

# BRT PÅ RING 4

Mulighedsstudie af BRT mellem Ishøj og Lyngby



# Indhold

<b>Resume</b>	<b>3</b>
<b>1 BRT på Ring 4 – hvad og hvorfor?</b>	<b>6</b>
BRT'ens rolle i transportsystemet?	7
Hvad er BRT langs Ring 4?	7
<b>2 Korridoranalyse</b>	<b>8</b>
Korridoren kort fortalt	8
Transportbehov	8
Indbyggere	10
Arbejds- og uddannelsespladser	11
Den kollektive trafik i dag – styrker og udfordringer	12
Vejtrafikken i korridoren	17
<b>3 Linjeføring, stopmønster og driftsoplæg</b>	<b>20</b>
Forslag til linjeføring og stopmønster	20
Optimering af stationer og tilgængelighed	22
Køretid og driftsoplæg	25
Betjeningsmæssige fravalg	26
<b>4 BRT-anlæggets udformning</b>	<b>28</b>
Udformning af BRT-sporet	28
Stationsdesign	31
Tracégennemgang og anlægsteknisk vurdering	32
Arealhervelse	39
<b>5 Konsekvenser for den kollektive trafik</b>	<b>40</b>
Effekter på køretid	40
Effekt på regularitet	42
Passagereffekt	42
Driftsudgifter	45
Driftsindtægter	45
<b>6 Øvrige trafikale konsekvenser</b>	<b>46</b>
Konsekvenser for vejtrafikken	46
Konsekvenser for cykel og gang	49
<b>7 Anlægsøkonomi</b>	<b>50</b>
Anlægsbudgettets bestanddele	50
Anlægsoverslaget	51

*BRT på Ring 4 – Mulighedsstudie af BRT mellem Ishøj og Lyngby  
er udarbejdet af Movia i samarbejde med COWI A/S*

*Kort og illustrationer: Kort & Matrikelstyrelsen*

*Visualiseringer: COBE*

*@Movia*

*November 2020*

# Resume

Ring 4 er udpeget som en af fire korridorer, hvor Movia ser et potentiale for BRT i fremtiden. Ring 4 korridoren betjenes i dag af linje 40E, 400S og 400 som tilsammen spiller en vigtig rolle i den kollektive trafik ved at binde Hovedstadsområdet byfingre sammen på tværs. Buslinjerne giver gode skiftemuligheder til S-tog og betjener en række tætte bolig- og erhvervsområder samt store uddannelsessteder. En BRT langs Ring 4 kan dermed være med til at understøtte det samlede net af højklasset kollektiv trafik i Hovedstadsområdet som et supplement til metro, S-bane og letbane.

Denne rapport belyser, hvordan en BRT langs Ring 4 mellem Ishøj Station og Lyngby Station kan indpasses og hvilke trafikale, passagermæssige og økonomiske konsekvenser, det kan medføre.

Som grundlag for fastlæggelsen af tracéet for BRT'en er foretaget en analyse af dagens kollektive trafik og den underliggende transportefterspørgsel for at afklare den mest optimale linjeføring og stationsmønster. Analysen har ført til en række justeringer af de eksisterende linjeføringer på de tre linjer, hvilket fremgår af figur 1.

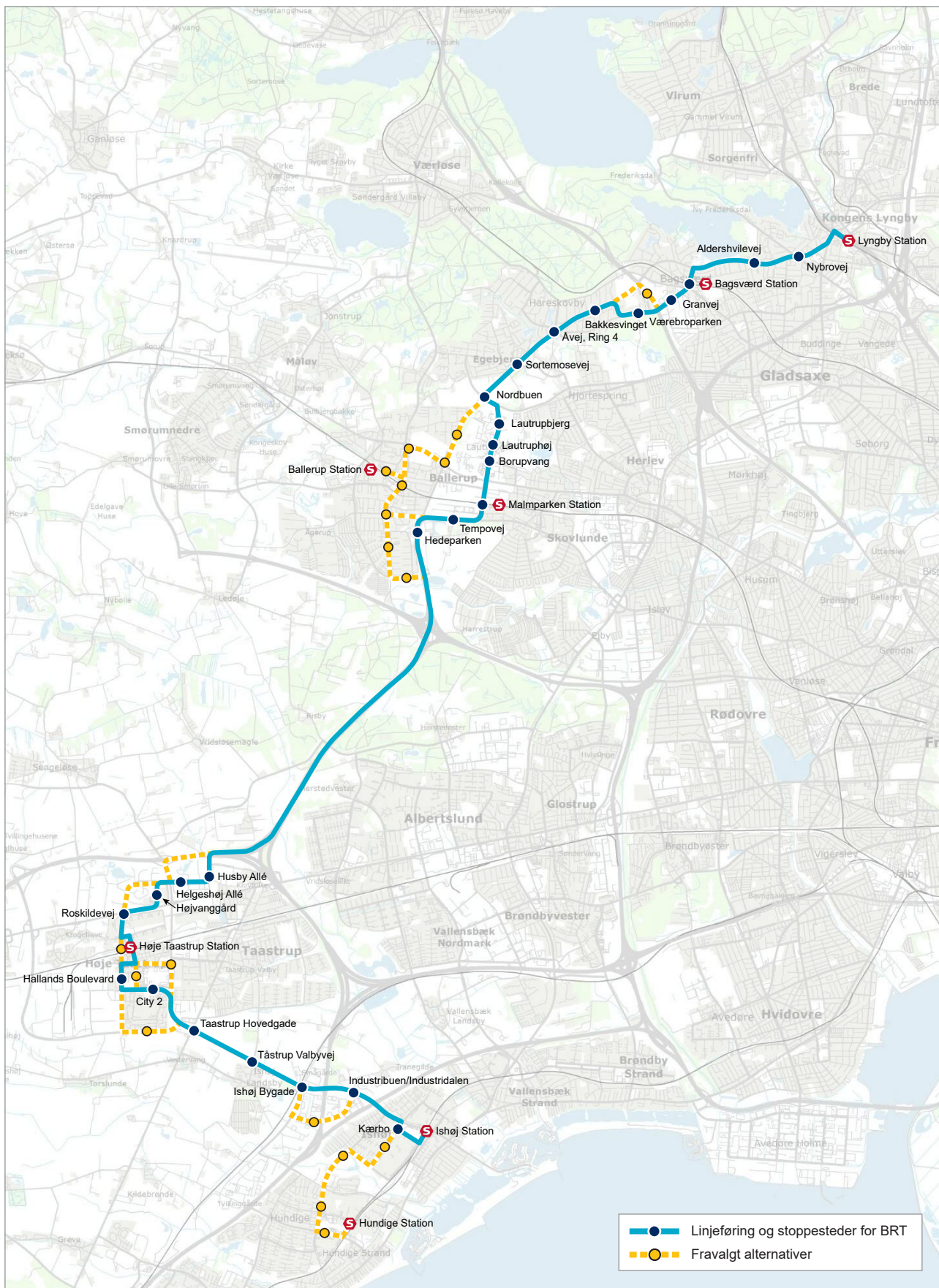
Blandt de væsentligste betjeningsmæssige effekter af BRT'en kan nævnes, at betjeningen i Høje Taastrup styrkes med nye stop og bedre adgangsveje både syd og nord for Høje Taastrup Station, at betjeningen af erhvervsområderne i Ballerup styrkes med nye stop og højere frekvens, og at betjeningen af Værebroparken og Bagsværd styrkes med bedre stoppestedsplacering og fuld integration med områdeformlysningsprojekter her. I Ishøj gøres

betjeningen mere enkel ved et mere direkte BRT-tracé ved Broenge, som sikrer høj rejsehastighed for BRT'en.

BRT'en samler dagens betjening i ét tracé, og centrale dele af Ballerup vil ikke betjenes med linjen fremover. Her må en nærmere afklaring af det samlede busnet i området afgøre den fremtidige betjening.

Langs den valgte linjeføring er skitseret et egentligt fuldskala BRT-tracé, som giver busserne mulighed for at køre i eget tracé på stort set hele den 33,4 km lange strækning. Syd for Høje Taastrup Station og på en kort delstrækning frem til Lyngby Station er der i analysen ikke eget BRT-tracé, og her kører BRT'en i blandet trafik. Det dobbeltrettede tracé er på strækningen enten udlagt i den ene side af vejen eller som en midterlagt løsning. Den midterlagte løsning er valgt mellem Ishøj Station og City 2, på motorvejsstrækningen mellem Høje Taastrup og Ballerup, gennem Lautrup samt på den østligste del af Bagsværdvej frem til Christians X's Allé.

Tracéet vurderes som bygbart og kan på store dele af strækningen etableres i eksisterende rabatarealer eller grønne arealer langs vejene. Projektet indeholder dog også flere omfattende og vanskelige steder undervejs. Her kan fremhæves omfattende rampe-, bro og tunnelanlæg i forbindelse med kryds af motorvejsspor. Også indpassning i Ring 4 og de relativt snævre gaderum bl.a. på Vadstrupvej er kompliceret og vil bl.a. kræve udvidelse af broen over Hillerødmotorvejen samt eventuel arealerhvervelse. Og på Bagsværdvej og Engelsborgvej er der flere steder begrænset plads til at indpasse BRT'en.



Figur 1 Kort over linjeføring og stationer for BRT-tracéet sammenholdt med eksisterende linje 400S og 40E.

BRT'en vil give markante gavnlige effekter for køretid og regularitet på linjen. En opstillet køretidsmodel viser således, at BRT'en sparer omkring 15 min. køretid i myldretiden (ca. 19 %) på strækningen. Samtidig viser fremkommelighedsdata væsentlige problemer i myldretiden i dag – noget som vil blive løst af BRT'en og estimeres at kunne fjerne langt størstedelen af den store køretidsvariation og myldretidsforsinkelse som busserne oplever i dag – i gennemsnit 5-7 min. pr. afgang.

Samtidig med køretids- og regularitetsforbedringer vurderes BRT'en at give et øget opland og et klart kvalitetsløft af kørekomfort, stationer og materiel. Det vurderes samlet at understøtte en markant passagerfremgang på strækningen. En grov elasticitetsbaseret effektberegning peger på den forbindelse på et potentiale på mellem 32 % og 42 % flere påstignere i korridoren svarende til mellem 3.560 og 4.690 nye påstignere på BRT-strækningen.

Mens køretidsbesparelsen vil føre til lavere driftsomkostninger, vil indførelsen af elektriske, høj kvalitets BRT-busser omvendt forøge udgifterne pr. driftstime. Et omkostningsestimater peger her på, at disse to effekter næsten vil udligne hinanden på hele BRT-strækningen (øgede udgifter på ca. 3,5 mio. kr. årligt).

Sideløbende hermed vurderes passagerforøgelsen genereret af BRT'en at give en væsentlig forøgelse i indtægterne på mellem 8,6 og 12,1 mio. kr. årligt, og den samlede driftsøkonomi forbedres således markant.

De positive effekter af BRT'en skal ses i lyset af, at fremkommeligheden for vejtrafikken forringes flere steder. Kapaciteten i en række kryds på Ring 4 nord for Ballerup reduceres og vurderes at begrænse vejtrafikken mærkbart. Her ventes en mærkbar forøgelse af kø og reduktion af vejtrafikken hastighed. Tilsvarende reduceres kapaciteten i et par af krydsene på Bagsværdvej/Engelsborgvej og Bindeledet, da der hér inddrages svingbaner.

Dosering af biltrafikken på Engelsborgvej frem mod Buddingevej vil påvirke den samlede trafikafvikling på strækningen, men omlægningen af trafik via Chr. X's Allé eller Banegårdspladsen forventes at reducere de negative effekter heraf. Forholdene for cykel og gang opretholdes stort set som i dag med små lokale forbedringer og indsnævring.

Anlægsomkostningerne for BRT'en er estimeret ud fra brug af erfaringspriser fra lignende projekter, bl.a. Aalborg BRT, priser på signalanlæg på Ring 4-korridoren og priser for vejprojekter i Københavnsområdet. Samlet er anlægget estimeret til at koste 1,87 mia. kr. inkl. 50 % korrektionsreserve, hvilket svarer til 56 mio. kr. pr. km.

#### Nøgletal

Længde, km	33,4
Antal stationer	29
Estimeret gennemsnitlig køretid, minutter	61
Frekvens afg./t i myldretid/dagtimer	12/6
Køreplantimer/år	86.500

#### Trafikale effekter, kollektiv trafik

Køretidsbesparelse i myldretid, minutter	15
Reduceret forsinkelse i myldretid, minutter	6
Påstignere/hverdag	14.900-15.720
Heraf vækst i antal påstignere/hverdag	3.560-4.690

#### Økonomi

Anlægsudgift, mia. kr.	1,87
Anlægsudgift, mio. kr./km	56
Effekt på driftsudgift (reduceret køretid og bedre materiel)	+3,5
Effekt på driftsindtægt (øget påstignertal)	+8,6 - +12,1





### BRT'ens rolle i transportsystemet?

Ring 4 betjenes i dag af linje 40E, 400S og 400, som tilsammen spiller en vigtig rolle i den kollektive trafik ved at binde Hovedstadsområdet byfingre sammen på tværs. Linjerne giver således gode skiftemuligheder til S-tog og betjener en række tætte bolig- og erhvervsområder samt store uddannelsessteder.

I denne rapport udredes muligheden for BRT mellem Ishøj Station og Lyngby Station, som bliver de to letbanestationer, som BRT'en giver forbindelse til. Kommunerne langs Ring 4 har samtidig planer om byudvikling langs korridoren, hvilket er med til at styrke betydningen af stærk kollektiv trafik her i fremtiden.

Med en samlet højklasset betjening med høj frekvens, fuld fremkommelighed og høj rejsehastighed vil BRT i korridoren dermed opfylde vigtige transportbehov og gøre det enkelt at skifte og køre på tværs mellem byens fingre.

### Hvad er BRT langs Ring 4?

BRT står for Bus Rapid Transit og er en højklasset busløsning, hvor bussen kører i eget tracé, prioriteres i de lysregulerede kryds og tilbyder udbyggede og komfortable stationer. En BRT yder hurtig, behagelig, pålidelig og omkostningseffektiv transport og giver ligesom metro- og togtransport et høj kvalitetstransporttilbud, men med den fleksibilitet bustransporten har.

BRT-systemer kan dog se meget forskellige ud fra sted til sted og parametre som omfang af eget tracé, prioritet i kryds og kvalitet i indretningen af stationer har stor betydning for det endelige produkt.

BRT på Ring 4 er i denne udredning skitseret som et absolut høj kvalitetsprodukt, der i drift vil være fuldt sammenligneligt med en letbane målt på kvalitet, rejsetid og rettidighed på stort set hele strækningen. Det er i denne udredning prioriteret at udvikle et optimalt system for den kollektive trafik, hvilket i nogle områder sker på bekostning af biltrafikkens plads og prioritet. Dette skal dog ses i lyset af at BRT'en som stærk kollektiv transportakse også ventes at tiltrække bilister og dermed aflaste vejnettet med en samlet bedre løsning til følge.

## 2 Korridoranalyse

### Korridoren kort fortalt

Ring 4 er den yderste ringvej omkring København. Den forbinder Ishøj og Køge Bugt Motorvejen i syd med Motorringvejen ved Nybrovej i nord. På strækningen mellem Ishøj og Ballerup er Ring 4 udformet som en 4-6 sporet motorvej med forbindelse til de store indfaldsårer. Mellem Ballerup og Lyngby er Ring 4 en to-sporet vej med hastighedsgrænser mellem 50 og 70 km/t.

BRT i korridoren skaber en samlet tværforbundelse mellem byfingrene og en direkte forbindelse til og fra en række tætte erhvervs- og boligområder, bl.a. i Ishøj, Høje Taastrup, Ballerup, Lautrup, Bagsværd og Lyngby. Korridoren anvendes også af pendlere fra Vest-, Syd- og Nordsjælland til at komme frem til arbejdspladserne, der ligger i områderne omkring Ring 4.

En BRT mellem Ishøj Station og Lyngby Station vil skabe forbindelser til letbanen i begge ender, til S-tog i både Ishøj, Høje Taastrup, Malmparken, Bagsværd og Lyngby samt til fjernbanen på Høje Taastrup Station. Desuden passerer BRT'en undervejs Ringstedbanen. Banen har ikke station her i dag, men hvis der etableres en station, kunne det på sigt knytte byområderne langs Ring 4 til et hurtigt og effektivt transporttilbud her.

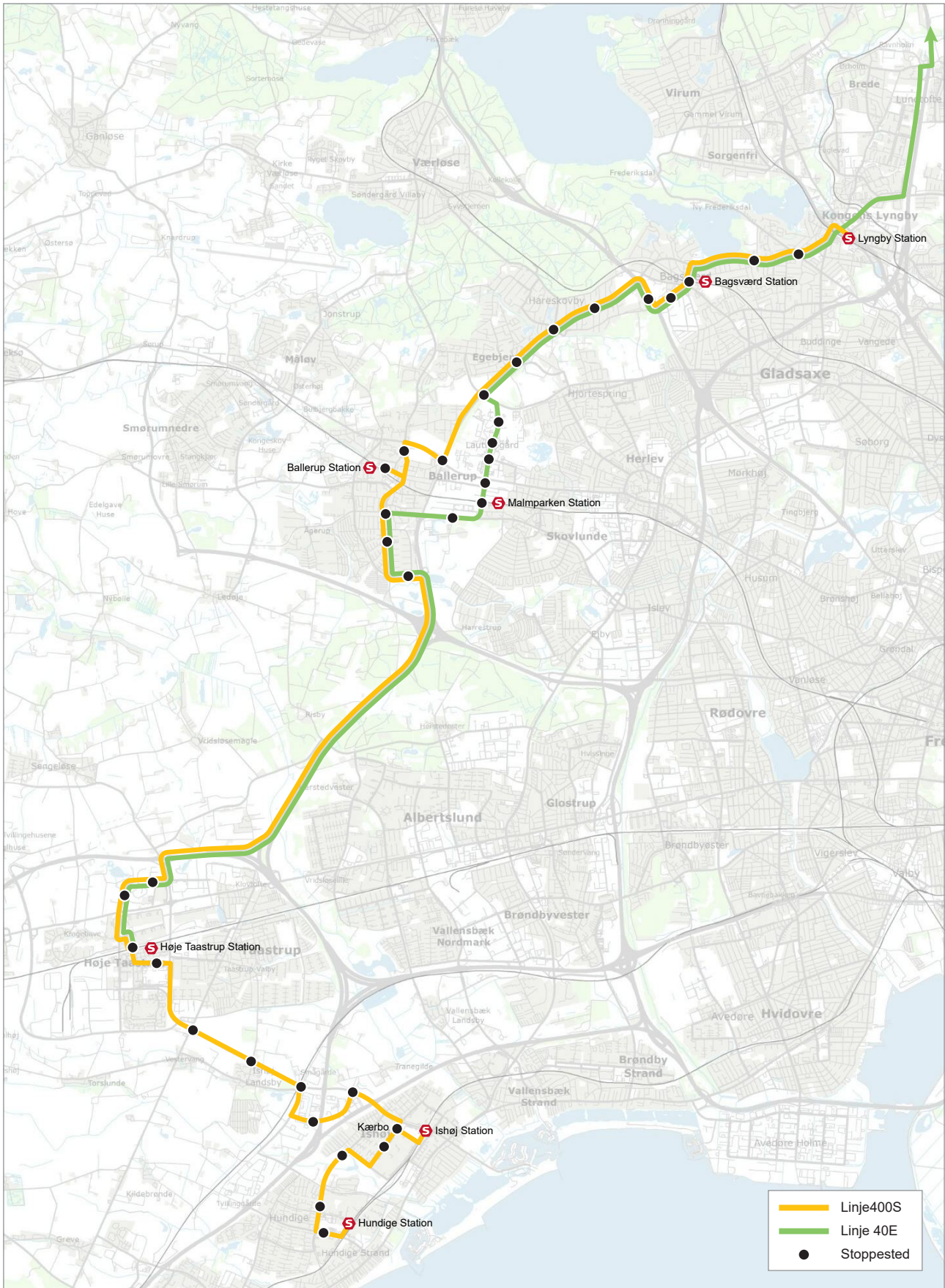
De to buslinjer 40E og 400S er de primære buslinjer i korridoren. Linje 400S betjener hele korridoren mellem Ishøj og Lyngby, og kører i Ballerup via Ballerup Station, mens linje 40E har endestation ved Høje Taastrup Station og kører gennem Lautrup og betjener Malmparken Station undervejs (se figur 3). Om aftenen betjenes korridoren af linje 400, som er en variant af 400S som bl.a. har lidt flere stop undervejs. Denne behandles og omtales ikke særskilt i analysen, men indgår i de samlede betragtninger.

