



Analyse af letbane mellem Glostrup og Københavns Lufthavn



Region
Hovedstaden

RAMBOLL

Hovedrapport
November 2013

Revision **V1**
Dato **15. november 2013**
Udarbejdet af **JPD, CM, MAP**

Rambøll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 København S
T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
www.ramboll.dk

INDHOLD

1.	Baggrund og formål	1
1.1	Nøgleresultater	2
2.	Linjeføring og stationer	3
2.1	Tværp profiler	6
2.2	Kryds	7
2.3	Stationer	8
2.4	Depot	8
3.	Linjeføringsbeskrivelse	9
3.1	Vestlig fællesstrækning – Glostrup-Brøndby Rådhus	9
3.2	Nordlig linjeføring – Brøndby Rådhus-Lufthavns Boulevard	9
3.3	Sydlig linjeføring – Brøndby Rådhus-Lufthavns Boulevard	9
3.4	Østlig fællesstrækning – Lufthavns Boulevard-CPH 3	9
4.	Driftsoplæg	12
5.	Øvrig infrastruktur tilpasning	14
5.1	Infrastruktur for biltrafik	14
5.2	Infrastruktur for kollektiv trafik	14

6.	Sammenhæng til infrastruktur og byudvikling	15
7.	Rejsetider	19
8.	Økonomisk overslag	21
8.1	Anlægsoverslag	21
8.2	Driftsudgifter	22
8.3	Prissammenligning	22
9.	Trafikale effekter	23
9.1	Prognosehorisont og primære forudsætninger	23
9.2	Hovedresultater	23
9.3	Resultat sydlig linjeføring	25
9.4	Resultat nordlig linjeføring	26
9.5	Resultat nordlig linjeføring – 1. etape	27
10.	Samfundsøkonomisk beregning	28
10.1	Generelle forudsætninger	28

1. BAGGRUND OG FORMÅL

Regionsrådet vedtog i forbindelse med Budget 2013 at afsætte midler til en undersøgelse af mulige letbanelinjer fra Avedøre Holme til lufthavnen.

Formålet er at undersøge, hvordan der kan etableres en direkte forbindelse til lufthavnen, og hvordan der kan skabes sammenhæng mellem den planlagte letbane langs Ring 3 og det øvrige banenet.

Undersøgelsen er opdelt i to faser: *Fase 1*: En screening af mulige linjer med henblik på et indspil til Trængselskommissionen, og *Fase 2*: en grundig analyse af udvalgte linjer.

Fase 1, en screening af mulige linjer, blev udført i foråret 2013, og resultaterne blev drøftet i Regionaludvalget i foråret. Regionsrådet besluttede på baggrund af resultaterne af arbejdet at gå videre med Fase 2, hvor 2 udvalgte hovedlinjer skal undersøges

En sydlig løsning fra Glostrup st. over Avedøre Holme, Ørestad st., Løjtegårdsvej og lufthavnen.

En nordlig løsning fra Glostrup st., Hvidovre Hospital, Ny Ellebjerg, Bella Centret og videre til lufthavnen.

Udover de to hovedlinjer er en mulig 1. etape af den nordlige løsning mellem Glostrup st og Ny Ellebjerg blevet undersøgt.

Denne rapport er således hovedrapport for Fase 2 analyserne. I rapporten opsamles de primære forudsætninger, hovedresultater og konklusioner fra de enkelte emner der er blevet belyst gennem projektet. Til rapporten hører en række baggrundsnotater, hvor flg. emner detaljeret er beskrevet:

- Fysisk indpasning
- Alternative linjer
- Driftsoplæg
- Bustilpasning
- Økonomisk overslag (drift og anlæg)
- Trafikmodelberegninger
- Byudviklingsmuligheder

Desuden et tegningsbilag indeholdende:

- Strækningsplaner i 1:5.000
- Udvalgte lokaliteter i 1:1.000

Projektet er gennemført af en projektgruppe bestående af:

- Birgit E. Petersen, Region Hovedstaden
- Sigurbjörn Hallsson, Region Hovedstaden
- Marianne Bendixen, Ringbysamarbejdet

- Christina Mose, Rambøll
- Jacob Deichmann, Rambøll
- Morten Agerlin Petersen, Rambøll

Undervejs i projektforsøget har der været afholdt møder med de berørte kommuner, hvor delresultater er blevet belyst. Desuden har der været afholdt en workshop, hvor de berørte kommuner, MOVIA og Metroselskabet var inviteret til en gennemgang og diskussion af projektets resultater.

1.1 Nøgleresultater

Figur 1-1 viser en sammenligning af nøgletal for de to hovedalternativer samt etape 1 af den nordlige linjeføring. Nøgletallene er primært angivet som årstal, som er opregnet med en faktor 310 fra hverdagsdøgntal.

Af oversigten fremgår, at passagertallet for den sydlige linjeføring er beregnet til godt mio. pr år, mens det for en nordlig er 6,7 mio. pr. år.

Rejsetidsbesparelsen for de eksisterende trafikanter er ved en sydlig linjeføring beregnet til 32.000 timer pr. år, mens den er 587.000 timer ved en nordlig linjeføring.

Anlægsomkostningerne er for den sydlige linjeføring beregnet til 3,88 mia. kr, og 4,06 mia. kr. for den nordlige linjeføring. Driftsomkostningerne pr. år for de to hovedlinjeføringer er stort set de samme. I kraft af det mindre passagertal på den sydlige linjeføring er driftsindtægten beregnet at være mindre på denne end på den nordlige linjeføring, herved bliver selvfinansierungsgraden også lavere for den sydlige linjeføring.

Den simple samfundsøkonomiske analyse, der primært tjener til sammenligning mellem linjeføringerne, viser at der uden hensyntagen til eventuelle forsinkelser for biltrafikken er en negativ intern rente for den sydlige linjeføring, mens den nordlige linjeføring kan opnå en beskeden positiv intern rente på op til 3,9%.

Medtages en beskeden forsinkelse for bilisterne på fx 1.000 timer pr. år (svarende til at 40.000 trafikanter forsinkes hver 1,5 min. pr. dag) bliver den interne rente negativ for alle linjeføringer.

	Sydlig linjeføring: Glostrup st., Avedøre Holme, Ørestad st., Løjtegårdsvej til lufthavnen	Nordlig linjeføring: Glostrup st., Hvidovre Hospital, Ny Ellebjerg st., Bella Centret til lufthavnen	Nordlig linjeføring, 1. etape: Glostrup st. til Ny Ellebjerg st., jf. Trængselskommissionens anbefalinger
Strækningsslængde i km	24,2	21,0	10,4
Antal stationer	22	25	11
Stationsafstand i meter	1.150	875	1.040
Køretid i minutter	50	57	26
Rejsehastighed i km/t	29,2	22,2	23,9
Antal passagerer i mio./år	5,05	6,72	3,04
Rejsetidsbesparelse for eksisterende kollektive trafikanter i timer/år	32.000	587.000	262.000
Anlægsoverslag med 50 % korrektionsreserve, i mia. kr.	2,8	2,8	1,3
Anlægsrelaterede driftsudgifter i mia. kr.	1,1	1,2	0,6
Anlæg i alt mia. kr	3,9	4,1	2,0
Driftsomkostninger i mio. kr/år	137	139	67
Driftsindtægter i mio. kr/år	45	60	27
Selvfinansierungsgrad	33 %	44 %	41 %
Nettonutidsværdi	-2.457	-634	-685
Intern rente i %	-0,5 %	3,9 %	2,4 %

Figur 1-1: Nøgletal for de tre hovedalternativer

2. LINJEFØRING OG STATIONER

Hovedforudsætningerne for denne analyse har været to anbefalede letbaneforslag fremkommet på baggrund af screeningsanalysen fra foråret 2013, Figur 2-1, hvad angår linjeføring og stationsplacering.



Figur 2-1: Anbefalede letbaneforslag fra screeningsanalysen

Med udgangspunkt i de anbefalede linjeføringer har projektgruppen udpeget et hovedforslag for hhv. en nordlig og en sydlig linjeføring. Linjeføringerne er vist på oversigtskortet Figur 3-1. I forhold til screeningsanalysen afviger hovedforslaget på flg. punkter:

Den nordlige linjeføring:

- Linjeføringen fortsætter direkte af Kettegårds Alle fra Avedøre Havnevej
- Ny Ellebjergr station betjenes, i stedet Valbyhallen – både i en etape 1 og fuld udbygning
- Bella Center, Bella Sky og Bella Center station betjenes mere direkte ved at føre letbanen gennem Bella Centrets arealer

Den sydlige linjeføring:

- Linjeføringen går nord om Copenhagen Towers i Ørestad, i stedet for via Hannemanns Alle.

Stationerne er som udgangspunkt placeret som i screeningsanalysen. Der er dog foretaget en række justeringer. Enkelte stationer er flyttet f.eks. for at opnå kortere skifteveje. For begge linjeføringer er der desuden introduceret en række nye stationer således der kan opnås acceptabel kollektiv betjening af stationsområderne selvom busbetjeningen forudsættes væsentligt reduceret ved indførelse af letbane. Følgende ændringer er foreslået:

Nye stationer på den nordlige linjeføring:

- Hvidovre Hospital betjenes med to stationer
- Ny Ellebjergr station betjenes i både 1. etape og fuld udbygning
- Bella Center
- Røde Mellemvej
- Følfovej
- Irlandsvej

Nye stationer på den sydlige linjeføring:

- Lagesminde
- Copenhagen Arena
- Egensevej
- Amager Hallen

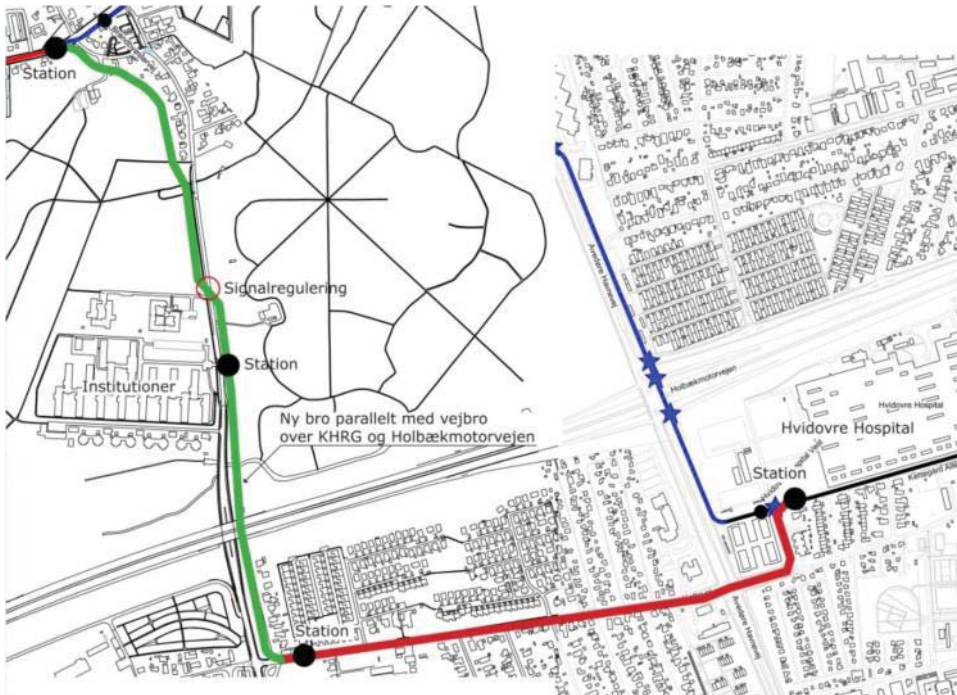
I Figur 2-2 er gengivet nøgletal for de valgte hovedforslagene. Der opnås en stationsafstand på 875-1.150 m, afstanden mellem stationerne er dog meget mindre i de tætbebyggede områder.

