

# Internationale og nationale erfaringer for effekten af forskellige typer højklasset kollektiv transport og tæthed til stationer og standsningssteder



Otto Anker Nielsen  
Marie Karen Anderson  
Jesper Bláfoss Ingvarðson  
Jonas Lohmann Elkjær Andersen  
Hjalmar Christiansen  
Katrín Halldórsdóttir  
Jesper Wibrand

Januar 2016

DTU Transport  
Institut for Transport

---



# **Internationale og nationale erfaringer for effekten af forskellige typer højklasset kollektiv transport og tæthed til stationer og standsningssteder**

Otto Anker Nielsen  
Marie Karen Anderson  
Jesper Bláfoss Ingvarðson  
Jonas Lohmann Elkjær Andersen  
Hjalmar Christiansen  
Katrín Halldórsdóttir  
Jesper Wibrand

Januar, 2016

## Rapport 13

Af Otto Anker Nielsen, Marie Karen Anderson, Jesper Bláfoss Ingvardson, Jonas Lohmann Elkjær Andersen, Hjalmar Christiansen, Katrín Halldórsdóttir og Jesper Wibrand

Copyright: Hel eller delvis gengivelse af denne publikation er tilladt med kildeangivelse

Forsidefoto: DTU Transport

Udgivet af: DTU Transport  
Bygningstorvet 116B  
2800 Kgs. Lyngby

Rekvireres: [www.transport.dtu.dk](http://www.transport.dtu.dk)

ISBN: 87-7327-290-6 (elektronisk udgave))

ISBN: EAN 978-87-7327-290-9 (trykt udgave))

## Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Indledning .....</b>	<b>4</b>
1.1	Baggrund.....	4
1.2	Formål .....	5
1.3	Afgrænsning af opgaven .....	5
1.4	Læsevejledning .....	5
<b>2</b>	<b>Oplandsberegninger.....</b>	<b>6</b>
2.1	Oplande.....	6
2.2	Oplandsstørrelser .....	6
2.3	Dækningsgrad.....	6
2.4	Oplandsmetoder .....	8
<b>3</b>	<b>Internationale erfaringer .....</b>	<b>12</b>
3.1	Trafikale effekter .....	12
3.2	Strategiske effekter.....	16
3.3	Udvalgte eksempler på byudvikling .....	20
3.4	Afrunding .....	21
<b>4</b>	<b>Tidsværdistudier .....</b>	<b>22</b>
4.1	Turattributter .....	22
4.2	Faktorer i forbindelse med skift .....	25
4.3	Afrunding .....	28
<b>5</b>	<b>Analyser baseret på Transportvaneundersøgelsen .....</b>	<b>30</b>
5.1	Beskrivelse af data og forudsætninger .....	30
5.2	Analyser .....	31
5.3	Regressionsmodeller .....	33
5.4	Modelresultater .....	37
5.5	Diskussion af regressionsmodeller .....	43
<b>6</b>	<b>Sammenfatning og konklusioner .....</b>	<b>45</b>
6.1	Internationale erfaringer med introduktion af ny højklasset kollektiv transport .....	45
6.2	Tidsværdistudier .....	45
6.3	Regressionsanalyser baseret på Transportvaneundersøgelsen .....	46
6.4	Oplande som cirkelslag versus gang/cykelafstande.....	46
<b>7</b>	<b>Anbefalinger.....</b>	<b>48</b>
<b>8</b>	<b>Referencer .....</b>	<b>49</b>

# 1 Indledning

Landsplandirektivet for hovedstadsområdet planlægning (Fingerplan 2013, Miljøministeriet, 2013) fastlægger rammerne for den overordnede regionale udvikling samt kommunernes planlægning så hovedprincipperne i den overordnede fingerbystruktur videreføres. Iblandt disse er en definition af en række stationer omkring hvilke størstedelen af byudviklingen bør ske, samt en definition af hvorledes stationsoplandene her til fastlægges.

Formål med projektet og rapporten er at identificere, vurdere samt give anbefalinger til forskellige alternative definitioner samt metoder til fastlæggelse af dels stationer samt dels stationsoplande. Dette gøres på baggrund af, (i) erfaringer i international litteratur, (ii) de nyeste forskningserfaringer i dansk sammenhæng, samt (iii) egne undersøgelser af data indsamlet i forbindelse med transportvaneundersøgelsen kombineret med detaljerede netværksundersøgelser.

Formålet med projektet er således baseret på internationale erfaringer samt nyeste forskning i national sammenhæng, at kortlægge forskellige karakteristika der påvirker brugen af stationer/stop samt giver forslag til alternative måder at, baseret på disse karakteristika, fastlægge relevante stationer/stop.

## 1.1 Baggrund

Fingerplan 2013 fastlægger de relevante stationer som alle eksisterende og besluttede stationer på det overordnede banenet bestående af S-banerne, Kystbanen, Vestbanen, Øresundsbanen, Metroen og Letbaner. Stationer på lokalbaner samt vigtige busstop og busknodepunkter betragtes således ikke som byudviklingscentre, om end disses potentiale for byudvikling muligvis er stort.

Nyere studier i Hovedstadsområdet har vist en statistisk signifikant betydning af f.eks. frekvensen og typen af den transport der servicerer stationen samt rejsetiden fra de givne stationer/stop. Så stationer/stop med højfrekvent, direkte betjening med kort rejsetid har den største markedsandel. Andre vigtige parametre er stationernes/stoppenes faciliteter såsom cykelparkering ved stationen, overdækning, kiosker mm, udformningen af stationen mht. niveauskifte mellem perroner samt layoutet af stationen og informationsniveauet vedrørende dette, dvs. hvordan er stoppesteder og perroner placeret i forhold til hinanden og er der en klar skiltning. (Dyrberg & Christensen, 2015; Anderson, 2013; Halldórsdóttir, 2015; DTU Transport, 2013).

Tidligere analyser har beskrevet hvorledes rejsende foretrækker at benytte visse stationer/stop frem for andre, og har indikeret at det er muligt at skelne mellem attraktiviteten af ikke blot busstop og stationer men også mellem togstationer betjent af forskellige togtyper f.eks. Metro, Lokalbane, S-tog, regional- og IC-tog (Dyrberg og Christensen, 2015). Anderson (2013) viste at rejsende med kollektiv trafik foretrækker ruter, der har en intensiv betjening med alternative, overlappende alternativer. Desuden blev det indikeret at lokalbanen har en tiltrækningseffekt, kaldet skinneeffekt, på de rejsende svarende til ca. halvdelen af skinneeffekten for S-tog, regional- og intercitytog.

## 1.2 Formål

Formålet med dette projekt og rapporten er,

- 1) At gennemgå internationale erfaringer med Bus Rapid Transit (BRT) samt Letbanesystemer, herunder at klarlægge internationale erfaringer med udvikling af oplandene omkring BRT samt Letbanestationer
- 2) At gennemgå nationale erfaringer om hvilke karakteristika der gør stationer attraktive
- 3) At undersøge markedsandele som funktion af forskellige stationstyper og -karakteristika (herunder forskellige buskategorier samt jernbanetyper)
- 4) Undersøge af typiske oplandsstørrelser som funktion af forskellige stationstyper og -karakteristika
- 5) Give forslag til metoder til fastlæggelse af stationsoplande (herunder sammenligning mellem cirkel- og detaljeret netværkstilgang).

Bus Rapid Transit (BRT) er et interessant alternativ til højklasset skinnebåren kollektiv trafik i form af f.eks. letbaner, idet sammenlignelig "level of service" kan opnås, men med langt mindre investering. Danske erfaringer med BRT er imidlertid meget begrænset, og projektet har derfor gennemgået international litteratur og relateret dette til danske forhold. Studiet søger blandt andet at klarlægge, hvilken effekt BRT har haft på byudvikling, påvirkningen på efterspørgslen, samt opnåede strategiske effekter i form af eksempelvis øgede ejendomspriser. Sidstnævnte ses ofte ifm. etablering af metro- og letbanelinjer, og kan således anvendes som indikator for attraktiviteten af den kollektive infrastruktur. Sammenlagt vil det således være muligt at klarlægge i hvor høj grad BRT stationer bør inkluderes som relevante stationer ligesom letbanestationer bliver det i byudviklingssammenhænge.

Nærheden til stationer har vist sig at have stor indflydelse på f.eks. individers transportmønstre samt bilejer- skab. Fingerplan 2013 definerer et kerneområde samt et stationsnært område for hver station, baseret på generiske, prædefinerede afstande fra stationen. Dette projekt undersøger muligheden for øvrige fremgangsmåder til fastlæggelse af stationsoplandene, bl.a. ved anvendelse af statistiske undersøgelser af data fra transportvaneundersøgelsen.

## 1.3 Afgrænsning af opgaven

Projektet er gennemført på forholdsvist kort kalendertid, og er derfor gennemført som parallelle aktiviteter. Den empiriske analyse af danske data baseret på transportvaneundersøgelsen vil kunne udbygges med mere avancerede modeller og evt. data for en længere årrække. For at løse opgaven effektivt inden for tidsrammen blev det besluttet at benytte eksisterende data fra Landstrafikmodellen for 2010 basisåret som primær datakilde, idet oparbejdning af rådata for et nyere år ville kræve en større arbejdsindsats. Derudover blev der indsamlet en større stikprøve af transportvaneundersøgelsen i 2010, ligesom en række data blev indsamlet og valideret for 2010 i forbindelse med landstrafikmodellen, hvilket derfor direkte kunne benyttes i nærværende projekt.

## 1.4 Læsevejledning

Rapporten starter i kapitel 2 med en generel introduktion til oplandsberegninger, efterfulgt af en gennemgang af internationale erfaringer med forskellige typer af kollektiv transport i kapitel 3 og af allerede foretagne tidsværdistudier i kapitel 4. Kapitel 5 indeholder nye analyser baseret på transportvaneundersøgelse, mens kapitel 6 rummer projektets konklusioner og anbefalinger.

## 2 Oplandsberegninger

Fingerplan 2013 definerer et stationsopland som et stationsnært område for hver station, baseret på generiske, prædefinerede afstande fra stationen. Dette projekt undersøger muligheden for øvrige fremgangsmåder til fastlæggelse af stationsoplandene, bl.a. ved anvendelse af statistiske undersøgelser af data fra transportvaneundersøgelsen. I dette kapitel diskuteres generelt, hvordan oplande kan defineres, idet en konsistent veldefineret definition er nødvendig for analyser af stationsnærhed og oplandsberegninger i de følgende kapitler.

### 2.1 Oplande

Et opland er et geografisk område omkransende en station eller stoppested som er karakteriseret ved at være det sted hvor de fleste af de ikke-skiftende passagerer, der benytter stationen/stoppestedet kommer fra. Et opland kan derfor betegnes som kundegrundlaget for kollektiv transport (Andersen & Landex, 2008).

Den typisk benyttede - og mest simple - oplandsmetode er baseret på cirkelslag, som fx i Hovedstadsområdet, der benyttes til at definere stationsnærhed i henhold til Fingerplanen Miljøministeriet (2013). Cirkelslagene kan bestå af flere ringe til at repræsentere tilbøjeligheden til at benytte stationen/stoppestedet fx baseret på markedsandele. For simplificering bruges dog typisk kun to ringe, et næropland som er tættest ved stationen/stoppestedet og et fjernopland som er længst fra stationen/stoppestedet. Næroplandet betegnes ofte som gangoplandet og er derfor bestemt af Willingness-to-Walk kriterier. Fjernoplandet er ofte betegnet som cykeloplandet, men kan også være bestemt af andre kriterier (fx området hvor en vis procentdel af kunderne kommer fra). Cirkulære oplande er generelle og tager bl.a. ikke hensyn til adgangsveje og -forhold, barrierer og omveje for til- og frabringstrafikken.

### 2.2 Oplandsstørrelser

Størrelser på oplande kan variere efter service niveau, transportmiddel, adgangsforhold, verdensdel mm. De mest simple antagelser bygger på 5 minutters gangvillighed til/fra en station (som med en hastighed på 80 meter/min giver 400 meter i næropland (jf. O'Sullivan & Morral, 1996). Fjernoplandets størrelse kan også fastsættes simplificeret så det samlede opland fås via en radius der er dobbelt så lang som næroplandets radius.

På grund af klasse af transportmiddel (og dermed gangvillighed) ses ofte, at tog og bus har forskellige oplandsstørrelser, hvor togets oplande er større end bussens. I Hovedstadsområdet er stationsnærhed opgivet ud fra et principielt cirkelslag og inddelt i to områder: det stationsnære kerneområde (0-600 meter) og det øvrige stationsnære område (600-1000 meter i det indre storbyområde i Miljøministeriet, 2013). HUR benyttede 350 meter næropland (4-5 minutters gang) og 600 meter opland (7-8 minutters gang) i deres analyse af Stambusnettet som siden førte til indførelse af A-busnettet i det centrale København (Københavns og Frederiksberg kommuner samt de nærmeste nabokommuner), Hovedstadens Udviklingsråd (2001).

### 2.3 Dækningsgrad

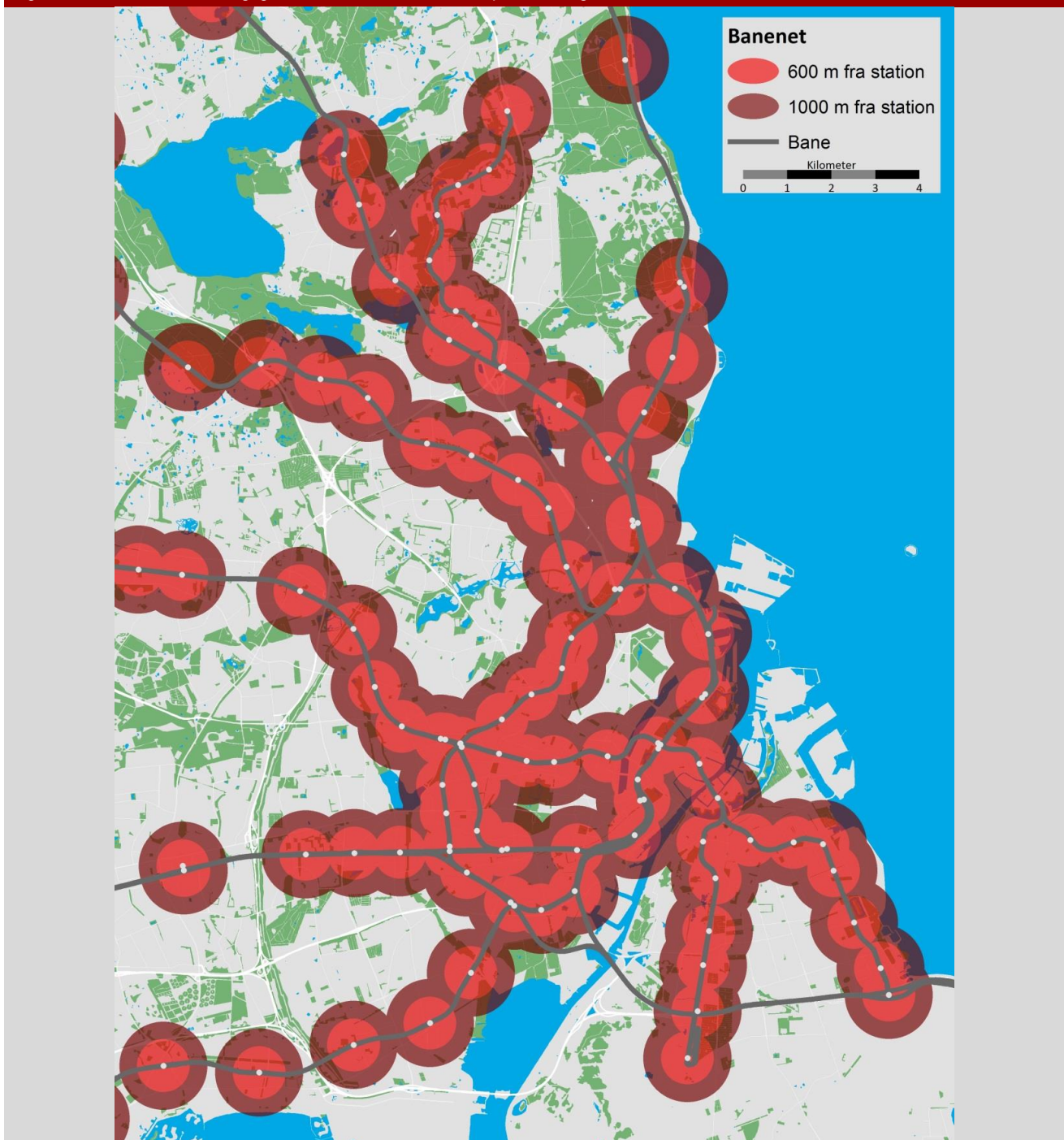
Dækningsgraden af kollektiv trafik kan bestemmes ud fra en samlet oplandsanalyse af det kollektive net - altså ved at danne oplande til samtlige stationer/stoppesteder der indgår i analysen. Dækningsgraden kan give et visuelt billede af hvor den kollektive trafik står stærkt, og hvor den ikke står stærkt. Dækningsgraden kan sammenholdes med trafikdrivende arealanvendelse som fx boliger, arbejdspladser, studiepladser og



evt. socioøkonomisk information, for at give indikation af transportbehov. Dækningsgraden kan desuden bruges til at opgøre antallet (eller andelen) af boliger/arbejdspladser der er godt betjent med kollektiv trafik (findes indenfor de definerede oplandsstørrelser) og hvordan fx en ny kollektiv linje kan forøge dette.