### Transportbehov

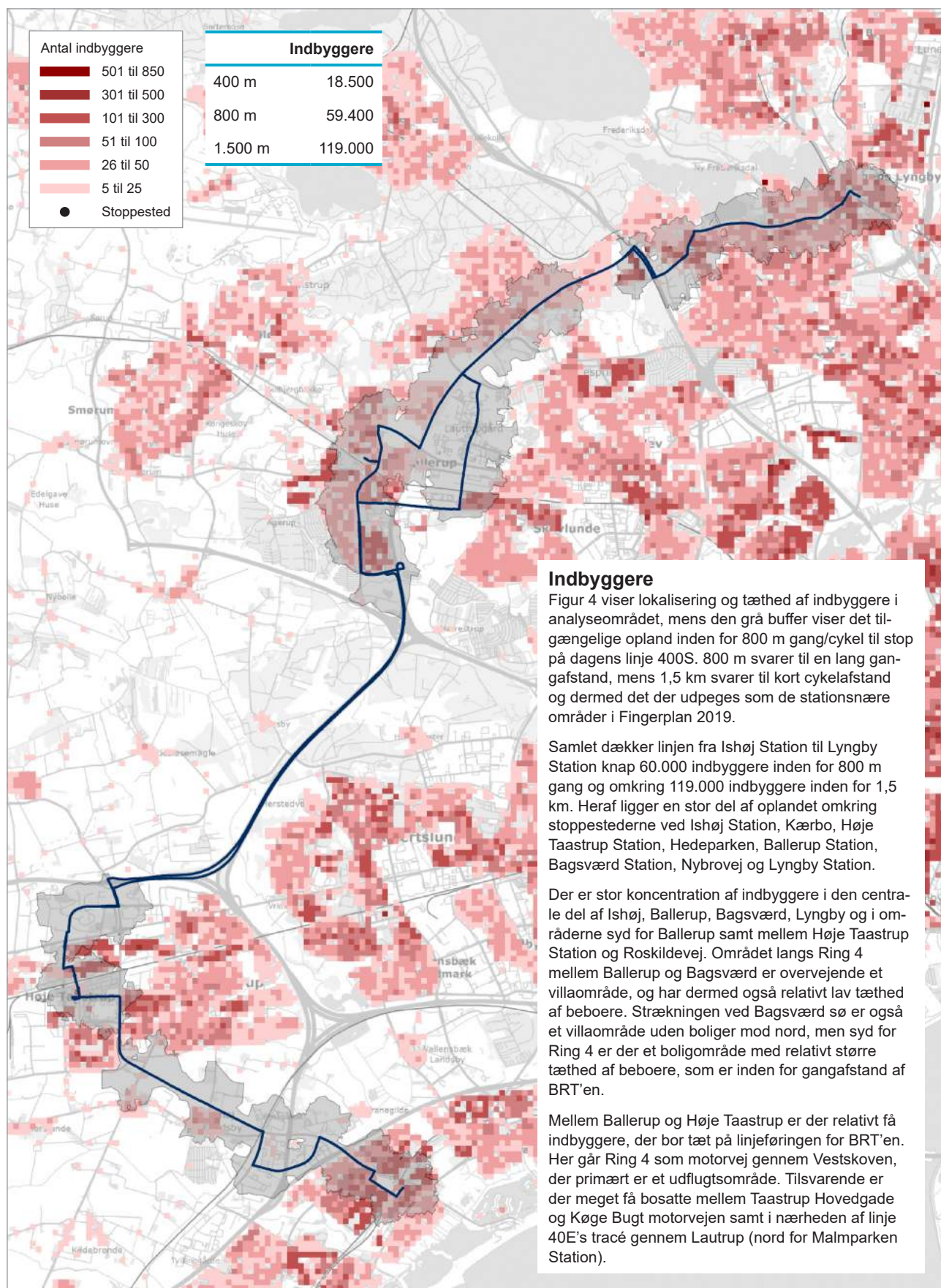
Transportbehovet er i dette afsnit belyst ud fra lokaliseringen af indbyggere, arbejdspladser og studiepladser i 2018. I flere dele af korridoren pågår der p.t. væsentlig byudvikling, ligesom der er stort potentiale for langsigtet fortætning. Dette gælder især i Høje Taastrup og i Lautrup, hvor en stor del af arealerne langs BRT-tracéet er skitse-ret som udviklingsområder eller områder med potentiale for fortætning/omdannelse.

Et stort infrastrukturanlæg som BRT vil i sig selv vil være med til at forme fremtidens udviklingsplaner og medføre et yderligere potentiale for fortætning og udvikling undervejs. Det skal også ses i lyset af, at "Fingerplan 2019" åbner muligheden for, at op til tre BRT-linjer kan få områderne omkring BRT-stationer godkendt som stationsnære kerneområder. Dette vil skabe yderligere mulighed og incitament for vækst.

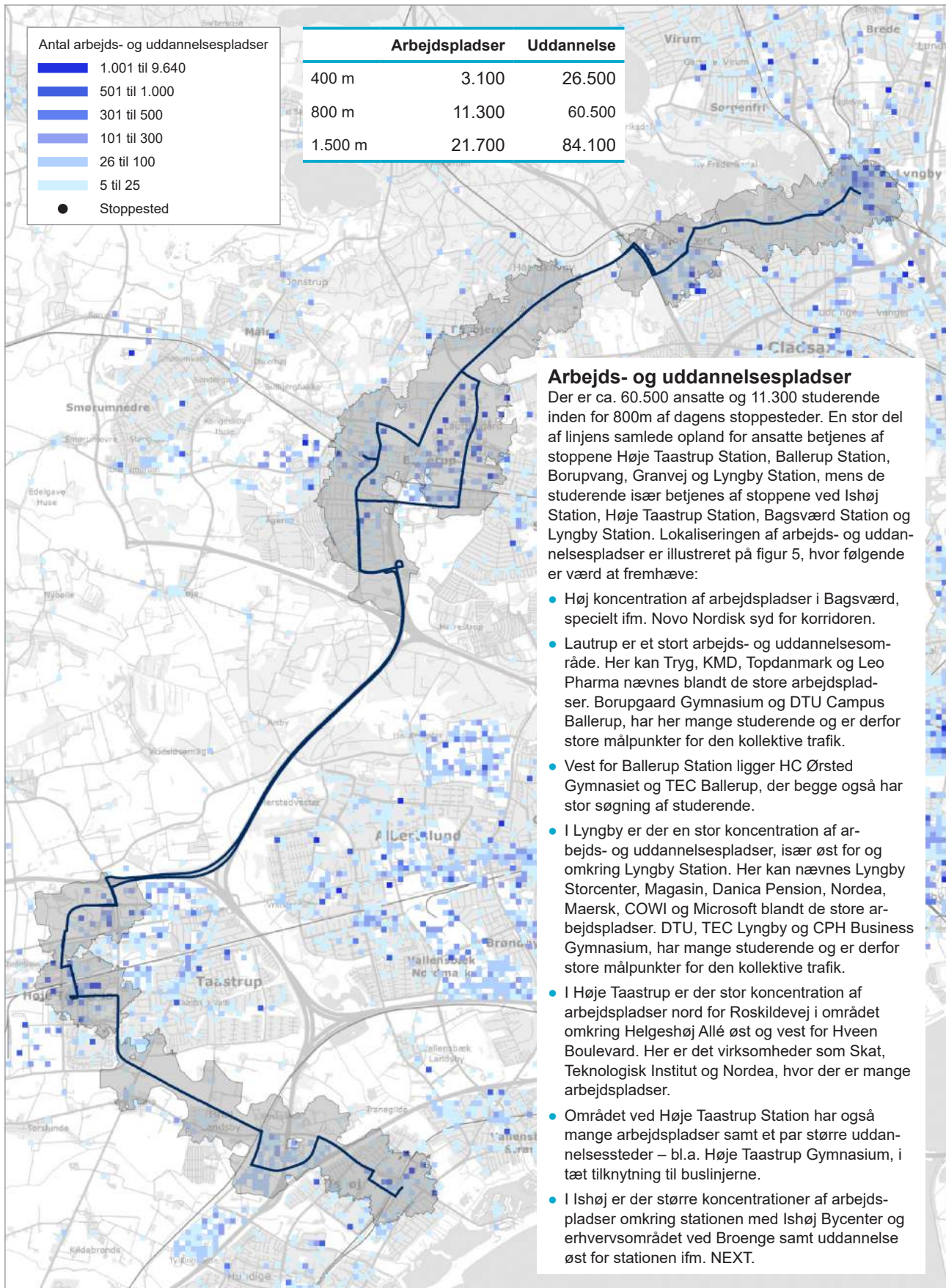




Figur 3 Eksisterende hovedlinjer langs Ring 4 – linje 40E og 400S.



Figur 4 Indbyggere pr. ha. i området omkring Ring 4 med angivelse af stoppestedsoplande (800 m gang). (Data: Danmarks statistik, 2018).



Figur 5 Lokaliseringer af arbejds- og uddannelsespladser i Ring 4 korridoren med angivelse af stoppestedsoplande (800 m gang). (Data: Danmarks statistik, 2018).

## Den kollektive trafik i dag – styrker og udfordringer

I dette afsnit belyses styrker og svagheder ved dagens betjening, som bør inddrages og adresseres i udviklingen af BRT i korridoren.

### Kvaliteten af den kollektive trafik

400S og 40E udgør generelt et godt kollektivtilbud på tværs af Hovedstadsområdets byfingre. Linje 400s betjener hele BRT-strækningen, mens linje 40E i dag ender i Høje Taastrup. På fællesstrækningerne kører linjerne med 10-12 afgang/time i myldretiden. I Ballerup Kommune er linjeføringen delt så linje 40E (4-6 afg./t) kører via Malmparken/Lautrup. Linje 400S (6 afg./t) kører via Ballerup Station. Begge linjer giver forbindelse til S-banen, men betjener hver sin del af kommunen. På fællesstrækningerne varierer stopmønstret og linje 40E stopper således ikke ved alle de stoppesteder 400S betjener. Syd for Høje Taastrup køres med 10-minuttersdrift i dagtimer på hverdage og 20-minuttersdrift i øvrige tidsrum. Aftenkørslen på hele strækningen varetages af varianten linje 400, som har lidt flere stop undervejs.

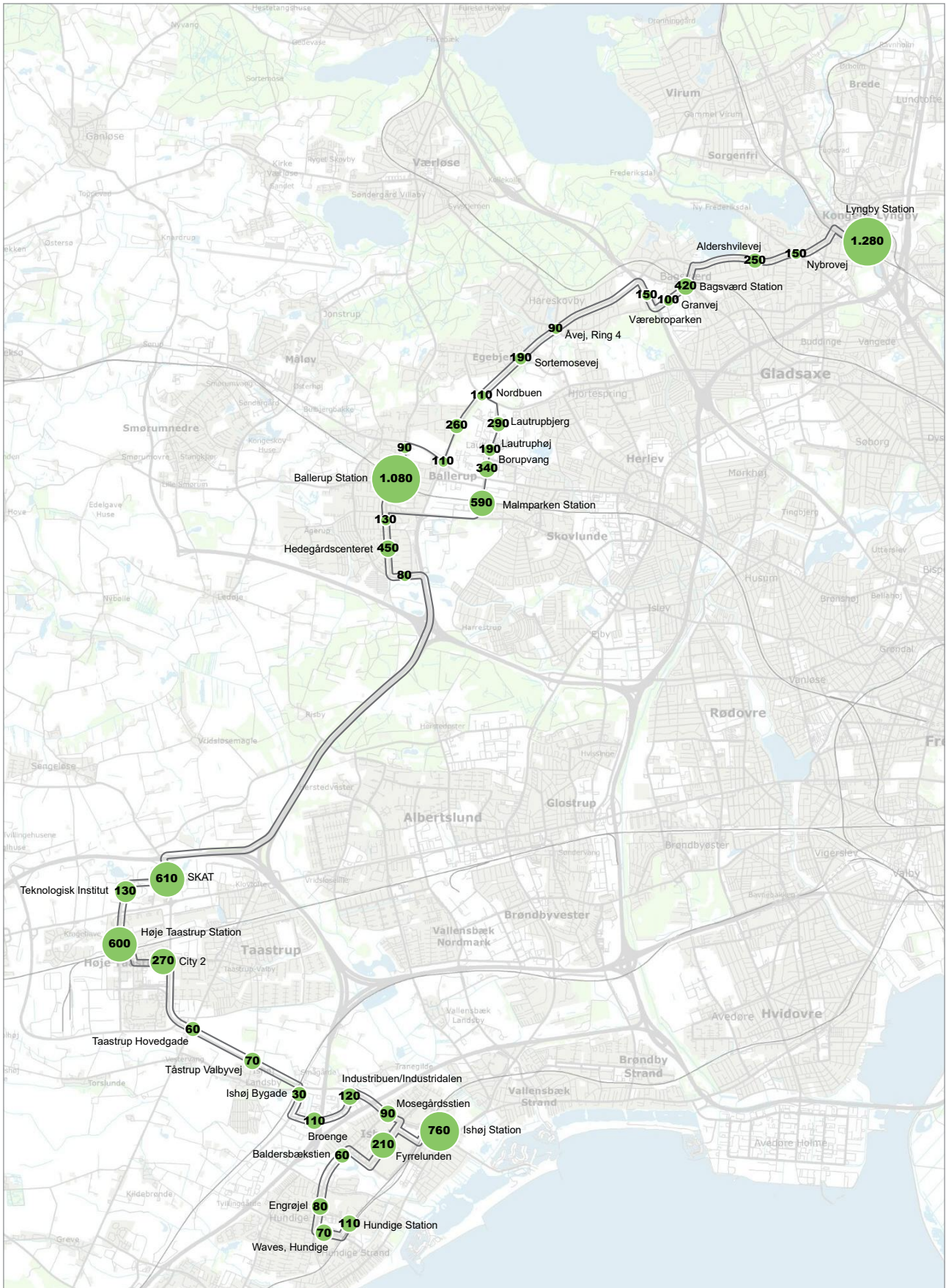
Med den nuværende linjeføring og placering af stoppesteder giver linjerne en rimelig god, direkte betjening af langs Ring 4. Linjeføringerne langs hovedvejnettet og på motorvej betyder, at linjerne har få stop og dermed kommer hurtigt frem. Dette er vigtigt – ikke mindst fordi mange rejsende skifter til 40E/400S og dermed allerede har brugt tid i bus eller bane frem til Ring 4. Samtidig er hastigheden for biltrafikken i korridoren høj. Kort rejsetid er dermed en vigtig forudsætning for at den kollektive trafik er konkurrencedygtig i forhold til bilkørsel. Linjens betjening af Broenge industri kvarter betyder dog at rejsetiden forlænges sammenholdt med en situation, hvor linjen blev på Ishøj Stationsvej. Princippet om bred fladedækning af industriområdet kontra muligheden for kort køretid må derfor afvejes nøje i vurderingen af linjeføring for BRT'en.

Med relativt få stop undervejs betyder placeringen og tilgængeligheden til stoppestederne meget. Generelt vurderes tilgængeligheden at være ganske god fra de nærliggende bolig- og erhvervsområder. Analysen viser dog undtagelser, bl.a.:

- Området syd for Høje Taastrup Station undergår stor udvikling og samtidig er der ganske mange bosatte i området i dag mellem Skåne Boulevard og Sydvej, som ikke er dækket af 400S fra de nuværende stop i den østlige del af området langs Hveen Boulevard.
- I Høje Taastrup Kommune betjenes området ved Teknologisk Institut og erhvervsområderne langs Roskildevej og Helgeshøj Allé fra yderkanten af området, hvilket giver relativt lang gangafstand for dele af områderne.
- Mellem Ballerup Station og Bagsværd Station er der ingen stop på strækningen fra Åvej til Værebroparken på linje 40E og linje 400S (linje 400 har to stop undervejs).
- Værebroparken er et tæt boligområde, der kun betjenes perifert og kun i den ene retning (mod Bagsværd Station).
- Linje 40E har ikke forbindelse til Lyngby Station men fortsætter videre til DTU, Nærum og Skodsborg ad Klampenborgvej med stop ved Lyngby Storcenter.

### Sammenhæng med øvrige linjer

Linje 400S og 40E er to tværgående linjer som forbinder byfingrene og de radiale bus- og toglinjer til/fra København. Det er derfor helt centralt med gode forbindelser til både lokale linjer og de radiale linjer langs hovedindfaldsårerne. De vigtigste forbindelser i området knyttes i dag til linjerne på S-togsstationerne undervejs, der også fungerer som terminaler for bustrafik.



Figur 6 Påstigere på linje 400S, 400 og 40E. (Datakilde: Movia, foråret 2019).

Generelt har 40E og 400S i dag gode skiftemuligheder både til tog og til de buslinjer, der krydser Ring 4 eller kører parallelt med Ring 4 på kortere eller længere delstrækninger. Det er værd at bemærke, at S-togsstationerne spiller en vigtig rolle for skiftemulighederne både til tog og andre buslinjer.

Samtidig bemærkes det, at der er få linjer der kører direkte parallelt med 40E/400S. Der, hvor der alligevel er parallelkørsel, sker det over kortere strækninger. Dette er væsentligt for BRT'en da det betyder, at der kun er et begrænset behov for at øvrige linjer kan benytte korridoren. Det er således ikke forudsat, at øvrige linjer skal benytte tracéet, medmindre det helt oplagt kan lade sig gøre med den skitserede infrastruktur.

### Passagererne på linje 40E og 400S

Påstigertal giver vigtig viden om transportbehovet i korridoren, men er naturligt også påvirket af hvordan tilbudet er i dag. Antallet af passagerer på de to linjer på Ring 4 korridoren er vist i figur 6.

Samlet set har linje 40E og 400S ca. 12.600 påstigere på en gennemsnitlig hverdag, hvoraf 83 % benytter linjerne til rejser på strækningen mellem Ishøj Station og Lyngby Station og dermed får fuld gevinst af en investering i BRT, mens 8 % rejser mellem to stop uden for BRT-korridoren (Hundige Station - Ishøj Station eller Lyngby Station – Skodsborg Station) og dermed ikke berøres af investeringen. De sidste 9 % kører mellem et stop i BRT-korridoren og et stop uden for, og vil således delvist have glæde af den nye infrastruktur. Hertil kommer påstigere på linje 400 – i alt ca. 350 pr. hverdag på strækningen.

Ses på stoppestederne i korridoren er der flest påstigere ved de seks S-togs-stationer Høje Taastrup Station (1.893), Lyngby Station (1.279) Ballerup Station (1.076), Ishøj Station (759), Malmparken Station (591) og Bagsværd Station (417). Herudover kan stoppestederne ved Hveen Boulevard (610), Hedegårdscetret (445) og stoppestederne i Lautrup (hhv. 190, 295 og 340) nævnes blandt de største.

De mindst benyttede stoppesteder ligger ved Mosegårdsstien i Ishøj, mellem Ishøj og Høje Taastrup, Sydbuen og Rådhuset i Ballerup samt Åvej og Granvej i Bagsværd – alle med under 100 daglige påstigere.

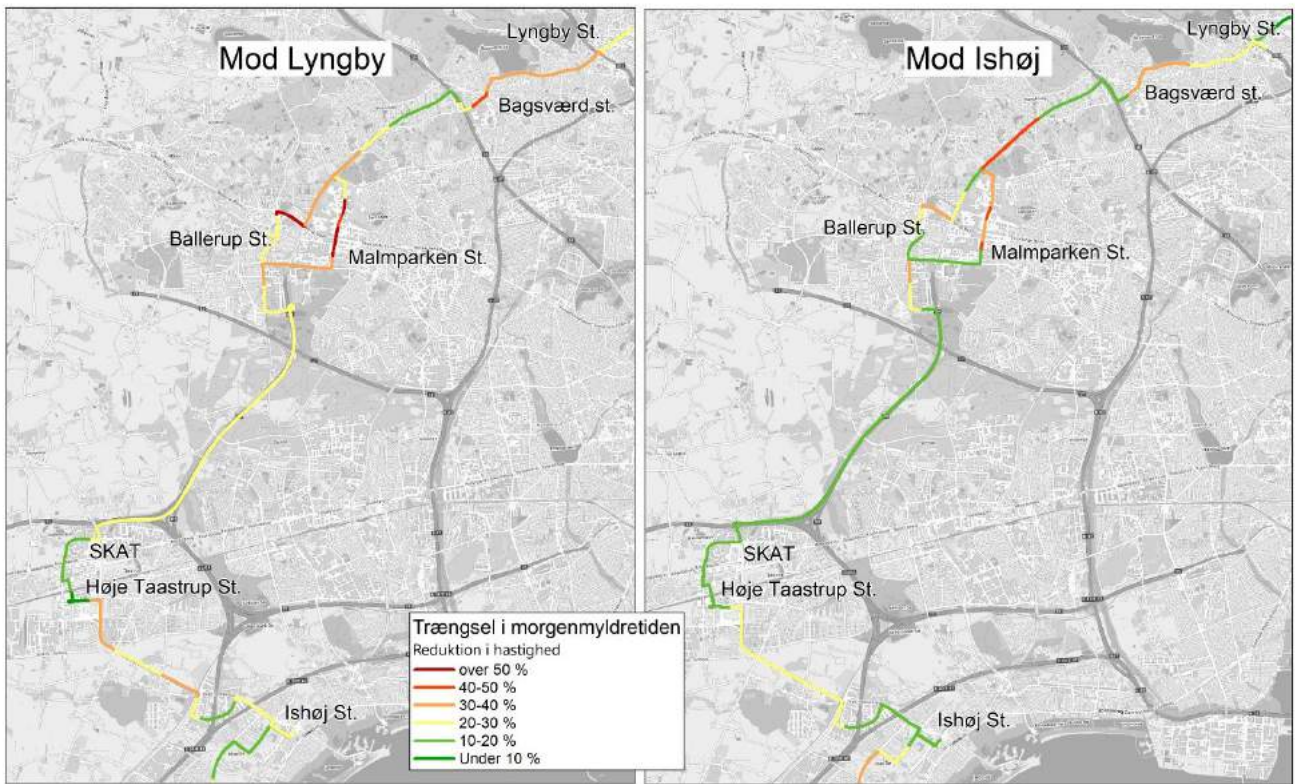
### Fremkommelighed

Linje 400S/40E kører i blandet trafik på hele strækningen og påvirkes i høj grad af trængsel i dag. Der er foretaget analyse af rejsehastigheden baseret på Movias GPS-data fra efteråret 2018 for at vurdere potentialet for at etablere BRT.

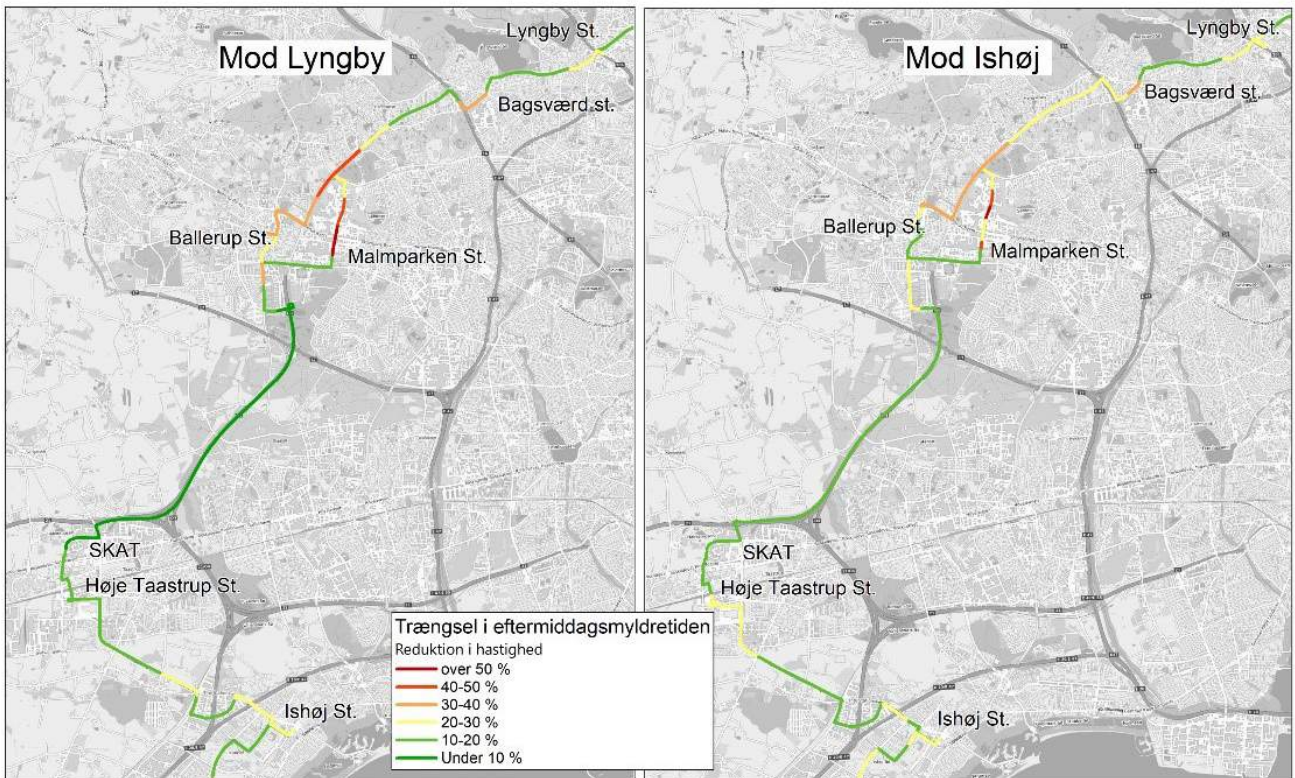
Figur 7-figur 9 viser reduktionen i bussernes hastighed i morgenmyldretiden i de to retninger sammenholdt med kørsel aften/weekend. Kort for morgen- og eftermiddagsmyldretid samt øvrige dagtimer er vedlagt i stort format i Bilag.