	Linjeføring syd	Linjeføring nord	Linjeføring nord 1. etape
Strækningsslængde	24,2 km	21,0 km	10,4 km
Antal stationer	22	25	11
Gennemsnitlig stationsafstand	1.150 m	875 m	1.040 m

Figur 2-2: Nøgletal for hovedforslagene

Gennem projektforløbet er en række alternative til hovedforslagene blevet behandlet. Disse linjeføringer er fremkommet enten i screeningsanalysen, eller foreslået i løbet af fase 2-projektforløbet, enten af projektgruppen, eller af en af de implicerede kommuner. I alt er vurderet 7 alternative linjeføringer, der

afviger fra hovedforslagene. 6 af de belyste alternativer er beliggende på den nordlige linjeføring, mens nr. 7 er beliggende på den sydlige. De alternative linjeføringer er hver i sær overordnet behandlet med hensyn til forventet positiv effekt for passagerpotentiale, anlægstekniske udfordringer, sammenhæng til øvrig planlægning mv.



Figur 2-3: Eksempel på belyst alternativ - skitse af alternativbetjening ved institutioner i Brøndby

I denne analyse er generelt tilstræbt brug af de samme standarder som anvendes i Ring 3-letbaneprojektet og de øvrige danske letbaneprojekter generelt.

Generelt anvendes følgende hovedtyper (idet der anvendes samme terminologi som i Ring 3):

- Uafhængigt letbaneområde. Letbanen forløber helt uafhængigt af vejsystemet, svarende til en jernbane (dog krydser veje og stier typisk i niveau).
- Reserveret letbaneområde. Letbanen forløber i direkte tilslutning til vejsystemet, men klart adskilt fra dette.
- Fælles letbaneområde. Letbanen forløber som en klassisk sporvognslinje, hvor togene deler areal med biltrafikken.

Uafhængigt letbaneområde forekommer især på den sydlige linjeføring på strækningen mellem Avedøre Holme og Ørestad. *Reserveret letbaneområde* er den generelt valgte løsning, som sikrer den bedste fremkommelighed for letbanen på de strækninger, hvor den følger vejnettet. *Fælles letbaneområde* forekommer på 2 delstrækninger af den nordlige linjeføring: Forbi Hvidovre Hospital (kun fælles med bus) og Stubmøllevej – Mozartsvej. Inden for reserveret letbaneområde forekommer en række varianter afhængig af antallet af de fysiske omstændigheder, antallet af kørespor og biltrafikkens hastighed.



Figur 2-4: Eksempel på uafhængigt letbaneområde



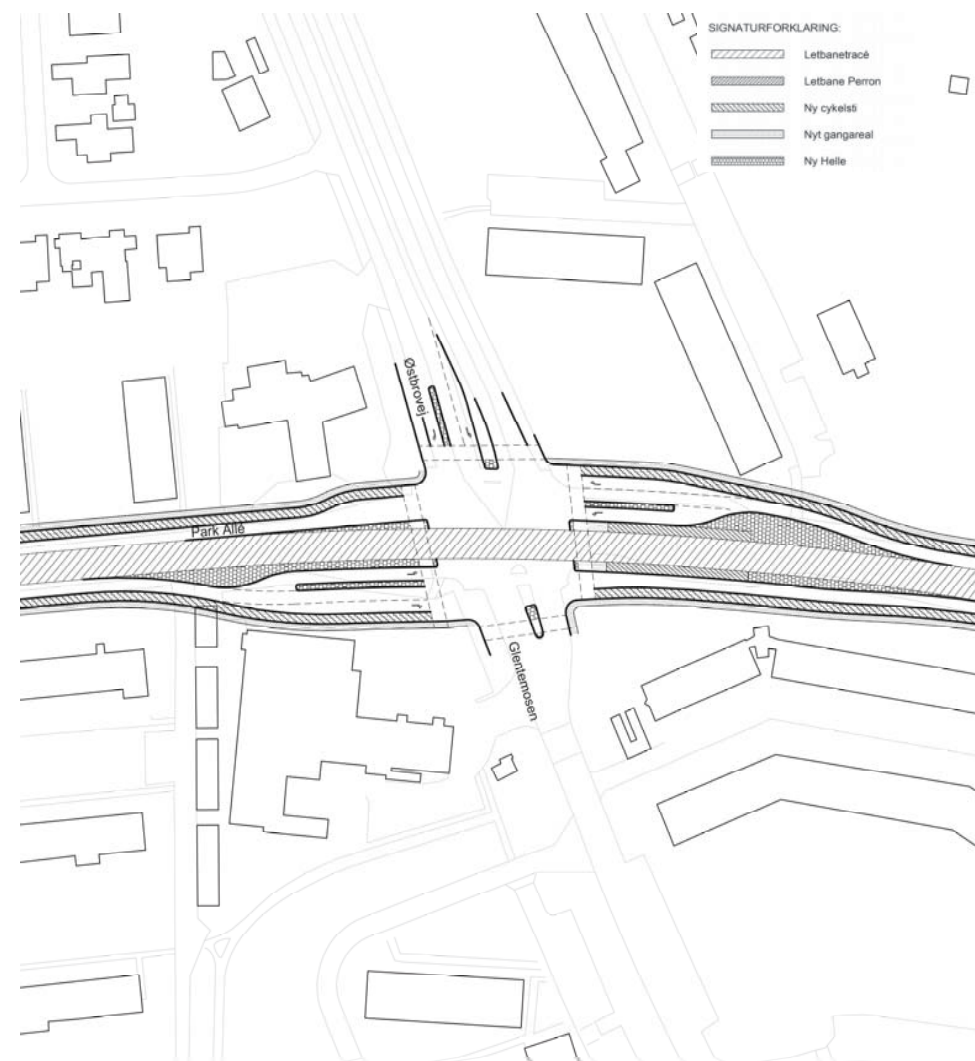
Figur 2-5: Eksempel på fælles letbaneområde

Ved hastighed 60 km/h etableres heller mellem letbanetracéet og køresporene. Baggrunden for dette er, at der i Vejreglerne ved 4-sporede veje er krav om opstilling af tavler for hastighedsgrænser på begge sider af kørselsretning. Dette tværprofil er i øvrigt det foretrukne midtliggende profil i Ring 3-projektet, hvor der på lange strækninger er hastighedsgrænser på 60 eller 70 km/h.

2.2 Kryds

Generelt forudsættes at alle kryds, hvor biltrafik kan krydse letbanesporet skal signalreguleres. Hvor vejtrafikken i et signalreguleret kryds kan svinge hen over letbanesporet, skal denne strøm reguleres separat – dvs i egen signalfase. Dette medfører, efter de gældende Vejregler, at der dels skal være en separat bane til den svingende strøm, dels en helle mellem ligeud- og svingbanen til placering af signalarmatur. Dette vil normalt medføre behov for en udvidelse af vejprofilet på ca. 5 m på strækningen frem mod krydset.

Der etableres så vidt muligt prioritering af letbanen i alle kryds. Men i nogle kryds er dette ikke praktisk muligt, fordi en 100 % prioritering vil medføre for store ophold og forsinkelser for den krydsende biltrafik.



Figur 2-6: Forslag til udformning af krydset Østbrovej/Park Alle

2.3 Stationer

Stationerne udformes generelt med sideperroner beliggende overfor hinanden, svarende til den generelt valgte løsning i Ring 3-letbaneprojektet. Dog udføres endestationerne Glostrup, CPH Terminal 3 og Ny Ellebjerg (endestation på nordlig 1. etape) med ø-perroner, da dette er mere passagervenligt ved en endestation, hvor tog kan afgå i samme retning fra begge sider af perronen. Stationen Park Allé udføres ligeledes med ø-perron af hensyn til skiftemulighederne mellem Ring 3-letbanen og Lufthavnsletbanen.



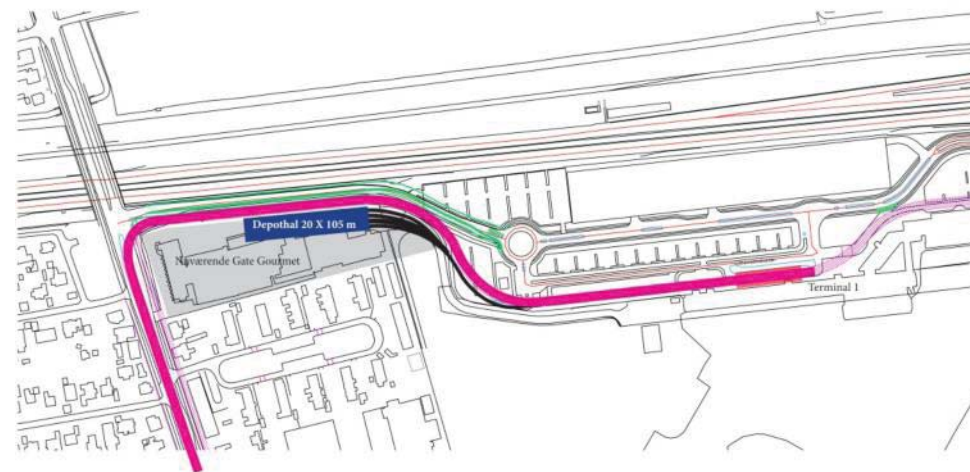
Figur 2-7: Eksempel på station med sideperroner beliggende overfor hinanden

2.4 Depot

Depotløsningen består for begge linjeføringerne af en kombination af en udvidelse af det planlagte kontrol- og vedligeholdelsescenter (KVC) for Ring 3-letbanen i Ejby og et opstillingsdepot placeret mellem Amager Landevej og Terminal 1. Etablering af depot i begge ender af strækningen vil medføre minimalt behov for tomkørsel ved indsættelse af tog om morgenen / udtagelse af drift om aftenen.

Opstillingsdepotet i Kastrup er tænkt som et let depot alene udstyret med en vognhal, faciliteter for indvendig rengøring, meget enkel servicering og faciliteter

for det kørende personale, mens de egentlige værkstedsfaciliteter, udvendig vask, trafikstyring mv. alene tænkes placeret i Ejby, sådan at der opnås maksimal synergi med Ring 3-letbanens faciliteter.



Figur 2-8: Mulig depotopstilling ved Amager Landevej



Figur 2-9: Eksempel på depot

3. LINJEFØRINGSBESKRIVELSE

3.1 Vestlig fællesstrækning – Glostrup-Brøndby Rådhus

Letbanen har fælles linjeføring med Ring 3-letbanen frem til Park Allé. Herfra svinger letbanen ind i Park Allé og ligger her i reserveret areal i midten.

3.2 Nordlig linjeføring – Brøndby Rådhus-Lufthavns Boulevard

Letbanen flyttes til en sideliggende placering i Brøndbyøster Landsby. Den svinger mod syd langs Avedøre Havnevej, og krydser denne ved Falck-stationen.

