbet i midtbyen og den østlige ende af linjeføringen. Det er stillet som et krav i projektet, at linjeføringen føres under Medborgerhuset, hvilket er valgt fordi en højklasset forbindelse mellem gågademiljøet og de mange kulturelle tilbud såsom Nordkraft og Musikkenshus på østsiden af Medborgerhuset vil skabe nem og hurtig adgang. Linjeføringen benytter første etapes skinner frem til Nytorv, hvorefter den forsætter ad Nytorv, under Medborgerhuset og videre af Østerbro, Øster Alle, Øster Sundby Vej, H. C. Andersens Vej, Tove Ditlevsens Vej, under motorvejen via Jens Baggesens Vej, Aftensvej, Struervej, Lemvigvej, Budumvej og Humlebakken frem til Tornhøjvej, hvor letbanen har endestation. Letbanens linjeføring fremgår af figur 8.2.

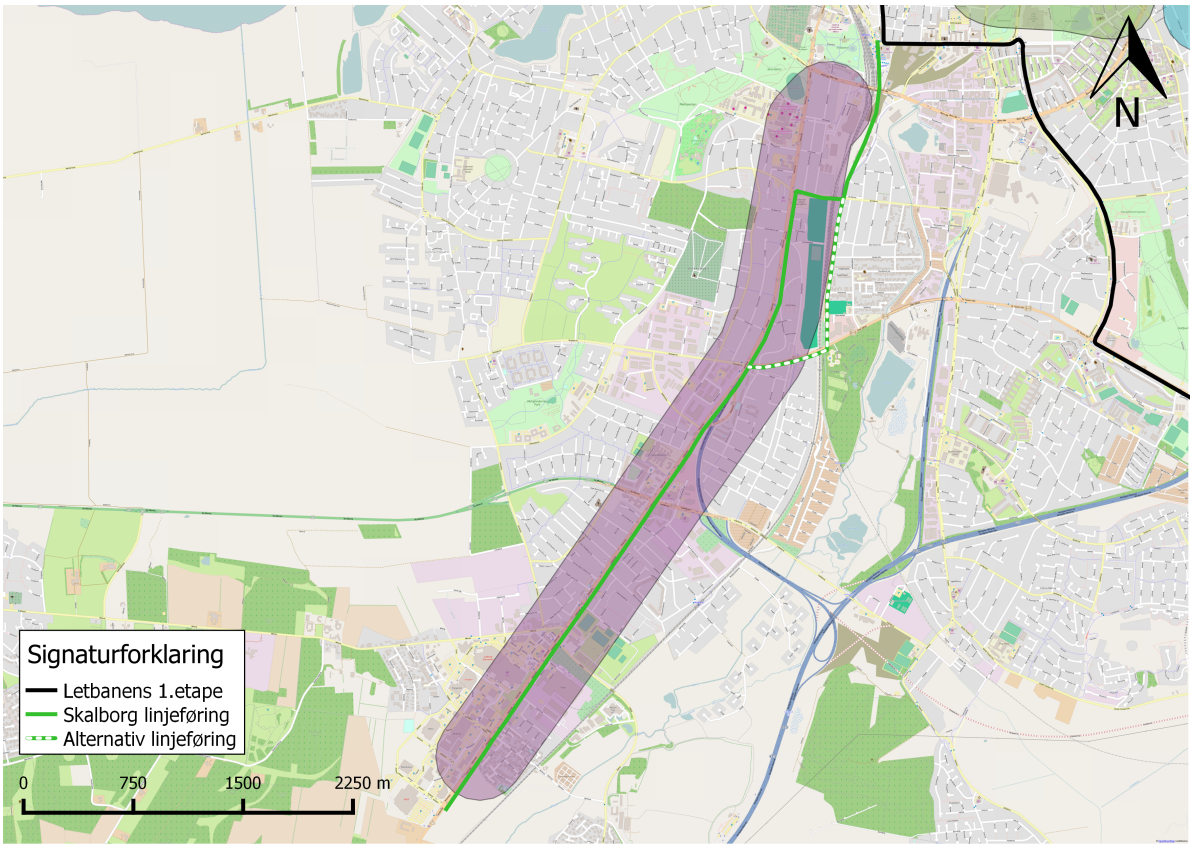


Figur 8.2: Linjeføring for Østbyens letbane.

Letbanen til Aalborg øst har et forløb igennem Aalborg midtby, Øgadekvarteret, Vejgaard og Østbyen. Øgadekvarteret er et område med mange etageboliger og en stor andel unge indbyggere, hvilket gør området velegnet til en højklasset kollektiv trafikløsning. Aalborgs første letbaneetape har linjeføring langs den vestlige grænse af Øgadekvarteret, hvor letbanen til Aalborg øst forløber tæt på havnefronten, i den nordlige del af bydelen. Området er præget af enkelte trafikvej og mange lokalveje, hvor der ikke er store trafikmængder, hvilket giver gode forhold for bløde trafikanter. Der er planlagt byudvikling langs havnefronten, der når færdig udbygget vil bidrage til passagergrundlaget for linjeføringen gennem dette område. Vejgaard området er en gammel forstad, der igennem årene er vokset sammen med Aalborg. Området består af en blanding af parcelhuse og etagebyggeri højest til 3. etage, derudover har bydelen sit eget handelsområde, hvor der er flere dagligvarehuse og en hovedgade med adskillige detailbutikker. Hadsundvej er den primære trafikvej i området, der giver adgang til Øster Alle i nord og Humlebakken i syd, på de øvrige lokaleveje er der hovedsagligt kun bolig relaterede trafik, hvorfor der ikke optræder nogen større trafikmængder. Byudviklingspotentialet er ikke stort, da området er tæt bebyggede og der er ingen større planer fra kommunal side, derfor forventes der ikke at ske nogen større byudvikling. Den sidste bydel er Østbyen, hvor der fra kommunal side arbejdes massivt med at udvikle bydelen til et mere attraktivt område, da området igennem en årrække ikke har haft det bedste omdømme. Bydelen bærer præget af efterkrigstids byggeri samt etage- og parcelhusbyggeri fra 60'erne og 70'erne. Det varierer meget indenfor bydelen hvor tæt bebyggelsen er, og der anlagt store grønne områder. Området betjenes af få trafikveje, der giver adgang til motorvejen og andre dele af Aalborg. Dele af området i Aalborg øst er etableret efter SCAFT-princippet, der er et princip hvor konflikt muligheder mellem trafikanttyper så vidt muligt elimineres, ved at opdele trafiknettet. Derfor har alle trafikantgrupper gode forhold i området, men gør også at området kan virke dødt. En stor del af Østbyen indgår i vækstaksen, hvor Kommunen har planlagt en række større byudviklingsprojekter som f.eks. Universitetshospitalet. Derudover er der mange ubenyttede arealer i bydelen, hvilket giver god mulighed for yderligere byudvikling.

8.3 Skalborg letbane

Linjeføringen for Skalborg letbane løber mellem John F. Kennedys Plads og Stenbukken ved IKEA i syd. Linjeføringen er inspireret af metrobus 1's sydlige radial, som er en af de mest benyttede buslinjer i Aalborg. Linjeføringen starter ved John F. Kennedys Plads og forløber langs med jernbanen frem til Ny Kærvej, hvor en rampe løfter letbanen op på vejen. Derfra går linjeføringen ud på Hobrovej, hvor Hobrovej følges indtil T-krydset med Stenbukken ved IKEA. Der er i projektet stillet et krav for linjeføringen til Skalborg, om at linjeføringen føres udenom krydset mellem Vesterbro, Hobrovej, Øster Alle og Kong Christians Alle. Formålet med kravet er, at undgå at belastet krydset yderligere, krydset oplever allerede på nuværende tidspunkt kødannelse i myldertiden, hvorfor det vurderes uhensigtsmæssigt yderligere at nedsætte kapaciteten. Linjeføringen for letbanen til Skalborg fremgår på figur 8.3.



Figur 8.3: Linjeføring for Skalborg letbane.

Linjeføringen betyder at letbanen løber igennem vest delen af Kærby. Kærby grænser op til midtbyens sydligste del ved Godsbanearealet, og afgrænses af motorvejen i syd. Kærby består primært af villakvarterer samt natur og rekreative områder. Området oplever stor barrieeffekt da jernbanen løber tværs igennem området. De største veje er Over Kæret og Ny Kærvej der begge har tilslutning til Hobrovej og Sønderbro. Naturen i den sydlige del af Kærby ønskes bevaret, hvorfor byudviklingspotentialet primært ligger i fortætning af Håndværkerkvarteret. Bydelen Skalborg befinder sig i den sydlige udkant af Aalborg. Bydelen består af villakvarterer, enkelte etageboliger og store områder med detailhandel. City Syd i Skalborg er et stort moderne handelsområde, med mange store varehuse. De største udviklingsmuligheder i området er forbundet med udviklingen af handelsområdet, som forventes at blive endnu mere attraktivt i forbindelse med etableringen af en letbane. Indkildevej, Ny Nibevej og Hobrovej er de største trafikveje i området, og giver gode forbindelsesmuligheder for biltrafikken til både motorvejsnettet og Aalborg Centrum.

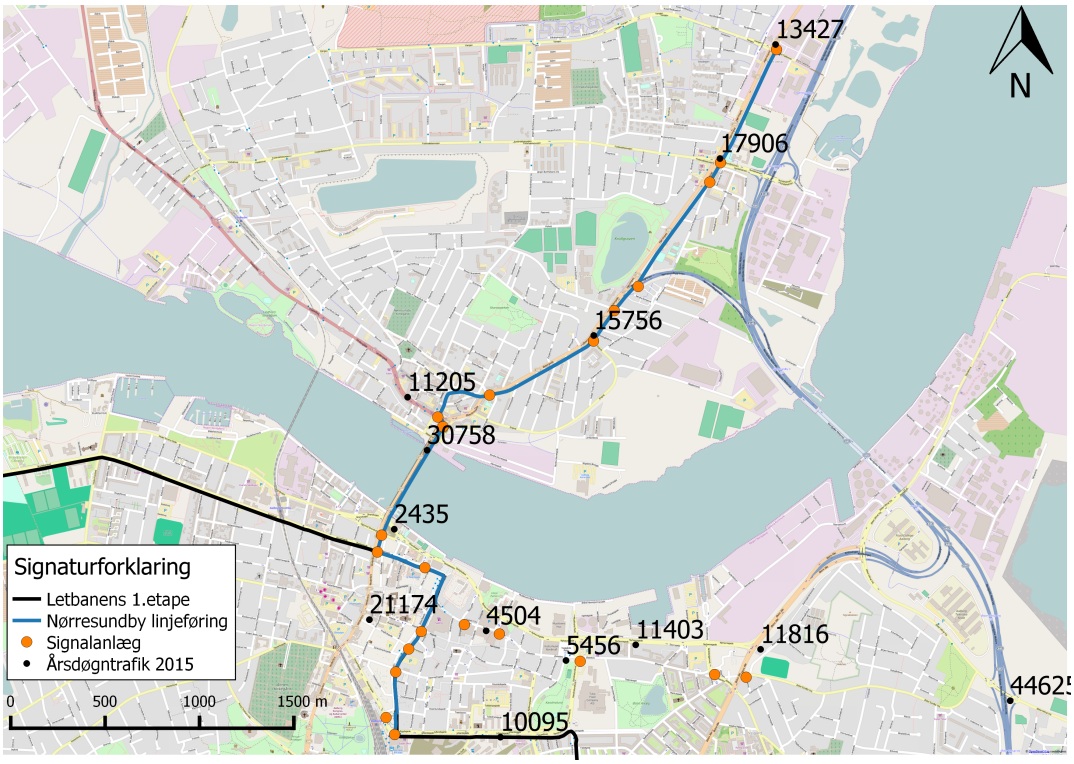
9 Trafikale konsekvenser

I dette kapitel vil de trafikale konsekvenser i forbindelse med implementering af videre letbaneetaper i Aalborg blive beskrevet. Letbanen vil få konsekvenser for de øvrige trafikgrupper, hvor især biltrafikken og bustrafikken vil blive påvirket af letbanen. Letbanens tracé og regler for krydsning heraf vil udgør en fysisk barriere for biltrafikken, hvilket vil besværliggør krydsning af tracéet. Bustrafikken vil blive påvirket i forhold til rejsetid på de veje, hvor der opstår merkørsel, som konsekvens af letbanen. Samtidig prioriteres letbanen over busser i kryds, hvor begge optræder, hvorved den nuværende effekt ved busprioritering i signalanlæg mindskes. Busnettet vil desuden blive omlagt eller reduceret i frekvens på de linjer, som har paralleldrift med letbanen.

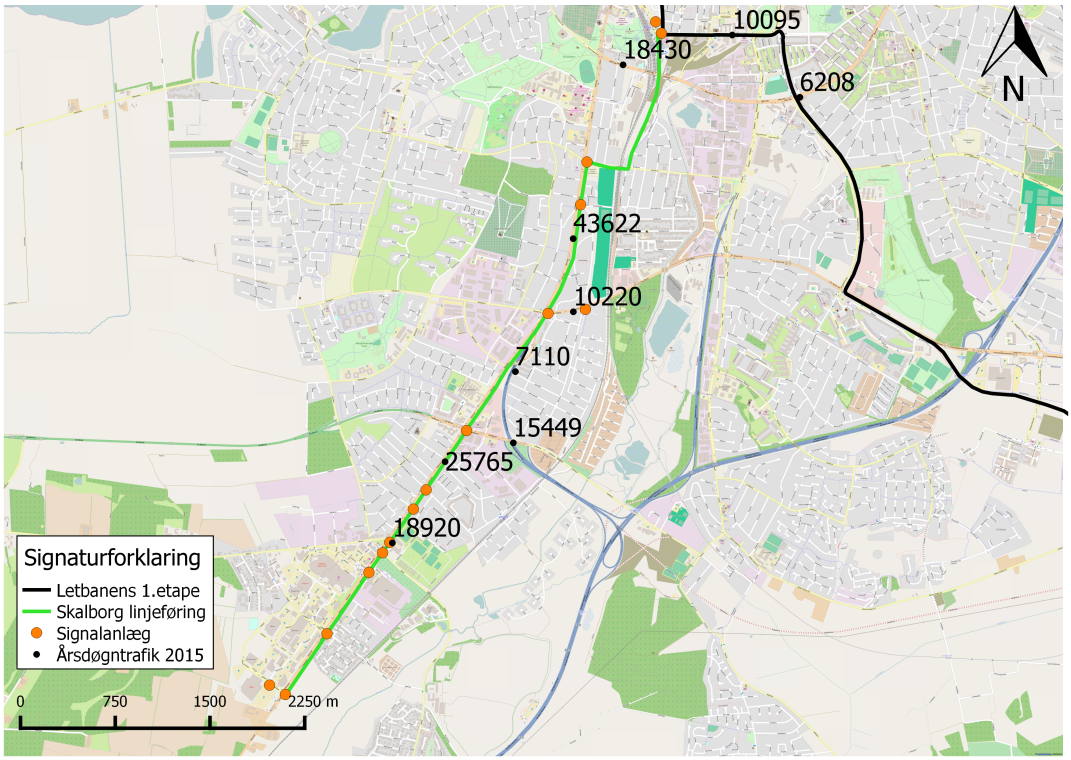
9.1 Biltrafikken

Etableringen af nye letbaneetaper vil betyder ændringer i vejnettet og specielt ændringer for biltrafikken, hvor ændringerne skyldes den fysiske barriere letbanen udgør. Letbanetracéet udformes af hensyn til trafiksikkerheden og letbanens fremkommelighed således, at det kun er muligt at krydse tracéet i signalregulerede kryds. Det betyder merkørsel for de bilister, som skal foretage et venstresving ud fra en sidevej eller fra primærvej ind på en sidevej. For bilisterne er merkørslen en ulempe, der vil øge deres rejsetid og brændstofforbrug, til gengæld vil merkørslen være en fordel for letbanen, der vil fremstå mere attraktiv i forhold til bilen.

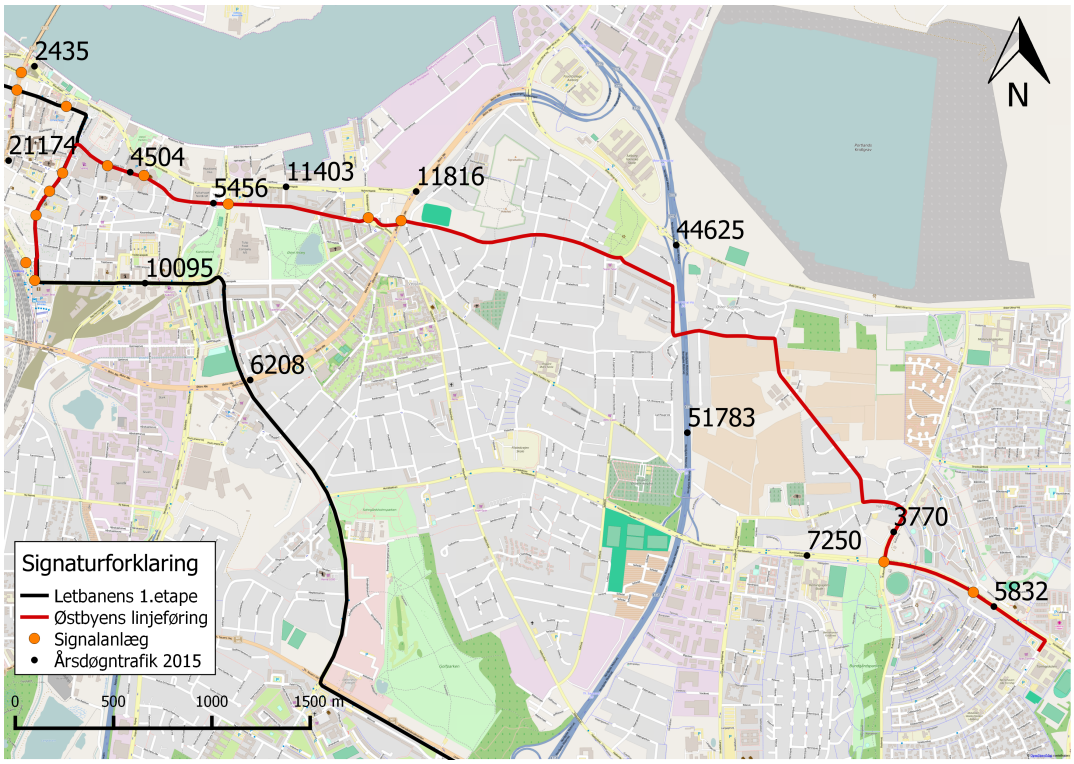
På figur 9.1, 9.2 og 9.3 ses de tre letbane linjeføringer med årsdøgntrafikken på det omkringliggende vejnet, samt placering af eksisterende signalregulerede kryds. Lukning af sideveje ud til letbanen er undladt, dette er gjort da det ikke er vurderet nødvendigt. Lukninger af sidevej vil betyde, at der ikke er mulighed for højre ind- og udkørsel, hvilket ikke kun vil betyde merkørsel for de svingende bilister, men også belaste de signalregulerede kryds unødvendigt. Hvis der opstår trafikale problemer i fremtiden som konsekvens af trafik fra en sideveje, skal dette selvfølgelig løses, hvor lukning af sideveje er en oplagt mulighed.
Lukning af sideveje vil mindske den krydsende biltrafik af cykelstier, hvilket vil forbedre trafiksikkerheden og forholdene for cyklister. Det har ikke været muligt at fremskaffe trafiktællinger for sidevejene, hvorfor det ikke har været muligt at bestemme størrelserne på flytningerne fra sidevejene. Normalt ville flytningerne bestemmes med en trafikmodel, der tager højde for trafikmængderne på de omkringliggende veje og rejsetiderne i forhold til rutevalg. I stedet antages det i dette projekt, at bilisterne vil vælge den hurtigste rute, hvilket i de fleste tilfælde vil betyde det nærmeste signalregulerede kryds. Det må forventes at hvis flytningerne medfører større forsinkelser i nogle kryds, vil bilister finde alternative og mindre trafikerede ruter, hvorved trafikken delvis bliver selvregulerende.