Figurerne viser at der er problematisk fremkommelighed langs store dele af linjerne. Særligt bemærkes:

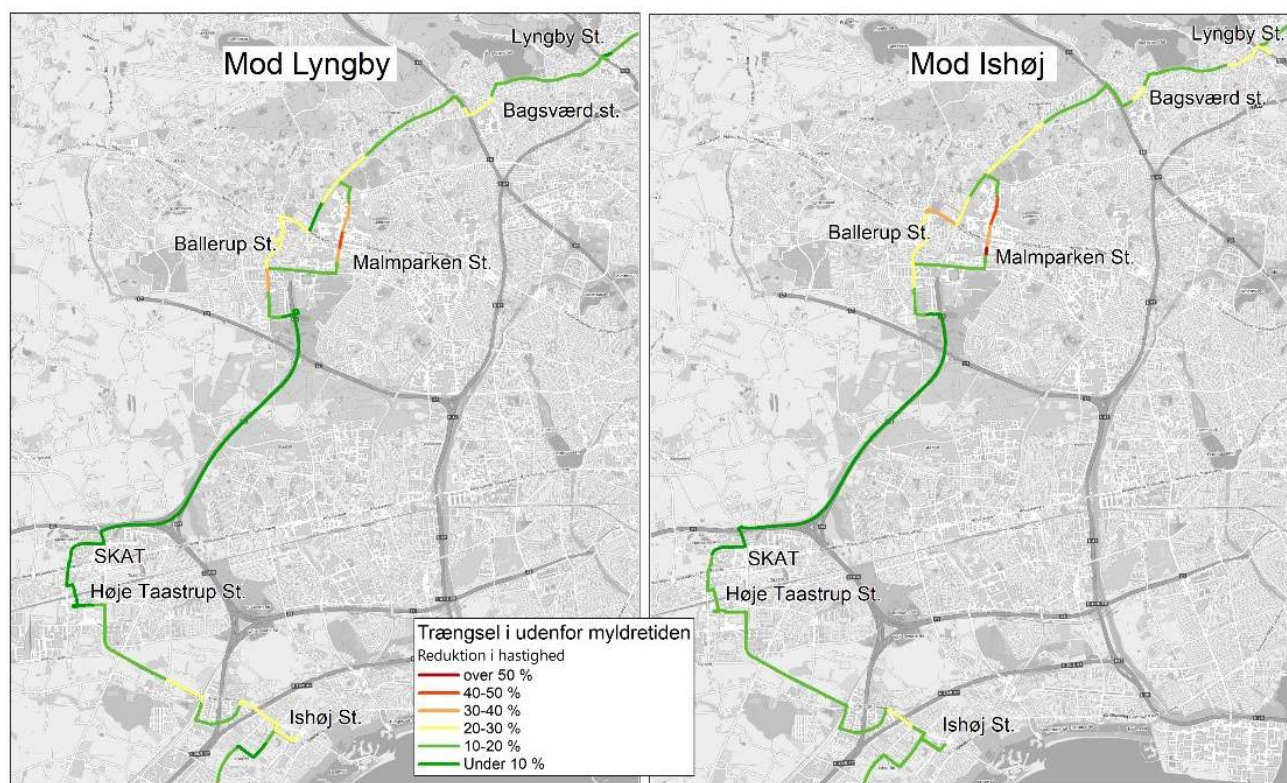
- Trængslen er særlig problematisk på motorvejene og på veje omkring Ballerup Station om morgenen.
- På det øvrige vejnet er der forsinkelser i begge retninger. Mest udtalt er det på Malmparken og Lautrupparken samt på en del af Ring 4 frem til Ny Hjortespringvej, hvor krydset ved Klausdalsbrovej særligt giver forsinkelser.
- Der er i alle dagtimer lav fremkommelighed gennem Lautrup og omkring krydset ved Ring 4/Klausdalsbrovej.
- I Bagsværd (Vadstrupvej-Bindeledet) og Lyngby (Engelsborgvej-Buddinge) opleves store forsinkelser, som især knytter sig til morgenmyldretiderne, men der ses også problemer om eftermiddagen samt uden for myldretiderne.
- På Ring 4 mellem Bindeledet og Jernbanevej i Lyngby er der også store forsinkelser om morgenen.
- Derudover er der forsinkelser på Ishøj Stationsvej og Hveen Boulevard primært i morgenmyldretiden mod nord, men der er også forsinkelser mod syd.



Figur 7 Hastighedsnedsættelse i på linje 40E og 400S i morgenmyldretiden målt ift. kørsel uden trængsel. (Datakilde: Movias GPS-registreringer, 2018).



Figur 8 Hastighedsnedsættelse på linje 400S i eftermiddagsmyldretiden målt ift. kørsel uden trængsel. (Datakilde: Movias GPS-registreringer, 2018).



Figur 9 Hastighedsnedsættelse på linje 400S uden for myldretiden målt ift. kørsel uden trængsel. (Datakilde: Movias GPS-registreringer, 2018).

Analysen viser samtidig, at bussernes fremkommelighed stort set er udfordret de samme steder i eftermiddagsmyldretiden bortset fra, at der ikke er nogen markant hastighedsnedsættelse på motorvejene på det tidspunkt.

Der er i alle dagtimer lav fremkommelighed gennem Lautrup og omkring krydset ved Ring 4/Klausdalsbrovej.

Bussernes samlede nettokøretid på strækningen understøtter dette jf. Tabel 1. Køretiden er højest i myldretiden og særligt mod Bagsværd Station i morgenmyldretiden. Tabellen viser et ganske stort tidstab i korridoren i myldretiden både sammenholdt med frit flow og køretiden uden for myldretiden.

Analysen viser, at især retningen mod Lyngby er trængselsramt om morgenen, hvor både linje 400S og 40E forsinkes markant. Analysen viser også, at linje 40E via Malmparken Station er mest plaget af trængsel med markant længere køretid i morgenmyldretiden end linje 400S.

Analysen peger samlet set på, at korridoren rummer et væsentligt potentiale for både køretids- og regularitetsforbedringer.

Linje	Retning	Frit Flow	Køretid uden for myldretid	Køretid morgen	Køretid eftermiddag
400S	Lyngby-Ishøj	49	59	62 (+3)	63 (+4)
400S	Ishøj-Lyngby	49	59	68 (+9)	63 (+4)
40E	Lyngby Storcenter-Høje Taastrup	38	45	52 (+7)	49 (+4)
40E	Høje Taastrup-Lyngby Storcenter	40	46	59 (+13)	51 (+5)

Tabel 1 Samlet køretid (minutter) mellem stop for linje 40E og 400S mellem Lyngby og hhv. Ishøj og Høje Taastrup jf. Movias køretidsregistreringer efteråret 2018. I parentes er det gennemsnitlige tidstab ift. køretiden uden for myldretid vist.



### Vejtrafikken i korridoren

Vejtrafikken i korridoren er et vigtigt vilkår for bussernes fremkommelighed i dag. Med en BRT isoleres busserne og opnår fuld prioritet i lyskryds og på strækninger, hvilket vil få betydning for vejtrafikken i korridoren, som dermed nedprioriteres.

For at forstå mulighederne og konsekvenserne er fremkommelighedssituationen for vejtrafikken i dag belyst. Dette er gjort med data fra systemet "Connected Cars", som opsamler hastighed og køretid for en repræsentativ del af bilflåden.

Der er ud fra disse registreringer foretaget en kortlægning af hastighederne og trængslen i vejnettet i morgen- og eftermiddagsmyldretiden samt uden for myldretiderne.

I lighed med registreringerne af bussernes rejsehastigheder viser køretidsregistreringerne (figur 10) for biler markant trængsel på Motorring 4 samt på Ring 4 nord for Ballerup Byvej til og med krydset ved Klausdalsbrovej. Også strækningen på Ring 4 fra Aldershvilevej til Lyngby Station er hårdt ramt af trængsel i nordgående retning om morgenen. På de resterende dele af Ring 4 til Bagsværd knytter forsinkelserne sig primært til strækningerne omkring krydsene, men der er dog også en mindre grad af trængsel på strækningerne mellem krydsene helt frem til Bagsværdvej (20-30% reduceret hastighed). Tilsvarende ses reduceret rejsehastighed på Ishøj Stationsvej.

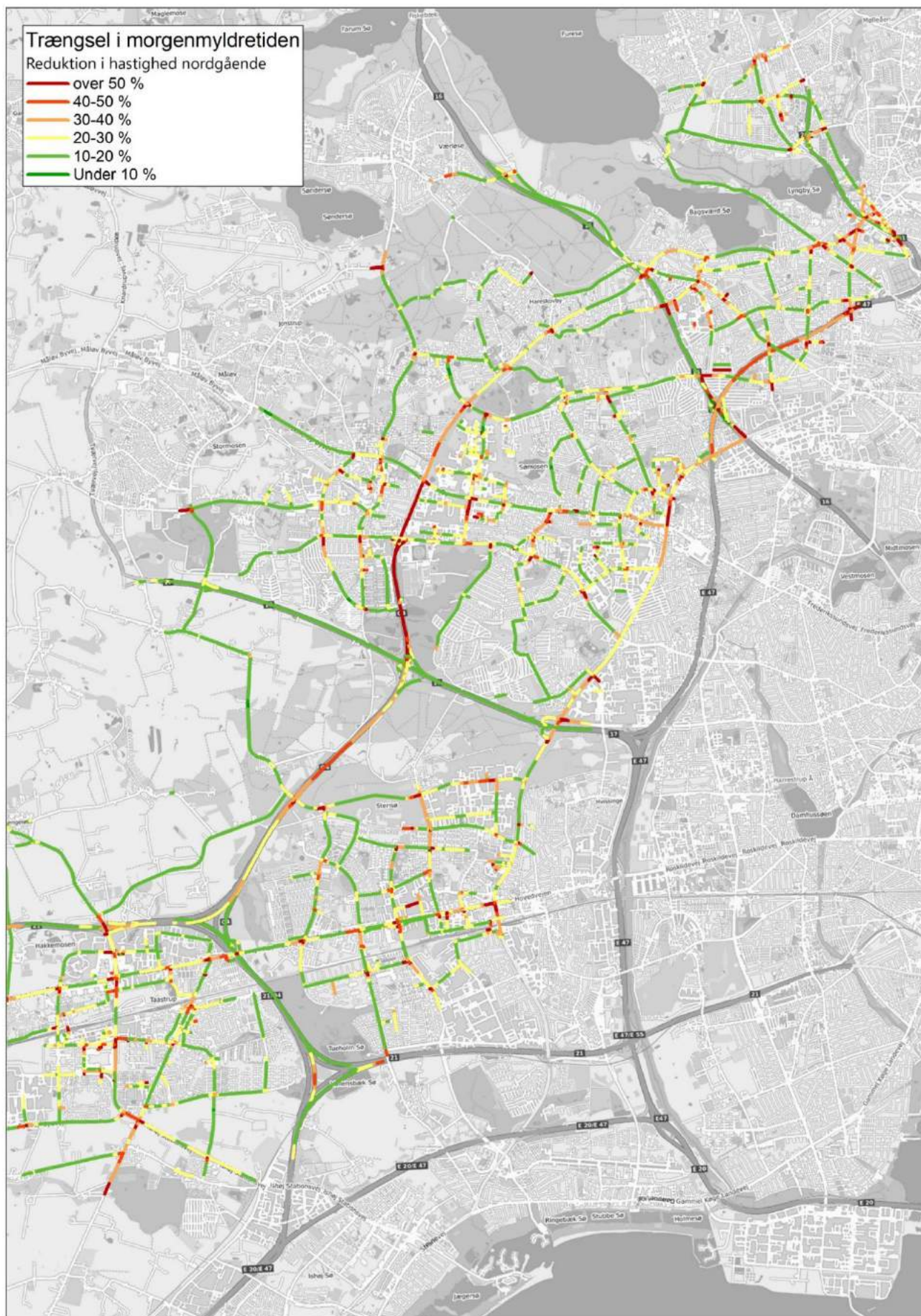
I modsat retning (mod syd) er trængslen mindre (figur 11). Også her er der trængsel på Ring 4 ved Klausdalsbrovej og ved Ballerup Byvej. Disse to veje har også den mest udtalte trængsel på tværs af BRT-tracéet i Lautrup, hvilket kan blive yderligere påvirket af, at BRT-busser skal krydse med fuld prioritet.

Både i retning mod syd og nord ses trængselsproblemer på Malmparken og Lautrupparken, specielt omkring krydset med Ballerup Byvej.

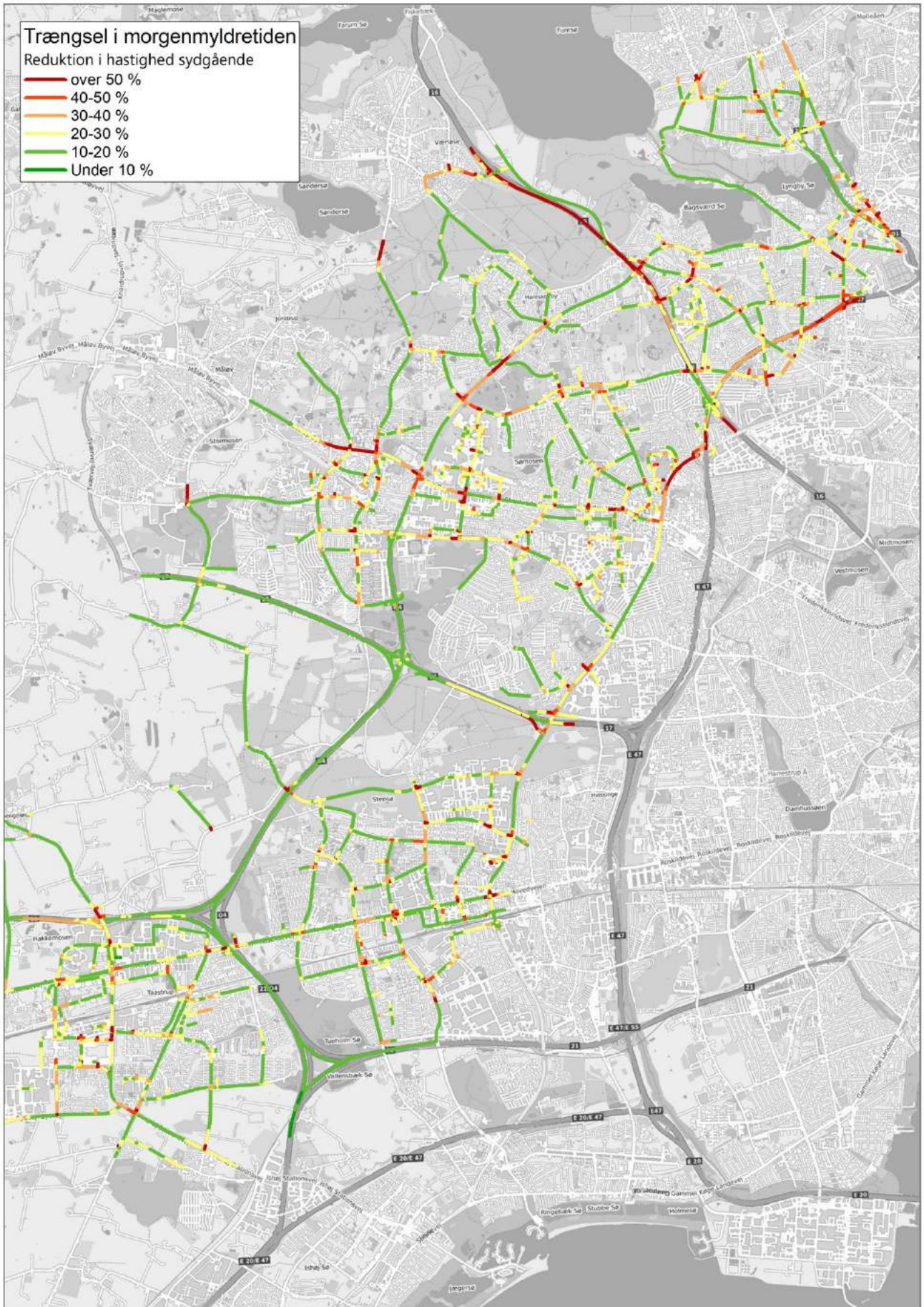
I Bagsværd er der relativ stor trængsel på Vadstrupvej og især ved krydsene på den strækning. Den store trafik ind i erhvervsområdet med bl.a. Novo Nordisk, syd for Vadstrupvej viser sig tydeligt i krydsene, hvor der er høj trængsel i tilfarterne både fra nord og syd. Mellem Lyngby og Bagsværd ses også trængsel frem til de fleste af krydsene.

Billedet er det samme i eftermiddagsmyldretiden. Her er trængslen i retning mod syd på motorvejen dog begrænset til en kortere strækning fra Frederikssundsmotorvejen til Vestskovvej.

Mod nord opstår forsinkelserne primært i krydsene på Ring 4. Både i morgen- og eftermiddagsmyldretiden er der trængsel i krydsene på Lautrupparken og Malmparken i begge retninger, men også i krydsningen af Bagsværd Hovedgade.



Figur 10 Trængsel i morgenmyldretiden på vejnettet i området omkring Ring 4.



Figur 11 Trængsel i eftermiddagsmyldretiden på vejnettet i området omkring Ring 4.

# 3 Linjeføring, stopmønster og driftsoplæg

Baseret på korridoranalysen er linjeføring og stopmønster for BRT'en som lægges til grund i denne analyse fastlagt. Det er dog vigtigt at fremhæve, at disse valg ikke er endelige og vil kræve nærmere analyse og dialog i den videre planproces.

Der er foretaget betjeningsmæssige valg ud fra et ønske om at optimere betjeningen og sikre god balance mellem kort rejsetid og god dækning af de store rejsemål – både eksisterende og planlagte. De betjeningsmæssige valg gennemgås i dette afsnit, mens den anlægstekniske gennemgang findes i næste afsnit.

Der er i arbejdet med valg af linjeføring foretaget en nærmere gennemgang af en række forskellige mulige linjeføringer gennem Høje Taastrup. Her har situationsanalyse af nuværende rejsemål, vækstpotentiale, fremkommelighed og kørekøkomfort samt anlægsøkonomi og fysiske udfordringer været væsentlige parametre for valget af hovedforslag som grundlag for de videre beregninger.

En overordnet præmis for arbejdet har været at samle linjeføringerne for linje 400S, linje 40E og linje 400 til én linje på BRT-tracéet via Lautrup. Det giver høj frekvens på linjen (10-12 afg./time), men har samtidig betjeningsmæssige konsekvenser i Ballerup Kommune.

## Forslag til linjeføring og stopmønster

Figur 12 viser linjeføring og stopmønster, der er valgt som BRT-forslaget på baggrund af korridoranalysen. De valg, der er truffet for BRT'en, er sket i samarbejdet mellem Movia, kommunerne og rådgiver i processen.