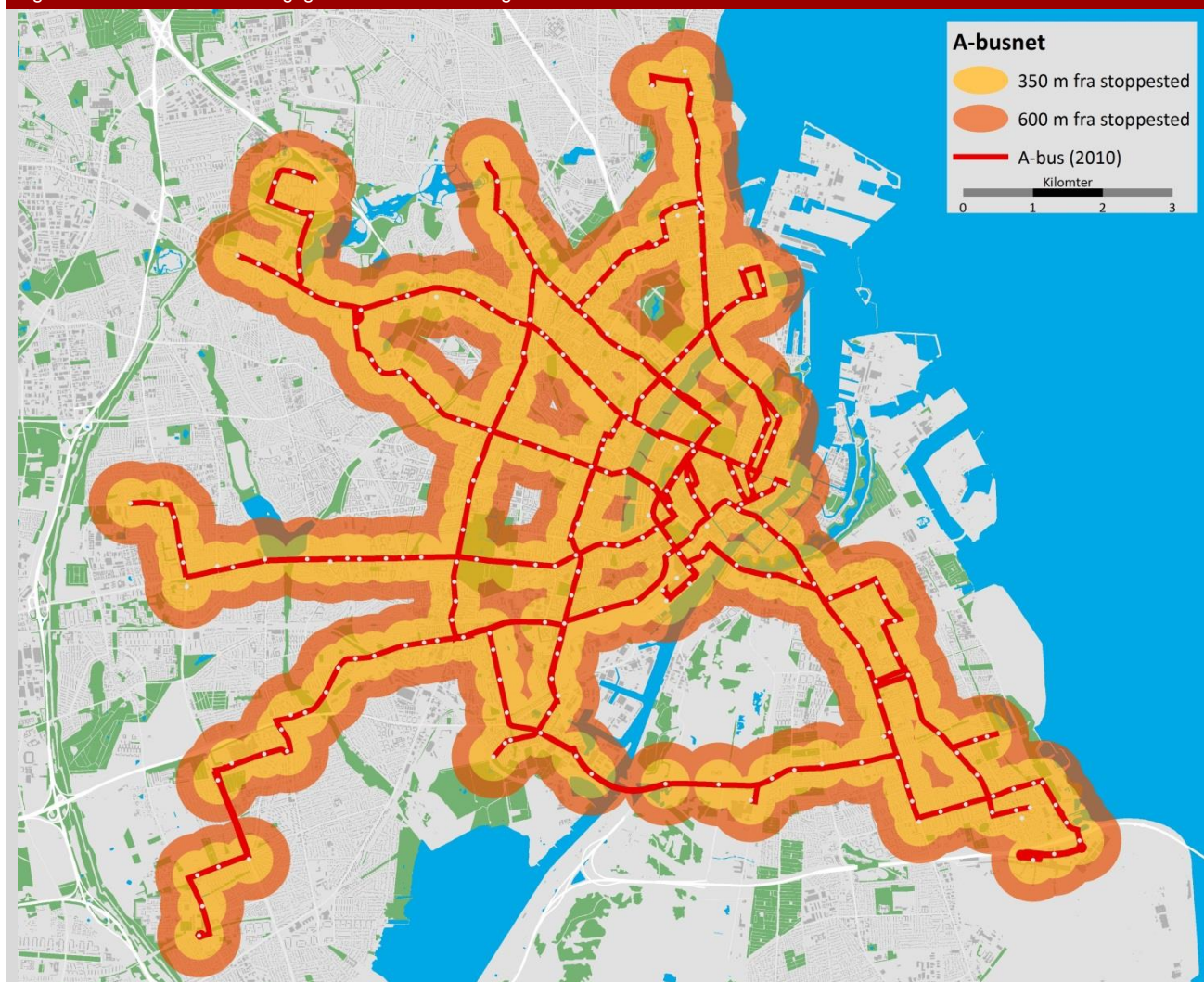
Nedenfor ses dækningsgraden for banenettet (S-tog, F+R, Metro og Lokalbaner) i Storkøbenhavn baseret på stationsnærhedens cirkelslag på 600 meter for nærøpland og 1000 meter for det samlede opland.

Figur 2-1 Banenettets dækningsgrad i Storkøbenhavn baseret på cirkelslag.



Herunder ses desuden dækningsgraden for det primære busprodukt i det centrale København, A-busserne (2010-net), baseret på cirkelslag med Stambusplanens 350 meter næropland og 600 meter fjernopland.

Figur 2-2 A-busnettets dækningsgrad i baseret cirkelslag.



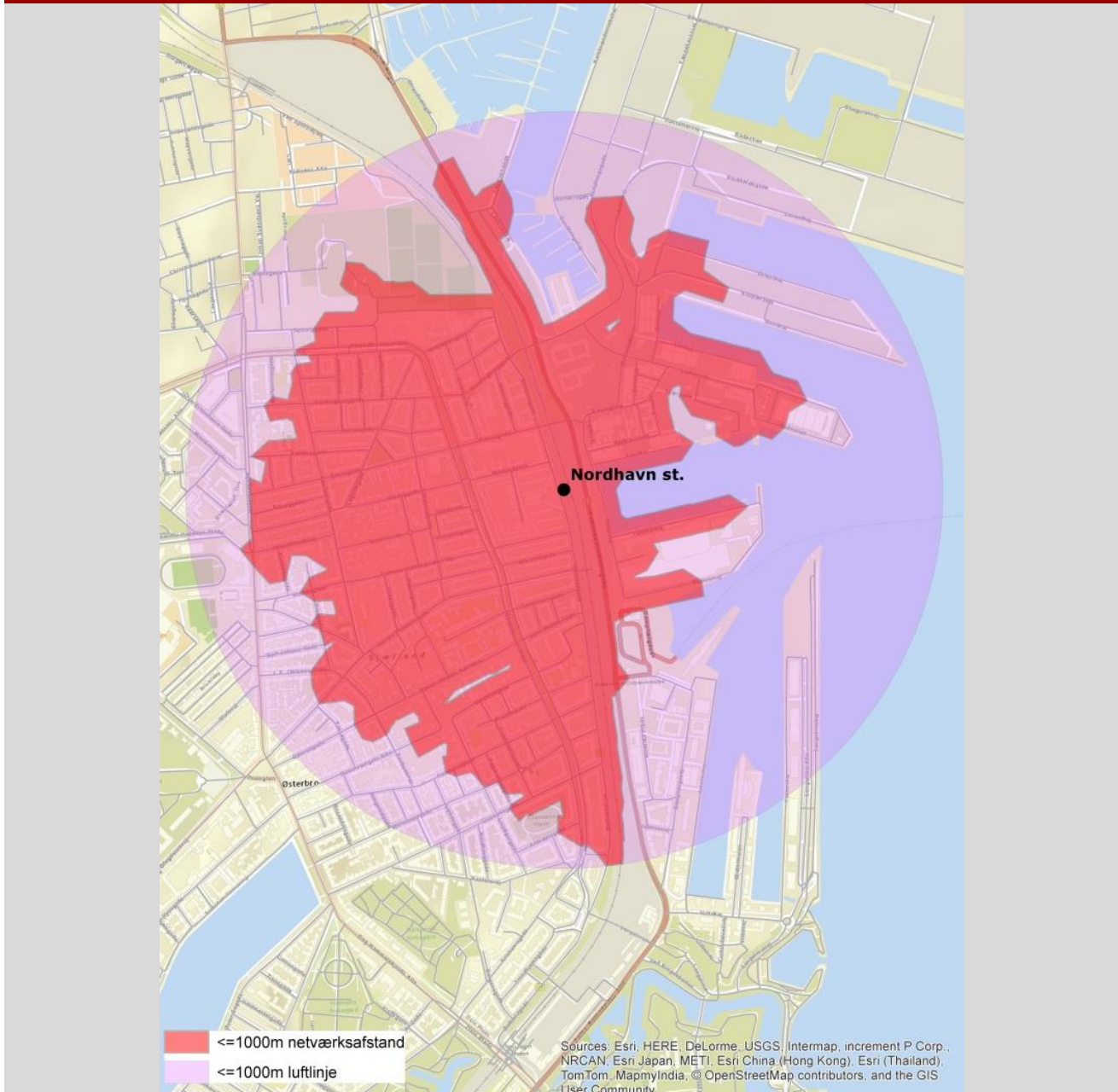
## 2.4 Oplandsmetoder

Cirkelslaget, der er baseret på fugleflugtsafstand, er som nævnt den mest simple og bredest anvendte metode til at bestemme oplande. Der findes dog også en anden metode, som baserer sig på de faktiske rejseafstande i vej- og stinet omkring stationer/stoppesteder. Rent metodisk udføres den som netværkssøgning med udgangspunkt i den pågældende station/stoppested, hvorefter endepunkterne interpoleres til en polygon. Netværkssøgningen giver i teorien mere realistiske oplande, hvor der bl.a. tages hensyn til barrierer (kanaler, søer, jernbaner, motorveje osv.) og hvor omvejsfaktoren håndteres eksplicit. Metoden kan desuden bruges til at undersøge ændringer i adgangsforhold til stationer/stoppesteder. Netværkssøgning er dog mindre simpel at anvende, først og fremmest fordi den kræver et detaljeret datagrundlag hvor også forskellige særtilfælde skal håndteres (Andersen & Landex, 2009).



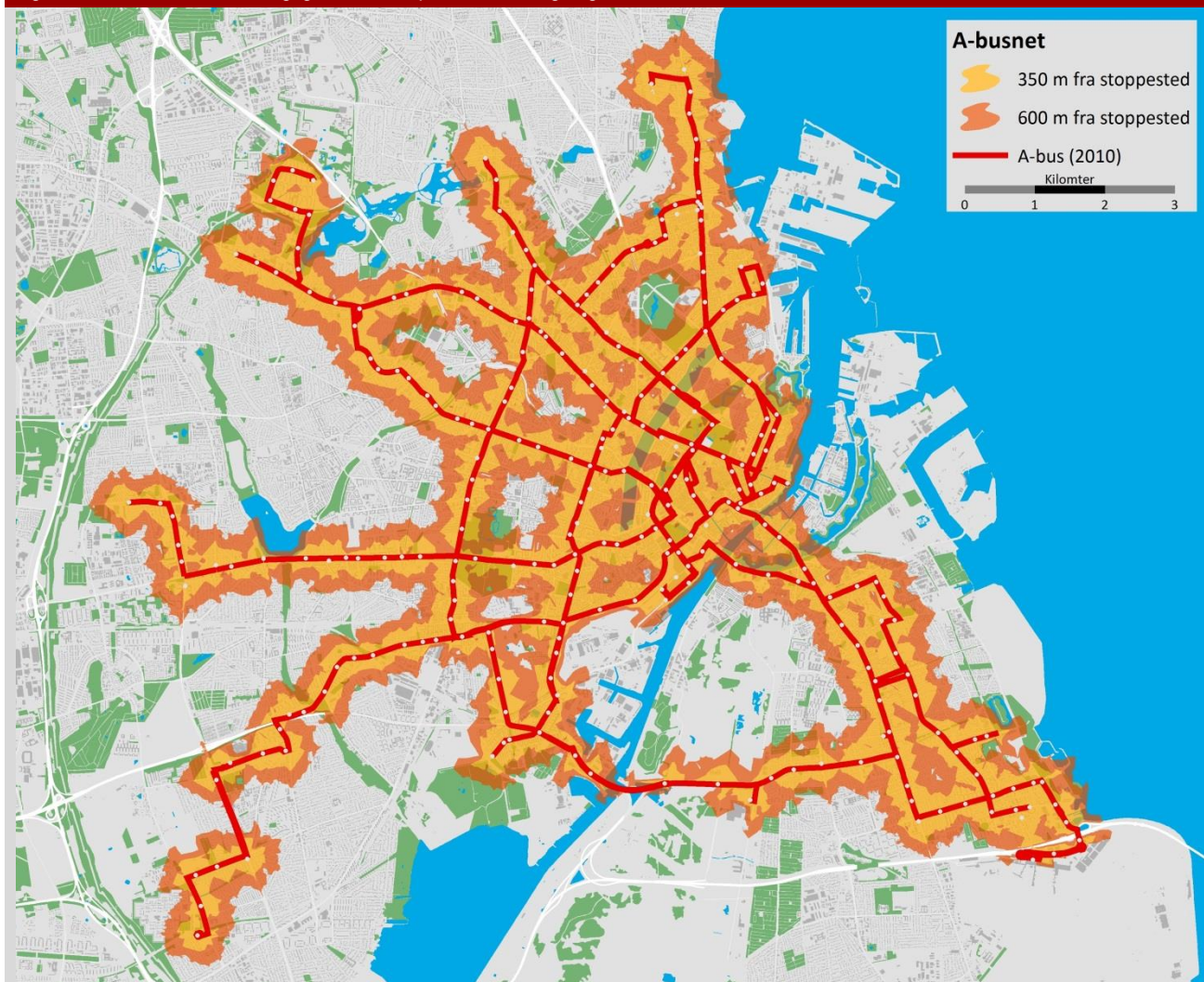
Forskellen mellem cirkelslag og netværkssøgning kan ses på nedenstående figur der viser oplandet til Nordhavn station.

Figur 2-3 1000m cirkulært stationsopland samt 1000m netværksafhængig stationsopland for gangnetværk, Nordhavn Station.



Nedenfor ses dækningsgraden for det primære busprodukt i det centrale København, A-busserne (2010-net), baseret på netværkssøgning med Stambusplanens 350 meter næropland og 600 meter fjernopland.

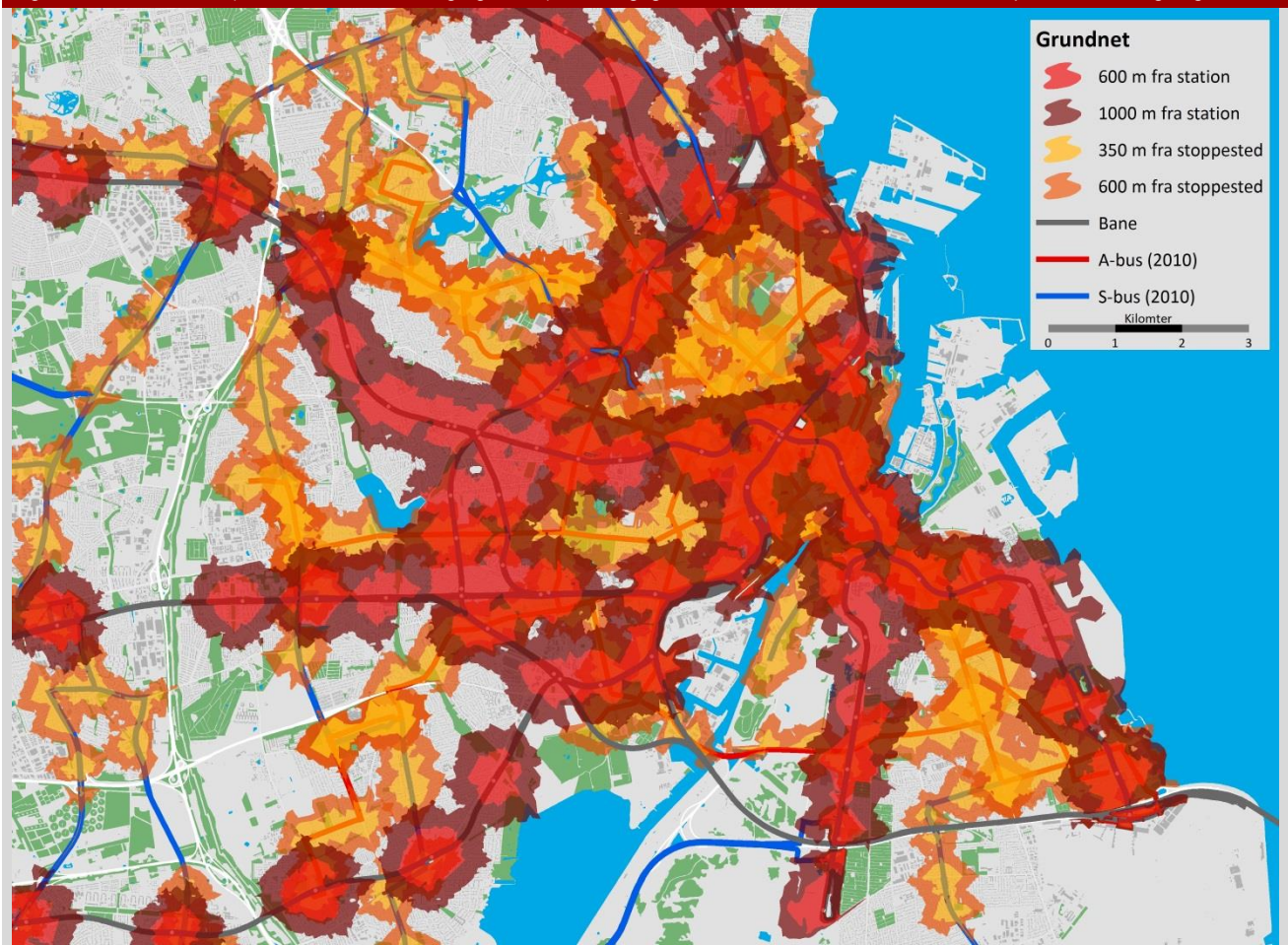
Figur 2-4 A-busnettets dækningsgrad baseret på netværkssøgning.



Herunder ses dækningsgraden for det kollektive trafiks grundnet i det centrale København (A-busser, S-busser, tog og Metro), baseret på netværkssøgning.



Figur 2-5 Grundnettets (A-busser, S-busser, tog og Metro) dækningsgrad i det centrale København baseret på netværkssøgning.



I dette projekt undersøges både fugleflugtslinjer (cirkelslag) og netværksafstande i de følgende kapitler, og forskellen mellem de to metoder klarlægges.