Ved Kettegårds Allés forlængelse svinger letbanen mod øst forbi Hvidovre Hospital. På strækningen frem til Hvidovrevej deler letbanen areal med bustrafikken. Generelt er løsningen her tilpasset hospitalets udvidelsesplaner.

Letbanen fortsætter i Sønderkær og svinger ind i Folehaven, som følges frem til Gl. Køge Landevej. På denne strækning ligger banen i reserveret areal i midten, og 4 kørespor opretholdes.

Letbanen svinger mod nord ad Gl. Køge Landevej og igen mod øst ad Følager frem til Ny Ellebjerg Station, hvor der kan etableres endestation for en evt. 1. etape. Herfra fortsættes igennem en ny tunnel i S-banedæmningen og langs Øresundsbanen frem til Ellebjergvej. Letbanen fortsætter ad Stubmøllevej og Mozartsvej. Denne strækning udføres som fælles letbaneområde med blandet trafik. Fra Mozarts Plads følges Borgmester Christiansens Gade - Sjællandsbroen og Vejlands Allé, igen i reserveret areal i midten. Letbanen svinger ind ad Center Boulevard og gennem Bella Sky Hotel for at komme tæt til Belle Center metrostation.

Letbanen fortsætter ad Vejlands Allé, svinger mod syd ad Engelsvej, mod øst ad Tårnbyvej og endelig mod syd ad Amager Landevej. Hele denne strækning etableres i reserveret areal i midten.

3.3 Sydlig linjeføring – Brøndby Rådhus-Lufthavns Boulevard

Letbanen svinger mod syd ad Brøndbyøster Boulevard og ligger helt frem til Gl. Køge Landevej i reserveret areal i siden af vejen. På dele af strækningen anvendes et ledigt vejareal, og i Brøndby Strand nedlægges 2 kørespor. Letbanen skifter side ved Bækkelunden-Kærlunden.

I Gl. Køge Landevej svinges mod øst, i reserveret areal i midten. Herfra følges Stamholmen, hvor letbanen placeres i de 2 sydlige kørespor.

Fra østsiden af Avedøre Holme følger letbanen en ny bro parallelt med Kalvebod- og Sorterendebroerne. Øresundsmotorvejen følges over Vestamager.

Ved Ørestads Boulevard svinges mod syd, og letbanen placeres her i siden af vejen. Denne placering opretholdes langs Otto Baches Allé og Løjtegårdsvej frem til Præstefælledvej, hvor letbanen skifter til placering i midten.

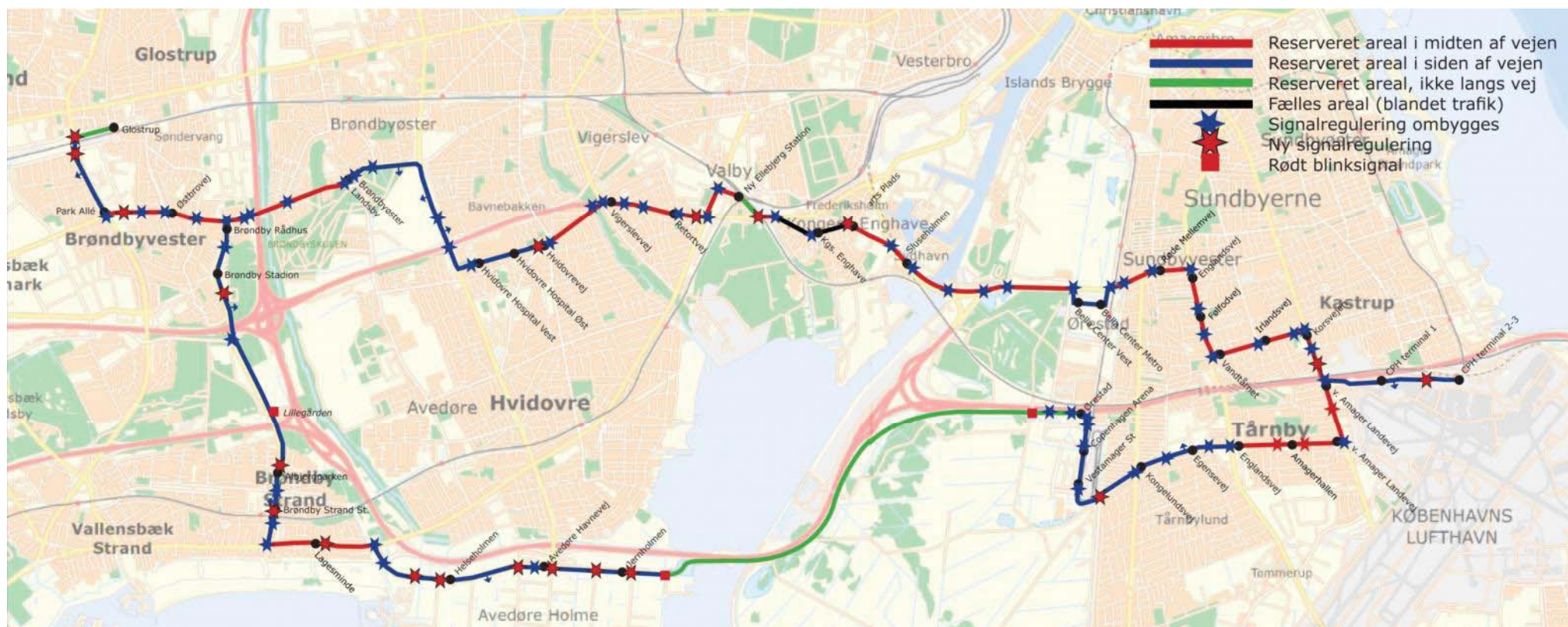
Letbanen svinger mod nord ad Amager Landevej og ligger også her i midten.

3.4 Østlig fællesstrækning – Lufthavns Boulevard-CPH 3

Fra Amager Landevej følger letbanen Lufthavnsboulevarden. Fra Terminal 1 placeres letbanen tæt ved terminalbygningerne helt frem til endestationen ved terminal 3. Herved minimeres antallet af krydsninger med kørende trafik.

Der inddrages lokal- og taxaspor for at få plads til løsningen, og rundkørslen ved Ellehammersvej må ombygges.

Tilslutning til opstillingsdepot placeres mellem Amager Landevej og Terminal 1.



Figur 3-1: Oversigtskort med hovedalternativ for sydlig og nordlig linjeføring

I bilagsrapporten findes detaljerede strækkningsplaner for de to linjeføringer, med angivelse af foreslået placering af letbanetracé, stationsplacering samt angivelse af eksisterende og nye signalreguleringer.



Figur 3-2: Eksempel på strækkningsplan

4. DRIFTSOPLÆG

På baggrund af linjeføringerne samt de ønskede stationer er udarbejdet en køreplan for letbanen. Der er i forbindelse med beregningen af driftsoplægget gjort en række antagelser omkring hastighed og forsinkelser, der alle skal bidrage til at oplægget bliver så realistisk som muligt – uden at der udarbejdes et egentligt detailprojekt på driftsoplægget.

I nedenstående fremgår de generelle køreplanforudsætninger, der udover længde og stationsplacering er de indlagt i beregningerne af køretiden. Alle parametre bidrager til at reducere kørehastigheden.

Tillæg i køreplanen	Forudsætning	Tidsværdi
Makshastighed for letbanen		70 km/t
Holdetid	Passagerantal <u>under</u> 2.000 passagerer/hverdag	15 sekunder/stop
	Passagerantal <u>over</u> 2.000 passagerer/hverdag	20 sekunder/stop
	Stop ved Hvidovre Hospital	40 sekunder/stop
Lyskrydsforsinkelser	Fuld prioritet til letbanen	3 sekunder/lyskryds
	Ikke prioritet til letbanen	Tillæg afhængigt af biltrafikmængde, retning i forhold til letbanen og udformning af kryds
Nedsat hastighed pga. blandet trafikførsel		Maksimalt 20 -50 km/t
Kurveforsinkelser	For kurver med 25 – 75 meters radius	15 -25 km/t
Forsinkelsestillæg		6 sekunder/km
Køreplanstillæg		5 % ekstra minimumskøretid

Tabel 4-1: Generelle køreplansforudsætninger

Figur 4-1 og Figur 4-2 viser køreplanen for de to linjeføringer baseret på driftsoplægget. I Tabel 4-2 er nøgletal for de to hovedalternativer vist.

Den gennemsnitlige hastighed for den sydlige linjeføring er beregnet til 29 km/t, mens den for den nordlige er lidt lavere 22-24 km/t.

	Linjeføring syd	Linjeføring nord	Linjeføring nord 1. etape
Strækningsslængde	24,2 km	21,0 km	10,4 km
Antal stationer	22	25	11
Køretid	50 min	57 min	26 min
Gennemsnitlig hastighed	29 km/t	22 km/t	24 km/t

Tabel 4-2: Nøgletal for hovedalternativer

Materielbehovet for de forskellige alternativer er sat ud fra alternativernes omgangstid. Omgangstiden er den summerede køretid for begge retninger, inkl. vendetiden ved endestationerne. Ud fra en 5 minutters frekvens i spidstimen er materielbehovet som følger:

	Materielbehov (antal letbanetog)
Linjeføring syd	28
Linjeføring nord	25
Linjeføring nord, 1. etape	14

Tabel 4-3: Materielbehov

Der er i materielbehovet indkalkuleret 10 % materielreserve. Dette er gjort for at sikre, at den ønskede frekvens kan opretholdes samtidig med løbende vedligeholdelse af det rullende materiel, samt for at sikre at der er tilstrækkeligt materielreserver ved nedbrud.

	Mio. togkm / år
Linjeføring syd	3,1
Linjeføring nord	2,7
Linjeføring nord, 1. etape	1,3

Tabel 4-4: Mio. togkilometer pr. år pr. alternativ

Station	Køreplantid	Køretid mellem hovedmål
Glostrup st.	0	15
Park Allé	3	
Østbrovej	5	
Brøndby Rådhus	7	
Brøndbyøster Landsby	10	
ved Hvidovre Hospital Vest	15	11
ved Hvidovre Hospital Øst	17	
ved Hvidovrevej	18	
ved Vigerslevvej	21	
ved Retortvej	23	
Ny Ellebjerg st.	26	13
Sjælør Boulevard	30	
Mozarts Plads	31	
Sluseholmen	34	
Bella Sky	38	
Bella Center st.	39	7
Røde Mellemvej	42	
Englandsvej	44	
Følfodvej	45	
Vandtårnet	46	
Irlandsvej	48	11
Korsvejen	50	
Amager Lov	52	
CPH Terminal 1	53	
CPH Terminal 2 & 3	57	

Figur 4-1: Køreplan for den nordlige linjeføring

Station	Køreplantid	Køretid mellem hovedmål
Glostrup st.	0	9
Park Allé	3	
Østbrovej	5	
Park Allé/Brøndbyvester Boulevard	7	
Brøndby Stadion	9	
Albjergparken	13	13
Brøndby Strand st.	14	
Lagesminde Alle	17	
Stamholmen/Helseholmen	20	
Stamholmen/Avedøre Havnevej	22	
Stamholmen/Jernholmen	24	9
Ørestad st.	31	
Copenhagen Arena st.	33	
Vestamager st.	34	
Kongelundsvej	37	
Egensevej	38	10
Englandsvej	40	
Amagerhallen	42	
Amager Landevej	43	
Amager Landevej	45	
CPH Terminal 1	47	50
CPH Terminal 2 & 3	50	

Figur 4-2: Køreplan for den sydlige linjeføring

5. ØVRIG INFRASTRUKTUR TILPASNING

5.1 Infrastruktur for biltrafik

Som udgangspunkt er forudsat, at biltrafikens fremkommelighed ikke skal nedsættes ved etablering af letbanen. Der er således ikke skitseret restriktioner for biltrafikken og generelt opretholdes det nuværende antal kørespor, svingbaner i kryds osv. På enkelte strækninger er 4 kørespor reduceret til 2. Dette gælder strækninger, hvor det i samarbejde med de involverede kommuner er vurderet, at en sådan ændring kan ske uden reduceret fremkommelighed.