Figur 9.1: Letbanens linjeføring til Nørresundby med vejnettets ÅDT og placering af eksisterende signalregulerde kryds.



Figur 9.2: Letbanens linjeføring til Skalborg med vejnettets ÅDT og placering af eksisterende signalregulerde kryds.



Figur 9.3: Letbanens linjeføring til Aalborg øst med vejnettets ÅDT og placering af eksisterende signalregulerde kryds.

9.2 Busnettet

I forbindelse med etablering af første letbaneetape er der lavet ændringer i busnettet. Der vil i dette afsnit blive taget udgangspunkt i busnettet beskrevet i *Aalborg busnet 2025* i afsnit 6.2 på side 38.

Der vil i forbindelse med etablering af videre letbaneetaper ske yderligere ændringer i busnettet. I nedenstående afsnit gennemgås ændringsforslag for busnettet i forbindelse med etablering af, hver af de videre letbaneforbindelser. Ændringerne består af omlægninger, sammenlægninger eller reduktion i frekvens af afgange, med et mål om at opretholde eller forbedre det nuværende serviceniveau. Ændringer for busnettet er lavet i det umiddelbare busnet omkring de videre letbane linjeføringer, og er opdelt så hver videre letbaneetape ses som en individuel udbygning af letbanesystemet. Det betyder, at der f.eks. for letbanen til Nørresundby kun er lavet ændringer i busnettet i den korridor, som ligger nord for Aalborg Busterminal. Alle buslinjerne er delt op i enkelt radialer med Busterminalen som et endepunkt.

Ændringerne af busnettet i forbindelse med videre letbaneetaper er ikke kun relevant for det fremtidige serviceniveau i den kollektive trafik, men indgår også i driftsøkonomien i form af besparelser i busdriften. Beslutningen om kun, at lave mindre ændringer i busnettet vil betyde, at besparelserne på busdriften bliver forholdsvis små. Ændringerne i busnettet er foretaget ud fra overvejelser om antallet af passagerer på delstrækninger, påstigerer og afstigere samt hvor stor afstand der er til andre kollektive trafik tilbud.

Nørresundby
Nørresundby bliver i 2025 betjent af buslinje 12, 13 og 17 samt metrobus 1 og 6. Letbanen etableres langs metrobus 1's linje og erstatter bussen på strækningen mellem Aalborg Busterminal og Østre Fælledvej, hvorefter de eksisterende forgreninger af metrobus 1 forsætter som i scenariet uden letbanen. Der vil derfor være behov for omstigninger for de resterende forgreninger af metrobus 1 til letbanen. Dette vil ske i endepunktet af letbanelinjen, hvor der etableres en omstigningsterminal. Ændringerne i busnettet består af en kombination af buslinje 13 og 17, der kombineres til en ny buslinje kaldet ny linje 13. Den nye buslinje 13 køre en 50/50 fordeling til Vikingevej og Løveparken. Ændringerne ser ud som følgende.

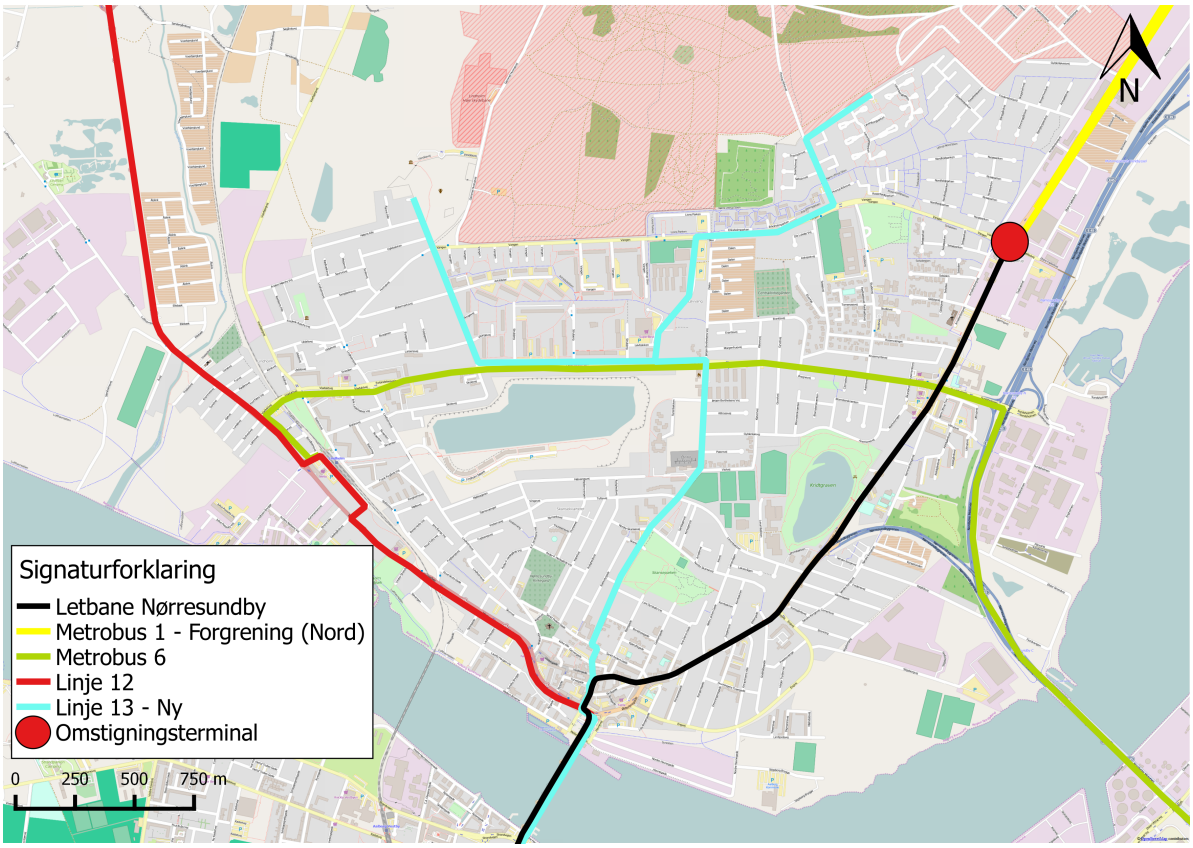
- Metrobus 1: Erstattes af Nørresundby letbane på strækningen Aalborg Busterminal - Østre Fælledvej.
- Metrobus 1's forgreninger: Kører fra opland til omstigningsterminal på Østre Fælledvej.
- Linje 13: Omlægges til ny linje 13.
- Linje 17: Omlægges til ny linje 13.
- Ny linje 13: Aalborg Busterminal - Vikingevej/Løveparken.

Af tabel 9.1 fremgår frekvenserne for Nørresundby letbane og ny linje 13.

Linje	Strækning	Myldretid	Dagtimer	Aften/Weekend
Nørresundby letbane	Aalborg Bust. - ØF	10	8	4
Ny linje 13	Aalborg Bust. - VV/LP	6/6	4/4	2/2

Tabel 9.1: Frekvenser for Nørresundby letbane og ny linje 13. Anvendte forkortelser: ØF (Østre Fælledvej), VV (Vikingevej), LP (Løveparken).

Linje 13 nedlægges. Passagererne herfra vil i fremtiden have mulighed for, at benytte bus linje 12 eller nærbanen. Linje 17 bliver også nedlagt, men linjeføringen for den nye linje 13 er stort set identisk, dog med et opsplit af endestationer, hvorved linjen opnår bedre dækning af området. Af figur 9.4 ses det ændrede busnet.



Figur 9.4: Rutenet for Nørresundby med letbane.

Skalborg

Den kollektive korridor mod Skalborg betjenes i 2025 af metrobus 1, metrobus 5, buslinje 11, 14 og 16. Letbanen erstatter metrobus 1 på strækningen fra Aalborg Busterminal og frem til krydset IKEA/Stenbukken. Ligesom i Nørresundby scenariet forsætter forgreningerne af metrobus 1 med at betjene oplandsområderne, hvilket betyder at der ligeledes skal etableres en omstigningsterminal ved endestationen af letbanen. Ændringerne i busnettet består udover erstatningen af metrobus 1 også af en forkortelse af buslinje 16. Linje 16 forkortes, så den har sidste stop ved Skalborg station, i stedet for City Syd.

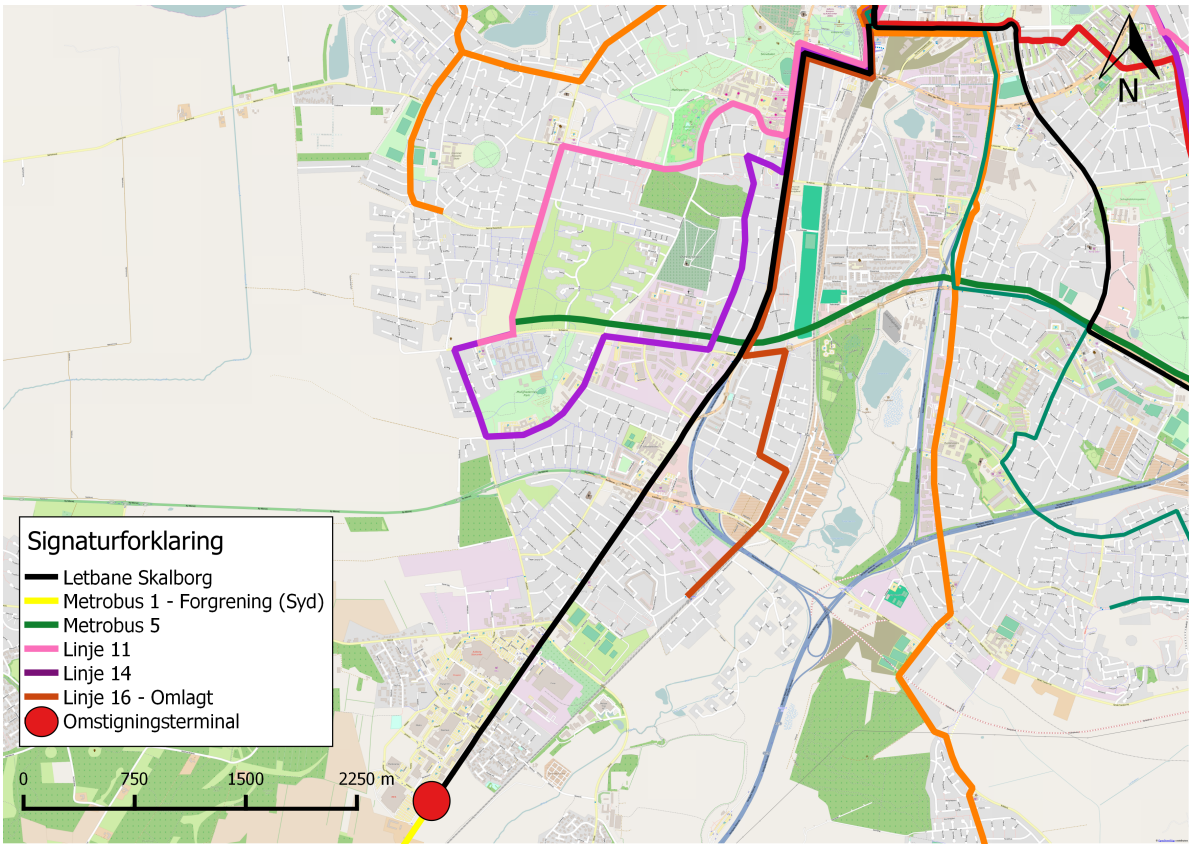
- Skalborg letbane: Aalborg Busterminal - IKEA/Stenbukken.
- Linje 16: Forkortes fra City syd til Skalborg Station.
- Metrobus 1 forgreninger: IKEA/Stenbukken - Oprindelige endestationer.

Af nedstående tabel 9.2 fremgår frekvensen på Skalborg letbanen og den forkortede linje 16.

Linje	Strækning	Myldretid	Dagtimer	Aften/Weekend
Skalborg letbane	Aalborg Bust. - IKEA	10	8	4
Linje 16	Aalborg Bust. - Skalborg St.	4	2	2

Tabel 9.2: Frekvens på letbane og buslinje 16 til Skalborg.

På figur 9.5 ses det ændrede busnet.



Figur 9.5: Rutenet for Skalborg med letbane

Aalborg øst

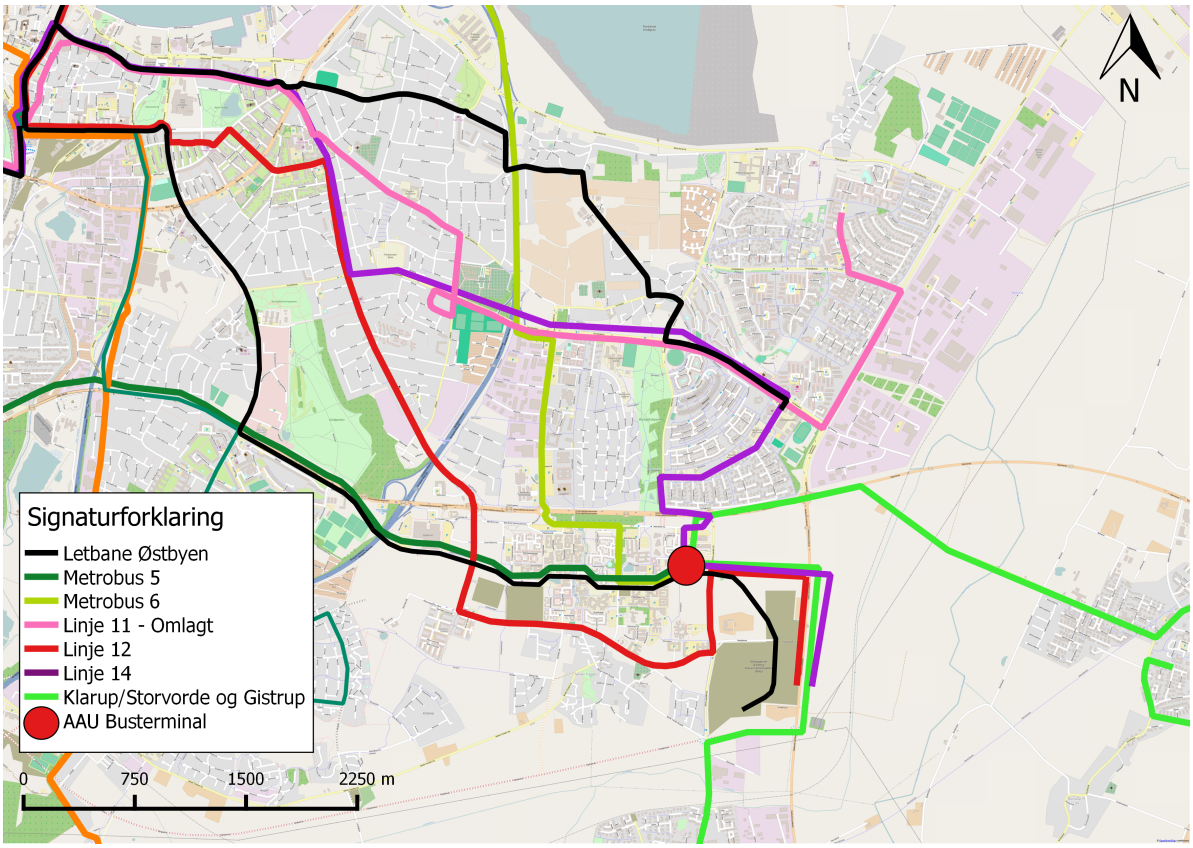
Aalborg øst korridoren betjenes af metrobus 5, 6, buslinje 11, 12, 14 og 17 samt letbanens første etape. Letbanen til Aalborg øst erstatter buslinje 17, med en mindre ændring af ruten. Buslinje 17 kører fra Aalborg Busterminal til Saltumvej, for letbanen ændres endestationen fra Saltumvej til Tornhøjvej. Buslinje 11 omlægges fra endestationen på Skallerupvej til linje 17´s originale endestation på Saltumvej. Det betyder at der ikke busbetjening på Skallerupvej mere, i stedet er stoppestedet flyttet til Saltumvej. Der er gode stiforbindelser i området, hvorfor det vurderes at der stadig er god dækning af området. Det ændret busnet fremgår af figur 9.6

- Østbyens letbane: Aalborg Busterminal - Tornhøjvej (Tornhøjcenteret).
- Linje 11: Omlægges fra Øster Uttrupvej og Skallerupvej til Smedegårdsvej og Saltumvej.
- Linje 17: Erstattes af letbanen.