## 3 Internationale erfaringer

I det følgende gives et overblik over de internationale erfaringer, der er opnået på baggrund af implementering af højklasset kollektiv trafik i form af metro<sup>1</sup>, letbaner (Light Rail Transit, LRT) og højklassede busløsninger (Bus Rapid Transit, BRT). Der er taget udgangspunkt i en række relevante systemer fra hele verden, hvor der er foretaget analyser af de trafikale effekter i form af ændringer i efterspørgsel og transportmiddelvalg, samt strategiske effekter i form af ændringer i ejendomspriser. Derudover gives eksempler på projekter, hvor der er sket større byudvikling i forbindelse med anlæg af stationer. Dermed dannes et overblik over de opnåede effekter afhængigt af systemvalg for derved at undersøge, i hvor høj grad letbaner og BRT kan opnå samme stationsnærhedseffekt, som der kendes fra attraktive metrosystemer.

### 3.1 Trafikale effekter

En af hovedårsagerne til at opgradere og udbygge den kollektive trafik er at opnå rejsetidsgevinster til gavn for brugerne af systemet. Det er derfor essentielt at undersøge, hvorledes de forskellige systemer, hhv. metro, letbaner og BRT, kan skabe sådanne rejsetidsforbedringer og derved forbedre den kollektive trafik. I byområder opnås de største rejsetidsgevinster oftest ved at anlægge en metro, da metrolinjer oftest anlægges underjordisk. Dette giver høj rejsehastighed, da linjen er fuldstændig segregeret fra anden trafik modsat letbaner og BRT, der ofte anlægges i gadeniveau. Mange steder opnås dog også høje rejsehastigheder med letbane og BRT sammenlignet med traditionelle busser, ved at anlægge dem segregeret frem for i blandet trafik. Ved krydsninger med tværgående veje er det dog svært at sikre fuldstændig prioritering, hvorfor den gennemsnitlige rejsehastighed for letbaner og BRT oftest er lavere end for metro.

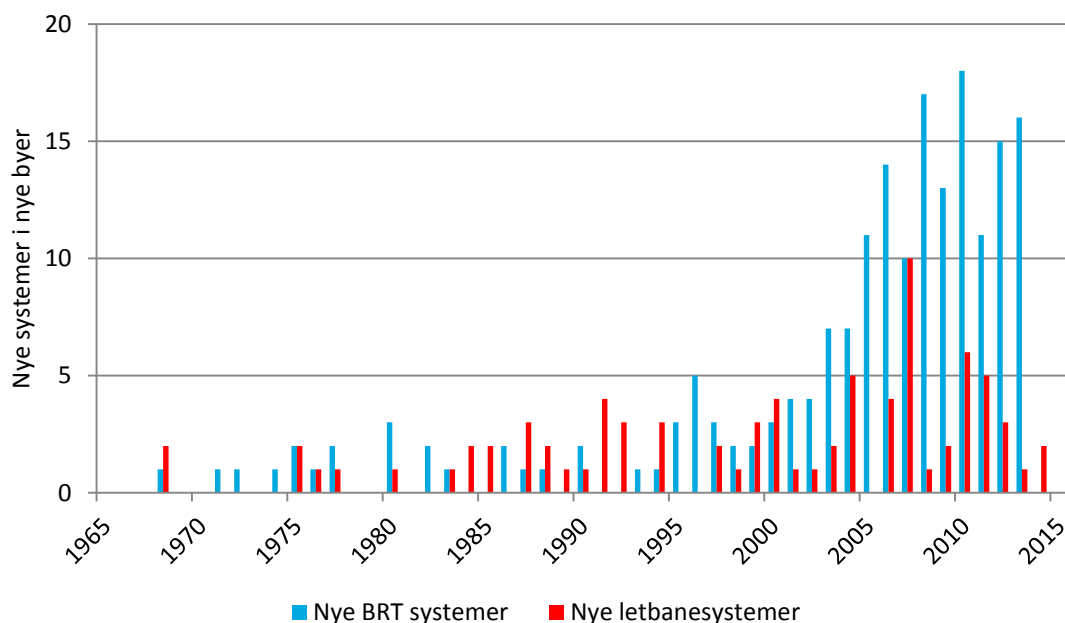
I det følgende fokuseres på effekterne af letbaner og BRT, idet studierne af disse ofte vurderer effekterne af specifikke korridorer. Dette giver mulighed for at undersøge de direkte konsekvenser af en opgradering fra almindelig bus til hhv. BRT eller letbane. For metro er der umiddelbart væsentligt færre fysiske restriktioner, når linjeføringen besluttet. Metrolinjer kan således anlægges frit og er ofte ikke direkte opgraderinger af eksisterende korridorer. Dette gør det svært at vurdere de opnåede trafikale effekter ved udelukkende at analysere enkelte korridorer.

Letbaner og BRT er gennem de seneste årtier blevet implementeret i vid udstrækning i små og mellemstore byer som et billigere alternativ til metrosystemer. I Europa blev den første moderne letbane åbnet i 1985 i Nantes (Bottoms, 2003). Den blev hurtigt en succes, og flere andre franske byer implementerede letbaner i årene efter. Der opstod således en trend, hvor letbaner blev vurderet som et succesfuldt systemvalg i korridorer, hvor passagergrundlaget var for lille til en dyr metroløsning, men hvor man samtidig ønskede at opgradere en eksisterende busdrift. I Latinamerika valgte man flere steder at satse på BRT-systemer primært begrundet i de lavere anlægsomkostninger. De første systemer blev anlagt i 1970'erne og 1980'erne i kølvandet på det succesfulde *Rede Integrada de Transporte* i Curitiba, Brasilien, der blev anlagt i 1974. Indenfor specielt de sidste 15 år er der sket en stadig større udbygning, og BRT er nu implementeret i alle verdensdele. I Europa er det således også blevet implementeret i en række byer, og flere er på vej. Denne udvikling kan ses i Figur 3-1, der viser udbredelsen af BRT- og moderne letbanesystemer de sidste 50 år.

---

<sup>1</sup> Metro dækker i det følgende over både metro og såkaldt heavy-rail/commuter-rail, hvilket eksempelvis S-banen i København ville klassificeres som.

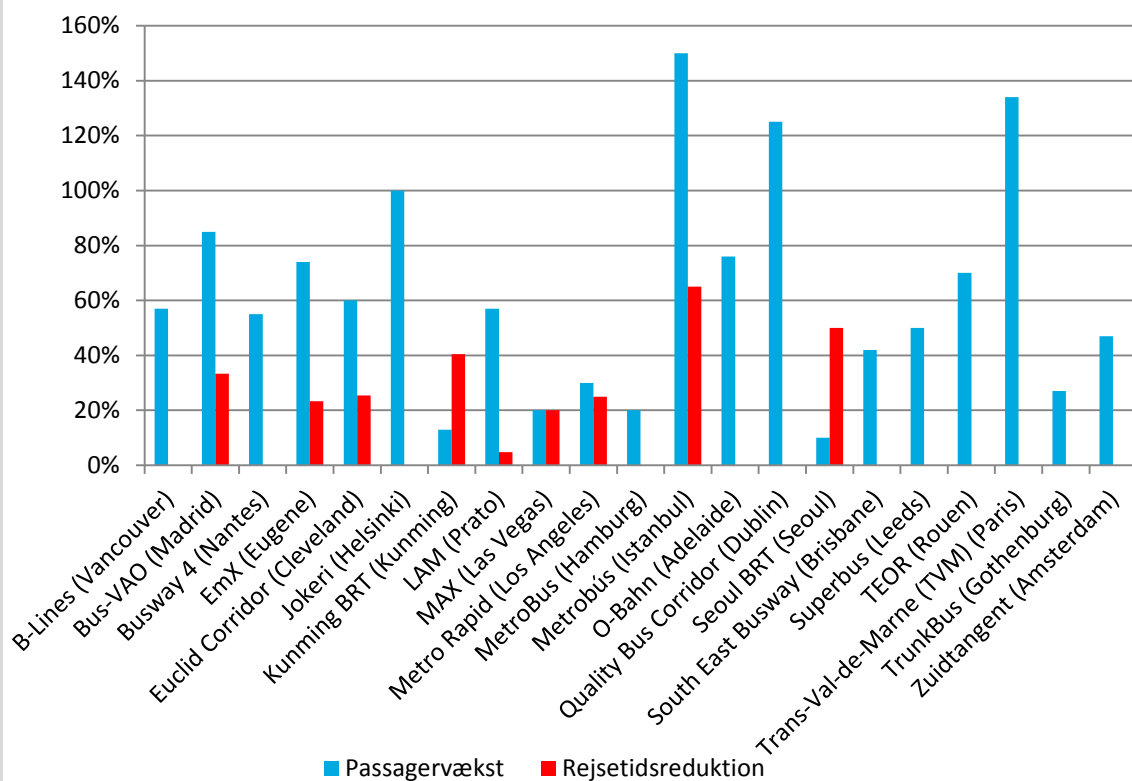
Figur 3-1 Udviklingen i antal byer med BRT i hele verden



Der ses således en klar stigning i antallet af nye byer, hvor letbaner og BRT er blevet implementeret siden midten af 1980'erne. I det følgende er der derfor foretaget en tilsvarende analyse af, hvilke trafikale effekter en række af disse systemer opnåede.

For BRT er én af de klare fordele, at en buslinje forholdsvis let kan opgraderes til højklasset bus i modsætning til letbaner, der kræver større ændringer i infrastrukturen, hvilket også medfører større anlægsomkostninger. Da BRT indeholder en række elementer, der ikke er indbyrdes afhængige, er det let at tilpasse konceptet til den lokale kontekst. Dette er dog ikke en ubetinget fordel for konceptet, idet det gør det let at implementere halve løsninger, hvor der er gået på kompromis med ét eller ofte flere elementer. Der er således store variationer mellem de forskellige systemer rundt omkring i verden. Nogle systemer er blot konventionelle busruter, der er opgraderet med enkelte BRT-elementer, som for eksempel busbaner, signalprioritering eller specielle køretøjer. I andre systemer er der anlagt hele korridorer med fuldstændigt segregerede busveje, veludbyggede stationslignende stoppesteder med billettering på perron, realtidsinformation og signalprioritering på hele strækningen. Den store forskel mellem systemløsninger gør det svært at fastslå generelle effekter af at etablere BRT. Det vil således afhænge af systemets udformning samt graden af forbedring i forhold til den oprindelige løsning. Dette ses tydeligt i Figur 3-2, der viser en oversigt over de trafikale effekter af en række BRT-projekter.

Figur 3-2 Oversigt over trafikale effekter af udvalgte BRT-systemer (Kilde: se referencer, side 49)



Som det ses kan der opnås stor passagervækst ved implementering af BRT, men det varierer meget mellem systemerne. Dette skyldes primært to ting, i) forskellige systemdesign, og ii) lokale forhold. De potentielle effekter af BRT afhænger af, hvorledes systemet implementeres i den lokale kontekst. Det er således forsøgt at sammenligne med den opnåede rejsetidsbesparelse for de systemer, hvor det var muligt at finde sammenlignelige data. For flere af systemerne kunne kun findes kvalitative mål. Disse er listet i Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Kvalitative trafikale effekter for udvalgte BRT-systemer (Kilde: (Heddebaud m.fl. 2010))		
System	Rejsetidsforbedring	Passagertilvækst
Trans-Val-de-Marne, TVM (Paris)	Signifikant	134%
Quality Bus Corridor (Dublin)	Signifikant	125%
Jokeri (Helsinki)	Signifikant	100%
Busway 4 (Nantes)	Moderat	55%
TrunkBus (Göteborg)	Moderat	27%
Metrobus (Hamburg)	Lille	20%

Generelt ses en tendens til, at desto større forbedringerne i korridoren, desto større passagervækst kan forventes. Dette ses således for systemerne i Istanbul, Paris, Dublin og Helsinki, der har opnået de største passagerstigninger. Der ses dog også undtagelser, hvor en relativt stor rejsetidsforbedring i Seoul blot resulterede i en passagertilvækst på 10%, ligesom en relativt lille forbedring gav en stor passagerfremgang i Prato i Italien.



### 3.1.1 Overflytning

De forøgede passagertal dækker også over en vis overflytning fra andre transportformer samt trafikspring. Der er således flere steder observeret, at BRT- og letbanelinjer har tiltrukket brugere, der tidligere benyttede bil. Dette kan ses for udvalgte systemer i Tabel 3-2.

Tabel 3-2 Overflytning fra biltrafik for udvalgte systemer		
System	Overflytning fra biltrafik <sup>2</sup>	Kilde
<b>Metrobús (BRT, Istanbul)</b>	4% (Yazici m.fl., 2013)	
<b>BRT Line 1 (BRT, Beijing)</b>	12% (Deng & Nelson, 2013)	
<b>TransJakarta (BRT, Jakarta)</b>	14% (Ernst, 2005)	
<b>Kent Thameside (BRT, Kent)</b>	19% (Deng & Nelson, 2011)	
<b>Orange Line (BRT, Los Angeles)</b>	19% (Callaghan & Vincent, 2007)	
<b>Nantes BHLS (BRT, Nantes)</b>	29% (Rabuel, 2010)	
<b>Angers Tramway (LRT, Angers)</b>	0% (Olesen, 2014)	
<b>Midland Metro (LRT, Birmingham)</b>	13% (Harper & Bird, 2000)	
<b>Croydon (LRT, Croydon)</b>	19% (Copley m.fl., 2002)	
<b>Metrolink (LRT, Manchester)</b>	21% (Knowles, 1996)	
<b>Blue Line (LRT, Los Angeles)</b>	21% (Lee & Senior, 2013)	
<b>Sheffielt Supertram (LRT, Sheffield)</b>	22% (Lee & Senior, 2013)	
<b>Nantes LRT (LRT, Nantes)</b>	17-37% (Lee & Senior, 2013)	
<b>Blue Line (LRT, San Diego)</b>	30% <sup>3</sup> (Lee & Senior, 2013)	
<b>Orange Line (LRT, San Diego)</b>	50% <sup>3</sup> (Lee & Senior, 2013)	
<b>Gns. 14 europæiske systemer (LRT)</b>	11% (Hass-Klau m.fl., 2003)	
<b>Københavns Metro (Metro)</b>	8-14% (Vuk, 2005)	
<b>BART (Metro, San Francisco)</b>	35% (Richmond, 1991)	

Der ses generelt varierende grader af overflytning fra biltrafik, både for letbaner og for BRT, hvor der for enkelte systemer sker en lille (eller ingen) overflytning, mens andre resulterer i stor overflytning. Det bør dog bemærkes, at flere af tallene dækker over relativt små linjer. Eksempelvis var 22% af passagererne i Sheffield tidligere bilister, men dette skal ses i relation til letbanens samlede markedsandel på 17%, hvorfor der kun er sket en overflytning på knap 4%. Det samme gør sig gældende for San Diego Trolley, hvor 30% af passagererne efter åbningen af den første linje i 1981 var tidligere bilister. I 1990 estimeredes andelen til 50% efter åbningen af den anden linje i samme letbanesystem (Lee & Senior, 2013).

Det kan dog generelt konkluderes, at både BRT- og letbanesystemer i varierende grad har opnået en tilstrækkelig høj attraktivitet til at kunne tiltrække brugere fra andre transportformer herunder tidligere bilister. I eksemplet fra Los Angeles' Orange Line, der blev anlagt i en ny segregeret korridor, var 19% af passagererne tidligere bilister. En passagerundersøgelse viste ligeså stor tilfredshed med BRT-linjen som med letbanen Gold Line, og højere tilfredshed end med letbanen Blue Line. Dette skyldtes formentlig det høje serviceniveau grundet den segregerede infrastruktur (Cain m.fl., 2009). Blue Line opnåede dog også en tilsvarende stor overflytning af passagerer fra biltrafik på 21%, hvilket i absolutte tal er væsentligt større, da linjen betjener tre gange så mange passagerer som Orange Line. Modsat opnåedes ingen nævneværdig overflytning

<sup>2</sup> Beregnet som andelen af passagerer efter åbningen, der tidligere benyttede bil.

<sup>3</sup> Overflytning ifm. pendlingsture til arbejde baseret på transportvaneundersøgelser.

fra biltrafik i Angers. Dette skyldtes formentlig, at letbanen ikke reducerede rejsetiden i forhold til den eksisterende busdrift. I stedet blev letbanen implementeret for at knytte de centrale urbane områder sammen med et højklasset kollektivt transportmiddel (Olesen, 2014). Baseret på disse eksempler kunne det således tyde på, at opgraderingens kvalitet er vigtigere end systemvalget. En direkte sammenligning mellem letbane og BRT er dog svær baseret på ovenstående.

### 3.2 Strategiske effekter

Der findes mange eksempler på, at store infrastrukturprojekter har en positiv effekt på byudviklingen. Dette ses ofte, idet der skabes større tilgængelighed til et område, når transportsystemet forbedres med lavere rejsetider til følge. Derved spares tid og penge, specielt for dem, der bor og arbejder tæt på det nye transportsystem. Dette gør områderne mere attraktive, hvilket manifesterer sig i både højere ejendomspriser for de eksisterende byggerier og mere attraktive områder for nye investorer og ny byudvikling (Deng & Nelson, 2011). I flere tilfælde vil de strategiske effekter ved udbygning af det kollektive netværk være større end de rent trafikale effekter (Al-Dubiki & Mees, 2010). Der er således foretaget et stort antal analyser, hvor det er forsøgt at kvantificere effekter af forskellige transportsystemer på ejendomspriserne. Dog fokuseres der i litteraturen primært på effekten af skinnebåren kollektiv trafik i form af metro og letbaner, mens effekterne af BRT ikke er ligeså veldokumenterede. Tabel 3-3 viser et overblik over resultaterne af en række udvalgte studier af påvirkningen af ejendomspriserne for både BRT, letbaner og metro.