I krydsene vil indførelse af en ekstra fase i signalet til letbanen alt andet lige nedsætte den samlede kapacitet i krydsene. Dette vil især have betydning i kryds, hvor den primære bilstrøm ikke har samme retning som letbanen. I det videre projekteringsarbejde bør der fokuseres på at skabe signaltekniske løsninger disse steder, som kan medvirke til at sikre en fortsat god fremkommelighed for biltrafikken.

Etablering af midtliggende reserveret areal medfører, at trafik til og fra mindre sideveje og private indkørsler kun kan ske ved højre-ind- og højre-udsving. På enkelte af disse strækninger er foreslået etablering af signalregulering, primært for at skabe mulighed for u-sving.

Projektet inddrager i vidt omfang eksisterende parkeringslommer langs vejene. Der er ikke planlagt etableret erstatningsparkering for de P-pladser, der indruges. I et videre projekteringsarbejde bør der fokuseres på hvorledes der kan reetableres parkering i lokalområdet, med særlig fokus på beboerparkering.

5.2 Infrastruktur for kollektiv trafik

Som udgangspunkt er der ikke foretaget ændringer i infrastrukturen for kollektiv trafik. Det er generelt tilstræbt at der ikke skal køre busser på strækninger med letbane, hvilket giver mulighed for videst muligt at nedlægge stoppesteder langs letbanestrækningerne.

I forbindelse med trafikmodelberegningerne er der foretaget en række tilpasninger af busnettet, således der om muligt ikke er parallelt kørende busser. På Figur 5-1 og Figur 5-2 er vist forslag til tilpasning af hhv. linje 500 S og 4A.



Figur 5-1 Bustilpasning af linje 500 S – ved sydlig linjeføring



Figur 5-2: Bustilpasning af linje 4A – nordlig linjeføring

6. SAMMENHÆNG TIL INFRASTRUKTUR OG BYUDVIKLING

For at sikre det optimale passagerpotentiale for letbanen er det afgørende at der er sammenhæng til den øvrige infrastruktur samt at der er opland bestående af indbyggere og/eller arbejdspladser omkring stationerne.

Den sydlige løsnings sammenhæng til med øvrig kollektiv trafik er karakteriseret ved at der er forbindelse til de øvrige højklasede trafiksystem ved flg. stationer:

- Glostrup st. (S-tog, regional-tog, Ring 3-letbanen)
- Park Alle (Ring 3-letbanen)
- Brøndby Strand st. (S-tog)
- Ørestad st. (Metro, regional-tog)
- Copenhagen Arena st. (Metro)
- Vestamager st. (Metro)
- Kastrup st. (Metro, regional-tog)

Den nordlige løsnings sammenhæng til øvrig kollektiv trafik er karakteriseret ved at der er forbindelse til de øvrige højklasede trafiksystem ved flg. stationer:

- Glostrup st. (S-tog, regional-tog, Ring 3-letbanen)
- Park Alle (Ring 3-letbanen)
- Ny Ellebjerg st (S-tog, regional-tog, Metro)
- Sluseholmen st. (Metro)
- Bella Center st. (Metro)
- Kastrup st. (Metro, regional-tog)

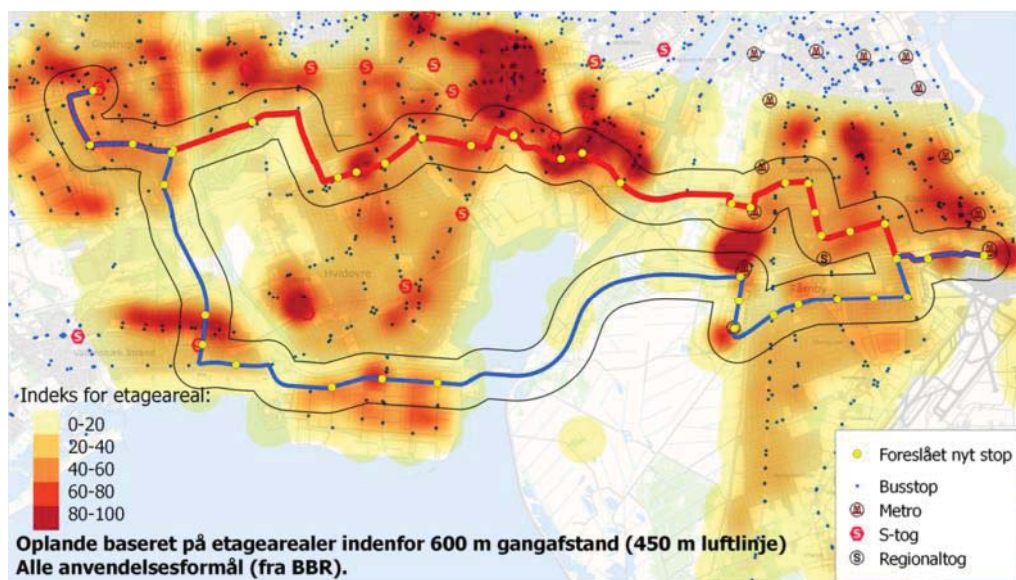
For at belyse hovedalternativernes evne til at betjene eksisterende byområder er foretaget en analyse af hvor meget "by", der er indeholdt i stationsoplandene. I nærværende sammenhæng defineres stationsoplandet som 600 m gangafstand (svarende 450 m. luftlinje) og "by" defineres som etageareal i fht BBR. Opgørelserne af etagearealer er en indikation på passagerpotentialet, dog under hensyntagen til at der er meget stor forskel på

Figur 6-1 viser etagearealer fordelt på forskellige formål. Det fremgår, at den nordlige linjeføring har et større stationsopland end den sydlige. Forskellen er ca. 30 %. Det fremgår endvidere at den nordlige linjeføring primært har et opland bestående af boliger, mens den sydlige primært har en mere ligelig fordeling på bolig- og erhvervsformål.

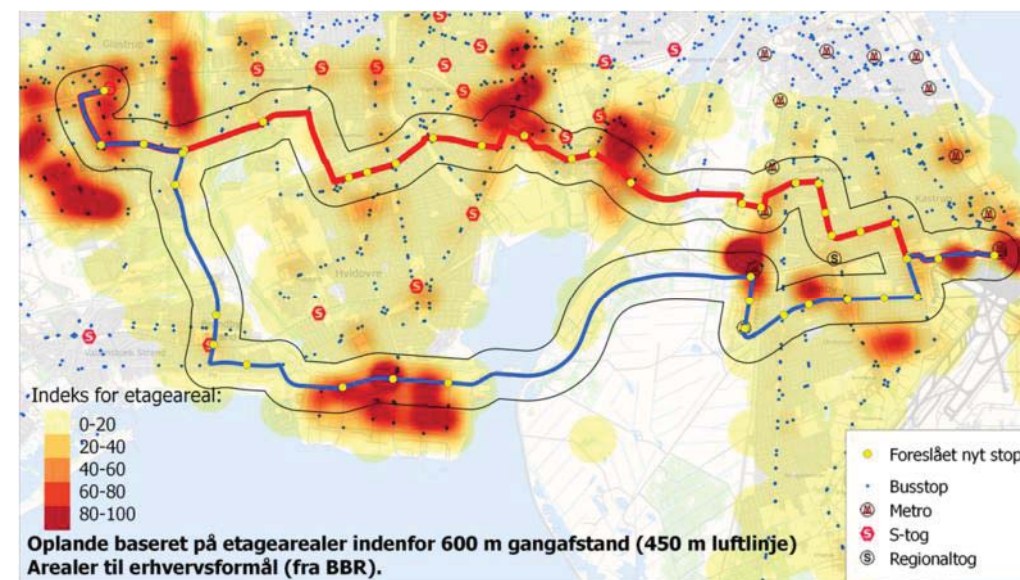
	Linjeføring syd	Linjeføring nord
Boligformål	931.000	1.678.000
Erhvervsformål	1.051.000	829.000
Sundhedsformål	1.000	73.000
Undervisnings- og daginstitutionsformål	68.000	104.000
Kultur- og fritidsformål	76.000	80.000
Andet	5.000	8.000
I alt	2.132.000	2.772.000

Figur 6-1: Etageareal (m²) i stationsopland, jf. BBR

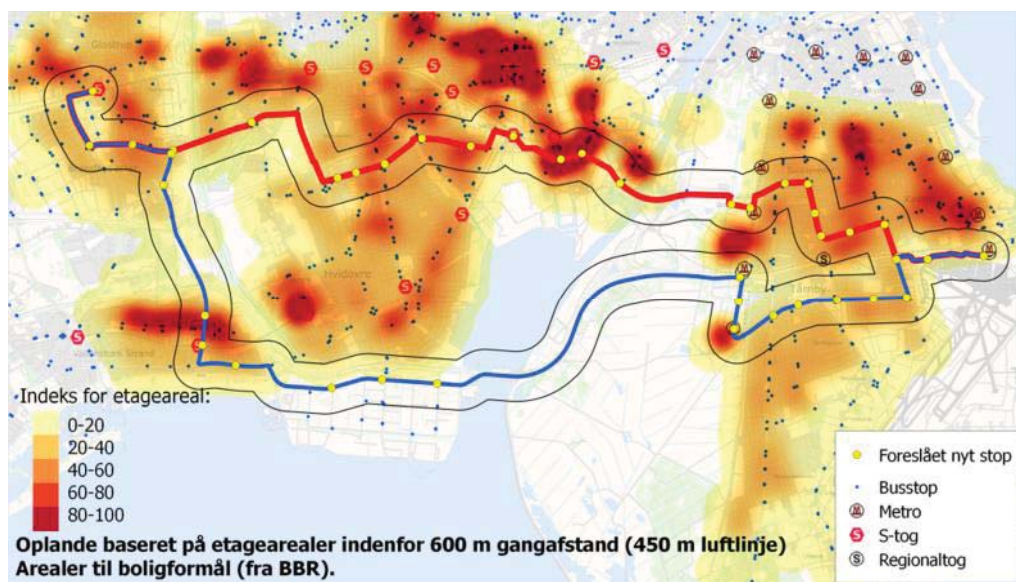
Figur 6-2, Figur 6-3 og Figur 6-4 viser arealkoncentrationen langs linjeføringerne. Det fremgår, at både den nordlige og sydlige linjeføring forløber gennem områder, hvor oplandet er begrænset. I baggrundsnotatet findes flere figurer for oplande fordelt på formål.