Den skitserede linjeføring er i alt ca. 33,4 km, hvoraf langt størstedelen af strækningen køres i eget tracé. Der er af pladmæssige udfordringer valgt at køre i blandet trafik mellem Christian X's Allé og Lyngby Station (0,8km) samt på en kort strækning på Høje Taastrup Boulevard syd for stationen (0,3km). Linjeføringen er i alt ca. 0,9 km kortere

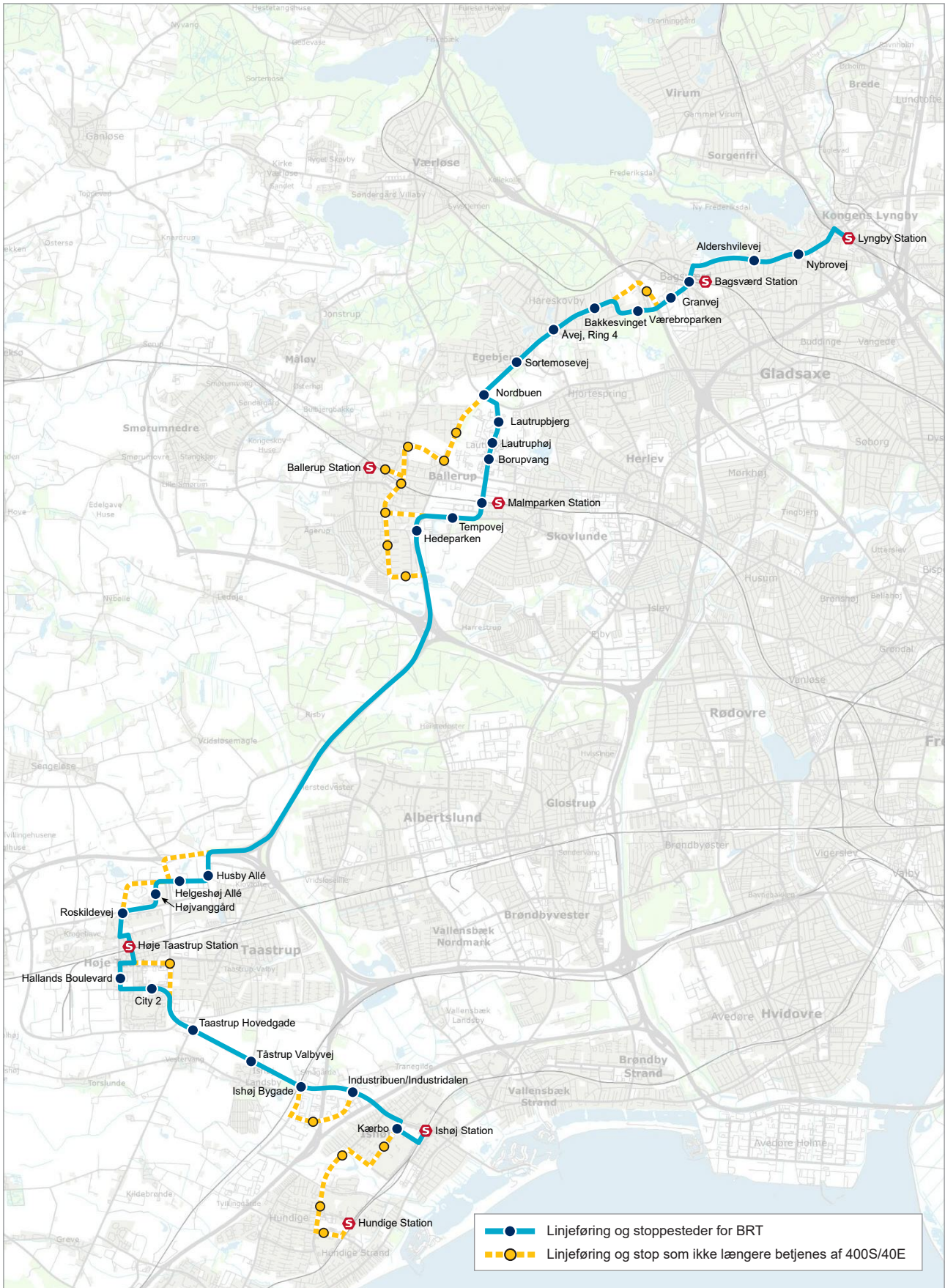
end dagens linjeføring, hvilket dækker over en væsentlig forkortelse ved ikke at køre gennem industrikvarteret Broenge og et lidt længere tracé gennem Høje Taastrup (ca. 0,2 km længere).

I alt har tracéet 29 stationer inkl. Ishøj Station i syd og Lyngby Station i nord, hvilket er sammenligneligt med dagens stopmønster på linjerne på strækningen.

Samlet betyder ændringerne i linjeføringen, at rejsehastigheden øges, da linjen kører kortere og mere direkte, hvilket harmonerer godt med BRT-konceptet. Ønsket om hurtig kørsel skal naturligvis afvejes mod behovet for at dække vigtige byområder undervejs. Der er i nedenstående foretaget en række valg som grundlag for vurderingen i denne rapport. Valgene skal udredes nærmere, hvis det besluttes at gå videre med BRT-projektet, og skal således blot ses som et indledende vurderingsgrundlag.

Følgende er værd at bemærke omkring betjeningen af korridoren oplistet fra syd til nord:

- Muligheden for at fastholde BRT på **Ishøj Stationsvej** helt frem til Vejlebrovej er undersøgt. Denne løsning kunne potentielt give kortere rejsetid, men er fravalgt, da BRT'en dermed vil komme i konflikt med letbanen og samtidig vil stå over for relativt store konstruktionsarbejder. Med den valgte løsning via Stenbjerggårds Allé undgås konflikt med letbanen, og broanlæg på strækningen er allerede lagt til rette for et ekstra kørespor i hver retning.
- I Ishøj by er **stoppestedet Mosegårdsstien** flyttet til Ishøj Boulevard (Kærbo). Dette er gjort for at give bedst mulig dækning af de tætte byområder mod syd og vest.



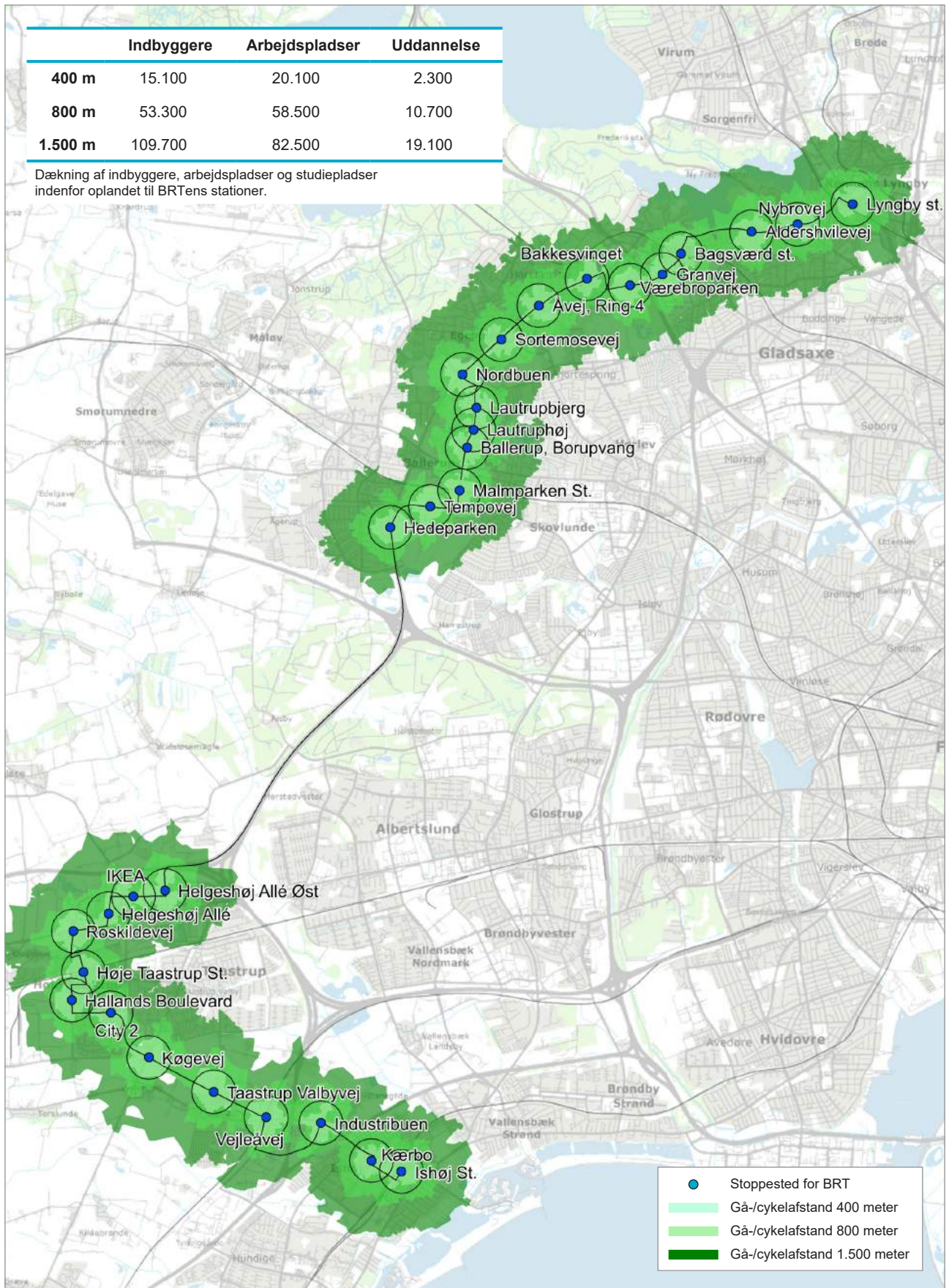
Figur 12 Kort over linjeføring og stationer sammenholdt med linjeføring for eksisterende linje 400S, 400 og 40E.

- Ved **erhvervsområdet Broenge** fastholdes BRT'en på Ishøj Stationsvej, mens fladedækningen i området varetages af lokalbus. Det giver et væsentligt enklere og mere direkte BRT-tracé og sikrer høj rejsehastighed. Transport med 400S til/fra Broenge-området vil fortsat være muligt via stationer i hver ende af området, men gangafstanden vil blive længere for nogle.
- I **Høje Taastrup** er valgt et tracé, som fra Høje Taastrup Station kører via Halland Boulevard – Skåne Boulevard, frem for som dagens linje at køre via Bornholms Allé og Hveen Boulevard. Den valgte linjeføring er lidt længere, men giver til gengæld mulighed for en væsentlig bedre dækning af Høje Taastrup C, de eksisterende boligområder syd for Skåne Boulevard og det stationsnære udviklingsområde vest for Halland Boulevard. Samtidig giver linjeføringen mulighed for BRT-infrastruktur hele vejen, hvilket ikke er muligt på Bornholms Allé, som har reduceret fremkommelighed grundet dårlig køregeometri og trængsel i myldretiden.
- Nord for Høje Taastrup Station afviger linjeføringen fra dagens 400S/40E ved at køre ad Roskildevej og Helgeshøj Allé frem for Gregersensvej og Helgeshøj Allé og dermed have nye stationer ved **Roskildevej/Halland Boulevard** samt ved **Højvanggård** (mellem Nordea og Teknologisk Institut). Stationen ved Roskildevej giver forbindelse til rådhuset, boligområdet syd for Roskildevej og den byudvikling der kan finde sted mod vest. Den anden station ved Højvanggård giver bedre adgang til virksomhederne i området.
- BRT'en fortsætter øst for Hveen Boulevard ad Helgeshøj Allé og Husby Allé og herfra videre til Holbækmotorvejen. Der etableres nye stationer på **Helgeshøj Allé** (ved Ikea) og på **Husby Allé**, og dermed betjener et stort erhvervsområde her, som på sigt kan omdannes og fortættes.
- Herfra føres BRT'en mod nord parallelt med motorvejen og har ingen stop før den forlader motorvejen i Ballerup. Her giver det nye stop "**Hedeparken**" betjening af det tætte boligområde i det sydlige Ballerup Kommune, som i dag er betjent af 400S fra stoppested på Hold An Vej på den vestlige side af bebyggelsen.
- BRT'en føres via **Malmparken Station** (skift til S-tog og bus) og det tætte erhvervs- og uddannelsesområde **Lautrup** mod nord og efterlader dermed 400S' nuværende linjeføring via Ballerup Station til betjening med andre linjer.
- Herfra fortsætter BRT'en langs dagens linjeføring via **Ring 4** som betjenes med fire stop jævnt fordelt. Herfra føres BRT'en syd og vest om **Værebroparken** modsat dagens tracé. Det giver en god central station ved det planlagte bytorv i Værebroparken og et tracé, der harmonerer med infrastrukturplanen for omdannelsen af Værebroparken og dermed understøtter kvarterløftet her.
- Herefter føres tracéet via Vadstrupvej til **Bagsværd Station** (skift til S-tog og bus). Undervejs indtænkes tracéet og stoppet "**Granvej**" i en planlagt omdannelse af erhvervsområdet her. Dette stop vil samtidig bl.a. betjene Novo Nordisk der ligger 400-800 m syd for tracéet.

Fra Bagsværd Station fortsætter BRT'en som dagens linjer på strækningen.

### Optimering af stationer og tilgængelighed

Som en del af arbejdet med at fastlægge stationsplaceringerne er tilgængeligheden via veje og stier undersøgt. Her har tilgængelighedsanalyse (se figur 13) været et vigtigt værktøj til at sikre optimale stationsoplade og identificere "missing links" i stisystemet.



Figur 13 Tilgængelighedsanalyse for BRT-stationerne, der viser hvor langt man kan nå ad vej- og stiforbindelser inden for hhv. 400, 800 og 1.500 m. Analysen er brugt til at optimere enkelte forbindelser, hvilket er inkluderet i kortet.

Stationsplaceringerne er i arbejdet optimeret, så de ligger bedst muligt for eksisterende stier, og der er foretaget en vurdering af, om nye stiforbindelser kan gavne oplandet for de enkelte stationer. Der, hvor der er identificeret væsentlige mangler i stinettet, er stier tilføjet som del af BRT-projektet. Dette drejer sig om følgende stationer:

- For de nye stationer ved **Vejleåvej** og **Industribuen** bærer oplandet præg af, at der ikke er udviklet stinet målrettet gående i området. Særligt for en ny station ved Industribuen vil nye stier kunne øge oplandet markant. Da der er store potentielle udviklingsområder omkring begge stationer, forudsættes stiu udviklingen at ske i takt med udvikling og evt. omdannelse, og er derfor ikke indregnet her.
- Stationen ved **City 2** dækker området vest for Hveen Boulevard godt, men Hveen Boulevard fungerer som en barriere for at boligområdet mod øst kan nå BRT-stationen. En ny gangforbindelse på tværs af Hveen Boulevard ved Skåne Boulevard – enten som bro eller fodgængerfelt gennem det nye lyskryds her – kunne styrke dette opland. Krydsningen er dog ikke indregnet i overslaget eller effektiv vurderingen. Der er i dag gangbroer nord for City 2 og syd for Skåne Boulevard, men disse ligger et stykke fra Skåne Boulevard.
- Stationen **Halland Boulevard** ligger ude af niveau med eksisterende gangbro over vejen. Samtidig er der ikke i dag indtænkt gangstier til Halland Boulevard, som primært er trafikvej. Derfor er der afsat midler i anlægsoverslaget til at styrke tilgængeligheden her. Herudover skal stisystemet i udviklingsområdet vest for Halland

Boulevard udvikles som en del af byudviklingen her. Der er i dag anlagt fællestier langs Halland Boulevard.

- Ny station ved **Bakkesvinget** på Ring 4 er lagt i tilknytning til eksisterende stinet i området, men her bør indtænkes en stiu underføring, som vil give god tilgængelighed til stationen. Anlægsomkostninger til stiu underføringen mv. er ikke indregnet her, men bør detaljeres i en evt. næste fase af projektet.
- Nyt stop ved **Værebroparken** er lagt i tilknytning til det planlagte hovedstinet i området. Stinettet vil øge tilgængeligheden til stationen som i sig selv giver en væsentligt mere central betjening af Værebroparken end dagens linje 400S/40E, som kun har stop i retning mod syd og fra et mere perifert punkt. Anlægsomkostninger til stier er ikke indregnet her, da det i forvejen indgår i infrastrukturplanen for området.
- Stoppet **Granvej** på Vadstrupvej bliver nærmeste stop for ansatte på Novo Nordisk. Området syd for Vadstrupvej er planlagt omdannet og stoppestedet planlægges integreret i det nye område med direkte stiforbindelser til Novo. Anlæg af stier er ikke indregnet her, da det forventes at indgå i områdets samlede omdannelse.

Herudover er en række stationer placeret tæt på eksisterende velfungerende stisystemer. Det gælder bl.a. **Hedeparken**, hvor et nyt stop ved stitunnel under Ring 4 dækker en stor del af det tætte boligområde, som 40E/400S i dag dækker på **Sydbuen/Hold-An Vej**. Også BRT-stationerne gennem Lautrup samt på Helgeshøj Allé





og Bagsværdvej er placeret med god kontakt med eksisterende stisystemer.

Endelig er BRT-stationerne på **Malmparken Station** og **Bagsværd Station** indplaceret, så de giver bedst mulig skiftevej i forbindelse med skift til bus og tog. BRT-station, busterminal og adgang til S-togsperroner er i begge tilfælde samlet på vejens østlige side, hvilket letter adgangen til skift sammenholdt med dagens situation, hvor en stor del af passagererne skal krydse biltrafikken for at få adgang til terminalområdet.

Samlet set vurderes disse optimeringer af tilgængeligheden at bidrage væsentligt til oplandet for den planlagte BRT.

Samlet dækker linjen fra Ishøj Station til Lyngby Station lidt over 53.000 indbyggere inden for 800 m gang og omkring 110.000 indbyggere inden for 1,5 km. Heraf ligger mindst halvdelen af oplandet omkring stationerne ved Ishøj, Kærbo, Høje Taastrup, Hedeparken, Bagsværd, Nybrovej og Lyngby.

Der er ca. 58.500 ansatte og 10.700 studerende inden for 800m af BRT-stationerne. Ud af linjens samlede opland for ansatte betjenes halvdelen af stationerne Høje Taastrup, Borupvang, Granvej og Lyngby, mens det for de studerende er 2/3 af linjens opland, der betjenes af stationerne Ishøj, Høje Taastrup, Bagsværd og Lyngby.

### Køretid og driftsoplæg

Driftsoplægget på BRT'en er i denne udredning fastsat til summen af afgangene på linje 40E, 400S og 400. Det betyder, at der i de travleste myldretidsperioder vil være 12 afg./t.

I øvrige dagtimer vil der være 8-10-minuttersdrift, mens der aften og weekend vil være 20-minuttersdrift. Mellem Ishøj og Høje Taastrup vil der være mindre drift, da 40E ikke betjener denne strækning i dag, hvormed der er ca. 10-minuttersdrift i dagtimerne og ca. 3 afgang/time aften og weekend.

I praksis vurderes det hensigtsmæssigt at øge frekvensen over dette niveau og tilbyde et stærkere produkt og udnytte infrastrukturinvesteringerne bedst muligt. Der må derfor senere gøres overvejelser om, hvorvidt nogle afgang fortsat skal afkortes på Høje Taastrup Station, eller om alle afgang bør fortsætte til Ishøj.

Når driftsoplægget alligevel fastholdes på dagens niveau som grundlag for beregningerne i denne sammenhæng, er det for at give den klareste vurdering af selve BRT-anlæggets effekt. Øget frekvens vil i sig selv være med til at tiltrække flere passagerer og kan dermed mudre billedet af, hvad der er effekten af infrastrukturen og effekten af hastighedsforøgelse.

Køretiden er groft beregnet med UITP's køretidsmodel, som en gennemsnitlig køretid over dagen for BRT'en. For at kunne vise forbedringspotentialer er en tilsvarende model opstillet for et scenarie, hvor dagens linje 40E og 400S er kombineret og vurderet ud fra BRT'ens delstrækninger, men i blandet trafik.

I beregningen estimeres den gennemsnitlige køretid til ca. 61 min. mellem Ishøj Station og Lyngby Station, hvilket er ca. 19 % kortere tid end beregningen for kombinationen af linje 40E og 400S. Beregning af køretidseffekterne er nærmere specificeret i afsnit 5.





### Betjeningsmæssige fravalg

I valget af linjeføring er der naturligt også foretaget en række fravalg.

- **Høje Taastrup C.** På strækningen mellem Høje Taastrup Station og Taastrup Hovedgade betjener BRT'en Halland Boulevard og Skåne Boulevard for at få mest muligt eget BRT-tracé og samtidig dække byvækstpotentialet bedst muligt, som især forventes i den vestlige del af området omkring Halland Boulevard. Stationer er placeret midt på Halland Boulevard og foran indgangen til City 2. Der er i arbejdet med BRT'en undersøgt 4 alternativer, hvor betjeningen ad dagens linjeføring (Bornholms Allé), via Høje Taastrup Boulevard, via Sydvej og ny bro over fjernbanen er fravalgt, fordi BRT'en enten må køre i blandet trafik, ligger for langt fra eksisterende bebyggelse, ikke skaber forbindelse til de øvrige busser ved Høje Taastrup Station og/eller er for dyr og kompliceret.
- **Betjening af Gregersensvej** (Teknologisk Institut). BRT'en betjener her Roskildevej og videre mod nord ad Helgeshøj Allé frem for Gregersensvej, da udviklingen vest herfor p.t. er usikker. Første station ligger så tæt som muligt på krydset Halland Boulevard/Roskildevej.

Dermed åbnes for bedre dækning af byudviklingen på Rådhusgrunden og det regionale fritidsområde vest herfor. Linjen får et centralt stop mellem Teknologisk Institut og det tætte arbejdspladsområde med bl.a. Nordea, og der etableres to stationer til at dække området vest for Hveens Boulevard.

- **Station på Motorring 4.** Muligheden for placering af station på Motorvejen blev overvejet. Potentielt kunne en station ved Vestskovvejens krydsning af Motorring 4 give mulighed for skift til linje 500S og samtidig give en perifer dækning af boligområdet Herstedvester og adgang til Vestskoven. Dette blev dog vurderet uaktuelt, ikke mindst fordi et stop på motorvejen med tilhørende trapper, elevatorer og gangveje vurderes at være meget dyrt sammenholdt med potentialet.
- **Klausdalsbrovej-Novo-Bagsværd.** I processen blev overvejet om tracéet skulle omlægges radikalt, så den fra Laurup kørte via Klausdalsbrovej til Bagsværd, for at opnå en bedre betjening af Novo Nordisk. Løsningen blev dog fravalgt bl.a. fordi det var vanskeligt at finde et godt tracé mellem Klausdalsbrovej og Bagsværd, og fordi det ville betyde at væsentlige stop ikke betjenes, herunder Værebroparken.

- Betjening af Chr. X's Allé-Buddingevej.** Det er vurderet om BRT'en kan drage fordel af at betjene Chr. X's Allé-Buddingevej i stedet for den inderste del af Engelsborgvej. Dermed kunne BRT'en anvende letbanens tracé i retning mod Lyngby, frem for at køre i blandet trafik på Engelsborgvej. Alternativet er dog forkastet, da det vil medføre at BRT'en i modsatte retning kører i blandet trafik. Samtidig vil Chr. X's Allé skulle bruges som gennemfartsvej, da Klampenborgvej i forbindelse med letbanen spærres for biltrafik, hvilket betyder at en større del af trafikken vil skulle køre ad Chr. X's Allé.
- Letbanens tracé under broen.** Muligheden for at køre i letbanens tracé mellem Buddingevej/Engelsborgvej og Lyngby Station er overvejet. Men letbanens spor er planlagt som ballasteret spor på nuværende tidspunkt og vil dermed kræve en sen ændring af letbaneprojektet.
- Betjening af Ballerup Station og Ballerup Bymidte.** En overordnet præmis for arbejdet har været at samle ressourcerne for linjerne 400S og 40E til én linje på BRT-tracéet via Lautrup. Det betyder, at tracéet for linje 400S via Ballerup Station ikke betjenes direkte. En del af påstigerne vil kunne benytte BRT tracéet i stedet, men der vurderes at være en passagergruppe, som vil have behov for alternative transportmuligheder. Ved valg af BRT'ens linjeføring som skitseret må der således tages højde for dette i en samlet omlægning af bustrafikken, så disse rejsende tilbydes gode alternativer. Denne undersøgelse er afgrænset fra dette tema og inddrager alene de påstiger, der vurderes at flytte til BRT-korridoren. Dette vurderes i nedenstående.