Tabel 3-3 Oversigt over ændringen af ejendomspriserne for udvalgte højklassede kollektiv trafikssystemer			
System	System	Ændring af ejendomspris	Kilde
TEOR (Rouen)	BRT	+10%	(Martínez & Viegas, 2009)
South-East Busway (Brisbane)	BRT	+20%	(Levinson m.fl., 2003a)
East Busway (Pittsburgh, USA)	BRT	+16%	(Perk m.fl., 2010)
TransMilenio (Bogotá)	BRT	+11-13%	(Perdomo Calvo m.fl., 2007), (Rodríguez & Targa, 2004)
BRT Line 1 (Beijing)	BRT	0	(Ma m.fl., 2014)
Guangzhou BRT (Guangzhou)	BRT	+30%	(Suzuki m.fl., 2013)
Seoul BRT (Seoul)	BRT	+5-10%	(Cervero & Kang, 2011)
Tramlink (Croydon, UK)	LRT	>0	(ATISREAL m.fl., 2004)
Metrolink light rail (Manchester, UK)	LRT	0	(Martínez & Viegas, 2009)
Docklands (London, UK)	LRT	>0	(Martínez & Viegas, 2009)
Supertram (Sheffield, UK)	LRT	0	(Dabinett m.fl., 1999)
Bybanen (LRT, Bergen)	LRT	4%	(Fredriksen, 2013)
Buffalo Metro Rail (Buffalo, USA)	LRT	+2-5%	(Hess & Almeida, 2007)
DART (Dallas, USA)	LRT	+10-25%	(Weinstein & Clower, 2002)
Metro Light Rail (Phoenix, USA)	LRT	+25%	(Golub m.fl., 2012)
Eastside MAX (Portland, USA)	LRT	+0-10.6%	(Al-Mosaind m.fl., 1993),
Sacramento RT Light Rail (Sacramento, USA)	LRT	0	(Chen m.fl., 1998)
San Diego Trolley (San Diego, USA)	LRT	+0-17.3%	(Landis m.fl., 1995).
Metrolink (St. Louis, USA)	LRT	+32%	(Cervero & Duncan, 2002a)
Copenhagen Metro	Metro/HRT	+3.8%	(Martínez & Viegas, 2009)
Belfast suburban rail (Belfast)	Metro/HRT	+8%	(Kolstrup, 2006)

<b>Helsinki metro (Helsinki)</b>	Metro/HRT	+8%	(Adair m.fl., 2000)
<b>Metrolink suburban rail (Manchester, UK)</b>	Metro/HRT	-6%	(Hack, 2002)
<b>Jubilee Line Extension (London, UK)</b>	Metro/HRT	>0	(Forrest m.fl., 1996)
<b>Crossrail (London, UK)</b>	Metro/HRT	>0	(Martínez & Viegas, 2009)
<b>Guangzhou Metro (Guangzhou)</b>	Metro/HRT	>0	(Martínez & Viegas, 2009)
<b>Seoul Subway (Seoul)</b>	Metro/HRT	+9%	(Salon m.fl., 2014)
<b>Toronto Rapid Transit (Toronto)</b>	Metro/HRT	+20%	(Bae m.fl., 2003)
<b>MARTA (Atlanta, USA)</b>	Metro/HRT	+/-	(Hack, 2002)
<b>MBTA (Boston, USA)</b>	Metro/HRT	+6-10%	(Bollinger & Ihlanfeldt, 1997)
<b>Midway line (Chicago, USA)</b>	Metro/HRT	+17%	(Armstrong & Robert, 1994)
<b>Metra (Chicago, USA)</b>	Metro/HRT	+20%	(McDonald & Osuji, 1995)
<b>Miami metrorail (Miami, USA)</b>	Metro/HRT	0	(Lin, 2002)
<b>SEPTA (Philadelphia, USA)</b>	Metro/HRT	+3.8%	(Gatzlaff & Smith, 1993)
<b>PATCO (Philadelphia, USA)</b>	Metro/HRT	+10%	(Voith, 1991)
<b>Lindenwold line (Philadelphia, USA)</b>	Metro/HRT	Op til 8%	(Voith, 1991)
<b>Coaster (San Diego, USA)</b>	Metro/HRT	-7.1%	(Voith, 1993)
<b>Caltrain (San Francisco, USA)</b>	Metro/HRT	0	(Cervero & Duncan, 2002a)
<b>BART (San Francisco, USA)</b>	Metro/HRT	+0-4%	(Landis m.fl., 1995)
<b>Tyne and Wear Metro (Newcastle, UK)</b>	Metro/HRT	+2%	(Landis m.fl., 1994), (Landis m.fl., 1995), (Dueker & Bianco, 1999)

Der ses store forskelle mellem de listede projekter, hvilket skyldes flere forhold. For det første er der ingen generel metode for, hvordan ændring i ejendomspriser beregnes (Banister & Thurstain-Goodwin, 2011). De forskellige studier anvender således flere forskellige analysemetoder samt datakilder (Munoz-Raskin, 2010). Eksempelvis anvendes forskellige grænser for, hvornår en ejendom er beliggende tæt på en station. Generelt vurderes effektområdet dog at være indenfor ca. 1000 meter for boliger og indenfor 400 meter for erhvervsjendomme såsom butikker og kontorer (Banister & Thurstain-Goodwin, 2011). Der er dog stor variation i dette, hvor nogle studier analyserer boliger indenfor 200-400 meter (Hess & Almeida, 2007), mens andre undersøger ejendomme indenfor 1000 meter (Rodríguez & Mojica, 2009), eller blot angiver, at boligen ligger indenfor et byområde, der er stationsbetjent (Voith 1993 og Armstrong & Rodríguez, 2006). For det andet er det svært at sammenligne projekter, da de afhænger meget af de lokale forhold (Martínez & Viegas, 2009). For hvert enkelt projekt gælder forskellige lokale forudsætninger og rammer, der har stor indflydelse på de opnåede effekter. Generelt vil det dog være gældende, at en større forbedring af den kollektive trafik alt andet lige vil betyde større ændringer i ejendomspriserne (Pagliara & Papa, 2011).

Der ses også flere steder store lokale forskelle. I San Diego kunne man påvise en signifikant højere salgspris for boliger indenfor gangafstand af en letbanestation på mellem 4% og 17% afhængig af, hvilken korridor boligen lå i (Cervero & Duncan, 2002a). I en enkelt af korridorerne kunne der ikke påvises en sammenhæng mellem pris og afstand til stationen. Dette går igen i et tilsvarende studie af effekterne af forskellige systemer i Los Angeles (Cervero & Duncan, 2002b). Her findes meget forskellige resultater afhængig af ejendomstype (hus, lejlighed, kommerciel ejendom) og stationstype (bus, metro, letbane). Samme resultater fandt man i forbindelse med implementeringen af letbanesystemet i Phoenix, hvor resultaterne i høj grad hang af beboelsestype (Golub m.fl., 2012). I Philadelphia ses også væsentligt forskellige effekter for forskellige netværk, idet ejendomspriserne for ejendomme tæt ved PATCO-stationer er 10% højere, mens dem tæt

ved SEPTA-stationer kun er 4% højere end sammenlignelige ejendomme. Dette blev forklaret af flere faktorer, herunder at PATCO leverede en bedre rejsetid ift. bil end SEPTA (Voith, 1991).

For flere af systemerne viste analyserne, at effekterne optrådte allerede inden systemet var færdigt. Prisstigningerne skete således på baggrund af en forhåbning om forbedret tilgængelighed. Dette blev observeret ved anlæggelsen af jernbanelinjen mellem Chicago og Midway-lufthavnen, hvor ejendomspriserne steg 17% indenfor 800 meter fra de kommende stationer. Dette blev observeret tre år, før forbindelsen åbnede (McDonald & Osuji, 1995).

Udover de nævnte projekter i Tabel 3-3 er der mange andre eksempler på projekter, hvor der generelt ses en signifikant tendens til faldende ejendomspriser ved tiltagende afstand til nærmeste station. Denne tendens er dog ikke gældende for alle afstande. Specielt ses en del studier, hvor der er en direkte negativ effekt indenfor meget kort afstand af stationen (Landis m.fl., 1994, Brandt & Maennig, 2011, Debrezion m.fl., 2006 & Chen m.fl., 1998). Dette skyldes formentlig øgede støjgener, og i nogen grad højere kriminalitet. I Phoenix blev denne sammenhæng undersøgt, idet kortere afstand til letbanestationer gav højere ejendomspriser, hvorimod kortere afstand til letbanelinjen gav lavere ejendomspriser (Golub m.fl., 2012). Også for BRT-systemer er denne effekt observeret. I Guangzhou faldt ejendomspriserne indenfor 1000 meter fra BRT-stationerne, mens de steg for ejendomme mere end 1000 meter fra stationerne. Denne tendens fandt man ikke for metrostationer, hvilket i høj grad dækker over støjgener og trængselsproblemer (Salon m.fl., 2014). For TransMilenio i Bogotá fandt man dog ikke en sådan effekt (Munoz-Raskin, 2010). Her observeredes højere ejendomspriser indenfor 250 meter fra BRT-stationer end i bæltet 250-500 meter fra stationer.

Flere af de undersøgte BRT-systemer viser en relativ stor effekt med ejendomsprisstigninger på op til 20-30%, bl.a. i Brisbane i Australien. Denne store stigning i Brisbane skete på baggrund af en stor opgradering, hvor der blev bygget en fuldstændigt segregeret busvej i en hel korridor fra centrum mod universitetet sydøst for byen. Dette medførte en reduktion i rejsetid på over 30% (Currie, 2006). I tiden efter anlægget åbnede, steg ejendomspriserne i korridoren 2-3 gange hurtigere end tilsvarende ejendomme, og priserne for beboelsesejendomme indenfor gangafstand af buskorridoren var efter åbningen 20% højere end andre sammenlignelige ejendomme (Levinson m.fl., 2003b).

I Bogotá oplevede man en stigning på 13-14% i priserne for beboelsesejendomme, der lå indenfor 1000 meter fra TransMilenio-systemet, efter en udvidelse af netværket blev åbnet (Rodríguez & Mojica, 2009). En mindre effekt blev observeret i Seoul, idet beboelsesejendomme indenfor 300 meter fra den nye BRT-strækning steg 5-10% efter strækningen åbnede (Cervero & Kang, 2011). Derudover fandt samme studie, at erhvervsnejendomme indenfor 150 meter fra stationer steg med op til 26%. I Philadelphia fandt (Perk m.fl., 2010), at East Busway BRT havde en signifikant positiv påvirkning på huspriserne, og at effekten af nærhed til BRT-stationerne var større end effekten af nærhed til letbanestationer.

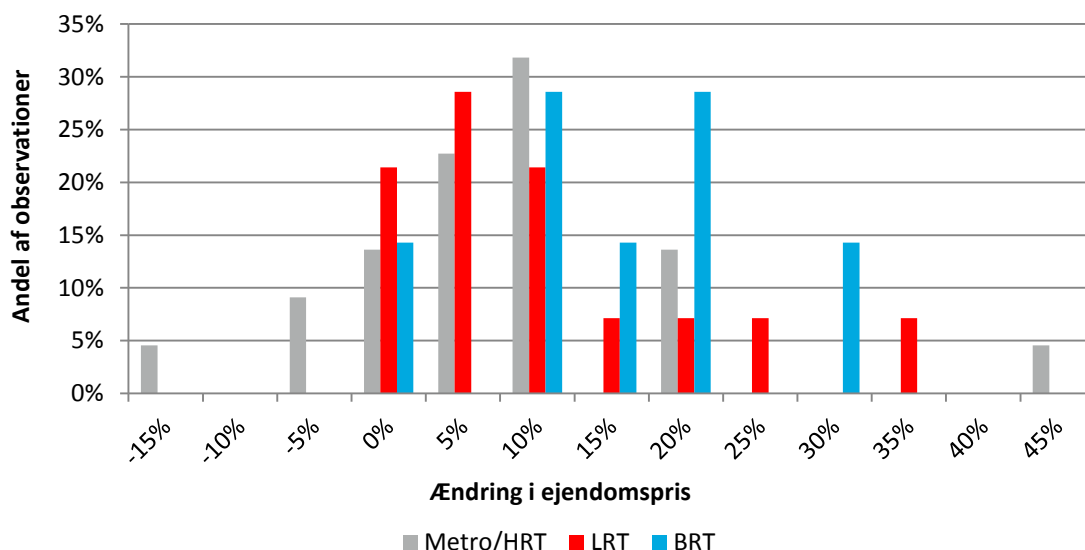
Andre studier har sammenlignet effekterne opnået ved hhv. BRT, letbaner og metro. Debrezion m.fl. (2007) fandt ved at sammenligne 73 kollektive trafiksystemer, at ejendomme beliggende indenfor 400 meter af såkaldte *commuter rail*-stationer havde 14,1% højere ejendomspriser. Til gengæld fandt man ikke nogen signifikant forskel for ejendomme, der lå tæt på letbaner og BRT. Derudover fandt samme studie, at effekten på ejendomspriser var større for erhvervsnejendomme end for beboelsesejendomme, når ejendommen lå indenfor 400 meter fra en station. Omvendt var effekten højere for beboelsesejendomme beliggende længere end 400 meter fra stationen. I Beijing blev effekterne for den nyligt anlagte BRT-linje, Line 1, sammenlignet med effekterne af metroen (Ma m.fl., 2014). Her fandt man, at ejendomspriserne var 5% højere for ejendomme tæt ved metrostationer (indenfor 800 meter), mens der ikke kunne påvises en signifikant effekt ved at ligge

tæt på BRT-stationer. I Guangzhou kunne man delvist se en effekt for ejendomme lokaliseret tæt på BRT-stationer, men effekten var ikke nær så stor som for ejendomme tæt på metroen (Salon m.fl., 2014). Dette kan både skyldes, at metroen er mere attraktiv, men også, at stationsområderne ved metroen har flere butikker, hvilket i sig selv er attraktivt. Generelt fandt man de største effekter, hvor rejsetidsgevinsten var størst.

Generelt er der ligeledes en tendens til, at effekten er størst i lavindkomstområder, mens højindkomstområder ikke oplever samme værdistigning (Salon m.fl., 2014). Dette skyldes formentlig, at beboere i disse områder ikke anvender den kollektive trafik i samme omfang som lavindkomstgrupper, hvor bilejerskabet generelt er lavere. Dette er dog ikke entydigt, idet der i Buffalo, USA, er observeret en modsat effekt (Hess & Almeida, 2007). Her oplevede højindkomstområder en positiv effekt som følge af letbanesystemet, mens lavindkomstområder oplevede en negativ effekt.

Baseret på de mange studier er det forsøgt at udarbejde en oversigt over de opnåede effekter på ejendomspriserne for hhv. BRT-systemer, letbaner og metro/bybaner. Dette er vist som histogram i Figur 3-3.

Figur 3-3 Tæthedsfunktion over ændring i ejendomspriser for udvalgte systemer (Kilde: se referencer, side 49)



Bemærk, at grafen kun viser udvalgte resultater fra Tabel 3-3, idet mange studier blot konkluderer, hvorvidt der kan måles en signifikant effekt eller ej. Disse studier er således ikke medtaget i ovenstående histogram. Derudover er der som nævnt generelt store forskelle mellem projekterne. Der er derfor en betydelig usikkerhed forbundet med at konkludere direkte på histogrammet alene.

Det bemærkes, at flere af studierne har fundet faldende ejendomspriser for enkelte banesystemer. I Manchester var effekten et fald på 6%, hvilket formentlig skyldtes, at den gennemsnitlige afstand til stationer i hele analyseområdet var 1.36 kilometer. Der var således i forvejen mange, der havde adgang til stationer (Forrest m.fl., 1996). Tilsvarende fandt man i San Diego et fald på 7%, hvilket forklares med et meget lavt passagertal i en korridor, hvor gennemsnitsindkomsten generelt var meget høj. Systemet blev således ikke opfattet som attraktivt for borgerne i korridoren (Cervero & Duncan, 2002a). I Atlanta fandt man op til 19% lavere ejendomspriser indenfor 400 meter fra MARTA-stationer. Til gengæld var priserne højest i områder beliggende 1-3 miles fra stationerne, hvilket formentlig skyldtes, at de negative eksternaliteter i form af støj og kriminalitet tæt på stationerne vejede tungere end systemets attraktivitet (Bowes & Ihlanfeldt, 2001).

Generelt viser resultaterne, at store strategiske effekter ikke er begrænset til banebaserede kollektive transportsystemer. Der ses både projekter med store stigninger i ejendomspriserne, mens en betydelig del af projekterne ikke påvirker ejendomspriserne signifikant. Dette gælder uafhængigt af alle tre systemvalg. På baggrund af disse simple nøgletal kan der således ikke drages generelle konklusioner om forskellen mellem de tre systemvalgs indflydelse på ejendomsmarkedet.

### 3.3 Udvalgte eksempler på byudvikling

I forbindelse med store kollektive transportprojekter er der ofte fokus på byudvikling ved stationerne. Denne byudvikling sker ofte med afsæt i de opnåede rejsetidsgevinster og deraf følgende mere attraktive stationsområder. Som angivet i forrige afsnit, er stigninger i ejendomspriser ikke udelukkende associeret til banebaserede kollektive trafiksystemer. Der er således mulighed for at sikre byudvikling i forbindelse med BRT. Alligevel er der ikke mange eksempler på byudvikling i forbindelse med BRT i Europa og Asien (Deng & Nelson, 2011 & Cervero, 2013).