Figur 6-2: Opgørelse af eksisterende etagearealer i stationsoplande, alle formål



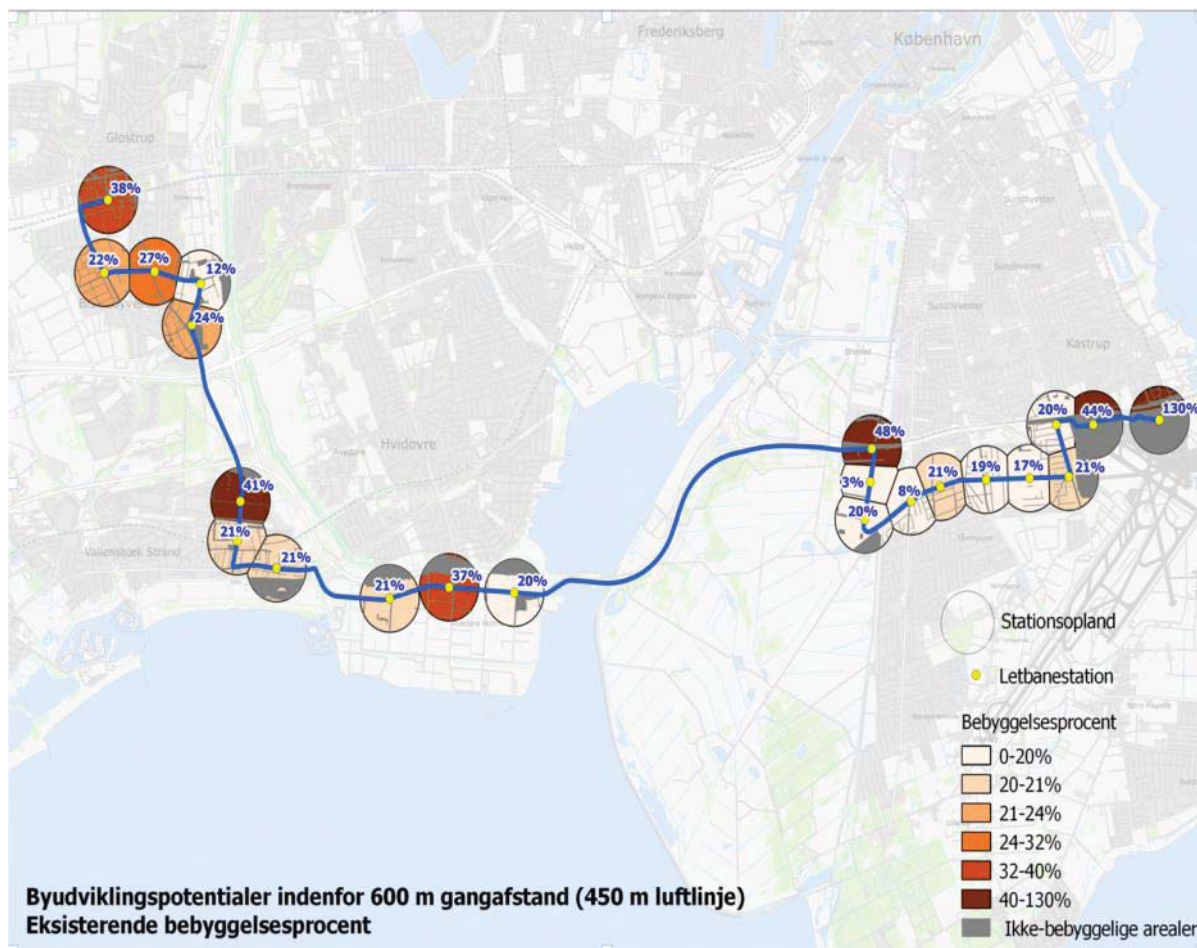
Figur 6-4: Opgørelse af eksisterende etagearealer i stationsoplande, erhvervsformål



Figur 6-3: Opgørelse af eksisterende etagearealer i stationsoplande, bolig formål

En opgradering af mobiliteten i korridoren omkring en højklasset kollektiv betjening kan understøtte en fortætning eller omdannelse af byområderne omkring stationerne. For at illustrere potentialet for byudvikling omkring stationerne er de eksisterende bebyggelsesprocenter beregnet. Bebyggelsesprocenterne er beregnet ud fra forholdet mellem BBR arealet fratrasket ikke-bebyggelige arealer (fredede områder, søer, vejanlæg, transportkorridor mv).

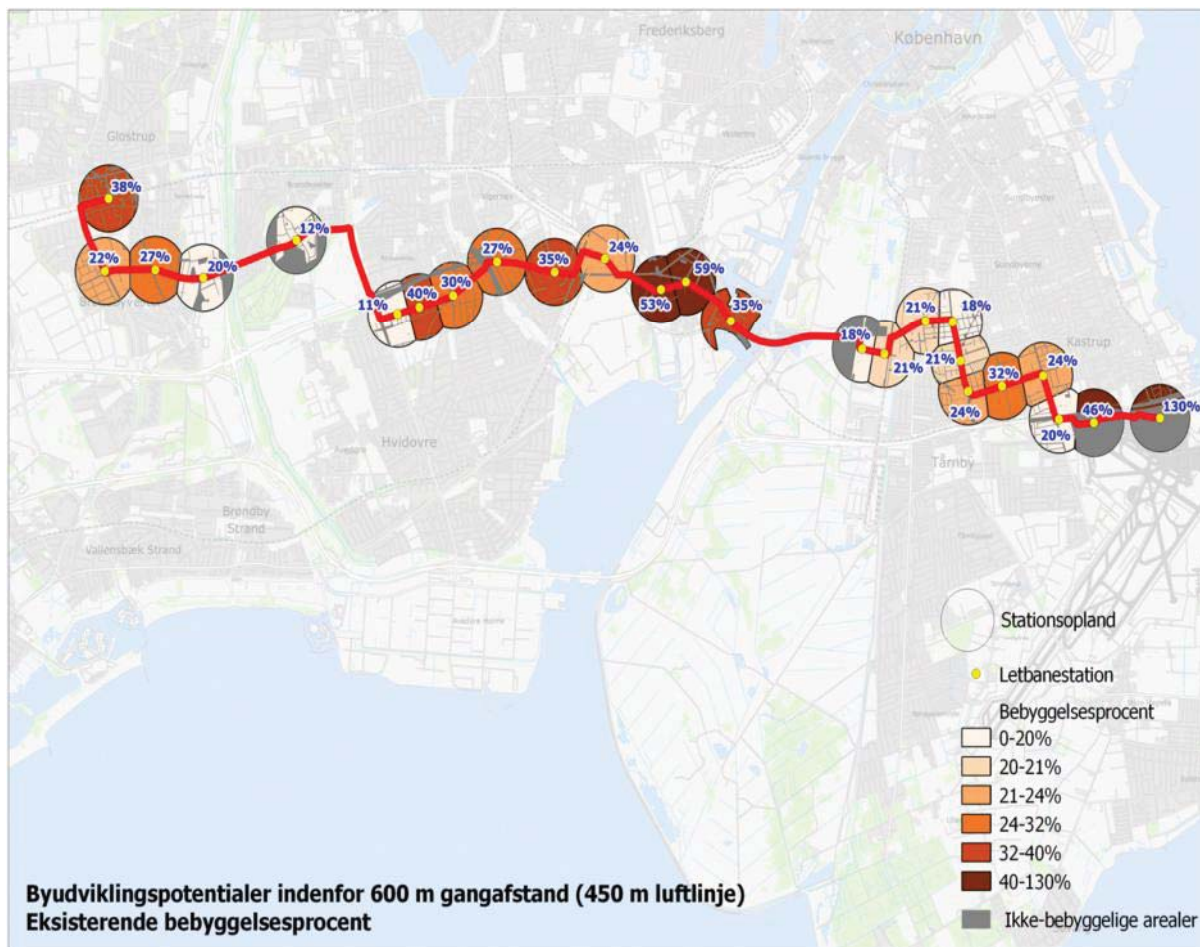
På Figur 6-5 og Figur 6-5 er angivet de eksisterende bebyggelsesprocenter i stationsoplandene.



Figur 6-5 Byudviklingspotentialer – eksisterende bebyggelsesprocent – sydlig linjeføring

Brøndby Kommune har peget på fortætningsmuligheder i Priorparken og Vibe-holm samt byudvikling omkring Brøndby stadion. Hvidovre Kommune har peget på muligheder for fortætning på Avedøre Holme, mens Tårnby Kommune har peget på potentiel byomdannelse og fortætning i erhvervsområderne omkring Løjtegårdsvej.

Områderne omkring Ny Ellebjerg st. samt i Ørestad er allerede planlagt fortæt-tet.

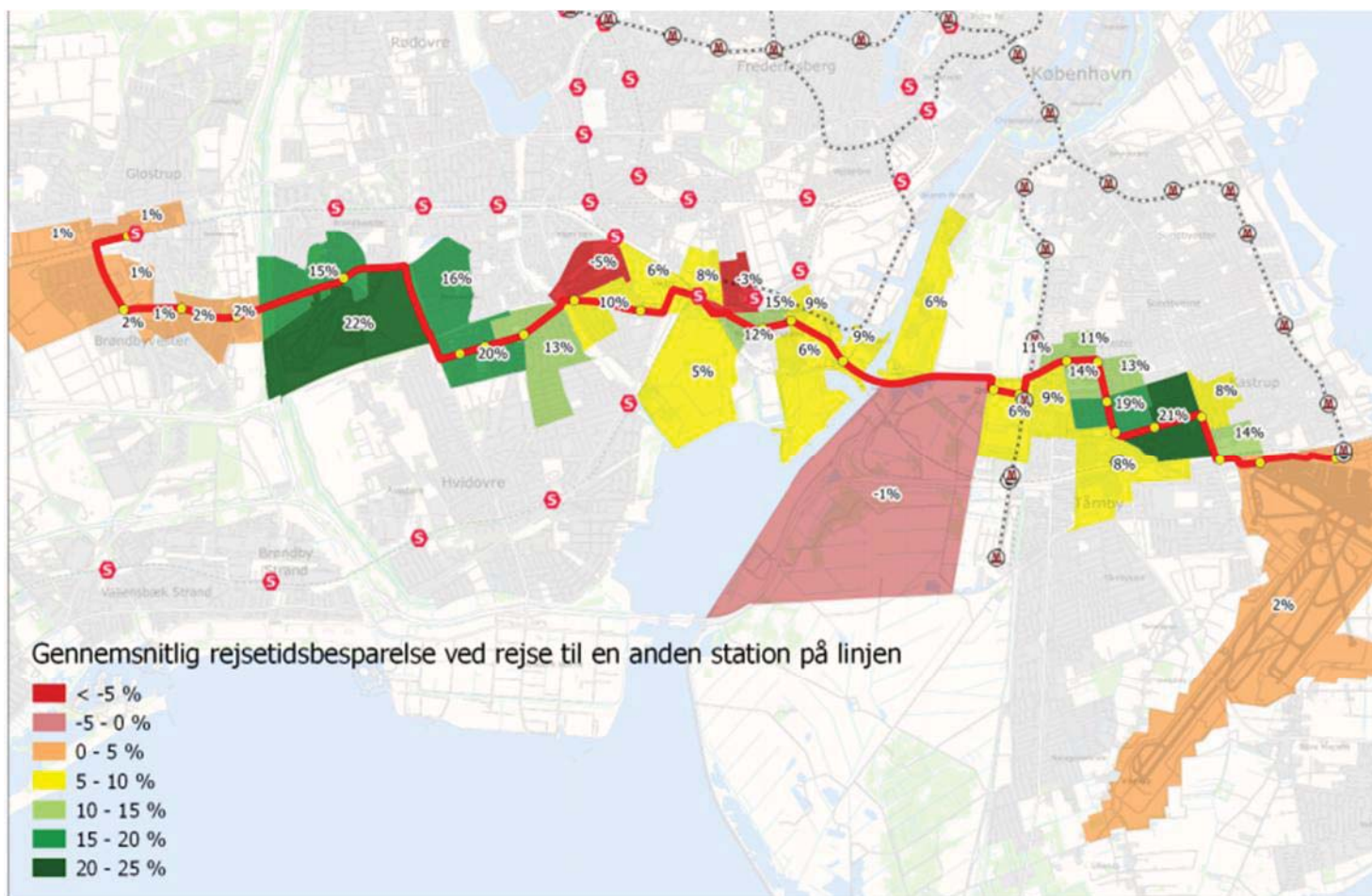


Figur 6-6: Byudviklingspotentialer – eksisterende bebyggelsesprocent – nordlig linjeføring

7. REJSETIDER

Indførelsen af letbane samt den forudsatte tilpassede busdrift medfører ændringer i rejsetiden for de kollektive trafikanter. Rejsetiderne vil ændres mest i de korridorer, der er betjent med letbane. På Figur 7-1 er den gennemsnitlige rejsetidsbesparelse for rejser internt i korridoren med den nordlige linjeføring.