Af nedstående tabel 9.3 fremgår frekvensen af letbanen til Aalborg øst og den omlagte linje 11.

Linje	Strækning	Myldretid	Dagtimer	Aften/Weekend
Østbyens letbane	Aalborg Bust. - Tornhøjcentret	10	8	4
Linje 11	Aalborg Bust. - Saltumvej	6	4	2

Tabel 9.3: Frekvens på letbane og buslinjer til Aalborg øst.



Figur 9.6: Rutenet for Østbyen med letbane

10 Passagergrundlag

I følgende kapitel er der beregnet tre passagergrundlag for hver af de tre udvalgte linjeføringer, samt den allerede vedtagede første letbaneetape. De tre passagergrundlag er beregnet ud fra forskellige metoder, som anvender forskellige turfaktorer. Første letbaneetape indgår udelukkende i beregningerne som et sammenligningsgrundlag. I den forbindelse er der udført en ekstraberegning for at forklare uoverensstemmelser mellem passagergrundlaget i denne rapport og passagergrundlaget i Udredningsrapporten for første etape. Formålet med passagergrundlagene er at estimere, passagerantallet for hver af de tre linjeføringer i 2025.

Det første passagergrundlag (simpel metode) er beregnet ud fra indbyggertal og turfaktor, med de fremskrivningsværdier, der er beskrevet i afnittet *Fremskrivningsfaktorer* kapitel 6.1 på side 37. Det andet og tredje passagergrundlag (Cameo-passagergrundlag) er lavet på baggrund af alders- og indkomstfordeling af Aalborgs indbyggere fra Cameoanalysen. Der tages udgangspunkt i turfaktoren for brugen af kollektiv trafik ud fra alders- og indkomstfordeling.

10.1 Passagergrundlag - simpel metode

Passagergrundlaget er beregnet ud fra indbyggertallet indenfor en bufferzone på 300 meter fra letbaneetaperne. Indbyggertallet er fremskrevet med 0,858 %, i overensstemmelse med Aalborg Kommunes indbyggerprognose. Turfaktoren på 0,17 ture med kollektiv trafik pr. dag fremgår af *Hvem benytter den kollektive trafik* i afsnit 5.1.2 på side 24. Der er foretaget en kontrol af denne turfaktor, ved en lokal beregning for Aalborg vestby. Resultatet af kontrollen stemmer overens med den anvendte turfaktor fra DTU Transport. Kontrolberegningen fremgår af bilag D.

For passagergrundlagene er der anvendt en skinnefaktoren på 25 %. Størrelsen på skinnefaktoren er i overensstemmelse med andre danske letbaneprojekter. Som beskrevet i *Fremskrivningsfaktorer* i afsnit 6.1 på side 37 fremskrives ture pr. dag i den kollektive trafik med 2 % pr. år frem til 2025. Til passagergrundlaget tillægges et omstigningstillæg, for at inkludere de rejsende, der benytter dobbelt radialen, men som vil blive påtvunget en omstigning fra bus til letbane efter letbanens etablering. Omstigningstillægget er beregnet ud fra passagertællingerne for busserne, og fremgår af bilag C. Det simple passagergrundlag er beregnede ved brug af følgende ligning:

$$Passagergrundlag = F_i \cdot T_f \cdot S_f \cdot F_k + O_{fb}$$

Hvor:
F_i = Fremskrevet indbyggere
T_f = Turfaktor
S_f = Skinnefaktor
F_k = 2 % årlig fremskrivning af kollektiv trafik fra 2014 til 2025
O_{fb} = Omstigningningstillæg fra bus

Passagergrundlagene, som er beregnet ved brug af den simple metode fremgår af tabel 10.1. Beregning fremgår af bilag E.

	1. etape	Skalborg	Nørresundby	Østbyen
Indbyggere (2014)	30.614	8.491	16.178	19.269
Fremskrevet indbyggere (2025)	33.631	9.328	17.772	21.168
Turfaktor (Ture pr. dag)	0,17	0,17	0,17	0,17
Skinnefaktor	1,25	1,25	1,25	1,25
Fremskrivning kollektiv	1,243	1,243	1,243	1,243
Ture pr. dag (2025)	8.886	2.465	4.696	5.593
Ture pr. uge (2025)	62.202	17.255	32.872	39.151
Omstigninger pr. dag (2025)	-	3.057	3.712	554
Omstigninger pr. uge (2025)	-	21.399	25.984	3.878
Samlet antal ture pr. dag	8.886	5.522	8.408	6.147
Samlet antal ture pr. uge	62.202	38.654	58.856	43.029

Tabel 10.1: Passagergrundlag beregnet ved simpel metode.

Passagergrundlaget i Udredningsrapporten er beregnet vha. en trafikmodel, der ikke har været tilgængelig i dette projekt. Passagergrundlaget i Udredningsrapporten er beregnet til 25.700 ture pr. døgn, hvilket er væsentligt mere end resultatet af den simple metode på 8.886 ture pr. døgn. For at redegøre for den store afvigelse af resultaterne er der foretaget en ekstra beregning af første etape, hvor der er anvendt højere faktorer for at reproducere resultatet i Udredningsrapporten.

Forskellen i passagergrundlaget er dog ikke anset for værende et problem, da resultatet i Udredningsrapporten vurderes, at være overestimeret. Faktorerne er opjusteret i ekstra beregningen, for at reproducere resultatet fra Udredningsrapporten. Ud fra de udførte beregninger og antagelser er forholdet imellem letbanelinjeføringerne stadig intakt. Der vil i ekstra beregning blive forsøgt redegjort for, tilblivelsen af den store uoverensstemmelser i passagergrundlaget.

Ekstra beregning af passagergrundlag for første etape

Ekstra beregningen af passagergrundlaget er udelukkende udført for at belyse, hvilke antagelser der skal til for, at genskabe et passagergrundlag i samme størrelsesorden som i Udredningsrapporten.

I beregningen er bufferzonen ændret fra 300 til 550 meter, hvorved antallet af indbyggere, der indgår i beregningen stiger fra 30.614 til 42.912. Dernæst forhøjes turfaktoren fra 0,17 til 0,23 ture pr. dag pr. person, hvilket er tilsvarende turfaktoren i Århus. Ændringen af turfaktoren betyder i realiteten, at indbyggerne i Aalborg benytter den kollektive trafik mere, end hvad tilfældet reelt er i dag. Sidst ændres fremskrivningsfaktoren fra 2 % til 5,3 %. Passagergrundlaget bliver da 23.919 ture pr. døgn, hvilket er forholdsvis tæt på de 25.700 ture pr. døgn som er resultatet i Udredningsrapporten. I ekstra beregningen er der ikke tillagt et omstigningstillæg, hvilket forventes at kunne give de resterende passagerer. Resultatet af ekstraberegningen fremgår af tabel 10.2, og er beregnet vha. samme ligning som *Passagergrundlag - simpel metode*.

	1. etape
Indbyggere (2014)	42.912
Fremskrevet indbyggere (2025)	47.140
Turfaktor (Ture pr. dag)	0,23
Skinnefaktor	1,25
Fremskrivning kollektiv	1,765
Samlet antal ture pr. dag	23.919
Samlet antal ture pr. uge	167.433

Tabel 10.2: Faktorer anvendt i ekstra beregningen.

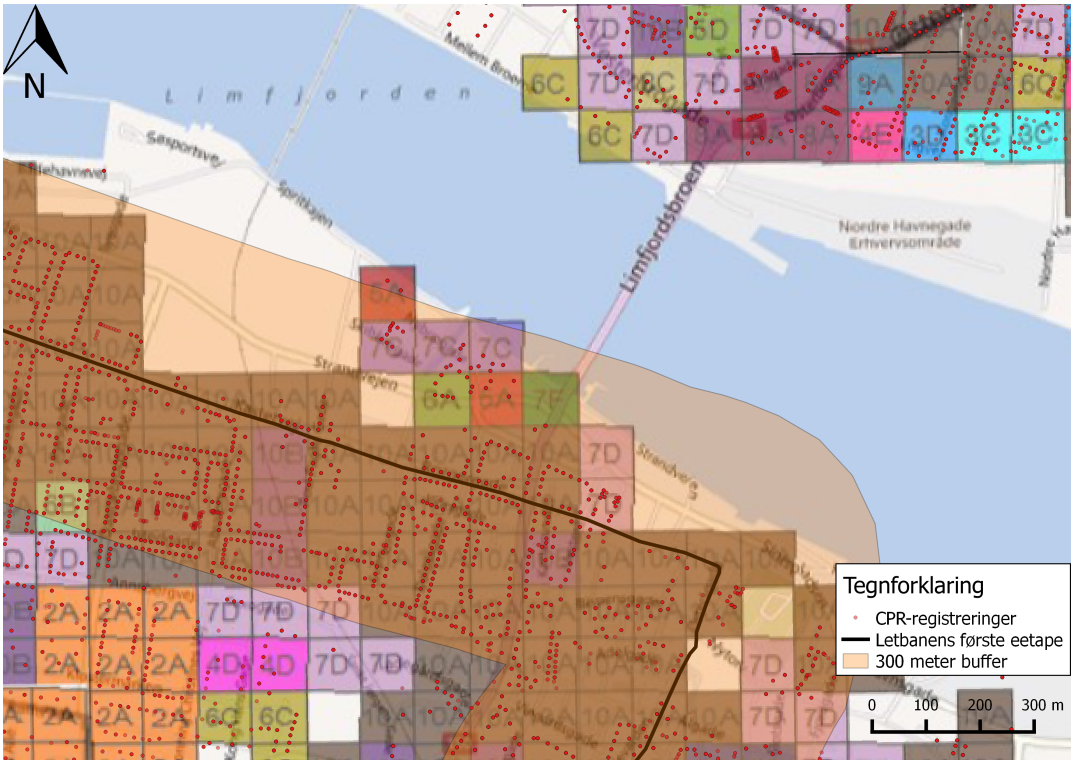
Faktorerne anvendt i ekstra beregningen vurderes at være meget optimistisk, hvorved passagergrundlaget vurderes at være overestimeret. Der forsættes derfor med de i rapporten anvendte faktorer.

10.2 Cameo-passagergrundlag

De to Cameo-passagergrundlag er udført for at have et sammenligningsgrundlag for resultaterne fra *Passagergrundlag - simpel metode*. Cameo-beregningerne er lavet på baggrund af andre turfaktorer og ud fra en udvidet af metode. Der er med udgangspunkt i Cameo-analysen beregnet to passagergrundlag, som begge har til formål at belyse, hvilken letbaneetape, som har det største passagergrundlag. Fordelen ved Cameo-metoden er, at den tager højde for befolkningssammensætningen langs letbanelinjeføringerne, hvilket giver et mere detaljeret passagergrundlag end den simple metode. Forskellen på de to Cameo-passagergrundlag er, at de er baseret på to forskellige turfaktorer gældende for hhv. alders- og indkomstfordeling, og disse faktorers sammenhæng med brugen af kollektiv trafik. Turfaktorerne fremgår af tabel 5.1 og 5.2 på side 26.

Alders- og indkomstfordelingen for indbyggerne i de forskellige Cameo-celler fremgår af NN Markedsdata [NN Markedsdata, 2014] hvori karakteristikkerne for husstandsklas-

sifikationerne beskrives, og antallet af indbyggere i hver celle stammer fra CPR-data. Ved at anvende antallet af indbyggere, som optræder indenfor letbanebufferen og i Cameo-cellerne, beregnes det forventede passagergrundlag for letbaneetaperne. Indbyggerne er fremskrevet på samme måde som i *Passagergrundlag - simpel metode*. Registreringen af indbyggere er udført ved brug af QGIS, hvor Cameo-analysens husstandsklassifikation er indtegnet, så indbyggere indenfor både buffer og celler har været mulige at tælle. Af figur 10.1 ses, hvordan registreringen af indbyggere indenfor både bufferen og cellerne er udført.



Figur 10.1: CPR-registreringer kombineret med Cameo husstandsklassifikation og letbane bufferzone.

Passagergrundlag - Aldersfordeling

I følgende afsnit gennemgås en delberegning af passagergrundlaget, for en Cameotype-10A for Nørresundby letbane. Denne delberegning skal gentages for alle Cameotyper, der til sammen vil udgøre passagergrundlaget. De samlede beregninger af Cameo-passagergrundlagene fremgår af bilag F. I tabel 10.3 vises et eksempel på opbygningen af en delberegning for passagergrundlaget for Nørresundby letbane ud fra aldersfordeling.

Cameotype-10A Intervaller	Aldersfordeling [%]	Count	Fordeling	Turfaktor	Forventede antal ture
12-17	1	-	78	0,37	29
18-24	23,2	-	1790	0,54	967
25-34	40,4	-	3114	0,3	934
35-59	23,2	-	1790	0,17	304
60-74	6,1	-	467	0,13	61
75+	6,1	-	467	0,11	51
Samlet	100	7706	7706	-	2346

Tabel 10.3: Eksempel på beregning af forventede antal ture pr. dag fra Cameotype-10A i forhold til aldersfordeling.

I tabel 10.3 ses det forventede antal passagerer fra Cameotype-10A, som ligger indenfor 300 meter fra Nørresundby letbane. Følgende beregninger er udført for alle 37 Cameo-celletyper, hvorefter *Forventede antal ture* er summeret. Det forventede antal ture som fremgår af tabel 10.3 er ikke fremskrevet i forhold til befolkningsvækst eller vækst i kollektiv trafik. Dette tages der højde for i beregningen af passagergrundlaget som er beregnet efter følgende ligning.

$$Passagergrundlag = \sum Forventede_{ture} \cdot F_i \cdot F_k + O_{fb}$$

Hvor:
F_i = Fremskrevet indbyggere fra 2014 til 2025
F_k = 2 % årlig fremskrivning af kollektiv trafik fra 2014 til 2025
O_{fb} = Omstigningningstillæg fra bus

Ud fra ovenstående ligning er Cameo-passagergrundlaget, på baggrund af aldersfordeling beregnet. Passagergrundlaget for første etape og de tre foreslåede letbaneetaper fremgår af tabel 10.4.

	Første Etape	Skalborg	Nørresundby	Østbyen
Sum af forventede ture (2015)	7.581	1.814	4.203	4.776
Antal Ture pr. dag (2025)	10.355	2.478	5.741	6.510
Antal Ture pr. uge (2025)	72.485	17.346	40.187	45.570
Omstigningstillæg pr. uge (2025)	-	21.399	25.984	3.878
Samlet antal ture pr. uge	72.485	38.745	66.171	49.448

Tabel 10.4: Passagergrundlag beregnet ved Cameo-aldersfordeling.

Passagergrundlag - Indkomstfordeling

Ligesom for aldersfordelingen er de samme beregninger foretaget ud fra indkomstfordelingen i Cameo-cellerne. Af nedstående tabel 10.5 fremgår et beregningseksempel for passagergrundlag for Cameotype-10A på baggrund af indkomstfordeling.

Cameotype-10A Intervaller	Indkomstfordeling [%]	Count	Fordeling	Turfaktor	Forventede antal ture
Indtil 99.999	12,4	-	952	0,29	276
100.000-199.000	21,3	-	1.645	0,13	214
200.000-299.000	15,7	-	1.212	0,13	158
300.000-399.000	18	-	1.385	0,14	194
400.000-499.000	13,5	-	1.039	0,18	187
500.000-599.000	7,9	-	606	0,09	55
Over 600.000	11,2	-	866	0,10	87
Samlet	100	7706	7706	-	1170

Tabel 10.5: Eksempel på beregning af forventede antal ture fra Cameotype-10A i forhold til indkomstfordeling.

Ligesom for aldersfordelingen er indkomstfordelingen blevet summeret og fremskrevet. Passagergrundlaget på baggrund af indkomstfordelingen fremgår af tabel 10.6.

	Første Etape	Skalborg	Nørresundby	Østbyen
Sum af forventede ture (2015)	4.992	1.161	2.208	3.316
Antal Ture pr. dag (2025)	6.819	1.586	3.016	4.530
Antal Ture pr. uge (2025)	47.733	11.102	21.112	23.212
Omstigningstillæg pr. uge (2025)	-	21.399	25.984	3.878
Samlet antal ture pr. uge	47.733	32.501	47.094	27.089

Tabel 10.6: Passagergrundlag beregnet ved Cameo-indkomstfordeling.

10.3 Opsamlingsafsnit af passagergrundlag

Af tabel 10.7 er resultaterne for de forskellige beregningsmetoder opstillet, uden tillæg for omstigninger. Omstigningstillægget er undladt, da det er beregnet ud fra passagertællingen for busnettet, der ikke afhænger af beregningsmetoden.

	Første Etape	Skalborg	Nørresundby	Østbyen
Ture pr. dag (Simpel metode)	8.886	2.465	4.696	5.593
Ture pr. dag (Cameo-aldersfordeling)	10.355	2.478	5.741	6.510
Ture pr. dag (Cameo-indkomstfordeling)	6.819	1.586	3.016	3.316

Tabel 10.7: Sammenligning af passagergrundlag.

Det fremgår af tabellen at Cameo-aldersfordelingen giver det største passagergrundlag for alle linjeføringerne, efterfulgt af den simple metode og at Cameo-indkomstfordelingen

giver det laveste passagergrundlag for alle linjerne. Det var forventet at resultaterne af Cameo-passagergrundlagene var forholdsvis ens. Dette er ikke tilfældet, og den store afvigelse må derfor tilskrives fejlkilder.