### Passagemæssige konsekvenser ved omlægning af 400S i Ballerup

Med omlægningen falder linje 400S' betjening af stoppene Ballerup Station, Ballerup Bymidte, Hedegårdsparken og Psykiatrisk Center væk (se figur 14). Konsekvenserne og mulighederne for påstigerne på de enkelte stop belyses i nedenstående.

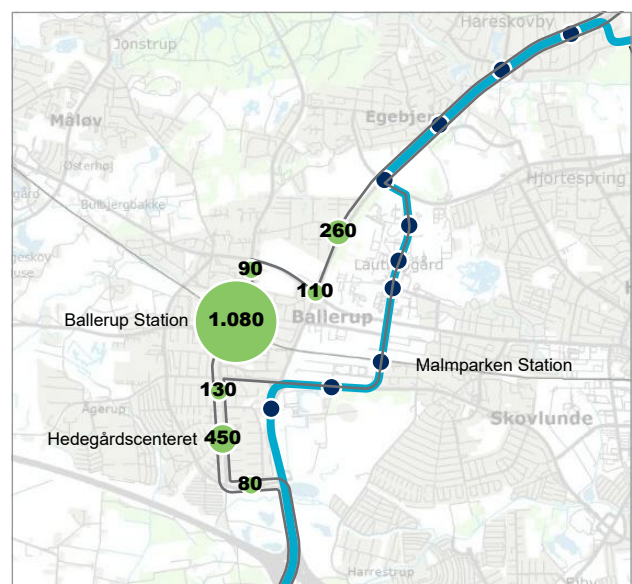
Af de ca. 1.075 daglige påstiger på Ballerup Station viser en analyse af rejsekortdata, at ca. 2/3 skifter til/fra S-tog eller anden bus (svarende til 720 påstiger/dag). Heraf dækker S-togsskift ca. 57 %, mens linje 350S og linje 164 dækker ca. 5 %. Fælles for disse linjer er, at skift lige så godt kan ske til BRT'en på Malmparken eller Klausdalsbrovej. Disse påstiger forventes derfor direkte at kunne flyttes til BRT'en. Blandt de resterende påstiger, der skifter, afhænger skiftemulighederne til BRT'en af fremtidig omlægning af bustilbuddet. Groft forudsættes, at halvdelen af disse påstiger vil skifte til BRT'en. Dermed indregnes 580 af de skiftende påstiger på BRT'en.

På stoppene Ballerup Station og Ballerup Rådhus er der 450 daglige påstiger på 400S, som ikke skifter, men kommer til/fra det lokale opland. En del af disse vil kunne bruge det tilpassede busnet til at rejse lokalt. En del vil dog stadig have brug for at rejse langs BRT-korridoren og vil derfor (f.eks. med S-toget til Malmparken Station) rejse til et stop på BRT-korridoren for at komme videre. Groft forudsættes halvdelen at gøre det.

Stoppene Ballerup Byvej og Digterparken ligger ved Ring 4 nord for Ballerup Station og betjener bl.a. Lautrup og Borupgaard Gymnasium fra vest. De påstiger, der kommer til stoppene fra vest vil få langt til BRT-tracéet i Lautrup, men det vurderes, at størstedelen af påstigerne kommer fra øst og dermed lige så godt kan benytte tracéet i Lautrup eller i krydset ved Klausdalsbrovej. 80 % af påstigerne forudsættes derfor overført til BRT'en.

Tilsvarende vil en stor del af de rejsende fra de sydlige Ballerup-stop ved Sydbuen, Hedegårdscntret og Psykiatrisk Center relativt let kunne gå til BRT-stationen Hedegårdsparken, som ligger i tilknytning til stisystem fra området. Nogle – særligt fra stoppet Sydbuen – vil dog få længere gangafstand. Her regnes derfor også med en 80 % overflytning til BRT'en.

Samlet vurderes det således, at ca. 75 % af de ca. 2.200 daglige påstiger på de omtalte 400S stoppesteder overflyttes til BRT'en. Dette tal er selvfølgelig behæftet med stor usikkerhed og afhænger bl.a. også af den samlede plan for bustrafikken i området.



Figur 14 Kort over stop på 400S i Ballerup, som ikke betjenes direkte med den foreslåede BRT.

# 4 BRT-anlæggets udformning

BRT'en på linje 400S er i dette forslag skitseret som et absolut høj kvalitetsprodukt. Pladsen til tracé og bløde kørekurver er prioriteret for at give bedst mulig fremkommelighed og kørekømfort, ligesom der er indregnet fuld prioritet i alle lyssignaler undervejs. Samtidig er det prioriteret at etablere brede og imødekommende perroner, som giver gode venteforhold for passagererne, ligesom der er regnet med ekstra højklasset materiel for at give en god køreoplevelse.

I alle forhold er det således forsøgt at skabe et system, der i drift vil være sammenligneligt med en letbane målt på kvalitet, kørekømfort, rejsetid og rettidighed. Dette betyder også, at indpasningen på nogle strækninger sker på bekostning af biltrafikkens plads og prioritet. Det skal dog ses i lyset af, at BRT'en som stærk kollektiv transportakse også ventes at tiltrække bilister og dermed aflaste vejnettet med en samlet bedre løsning til følge.

Nærmere konsekvenser for biltrafikken er ikke belyst i denne analyse, men bør analyseres nærmere, hvis det besluttes at gå videre med BRT-projektet.

## Udformning af BRT-sporet

Selve BRT-sporet er på langt hovedparten af strækningen udformet som en selvstændig to-sporet vej i midten eller ved siden af den eksisterende vej med en kørebanebredde på 8 m (inkl. skilleheller). Hovedprincippet for indpasningen har været, at der ikke tages plads fra eksisterende vejtrafik, hvis det kan undgås, men på nogle strækninger, snævre passager og i kryds har det været nødvendigt at inddrage areal fra vejtrafikken, svingbaner eller sideparkering.

Det er i optegningen af sporet indtænkt at kurver, stigninger og fald matcher kravene til letbane og dermed giver bedst mulig kørekømfort: "Tænk letbane – kør bus". Anvendelse af store radier giver også en bedre mulighed

for at bibeholde en høj hastighed ved passage af sving og giver således en jævn kørsel og kort rejsetid.

Det er så vidt muligt søgt at undgå krydsning med andre kørespor for at begrænse påvirkningen fra øvrig trafik. På motorvejen lægges BRT'en i midten af tracéet mellem kørebanerne for de to retninger. Til- og frakørsel til bustracéet her sker via niveaufri krydsninger enten med en over- eller underføring.

Uden for motorvejen er bustracéet på størstedelen af strækningen lagt langs den ene side af vejen, så der er mindst mulig påvirkning mellem BRT og vejtrafikken. Det betyder samtidig, at BRT'en i flere kryds kan dreje omkring et hjørne, uden at skulle krydse kørebaner og interagere med den øvrige trafik. Busserne bliver derved fjernet fra krydset, hvilket betyder større kapacitet til den øvrige trafik og høj rejsehastighed for busserne, der ikke begrænses af signaler og krydsende trafik.

På lokaliteter, hvor BRT'en krydser andre veje eller større stier etableres signalregulering, hvor busserne sikres fuld prioritet. Når en bus nærmer sig krydset skifter signalet til rødt for den trafik, der er i konflikt med bussens kørselsretning og bussen får fri passage. Ved signalanlæg, hvor der ligger en station umiddelbart inden signalet får chaufføren via digital tavle information om, hvor længe det grønne lys varer ved, så vedkommende er bevidst om, hvornår ekspeditionen ved stationen optimalt skal være afsluttet.

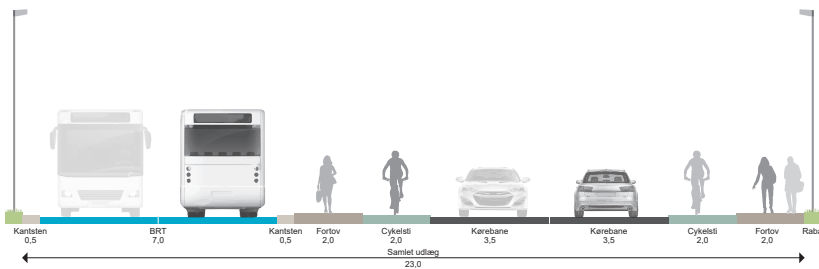
Det har i den nordligste del af Lyngby (del af Engelsborgvej/Buddingevej) været nødvendigt at føre BRT'en i blandet trafik, da der ikke er plads til at etablere deciderede BRT-spor uden at skulle ekspropriere unødigt meget, hvilket ikke er vurderet at være en mulighed. Her er der arbejdet med at give BRT'en så høj fremkommelighed som muligt vha. dossering af biltrafikken i signalanlæggene. Tilsvarende har BRT'en ikke eget tracé i

forbindelse med Høje Taastrup Boulevard og det østlige Bornholms Allé, hvor der også anvendes signalprioritering til at give bussen passage og dermed begrænse påvirkningen fra øvrig trafik.

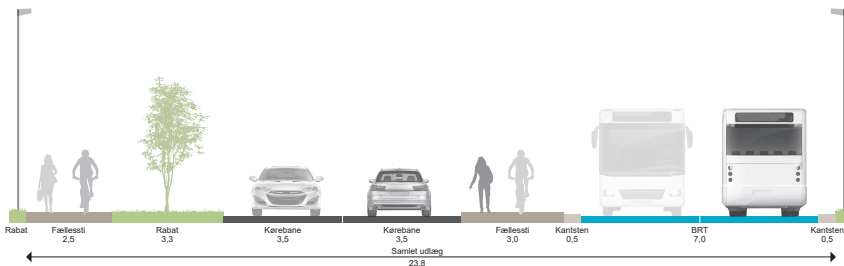
Gennem den klare adskillelse er der skabt gode vilkår for, at systemet på sigt kan gøre brug af førerløs teknologi. Da BRT'en stort set kører isoleret, vil dette muligvis også kunne blive en realitet, før det kan indføres i det øvrige vejnet.

BRT'en er klart afgrænset fra den øvrige trafik med kantsten, hegn, markering eller autoværn (motorvej). Klar skiltning og markeringer på kørebanen viser tydeligt, at BRT'en adskiller sig fra øvrige kørespor for at undgå, at øvrig trafik fejlagtigt kører ind i tracéet.

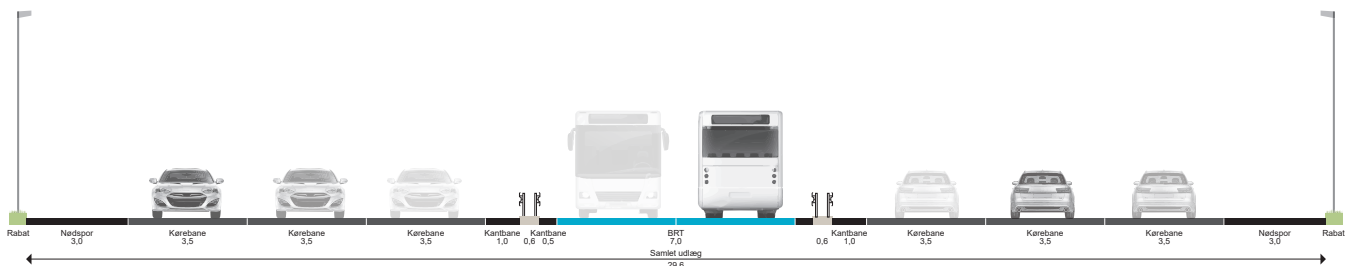
Figurerne nedenfor viser principielle tværsnit for de mest relevante strækninger.



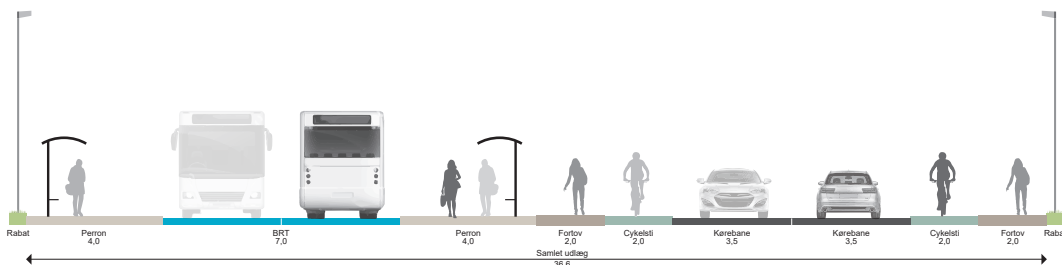
Figur 15 Vadstrupvej – Sidelagt BRT-tracé.



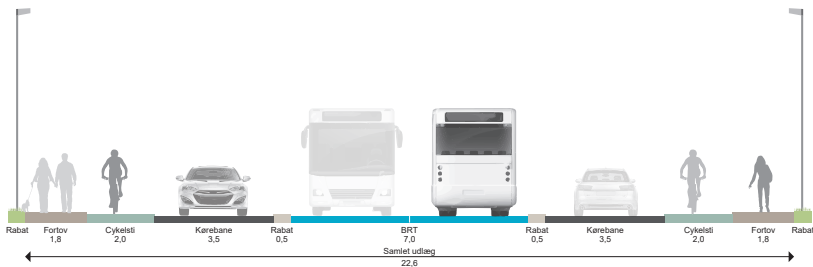
Figur 16 Ring 4 – Sidelagt BRT-tracé. Muligheden for at lægge stien på ydersiden af BRT'en kan overvejes i evt. videre arbejde. Dette kan give en mere tryk færdsel for fodgængere og cyklister, men vil samtidig have nogle fysiske konsekvenser bl.a. i krydsene på strækningen.



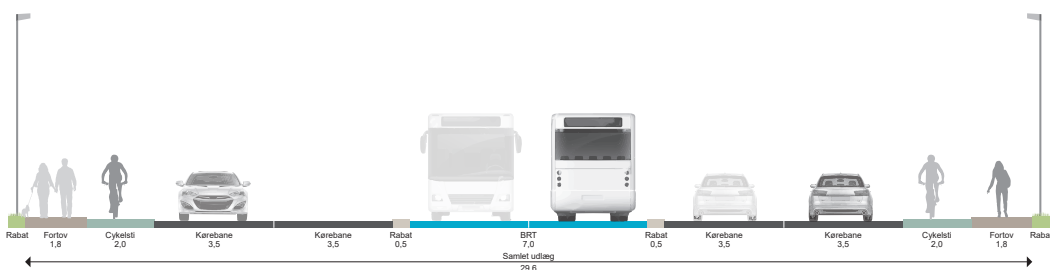
Figur 17 Motorring 4 – Midterlagt BRT-tracé.



Figur 18 Eksempel på tværprofil ved indpasning af station ved Helgeshøj Allé.



Figur 19 Eksempel på tværprofil fra Engelsborgvej.



Figur 20 Eksempel på tværprofil fra Ishøj Stationsvej.



## Stationsdesign

Stationer er på hele strækningen indpasset som højklasede rummelige perroner med gode vente- og læfaciliteter. Dette skal sikre et godt førstehåndsindtryk af BRT'en og samtidig gøre ventetiden god for de rejsende.

Stationsperroner er som udgangspunkt placeret sidelagt langs BRT-strækningen og perroner ligger som udgangspunkt overfor hinanden. Perroner er udformet med en længde på 42 m. inkl. ramper, svarende til at der kan holde minimum to 18,75 m busser samtidig. Bredden af perronerne er 4 m (inkl. sikkerhedsafstand fra bagkant af perron ud mod kørebane). Dette vurderes som tilstrækkeligt til, at der kan placeres de nødvendige højklasede faciliteter.

Stationerne langs BRT'en er placeret, så de er tæt tilknyttet gang- og cykelstinetet for at skabe så korte gangveje til stationerne som muligt. Samtidig ligger de fleste større stationer nær gode muligheder for på- og afsætning med bil. Cykel og løbehjulsparkering indtænkes ligeledes.

De lange stationer er med til at fremtidssikre BRT'en, så den kan håndtere flere, lange busser samtidig. Samtidig understøtter arealerne omkring flere af stationerne afsætning med både bil og cykel som tilbringer transportmiddel. På sigt kan lokale førerløse minibusser, som man kan tilkalde, når man har brug for et lift "on demand", give en fleksibel kollektiv betjening til knudepunkter på BRT'en. De førerløse busser har derved potentiale til at blive en attraktiv last-mile løsning til og fra BRT-stationerne.



### Tracégennemgang og anlægsteknisk vurdering

Figur 21 viser et overblik over, hvordan BRT-tracéet er indpasset på de forskellige vejstrækninger, og hvor de særligt krævende anlæg ligger undervejs. Tracéet gennemgås strækningvist fra syd til nord for at forklare de nærmere omstændigheder og konsekvenser ved indpassningen, samt hvilke forudsætninger, der er lagt til grund for anlægsoverslaget i afsnit 7.

#### Ishøj Stationsplads-Vejlebrovej

I korridorens sydlige ende benyttes den eksisterende stationsplads på Ishøj Station som endestation for BRT'en.

Herfra føres BRT'en ud på Vejlebrovej og mod syd. Den eksisterende vej sideforskydes mod øst, hvor der etableres to kørespor til biltrafikken. De to eksisterende spor anvendes til BRT frem til Stenbjerggårds Alle.

#### Stenbjerggårds Alle

På Stenbjerggårds Alle placeres BRT'en i midten med et spor på hver side af den eksisterende grønne midterrabat som fastholdes. Der etableres et kørespor for biltrafik i hver retning på ydersiden af BRT'en. Broerne i området er dimensioneret til to kørespor pr. retning, så de kan fastholdes. En del af de eksisterende P-pladser skal dog inddrages/omplaceres.

#### Ishøj Boulevard

På Ishøj Boulevard fortsætter tracéet i midten af vejen, hvor der etableres en ny station (Kærbo) og reguleret fodgængerkrydsning i tilknytning til stisystemet her. På strækningen inddrages et af to kørespor for bil til BRT, hvilket vurderes muligt uden store trafikale problemer til følge.

#### Ishøj Stationsvej – syd

BRT-tracéet fortsætter ad Ishøj Stationsvej i midten af vejen hele vejen frem til jernbanebroen for København-Ringsted banen. Her udnyttes midterrabatten mest muligt, men der er behov for udvidelse af vejprofilen undervejs.

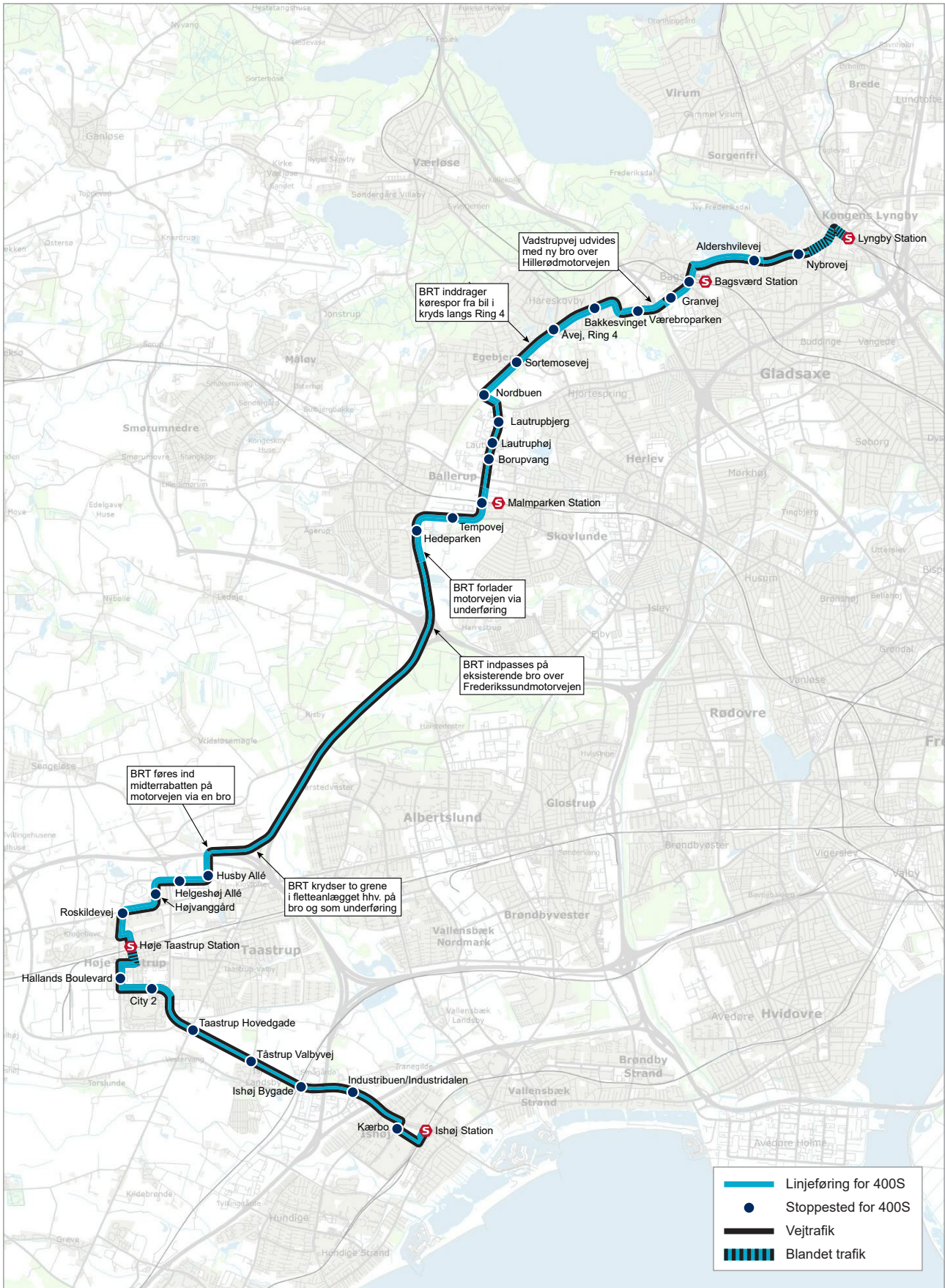
På strækningen passeres to broer over hhv. Køge Bugt Motorvejen og Motorring 4. Her etableres ny bro mellem de eksisterende broer (i dag er der én bro pr. retning)

På strækningen indpasses endvidere to stationer i tilknytning til Industriområdet Broenge, ved vejene Industribuen og Vejleåvej. Områderne her er meget bilorienterede i dag, og etableringen af BRT-stationer bør derfor suppleres af arbejdet med stinettet i området, så gangafstanden bliver så kort og behagelig som muligt. I store dele af områderne omkring stationer er der dog skitseret mulighed for byudvikling, og det vil derfor være naturligt at indtænke stisystemer i dette arbejde. Derfor er udgiften ikke regnet med i dette projekt.