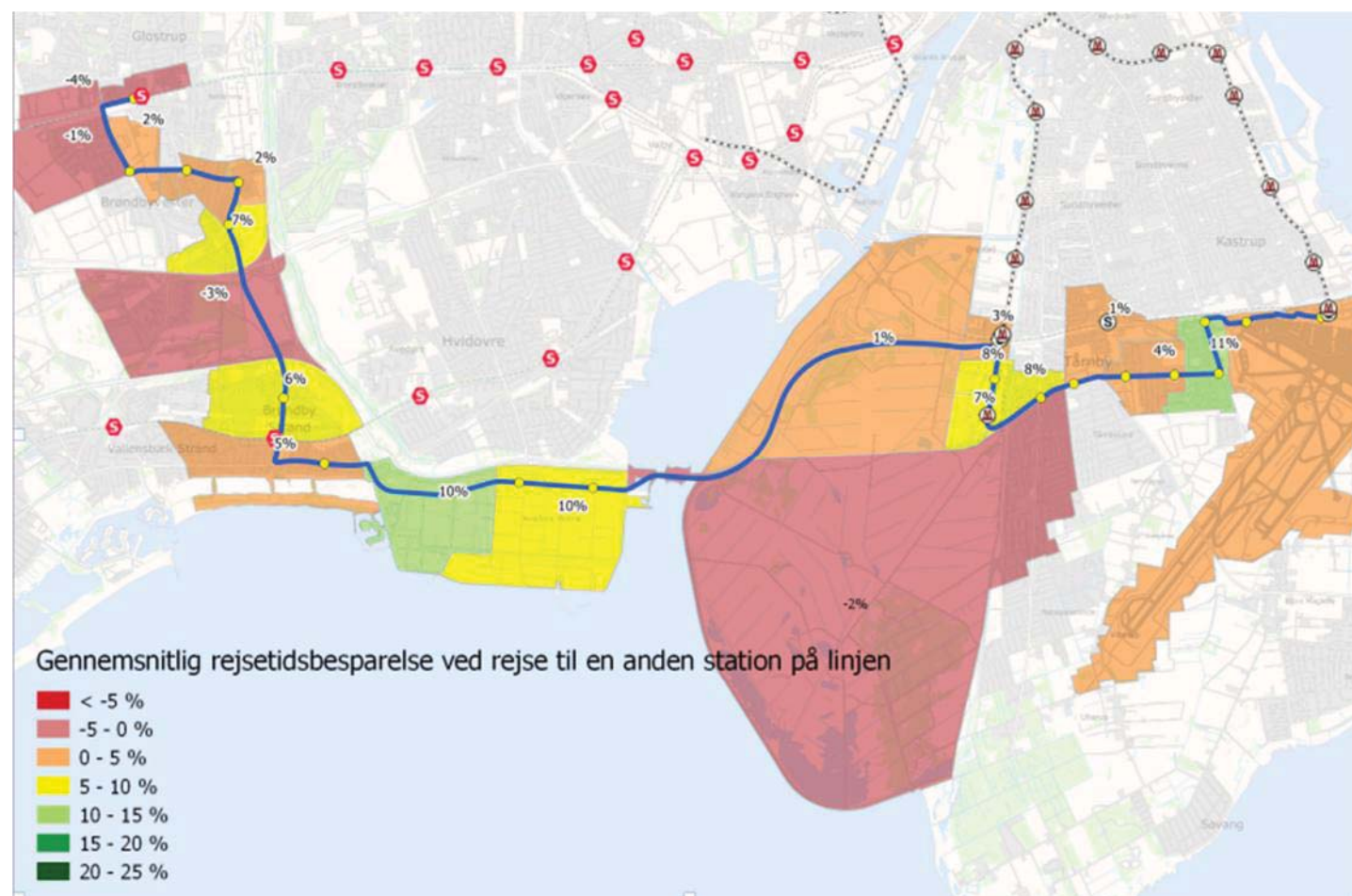
Det fremgår, at de største rejsetidsbesparelser opnås for rejser fra stationerne i Brøndby Landsby, ved Hvidovre Hospital og fra stationerne i Tårnby Kommune. Rejsetidsbesparelsen for rejser fra yderstationer i Glostrup og Københavns Lufthavne er begrænset.



Figur 7-1: Rejsetidsbesparelse for rejser internt i letbanekorridoren, nordlig linjeføring

På Figur 7-2 er vist rejsetidsbesparelsen for rejser med letbanen i den sydlige korridor. Det fremgår, at det primært er rejser fra Avedøre Holme, der opnår en rejsetidsbesparelse. For rejser fra andre stationer er rejsetidsbesparelsen meget begrænset.

For rejser fra Glostrup er der tale om en direkte rejsetidsforringelse, hvilket hænger sammen med forudsætningen om nedlæggelse af linje 500S, der giver en god og hurtig forbindelse mellem Glostrup og Amager.



Figur 7-2: Rejsetidsbesparelse for rejser internt i letbanekorridoren, sydlig linjeføring

8. ØKONOMISK OVERSLAG

8.1 Anlægsoverslag

Der er beregnet et anlægsoverslag for forslagene. Herunder beskrives overslag for anlægsøkonomi og driftsrelaterede anlægsudgifter, sidstnævnte dækker primært etablering af kontrol- og vedligeholdelsescenter (KVC) samt anskaffelse af tog. De driftsrelaterede anlægsudgifter indgår i driftsudgifterne som årlig udgift bestående af afskrivning og forrentning.

Der er anvendt et prisbibliotek, der er udarbejdet på baggrund af enhedspriser for vej og baneelementer, enhedspriserne er indhentet fra forskellige sporbare kilder. De enkelte elementer, der er benyttet i anlægsoverslaget er inddelt i en række fagområder.

Fagområde	Beskrivelse
Baneanlæg	Etablering af baneinfrastruktur - køreledningsanlæg, spor inkl. belægning omkring sporet, sikringsanlæg, sporskifter, tele- og sikringsanlæg, overvågningsudstyr mv. samt stationer.
Vejanlæg	Alle ombygninger af veje og kryds uden for selve banetracéet. Ledningsarbejder.
Bygværker	Broer, ramper og dæmninger.
Tværgående anlægsudgifter	Tele- og sikringsanlæg, overvågningsudstyr mv.
Rullende materiel	Anskaffelse af tog, incl. arbejdskøretøjer, reserve og testkørsel
KVC	Værksted samt opstillingshal.
Arealerhvervelse	Ekspropriationer og erstatninger.

Figur 8-1: Elementer benyttet i anlægsoverslag

Der er tillagt en korrektionsreserve på 50 % til overslaget for anlægsdelene. Denne sats vurderes korrekt på baggrund af projektets detaljeringsniveau. For

anskaffelse af tog er tillagt en korrektionsreserve på 30 % til overslaget. På denne post vurderes usikkerheden at være mindre end på anlægsarbejdet idet det er en fast forudsætning, at der indkøbes standard togmateriel.

Figur 8-2 viser det samlede anlægsoverslag for den nordlige og sydlige linjeføring samt for 1. etappen af den nordlige linjeføring.

	Linjeføring syd	Linjeføring nord	Linjeføring nord 1. etape
Baneanlæg	768	773	359
Vejanlæg	367	493	235
Bygværker	177	56	4
Arealerhvervelse	28	54	40
Tværgående anlægsudgifter	141	129	69
Anlæg i alt	1.481	1.505	706
Byggeplads, trafikafvikling i anlægsperioden, projektering, byggeledelse, tilsyn, VVM, udredning og sikkerhedsgodkendelse.	25% 370	376	177
Basisoverslag	1.851	1.882	883
Korrektionsreserve	50% 926	941	442
Samlet anlægsoverslag	2.778	2.823	1.325

Figur 8-2: Anlægsudgifter, opgjort i MDkr

De driftsrelaterede anlægsudgifter indeholder følgende primære poster - Kontrol- og vedligeholdelsescenter, anskaffelse af rullende materiel (incl. prøvedrift). Figur 8-3 viser de opgjorte driftsrelaterede anlægsudgifter.

	Linjeføring syd	Linjeføring nord	Linjeføring nord 1. etape
KVS incl. korrektionstillæg (50%)	295	338	196
Rullende materiel incl. korrektionstillæg (30%)	803	894	446
Anlægsrelaterede driftsudgifter i alt	1.098	1.232	642

Figur 8-3: Driftsrelaterede anlægsinvesteringer, opgjort i MDkr

8.2 Driftsudgifter

Det er en grundlæggende forudsætning for projektet, at strækningen integreres driftsmæssigt med Ring 3 dels for at det fremstår for kunderne som ét trafiktilbud, og dels for at kunne høste den synergi, der vurderes at ligge i fælles driftsudbud samt fælles drifts- og vedligeholdelsesorganisation og spare de omkostninger, der alternativt ligger i grænsefladeadministrationen.

Driftsøkonomien opgøres derfor også ud fra en forudsætning om et driftsfællesskab med Ring 3-letbanen. For materiellet har denne præmis medført, at der forudsættes samme materieltype som på Ring 3 uafhængigt af de aktuelle passagertal. Med de aktuelle passagertal bør det overvejes at kun at køre i 10 min frekvens i de første driftsår indtil passagerunderlaget understøtter 5 min drift. I driftsøkonomien er der forudsat 5 min drift, men der vil naturligvis være betydelige driftsbesparelser, og besparelser i de driftsrelaterede anlægsomkostninger (materiel og KVC) ved at køre i 10 min drift.

Da frekvens, køreplansperioder og materiel er forudsat at være identiske med Ring 3's, og da den samlede strækningsslængde er af samme størrelsesorden og overvejende af samme karakter som Ring 3, er det umiddelbart muligt at skellere driftsomkostningerne i forhold til Ring 3's driftsomkostninger.