Der er to mulige fejlkilder, der kan være med til at forklare afvigelsen mellem passagergrundlagene for alders- og indkomstfordeling. Den ene er, at der er en lille forskel i intervallerne som alders- og indkomstfordelingerne er opgjort efter i Transportvaneundersøgelsen og Cameo-analysen. Denne forskel vil gøre at nogle aldersgrupper og indkomstgrupper i Cameo-analysen vil være over- eller underrepræsenteret i forhold til Transportvaneundersøgelsen. Dette vil resultere i en over- eller underestimering af antallet af ture. Det skal også bemærkes, at Transportvaneundersøgelsen er fra 2014, mens Cameo-analysen er fra 2013, hvilket betyder at der kan være sket små ændringer fordelingerne imellem. Den anden mulighed er at alders- og indkomstfordelingen i Aalborg afviger fra landsgennemsnittet. En afvigelse her vil have samme betydning, hvorved passagergrundlaget vil blive fejlestimeret.

Der lægges et omstigningstillæg til passagergrundlagene, hvorvidt dette er rimligt uden at tage højde for en reduktion af antallet af omstigninger kan diskuteres. Det er normal praksis, at når en rejse påtvinges en omstigning, vil der regnes med en reduktionsfaktor. Denne reduktionsfaktor skal tage højde for de rejser, der ikke vil blive foretaget med kollektiv trafik som følge af omstigningen. Da rejsen ikke længere er attraktiv, enten grundet rejsetid eller komfort sammenlignet med alternative rejseformer f.eks. cykel eller bil. Der er valgt ikke at korrigere i omstigningstillægget med en reduktionsfaktor, dette valg bygger på at omstigningstillægget er baseret på ture der foretages nu. Der er ikke medregnet skinnetillæg til omstigningerne, hvilket vil modvirke reduktionsfaktoren.

Som beskrevet i kapitel 6 på side 37 *Aalborg 2025* er fremtidsscenarier behæftet med usikkerheder. Over en periode på ti år bør der dog ikke være så store forskelle på beregningerne som tilfældet er for det beregnede passagergrundlag i tabel 10.7 og Udredningsrapporten. Som det fremgår af *Ekstra beregning af første etape* vurderes forskellen primært, at ligge i de faktorer, som er anvendt i beregningerne. Passagergrundlaget for første letbaneetape er beregnet ved hjælp af en trafikmodel, hvorfor det er svært præcist at kortlægge, hvordan de forskellige resultater er estimeret.

Grundlæggende kan det diskuteres, hvilke faktorer som er de "rigtige", men generelt lader det til, at der er en tendens til at overestimere passagergrundlag i projekter omfattende skinnebåren trafik (jernbane, metro og letbane). Dette er bl.a. diskuteret i *Ex-Post Evaluations of Demand Forecast Accuracy: A Literature Review* [Morten Skou Nicolaisen, Patrick Arthur Driscoll, 2014], hvor det påvises at passagergrundlag ofte overestimeres for jernbaneprojekter. Derfor anses resultaterne i dette projekt for værende mest sandsynlige.

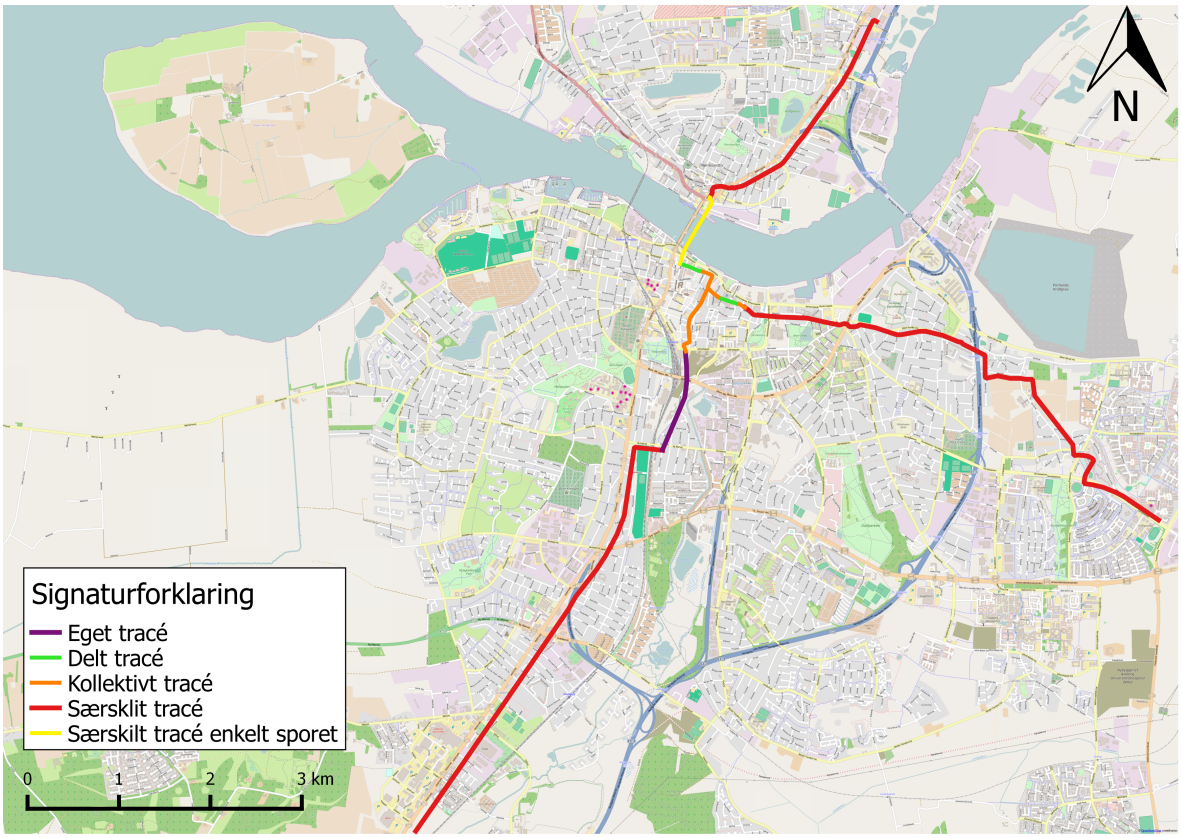
11 Fysisk indpasning

I følgende kapitel undersøges de fysiske indpasningsmuligheder for de tre valgte letbanelinjeføringer. Der er ved den fysisk indpasning af letbanens første etape valgt ikke at tage de store hensyn til trafikafviklingen, der især bliver nedprioriteret i vestbyen. Den fysiske indpasning af de tre letbanelinjeføringer er forsøgt udført med hensynstagen til den øvrige trafik, men eftersom de videre letbaneetaper er planlagt i eksisterende gaderum er restriktioner og indsnævring af kørespor uundgåeligt.

Den fysiske indpasning giver en række problemer, hvor problemerne kan deles op i to kategorier. Den ene kategori er selve den fysiske indpasning, er der plads i gaderummet til det ønskede tværprofil? Eller er det nødvendigt, at gå på kompromis med tværprofilet. Den anden kategori er, at sikre at trafikken kan afvikles i sammenspil med letbane.

Der er en problemstilling med krydsningen af Limfjordsbroen, der er kritisk for etableringen af Nørresundby letbane, hvis denne problemstilling ikke kan løses er Nørresundby letbane ikke en reel mulighed. For Skalborg og Østbyens letbane er der ikke projekt afgørende problemstilling, der ikke findes alternativer til, på samme måde som krydsningen af Limfjorden. Der er derfor kun udarbejdet et konkret løsningsforslag for krydsningen af Limfjordsbroen. På figur 11.1 ses linjeføringerne for de tre letbaner, med den ønskede tracétype.

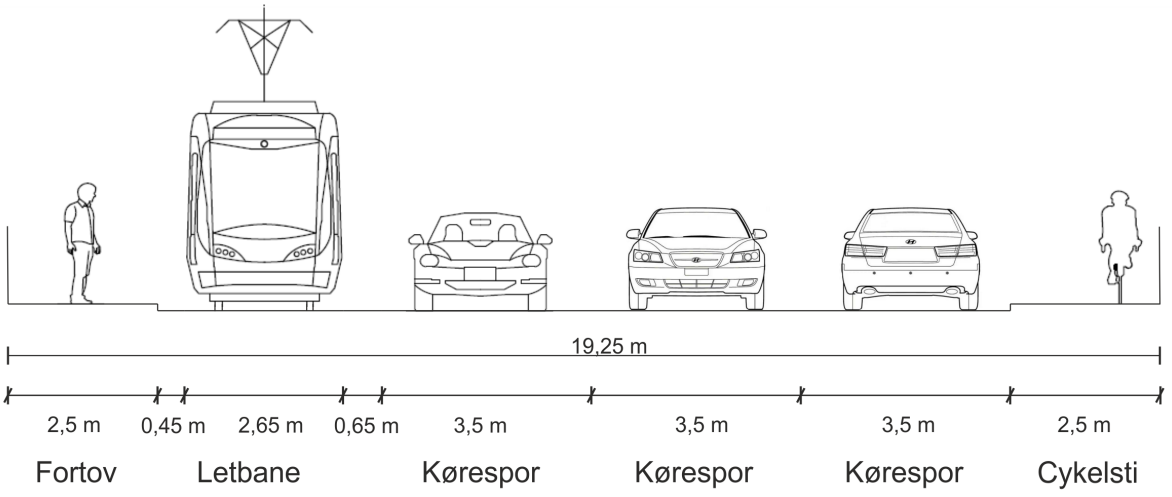
Der er foretaget fysisk inspektion af linjeføringerne, fotomateriele af kritiske punkter fra inspektionen findes i bilag G.



Figur 11.1: Tracétyper for videre letbaneetaper.

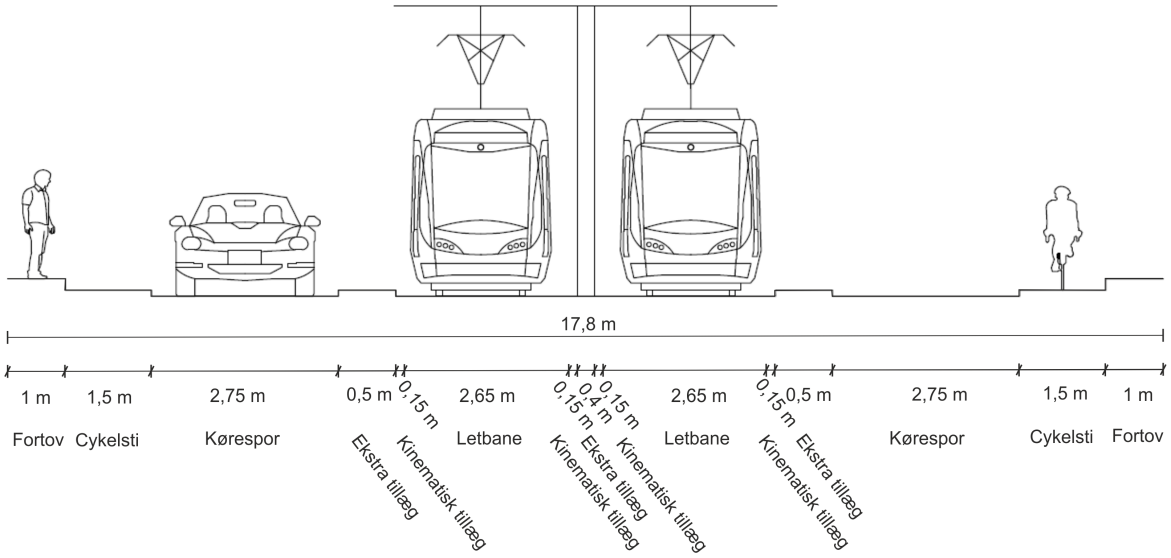
Den fysiske indpasning tager udgangspunkt i fire tværprofiler, der fremgår af de følgende figurer. Alt efter valg af tværprofil, variere den nødvendige gaderumsbredde.

På figur 11.2 ses tværprofil type A, der benyttes over Limfjordsbroen.



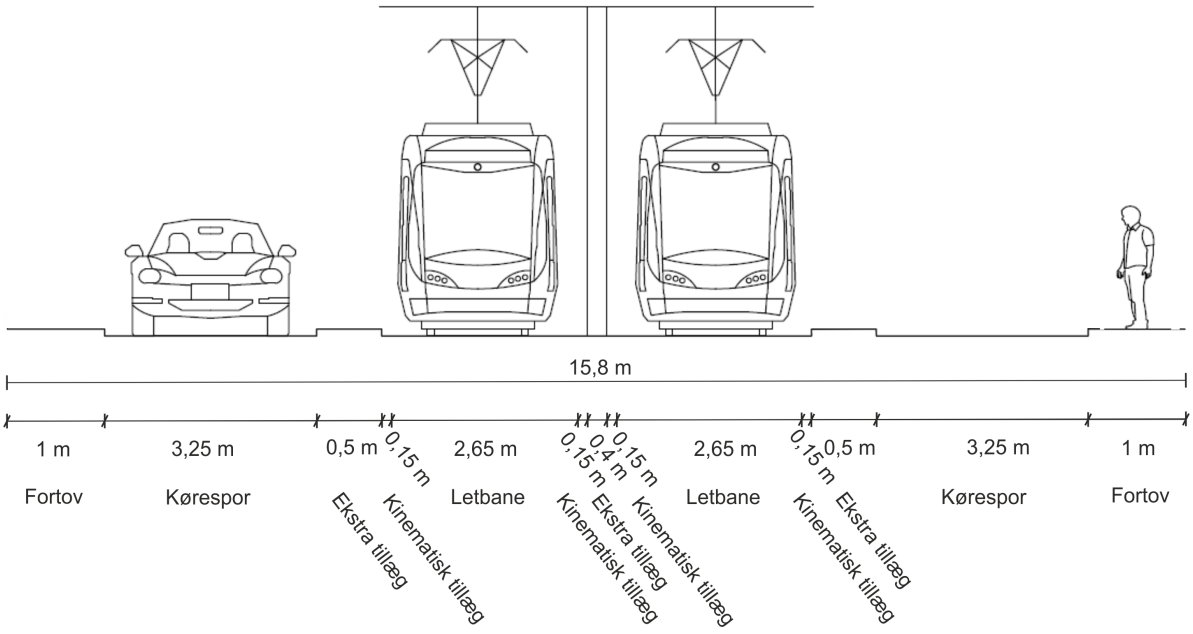
Figur 11.2: Tværprofil type A, særskilte enkeltsporet tracé.

På figur 11.3 ses tværprofil type B, særskilt tracé.



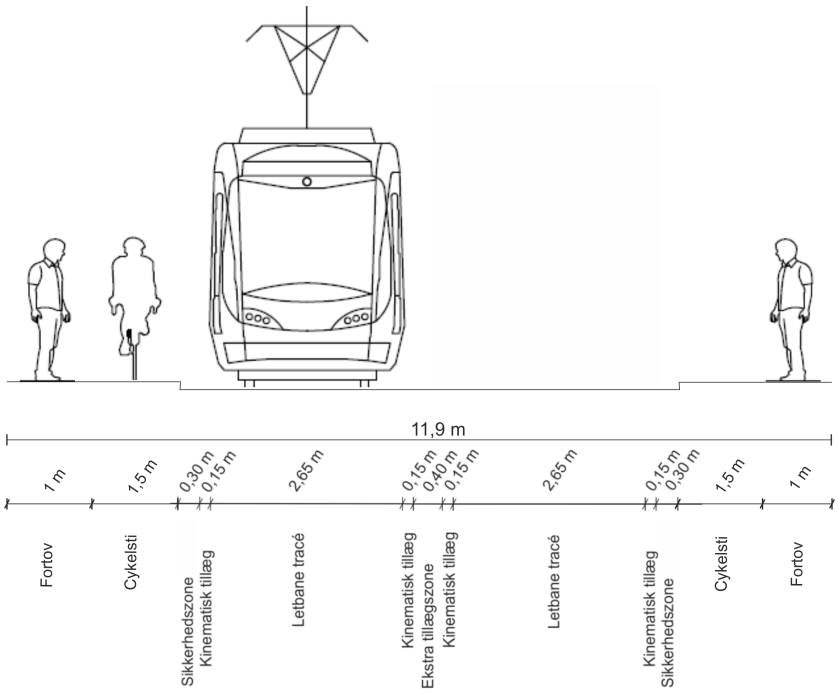
Figur 11.3: Tværprofil type B, særskilte tracé.

På figur 11.4 ses tværprofil type C, særskilt tracé uden cykelsti.



Figur 11.4: Tværprofil type C, særskilte tracé med cykelbane.

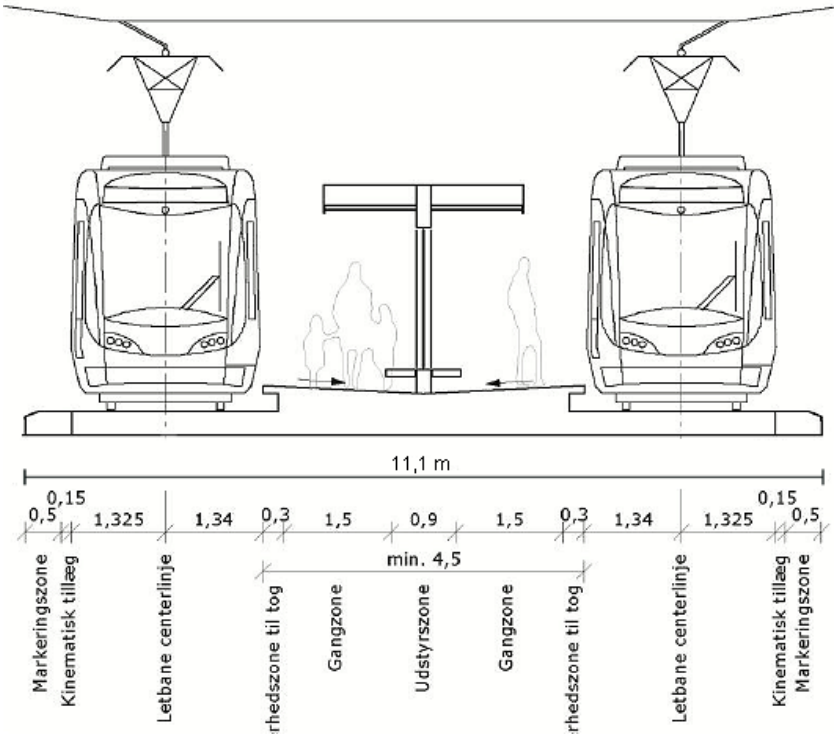
På figur 11.5 ses tværprofil type D, kollektivt/delt tracé. Kollektivt tracé medfører kørselsforbud for ikke kollektiv trafik. Delt tracé deles med biltrafikken.