De stærkeste eksempler på byudvikling ved busbetjente korridorer er formentlig Curitiba og Ottawa. I Curitiba blev BRT-systemet en stor succes, idet 45% af lange ture, der ikke foretages til fods eller på cykel, foretages med BRT-systemet (Cervero & Dai, 2014). Her blev byudviklingen sikret gennem planlove, der dikterede, at byudviklingen skulle ske langs BRT-korridorerne (Cervero, 1998). Dette gjorde, at systemet ikke blot blev implementeret som et virkemiddel til at forbedre trafikken i byen, men rettere som en mulighed for at forme byudviklingen i en mere bæredygtig retning. I Ottawa skete ligeledes stor byudvikling i forbindelse med implementeringen af BRT-systemet Transitway. Systemets store succes medførte, at byudviklingen blev koncentreret langs busvejene, og den største økonomiske effekt var netop byudviklingen, der blev anslået til over tre milliarder kroner (Levinson m.fl., 2003b). Næsten tilsvarende stort investeringsniveau blev opnået som følge af BRT-linjen i Pittsburgh, hvor der blev ombygget og nybygget for over to milliarder kroner i forbindelse med stationerne langs East Busway (Levinson m.fl., 2003a). I Boston resulterede implementeringen af Silver Line i en fortætning i nærhed af BRT-linjen, idet matriklerne i korridoren i stort omfang blev omdannet til lejlighedskomplekser (Perk m.fl., 2012). Korridoren blev samlet byudviklet for over en halv milliard kroner (Stokenberga, 2014). Også i forbindelse med Orange Line i Los Angeles er der sket byudvikling nær stationerne grundet den væsentligt forbedrede rejsetid og generelt høje attraktivitet systemet fik efter indvielsen (Callaghan & Vincent, 2007). Derudover er der opnået en vis byudvikling i forbindelse med BRT-linjen i Seoul (Cervero & Kang, 2011). Her blev områderne omkring BRT-stationer udviklet, og der skete en fortætning af boliger fra en-familieshuse til lejligheder. Det blev vurderet, at markant forbedret rejsetid og regularitet er vigtigere parametre for potentiel byudvikling end hvilket system der implementeres. Der kan således opnås tilsvarende byudvikling ved BRT, som ved banebaserede systemer, såfremt man indtænker byudviklingen så tidligt som muligt i planlægningen af stationsområder (Levinson m.fl., 2002).

Andre BRT-systemer har ikke opnået de samme effekter. I Ahmedabad i Pakistan og Bogotá i Columbia blev der ikke observeret nogen signifikant byudviklingseffekt (Cervero & Dai 2014). Dette på trods af, at TransMilenio i Bogotá er et af verdens mest avancerede BRT-systemer med stor udstrækning og høje passagertal. For disse to byer blev den væsentligste årsag vurderet til at være de dårlige stationsforhold. I anlægsfasen blev der fokuseret mere på at skabe et billigt og hurtigt system, hvilket ikke harmonerer med udviklingen af stationsområderne. Ofte placeres stationerne i midten af store veje for derved at sikre højest mulig rejsehastighed til billigst mulige pris. Dette skaber dårlig tilgængelighed for fodgængere, hvilket bevirker, at systemet og områder ikke opleves attraktivt. Dette underbygges af andre analyser fra Bogotá, der viste, at attributter som fortove og sikre overgange for fodgængere blev tillagt stor værdi af passagererne i systemet. Stationer med lette adgangsveje havde signifikant flere passagerer end andre stationer (Estupiñán & Rodríguez

2008). Disse forhold er derfor vigtige at indtænke i planlægningsfasen af kollektive trafikprojekter, specielt for BRT-systemer, hvor udfordringen med at skabe potentiale for byudvikling er væsentligt større end for en metro, der ikke fylder i gadebilledet.

### 3.4 Afrunding

Analyserne viser ingen generelle resultater, der kan overføres direkte til nye projekter, hvad enten der implementeres BRT-linjer, letbaner eller metro. Resultaterne afhænger af systemet og i hvor høj grad det forbedrer den eksisterende situation og konkurrencen med biltrafikken, samt hvordan systemet specifikt implementeres i den lokale kontekst. Dette inkluderer i hvor høj grad anlægget fremtræder permanent, så investorer har større sikkerhed for deres investering i området.

Der ser dog ud til også at kunne ske strategiske effekter ved implementering af BRT, ligesom det er observeret for en række letbaner og metroer. For at opnå dette viser erfaringerne, at det er vigtigt, at der sker en markant forbedring i forhold til basissituationen for at systemet opfattes som mere attraktivt end almindelig busdrift. Ydermere er det vigtigt, at sikre god tilgængelighed til stationsområderne for at opnå positive strategiske effekter i form af byudvikling og forhøjede ejendomspriser. Korte rejsetider og forbedrede byrum kan for BRT dog være svært at kombinere, idet et højklasset BRT-system fylder meget i gaderummet. De største effekter i form af rejsetider og passagerfremgang er således sket steder, hvor BRT-linjen kører segregeret, f.eks. i midten af en stor vej. En sådan udformning af systemet gør det svært at skabe attraktive byrum med udgangspunkt i BRT-stationerne grundet den store indgriben i byrummet i forhold til etablering af eksempelvis underjordiske metrosystemer. Dette bekræftes af flere analyser, der viser faldende ejendomspriser i umiddelbar nærhed af BRT-stationer, idet gevinsterne ved den forøgede mobilitet ikke opvejer de negative eksternaliteter i form af støj, barrierer, mv. For at skabe et succesfyldt BRT-system er det således afgørende både at indtænke, hvordan der opnås store trafikale gevinster, men i ligeså høj grad at sørge for at skabe et attraktivt og tilgængeligt miljø omkring stationerne.

## 4 Tidsværdistudier

Der er i de senere år gennemført en række studier på nationalt niveau, der har søgt at afdække forskellige karakteristika, der har betydning for brugen af stationer og stop. Studierne undersøgte vha. både stated preference (SP) og revealed preference (RP) data for rejsende og betydningen af rejsetid fordelt på forskellige niveauer. Her blev der f.eks. lagt vægt på at undersøge forskellene mellem køretid (i forskellige transportmidler), gangtid ved skift (evt. på forskellige stop/stationer), til- og frabringertid og frekvens. Et enkelt studie undersøgte ligeledes i detaljer betydningen af udformningen af stop/stationer for de rejsendes valg.

I det følgende gennemgås de fundne studier, herunder valget af undersøgte attributter, de estimerede værdier samt sammenligning med andre studier.

I litteraturen er der peget på et stort antal faktorer, der kan være medbestemmende for de valg rejsende foretager i netværket. De danske studier, som præsenteres i dette afsnit, undersøger de rejsendes præferencer, enten gennem revealed preference, som er de rejsendes faktiske valg, eller gennem stated preference, hvor personer stilles overfor en række valg i konstruerede test. Ud fra begge typer undersøgelser er det muligt at bestemme værdier for de undersøgte faktorer ved at sammenligne valgte og fravalgte alternativer. De fravalgte alternativer kommer direkte af de konstruerede tests og kan udledes fra de faktiske valg ved at bestemme hvilke andre alternativer den rejsende havde til rådighed.

### 4.1 Turattributter

En rejse i den kollektive trafik kan beskrives vha. et antal delelementer, som hver kan have betydning for den rejsende og dennes valg af rute gennem netværket. Det antages, at den rejsende har besluttet sig for at rejse med kollektiv transport, og det er altså brugen af transportmidler, attraktiviteten af stationer og terminaler, med videre der undersøges.

I Tabel 4-1 præsenteres en liste over rejsetidskomponenter fra forskellige nationale forskningsprojekter. Alle projekterne kigger på rejsetid i transportmidlet og adgang til netværket (gang/cykeltid til/fra station/stop). Alle projekterne undersøger desuden en eller flere faktorer i forbindelse med skift mellem to transportmidler i det kollektive netværk. I kilderne estimeres en værdi for hver af de givne parametre. Dette gøres ved at opstille en række nyttefunktioner, hvor de parametre der antages at have betydning for den rejsendes valg inkluderes. Ved at sammenligne det faktiske valg med de fravalgte alternativer og antage at den rejsende vælger det alternativ, der giver den højeste nytte, er det muligt at estimere vægningen af de enkelte parametre, når stikprøven er tilpas stor.

Tabellen er lavet således at de estimerede værdier, for hver af de i kilden undersøgte parametre, er skaleret til den estimerede værdi for rejsetiden i et givent transportmiddel. Det søges at skalere til busrejsetid, hvis en sådan er estimeret i kilden. Det er herigennem til en vis grad muligt at sammenligne på tværs af kilderne, da de estimerede værdier er skaleret efter samme parameter. Værdierne i tabellen kan læses således at en værdi på 2,0 (for til-/frabringertid i Dyrberg & Christensen, 2015) svarer til at et minuts gang til en station svarer til 2 minutters rejsetid i en bus. For den rejsende svarer 1 minuts gang altså til 2 minutter i bus, og vil derfor rejse 2 minutter ekstra i bus for at spare et minuts gang. Omvendt betyder værdien 0,5 for metro køretid at den rejsende opfatter et minut i metroen som  $\frac{1}{2}$  minut i bus og altså kun vil bruge 0,5 minutter ekstra i bus for at spare 1 minut i metroen (foretrækker metroen).



Det er muligt, at de forskellige rejsetidskomponenter opfattes forskelligt af forskellige rejsende. I Tabel 4-1 kan derfor ses at nogle af kilderne estimerer forskellige værdier for forskellige trafikantgrupper. Der ses på rejseformål inddelt i pendlere/erhvervsrejsende og fritidsrejsende i Nielsen & Johansen (2012), Anderson m.fl. (2014) samt Dyrberg & Christensen (2015).

#### 4.1.1 Til- og frabringertid

Den første og sidste del af en tur med kollektiv transport vil altid være med gang eller cykel, når turen betragtes på adresseniveau. Afstanden eller tiden der bruges på at komme til første stop/station, kan være en væsentlig del af den samlede tur og opfattes som en gene, der forsøges minimeret. Senere i denne rapport undersøges forskellige mål for adgangen til stop og stationer, men i denne litteraturgennemgang ses udelukkende på den faktiske tid/afstand den rejsende tilbagelægger i netværket.

For at komme fra et startpunkt (f.eks. hjemmet) til det kollektive netværk (første busstop eller station) betragtes her de benyttede antal minutter, og Tabel 4-1 viser en vægtning af til-/frabringertid på 1,0-3,2 busminutter. De fleste modeller peger altså på, at den tid det tager at gå til det første og fra det sidste stop, er mindst lige så generende som selve køretiden (i bus), og i mange af modellerne opfattes gang-/cykeltid som en større gene end køretiden. Opdelt på turformål er det ifølge tabellen fritidsrejsende, der oplever den største gene ved til-/frabringertid.

Den oplevede gene ved til-/frabringertid har alt andet lige betydning valget af stop/station, og det tyder på, at de tidligere estimerede værdier kan være betydende også for størrelsen af stationsoplandet. I de senere analyser, i denne rapport, undersøges ikke den reelle til-/frabringertid men i stedet afstanden til stop/station.

#### 4.1.2 Køretid i transportmiddel

Køretiden er her defineret, som den faktiske tid den rejsende opholder sig i transportmidlet mellem afgang fra første stop/station til afstigning ved sidste stop/station. På en rejse med skift undervejs vil rejsetiden således være en sum af rejsetiden i de benyttede transportmidler. I hovedparten af de undersøgte kilder opdeles rejsetiden ligeledes på forskellige transportmidler nemlig bus, metro, S-tog, lokaltog samt regional-/IC-tog. Det ses at bussen, er det mindst foretrukne transportmiddel, da de skalerede værdier af køretid i andre transportmidler er lavere end 1. To kilder opdeler dog rejsetid i regionaltog og IC-tog i hhv. rejsetid for ture under og over 20 km. Dette skyldes, at de rejsende ikke ser regional- og IC-tog som et reelt alternativ på de korte ture i Hovedstadsområdet. Det er meget sandsynligt, at dette skyldes andre faktorer end selve rejsetiden f.eks. adgangen til stationerne. Sammenlignes de skinnnebårne transportmidler indbyrdes ses det i flere modeller, at rejsende foretrækker metro og har ca. samme præference for S-tog og lokaltog.

Resultaterne peger derfor på, at der er en dispræference for bus. Denne kan skyldes, at de rejsende opfatter busser som havende lavere komfort (herunder siddekomfort, kørekomfort), dårligere regularitet, mindre attraktive venteområder og meget andet. Undersøgelserne viser således, at den såkaldte skinnnefaktor træder igennem i de estimerede modeller, da de rejsende foretrækker at rejse med skinnnebårne offentlige transportmidler fremfor busser.

Idet opfattelsen af køretid, og dermed attraktiviteten, er forskellig for forskellige transportmidler, er det sandsynligt, at der også er forskel på, hvilken betydningen det har for de rejsende, at et stop/en station er betjent af en given type transportmiddel.

Tabel 4-1 Substitutionsrater for rejsetidskomponenter, relateret til busminutter

Parameter/turformål	Fosgerau m.fl. (2007a)				Fosgerau m.fl. (2007b)		Nielsen & Johansen (2012)			Anderson m.fl. (2014)		Dyrberg & Christensen (2015)			
	Bus	Metro	S-tog	Tog	Metro	Tog	Pendler	Erhverv	Fritid	Pendler /erhverv	Fritid	Pendler /erhverv	Fritid		
Caseområde	Danmark				Danmark		Danmark			Hovedstadsområdet		Hovedstadsområdet			
Type	SP				SP		RP			RP		RP			
Tid															
Til- og frabringetid	1,8	1,3	1,3	1,3	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	2,5	3,2	2,0	2,3		
Skjult ventetid	0,5	1,3	0,9	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	-	-	-	-		
Køretid	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
(skaleret til transportmiddel)	(bus)	(metro)	(S-tog)	(tog)	(bus)	(bus)	(bus)	(bus)	(bus)	(bus)	(bus)	(bus)	(bus)		
Køretid Bus					1,0										
Køretid Metro					0,8		0,8		0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4
Køretid S-tog					0,8		0,8		0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,9	0,9
Køretid Lokaltog									0,9	0,9	0,9	0,8	0,5	0,9	0,8
Køretid Regional/IC tog															
Alle					0,8		0,8		0,9	0,9	0,9				
<20 km												1,3	1,4	1,6	2,0
>20 km												0,6	0,6	0,7	0,9
Frekvens < 6 min												1,7	2,9	0,6	0,6
Frekvens > 6 min												0,3	0,4	0,4	0,5
<b>Skift</b>															
Gangtid ved skift	2,0	2,5	1,9	1,4	1,1	1,4	1,1	1,0	1,1	0,9	1,5	0,6	1,0		
Ventetid ved skift	2,0	2,5	1,9	1,4	1,1	1,4	1,1	1,0	1,1	0,5	0,8	-Se Tabel 4-3-			
Antal skift	12,2	1,6	5,2	12,9	8,5	5,5	4,0	4,0	6,0	7,2-17,1	12,3-23,5				
Andre parametre ved skift												-Se Tabel 4-2-		-Se Tabel 4-3-	

### 4.1.3 Frekvens

Også frekvensen af transportmidlerne på en given rute viser sig at have betydning for de rejsendes valg. Når der er tale om en tur med skift undervejs, kan frekvensen opgøres på flere måder. I de to modeller, der henvises til i Tabel 4-1, er frekvensen defineret som den laveste frekvens af et transportmiddel på den givne rute. Dette vil ofte være en (gul) bus eller et regional-/IC-tog. Transportmidlet med den laveste frekvens er bestemmende for rejsen, da der ikke kan tages fuld udnyttelse af et højfrekvent transportmiddel først på rejsen, hvis der skal skiftes til et lavfrekvent som anden del af rejsen. I et sådan tilfælde vil den rejsende ofte (om muligt) forsøge at tilpasse den første del af turen med skiftet undervejs og altså planlægge sin tur efter den dårligst betjente linje.

I de to modeller er frekvensen opdelt ved seks minutter, der ved test i Anderson m.fl. (2013) viste sig som en fornuftig opdeling. De seks minutter svarer til Movia's praksis med ikke at vise køreplaner for linjer betjent oftere end hvert 5-7 minut. Ved så høje frekvenser indikerer tidligere undersøgelser, at de rejsende ankommer tilfældigt til stoppestedet/stationen, hvorimod der ved linjer med f.eks. 20 minutters betjening ses et ankomstmønster tilpasset den annoncerede køreplan. Zølner (2015) lavede bl.a. en undersøgelse af ankomstmønsteret til Lokalbanerne på Hillerød station, der bekræfter dette mønster.

Frekvensen af en given linje har altså betydning for rutevalget, og det undersøges i denne rapport hvilken betydning frekvensen af betjeningen har for et stop/station.

## 4.2 Faktorer i forbindelse med skift

Et skift i den kollektive transport kan både foregå mellem to linjer af samme service (f.eks. to S-tog) eller mellem forskellige services (f.eks. bus og S-tog). Den refererede litteratur har i alle tilfælde medtaget både målbare gener ved skiftet (f.eks. gangtid og ventetid) samt en skiftestraf. Der er her tale om den gene der opleves ved selve det at foretage et skift, og som kommer oveni genen målt i tid. Dette betyder, at der er en ulempe forbundet med både gangtid, ventetid og selve skiftet.

Selve gangtiden afhænger af designet af stationen eller terminalen, som skiftet foretages på og kan være 0, hvis der skiftes til tog på samme perron eller bus der betjener det samme stop. Ventetiden afhænger af, hvor godt køreplanen hænger sammen for den givne rejseforbindelse. Optimalt vil skiftetiden ifølge køreplanen svare til den tid, det tager at gå mellem de to stop. Undersøgelser i Anderson (2013) peger dog på, at rejsende foretrækker skift med en vis buffer, altså mere tid til at foretage skiftet end der egentlig behøves. Dette kan skyldes en forventning om eller nervøsitet for irregularitet i netværket, da selv en lille forsinkelse kan forårsage tab af forbindelse ved lav skiftetid.