Figur 22 Billede fra Stenbjerggårds Alle, hvor asfalten nærmest trærabatten inddrages til BRT. (Kilde: Google.com).





Figur 21 Kort over indplaceringen af BRT'en ift. eksisterende vej samt illustration af placering af særligt udfordrende anlæg.

### *Ishøj Stationsvej – nord*

I krydset med København-Ringsted-banen udnyttes, at der tilsyneladende er plads til to x fire spor under broen, mens der i dag kun er fire + to kørespor. BRT'en bliver således liggende i midten og krydser sammen med to vestgående bilspor i broens nordlige fag. Nærmere opmåling eller studie af brotegninger vil være nødvendig for at være helt sikker på, at denne løsning kan gennemføres.

På strækningen etableres stationer ved Tåstrup Valbyvej og Taastrup Hovedgade.

### *Hveen Boulevard*

BRT'en fortsætter i midten frem til Skåne Boulevard. I dag er krydset delvist signalreguleret (kun i retning mod nord), men ikke forberedt til BRT'en. Her ombygges krydset til et signalreguleret kryds, hvor BRT'en prioriteres.

### *Skåne Boulevard*

BRT'en drejer mod vest og fortsætter parallelt med og nord for Skåne Boulevard. Der etableres station efter krydset med Lærkelunden, som dermed både dækker City 2 og boligområdet syd for Skåne Boulevard. Den endelige placering af BRT og kørespor afhænger af projektet med at få Skåne Boulevard i niveau.

BRT'en fortsætter mod vest til Halland Boulevard, og undervejs krydses Høje Taastrup Boulevard. Dette sker i dag i viadukt, som er planlagt hævet til niveau med Høje Taastrup Boulevard. Dette er forudsat, og der er derfor afsat midler til jordarbejde til at hæve BRT'en tilsvarende.

### *Halland Boulevard*

BRT svinger ind på Halland Boulevard, hvor den placeres parallelt i østsiden af vejen. Her passerer en stibro, som må rives ned og genopføres, da den ikke er bred nok.

Der etableres også en station på strækningen. Da Halland Boulevard i dag primært er trafikvej, er der afsat midler til at føre stiforbindelser ud til platformene.

### *Bornholms Allé*

På Bornholms Allé udvides vejprofilen mod nord, så der bliver plads til BRT på den eksisterende vej, mens vejtrafikken rykkes længere mod nord på en nyetableret vej.

BRT-infrastrukturen ender i krydset med Høje Taastrup Boulevard, hvorfra busserne kører i blandet trafik til Høje Taastrup Station. Ved stationen kan der arbejdes med at lukke for biltrafikken for at styrke fremkommeligheden for BRT'en, men der forventes ikke større ændringer af stationspladsen.

### *Gadehavegårdsvej og Halland Boulevard*

BRT'en placeres her i den nordlige og østlige side af vejen i et selvstændigt tracé. På Hallands Boulevard flyttes den eksisterende vej mod vest, så gangtunnelen midtvejs på Halland Boulevard ikke skal ombygges.

### *Roskildevej*

Langs Roskildevej placeres BRT'en nord for den eksisterende vej langs kanten af skovområdet her.

### *Helgeshøj Alle*

Mellem Roskildevej og Helgeshøj Allé føres BRT'en langs med parkeringspladsen mellem Patent- og Varemærkestyrelsen og Nordea vest for den nuværende fordelingsvej til parkeringspladserne.

BRT'en krydser Helgeshøj Allé i en signalregulering ved udkørslen fra parkeringspladsen, og fortsætter til Husby Allé i vejens nordlige side. Ved NF Fleet A/S og ALD Automotives bygning vil tracéet også gribe ind i parkeringsarealet, hvilket er forudsat genetableret andre steder på grunden. BRT'en passerer krydsende trafik i eksisterende signalreguleringer, som bygges om.

### *Husby Allé*

BRT'en placeres vest for Husby Allé. På det sydligste vejstykke forskydes Husby Allé mod øst. For enden af Husby Allé etableres et broanlæg (fly-over), der fører BRT'en til en midterlagt placering i rabatten på Holbækmotorvejen.

### *Motorring 4*

BRT'en er placeret mellem de to kørebaner på Holbækmotorvejen og Motorring 4. I udfløtningsanlægget mellem Holbækmotorvejen og Motorring 4 føres BRT'en under kørebanen, der forbinder Holbækmotorvejen Vest med Holbækmotorvejen Syd. Det er muligt, at en bro kan være en billigere løsning, hvilket må undersøges nærmere. Der etableres herefter en bro, der fører BRT'en over forbindelsen mellem Motorring 4 og Holbækmotorvejen Syd. BRT'en føres således i samme niveau som forbindelsen fra Holbækmotorvejen til Motorring 4 mod nord.

Det midterlagte tracé fastholdes på Motorring 4 og kan på en stor del af strækningen ligge i den eksisterende midterrabat på motorvejen. Rabatten snævres dog ind jo længere mod nord tracéet kommer og et par hundrede meter nord for Vestskovvej deles BRT'en i to enkeltrettede spor, der lægges i det inderste spor på motorvejen i hver retning. Dermed vurderes de to gangbroer, der krydser motorvejen på strækningen også umiddelbart at kunne bevares. Dette må dog undersøges nærmere i det videre arbejde.

På strækningen hen over broen over Frederikssundsmotorvejen vurderes det at være muligt at indpasse BRT-tracéet ved at reducere eksisterende spærreflader og helleanlæg, og dermed opretholde det eksisterende antal vognbaner for vejtrafikken. De nærmere konstruktionsmæssige forhold ved broen bør dog undersøges nærmere i det videre arbejde for at sikre, at denne forudsætning er korrekt.

Nord for udfletningen med Frederikssundsmotorvejen fastholdes placeringen i midten, men motorvejen må udvides mod vest for at sikre to kørespor for motorvejen i hver retning. Her vil der bl.a. være behov for en udvidelse af broen i forbindelse med afkørsel 2, Ballerup Syd.

Umiddelbart nord for Sydbuen føres tracéet i en tunnel under motorvejens nordgående spor og placeres øst for Ringvej B4. Gangstien mellem Hedegårdsparken og Sportsområdet i Ballerup passerer i niveau med signalregulering af stitrafikken, og der etableres en station ved krydsningen mellem sti og busvej.

#### *Ballerup Boulevard*

BRT'en lægges syd for Ballerup Boulevard og der etableres signalregulering og station ved Marbækvej.

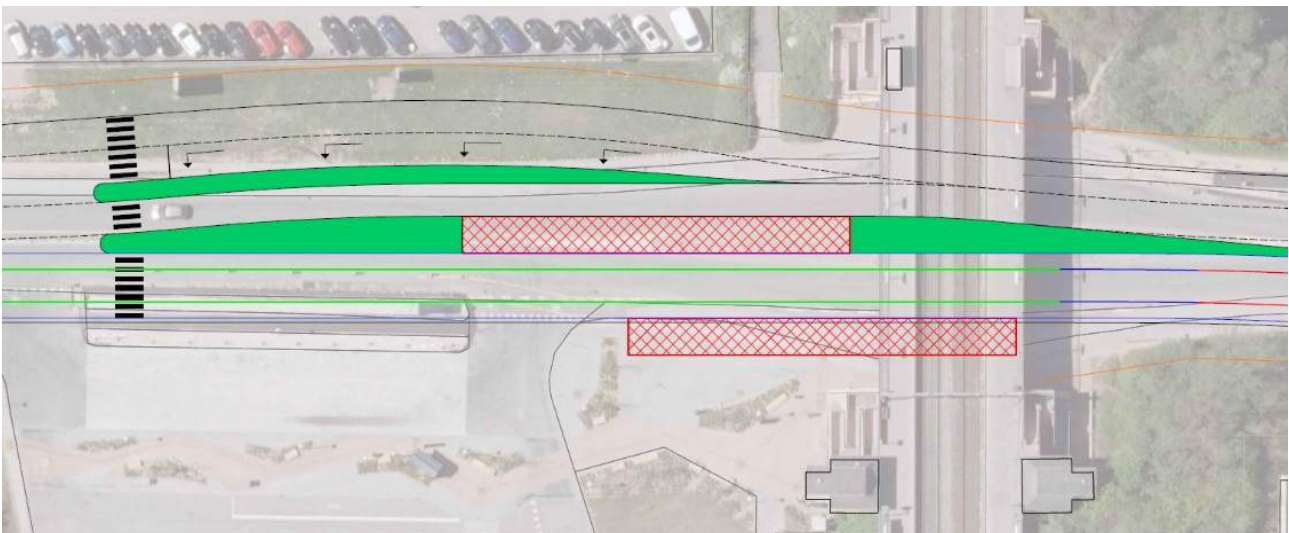
#### *Malmparken*

Syd for Industriparken placeres BRT'en i vejens østlige side. Dette giver den bedst mulige løsning for passagererne ved Malmparkens Station, hvor BRT'en føres gennem broens østlige del og den øvrige trafik placeres i den vestlige del. (se grov skitse figur 23). Ved stationen etableres en BRT-station umiddelbart syd for broen med en trappe op til S-togsperronen, hvilket begrænser behovet for krydsende passagerer mest muligt.

#### *Lautrupparken og Klausdalsbrovej*

På det nordlige stykke af Malmparken og langs Lautrupparken er BRT'en lagt i midten af vejprofilet og følger dispositionsforslaget som skitseret i Movias rapport "BRT i Lautrupgård" fra 2019. Det betyder bl.a., at vejen udvides med de to ekstra kørespor på hele strækningen for at reducere påvirkningen af biltrafikken i de allerede belastede kryds.

Tracéet krydser herefter Klausdalsbrovej og placeres på den nordlige side af vejen. Dermed undgås krydset ved Ringvej 4, som er meget belastet af pendlertrafik til/fra Lautrup.



Figur 23 Grov skitse af stationsløsningen ved Malmparken, hvor BRT ligger mod busterminalen med let adgang til elevator/trappetårne til S-toget.

#### Ring 4

Langs Ring 4 placeres BRT'en i den sydøstlige del af ringvejen, og vejarealet for biltrafikken indskrænkes fra det nuværende brede udlæg. På strækningen mellem Klausdalsbrovej og bebyggelsen omkring Brovænget kan dette ske ved at etablere BRT'en sydøst for den eksisterende vej. Ved Syvendehusvej forlænges den eksisterende stiunderføring. På strækningen frem til Værebroparken bliver det nødvendigt at lave en sideforskydning af vejbanerne mod nordvest for at tilvejebringe plads til BRT'en sydøst for de almindelige kørebaner. Det vil bl.a. gå ud over antallet af kørespor for bil gennem krydsene Ring 4/Ny Hjortespringvej/Åvej og Ring 4/Krebsedammen/Sortemosevej, hvor nuværende to ligeud spor umiddelbart må reduceres til et. Mulighederne for at afbøde denne kapacitetsforringelse må undersøges nærmere i det videre arbejde og evt. ses i lyset af tidligere forslag om omdannelse af Ring 4 til en firesporet byvej.

Specielt i krydset ved Åvej/Ny Hjortespringvej kan det blive vanskeligt at etablere et kryds med alle svingbaner og cykelsti, da der også skal være plads til BRT-station her. En løsning vurderes at være mulig, f.eks. ved at reducere på perronbredder og etablere en kombineret højresvingbane og cykelsti før krydset fra nord (se grov skitse figur 24) eller evt. placere stationen syd for krydset. Konkret løsning vil dog kræve nærmere detaljering. Der er forudsat, at der kan være behov for at indregulere den eksisterende støjskærm.

#### Værebroparken

BRT'en føres fra Ring 4 sydvest om Skovbrynet Skole og Bagsværd Svømmehal og syd om Værebroparken på den nordlige side af Værebrovej til en ny station ved Værebro Bymidte. Dermed kan den integreres i infrastrukturplanen for Værebroparken og understøtte et samlet løft af området. (se princip i figur 25)

#### Ny bro over Hillerødmotorvejen

Der etableres en ny bro til BRT'en nord for den eksisterende over Hillerødmotorvejen. Ramperne til trafikken fra/ mod nord og signalanlæggene tilpasses den nye bro.

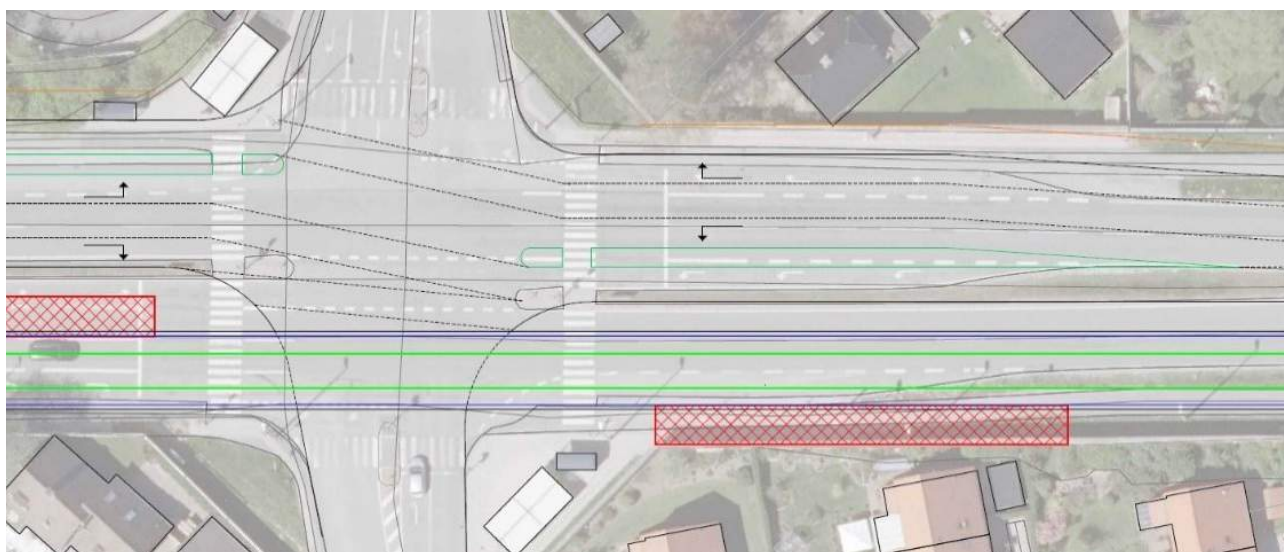
#### Vadstrupvej

BRT'en placeres i nordsiden af Vadstrupvej fra Hillerødmotorvejen til Krogshøjvej. Det foreslås, at sidevejen Granvej lukkes for ind- og udkørsel til/fra Vadstrupvej. Det samme kan overvejes for det nordlige ben i krydset ved Krogshøjvej for at simplificere trafikafviklingen i dette kryds. Både Granvej og Krogshøjsvejs nordlige ben kan betjenes fra Bagsværd Hovedgade.

#### Vadstrupvej-Bindeledet-Bagsværd Station

På Vadstrupvej og Bindeledet placeres BRT'en på den sydøstlige del af vejen. Dette letter mulighederne for at køre til og fra terminalen ved Bagsværd Station. Placering af BRT'en i den sydøstlig side af Vadstrupvej kan give problemer med at opretholde det nuværende antal svingbaner fra Vadstrupvej ind på Bagsværd Hovedgade.

Placeringen af BRT'en i Bindeledets østlige side sikrer den bedste forbindelse til S-toget og øvrige buslinjer, og sikrer dermed gode omstigningsforhold for passagerne.



Figur 24 Grov skitse af krydset Ring 4/Åvej. Her må tænkes kreativt for at få plads til både BRT og en acceptabel afvikling for øvrige trafikanter.



Figur 25 Princip for indpasning af BRT'en ved Værebroparken sammenholdt med idéerne fra "Infrastrukturplan Værebro Park", som udgør baggrundskort.

### Bagsværd Station-Bindeledet

BRT'en er placeret i østlig side af Bindeledet ved Bagsværd Station og videreføres sidelagt i østlig side frem til Bagsværdvej. Det er nødvendigt at nedlægge sidevejsparkering (ca. 35 p-pladser) i begge retninger og inddrage midterrabat og venstresvingsbanen ved Aldershvilevej for at give plads til BRT'en. Det foreslås, at sidevejen Tværløbet lukkes for ind- og udkørsel til/fra Bindeledet. En mindre arealerhvervelse er nødvendig for at få plads til hele tværprofilen.

### Bagsværdvej (Bindeledet-Aldershvilevej)

Fra Bindeledet føres BRT'en sidelagt i nordlig side af Bagsværdvej. Det er vurderet som den bedste løsning ift. ikke at komme i konflikt med trafik til og fra de mange boliger på sydsiden af Bagsværdvej. I krydset Bindeledet/Bagsværdvej føres BRT'en over Bagsværdvej og fodgængerfeltet fjernes derfor i den østlige side af krydset. Supercykelsti kan opretholdes i nuværende bredde ved at udvide vejearealet en smule mod nord frem til planteskolen.

På strækningen mellem Bindeledet og Aldershvilevej nedlægges sideparkering i begge retninger. Midterrabatten flyttes til mellem de to kørespor og BRT'en for at sikre et støttepunkt ved krydsningen af Bagsværdvej. Der er en enkelt højresvingsbane til en ejendom på strækningen som fjernes.

Stationen ved Aldershvilevej betyder, at det er nødvendigt at erhverve areal mod nord før krydset.

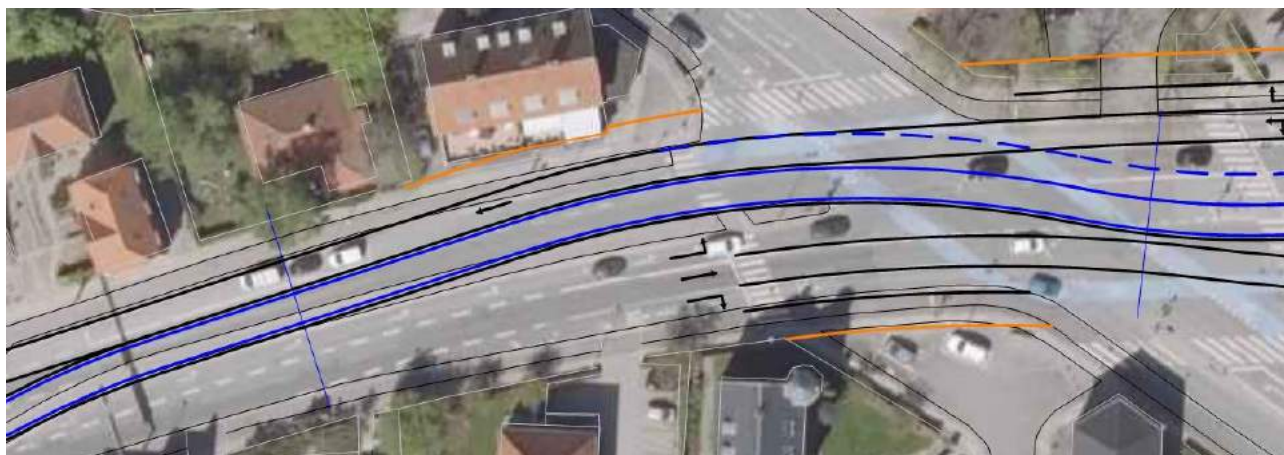
### Bagsværdvej (Aldershvilevej-Stengårds Allé)

Fra stationen ved Aldershvilevej føres BRT'en til midterlagt placering. Dette af hensyn til, at der lidt senere på strækningen er indkørsler i begge sider af Bagsværdvej, og adgang hertil ikke kan fjernes. Det er nødvendigt at erhverve areal mod nord efter krydset ved Aldershvilevej.

Separate venstresvingsbaner i begge retninger ændres til kombineret venstresving-ligeud-bane for at sikre plads til station og en fornuftig kørekurve for den vestgående trafik.



Figur 26 BRT ved Engelsborgskolen med afkortet BRT-spor i vestlig retning.



Figur 27 BRT mellem Nybrovej og Stengårds Allé med afkortet BRT-spor i vestlig retning.

Ved at etablere midterlagt tracé vil boligerne på delstrækningen kunne betjenes med "højre-ind-højre-ud", hvilket sikrer at BRT'en kan køre ugeneret af biltrafikken. Ved Stengårds Allé kombineres højresvingsbanen med ligeud, for at sikre plads til supercykelsti og fortov.

På strækningen nedlægges sideparkering og rabatter i begge retninger.

#### **Bagsværdvej (Stengårds Allé-Nybrovej)**

BRT'en fortsætter midterlagt frem mod krydset ved Nybrovej, men kun i den østlige retning. Det vurderes ikke, at der er plads til et BRT-tracé i vestlig retning før efter venstresvingsbanen til Stengårds Allé. BRT-busserne vil med fuld prioritet i krydset fra Nybrovej komme før biltrafikken og dermed kunne køre uhindret frem til BRT-tracéet ved Stengårds Allé og dermed køre i eget tracé.

På strækningen nedlægges sideparkering og rabatter i begge retninger.

I krydset ved Nybrovej er pladsen på det nordvestlige hjørne snæver til cykelsti og fortov (3,2m), og det bør undersøges om venstresvingsbane mod nord kan erstattes af en kombineret ligeud-venstresvingsbane for at sikre tilstrækkelig plads til supercykelsti og fortov.

#### *Engelsborgvej (Nybrovej-Christians X's Allé)*

Efter krydset ved Nybrovej etableres BRT-station, som betyder at det er nødvendigt at erhverve areal på begge sider af Bagsværdvej (fra facade til facade). Venstresvingsbanen mod syd fjernes, men det vurderes, at der her er relativt få svingende biler. Det kan overvejes at kombinere cykelsti og højresving ved Netto, for at undgå at svingende biler generer biltrafikken.

BRT'en føres frem til krydset ved Christians X's Allé, men i retning mod vest etableres eget BRT-tracé først omkring Engelsborgskolen for at undgå arealerhvervelse af skolens grund. Igen vil BRT'en med fuld prioritet i krydset fra Christians X's Allé komme før biltrafikken og dermed kunne køre uhindret frem til BRT-tracéet og dermed køre i eget tracé.