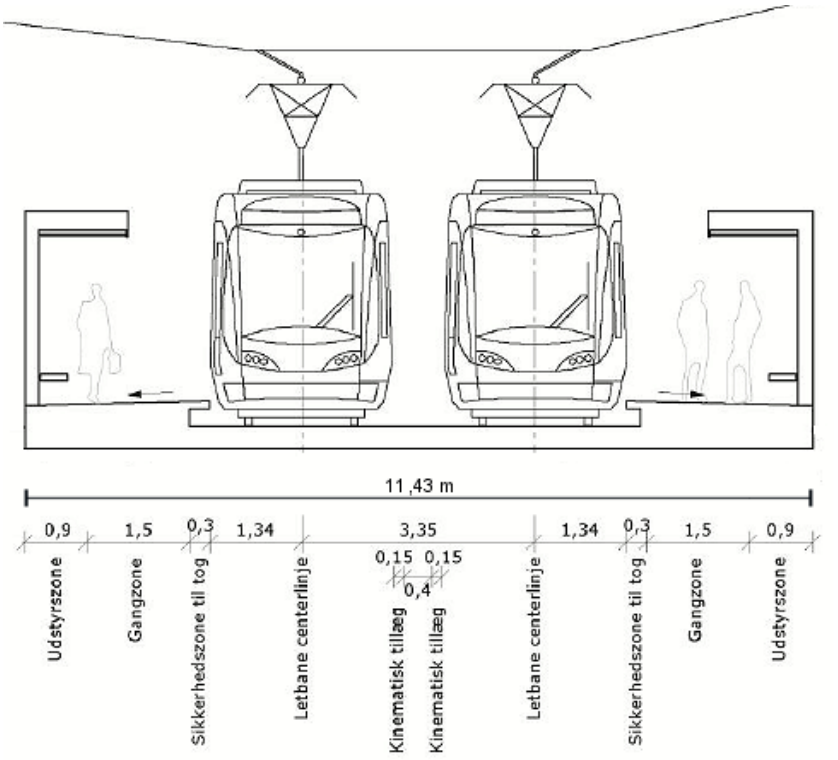
Figur 11.5: Tværprofil type D, kollektivt/delt.

Udover tværprofilerne for strækningerne er der også lavet to tværprofiler for stoppesteder, selvom stoppestedernes placering ikke fastlægges i denne rapport. De to tværprofiler for stoppesteder er ø-perron og sidelagte perroner. Ø-perronen er en fælles perron placeret imellem skinnerne, og anvendes derfor kun på dobbeltsporede strækninger. Fordelen ved ø-perron er, at det kun er nødvendigt at anlægge en perron, hvor der er mulighed for at samle alle passagerfacaliteter som f.eks. køreplan og rejsekortskanner. Ulempen for ø-perronen er, at den ofte vil medføre kurver i tracéet, og at forlængelser i tilfælde af behov for længere materiel vil kræve en større omlæggelse.

Sidelagte perroner er to perroner placeret på ydersiden af skinnerne, enten direkte over for hinanden eller forskudt alt efter behov. Fordelen ved sidelagte perroner er at de er enkle at forlænge, og at de ikke medfører kurver i letbanetracéet. Kurver kan virke nedsættende for både hastighed og komfortniveau. Ulempen ved sidelagte perroner er at hvis de placeres over for hinanden er mere plads krævende end en '-perron, samtidig med at de ikke giver mulighed for at samle passagerfaciliteterne et sted. Tværprofilerne for perrontyperne er vist på figur 11.6 og 11.7.



Figur 11.6: Minimumsbredde for ø-perron.



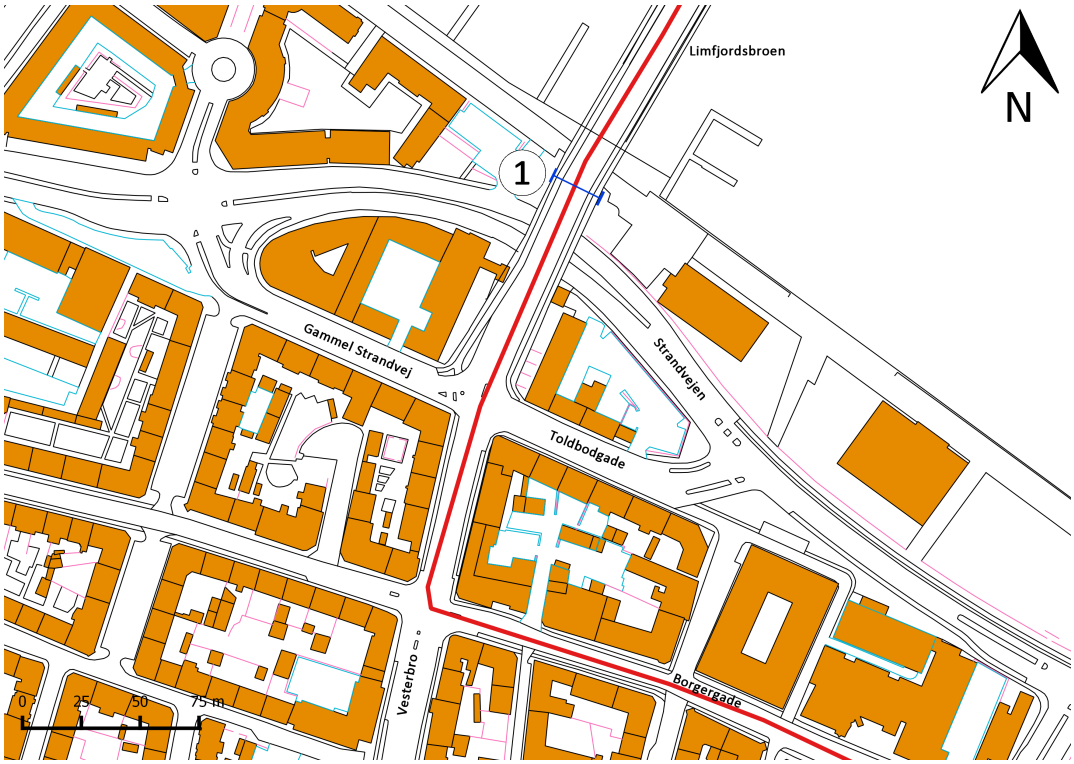
Figur 11.7: Minimumsbredde for sidelagte perron.

11.1 Nørresundby letbane

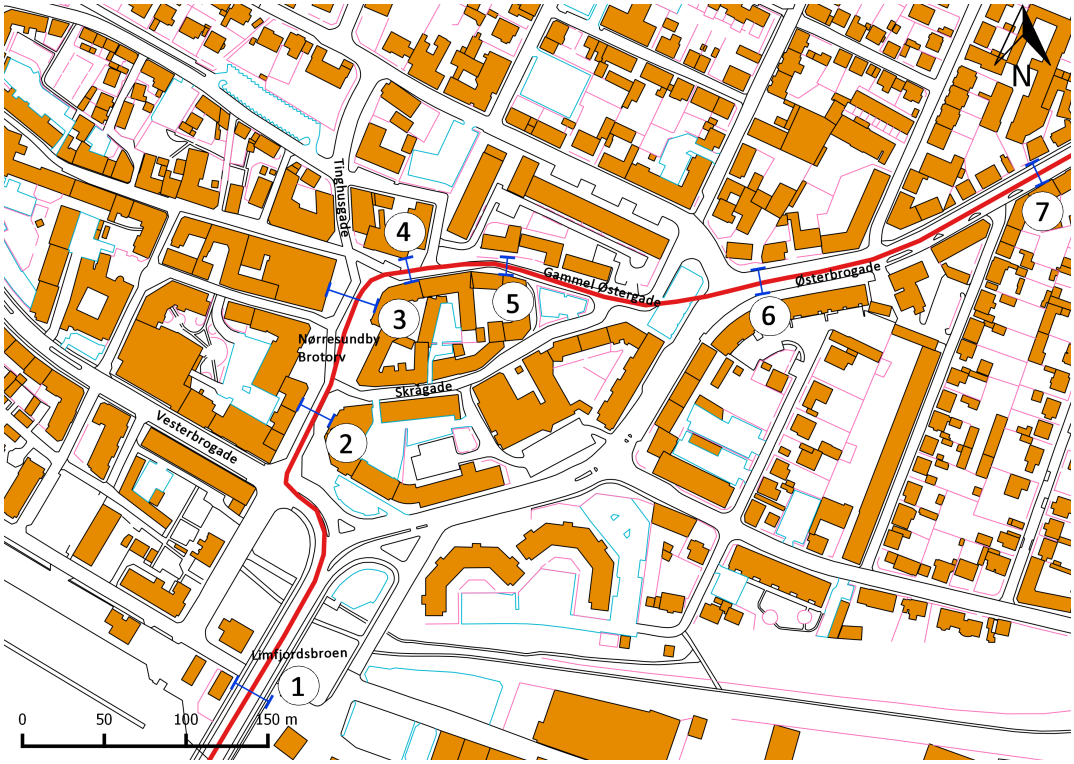
Nørresundby letbane følger på det første stykke fra John F. Kennedys Plads til krydset ved Vesterbro og Borgergade linjeføringen for første etape. På denne strækning benytter Nørresundby letbane de eksisterende skinner for første etape. I krydset ved Vesterbro og Borgergade drejer Nørresundby letbane op på tilkørslen til Limfjordsbroen og forsætter ad Limfjordsbroen mod Nørresundby.

På strækningen fra krydset og over broen anvendes type A tværprofil, særskilt enkeltsporet tracé. Letbanen forsætter fra Limfjordsbroen ind på Brotorvet, hvor tracétypen skifter til type D et dobbeltsporet kollektivt tracé med cykelbane og kørselsforbud for biltrafikken. På Nørresundby Brotorv etableres der ud fra ønsket om at forbinde gågademiljøerne et stoppested. Letbanen vil kunne holde og vente på, at modsat kørende letbanetog passerer den enkelt sporet strækning på Limfjordsbroen. Fra Brotorvet fortsætter letbanen af Gammel Østergade, Skrågade var forslået som et alternativ, men da det vurderes at der er plads til letbanen på Gammel Østergade anvendes denne. Gammel Østergade lukkes for biltrafik, og samtidig inddrages parkeringspladsen i den østlige ende af Gammel Østergade. Gammel Østergade udføres som type B tværprofil, hvor der oprettes kørselsforbud på gaden for biltrafikken. Letbanen føres ud på Østergade i det signalregulerede kryds mellem Sankt Peders Gade og Østergade, hvorefter letbanen fortsætter op af Østergade og senere Hjørringvej med et type B tværprofil. Via Hjørringvej forsætter letbanen frem til endestationen ved Østre Fælledvej, denne strækning udføres ligeledes tværprofil type B.

Der er registreret vejbredder fra Vejman.dk og hentet fundet gaderumsbredder vha. GeoDanmark data. På figurerne 11.8, 11.9, 11.10 og 11.11 ses linjeføringen og placeringen af målepunkter af vej- og gaderumsbredde.



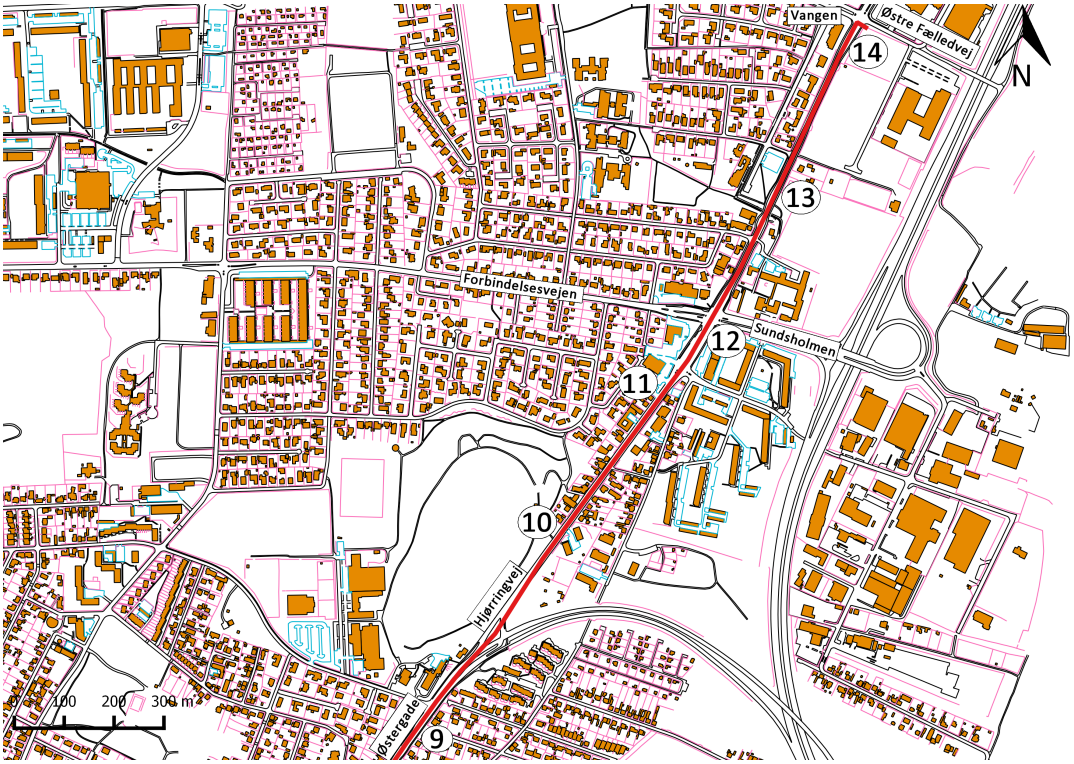
Figur 11.8: Linjeføring for Nørresundby letbane og målepunkter.



Figur 11.9: Linjeføring for Nørresundby letbane og målepunkter.



Figur 11.10: Linjeføring for Nørresundby letbane og målepunkter.



Figur 11.11: Linjeføring for Nørresundby letbane og målepunkter.

I tabel 11.1 fremgår resultaterne af opmålingen.

Målepunkt	Vejbredde [m]	Gaderumsbredde [m]	Minimumsbredde af tværprofil [m]
1	12,5	21,4	Tværprofil A - 19,25
2	5	21,3	Tværprofil D - 11,9
3	5	31,5	Tværprofil D - 11,9
4	5	14	Tværprofil D - 11,9
5	7,3	12,7	Tværprofil D - 11,9
6	12	24,4	Tværprofil B - 17,8
7	7	16	Tværprofil B - 17,8
8	6,7	19,9	Tværprofil B - 17,8
9	10,9	26,5	Tværprofil B - 17,8
10	13,9	19,6	Tværprofil B - 17,8
11	13,9	17,9	Tværprofil B - 17,8
12	22,3	42,3	Tværprofil B - 17,8
13	11	19,6	Tværprofil B - 17,8
14	8	27,5	Tværprofil B - 17,8

Tabel 11.1: Måle resultater af vejbredde og gaderumsbredde, samt minimumsbredde for planlagt tværprofil.

Som det fremgår af tabellen er der ikke tilstrækkelig bredde til at etablere det ønskede tværprofil i målepunkt 7. Det forslås at der benyttes tværprofil type C i målepunkt 7. Der er taget billeder af udvalgte målepunkter, billederne fremgår af figurerne 11.12, 11.13, 11.14 og 11.15. .



Figur 11.12: Limfjordsbroen fra Aalborg siden



Figur 11.13: Billede fra målepunkt 1, imod Nørresundby Brotorv



Figur 11.14: Billede af Nørresundby Brotorv

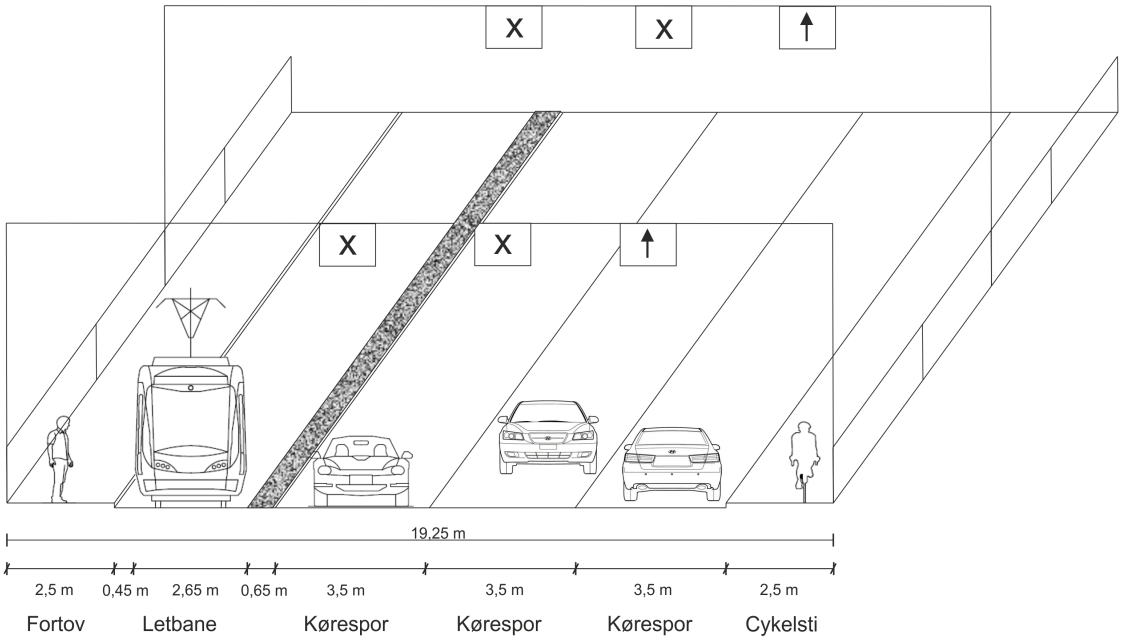


Figur 11.15: Billede af Gammel Østergade

Krydsning af Limfjordsbroen

For at Nørresundby letbane er en reel mulighed, er det nødvendigt at finde en bæredygtig løsning på krydsningsproblemet. Limfjordsbroen er i dag et vigtigt trafikalt knudepunkt, derfor er det vigtigt at der sikres den fornødne kapacitet til at opretholde trafikafviklingen over broen. På nuværende tidspunkt er Limfjordstunnel det eneste alternativ, men på sigt vil en evt. 3. Limfjordsforbindelse også kunne aflaste Limfjordsbroen.