Tabel 4-1 rapporterer værdier for gangtid ved skift på mellem 0,9-1,5 busminutter (dog op til 2,5 metrominutter). Værdierne ligger tæt på 1, hvilket betyder, at gangminutter typisk opfattes som busminutter, og den rejsende vil rejse et minut længere i bus for at undgå et minuts gang ved skift. Gang- og ventetid er estimeret som værende ens i de tre ældste kilder. Anderson m.fl. (2014) viste, at ventetiden opfattes som en mindre ulempe end gangtiden og dermed også min-

dre end buskøretid. Den rejsende vil altså hellere vente et minut ved et stop/station end køre et minut i bus. Det er dog værd at bemærke, at gang og ventetid ved skift aldrig vil forekomme uden selve skiftetraffen og et minuts ventetid eller gangtid ved skift, vil derfor ikke kunne stå alene. Skiftetraffen (refereret til som antal skift i tabellen) er en straf pr. skift og relateret til busminutter. Straffen svarer i den refererede litteratur til mellem 4,0 og 23,5 busminutter (dog ned til 1,6 metrominutter). Hvis en rejsende skifter direkte fra et transportmiddel til et andet, vil ulempen altså svare til minimum fire minutter i bus. De høje værdier i Anderson m.fl. (2014) er forklaret nærmere i Tabel 4-2. I denne undersøgelse blev skiftene opdelt efter, hvilke transportmidler der skiftes fra og til. Tabellen viser, hvorledes de rejsende foretrækker skift til tog (da ulempen her svarer til det laveste antal busminutter) og et skift mellem to busser er dobbelt så stor en ulempe som at skifte mellem to tog. Fritidsrejsende opfatter alle slags skift som værende værre (i forhold til busminutter) end pendlere og erhvervsrejsende opfatter dem. Som det ses er der kun opdelt på bus og tog, hvor tog inkluderer alle skinnede transportmidler. Det er muligt, at der ved at inddrage yderligere detaljer kan opnås yderligere viden om ulemperne ved forskellige typer skift.

**Tabel 4-2 Substitutionsrater for skift, relateret til busminutter, specifikke for Anderson m.fl. (2014)**

Parameter/turformål	Pendler /erhverv	Fritid
<b>Antal skift</b>		
Bus → Bus	17,1	23,5
Bus → Tog	12,7	17,2
Tog → Bus	14,2	18,6
Tog → Tog	7,2	12,3

En yderligere detaljeret undersøgelse af attributterne ved skift er lavet af Dyrberg & Christensen (2015) og rapporteret i Tabel 4-3. I afhandlingen undersøges fire komponenter af et skift i kollektiv transport (sammen med de andre komponenter rapporteret i Tabel 4-1). Det drejer sig om hhv. information ved skift, butikker ved skiftet, ventetid efter forhold samt niveauskifte i skiftet. Informationsniveauet er her defineret, som en variabel der forklarer, hvor let det er at finde vej i forbindelse med skift. Dvs. at der på store stationer betjent af mange forskellige transportmidler ofte er skift med stor forvirring, hvorimod et skift mellem to tog der stopper ved samme perron, typisk er ingen forvirring. Faktoren ses at have stor betydning og pendler/erhvervsrejsende er der over 6 busminutters forskel på om der er ingen eller total forvirring ved at finde vej mellem to stop i forbindelse med et skift. Dvs. at en rejsende er villig til at rejse over 6 minutter mere i bus for at komme til en station/stoppested, hvor et skift kan foretages uden forvirring.

Det er ligeledes undersøgt, hvor stor betydning tilstedeværelsen af butikker på stationen/skiftet har. Det ses at det ikke giver hverken positiv eller negativ effekt at have en eller flere butikker, men det giver en negativ effekt ikke at have en butik til rådighed. Rejsende vil rejse op til 2,2 minutter længere i bus for at undgå et skift uden butikker. Den estimerede værdi for fritidsrejsende er betydelig lavere end for pendlere/erhvervsrejsende. Dette kan skyldes, at erhvervsrejsende og pendlere har større nytte af f.eks. at kunne købe en kop kaffe på stationen, hvorimod fritidsrejsende opfylder behovet for at købe noget andre steder. Det er muligt, at parameteren for butikker dækker over andet end muligheden for at handle. Hvor der er butikker, er der typisk

mere liv, så dette kan muligvis være korreleret med tryghed og således beskrive de rejsendes dispræference for øde stationer.

Ventetiden er i Dyrberg og Christensen (2015) opgjort efter, hvor ventetiden tilbringes. Der ses her både på hvilket transportmiddel, der ventes på samt hvilken overdækning venteområdet har. For de fleste ventetidsfaktorer har et minuts ventetid en langt lavere værdi end et busminut, men for metrostationer er koefficienten betydeligt større. Dette kan skyldes, at rejsende der skifter til metroen har en forventning om kort skiftetid pga. metroens høje frekvens og hvert eneste venteminut derfor føles værre for metroen end for andre transportmidler.

Tabel 4-3 Substitutionsrater for skift, relateret til busminutter, specifikke for Dyrberg & Christensen (2015)

Parameter/turformål	Pendler	
	/erhverv	Fritid
<b>Sum pr. informationsniveau</b>		
Ingen forvirring	5,1	7,5
Lille forvirring	5,7	8,3
Mellem forvirring	7,3	9,1
Total forvirring	11,5	10,7
<b>Butikker</b>		
Én eller flere	-	-
Ingen	2,2	0,7
<b>Ventetid</b>		
Bus, ingen overdækning	0,2	0,4
Bus, lille overdækning	0,1	0,2
Bus, fuld overdækning	0,1	0,1
Metro, overdækning	1,1	2,5
Metro, undergrund	1,1	1,3
Tog, alle	0,3	0,2
<b>Niveauskift, pr. niveau</b>		
Opad	1,0	0,4
Nedad, elevator	-1,7	-1,9
Ingen	3,7	5,2

Endelig er niveauskifte undersøgt for hhv. opad, nedad, ingen og med assistance (elevator / rulletrappe) eller ikke. Der ses en negativ substitutionsrate for nedadgående skift med elevator. En negativ værdi betyder, at de rejsende faktisk foretrækker, at køre nedad med elevatoren og at to niveauskifter er bedre end et (og 5 bedre end 1), hvilket ikke virker intuitivt korrekt. Dog findes der i modellen kun få skift med elevator og desuden kun mulighed for to elevatorture nedad, når der skiftes til metro.

Skift har ikke direkte betydning for stationsoplandene, der undersøges i denne rapport. Det kan dog vise sig at de parametre, der har betydning for valg af skifteterminal, også kan have betydning for størrelsen/betydningen af stationsoplandet.

### 4.2.1 Internationale erfaringer

Tabel 4-4 viser et antal eksempler på værdier estimeret i udenlandske studier. Det ses at værdierne i høj grad følger de danske.

Tabel 4-4 Substitutionsrater for rejsetidskomponenter, relateret til busminutter									
Parameter/turformål	van der Waard (1998)	Vrtic and Axhausen (2002)			Bovy and Hoogen-doorn-Lanser (2005)	Tørset (2005)	Abrantes and Wardman (2011)	Raveau m.fl. (2011)	Eluru m.fl. (2012)
	Alle	Erhverv/ Pendler	Shopping	Fritid	Alle	Pendler	Alle	Alle	Alle (st.dev.)
Type	RP	SP/RP			RP	RP	SP	RP	RP
<b>Tid</b>									
Tilbringertid	2,3				0,8-1,6	0,4			
Frabringertid	1,2					0,4			
Skjult ventetid									
Ventetid ved første stop	1,4				2,2				
Køretid	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
(skaleret til transportmiddel)	(alle)	(tog)	(tog)	(tog)	(tog)	(alle)	(alle)	(metro)	(bus)
Køretid Bus	0,9-1,0								
Køretid Metro									0,6
Køretid Tog									0,7 (0,2)
<b>Skift</b>									
Gangtid ved skift	2,2				1,9		1,7	2	1,3
Ventetid ved skift	1,2				2,2	4,3	1,7	0,9	0,28/sk.
Skiftetid		0,7-0,8	1,2	0,4					
Antal skift	5,9	7,6-8,6	5,9	22,6	5,1-11,4			3,8	9,3 (3,6)
<b>Headway</b>		0,0-0,3	0,2	0,2			0,8		

### 4.3 Afrunding

Gennemgangen af tidsværdistudierne viste en række parametre med stor betydning for de valg de rejsende foretager indenfor den kollektive trafik. Dette drejer sig om tidskomponenter; rejsetid, gangtid og ventetid, karakteristika ved terminaler samt betjeningshyppighed. Analyserne viser at der optræder en såkaldt skinneeffekt i de rejsendes valg, idet de rejsende, alt andet lige, foretrækker de kollektive transportmidler der opererer på skinner over busser. Især er metro og S-tog populært i det danske kollektive netværk.

Tidsværdistudierne har dog især fokuseret på valg foretaget af rejsende der allerede har foretaget et valg om at benytte den kollektive trafik, og erfaringerne kan derfor ikke benyttes direkte til at drage konklusionerne om faktorer i oplandsanalyser. Erfaringerne lægger derimod et grundlag for hvordan analyserne udføres i denne rapport.

## 5 Analyser baseret på Transportvaneundersøgelsen

I det følgende gennemgås analyser, der er baseret på den danske Transportvaneundersøgelse for den delmængde af undersøgelsen, der omfatter Hovedstadsområdet.

### 5.1 Beskrivelse af data og forudsætninger

I de følgende analyser er der hovedsageligt benyttet to datakilder fra DTU Transport nemlig Transportvaneundersøgelsen og Landstrafikmodellen.

Rutevalgsmodellen for kollektiv transport i Landstrafikmodellen version 1.1 er køreplansbaseret, og data dækker over en torsdag i november 2010. Der er foretaget et udtræk af samtlige busser og tog for Hovedstadsområdet, der indeholder informationer om: Køreplan for hver afgang for hver linje med oplysning og ankomst- og afgangstidspunkt, samt koordinater for hvert stoppested defineret som stopgruppe. En stopgruppe består oftest af to stoppesteder på hver sin side af vejen som betjener linjer i hver sin retning.

Transportvaneundersøgelsen (TU) er en turdagbog dækkende over en respondents rejser indenfor et interviewdøgn. Der indsamles årligt 10.000 - 12.000 interviews for hele landet. Hvert interview består af en række baggrundsinformationer, samt detaljeret information om alle de rejser i alle transportmidler, som respondenterne har foretaget på den givne dag. I dette projekt er der benyttet data om alle ture indenfor Hovedstadsområdet fra 2009 til 2011, hvor der blev foretaget en ekstra stor indsamling af TU-data. Dette giver et initialt datasæt på ca. 56.000 observationer. I ikke-offentligt tilgængelige datasæt haves koordinater for hver turs endepunkter.

Desuden er der benyttet et detaljeret vej- og stinetsværk i et digitalt kort udviklet i forbindelse med et Ph.d.-projekt om cykeltrafik for Vejdirektoratet (Halldórsdóttir, 2015). Dette indeholder informationer om alle veje og stier i netværket anno 2010, herunder informationer om, hvilke typer transportmidler der kan benytte en given strækning. Dette digitale kort kunne derfor bruges i den detaljerede undersøgelse af netværksafstande mellem turendepunkter og stop/stationer.

#### 5.1.1 Analyseniveauer (turender/rejsen)

En turs endepunkter kan defineres på flere måder, hvor det for kollektiv transport kan være interessant, at undersøge hvorvidt det er start-/slutpunkt på turen eller hjem/aktivitet, der har betydning for de rejsendes valg af transportmiddel. Start-/slutpunkt vil skifte i løbet af dagens ture, da den første turs slutpunkt vil være startpunkt for den anden tur osv. Hjem/aktivitet kan være interessant for transportmiddelvalget, da tilgængeligheden til transportmidler kan være forskellig afhængigt af, om der er tale om et hjem (ofte adgang til bil/cykel) eller ikke-hjem. For begge opdelinger gælder, at valget af især bil afhænger af forudgående valg, dvs. det er ofte kun muligt at køre hjem fra arbejde i bil, hvis bilen også er benyttet til arbejde.

Det er også muligt at se på rejsen som helhed, dvs. uden at skelne mellem turender.



### 5.1.2 Transportmidler

Som udgangspunkt blev alle kollektive transportmidler i Hovedstaden medtaget i analysen. Disse blev inddelt i et antal overordnede grupper, der i analysen blev testet for, hvorvidt de rejsende har en præference for bestemte typer af transportmidler. De overordnede klasser er følgende:

- A-bus
- Andre højfrekvente busser
- S-bus
- Øvrige busser
- Metro
- Lokalbane
- S-tog
- Regional- og IC-tog

Disse blev bl.a. brugt til at undersøge hvorvidt de rejsende har signifikant forskellig opfattelse af f.eks. A-busser og andre højfrekvente busser, samt de attributter der knytter sig til de stationer og stop transportmiddeltypen betjener.

### 5.1.3 Luftlinje/netværksafstand

I kapitel 2 blev det vist, at oplandet til en station kan afvige meget efter hvorvidt det er opgjort på baggrund af cirkelslag (luftlinje) eller den reelle rejsetid i netværket. I denne rapport benyttedes begge definitioner og de opstillede regressionsmodeller blev estimeret både med luftlinje- og netværksafstand. Ved at sammenligne modellernes fit (forklaringsgrad) blev det undersøgt hvilken af de to fremgangsmåder der bedst beskriver de rejsendes valg og hermed hvilken beskrivelse der passer bedst til de rejsendes opfattelse af stationsoplandene.

## 5.2 Analyser

### 5.2.1 Klassifikation af busstop og stationer

En klassificering af stoppesteder og stationer blev udført efter betjeningen på disse. Da betjening både i form af bustype og frekvens ønskedes undersøgt, blev der inddelt i kategorierne defineret i afsnit 5.2.1.

En dummy blev dannet for hvert transportmiddel og hvert stop fik et flag for, hvorvidt det er betjent af et af de ovenstående transportmidler. Et busstoppested fik derfor ofte flere flag, da et stop ofte betjenes af flere transportmidler.

Derudover blev det bestemt, hvor mange daglige busafgange hvert busstoppested har. Dette tal kunne både indgå i analyserne som antal afgange og som interval mellem hver afgang.

### 5.2.2 Afstand turende til stop/station

For at bestemme de nærmeste stop af hver type fra hvert turendepunkt i Transportvaneundersøgelsen, benyttedes fremgangsmåden beskrevet i det følgende. Der blev udregnet luftlinjeafstand og reel netværksafstand til alle stop/stationen indenfor en luftlinjebuffer af 2 km.:

- 1) Find luftlinjeafstanden fra alle unikke koordinater til at stop/stationer indenfor en 2 km buffer.
- 2) Find den reelle netværksafstand fra hver unik koordinat til alle stop/stationer fundet i step 1) ved at lave en korteste vejsøgning i netværket.
  - a. To versioner af netværket benyttes:
    - i. I første omgang benyttes et netværk, hvor veje uden cykel-/fodgængeradgang er ekskluderet (bl.a. motorveje og andre store trafikveje uden bløde trafikanter). Derudover indeholder netværket ikke serviceveje uden adgang for bløde trafikanter (især omkring Nordhavn samt i lufthavnen). Da dette ikke finder alle observationer fortsættes der med:
    - ii. Et netværk bestående også af serviceveje samt enkelte manuelle tilretninger.
  - b. Da den fundne netværksafstand består af afstanden på selve vej- og stinetværket, bliver der herefter udregnet afstand fra hhv. turendepunkter og stop/stationer til netværket.
  - c. De fundne afstande valideres ved at betragte et udsnit af resultaterne grafisk.
- 3) Herefter joines det fundne data med TU.

Der blev kun søgt efter stop/stationer i en afstand af 2 km i luftlinje. Ture med blot en enkelt station eller et stop indenfor denne afstand, blev fjernet fra analysen. Da analysen blev foretaget for Hovedstadsområdet er der kun tale om ganske få observationer der ikke blev medtaget i de videre analyser.

Efter denne proces var der dannet et antal tabeller, der for hver tur i TU-samplet beskrev, hvilke stop/stationer der ligger indenfor 2 km luftlinjeafstand, samt hvor lang luftlinjeafstanden og netværksafstanden er.

### 5.2.3 Afstand til nærmeste stop

Efter ovenstående fremgangsmåde blev der udarbejdet statistik for alle ture i TU indenfor Hovedstadsområdet. For hver turendepunkt beregnedes afstand til alle nærmeste stop, og disse blev sammen med stoppestedsklassificeringen benyttet til at bestemme, hvor langt der er til det nærmeste stoppested indenfor hver transportmiddelkategori. Dette blev bestemt med både luftafstand og netværksafstand. Det var ønsket at undersøge, hvordan betjeningen af bus og tog er ved både start og slutpunkt af turene i TU, og hvor stor en betydning disse har. Derfor blev nærmeste stoppested og afstand til dette fundet for hver type transportmiddel i både origin og destination for hver tur.

### 5.2.4 Rensning af data

Der er i det undersøgte data et antal turender, der har et stop indenfor 2 km i luftlinjeafstand, som ligger på den anden side af vand. Hvis der ikke findes en bro i umiddelbar nærhed vil netværksafstanden blive uforholdsmæssig lang. Luftlinjeafstanden er her ikke en reel indikator for hvor langt der er til stoppestedet/stationen. Ture med sådanne turender blev derfor forsøgt fjernet, og det blev vurderet, at netværksafstande over 4 km burde fjernes, da det er mere end en fordobling af luftlinjeafstanden. For korte ture vil det være sandsynligt, at der skal gås en stor

omvej, f.eks. rundt om blokken, for at komme mellem A og B, og her vil mere end en fordobling derfor være sandsynlig.