På denne baggrund er følgende størrelser af driftsorganisationen hhv. årlige driftsomkostninger og driftsomkostninger pr. køreplanskilometer anslået for de 3 linjeføringer:

	Linjeføring syd	Linjeføring nord	Linjeføring nord 1. etape
Driftsorganisation, FTE	204	218	104
Driftsomkostninger, mio. kr/år	137	139	67
Driftsomkostning, kr/km	44	52	50
Indregnet besparelse ved Ring 3 driftsfællesskab	8 %	7 %	5 %

Figur 8-4: Driftsudgifter, opgjort i MDkr pr. år

8.3 Prissammenligning

På baggrund af den beregnede anlægssum på i alt 4.055 MDkr. og en samlet længde på 21 km har den nordlige linjeføring en km-pris på 193 MDkr. Den sydlige linjeføring har en samlet anlægssum på 3.875 MDkr, en længde på 24,5 km og dermed en km-pris på 158 MDkr. Dette med en korrektionsreserve på 50%.

Til sammenligning er km-prisen beregnet til hhv 182 og 213 MDkr for letbanen i Odense og Ring 3.

	Anlægs-sum MDkr	Km-pris MDkr/km.	Bemærkninger
Linjeføring syd	3.875	158	50 % korrektionsreserve
Linjeføring nord	4.055	193	
Linjeføring nord 1. etape	1.967	189	
Odense letbane		182	30 % korrektionsreserve
Letbane i Ring 3		213	

Figur 8-5: Sammenligning af pris/km i forhold til andre letbaneprojekter

9. TRAFIKALE EFFEKTER

De trafikale effekter af en letbaneløsning er belyst ved en række modelberegninger. Til beregningerne er anvendt OTM5.3 – Ørestadens trafikmodel. Trafikmodellen dækker geografisk Hovedstadsområdet, defineret som Centralkommunerne (Københavns og Frederiksberg Kommuner) og de tidligere Københavns, Frederiksborg og Roskilde Amter. I dag svarer dette til Region Hovedstaden samt en del af Region Sjælland.

9.1 Prognosehorisont og primære forudsætninger

Det er valgt at prognoseåret for beregningerne er 2025. Året 2025 er valgt da det ønskes at belyse letbanens påvirkninger i en fase, hvor letbanen i Ring 3, Cityringen og Nord- og Sydhavnsmetroen er etableret og åbnet for trafik. De trafikale konsekvenser belyses for et referencescenarie (benævnt Basis) samt scenarier for alternative letbanebetjeneringer mellem Glostrup og Kastrup Lufthavn.

Der er ikke foretaget ændringer i plangrundslaget, og hermed er beregningsresultaterne direkte sammenlignelige med andre analyser af infrastrukturprojekter i Hovedstadsregionen.

I modelberegninger er busnettet forudsat tilpasset de forskellige letbanealternativer, således der videst muligt ikke er parallelt kørende busser. Der er ikke forudsat ændringer i biltrafiknettet – således indgår den eventuelt reducerede fremkommelighed for biltrafikken som følge af prioritering af letbanen i signalanlæg ikke. Generelt betyder det, at fremkommeligheden for biltrafikken alt andet lige er overvurderet.

9.2 Hovedresultater

Antallet af ture med kollektivtrafik trafik kan forventes at stige ved introduktion af yderligere letbaner i regionen. Det samlede antal personture i regionen er beregnet at stige mellem 300 og 700 ture pr. hverdag.

For den sydlige løsning er beregnet en stigning på ca. 1.700 personture med kollektiv trafik, som dækker over ca. 300 nye ture samt mindre overflytninger fra bil, cykel og gang.

For den nordlige løsning er beregnet en stigning på 3.700 personture med kollektiv trafik, hvilket dækker over en overflytning fra bil og cykel på 1.200-1.400 ture og en lille overflytning fra gang på ca. 400 ture. De resterende ca. 700 ture er nye ture, dvs. personer der ikke tidligere har gennemført en rejse. Etape 1 er beregnet at medføre en stigning på i alt ca. 350 ture pr. dag, som dækker over en stigning på ca. 2.400 kollektiv ture, et fald i antal ture med bil på næsten 1.000 ture og et fald på ca. 1.100 ture med cykel og gang.

	Basis	Linjeføring syd	Linjeføring nord	Linjeføring nord – 1. etape
Transportmiddel				
Bil	4.269	4.269	4.268	4.268
Cykel	1.217	1.217	1.216	1.217
Gang	1.080	1.079	1.079	1.079
Kollektiv	1.118	1.120	1.122	1.120
I alt	7.684	7.685	7.685	7.685
Ændring ift. basis				
Bil		-383	-1.442	-979
Cykel		-732	-1.159	-694
Gang		-281	-403	-406
Kollektiv		1.713	3.696	2.429
I alt		317	692	349

Figur 9-1: Antal ture (1.000) pr. hverdagsdøgn

Figur 9-2 viser antallet af påstigere på de forskellige kollektive transportmidler. Indførelse af yderligere letbane i regionen medfører at antallet af påstigere i det kollektive system vil stige.

Det skyldes at antallet af ture i den kollektive trafik stiger. Antallet af påstigninger pr. tur er uændret i de forskellige alternativer – ca. 1,57 påstigning/tur.

Ved indførelse af den sydlige linjeføring stiger det samlede antal påstigere i den kollektive trafik med ca. 6.000 pr. dag. Der er tale om en overflytning fra særligt bus til letbane.

Ved den nordlige linjeføring stiger det samlede antal påstigere med ca. 16.000 pr. dag, heraf er 11.000 en overflytning fra busser.

	Basis	Linjeføring syd	Linjeføring nord	Linjeføring nord – 1. etape
Mode				
Bus	514	502	502	510
S-tog	409	410	409	408
Regional- og fjerntog	266	265	265	267
Lokalbaner	18	18	18	18
Metro	505	506	512	506
Letbaner	44	60	65	53
I alt	1.755	1.761	1.771	1.761
Ændring ift. basis				
Bus		-12	-11	-4
S-tog		0	0	-2
Regional- og fjerntog		-1	0	1
Lokalbaner		0	0	0
Metro		2	7	2
Letbaner		16	21	9
I alt		6	16	6

Figur 9-2: Antal påstigere (1.000) pr. hverdagsdøgn

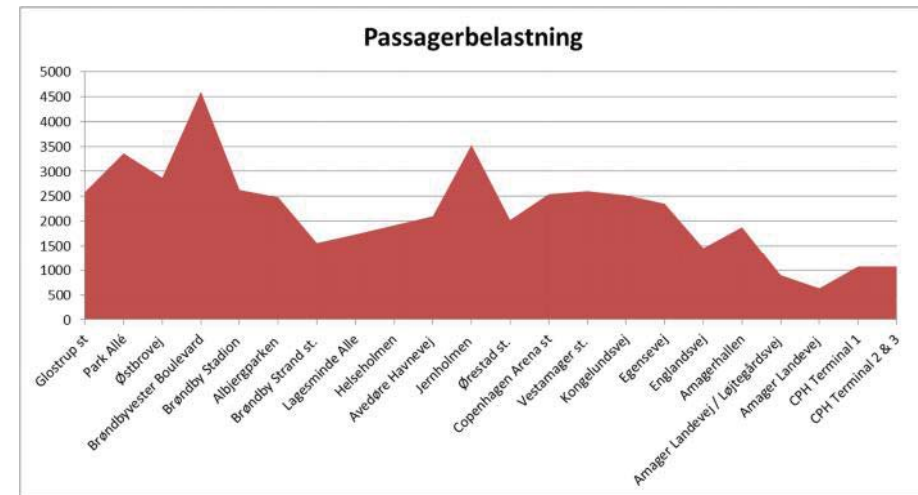
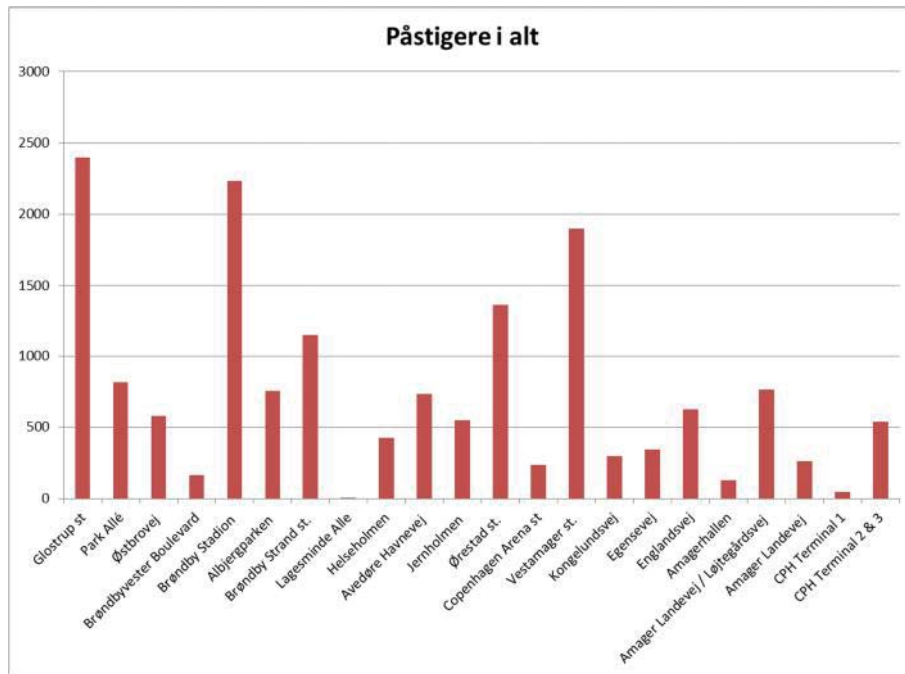
Introduktion af letbaner medfører at rejsetiden for de kollektive trafikanter falder. I Tabel 9-1 er vist rejsetidsbesparelsen for de eksisterende kollektive trafikanter. Den sydlige linjeføring giver en samlet besparelse på godt 100 timer pr. dag, mens den nordlige linjeføring giver en besparelse på næsten 1.900 timer pr. dag for de eksisterende kollektive trafikanter.

Rejsetidsbesparelsen er en kombination af reduceret køretid og reduceret ventetid som følge af høj frekvens på letbanen.