På strækningen nedlægges sideparkering og rabatter i begge retninger. Afsætning ved skolen må foregå fra Christians X's Allé og Gammel Bagsværdvej. Det kan overvejes at indsnævre kørespor for BRT og bil samt cykelsti/fortov forbi Engelsborgskolen for at finde plads til afsætningspladser for elever ind mod skolen. Dette må afklares nærmere, hvis det besluttet at gå videre med BRT-projektet.

#### *Engelsborgvej (Christians X's Allé-Buddingevej)*

Der er ikke plads til egne BRT-spor på Engelsborgvej, hvilket betyder at BRT og biltrafik skal køre blandet på strækningen frem til Buddingevej. Der etableres i stedet et doseringsanlæg i krydset ved Engelsborgvej/Christian X's Allé, således at der ikke lukkes mere trafik ind på strækningen mellem Christian X's Allé og Buddingevej, end der kan afvikles i krydset ved Buddingevej i hvert omløb, så bussen kan få 'fri kørsel' frem til krydset. Køen på denne strækning flyttes altså til strækningen før Christian X's Allé. Busserne kan derved opnå en rimelig pæn hastighed på strækningen.

#### *Buddingevej*

I krydset ved Engelsborgvej/Buddingevej vil BRT'en skulle afvikles sammen med bilerne og ikke have en særlig prioritet. På Buddingevej vil BRT'en i nordgående få et kort busspor frem til signalet før broen under S-banen, hvor den kan få prioritet. I modsatte retning vil BRT og biler køre fælles frem til Engelsborgvej.

### **Arealerhvervelse**

Der er i forbindelse med skitseringen af BRT-anlægget foretaget en grov vurdering af behovet for arealerhvervelse. Dette er gjort ved at sammenholde det udlagte BRT-tracé med matrikelkort og derigennem vurdere, hvor store andele af hhv. private, erhvervs- og offentlige matrikler, det vil være nødvendigt at erhverve. På den baggrund er foretaget en optælling af det samlede areal, der indregnes under arealerhvervelse i anlægsoverslaget. I alt kalkuleres med 4,1 ha. areal fra private matrikler, primært erhvervsareal. Denne arealerhvervelse ligger primært i Høje Taastrup, Lautrup, langs Ring 4 og Vadstrupvej.

Værdisætningen af offentligt ejede arealer, herunder rabatter og grønne områder langs vejen, der inddrages til BRT indgår ikke i anlægsoverslaget.

Tilsvarende er der i gennemgangen identificeret om ejendomme er i farezonen for at skulle nedrives. I løsningsudviklingen er det forsøgt at begrænse ejendomsnedrivning mest muligt. Vejprofilet er bl.a. i kryds på Ring 4 søgt indskrænket mest mulig, så nedrivning kan undgås.

Der er dog identificeret to ejendomme langs Vadstrupvej, som er i konflikt med tracéet, som det er skitseret. Erhvervelse og nedrivning af disse ejendomme er indregnet i anlægsestimatet. Om nedrivning kan undgås gennem en optimering eller omdisponering af tracéet må vurderes nærmere.

I tillæg hertil sløjfes 68 parkeringspladser langs Stenbjerggårds Allé, 45 p-pladser på Bindeledet og 150 p-pladser langs Ring 4.

# 5 Konsekvenser for den kollektive trafik

BRT'en vil have en række positive effekter både for driften af den kollektive trafik og for passagererne. Effekterne er naturligt behæftet med en række væsentlige usikkerheder. Effekterne er dog søgt estimeret ud fra så objektive og gennemsigtige kriterier som muligt.

## Effekter på køretid

Effekterne for køretiden af BRT'en er beregnet ved hjælp af UITP's model til køretidsberegning for nyanlæg og ombygning af veje. I modellen indgår hastighed, accelerations- og decelerationskoefficienter samt opholdstider ved stationer og signalanlæg.

Dagens køreplanlagte tid kan være præget af en række forskellige forhold. For at vurdere køretidseffekten af etableringen af en BRT på et sammenligneligt grundlag, er der derfor både opstillet en model for det nye BRT-anlæg og for en referencelinje. Referencelinjen er en kombination af linje 40E og 400S, som så vidt muligt følger linje 40Es linjeføring, men bl.a. har flere stoppesteder undervejs. Effekterne er målt i forhold til den linje.

På den måde kan effekten af tiltagene på BRT'en vurderes isoleret som differencen mellem beregningen for referencelinjen og BRT'ens køretid.





Ved beregningerne i UITP-modellen er anvendt følgende parameterværdier:

	Referencelinje	Fremtidig betjening
<b>Acceleration</b>	0,9 m/s <sup>2</sup>	0,9 m/s <sup>2</sup>
<b>Deceleration</b>	1,0 m/s <sup>2</sup>	1,0 m/s <sup>2</sup>
<b>Opholdstider ved stationer</b>	15-40 sek (afhængig af stationens størrelse)	15-40 sek (afhængig af stationens størrelse) Uændret ift. nuværende betjening
<b>Forsinkelse i kryds i gennemsnit</b>	5-30 sek	0 sek

Tabel 2 Parametre anvendt i UITP-modellen til beregning af køretider.

Som hastighed er den gældende, skiltede hastighed på vejnettet benyttet samt de nuværende maksimalt tilladelige hastigheder for almindelige buslinjer på motorveje (80 km/t).

Køretidsmodellen er sat op, så den giver et billede af køretiden i en travl periode af dagen ved at indregne stop ved alle busstop/stationer, men uden at indregne forsinkelse grundet kø og trængselsproblemer for vejtrafikken (dette belyses særskilt i næste afsnit). Dermed opnås et centralt **skøn for gennemsnitskøretiden** over dagen med og uden BRT. Der vil være afgange, der kan køres

hurtigere (f.eks. når bussen aften/weekend ikke stopper på alle stop), og der vil være tidspunkter, hvor den i referencescenariet er langsommere grundet trængsel.

Det bemærkes, at UITP-modellen naturligvis er en grov teoretisk tilgang til fastlæggelsen af køretiden, som i praksis skal raffineres nærmere, men da modellen benytter ens parametre for BRT'en og referencelinjen vurderes det som et godt værktøj til sammenligning af de to, og dermed til vurdering af effekten.

Køretidsestimateret fremgår af Tabel 3. Tabellen viser, at køretiden på strækningen i modellen reduceres med ca. 19 % svarende til 15 min. på alle afgange i gennemsnit.

Effekten skyldes bl.a. fuld prioritet i alle lyskryds, isoleret kørsel på stort set hele strækningen, der forhindrer hastighedsnedsættelser og optimale kørekurver, der begrænser behovet for acceleration og deceleration i sving.

	"Nuværende"*	BRT	Sparet køretid	%
<b>Lyngby Station - Ishøj Station</b>	75:49	61:18	14:32	19
<b>Ishøj Station - Lyngby Station</b>	75:32	60:38	14:53	20

Tabel 3 Beregnede køretider i UITP-modellen for nuværende busbetjening og BRT.

\* Beregnet køretid for en sammenlignelig version af linje 40E/400S.



## Effekt på regularitet

Regulariteten er en af de parametre, der også klart vil blive styrket med etablering af BRT på Ring 4. Køretidsanalysen for linje 40E og 400S i afsnit 2 viste, at køretiden i gennemsnit var markant længere i myldretiden sammenholdt med køretid uden for myldretiden. Dette dækker samtidig over, at køretiden på nogle afgangene er væsentligt længere end gennemsnittet, mens andre ligger nærmere køretiden uden for myldretid.

Dette billede er med til at underminere den kollektive trafik troværdighed. Passagerer, der er afhængige af at nå frem på et bestemt tidspunkt, må derfor lægge ekstra buffer ind på rejsen for at sikre sig mod forsinkelser. De oplever dermed reelt en længere, samlet rejsetid. Samtidig nedbryder forsinkelser den kollektive trafik brand. Forsinkelserne påvirker den rejsendes billede af og fortælling om den kollektive trafik, som noget man ikke helt kan regne med.

Med BRT'en vil køretiden blive langt mere ensartet og vil stort set alene variere på længden af ophold ved stoppesteder som følge af varierende passagermængder. For at vurdere omfanget af den regularitetsgevinst, der vil være af BRT'en ses derfor i Tabel 4 på forskellen mellem den registrerede køretid mellem stop (nettokøretiden) i dagtimer i forhold til køretiden i morgen og eftermiddagsmyldretid.

Som det fremgår, varierer den registrerede køretid ganske meget. Linjerne 40E og 400S er således i gennemsnit ca. 6 min. (16 %) langsommere i myldretiden sammenholdt med øvrig tid. Dette dækker over store variationer, hvor

Linje	Retning	Køretid udenfor myldretid	Tillæg morgen (min.)	Tillæg eftermiddag (min.)
400S	Mod Ishøj Station	59	+3	+4
400S	Mod Lyngby Station	59	+9	+4
40E	Mod Høje Taastrup Station	45	+7	+4
40E	Mod Lyngby Storcenter	45	+13	+5

Tabel 4 Samlet køretid (minutter) mellem stop (dvs. uden ventetid ved stoppesteder) for linjerne 40E (Høje Taastrup-Lyngby Storcenter) og 400S (Ishøj station og Lyngby Station) jf. Movias køretidsregistreringer efteråret 2018. Tidstab morgen og eftermiddag ift. køretiden uden for myldretid er vist.

afgangene nogle gange kører til tiden og andre gange er meget forsinkede. Det ses, at linjeføringen gennem Lautrup (40E) er mere forsinket, hvilket også hænger sammen med at 40E ikke kører syd for Høje Taastrup. Samtidig ses, at der i retning mod Lyngby om morgenen er markant større forsinkelser end i modsatte retning. BRT'en vil kunne fjerne disse udsving, hvilket vil gavne opfattelsen af systemet som højklasset, og sikre langt mere retvisende køreplaner.

## Passagereffekt

Med etableringen af BRT påvirkes påstigertallet på linjen af en række parametre. Mens nogle stop på dagens linjer ikke betjenes direkte, tilføjes nye stop andre steder samtidig med, at nogle oplande øges. Samtidig forbedres kvaliteten af tilbuddet markant.

Vurderinger af fremtidige passagereffekter er behæftet med stor usikkerhed, da parametre som fremtidige rejsemønstre, byudvikling, reaktioner på serviceforbedringer med videre ikke er faste, kendte størrelser.

Der er i arbejdet ikke brugt trafikmodel til at estimere antallet af passagerer. Passagereffekten er i stedet kvantificeret på de enkelte deleffekter gennem faglige vurderinger og brug af elasticiteter for rejsetid. Følgende aspekter indgår:

- **Passagergrundlag - ændret betjening.** Grov, faglig vurdering af overflytningsmuligheder for rejsende fra stop, som ikke længere betjenes direkte og af passagerpotentiale på nye stop samt hvor tilgængeligheden øges.
- **Køretidseffekt.** Reduceret køretid gør BRT'en mere attraktiv og tiltrækker dermed flere passagerer.
- **Regularitetseffekt.** Forbedringen af regulariteten giver færre og kortere forsinkelser på linjen. Det medfører et væsentligt mere pålideligt produkt for passagererne, som sjældent vil opleve forsinkelser. Dette er en parameter, der vægtes højt hos de rejsende.
- **Systemeffekt.** En højklasset BRT med høj komfort i køretøjer og på stationer, bedre kørekomfort og et samlet højkvalitets image giver en del af de samme passagereffekter, som ses ved indførelse af skinnebårne systemer som letbane. Denne faktor omtales ofte som "skinneeften" eller "systemeffekten".

I tillæg til disse vil flere andre parametre kunne spille ind på det samlede passagertal. Her kan bl.a. nævnes

**frekvensen**, som her er fastholdt på nuværende niveau, men i praksis vil føles højere, da de to buslinjer integreres til en samlet frekvens med faste minuttal. **Byvækst** er en anden parameter, der ikke indgår i vurderingen. Flere af områderne langs BRT'en rummer potentiale for byvækst, som vil styrke passageroplandet. Det gælder særligt, hvis områderne omkring stationerne opnår status af stationsnært areal. Endelig kan den afledte **reduktion i fremkommeligheden for biltrafikken** som følge af BRT'en i sig selv være med til at understøtte øget overflytning fra bil, hvor flere vælger BRT'en med fuld fremkommelighed. Disse parametre er ikke indregnet i passagerestimatet.

### Passagergrundlag

Linje 400, 400S og 40E har ifølge Movias passagerstatistik for foråret 2019 samlet omkring 8.400 påstigere på strækningen pr. dag.

Konsekvenserne af omlægningen væk fra linje **400S' tracé i Ballerup** er gennemgået under "Betjeningsmæssige fravalg" i afsnit 3. Konklusionen er, at ca.  $\frac{3}{4}$  af passagerne overflyttes til BRT'en, svarende til **ca. 1.630 daglige påstigere** pr. dag, mens de resterende ca. 570 påstigere og vil benytte det øvrige bustilbud, som omlægges.

Herudover er der følgende overordnede vurderinger af ændringer i passagergrundlaget:

- **Ishøj Station.** Her vil letbanen øge attraktiviteten for skift hvilket vurderes at tiltrække flere passagerer til BRT'en, og samtidig pålægges de 180 rejsende fra Hundige strækningen af 400S, der fortsætter med BRT'en et skift.
- **Kærbo.** Stationen er flyttet fra det nuværende stop ved Mosegårdsstien for at give en bedre og bredere dækning af de tætte boligområder i Ishøj, herunder dække nogle af de 210 påstigere, der i dag stiger på, ved Fyrrelunden. Med den nye placering dækker Kærbo mere end dobbelt så mange bosatte og ansatte inden for 800 m gang, som med den tidligere placering. Det vurderes, at ændringen vil tiltrække omkring 90 nye påstigere til stationen.
- **Broenge.** Den fladedækkende kørsel via Broenge falder bort, og rejsende herfra vil i stedet skulle gå til en af de to nye BRT-stationer på Ishøj Stationsvej 800-900 m gang fra det fjerneste nuværende stoppested. En del af de rejsende vil givetvis gøre dette da de har målpunkt langs 400S og vil have gavn af den hurtige, højklassede kørsel, men andre vil i stedet benytte lokaltilbuddet her. Groft regnes der derfor med, at halvdelen af de 110 passagerer fra Broenge forsat vil benytte 400S.
- **City 2.** Betjeningen af City 2 flyttes fra den nuværende placering nord for centeret til Skåne Boulevard syd for centeret. I dag ligger en række kontorarbejdspladser nær det nuværende stop. De vil få længere til 400S og vil formodentlig skulle gå til Høje Taastrup Station for at benytte den. Omvendt dækker den nye station boligområdet syd for Skåne Boulevard langt bedre. På den baggrund fastholdes det nuværende passagertal som grundlag for vurderingerne.
- **Halland Boulevard.** Det nye stop her vil dække et ganske stort nyt opland i Høje Taastrup sammenholdt med dagens linje 400S. Det vigtigste argument er byvækstpotentialet, som ikke indgår her, men også i forhold til det eksisterende opland vil der være et væsentligt passagerpotentiale. Der kalkuleres groft med 100 nye påstigere her.
- **Nyt stop ved Roskildevej.** Det nye stop ved Helgeshøj Allé/Roskildevej betjener den vestlige del af boligområdet syd for Roskildevej og giver samtidig dækning af byudviklingen på Rådhusgrunden og det regionale fritidsområde vest herfor. Stoppet er skønnet at kunne generere et passagergrundlag på ca. 200 påstigere pr. dag.
- **Nyt stop ved Højvanggård.** Stoppet får et væsentligt større opland i erhvervsområdet ved Teknologisk Institut og arbejdspladserne ud mod Hveen Boulevard (bl.a. Nordea, Coop og Motorstyrelsen). Dette estimeres at øge passagergrundlaget med 100 daglige påstigere pr. dag.
- De nye stop ved **Helgeshøj Allé, Husby Allé og Tempovej** er i høj grad placeret på baggrund af tanker om fremtidig byudvikling, som endnu ikke er kendt. I dag dækker stoppene erhvervsområder med relativ lav tæthed af ansatte samt Ikea og Ballerup Arena, som vil tiltrække varierende passagermængder afhængig af aktiviteterne her. Stoppene er skønnet hver at kunne generere et passagergrundlag på **ca. 100 påstigere** pr. dag.
- Det samme estimat er gjort for det nye stop **Bakkesvinget** på Ring 4, som primært dækker et villaområde.
- **Værebroparken** vurderes at fordoble passagertallet til i alt **300 påstigere** pr. dag, som følge af bedre stoppestedplacering og stop i begge retninger.
- Endelig er der regnet med en vækst på **200 daglige påstigere** på stoppet **Granvej**, som følge af byudvikling og styrket stiforbindelse til bl.a. Novo her.

Samlet set øges passagergrundlaget netto til **ca. 11.800 påstigere** som følge af disse ændringer. Heraf benytter ca. 83 % BRT'en til rejser internt på strækningen mellem Ishøj Station og Lyngby Station og får dermed fuld gevinst af en investering i BRT. Ca. 9 % kører mellem et stop i BRT-korridoren og et stop uden for og får således kun delvist glæde af den ny infrastruktur. For den sidste gruppe vægtes serviceforbedringerne med 50 % for at afspejle dette. De resterende 8 %, som rejser uden for BRT-tracéet opnår ikke en rejsetidsforbedring, men vil også opleve, at busserne vil være mere rettidige, da der ikke er afsmittende fremkommelighedsproblemer fra strækningen.

#### Køretidseffekt

For at vurdere køretidsreduktionens effekt på påstiger-tallet benyttes en elasticitet på -0,5 baseret på erfaringer fra en række europæiske byer, herunder København. Det betyder konkret at en 10 % reduktion i køretiden vil føre til 5 % flere påstigere.

Her ventes køretiden reduceret med ca. 19 % i gennemsnit svarende til 9,5 % vækst i passagertallet, dog kun med halv vægt for rejsende, der kun delvist rejser i tracéet. Det svarer dermed til **ca. 1.090 nye påstigere**.

#### Regularitetseffekter

Baseret på køretidsregistreringerne vurderes forsinkelsestiden at kunne reduceres med 16 % i myldretiden, da BRT'en isolerer busserne fra øvrig trafik og dermed fjerner den vigtigste forsinkelseskilde.

Transportøkonomiske nøgletal viser at forsinkelsestid vægtes ca. tre gange så højt for passagererne som almindelig køretid, hvilket blandt andet skyldes den usikkerhed forsinkelsen giver omkring den samlede rejsetid.

Noget af den forlængede køretid er dog i dag indregnet i køreplanerne, og føles dermed ikke så udpræget som forsinkelsestid for passagererne. Derfor er det her groft antaget at de 11 % besparelse på forsinkelsestiden "kun" vægtes ved brug af rejsetidselasticiteten.

Effekten rammer naturligvis kun de rejsende i myldretiden. Der er iht. Movias passagerstatistik ca. 60 %, der rejser i de seks mest belastede timebånd.

Samlet giver **regularitetseffekten** på den baggrund **ca. 540 nye påstigere**.

#### Systemeffekt

Ved at etablere et højklasset system, hvor der investeres i høj komfort i køretøjer og på stationer, bedre kørekomfort og et samlet højkvalitets image omkring systemet opnås en del af de samme effekter som ses ved indførelse af skinnebårne systemer som letbane. Denne faktor omtales ofte som "skinneeffekten", "systemeffekten" eller "komforteffekten".

Der findes ikke klare entydige erfaringstal, der fastlægger præcis, hvor stor denne effekt er. Det står heller ikke klart, hvor meget en højklasset BRT kan forventes at opnå i forhold til en letbane. I praksis vil dette naturligt også afhænge af kvaliteten af systemet.

Ud fra usikkerhederne opereres derfor med et spænd for denne post med udgangspunkt i de antagelser, der er gjort om systemeffekt i passagerberegninger for Odense letbane og Aalborg letbane/BRT.

I disse projekter er der brugt en "skinnefaktor" for letbane på 25 %, mens der for Aalborg BRT i stedet er regnet med en komfortfaktor på 12,5 %.

BRT'en, som den er skitseret her er tænkt meget højklasset, og vi opererer derfor med et spænd på 10 % - 20 %, svarende til **1.120-2.230 nye påstigere**.

Passagereffekterne er sammenfattet i tabel 5.

	Påstigere/ hverdag
Dagens påstiger-tal på strækningen	11.050
Opdateret påstiger-tal på strækningen	11.800
Køretidseffekt	+1.090
Regularitetseffekt	+540
Systemeffekt	+1.120-2.230
Samlet vækst i antal påstigere	2.760-3.880
Passagervækst i %	32 % - 42 %
Samlet påstiger-tal på BRT-strækningen	14.600-15.720

Tabel 5 Passagereffekter – påstigere/hverdag.

## Driftsudgifter

Baseret på vurderingen af effekten på køretid og regularitet er foretaget et groft estimat på udviklingen i driftsudgiften til systemet. Der er taget udgangspunkt i dagens driftsoplæg.

De primære effekter på driftsudgifterne vil være på de regionalt finansierede linjer 400S og 40E. Enkelte kommunale buslinjer vil også have gavn af at køre i tracéet, hvilket kan bidrage positivt til driftsregnskabet – dog med relativt beskedne effekter, da det typisk er kortere strækninger.

Det bemærkes endvidere, at der må forventes dyrere drift og lavere indtægter i anlægsperioden, hvor busserne kan blive tvunget til relativt lange omvejskørsler. Samtidig må der forventes en vis indkøringsperiode efterfølgende, før det fulde passagertal realiserer sig. Dette er der ikke foretaget nærmere vurdering af her.

Ses isoleret på effekten af reduktionen af køretiden, så vil den gennemsnitlige køretid og dermed driftstimer og bruttoudgift kunne reduceres ca. 14 % svarende til 12.300 køreplantimer/årligt. Med en gns. timepris oplyst af Movia på 560 kr./time for generel S-busdrift svarer det til 6,9 mio. kr. i besparelse årligt.

Hertil kommer at regularitetsforbedringerne kan bidrage til bedre ressourceudnyttelse. De nuværende hyppige forsinkelser medfører, at der må investeres i ekstra kontraktbusser for at sikre, at forsinkelser ikke forplanter sig. Dette er dog ikke indregnet her, grundet usikkerheden og fordi en del af forsinkelsestiden er indregnet i den gennemsnitlige køretid.

Besparelsespotentialet modsvares dog af ønsket om at indsætte højklassede elektriske BRT-busser på strækningen. Movia skønner groft, at sådanne busser vil koste omkring 700 kr./t at drive svarende til et 25 % tillæg på timeprisen. Dermed forventes merudgiften til BRT-materiel og køretidsreduktionen næsten udligne hinanden så bruttoudgiften kun er lidt højere end i basis-scenariet

(+3,5 mio. kr. årligt), når der ses på den samlede BRT-strækning.