Der er i TU ingen nedre grænse for længden af en tur, hvorfor der optræder meget korte gangture mellem to matrikler og ture på få hundrede meter. Disse ture er typisk med gang eller cykel. Det er hovedsageligt rejsende på ture over en vis længde, der betragter kollektiv transport som et alternativ, og det var der ønsket at finde en grænse for, hvor lang turen minimum skulle være for at blive medtaget i analysen.

Ved ture med få kilometers luftlinjeafstand mellem start og slut vil kollektiv transport typisk blive betragtet som et mindre attraktivt alternativ end andre transportmidler. Dette skyldes især den relativt lange adgangstid, der typisk er til og fra det kollektive netværk. I projektet søgtes der efter nærmeste stop i en afstand af to kilometer fra turendepunkter. Ved en tur med to kilometers adgangsvej til/fra det kollektive netværk i hver ende af turen, vil den rejsende således have 4 km's gangtid til/fra turendepunkterne, samt en vis længde (tid) i den kollektive trafik. Det blev i dette projekt valgt kun at medtage ture over 5 km i luftlinjeafstand mellem turens endepunkter, da det herigennem sikredes, at sådanne ture ikke får indflydelse på modellen.

Data blev altså rensset efter følgende to regler:

- Netværksafstande mellem turende og stop/station på over 4 km blev skåret fra.
- Kun ture med over 5 km i luftlinjeafstand mellem turendepunkter blev medtaget.

### 5.2.5 Markedsandele

Fra TU blev udtrukket et datasæt på 56.000 ture. For hver tur var der information om hvilke transportmidler, respondenter benyttede. Denne information kan bruges til at regne markedsandele for specifikke områder, eller som i denne rapport til at undersøge, hvilken sammenhæng der er mellem forskellige faktorer. I denne analyse blev sammenhæng mellem karakteristika i det kollektive netværk og markedsandelen undersøgt. Faktorer, der har stor indflydelse på markedsandelen, kan identificeres ligesom faktorer med mindre betydning kan indikere en mulig sammenhæng.

En tur i TU blev defineret som en kollektiv tur, hvis den rejsende på blot en del af turen har benyttet bus eller tog som defineret i afsnit 5.2.1.

## 5.3 Regressionsmodeller

Der blev udarbejdet en model for markedsandele af kollektiv trafik blandt de rejsende i TU. Ture med både kollektiv trafik og andre transportmidler blev medtaget, da det var ønsket at modellere de parametre, der influerer på valget af kollektiv transport.

I modelleringen undersøgtes et stort antal parametre som kombination af de ovenfor udledte. Der blev opstillet logistiske regressionsmodeller, hvori parametre indgik i forskellige kombinationer og med forskellige definitioner, og heraf udledtes skridt for skridt de parametre, der er vigtige for valget af kollektiv transport. Parametrene præsenteres og gennemgås i de følgende afsnit.

### 5.3.1 Bustyper

Buslinjerne fra LTM forsøgte både inddelt i forskellige bustyper, som har de samme karakteristika, samt i overordnede grupper og endelig blot som busser, som det kan ses i Tabel 5-1. I den udvidede tilgang opdeltes i fire typer, som følger Movia's flagskibe: A-busser og S-busser. Inddelingen blev brugt til at definere serviceniveaet for hvert busstop, dvs. om busstoppet er betjent af en given bustype eller ej. Der blev desuden indsat en markering af øvrige højfrekvente busser, hvor en højfrekvent bus defineredes som havende mindre end 10 minutter mellem hver afgang i hver retning fordelt over hele døgnet.

Tabel 5-1 Bustyper		
Modeltype	Inddeling	Forklaring
<b>Alle</b>		Alle busser samlet
<b>To grupper</b>	God bus	A-bus, højfrekvente, S-bus
	Resten	Alle resterende
<b>Udvidet</b>	A-bus	
	Andre højfrekvente	
	S-bus	
	Resten	

### 5.3.2 Togtyper

Togene i Hovedstadsområdet opdeltes ligeledes i forskellige typer. Senere undersøgte det, hvorvidt de opfattes som havende forskellig indvirkning på de rejsendes valg. Der blev igen defineret en inddeling, hvor hver togtype blev undersøgt, en inddeling med to grupper hhv. Metro og alle andre, samt en inddeling hvor alle tog var lagt sammen. Inddelingen ses i Tabel 5-2.

Tabel 5-2 Togtyper		
Modeltype	Inddeling	Forklaring
<b>Alle</b>		Alle tog samlet
<b>To grupper</b>	Metro	
	Tog u. metro	Alle tog på nær metro
<b>Udvidet</b>	Metro	
	S-tog	
	Regional- og IC-tog	
	Lokaltog	

### 5.3.3 Endepunkter

Fra Transportvaneundersøgelsens data er det muligt at udlede informationer om hver turs start- og slutpunkt. I de estimerede modeller undersøgte det både, hvorvidt der er forskel på betydningen af origin og destination turenden eller om de to turender kan betragtes som værende ens. De to modeltyper præsenteres i Tabel 5-3.

Tabel 5-3 Turendevariable		
Modeltype	Inddeling	Forklaring
Samlet	Samlet	Origin og destination betragtes samlet
OD	Origin	Turens startpunkt
	Destination	Turens slutpunkt

#### 5.3.4 Afstand

Afstanden fra hver turende til det nærmeste stop af hver type undersøgtes som både luftlinje- og netværksafstand. Afstanden blev indsat i modellerne som både den fundne afstand, log til afstanden samt inddelt i intervaller, hvor en dummy blev sat lig 1, hvis der fandtes et stop af en given type indenfor det givne afstandsinterval.

Tabel 5-4 Afstandsvariable		
Modeltype	Inddeling	Forklaring
Luftlinje (m)	Reel	Den direkte afstand mellem turendepunkt og stop/station
Luftlinje	Log	Log af den reelle afstand (m) fra turendepunkt til stop/station
Luftlinje (m)	0-400	
	400-800	
	800-1200	
Netværksafstand (m)	Reel	Korteste afstand mellem turendepunkt og station/stop i sti-/vejnetværk
Netværksafstand	Log	Log af den reelle afstand (m) fra turendepunkt til stop/station
Netværksafstand (m)	0-400	
	400-800	
	800-1200	

#### 5.3.5 Betjening

Hvert busstop undersøgtes ligeledes for graden af betjening på afgang-/intervalniveau. Her undersøgtes hvert stop for, hvor mange daglige busafgange stoppet har uafhængigt af bustype. Antallet af afgange kan også regnes som gennemsnitlig tid over døgnet mellem hver afgang, dvs. interval, hvor et kort interval betyder en høj betjeningsgrad. Se inddelingerne i Tabel 5-5.

Tabel 5-5 Betjeningsvariable		
Modeltype	Inddeling	Forklaring
Afgange - Max	indenfor 1000 m	Stoppestedet med flest afgange indenfor en radius af 1000 m (pr. døgn)
Afgange - Sum	Indenfor 500 m	Summen af antal afgange på stoppestederne indenfor en radius af 500 m (pr. døgn)
Interval - Laveste	Indenfor 1000 m	Stoppestedet med det laveste gennemsnitlige minuttal mellem hver busafgang (gennemsnit over et døgn)
Afgange - Max	indenfor 1000 m	Stoppestedet med flest afgange indenfor en radius af 1000 m (pr. døgn)

### 5.3.6 GIS afstand

Det ønskedes undersøgt, hvor stor betydning længden af turen har for valget af kollektiv transport. Længden "GIS dist" blev her defineret som luftlinjeafstanden mellem turens to turender. Nedenstående tabel viser, hvorledes markedsandelen af de kollektive ture stiger med turens samlede længde.

Tabel 5-6 Antal ture med og uden brug af kollektiv transport ift. turens længde i luftlinjeafstand mellem turender						
Valg	Alle	>1km	>2 km	>3 km	>5 km	>10 km
Ikke-kollektiv	45.306	29.956	22.024	17.802	12.791	7.022
Kollektiv	5.240	5.138	4.742	4.235	3.288	1.944
Sum	50.546	35.094	26.766	22.037	16.079	8.966

Den højere markedsandel af kollektiv trafik på lange ture skyldes blandt andet, at kollektiv trafik alt andet lige er mere attraktivt på lange ture. Adgangstiden fra turens startpunkt til det kollektive netværk er konstant uafhængig af den samlede længde af turen, mens rejsetiden på denne del af rejsen er lavere end rejsetiden i det kollektive netværk (da ganghastighed er lavere end f.eks. bushastighed). Den gennemsnitlige rejsehastighed vil derfor blive højere jo længere andel af rejsen, der foregår med et kollektiv transportmiddel og dermed en længere samlet rejse.

### 5.3.7 Socioøkonomiske data

For hver tur undersøgtes socioøkonomiske data om den rejsende fra TU. De undersøgte variable ses i Tabel 5-7 herunder. To forskellige aldersinddelinger blev undersøgt i forskellige modeller.

Tabel 5-7 Socioøkonomiske variable		
Modeltype	Inddeling	Forklaring
<b>Køn</b>	Mand	
	Kvinde	
<b>Alder - få</b>	Ung, 0-17	
	Middel, 18-64	
	Ældre, 65-	
<b>Alder - mange</b>	0-14	Skæring ved børnerabat
	15-25	Skæring ved udløb for ungdomskort
	26-64	Skæring ved pensionsalder
	65-	
<b>Beskæftigelse</b>	Studerende	(I stor grad overlappende med Alder 15-25)
	Arbejde	
	Uden arbejde	
	Pensioneret	(i høj grad overlappende med alder 65-)
<b>Kørekort</b>	Har	
	Har ikke	
<b>Indkomst (respondent i 2000 priser)</b>	Lav	>100.000 kr./år
	Middel	100.000-400.000 kr./år
	Høj	>400.000 kr./år

### 5.3.8 Modellering

Der blev opstillet logistiske regressionsmodeller, hvori det vha. en iterativ fremgangsmåde blev testet hvilke parametre, der har signifikant betydning for modellen og hvilke der ikke har. Det blev modelleret hvorvidt en rejsende vælger kollektiv transport til en given tur eller ej. Der blev estimeret en værdi og en signifikans for hver parameter, som beskriver hvorvidt parameteren har betydning for modellen og hvorvidt parameteren indvirker positivt eller negativt på valget af kollektiv transport.

Resultaterne blev vurderet ud fra, hvor højt et modelfit modellen giver (dvs. hvor godt den opstillede model beskriver det valg der er observeret) samt størrelse, fortegn og signifikans af de enkelte parametre.

Modellerne blev opstillet således at de alt-andet-lige testede, hvor stor betydningen en bestemt parameter har. For de parametre der kan udformes på flere forskellige måde blev lavet en model for hver parameterudformning og ved at sammenligne outputtet fra hver model, kunne den bedste repræsentation af parameteren bestemmes.

## 5.4 Modelresultater

I det følgende præsenteres de to bedste modeller, hvor afstand til nærmeste stop indgår forskelligt i de to modeller. I den ene blev der regnet med logaritmen til den faktiske afstand til nærmeste stop (af en given type) og i den anden med en dummyvariabel, der beskriver, hvorvidt der er et stoppested af en given type indenfor et bestemt afstandsinterval.

#### 5.4.1 Netværksafstand, faktisk afstand

Ved hjælp af de i afsnit 5.2 definerede variable blev der opskrevet et antal formler for, hvordan valget af kollektiv transport kunne beskrives vha. disse parametre. Til start opstilledes en model med en stor mængde parametre, hvorfra de mindst signifikante blev valgt fra og der blev fortsat med at vælge fra og tilføje indtil modellen med det bedste fit og de mest logiske estimater for hver variabel var fundet. Den bedste model ser ud som følger:

$$\begin{aligned} \text{Valg, koll} = & \beta_1 * l, \text{sum, højkl. bus} + \beta_2 * l, \text{sum, restbus} + \beta_3 * l, \text{sum, icreg} \\ & + \beta_4 * l, \text{sum, metro} + \beta_5 * l, \text{sum, s-tog} + \beta_6 * l, \text{sum, lokaltog} \\ & + \beta_7 * d, \text{sum, højkl. bus} + \beta_8 * d, \text{sum, restbus} + \beta_9 * d, \text{sum, icreg} + \beta_{10} * d, \text{sum, metro} \\ & + \beta_{11} * d, \text{sum, s-tog} + \beta_{12} * d, \text{sum, lokaltog} \\ & + \beta_{13} * \text{afg. stop, max} + \beta_{14} * l, \text{gisdist} + \beta_{15} * \text{Køn} + \beta_{16} * \text{Alder0-14} + \beta_{17} * \text{alder15-25} \\ & + \beta_{18} * \text{Beskæf. student} + \beta_{19} * \text{Indkomst, høj} + \beta_{20} * \text{HarKørekort} \end{aligned}$$

Hvor  $l, \text{sum}$  beskriver netværksafstanden som en sum af afstanden fra origin og fra destination til nærmeste stop,  $d, \text{sum}$  er en dummy, der tager værdien 1, når der ikke er et stop af en given type indenfor 2 km, og  $\beta_{xx}$  beskriver den estimerede koefficient for hver variabel.

I Tabel 5-8 præsenteres modelfit og parameterestimater for den bedste model.

##### Gennemgang af model

I denne model indgår netværksafstanden som beskrivende for afstanden til nærmeste stop af en bestemt type.

Det ses, at der er negative koefficienter for alle **afstandene til stop**, hvilket betyder, at der er stor sandsynlighed for valg af kollektiv transport, når der er kort til en given type af stop/station.

Det ses desuden, at stoppene/stationerne er prioriteret i følgende rækkefølge:

- Metro – S-tog – Lokaltog – IC- og Regionaltog – Resterende busser – Højklassebus



Tabel 5-8 Modelstatistik, maximum likelihood estimater, log til faktisk afstand

Parameter	Estimat	Standard error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	-3,2555	0,5587	33,9516	<0,0001
<b>Netværksafstand (m), sum origin+destination</b>				
Højklassebus (A-,S-,høj.frekv)	-0,00003	0,000048	0,3583	0,5495
Resterende busser	-0,00005	0,000051	1,1475	0,2841
IC- og Regional tog	-0,00011	0,000062	3,1349	0,0766
Metro	-0,00048	0,000109	19,6091	<0,0001
S-tog	-0,00027	0,000040	47,2064	<0,0001
Lokal tog	-0,00017	0,000127	1,7137	0,1905
<b>Findes et givent stop inden- for afstanden, Dummy=1 hvis nej</b>				
Højklassebus (A-,S-,høj.frekv)	0,0713	0,0924	0,5953	0,4404
IC- og Regional tog	-0,6927	0,1717	16,2670	<0,0001
Metro	-1,1464	0,2734	17,5774	<0,0001
S-tog	-0,8888	0,1062	70,0331	<0,0001
Lokal tog	-0,6607	0,2911	5,1503	0,0232
<b>Antal afgang/døgn på stop med flest</b>				
Samlet	0,9136	0,0405	509,8937	<0,0001
<b>Indkomst (kr./år)</b>				
<100.000	0,1093	0,0582	3,5246	0,0605
>400.000	-0,5093	0,0739	47,4703	<0,0001
<b>Alder</b>				
0-14 år	-1,3996	0,1446	93,688	<0,0001
15-25 år	0,5555	0,0839	43,8784	<0,0001
<b>Andre</b>				
GISdist (km)	0,0255	0,00259	96,3264	<0,0001
Køn (mand)	-0,3724	0,0460	65,6853	<0,0001
Beskæftigelse: student	0,4382	0,0958	20,9359	<0,0001
Har kørekort	-1,7728	0,0652	738,541	<0,0001
Adjusted R <sup>2</sup>		0,3119		

Som supplerig til den faktiske afstand viser **dummyen for hver stoptype**, at det er en fordel for valget af kollektiv trafik, at der rent faktisk er et stop af en given type inden for den bestemte afstand (2 km). Dette gælder for alle togtyper, da koefficienterne er negative, og der ses en tilsvarende rangordning som for selve afstanden, da den højeste numeriske værdi også her beskriver, hvad der er vigtigst for (fra)valget. Det ses, at koefficienten for højklassebus er positiv, men dog med en meget lav værdi i forhold til tog. Denne koefficient er dog ikke signifikant på 10% niveauet men blot på et 50%-niveau, og koefficienten kan derfor hovedsageligt give et fingerpeg om størrelsen og ikke forudsige denne.

For **antallet af afgang pr. døgn** viste parameteren "Afgang - max" sig at være mest beskrivende for modellen. Det ses at koefficienten er positiv, hvilket betyder, at jo flere stop det givne stop betjenes af, jo større sandsynlighed for at vælge kollektiv transport.

**Indkomst** har en positiv koefficient for indkomster under 100.000 kr./år og en negativ for indkomster over 400.000. Den mellemliggende kategori viser sig ikke at være signifikant for valget. Dette betyder, at rejsende med lave indkomster har højere sandsynlighed for at vælge kollektiv modsat rejsende med høj indkomst. Det ses at den negative parameter for høj indkomst er næsten seks gange større (numerisk) end for den lave, hvilket betyder, at den høje indkomst har relativ større betydning for valget end den lave indkomst har.

Koefficienten for **luftlinjeafstanden mellem de to endepunkter** (GISdist) er positiv. Dette betyder, at der er større sandsynlighed for at vælge kollektiv transport ved lange ture, og sandsynligheden stiger med stigning i længden.

Koefficienten for **køn** er negativ, og da  $køn=1$  beskrives her en mindre sandsynlighed for at benytte kollektiv trafik, hvis den rejsende er en mand.