	Linjeføring syd	Linjeføring nord	Linjeføring nord 1. etape
Tidsbesparelse for eksisterende kollektive trafikanter timer pr. dag	103	1.893	845

Tabel 9-1: Tidsbesparelse, timer pr. hverdag

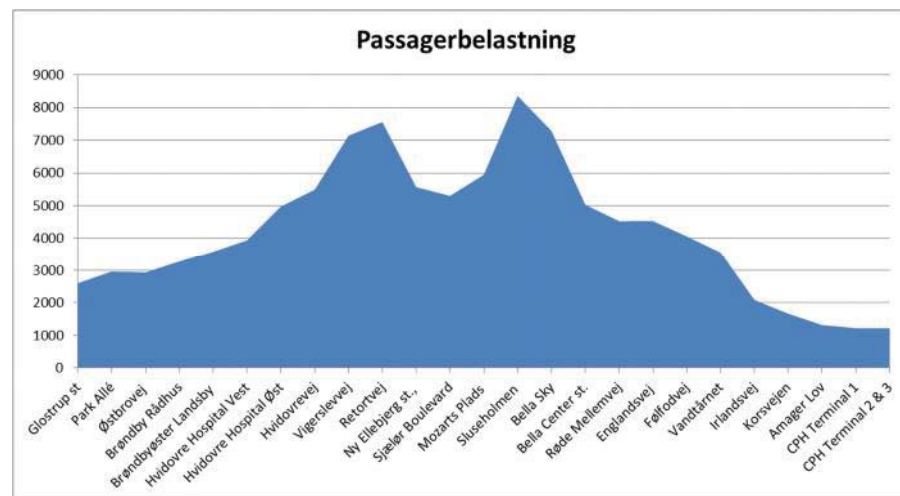
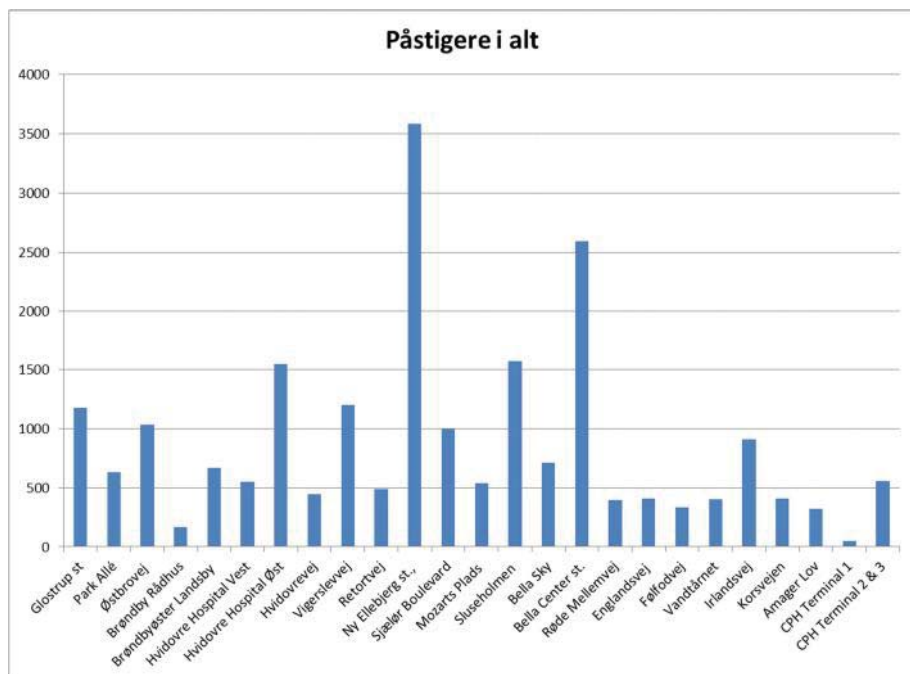
9.3 Resultat sydlig linjeføring



Det samlede påstigertal på den syddlige linjeføring er beregnet til 16.300 personer pr. hverdag. Antallet af påstiger pr. station varierer mellem 5 og 2.400 personer pr. dag. Stationerne med flest påstiger er Glostrup, Brøndby stadion og Vestamager st. Den præcise fordeling på stationsniveau kan variere, da modellens trafikzoner i nogle områder er for store og indeholder flere stationer.

Passagerbelastningen varierer mellem 700 og 4.500 passager i letbanen, lavest i den østlige ende ved lufthavnen og højest omkring Brøndbyvester Boulevard.

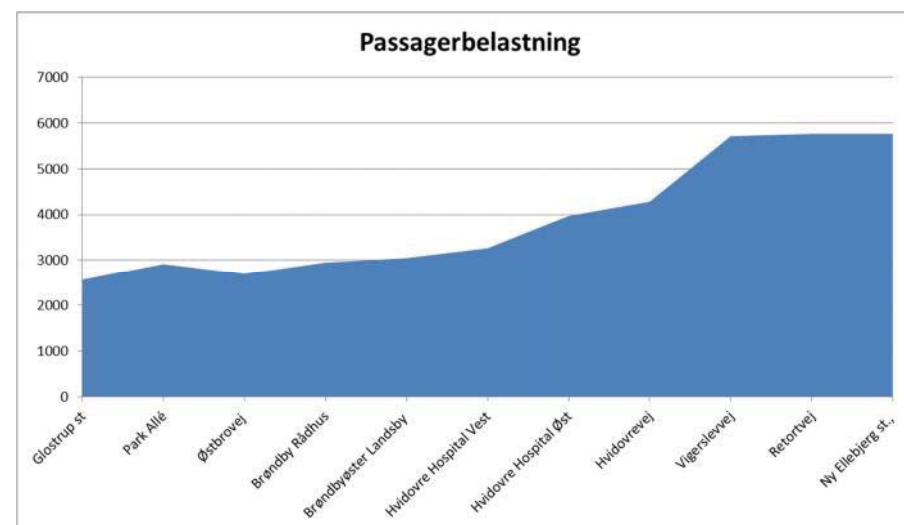
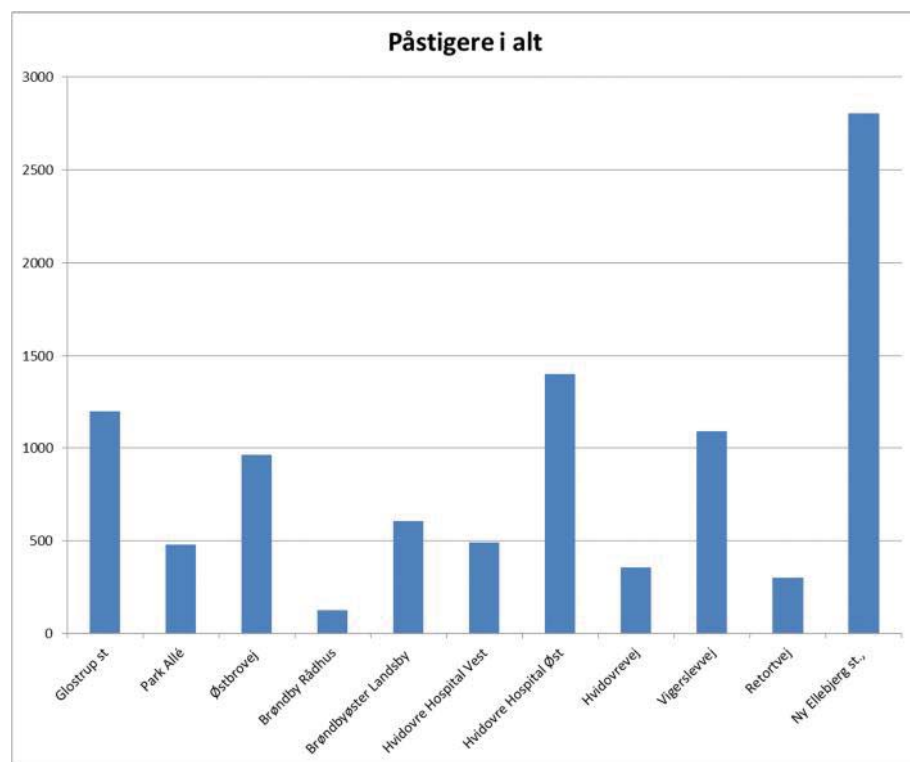
9.4 Resultat nordlig linjeføring



Det samlede påstigertal på den nordlige linjeføring er beregnet til 21.700 personer pr. hverdag. Antallet af påstiger pr. station varierer mellem 50 og 3.600 personer pr. dag. Stationerne med flest påstiger er Ny Ellebjerg st og Bella Center st – altså stationer med mulighed for omstigning til andre transportmidler (primært metro). Den præcise fordeling på stationsniveau kan variere, da modellens trafikzoner i nogle områder er for store og indeholder flere stationer.

Passagerbelastningen på strækningen varierer fra omkring 1.000 passagerer i den østlige del før lufthavnen til mellem 5.000-8.000 omkring Ny Ellebjerg st. Strækningsbelastningen viser at Ny Ellebjerg st. særligt anvendes til omstigning, og antallet af passagerer der rejser "gennem" den station er mindre.

9.5 Resultat nordlig linjeføring – 1. etape



Det samlede påstigertal på 1. etape af den nordlige linjeføring er beregnet til *9.800 personer pr. hverdag*. Antallet af påstiger pr. station varierer mellem 350 og 2.800 personer pr. dag. Ny Ellebjerg st er klart den station med flest påstiger. Den præcise fordeling på stationsniveau kan variere, da modellens trafikzoner i nogle områder er for store og indeholder flere stationer.

Passagerbelastningen på strækningen er stigende fra omkring 2.500 passagerer i den vestlige del i Glostrup og op til 5.800 passagerer ved Ny Ellebjerg st.

10. SAMFUNDSØKONOMISK BEREGNING

Den samfundsøkonomiske rentabilitet er vurderet efter den metode, som er beskrevet i Transportministeriets manual for samfundsøkonomisk analyse og ministeriets samfundsøkonomiske beregningsmodel "TERESA". I den samfundsøkonomiske analyse sammenlignes fordele (gevinster) og ulemper (omkostninger) ved alternative fremtidsscenarier. I nærværende analyse behandles flg. fremtidialternativer:

- Basisalternativet, hvor der ikke etableres en letbane
- Nordlig linjeføring 1. etape
- Nordlig linjeføring
- Sydlig linjeføring

10.1 Generelle forudsætninger

I analyserne er anvendt følgende generelle forudsætninger:

Beregningsperiode	Fra åbning af letbane i 2025 og frem til 2075 (50 år) beregnes omkostninger og gevinster for projektet
Restværdi	Ved udgangen af beregningsperioden i 2075 sættes anlæggets værdi lig anlægssummen
Anlægsperiode	2020-2025
Prisniveau (år)	2013
År for beregning af nettonutidsværdi	2013
Kalkulationsrente	4 % de første 35 år, herefter 3 %
Nettoafgiftsfaktor	1,17
Skatteforvridning	1,20
Trafikvækst 2025-2075	1,85 pa

Figur 10-1: Generelle forudsætninger for de samfundsøkonomiske analyser

10.2 Resultat

Den samfundsøkonomiske analyse er gennemført på et forsimplet grundlag, og er primært anvendelig til sammenligning af sidestillede alternativer.

Anlægsudgift, drift- og vedligehold for letbanen indgår, ligesom gevinster ved reduceret busdrift indgår. Hertil kommer gevinster i form af øget billetindtægter fra flere kollektive passagerer. Da der er i modelberegningerne ikke medregnes reduceret fremkommelighed for bilisterne i kryds, er det alene brugergevinsterne for de kollektive trafikanter (i form af reduceret rejsetid) der medtages, mens eventuelle gener for biltrafikanterne ikke er medtaget. Eksterne omkostninger i form af ændringer i støj, uheld og emissioner er ikke medtaget.

	Linjeføring syd	Linjeføring nord	Linjeføring nord 1. etape
Nettonutidsværdi	-2.457	-634	-685
Intern rente	-0,5 %	3,9 %	2,4 %
Nettogeinst pr. off. investeringskrone	-1,14	-0,35	-0,58

Figur 10-2: Hovedresultat af TERESA-beregning

Analysen af letbane-alternativerne viser at det ikke i sig selv er samfundsøkonomisk rentabelt at etablere letbanerne – beregnet på de forudsætningerne der ligger til grund her.

Alle tre alternativer har en negativ nettogeinst (C/B-forholdet) samt en negativ nettonutidsværdi. Den sydlige linjeføring har en negativ intern rente, mens den nordlige linjeføring har en lille positiv intern rente på 2,4-3,9 %.

For at belyse de samfundsøkonomiske konsekvenser af gener for biltrafikken er der gennemført en række følsomhedsanalyser. Medtages en beskeden forsinkelse for bilisterne på fx 1.000 timer pr. år (svarende til at 40.000 trafikanter forsinkes hver 1,5 min. pr dag) bliver den interne rente negativ for alle linjeføringer.