Der foreslås en løsning med tre kørespor, hvoraf det midterste variere retning efter behov. Tværprofilet for løsningen er vist på figur 11.16.



Figur 11.16: Tværprofil af løsningsforslag for krydsning af Limfjordsbroen.

Der er regnet kapacitet for løsningen, som var det en almindelig 2-sporet vej. Dette er gjort da der ingen overhalingsmuligheder er i den 1-sporet retning. Kapaciteten for køresporene er beregnet vha. følgende ligning. Beregningen af kapaciteten fremgår af bilag H.

$$N = n \cdot N_{ideel} \cdot b \cdot s$$

Hvor:
N = Kapacitet for den aktuelle strækning.
n = Antal kørespor i den retning, som beregningen gælder.
N_{ideel} = Vejtypens idealkapacitet.
b = Korrektionsfaktor for køresporsbredde og begrænsning i fri sidebredde i vejside og midterrabat.
s = Korrektionsfaktor for andelen af store køretøjer og stigning.

Resultatet af kapacitetsberegningerne fremgår nedenfor.

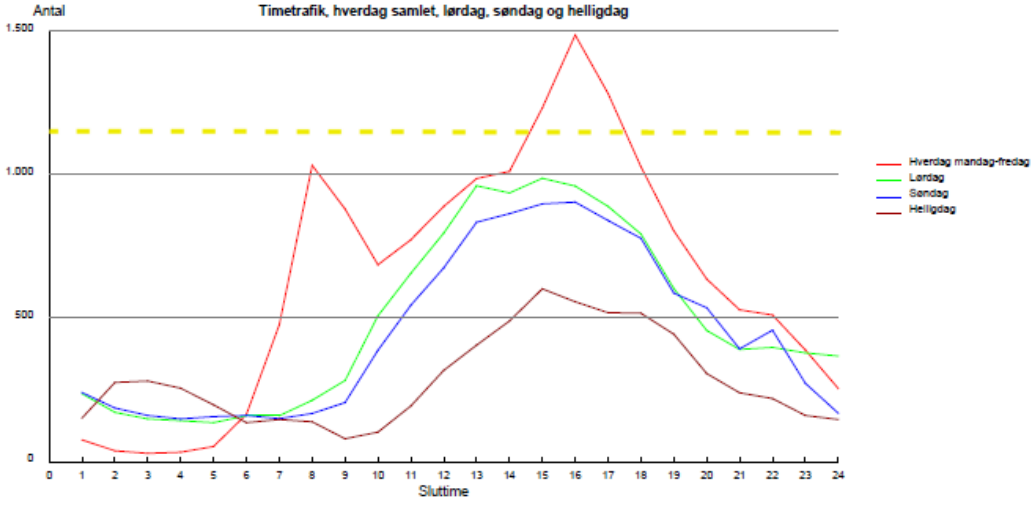
$$N_{1-sporet} = 1 \cdot 1700 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 1147,5[pe/time/retning]$$
$$N_{2-sporet} = 2 \cdot 1700 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 2295[pe/time/retning]$$

Kapaciteten for en 1-sporet vej er markeret med en gul stiplet linje på 11.18 og 11.19. Graferne er udtræk fra Imastra.dk for timetrafik på hverdage mandag-fredag, lørdage, søndage og helligdage. Hvis linjen for timetrafikken på hverdage overskrider den gul stiplet linje er der ikke tilstrækkelig kapacitet, ved at have et kørespor åbent i retningen.

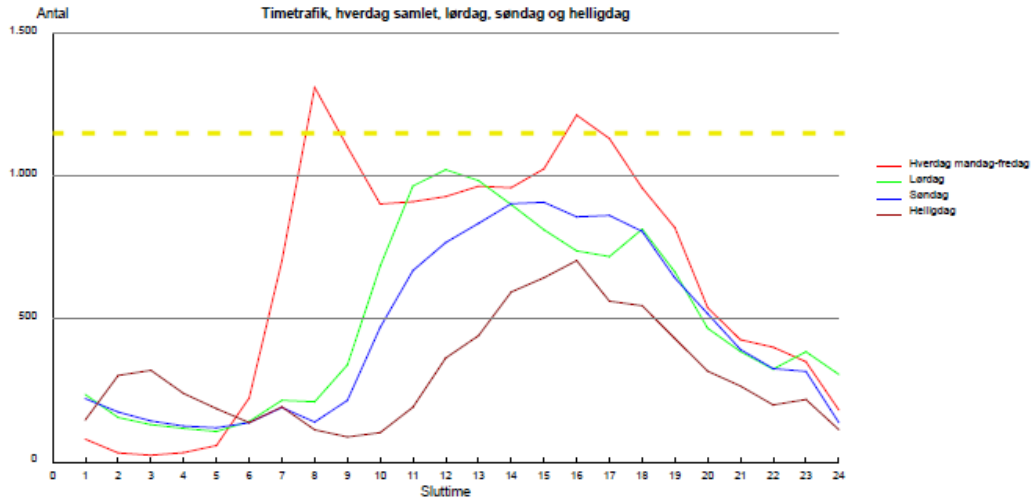
Trafikudviklingen på Limfjordsbroen er frem imod 2025 ikke fremskrevet, dette er valgt på baggrund af figur 11.17, som viser trafikudviklingen på broen i perioden 2003-2011. Af figuren ses det at ÅDT'en på Limfjordsbroen ikke har nogen klar vækst. Den nyeste tælling på Imastra.dk af ÅDT'en på Limfjordsbroen fra 2015 viser en ÅDT på 28.912, hvilket ikke er en stigning fra tallene på figur 11.17. [Aalborg Kommune, 2015c]



Figur 11.17: Trafikudviklingen på Limfjordsbroen fra 2003-2011.



Figur 11.18: Trafik mod Nørresundby.



Figur 11.19: Trafik mod Aalborg.

Det fremgår af figurerne 11.18 og 11.19 at morgenspidstimen er størst i retningen mod Aalborg, mens eftermiddagsspidstimen er størst mod Nørresundby. Det betyder, at i morgenspidstimen er det retningen mod Nørresundby der er 1-sporet. Det fremgår af 11.18 at der er tilstrækkelig kapacitet i et kørespor til at afvikle trafikken.

I eftermiddagsspidstimen er trafikken størst i retningen mod Nørresundby, hvilket betyder at retningen mod Aalborg er 1-sporet. Det fremgår af 11.19 at der ikke er tilstrækkelig kapacitet i et kørespor til at afvikle trafikken. Det skal bemærkes, at der er tale om en forholdsvis lille overskridelse. Der er derfor en chance for at trafikken selv regulere sig efter kapaciteten, ved at flytte trafik til Limfjordstunnel eller en evt. 3. Limfjordsforbindelse.

Forsinkelsen der vil opstå i sporet mod Aalborg i morgenspidstimen accepteres, da der på nuværende tidspunkt også ofte er forsinkelser forbundet med krydsning af Limfjordsbroen i myldertiden. Forsinkelsen kan ses som et incitament for pendlere over broen til at benytte letbanen i stedet for at pendle i bil. Den lille overskridelse af kapaciteten vurderes at acceptabel,hvilket betyder at Nørresundby letbane er en realistisk mulighed at etablere.

Kapaciteten af Limfjordsbroen påvirkes også i højgrad af udformningen af de signalregulerede kryds for enden af broen på begge sider. Denne teori understøttes af det faktum at der på nuværende tidspunkt opstår tilbagestuvning på Limfjordsbroen, der med to kørespor i hver retning burde have overskydende kapacitet. Hvis tafikken ikke kan ledes hurtigt nok igennem disse kryds, vil det skabe problemer på Limfjordsbroen. Kapaciteten af de signalregulerede kryds undersøges ikke nærmere i denne rapport.

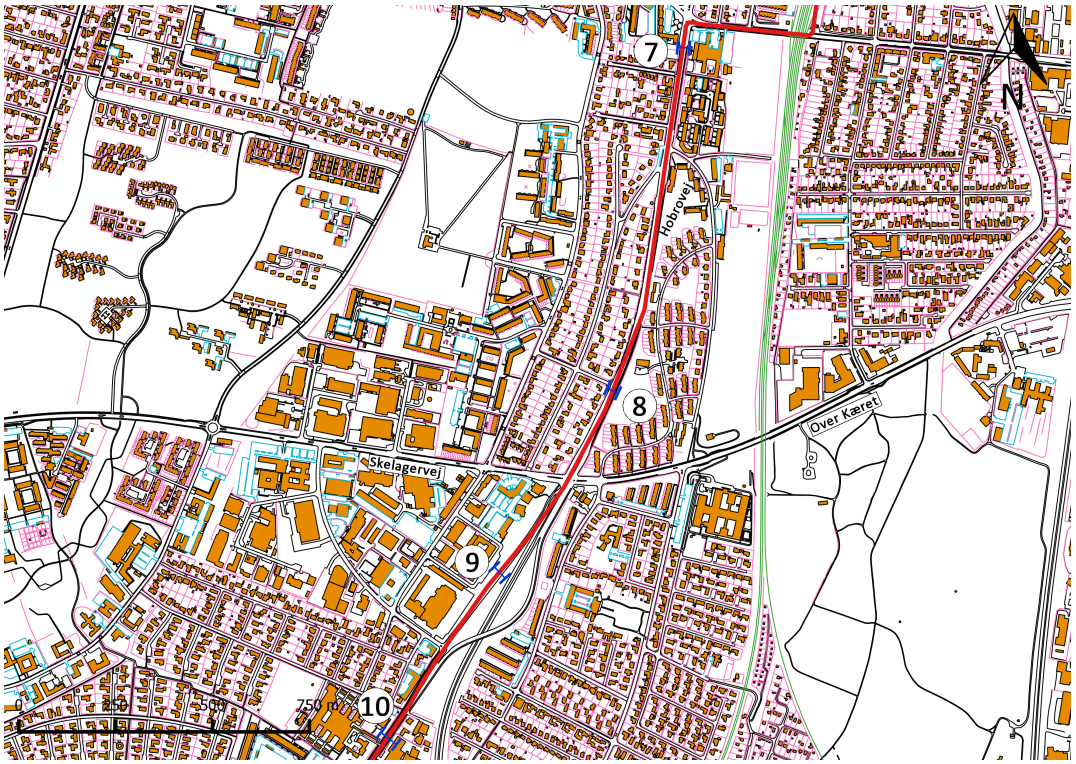
11.2 Skalborg letbane

Skalborg letbane følger jernbanen det første stykke efter John F. Kennedys Plads frem til Ny Kærvej. Letbanen løftes vha. en rampe op i niveau med brostykket på Ny Kærvej, hvor letbanen tilsluttes. På strækningen langs jernbanen anvendes eget tracé, type D, uden cykelbane og fortov. Tilslutningen af letbanen vil formentligt kræve en udvidelse af brostykket, da det vil være nødvendigt at etablere et signalreguleret kryds. Fra tilslutningen på Ny Kærvej og frem til endestationen ved IKEA anvendes tracétype B, særskilt tracé.

På figurerne 11.20, 11.21 og 11.22 er linjeføring og målepunkter vist.



Figur 11.20: Linjeføring for Skalborg letbane og målepunkter.



Figur 11.21: Linjeføring for Skalborg letbane og målepunkter.



Figur 11.22: Linjeføring for Skalborg letbane og målepunkter.

Resultaterne af breddemålingerne og bredden af det ønskede tværprofil fremgår af tabel 11.2.

Målepunkt	Vejbredde [m]	Gaderumsbredde [m]	Minimumplads til tværprofil [m]
1	Baneareal	Baneareal	Eget tracé - 7,9
2	Baneareal	Baneareal	Eget tracé - 7,9
3	Baneareal	Baneareal	Eget tracé - 7,9
4	Baneareal	Baneareal	Eget tracé - 7,9
5	10	16,9	Tværprofil B - 17,8
6	12	21,7	Tværprofil B - 17,8
7	12	24,7	Tværprofil B - 17,8
8	12,6	24,8	Tværprofil B - 17,8
9	8	+50	Tværprofil B - 17,8
10	12	22,8	Tværprofil B - 17,8
11	12,5	23,3	Tværprofil B - 17,8
12	12,5	25,2	Tværprofil B - 17,8
13	14,9	24,6	Tværprofil B - 17,8
14	13,6	42	Tværprofil B - 17,8
15	8,2	+50	Tværprofil B - 17,8

Tabel 11.2: Måle resultater af vejbredde og gaderumsbredde, samt minimumsbredde for planlagt tværprofil.

Der er plads problemer i målepunkt 5 på Ny Kærvej, hvor bredden ikke er tilstrækkelig. Dette problem kan løses ved at forøge bredden i forbindelse med udvidelsen af brostykket. Den nødvendige bredde kan f.eks. frembringes ved at montere et vedhæng hvorpå fortov og/eller cykelsti placeres, i stil med udvidelsen af jernbanebroen over Limfjorden, hvor der er vedhæftet en udvidelse der tillader cyklister at passere broen. Billeder fra udvalgte punkter er vist på figurerne 11.23 og 11.24 .



Figur 11.23: Placering af rampe, fra jernbanearealet op til Ny Kærvej.

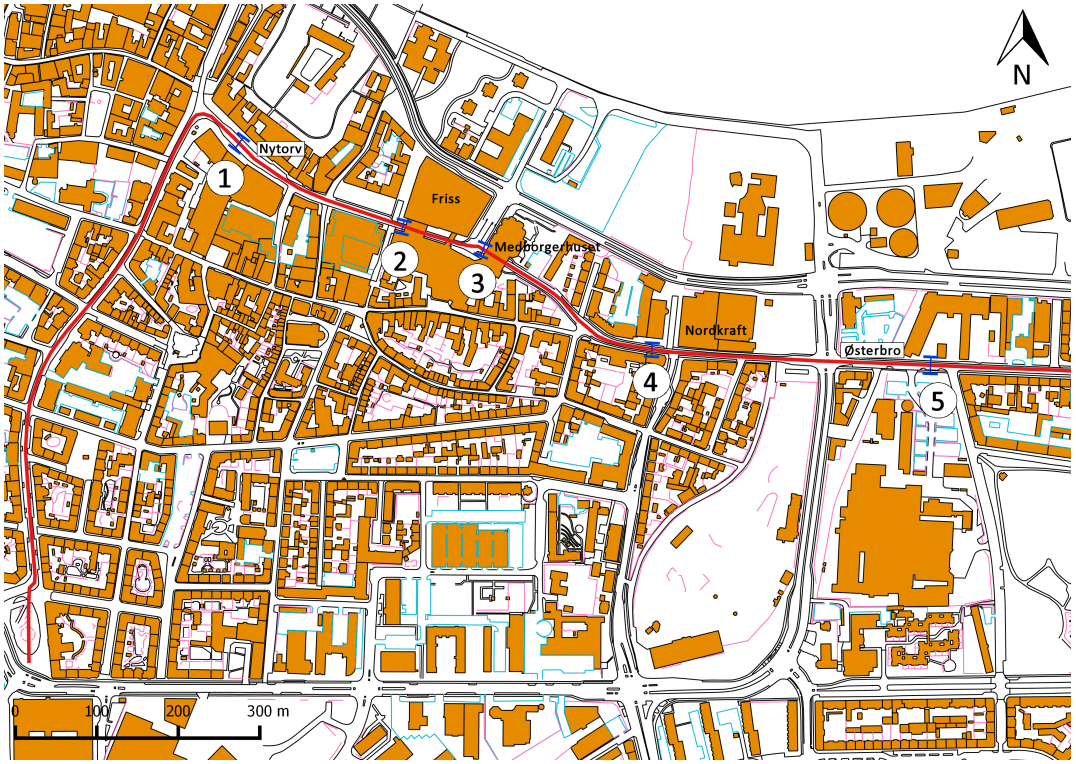


Figur 11.24: Brostykket hvor rampen med letbanen tilsluttes Ny Kærvej.

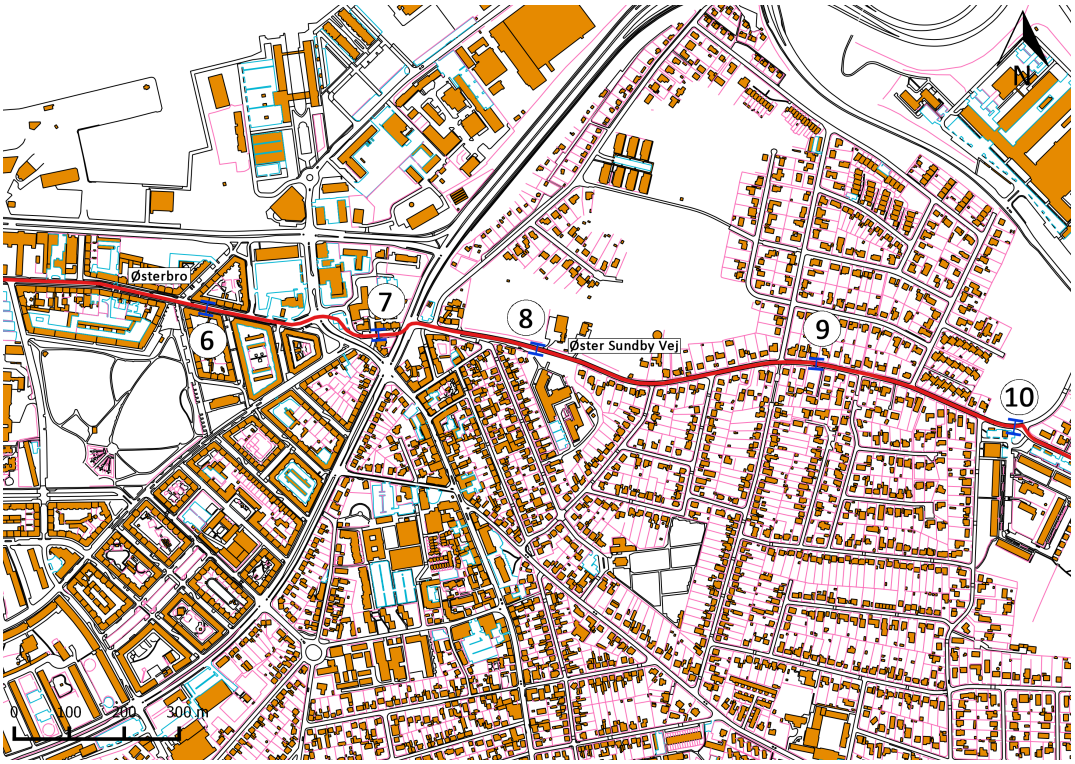
11.3 Østbyens letbane

Østbyens letbane følger første etapes linjeføring fra John F. Kennedys Plads frem til krydset mellem Østerågade og Nytorv. Fra krydset føres letbanen ud på Nytorv og fortsætter i kollektivt tracé frem til Braskensgade. Fra Braskensgade og frem til Medborgerhuset udføres som delt tracé, type D. Underføringen under Medborgerhuset sker i kollektivt tracé, type D, da underføring også benyttes af busser. Umiddelbart efter Medborgerhuset skriftes der til særskilt tracé, type B, der anvendes for resten af linjeføringen.