Hvis busserne skal forsætte ud af korridoren, øges timeprisen dog også på linjedelene videre til Hundige og Lyngby/Skodsborg, hvilket vil give en merudgift. Dette er ikke indregnet her, da driftsoplægget videre ikke er afklaret.

Movia har også oplyst, at de regner med, at en førerløs bus kan opereres for 420 kr. pr. time. Den væsentligt lavere timepris skyldes, at en markant del af timeprisen i dag udgøres af løn til chaufføren. Hvornår dette kan blive aktuelt og om det stiller andre fysiske krav til systemet, er stærkt usikkert, men det vurderes sandsynligt at førerløs drift kan realiseres på et lukket BRT-system før det vil blive aktuelt i den blandede trafik.

Hvis det bliver realiteten på et tidspunkt for linje 400S, vil der således ligge en væsentlig potentiel besparelse på 25 % i forhold til basisberegningen med nuværende materiel.

## Driftsindtægter

Passagereffekten vil have en væsentlig indflydelse på indtægterne på linjen.

Movias billetstatistik viser, at en gennemsnitlig passager på 40E/400S betaler ca. 10,4 kr. i billetindtægter.

Lægges det tal til grund, betyder den estimerede passagerforøgelse som følge af BRT's serviceeffekter mellem **8,6 og 12,1 mio. kr. årligt i øgede billetindtægter**, med en forudsætning om, at hverdagstallet kan omregnes til et årstal ved en faktor 300. Tallet er dog inkl. passagerer, der kører videre mod Skodsborg og Hundige. Samtidig vil nogle af passagererne være overflyttet fra andre linjer. Der er ikke foretaget vurdering af andelen af disse passagerer.

Den samlede indtægt estimeres da at ligge på mellem 45,5 og 49,1 mio. kr. årligt.

	Driftstimer	Nuværende materiel (mio. kr./år)	BRT-materiel (mio. kr./år)	Selvkørende BRT-materiel (mio. kr./år)
Referencelinje 400S, 400 og 40E	86.500	48,4	60,5	-
Køretidsbesparelse med BRT	12.300	6,9	8,6	-
Samlet driftsudgift BRT	74.200	41,5	51,9	36,3

Tabel 6 Effekter på driftsudgifter ved forskellige materielbrug.

# 6 Øvrige trafikale konsekvenser

## Konsekvenser for vejtrafikken

Opdraget i analysen har været at sikre BRT'en fuld prioritering, men den endelige type og omfang af prioritering vil undersøges nærmere i en eventuel næste fase. Det er derfor også nødvendigt at prioritere BRT'en over for biler, da en stor del af rejsetidsreduktionerne skal/kan hentes i de signalregulerede kryds.

BRT-linjen sikres fuld prioritet i de signalregulerede kryds ved at anmelde bussen i så god tid, at signalet altid vil kunne nå at afvikle igangværende signalfaser og skifte, så bussen får grønt ved ankomst. Ved passage af stoplinjen afmeldes bussen igen, og busfasen afsluttes. Ved først at skifte til grønt når bussen er i en standselængde fra stoplinjen og efterfølgende afslutte grønt, når bussen har krydset stoplinjen, kan spildtiden minimeres. Da BRT-linjen vil have høj frekvens, svarende til 5-minutters drift (i

hver retning), kan der i princippet forventes en bus i hvert andet signalomløb. I de signalanlæg, hvor det ikke er geometrisk muligt at indføre separat regulerede svingfaser, og bussen af sikkerhedsmæssige grunde dermed skal afvikles i sin egen signalfase, vil grøntiden for de øvrige trafikanter blive reduceret. Det er derfor helt afgørende, at busprioriteringen og signalstyringen fungerer effektivt.

I forbindelse med fastlæggelsen af BRT-tracéet er der i videst muligt omfang forsøgt at tage hensyn til afviklingen af den øvrige trafik. Der er imidlertid enkelte steder på strækningen, hvor BRT-tracéet medfører reduktion af eksisterende antal kørespor, og dermed vil nedsætte den nuværende kapacitet. Følgende konsekvenser for biltrafikken er vurderet i forbindelse med fastlæggelsen af BRT-tracéet:



### Motorring 4/Holbækmotorvejen

BRT-tracéet er midterlagt i Motorring 4 og i Holbækmotorvejen på hele strækning fra afkørsel 1 (Ballerup C) til øst for afkørsel 6 (Høje Taastrup C). Fra afkørsel 1 til broen over Frederikssundsmotorvejen, vil det være nødvendigt at udvide motorvejen med et spor i den nordgående retning, for at kunne indpasse BRT tracéet og samtidig opretholde de nuværende to kørespor.

På strækningen hen over broen over Frederikssundsmotorvejen vurderes det umiddelbart at være muligt at indpasse BRT-tracéet ved at reducere eksisterende spærreflader og helleanlæg, og dermed opretholde det eksisterende antal vognbaner og kapacitet. Her må de nærmere fysiske forhold dog undersøges i forbindelse med videre arbejde.

### Malmparken

Ved Industriparken sidelægges BRT'en i Malmparkens østlige side frem til Ballerup Boulevard. På strækningen opretholdes forholdene for bil stort set som i dag, med et kørespor i hver retning for biltrafik samt eksisterende svingbaner.

### Lautrup

Igennem Lautrup foreslås BRT tracéet midterlagt. Af hensyn til vejtrafikken på strækningen udvides profilet, så eksisterende antal kørespor og svingbaner opretholdes.

Trafikafviklingen af denne løsning er tidligere blevet simuleret i modelværktøjet VISSIM, som viser at afviklingen af biltrafikken vil være meget lig den eksisterende. Dette skyldes at forslaget i høj grad opretholder eksisterende sporfordeling for biltrafikken. De to spor i begge retninger ad Lautrupparken bevares, og det er således kun i signalkrydsene, at BRT reducerer kapaciteten på strækningen i form af en øget omløbstid pga. udvidelse af krydset samt konfliktfri afvikling af BRT-tracéet.

De primære effekter i modelkørslen viste sig derfor at være dårligere afvikling af biltrafikken til Lautrupparken fra hhv. Klausdalsbrovej og Ballerup Byevej. Biltrafikken afvikles dog uden tilbagestuvning til nærtliggende kryds.

### Krydset Ring 4/Krebsedammen/Sortemosevej

I krydset Ring 4/Krebsedammen/Sortemosevej er det nødvendigt at fjerne et ud af to ligeud spor i begge retninger af Ring 4. Denne reduktion vil i princippet halvere kapaciteten for den ligeud kørende trafik på Ring 4. Selvom der indføres avanceret trafikstyring med henblik på at opnå en bedre grøntidsudnyttelse, vil det ikke være nok til at undgå væsentlige afviklingsproblemer i spidsbelastningsperioder.

### Krydset Ring 4/Ny Hjortespringvej/Åvej

I krydset Ring 4/Ny Hjortespringvej/Åvej er det tilsvarende nødvendigt at fjerne et ud af to ligeud spor i begge retninger af Ring 4. Også her vil reduktionen i antal kørespor medføre en halvering af kapaciteten for den ligeud kørende trafik på Ring 4. I myldretiderne vurderes dette at kunne give anledning til væsentlig kødannelse. Det vil formentligt være muligt at forbedre udnyttelsen af grøntiden ved hjælp af avanceret trafikstyring, men det vil næppe være muligt at undgå væsentlige afviklingsproblemer i spidsbelastningsperioder.

### Vadstrupvej/Værebrovej

I Vadstrupvej og Værebrovej foreslås BRT'en sidelagt i vejens nordlige side på strækningen mellem Krogshøjvej og Værebroparken. Granvej samt indkørslerne til Vadstrupvej 20B og 22 foreslås lukket, så behovet for kørsel ind over BRT-tracéet fjernes. Adgangen til området nord for Vadstrupvej, skal derfor ske fra Bagsværd Hovedgade, hvilket vil medføre en omvej på ½-1 km for bilister fra vest med ærinde i området. Strækningens kapacitet vurderes ikke at blive reduceret væsentligt i forhold til i dag.

### Krydset Bagsværd Hovedgade/Bindeledet/Vadstrupvej

I krydset Bagsværd Hovedgade/Bindeledet/Vadstrupvej er det nødvendigt at fjerne et kørespor i både Vadstrupvejs og Bindeledets tilfart for at få den nødvendige plads til BRT-tracéet. På Vadstrupvej fjernes det eksisterende højresvingsspor og på Bindeledet fjernes det eksisterende, kombinerede lige-ud/højre spor. Dette kan i myldretidsperioder kræve ekstra grøntid til Vadstrupvej og Bindeledet på bekostning af Bagsværd Hovedgade. Umiddelbart vurderes dette ikke som noget problem, da krydset vurderes at rumme et kapacitetsoverskud i dag.

### Bindeledet

På Bindeledet planlægges BRT-tracéet i vejens østlige side. Der er i dag afmærket parkering skiftevis i begge vejsider som nedlægges. Denne parkering må nødvendigvis tilvejebringes et andet sted. I signalanlægget ved Aldershvilevej, fjernes venstresvingbanen på Bindeledet fra syd mod Aldershvilevej. Ændringen vil medføre, at trafikken på Bindeledet i hhv. nord og sydgående retning må afvikles i separate faser i krydset. Da BRT-tracéet også skal afvikles i egen fase, vil det medføre en mærkbar reduktion af krydssets kapacitet. Det vil være muligt at forbedre udnyttelsen af grøntiden ved hjælp af avanceret trafikstyring, men det vil næppe være muligt at undgå væsentlige afviklingsproblemer i spidsbelastningsperioder.



#### *Krydset Bindeledet/Bagsværdvej*

I krydset mellem Bagsværdvej og Bindeledet fjernes det ene frafartsspor i Bagsværdvejs østlige ben. Herved vil det ikke længere være muligt at køre i ligeud i de to vognbaner i Bagsværdvejs vestlige tilfart. I dag er det muligt både at køre ligeud samt at svinge til højre fra højre af de to tilfartsspor. Da der næsten er højresvingende trafik i hvert eneste omløb i myldretiden, vurderes denne ændring ikke at reducere kapaciteten i krydset væsentligt. BRT-tracéet skal afvikles i sin egen fase, hvilket derimod må forventes at medføre en vis kapacitetsnedsættelse som kan påvirke afviklingen i spidsbelastningsperioder.

#### *Bagsværdvej (Ring 4)*

I krydset ved Aldershvilevej nedlægges venstresvingbanerne i begge retninger i Bagsværdvej, hvilket betyder at venstresving må foregå fra lige-ud sporet. I krydset skifter BRT-tracéet fra sidelagt til midterlagt, hvilket medfører at den ligeudkørende og venstresvingende trafik fra Bagsværdvej fra øst og den venstresvingende trafik fra Bagsværdvej fra vest, skal krydse BRT-tracéet. Ændringen vil medføre, at trafikken på Bagsværdvej i hhv. vest- og østgående retning må afvikles i separate faser i krydset. Da BRT-tracéet også skal afvikles i egen fase, vil

det medføre en mærkbar reduktion af krydsets kapacitet. Det vil være muligt at forbedre udnyttelsen af grøntiden ved hjælp af avanceret trafikstyring, men det vil næppe være muligt at undgå væsentlige afviklingsproblemer i spidsbelastningsperioder.

#### *Stengårds Allé/Bagsværdvej*

Krydset Stengårds Allé/Bagsværdvej er ikke signalreguleret i dag. I forbindelse med indførelsen af BRT-tracéet midterlagt på Bagsværdvej fra vest, vil det være nødvendigt med en signalregulering. Herved vil det blive lettere for trafikanter til og fra Stengårds Allé at krydse Bagsværdvej. På Bagsværdvejs vestlige tilfart nedlægges højresvingssporet, hvorved højresvingende vil blokere for de ligeud kørende. Da der er mange cyklister på strækningen, vil dette medføre en væsentlig reduktion i krydsets kapacitet, som specielt vurderes kritisk i morgenmyldretiden, hvor trafikken mod Lyngby er størst. Det kan overvejes at etablere kombineret cykelsti/højresving her, selvom der er tale om en supercykelsti.

#### *Krydset Nybrovej/Engelsborgvej/Bagsværdvej*

I krydset Nybrovej/Engelsborgvej/Bagsværdvej, nedlægges venstresvingbanen fra Engelsborgvej mod syd.





BRT'en kører i blandet trafik på Bagsværdvej i vestgående retning på en kort strækning inden eget BRT-tracé er mulig. Da BRT i østlig retning skal afvikles i sin egen fase, vil kapaciteten i krydset blive reduceret ift. i dag. Det vil være muligt at forbedre udnyttelsen af grøntiden ved hjælp af avanceret trafikstyring, men det vil næppe være muligt at undgå afviklingsproblemer i spidsbelastningsperioder, specielt for svingende fra Bagsværdvej (vest) til Nybrovej (nord) og i samme sving i modsat retning.

#### *Buddingevej*

I forbindelse med indførelse af letbanen på Ring 3, vil Klampenborgvej blive spærret for biltrafik nord for Jernbaneplassen. Trafikken til den vestlige del af Kongens Lyngby skal herefter anvende Jernbanevej. Trafikken på Ring 4 til den østlige og nordlige del af Kongens Lyngby skal i fremtiden anvende Chr. X's Allé eller Banegårdspladsen. Den trafikale belastning af signalanlægget i krydset Buddingevej (Ring 3)/Engelsborgvej må forventes at aftage, hvilket dermed gavner fremkommeligheden for BRT'en. I højresvinget fra Engelsborgvej mod Chr. X's Allé samt selve Chr. X's Allé vil derimod med al sandsynlighed opstå væsentlige afviklingsproblemer i spidsbelastningsperioder.

#### **Konsekvenser for cykel og gang**

Cykelstier og fortove er bibeholdt på de dele af BRT-strækningen, hvor der er cykelsti og fortov i dag. Dette gælder også Supercykelstien langs Ring 4. Forholdene for de bløde trafikanter vurderes ikke at være forringet i forbindelse med indpasningen af BRT-tracéet. Der er dog enkelte punkter hvor cykelsti og fortov lokalt reduceres i bredde for at få plads til BRT.

BRT-tracéet udgør i princippet en ekstra barriere for bløde trafikanter som ønsker at krydse tracéet, men da dele af strækningen er facadeløs, vurderes der ikke at være et stort krydsningsbehov, som ikke allerede er adresseret via tunneller, stibroer eller signalanlæg. Her kan også nævnes at stinettet til stationerne ved Teknologisk institut, Værebroparken og Vadstrupvej styrkes.

I signalanlæggene har BRT-tracéet medført øgede krydsningslængder i de anlæg, hvor antallet af kørespor for biltrafik kan bevares. Dette vurderes imidlertid ikke som et væsentligt problem, idet det blot kræver ekstra grøntid til fodgængerne.

# 7 Anlægsøkonomi

Der er udarbejdet et anlægsoverslag for den skitserede BRT langs Ring 4. Anlægsoverslaget tager udgangspunkt i Transportministeriets "Ny Anlægsbudgettering for forundersøgelser". Her udarbejdes et basisoverslag, som er "det bedste realistiske estimat ud fra den tilgængelige viden" for projektets udgifter, givet at der er tale om et overslag. Hertil lægges 50 % i korrektionstillæg, hvormed det indledende anlægsoverslag fremkommer.

Anlægsoverslagene er beregnet i 2020-priser ud fra enhedspriser fastlagt for de forskellige typer og mængder for anlægget i de forskellige tværsnit, der skal bygges undervejs. De anvendte enhedspriser er baseret på erfaringstal fra realiserede projekter samt anlægsoverslag på mere detaljeret niveau. Erfaringer er bl.a. hentet fra BRT i Aalborg, projekter i Århus, samt enhedspriser fra relevante og nyere vejprojekter i Københavnsområdet.

## Anlægsbudgettets bestanddele

Anlægsbudgettet i nedenstående tabel er opgjort fordelt på fire hovedposter:

- **BRT-tracé og vejomlægning.** Denne post dækker alle omkostninger til etableringen af selve BRT-sporet samt de tilpasninger, der skal gøres i tilstødende vej og stinet som konsekvens af indpasningen. De væsentligste delposter her er belægningsarbejder herunder forstærkning ved standsningsstederne, rydning, signalreguleringer og belysning.
- **Stationer.** Stationerne er indregnet med 42 m lange og 4 m brede sidelagte perroner opbygget som fortov, der sikrer niveaufri indgang i bussen. Stationerne er prissat med læskærme m. bænke, hegn, kantsten rejsekortudstyr og realtidsinformation.

- **Konstruktioner.** Denne post dækker de særlige konstruktioner undervejs, herunder bro- og tunnel-løsninger. Hvert anlæg er her vurderet enkeltvist og prissat ud fra erfaringspriser samt længde og omfang af konstruktionen.
- **Arealerhvervelse.** Arealerhvervelsen dækker udgifter til erhvervelse af areal og totalekspropriation af ejendomme. Omkostninger for areal er fastlagt med enhedspriser, mens der for erhvervelse af ejendom er foretaget særskilt prissætning ud fra ejendomsvurderinger.

De tre første poster indeholder omkostninger til generelle poster, herunder forberedende arbejder, etablering af arbejdsplads, trafikafvikling, rydningsarbejder, jordhåndtering samt diverse undersøgelser som opmåling, geoteknik, miljø mv. Alle fire poster indeholder 20 % til tekniske omkostninger (intern administration, projektering og tilsyn.)

Anlægsbudgettet **indeholder ikke driftsrelaterede omkostninger**, herunder materiel, depot og evt. ladeinfrastruktur til elbusser. Dette betragtes som en del af driftsomkostningerne og indgår i stedet som en del af driftsbudgettet, som operatørleverance.

Samtidig er udgifter forbundet med **ledningsomlægninger** (gæsteprincippet) **ikke medtaget** ligesom udgifter til supplerende forundersøgelser og **arkæologi ikke er medtaget**.

Omkostninger til "**opgradering**" af **naboarealer**, der grænser op til BRT'en, er som udgangspunkt heller **ikke medtaget** i anlægsoverslaget, medmindre det fremgår af tracégennemgangen afsnit 4.

	Basisoverslag (kr.)	Korrektionstilæg (50%) (kr.)	Indledende anlægsoverslag (kr.)
<b>BRT-tracé og vejoplægning</b>	608.600.000	304.300.000	912.900.000
<b>Stationer</b>	141.000.000	70.500.000	211.500.000
<b>Konstruktioner</b>	426.800.000	213.400.000	640.200.000
<b>Arealerhvervelse</b>	68.200.000	34.100.000	102.300.000
<b>Samlet</b>	<b>1.244.600.000</b>	<b>622.300.000</b>	<b>1.866.900.000</b>

Tabel 7 Anlægsoverslag for BRT i Ring 4 mellem Ishøj og Lyngby.

### Anlægsoverslaget

Tabel 7 indeholder anlægsoverslaget brudt ned på de fire hovedposter.

Samlet estimeres de ca. 33,4 km BRT at koste 1,87 mia. kr. svarende til 55,9 mio. kr. pr. km.

Den største post er ”**BRT-tracé og vejoplægning**”, der dækker ca. 50 % af den samlede anlægssum. Posten svarer til 28,3 mio. kr. pr. km. Dette dækker dog over store variationer. Etablering af BRT-belægning i rabatarealer langs vej og motorvej på den sydlige strækning trækker gennemsnitsprisen ned, mens ombygningen af tværprofilerne i bl.a. Lautrup, Ring 4, Vadstrupvej og Engelsborgvej trækker gennemsnittet op.

Posten til **stationer** dækker ca. 11 % af anlægsoverslaget. Prisen svarer til en gennemsnitspris på 7,9 mio. kr. pr. station med to sidelagte perroner, men dækker over mindre variationer i omfanget på de forskellige stationer.

Posten **konstruktioner** er relativt stor, hvilket bl.a. hænger sammen med udgifterne til rampeanlæg, broer og tunneller som skal til for at få BRT'en ført ind til og ud fra midten af motorvejen.

Posten til **arealerhvervelse** dækker en relativt lille del af det samlede budget, men har forholdsmæssigt større vægt på den sydlige og nordlige del, hvor hovedparten af arealbehovet er identificeret. Posten til **arealerhvervelse** dækker en mindre del af det samlede budget (5 %).

Anlægsoverslaget indeholder på dette niveau mange usikkerheder, ikke mindst i forhold til anlæggene af de særlige konstruktioner i forbindelse med motorvejen.

Prislejet ligger dog umiddelbart inden for hvad sammenlignelige BRT-projekter de senere år er realiseret for eller estimeret til. Det gælder bl.a.:

- **Aalborg BRT (Vesterbro-Grønlandstorvet)** er estimeret til 39,4 mio. kr. pr. km. Her køres på enkelte strækninger i blandet trafik, hvilket var med til at reducere anlægsoverslaget. Omvendt har Aalborgs BRT 22 stationer fordelt på de 12 km tracé, ligesom en stor del af strækningen føres gennem centrale byområder. Disse parametre var med til at trække prisen op sammenholdt med BRT i Ring 4.
- **Den kvikke vej** blev realiseret til 52 mio. kr. pr. km (2012-priser) for anlæg i det centrale København. Prisen er opgjort til 130 mio. kr. i alt for den 5 km lange strækning, hvoraf de 2,5 km er decideret BRT. De 52 mio. kr. per km svarer her til fordeling af hele anlægssummen på 2,5 km, mens den reelle km-pris for BRT-anlægget nok reelt er lavere, da der også er brugt penge på de resterende 2,5 km.
- **BRT på Ringvejen i Aarhus** er estimeret til 55-60 mio. kr. pr. km. Forprojektet undersøger muligheden for at indpasse hhv. sidelagte busbaner og midterlagt BRT på ca. 7 km af Ringvejen i Aarhus ved at udvide vejprofilen. Projektet fører bl.a. til væsentlig arealerhvervelse undervejs da mange ejendomme og private matrikler ligger nær Ringvejen.

Sammenligningen viser, at BRT-overslaget for Ring 4 placerer sig centralt sammenligneligt med disse referencoprojekter. BRT i Ring 4 vil have en væsentlig højere omkostning til konstruktioner end disse projekter, men vurderes derudover at medføre lavere omkostninger til strækningsanlæg, arealerhvervelse og stationer (færre stationer pr. km).



Udgivet af

Trafikselskabet Movia  
Gammel Køge Landevej 3  
2500 Valby

Telefon 36 13 14 00  
[moviatrafik.dk](http://moviatrafik.dk)