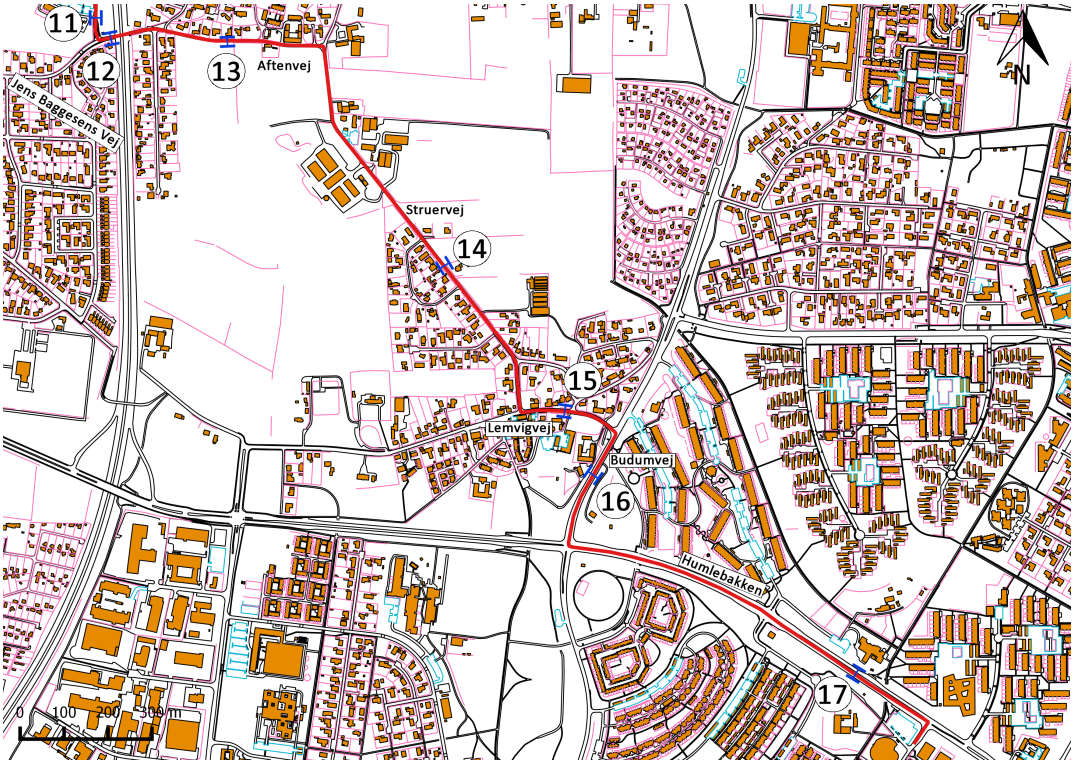
Linjeføring og målepunkter for bredder fremgår af figurerne 11.25, 11.26 og 11.27.



Figur 11.25: Linjeføring for Østbyens letbane og målepunkter.



Figur 11.26: Linjeføring for Østbyens letbane og målepunkter.



Figur 11.27: Linjeføring for Østbyens letbane og målepunkter.

Resultaterne af opmålingerne fremgår af tabel 11.3.

Målepunkt	Vejbredde [m]	Gaderumsbredde [m]	Minimumsbredde af tværprofil [m]
1	12,4	30,4	Tværprofil D - 11,9
2	10,1	16,9	Tværprofil D - 11,9
3	-	20,4	Tværprofil D - 11,9
4	7,9	19,1	Tværprofil D - 11,9
5	7	21,2	Tværprofil B - 17,8
6	7	16,1	Tværprofil B - 17,8
7	8,2	16	Tværprofil B - 17,8
8	7,5	22,4	Tværprofil B - 17,8
9	8	12,6	Tværprofil B - 17,8
10	8	21,5	Tværprofil B - 17,8
11	7	42	Tværprofil B - 17,8
12	7	12,6	Tværprofil B - 17,8
13	5,6	8,2	Tværprofil B - 17,8
14	6	13,1	Tværprofil B - 17,8
15	8,1	12,9	Tværprofil B - 17,8
16	13	35	Tværprofil B - 17,8
17	14	+50	Tværprofil B - 17,8

Tabel 11.3: Måle resultater af vejbredde og gaderumsbredde, samt minimumsbredde for planlagt tværprofil.

Der er manglende gaderumbredde i målepunkterne 6, 7, 9, 12, 13, 14 og 15, derudover er der underføringen under Medborgerhuset. Målepunkt 6 og 7 er placeret på Østerbro, gaderumsbredden på Østerbro er 16 meter bredt, det foreslås derfro at anvende tværprofil type C. Dette vil betyde inddragelse af cykelstien, hvor cyklister henvises til at bruge kantbanen i køresporet. Målepunkt 9 er placeret på Øster Sundby Vej, der er en stille villavej. Derfor foreslås det, at anvende delt tracé, tværprofil type D. Alternativet hertil er arealerhvervelse ved ekspropriation. Målepunkterne 12, 13, 14 og 15 er placeret udenfor tæt bebyggelse, og ved inspektionen er der konstateret gode muligheder for at erhverve det fornødne areal. En underføring under Medborgerhuset vurderes, at være mulig ud fra observationer. Parkeringskælderen går ikke ind under Medborgerhuset, hvorfor det vurderes at der er mulighed for at sænke kørebanen. Hvis dette ikke skaffer det fornødne fritrumsprofil, foreslås det at undersøge muligheder for, at føre kørestrømmen i kørebanen på strækningen. Det andet alternativ er at føre letbanen via Nyhavnsgade, dette anses dog for at være nødløsningen.

Der er taget billeder i udvalgte punkter, billeder er vist på figurerne 11.28, 11.29, 11.30 og 11.31.



Figur 11.28: Strækning langs Nytorv.



Figur 11.29: Billed af underføring ved Medborgerhuset.



Figur 11.30: Vinkelret udkørsel fra p-kælderen.



Figur 11.31: Målepunkt 13, Aftensvej.

12 Økonomi

I dette kapitel beregnes økonomien for de tre videre letbaneetaper. Budgetterne for danske letbaneprojekter er todelt i et anlægsbudget og et driftsbudget. Anlægsbudgettet deles yderligere op i to, anlægsudgifter og driftsrelaterede anlægsudgifter. Dette gøres da der kun bevilliges statsstøtte til anlægsudgifter. Beregningerne som ligger til grund for de økonomiske resultater i hele kapitel 12 fremgår af bilag I.

12.1 Anlægsøkonomi

Anlægsudgifterne består af syv hovedpunkter: tracé, perroner, sidearealer, ledningsomlægninger, erstatninger, særlige konstruktioner og arbejdsplads. Hvert hovedpunkt har et eller flere underpunkter, der tilsammen udgør udgifterne tilknyttet etablering af en letbane. De driftsrelaterede anlægsudgifter indeholder køb af rullende materiel, opførelse af depot og kontrolcenter. De syv hovedpunkter i anlægsudgifterne kræver en høj detaljeringsgrad af projektet for præcist at kunne estimere prisen.

Letbaneetaperne i denne rapport er beskrevet på skitseniveau, og udgifterne er estimeret ved hjælp af priser fra Udredningsrapporten og gennemsnitspriser for andre danske letbaneprojekter. Til beregning af anlægsudgifterne er der anvendt en gennemsnits kilometerpris for tre danske letbaneprojekter: Ring 3, Odense letbane og Aalborg letbane. Kilometerprisen afhænger af tracétype, ændringer i gaderummet og behovet for opkøb af arealer. Derudover kan der være behov for særlige konstruktioner langs linjeføringen, der forhøjer kilometerprisen. I tabel 12.1 fremgår kilometerpriserne og den gennemsnitlige kilometerpris, som er anvendt i beregningen af anlægsøkonomien.

	Kilometerpris [mio. kroner]
Ring 3 (København)	165
Odense letbane	153
Aalborg første etape	140
Gennemsnits kilometerpris	152,67

Tabel 12.1: Gennemsnitlig kilometerpris for danske letbaneprojekter (2013 prisniveau).

Ved brug af den gennemsnitlige kilometerpris er anlægsudgifterne for de tre videre letbaneetaper beregnet, resultaterne fremgår af tabel 12.2.

	Længde [km]	Anlægsudgifter [mio. kr.]
Nørresundby letbane	4,94	754,2
Østbyens letbane	7,28	1.111,4
Skalborg letbane	6,51	993,9

Tabel 12.2: Anlægsudgifter for videre letbaneetaper (2013-prisniveau).

For at få det samlede anlægsbudget skal de driftsrelaterede anlægsudgifter tillægges. Mængden af nødvendigt rullende materiel for at levere den ønskede frekvens, er bestemt af behovet i myldertiden. Der ønskes en frekvens på 10 afgange i timen for hver etape således, at frekvenserne for de videre etaper er tilsvarende første etape. På baggrund af rejsetiden for første etape er der beregnet en gennemsnitshastighed for første etape, denne gennemsnitshastighed antages også at være gældende for videre etaper. Ud fra gennemsnitshastigheden er rejsetiden for de videre etaper bestemt og tillagt et udligningsbidrag på 10 % af rejsetiden. Udligningsbidraget skal tage højde for forsinkelser, tidstab ved af- og påstigninger og tid brugt ved endestationerne når kørselsretningen skiftes. Antallet af nødvendige togsæt er beregnet ud fra længden og rejsetiden. Der er regnet med en pris på 20 mio. kroner pr. togsæt [Letbanesekretariatet, 2014].

Udgifter til udbygning af depot og kontrolcenter er ikke medregnet, dette er ikke gjort, fordi en acceptabel estimering ikke kunne foretages. Det vil være nødvendigt at opgradere depotet og kontrolcenteret når togflåden forøges, de driftsrelaterede anlægsudgifter vil derfor være højere end beregnet i denne rapport. I tabel 12.3 er udgifterne til rullende materiel vist.

	Togsæt	Pris [mio. kroner]
Nørresundby letbane	6	120
Østbyens letbane	8	160
Skalborg letbane	7	140

Tabel 12.3: Driftsrelaterede anlægsudgifter, i 2013-prisniveau.

Samlet betyder det, at anlægsudgifterne for Nørresundby letbane beløber sig til 874,2 mio. kroner. Anlægsudgifterne for Østbyens letbane beløber sig til 1.271,4 mio. kroner, mens Skalborg letbanes anlægsudgifter beløber sig til 1.133,9 mio. kroner. Disse anlægsudgifter er uden indkøb af driftsreserve togsæt.

12.2 Driftsøkonomi

Driftsøkonomien består af udgifter til køreplanstimer, drift og vedligehold af rullende materiel og depot samt drfit og vedligehold af skinner og kørestrøm. Udgifterne modregnes indtægterne fra billetsalget og besparelser i busdriften som resultat af ændringer i busdriften. Driftsøkonomien for de tre videre etaper, sammenlignes med et 0-alternativ, som er et busscenarie med frekvenserne for busdriften i 2025 og passagertal fremskrevet til 2025. Driftsøkonomien for letbanen er beregnet vha. det simple passagergrundlag, mens 0-alternativet anvender en fremskrivning af passagertællingen

fra 2011. Passagergrundlaget for 0-alternativet er baseret på passagertælling, mens letbanescenariet er baseret på passagergrundlag simpel metode.

Det antages, at billetprisen for bus og letbane er ens. Der er kun regnet billetindtægter på buslinjen, der erstattes med letbanen. Dette er gjort da nogle af buslinjerne er omlagt således, at det ikke er muligt at bestemme et passagergrundlag ud fra passagertællingen fra 2011. Undladelsen af passagerindtægter er gjort både i letbanescenariet og 0-alternativet. Der er taget udgangspunkt i en billetpris på 9,75 kroner i 2015, billetprisen er fremskrevet med 3 % frem til år 2025, hvilket giver en billetpris på 13,10 kroner.

Til beregning af udgiften til drift og vedligehold af materiel og depot, er der anvendt en pris pr. togsæt på 6,45 mio. kroner. Denne pris er beregnet ud fra Udredningsrapporten og fremskrevet årligt med 3 %. Til beregning af drift og vedligehold af sporanlæg er der anvendt en kilometerpris på 610.225 kroner pr. kilometer spor. Kilometerprisen er fremskrevet årligt med 3 %. Til beregning af drift og vedligehold af kørestrøm er der anvendt en kilometerpris på 258.062 kroner der er fremskrevet med 3 % årligt. Kilometerprisen for drift og vedligeholdelse af sporanlæg og kørestrøm, samt valg af fremskrivningsprocenten er gjort på baggrund af værdier i *Driftsøkonomi for etape 1* [COWI, 2013b].

Der er i beregningen skelnet mellem værdien af en køreplanstime for bus og letbane, begge køreplanstimepriser er fremskrevet med 3 % årligt til 2025 niveau. Værdien af en buskøreplanstime er sat til 750 kroner i 2015, hvilket resultere i en fremskrevet værdi på 1.008 kroner. En letbanekøreplanstime er prissat til 1.560 i 2012, fremskrevet til 2.291 kroner i 2025. [COWI, 2013b]

Det antages, at der vil være forskel i hastigheden mellem bus og letbane. For letbanen er der regnet med en gennemsnitshastighed på 21 km/t, mens der for busser skelnes mellem myldertid og resten af døgnet samt hvorvidt bussen krydser Limfjordsbroen eller ej. Gennemsnitshastighederne for bussen er fundet vha. Rejseplanen.dk, hvor rejsetiden mellem flere forskellige stoppesteder er undersøgt og på baggrund heraf er bussernes gennemsnitshastighed beregnet. Ligeledes skelnes der mellem transportmidlerne, hvad angår udligningsbidraget, for letbanen regnes der med et udligningsbidrag på 10 %, mens der for busser anvendes 15 %. Forskellen i udligningsbidrag grunder i en forventning om, at busserne vil opleve større forsinkelser grundet trafikken end letbanen.

Nørresundby letbane
0-alternativet til Nørresundby letbane består af Metrobus 1 nordlig radial, buslinje 13 nordlig radial og buslinje 17 nordlig radial. Metrobus 1 har frekvenserne: myldertid 10, dagtimer 8 og aften/weekend 4. Frekvens for buslinje 13 er: 6, 6, 2. Buslinje 17 har en frekvens på: 12, 6, 2. Passagergrundlaget i 2025 for metrobus 1 er på 39.288 passagerer pr. uge.
Letbaneløsningen består af Nørresundby letbane og den nye buslinje 13. Nørresundby letbane har en frekvens på: 10, 8, 4. Ny buslinje 13 har en samlet frekvens for de to forgreninger på: 12, 8, 4. I tabel 12.4 er driftsøkonomien for de to scenarier opstillet. Der er anvendt følgende forkortelser i tabellen: Drift- og Vedligeholdelsesudgifter (D/V) og Køreplanstimer (KPT).

	0-alternativ [Mio. kr.]	Nørresundby letbane [Mio. kr.]
D/V af materiel og depot pr. år	-	-38,67
D/V af sporanlæg pr. år	-	-3,01
D/V af kørestrøm pr. år	-	-1,27
Samlede D/V pr. år	-	-42,69
KPT pr. år	-72,15	-25,74
Billetindtægter pr. år	32,62	40,10
Årligt driftsresultat mio. kr.	-39,53	-28,60
Difference for Årligt resultat	-	-10,93

Tabel 12.4: Sammenligning af driftsøkonomien for 0-alternativ og Nørresundby letbane.

Som det fremgår af tabel 12.4 medfører etablering af letbanen en reduktion i driftsøkonomien på 10,93 mio. kroner årligt, svarende til en procentvis reduktion af driftsudgifterne på 27,6 %.

Skalborg letbane
0-alternativet for Skalborg letbane består af Metrobus 1 sydlig radial og buslinje 16 sydlig radial. Letbanescenariet består af Skalborg letbane og den omlagte buslinje 16 sydlig radial. I tabel 12.5 er driftsøkonomien for de to scenarier opstillet.

	0-alternativ [Mio. kr.]	Skalborg letbane [Mio. kr.]
D/V af materiel og depot pr. år	-	-45,12
D/V af sporanlæg pr. år	-	-3,97
D/V af kørestrøm pr. år	-	-1,68
Samlede D/V pr. år	-	-50,77
KPT pr. år	-45,73	-30,86
Billetindtægter pr. år	26,77	26,34
Årligt driftsresultat mio. kr.	-18,96	-55,29
Difference for Årligt resultat	-	-36,33

Tabel 12.5: Sammenligning af driftsøkonomien for 0-alternativ og Skalborg letbane.

Som det fremgår af tabellen er der en stor merudgift forbundet med Skalborg letbane på 36,33 mio. kroner pr. år. Der er flere årsager til, at Skalborg letbanens driftsøkonomi er væsentlig ringere end Nørresundby letbanes. Den første er at linjeføringen er længere, hvorved drifts og vedligeholdelsesudgifterne bliver tilsvarende større. Den anden årsag er, at der ikke er ret stor forskel i passagerantal, mellem 0-alternativ og letbanescenarie, hvorved billetindtægter pr. år bliver stortset ens.

Østbyens letbane
0-alternativet for Østbyens letbane består af buslinje 11 østlig radial og buslinje 17 østlig radial. Letbanescenariet består af Østbyens letbane og buslinje 11 østlig radial. I tabel 12.6 er driftsøkonomi for scenarierne opstillet.

	0-alternativ [Mio. kr.]	Østbyens letbane [Mio. kr.]
D/V af materiel og depot pr. år	-	-51,56
D/V af sporanlæg pr. år	-	-4,44
D/V af kørestrøm pr. år	-	-1,88
Samlede D/V pr. år	-	-57,88
KPT pr. år	-48,93	-52,80
Billetindtægter pr. år	15,07	29,32
Årligt driftsresultat mio. kr.	-33,86	-81,36
Difference for Årligt resultat	-	-47,5

Tabel 12.6: Sammenligning af driftsøkonomien for 0-alternativ og Østbyens letbane.

Det fremgår af tabel 12.6 at letbanescenariet er betydeligt dyrere, og ligesom for Skalborg skyldes det en ikke tilstrækkelig gevinst i ændringen af busdriften og øgede billetindtægter til at opveje drift- og vedligeholdsudgifterne forbundet med letbanen.

På baggrund af driftsøkonomien er det uden sammenligning Nørresundby letbane, der er den mest rentable løsning. Etablering af Nørresundby letbane er en reduktion af driftsudgifterne på 28 %, hvilket er betydeligt bedre end de to øvrige letbaneetaper. Ved Skalborg letbane stiger driftsudgiftne med 192 % og for Østbyens letbane stiger driftsudgifterne med 140 %.

12.3 Følsomhedsanalyse

Der er i forbindelse med driftsøkonomien lavet en følsomhedsanalyse. Analysen tager udgangspunk i de driftsbudgetter, der er udregnet i afsnittet 12.2 for letbanescenarierne. Driftsøkonomien er overvejende baseret på estimater og fremskrivning af ukendte fremtidsfaktorer og er derfor behæftet med usikkerheder. Hvis fremtiden arter sig anderledes end estimeret vil dette resultere i et forkert driftsresultat. For at undersøge konsekvenserne af forkerte estimater af faktorer er der i følsomhedsanalysen justeret i forskellige faktorer, og derigennem undersøgt faktorernes betydning for det årlige driftsresultat.

Der er lavet følsomhedsanalyse for hver af letbaneetaperne. I analysen justeres der på følgende faktorer: passagergrundlag, billetpris, køreplanstimepriser samt pris for drift og vedligehold af rullende materiel og depot. Resultatet opgøres som en difference mellem driftsresultatet (basis) beregnet i afsnit 12.2, og det justerede resultat som følge af følsomhed. Følsomheden opgøres, som betydningen af 1 % ændring i faktoren, i forhold til ændringen i basis-årsresultatet denne medfører.

Nørresundby letbane
Det er ikke alle faktorer, der er regnet følsomhed på. Drift og vedligehold af sporanlæg og kørestrøm er undladt da de begge giver små bidrag, der ikke vil have betydelig effekt på årsresultatet. Resultaterne af følsomhedsanalysen for Nørresundby letbane er opstillet i tabel 12.7.

	Årligt resultat [Mio. kr.]	Difference [Mio. kr.]	Difference [%]	Effekt af 1 % ændring [%]
Nørresundby letbane (basis)	-28,60	-	-	-
Cameo-aldersfordeling (12%)	-23,62	4,98	-17,43	-1,40
Cameo-indkomstfordeling (-20%)	-36,62	-8,01	28,02	1,40
Nørresundby letbane -10%	-32,61	-4,01	14,02	1,40
Billetpris +10%	-24,59	4,01	-14,02	-1,40
Billetpris -10%	-32,61	-4,01	14,02	1,40
Letbane KPT +10%	-34,61	-6,01	21,01	2,10
Letbane KPT -10%	-22,59	6,01	-21,01	-2,10
Bus KPT +10%	-32,38	-3,78	13,21	1,32
Bus KPT -10%	-24,82	3,78	-13,21	-1,32
Letbane KPT +10% + Bus KPT +10%	-38,39	-9,79	34,23	3,42
Letbane KPT -10% + Bus KPT -10%	-18,81	9,79	-34,23	-3,42
Letbane KPT +10% + Bus KPT -10%	-30,83	-2,23	7,80	0,78
Letbane KPT -10% + Bus KPT +10%	-26,37	2,23	-7,80	-0,78
D/V af rullende materiel og depot +10%	-32,47	-3,87	13,52	1,35
D/V af rullende materiel og depot -10%	-24,73	3,87	-13,52	-1,35

Tabel 12.7: Følsomhedsanalyse for Nørresundby letbane.

Ud fra følsomhedsanalysen fremgår det at køreplanstimeprisen for letbanen er den enkeltstående mest betydende faktor for driftsudgifterne. Hvor en ændring af prisen på 1 % medfører en ændring af det årlige driftsresultat på 2,10 %, i kombination med ændringer af buskøreplanstimen kan denne ændring forøges yderligere. Den anden mest følsomme faktor er passagergrundlaget, hvor en ændring på 1 % resultere i en ændring på 1,40 % i det årlige driftsresultat.

Skalborg letbane
Der er foretaget en følsomhedsanalyse for Skalborg letbane af de samme faktorer og ændringer som for Nørresundby. Forskellen i resultaterne skyldes forskellen i de fast fysiske rammer for etaperne, antallet af nødvendige togsæt og etapernes længde. I tabel 12.8 fremgår resultaterne af følsomhedsanalysen.

	Årligt resultat [Mio. kr.]	Difference [Mio. kr.]	Difference [%]	Effekt af 1 % ændring
Skalborg letbane (basis)	-55,30	-	-	-
Cameo-aldersfordeling (0,24%)	-55,23	0,06	-0,11	-0,48
Cameo-indkomstfordeling (-15,92%)	-59,49	-4,19	7,58	0,48
Nørresundby letbane +10%	-52,66	2,63	-4,76	-0,48
Billetpris +10%	-52,66	2,63	-4,76	-0,48
Billetpris -10%	-57,93	-2,63	4,76	0,48
Letbane KPT +10%	-61,99	-6,69	12,11	1,21
Letbane KPT -10%	-48,60	6,69	-12,11	-1,21
Bus KPT +10%	-56,26	-0,96	1,74	0,17
Bus KPT -10%	-54,33	0,96	-1,74	-0,17
Letbane KPT +10% + Bus KPT +10%	-62,95	-7,66	13,85	1,39
Letbane KPT -10% + Bus KPT -10%	-47,64	7,66	-13,85	-1,39
Letbane KPT +10% + Bus KPT -10%	-61,03	-5,73	10,36	1,04
Letbane KPT -10% + Bus KPT +10%	-49,56	5,73	-10,36	-1,04
D/V af rullende materiel og depot +10%	-59,81	-4,51	8,16	0,82
D/V af rullende materiel og depot -10%	-50,78	4,51	-8,16	-0,82

Tabel 12.8: Følsomhedsanalyse for Skalborg letbane.

Resultatet af følsomheden for Skalborg letbane viser, at det er de samme faktorer driftsøkonomien er mest følsom overfor, som fundet ved Nørresundby letbane og Skalborg letbane. Det er værd at bemærke, at effekten af fejlestimeringer i Skalborg scenariet har en betydelig lavere effekt end for Nørresundby scenariet.

Østbyens letbane

Resultaterne af følsomhedsanalysen for Østbyens letbane er vist i tabel 12.9.

	Årligt resultat [Mio. kr.]	Difference [Mio. kr.]	Difference [%]	Effekt af 1 % ændring
Østbyens letbane (basis)	-81,36	-	-	-
Cameo-aldersfordeling (14,92%)	-76,99	4,37	-5,38	-0,36
Cameo-indkomstfordeling (-37,04%)	-92,22	-10,86	13,35	0,36
Nørresundby letbane -10%	-84,29	-2,93	3,60	0,36
Billetpris +10%	-78,43	2,93	-3,60	-0,36
Billetpris -10%	-84,29	-2,93	3,60	0,36
Letbane KPT +10%	-89,47	-8,11	9,97	1,00
Letbane KPT -10%	-73,25	8,11	-9,97	-1,00
Bus KPT +10%	-83,42	-2,06	2,53	0,25
Bus KPT -10%	-79,30	2,06	-2,53	-0,25
Letbane KPT +10% + Bus KPT +10%	-91,53	-10,17	12,50	1,25
Letbane KPT -10% + Bus KPT -10%	-71,19	10,17	-12,50	-1,25
Letbane KPT +10% + Bus KPT -10%	-87,41	-6,05	7,44	0,74
Letbane KPT -10% + Bus KPT +10%	-75,31	6,05	-7,44	-0,74
D/V af rullende materiel og depot +10%	-86,52	-5,16	6,34	0,63
D/V af rullende materiel og depot -10%	-76,21	5,16	-6,34	-0,63

Tabel 12.9: Følsomhedsanalyse for Østbyens letbane.

Følsomhedsanalysen viser at Østbyens letbane er den mindst følsomme overfor fejlestimeringer. Det er stadig de samme faktorer som driftsøkonomien er mest følsom overfor, men følsomheden er mindre end for de to andre etaper.

13 Konklusion

Aalborg Kommune fik i 2014 afsat penge på Finansloven til byggeri af Aalborg letbane. Letbanen forventes klar til ibrugtagning i løbet af 2021. Formålet med dette projekt har været, at undersøge grundlaget for etablering af videre letbaneetaper til andre områder af byen, og herefter prioritere dem i forhold til hinanden. De videre letbaneetaper er i projektet blevet behandlet som transportprojekter.

Der er i forbindelse med korridoranalysen konkluderet, at de tre bedst egnede korridorer for videre letbaneetaper er Nørresundby korridoren, Skalborg korridoren og Østbyens korridor. Inden for korridorerne er de valgt linjeføringer, vurderet at være de mest optimale linjeføringer. For at kunne vurdere hvilken letbaneetape, der er det bedste transportprojekt er det nødvendigt at definere, hvad et bæredygtigt transportprojekt er. Der er ikke en eksakt definition af, hvad et bæredygtigt transportprojekt er. I dette projekt defineres et bæredygtigt transportprojekt som et rentabelt projekt, der medføre besparelser i driftsøkonomien i forhold til 0-alternativet, og samtidig ikke har en anlægsudgift, der afviger negativt i forhold til sammenlignelige projekter.

Transportprojekter af denne størrelse har vidtrækkende effekter inden for både byudvikling og byplanlægning, og et letbaneprojekt kan derfor godt være et godt projekt set med planlægnings- og byudviklingsøjemed, selvom at driftsøkonomien bliver negativ. Et letbaneprojekt har derfor flere aspekter end blot det ren trafikale, hvilket komplicerer definitionen af et godt letbaneprojekt yderligere. Dette er der som beskrevet dog set bort fra i dette projekt.

Ud fra en samlet vurdering og førnævnte definition af et godt transportprojekt prioriteres letbaneetaperne som følgende:

1. **Nørresundby letbane**
2. **Skalborg letbane**
3. **Østbyen letbane**

Prioriteringen bygger på en samlet vurdering af de videre letbaneetaper. Nørresundby letbane er den eneste af de videre letbaneetaper som medfører en besparelse i driftsøkonomien, og er dermed vurderet som værende det bedste transportprojekt. Nørresundby letbane medfører en årlig besparelse i driftsøkonomien på 11 mio. kroner sammenlignet med 0-alternativet. Både Skalborg letbane og Østbyens letbane øger driftsøkonomien med over 100 %, sammenlignet med 0-alternativet.
Anlægsudgifterne vurderes ligeledes at være acceptable da kilometerprisen for Nørresundby letbane kun er 12,6 mio. kroner dyrer end kilometerprisen for første etape. De

samlede anlægsudgifter for Nørresundby letbane udgør ca. en tredjedel af anlægsudgifterne for første etape. Udvidelsen af letbanenettet med Nørresundby letbane, vil være en billig udvidelse, sammenlignet med anlægsudgifter for de øvrige etaper.

Der indgår mange faktorer i analysen af videre letbaneetaper, derfor er analysen også behæftet med mange usikkerheder. Beregningerne er baseret på estimerede faktorer for beregningsåret 2025, hvilket resulterer i mange mulige fejlkilder. Usikkerheder og fejlkilder kan ikke undgås når der arbejdes med fremtidsscenarier. Fejlestimeringer af faktorer vil have stor betydning for konklusionen i denne rapport, hvilket fremgik af følsomhedsanalysen. Konklusionen af denne rapport er, at det ved anlæggelse af videre letbaneetaper bør være Nørresundby letbane, der etableres først af de tre analyserede etaper.

Litteratur

Aalborg Kommune, **2014**. Aalborg Kommune. *Befolkningsprognose Aalborg Kommune 2015-2026*. http://apps.aalborgkommune.dk/statistik/webaarbog/prognose2009/struktur/Befolkningsanalyser/Forudsaetningeroganalyse/Aalborg_prognose_2015_Cowi.pdf, 2014. Downloadet 01.05.2015.

Aalborg Kommune, **2013a**. Aalborg Kommune. *Fysisk version 2025*, 2013a.

Aalborg Kommune, **2013b**. Aalborg Kommune. *Mobilitetsstrategi 2013-2025*, 2013b.

Aalborg Kommune, **2012**. Aalborg Kommune. *Boligundersøgelse - Cameo analyse*. http://www.aalborg.dk/om-kommunen/byplanlaegning/almene-boligselskaber/boligundersoegelse, 2012. Downloadet 06.03.2015.

Aalborg Kommune, **2015a**. Aalborg Kommune. *Byudvikling*. http://www.aalborg.dk/om-kommunen/byplanlaegning/byudvikling, 2015. Downloadet 01.05.2015.

Aalborg Kommune, **2015b**. Aalborg Kommune. *Aalborg Griber Fremtiden*. http://www.aalborg.dk/media/2656338/aalborg-griber-fremtiden_web.pdf, 2015. Downloadet 01.05.2015.

Aalborg Kommune, **2015c**. Aalborg Kommune. *Trafikudviklingen på Limfjordsbroen og i tunnelen*. http://apps.aalborgkommune.dk/statistik/webaarbog/aarbog12/struktur/Trafik/indexlevel2/BilerLimfjordsbroentunnelen.html, 2015. Downloadet 08.06.2015.

Aalborg Kommune, **2015d**. Aalborg Kommune. *Fotocelletællinger tilsendt af Christopher Holland, COWI*, 2015d.

Aalborg Kommune, Kollektiv Trafik, **2014**. Aalborg Kommune, Kollektiv Trafik. *By- og metrobusser i Aalborg og Nørresundby*. http://www.aalborg.dk/, 2014. Downloadet 20.02.2015.

COWI, **2013a**. COWI. *Aalborg letbane forudsætninger for 1. etape*, 2013a.

COWI, **2013b**. COWI. *Driftsøkonomi for Etape 1.*, 2013b.

COWI, **2012a**. COWI. *Belysning af principielle linjeføringer i Aalborg midtby*, 2012a.

COWI, **2012b**. COWI. *Trafiksikkerhed i busser, letbaner og metro*. https://subsite.kk.dk/~/media/382775380102497EB4B237FE57A927E0.ashx, 2012. Downloadet 24.04.2015.

Danmarks Statistik, **2014**. Danmarks Statistik. *Folketal*. http://www.statistikbanken.dk/BEF44, 2014. Tilgået 20.02.2015.

DTU Transport, **2014a**. DTU Transport. *Transportvaneundersøgelsen - Faktaark om transport og indkomst i Danmark.* `http://www.modelcenter.transport.dtu.dk/Transportvaneundersoegelsen/TU-udgivelser/Faktaark-om-transport-og-indkomst-i-Danmark-2013`, 2014. Downloadet 09.03.2015.

DTU Transport, **2014b**. DTU Transport. *Transportvaneundersøgelsen - Faktaark om kollektiv transport i Danmark.* `http://www.modelcenter.transport.dtu.dk/Transportvaneundersoegelsen/TU-udgivelser/Faktaark-om-kollektiv-transport-i-Danmark-2014`, 2014. Downloadet 09.03.2015.

Finansministeriet, **2014**. Finansministeriet. *Finanslov for 2015*, 2014.

Letbanesekretariatet, **2014**. Letbanesekretariatet. *Udredningsrapport for Aalborg letbane/BRT*, 2014.

Morten Jensen, Aalborg Kommune, **2012a**. Morten Jensen, Aalborg Kommune. *Notat: Alternativ rutenet i forbindelse med letbanen 1. etape*, 2012a.

Morten Jensen, Aalborg Kommune, **2012b**. Morten Jensen, Aalborg Kommune. *Notat: Buskørsel i bykernen.*, 2012b.

Morten Skou Nicolaisen, Patrick Arthur Driscoll, **2014**. Morten Skou Nicolaisen, Patrick Arthur Driscoll. *Ex-Popst Evaluations of Demand Forecast Accuracy: A Literature Review, Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal, 34:4, 540-557, DOI: 10.1080/01441647.2014.926428*, 2014.

NN Markedsdata, **2014**. NN Markedsdata. *Cameo Danmark husstandsklassefikation.* `http://ipaper.ipapercms.dk/NNMarkedsdata/Salg/FKDistribution/Cameohndbog/`, 2014. Downloadet 21.04.2015.

Nordjyllandstrafikselskab, **2012**. Nordjyllandstrafikselskab. *Trafikplan for Nordjylland 2013-2016*, 2012.

Region Nordjylland, **2010**. Region Nordjylland. *Fremtiden kører på skinner*, 2010.

Region Nordjylland, **2014a**. Region Nordjylland. *Aalborg letbane/BRT orientering om udredningsrapport*, 2014a.

Region Nordjylland, **2014b**. Region Nordjylland. *Aalborg Letbane / BRT - Orientering om Udredningsrapport.* `http://www.ntn.dk/download/2014_generalforsamling_presentations/ntn_14_letbane.pdf`, 2014. Downloadet 19.02.2015.