**Beskæftigelse** viser sig kun at være signifikant for studerende, som er den eneste gruppe, der er medtaget i den endelige model. Det ses i tabellen, at koefficienten for studerende er positiv, således at studerende rejser mere med kollektiv transport end rejsende med andre beskæftigelser.

Endelige estimeres en negativ koefficient for **kørekort**, hvilket betyder, at hvis den rejsende har kørekort, har det negativ indvirkning på valget af kollektiv transport. Koefficienten er den største af koefficienterne for dummyerne (dvs. alle parametrene på nær afstand og afgang) og har altså den største beskrivende kraft for modellen af de medtagede værdier.

#### 5.4.2 Netværksafstand, Afstandsintervaller

Der blev ligeledes estimeret en model, der bygger på en klassifikation af afstanden til nærmeste stop af hver type. Modelresultatet af denne model kan ses i Tabel 5-9. I tabellen ses det, at der er en fordel at have et stop betjent af typen **Højklassebus** indenfor en afstand af 0-400 meter ved både origin og destination. Derimod ses der en negativ effekt af at have et sådan stop indenfor 800-1200 meter. 400-800 meter er ikke signifikant for bus.

For **Metro** er intervallerne 0-400 m og 800-1200 m ligeledes signifikante men med positive koefficienter for alle intervallerne. Det er ligeledes fremmende for den kollektive transports markedsandel, at der er en **S-togs-** eller **IC-/regionaltogsstation** indenfor 400-800 og 800-1200 meter. Sammenlignes koefficienternes størrelse ses det, at metro har den største tiltrækningskraft, herefter S-/IC-/regionaltog og endelig højklassebus. Resterende bus er ikke signifikant (dog heller ikke negativ som nogle af højklassebus variable).

Herudover viser modelestimerne, at den kollektive transports markedsandel stiger med **antallet af busafgange**, der afgår fra det bedst betjente stop ved både start- og slut-enden af turen. Dette betyder, at sandsynligheden for at vælge kollektiv transport er større hvis den rejsende

starter eller slutter turen i et område med god busbetjening, og sandsynligheden er størst, hvis områderne ved begge turender er godt betjent.

Som ved den forrige model viser resultaterne, at en **alder** op til 14 år har en negativ indvirkning på valget af kollektiv trafik, hvorimod en alder mellem 15-25 år har en positiv indvirkning. **Lave indkomster, længden af turen og beskæftigelse** som studerende har også en positiv effekt modsat **høje indkomster, køn (mand)** samt indehaver af **kørekort**.

Da  $R^2$  for denne model er højere end for den forrige model ses det, at modelfittet her er bedre. Dvs. at valget af kollektiv transport er bedre beskrevet ved at opdele afstandene til nærmeste stop i intervaller end den reelle længde. Dette tyder på, at det for den rejsende ikke er af afgørende betydning om et givent stop ligger inden for 300 eller 400 meters afstand, men blot at der er en signifikant betydning af at have et stop indenfor denne grænse.

Sammenlignes afstandsintervallerne af samme størrelse til samme type stop for hver retning ses det, at det for langt størstedelen af transportmidlerne har størst betydning at have et stop tæt på destinationsenden af turen. Dette gælder for de korteste afstande til hhv. Højklassebus, S-tog samt Regional- og IC-tog. Derimod forholder det sig omvendt for de længste afstande samt for metro.

Tabel 5-9 Modelstatistik, maximum likelihood estimater, afstandsintervaller

Parameter	Estimat	Standard error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
<b>Intercept</b>	-4,4395	0,2629	285,27	<0,0001
<b>Højklassebus</b>				
<b>(A-/S-bus + højfrekvente)</b>				
000-400 m fra turstart	0,1222	0,0668	3,3465	0,0673
800-1200 m fra turstart	-0,2537	0,0990	6,571	0,0104
000-400 m fra turslut	0,1890	0,0676	7,8242	0,0052
800-1200 m fra turslut	-0,2825	0,0990	8,1372	0,0043
<b>Metro</b>				
000-400 m fra turstart	0,4696	0,1461	10,33	0,0013
800-1200 m fra turstart	0,3940	0,1111	12,5745	0,0004
000-400 m fra turslut	0,3925	0,1428	7,5576	0,0060
800-1200 m fra turslut	0,3881	0,1104	12,3636	0,0004
<b>S-tog</b>				
400-800 m fra turstart	0,1423	0,0796	3,1938	0,0739
800-1200 m fra turstart	0,2557	0,0657	15,1395	<0,0001
400-800 m fra turslut	0,1809	0,0807	5,0265	0,025
800-1200 m fra turslut	0,1575	0,0662	5,6499	0,0175
<b>IC- og regionaltog</b>				
400-800 m fra turstart	0,2698	0,1171	5,3111	0,0212
800-1200 m fra turstart	0,1531	0,0894	2,9345	0,0867
400-800 m fra turslut	0,3558	0,1179	9,1133	0,0025
<b>Antal afgang/døgn på stop med flest (log)</b>				
Fra turstart	0,3438	0,0332	107,0368	<0,0001
Fra turslut	0,3409	0,0333	104,6937	<0,0001
<b>Alder</b>				
0-14 år	-1,3363	0,1444	85,6021	<0,0001
15-25 år	0,5816	0,0833	48,7099	<0,0001
<b>Indkomst (kr./år)</b>				
<100.000	0,1053	0,0575	3,3487	0,0673
>400.000	-0,5055	0,0742	46,4505	<0,0001
<b>Andre</b>				
GISdist (km)	0,0322	0,00227	201,5847	<0,0001
Køn (mand)	-0,3914	0,0463	71,3771	<0,0001
Beskæftigelse: student	0,3893	0,0940	17,1515	<0,0001
Har kørekort	-1,7859	0,0652	749,6878	<0,0001
Adjusted R <sup>2</sup>	0,3219			

## 5.5 Diskussion af regressionsmodeller

### 5.5.1 Luftlinje/netværksafstand som indikator for afstand

De estimerede regressionsmodeller blev alle lavet med både luftlinjeafstand og netværksafstand som forklarende for afstanden. Der ses generelt en tendens til, at modellerne indeholdende netværksafstand alt andet lige har et bedre modelfit end modellerne indeholdende luftlinjeafstand. Dette tyder altså på, at netværksafstanden er en bedre beskrivelse af den afstand, de rejsende tager i betragtning, når de vælger mellem kollektive og private transportmidler.

Betragtes udelukkende en sammenligning af koefficienternes størrelse (Tabel 5-10) ses der for logaritmen til afstanden en 20-30% forskel i estimatet af hver enkelt koefficient for hver af de signifikante afstandsvariable. For modellen uden log til afstanden ses der forskelle på 10-20 % for tog men ikke et klart billede for bus.

	Modeltype: uden log			Modeltype: Log til afstand		
	Luftlinje	Netværk	Forskel(%)	Luftlinje	Netværk	Forskel(%)
Intercept	1,785	2,2929	-28,5%	8,2724	11,9296	-44,2%
<b>Netværksafstand (m), sum origin+destination</b>						
Højklassebus (A-,S-,høj.frekv)	-0,00002	-0,00003	-50,0%	0,0510	0,0574	-12,5%
Resterende busser	-0,00022	-0,00015	31,8%	-	-	-
IC- og Regional tog	-0,00011	-0,00012	-9,1%	-0,4191	-0,5026	-19,9%
Metro	-0,00015	-0,00017	-13,3%	-0,5769	-0,7280	-26,2%
S-tog	-0,00012	-0,00014	-16,7%	-0,3599	-0,4621	-28,4%
Lokal tog	-0,00005	-0,00005	0,0%	-0,2000	-0,2389	-19,5%
Adjusted R <sup>2</sup>	0,3153	0,3169		0,3181	0,3201	

De øvrige variable er ikke vist her, da de kun i ringe grad er påvirket af hvorledes afstand optræder i modellen.

### 5.5.2 Betjening/stopkarakteristika indflydelse på oplandsstørrelse

Resultaterne i de estimerede modeller viser, at der også indenfor stationsoplande er tale om en skinnefaktor. Dette ses ved at det har større betydning for valget af kollektiv transport, at der er en togstation indenfor en vis afstand af turens endepunkter end et busstop. Den kollektive trafik opleves derved som mere attraktiv, hvis der haves en togstation tæt på turens endepunkter.

Der er en indikation af, at det kan have betydning at have et højklassebusstop indenfor 2 km, og at der kan skelnes mellem busstopps betjent af højklassebusser og busstoppesteder betjent af resterende busser.

Desuden viser modellerne, at bus hovedsagelig har betydning i de lave intervaller, dvs. hvis den er inden for 400 meters afstand til en turende, mens tog har betydning i de højere intervaller (op til 1200 m). Dette er en indikator for hvor stort stationsopland, der kan regnes til de forskellige transportmiddeltyper i den kollektive trafik, hvor oplandet er betydelig større for tog end for bus.

### 5.5.3 Parametrenes indbyrdes afhængighed

Der ses i analysen på et afgrænset geografisk område, nemlig Hovedstadsområdet. Området er præget af en opdeling i den kollektive betjening, hvor en adresse i et velbetjent område ofte vil have adgang til både S-tog, højklassebus, resterende bus og måske IC-/regionaltog og metro på samme tid, hvorimod adresser i de dårligste betjente områder kun har adgang til busser, der ikke er højklassede. Alle medtagne turendepunkter har som nævnt adgang til mindst et stop eller en station betjent af kollektive transportmidler.

Med viden om at tog ofte har større betydning end bus for den rejsendes valg, giver dette en udfordring mht. at vurdere betydningen af bustilgængeligheden. Der er ikke foretaget yderligere analyser af dette i denne rapport.

### 5.5.4 Afrunding

I dette kapitel er et antal logistiske regressionsmodeller blevet opstillet og estimeret. Det benyttede data fra Transportvaneundersøgelsen og detaljerede digitale netværk for Hovedstadsområdet er blevet beskrevet og bearbejdet. I modellerne undersøges diverse parametre for deres mulige betydning for markedsandel af kollektiv transport. Parametrene der testes for signifikans i modellerne er bl.a.: netværksdata såsom beskrivelse af stoppesteder mht. betjening og afstand til stop fra turendepunkter samt socioøkonomiske data såsom køn, beskæftigelse og indkomst.

Analyserne viser at det har signifikant betydning for den kollektive transports markedsandel at der er en togstation nær udgangs- eller endepunktet af turen. Der er ligeledes indikationer på at det har en betydning at have en busstop betjent af en højklassebus (her defineret som A-, S- eller højfrekvent bus), og at det har større betydning at der er en højklassebus der betjener stoppet end en af de resterende bustyper i Hovedstadsområdet.

Modelresultaterne peger på, at det med dette data er muligt at opstille logistiske regressionsmodeller til at beskrive markedsandelen af den kollektive transport.

## 6 Sammenfatning og konklusioner

I denne rapport er det undersøgt i hvor høj grad der kan opnås stationsnærhedseffekter for forskellige kollektive trafikløsninger i form af tog, letbaner og bus. Baseret på hhv. det internationale litteraturstudie af eksisterende erfaringer, tidsværdistudier, og de analyserede regressionsmodeller kan resultaterne sammenfattes i Tabel 6-1.

Tabel 6-1 Stationsnærhedseffekter				
System	Litteratur	LTM	Tidsværdistudier	Regressionsmodeller
<b>Tog – alle</b>				
- Metro	Ja	Ja	Ja	Stor
- S-tog	Ja	Ja	Ja	Stor
- Regionaltog	Delvis	Ja	Ja	Stor/mellem
- Lokalbane	-	Ja	n.a.	Mellem
<b>Letbane</b>	Ja	n.a.	(ja)	-
<b>Bus – alle</b>				
- BRT	Ja	-	-	-
- S-Bus	-	Nej	-	Lille
- A-Bus	-	Nej	-	Lille
- Alm. bus	-	Nej	-	Nej

### 6.1 Internationale erfaringer med introduktion af ny højklasset kollektiv transport

I litteraturen er der jf. kapitel 3 mange eksempler på strategiske effekter i form af forhøjede ejendomspriser ved anlæg af både metro, S-tog (i internationale studier heavy-rail/suburban rail), letbaner og BRT. Disse stigninger sker som følge af opgraderingen af den kollektive trafik tæt ved nye attraktive stationsområder, og er derved en udmærket indikator for en eventuel stationsnærhedseffekt.

Sammenlignes effekten på tværs af de kollektive trafiksystemvalg ses ingen umiddelbare tendenser. Det kan således på baggrund af litteraturstudiet ikke konkluderes, hvilket systemvalg der generelt giver de bedste effekter. Dette skyldes, at der er stor forskel på, hvordan systemerne rent praktisk implementeres lokalt ligesom lokale forskelle mellem store og små byer i USA, Asien og Europa bidrager forskelligt til effekterne. Resultaterne afhænger mere af, i hvor høj grad der sker en opgradering i forhold til den eksisterende situation, og hvor konkurrencedygtig det nye system er i forhold til andre transportmiddelvalg, herunder hvor god adgangen er til det kollektive transportsystem.

### 6.2 Tidsværdistudier

Rapporten gennemgår i kapitel 4 erfaringer fra nationale og internationale tidsværdistudier, herunder Landstrafikmodellen. Tidsværdier viser præferencer (eller størrelsen af dispræferencer) for det enkelte kollektive transportmiddel, samt andre karakteristika på rejsen.

Effekten fra LTM er vurderet ud fra hvorvidt de rejsende foretrækker det enkelte system. Det er her vist, at der er en præference for skinnebårne transportmidler samt en dispræference for adgangstiden til netværket (Nielsen og Johansen, 2012). For tidsværdistudierne ses lidt forskellige tendenser, hvor alle dog foretrækker tog fremfor bus. I enkelte af studierne er der ikke estimeret en forskel på de forskellige togsystemer.

Tidsværdistudierne – herunder især nye danske analyser baseret på Transportvaneundersøgelsen - viser ydermere at udformningen af terminaler/knudepunkter har stor betydning for passagerens oplevelse af både ventetid, skiftetid og skift som sådan. Særligt graden af overdækning, adgang til indkøb, besværet ved gangveje (trapper, m.v.) og informationsniveauet. Dette er ikke belyst nærmere i den internationale litteratur – om end i enkelte anekdotiske eksempler på udformningen af BRT-systemer, men en hypotese kan være at en del af forklaringen af effekten af BRT (og letbaner) kan være de forbedrede terminalforhold i den forbindelse. I princippet kunne det også gennemføres for andre busstop og terminaler, startende steder med store passagemængder.

### **6.3 Regressionsanalyser baseret på Transportvaneundersøgelsen**

Regressionsmodellerne for Hovedstadsområdet baseret på transportvaneundersøgelsen i denne rapport, viser som ventet at tilstedeværelsen af en togstation har stor betydning for valget af kollektiv transport. Det er derimod sværere at påpege, hvorvidt det har signifikant indflydelse på valget, at der er et busstop indenfor en vis afstand, hvilket gælder både for stop betjent af højklassebusser (A-, S- og højfrekvente busser) og resterende stoppesteder.

Resultaterne peger på at især metro og S-tog har en relativt stort stationsopland (signifikant for intervallet 800-1200 m), hvorimod der er indikationer for at der kan være tale om en oplandseffekt for busser på 0-400 meter.

At metro og S-tog opleves som mere attraktivt end andre tog (lokalbaner/regionaltog/fjerntog) er konsistent med parametrene i Landstrafikmodellen (der primært er baseret på kalibrering i forhold til tællinger), modelestimationer baseret på TU (flere kilder nævnt i kapitel 4), samt nationale og internationale tidsværdistudier, der oftest påviser en forskel i de tilfælde hvor forskellige togtyper er undersøgt separat (typisk baseret på "stated preference" analyser). Dette må derfor siges at være en ret stærk funderet konklusion.

### **6.4 Oplande som cirkelslag versus gang/cykelfastande**

Et af formålene med projektet var at undersøge hvorvidt stationsoplande med fordel kan defineres som polygoner baseret på gang/cykelfastande (se kapitel 2) i stedet for cirkelslag. Alle kendte tidsværdistudier har vist, at adgangstiden til den kollektive trafik er en signifikant variabel. Idet denne afhænger af rejsetiden i gang/cykelnetværket, fremfor fugleflugtlinjen, er det en indikator for, at dette er en bedre fremgangsmåde end cirkelslag. Ydermere blev begge definitioner testet i analyserne på TU i kapitel 5, og her viste sig at modellerne med gang/cykelfastande gav et bedre fit (statistisk forklaringsgrad) end modellerne baseret på cirkelslag.



Hvis formålet med oplandsberegninger er, at afspejle passagers præferencer og attraktiviteten af den kollektive trafik peger analyserne ret entydigt på, at man bør gå bort fra metoden med cirkelslag og i stedet beregne konkrete gang/cykelafstande i nettet – eller mere ideelt rejsetider med gang/cykel. Fordelen ved dette er også, at lokale forbedringer i adgangsforholdene konkret vil påvirke den geografiske størrelse af stationsoplandet, hvilket både er en fordel for passagererne og et incitament for Kommuner til at forbedre adgangsforholdene til den kollektive transport.

Det skal bemærkes, at hvor afstandsbaseerede oplande i "gamle dage" var en ret omfattende opgave, er gratis digitale kort i dag tilgængelige, og moderne GIS (Geografiske Informationssystemer) rummer indbyggede procedurer til at beregne sådanne oplande.

## 7 anbefalinger

Baseret på analyserne i rapporten kan drages følgende anbefalinger;

- 1) Der er ret stærkt belæg for at beregne stationsoplande baseret på gang/cykelafstande i stedet for at bruge cirkulære oplande.

Denne definition er brugt i de fleste kilder/studier, om end nogle af kilderne i litteraturstudiet benytter cirkulære oplande.

På tværs af de forskellige kilder, datatyper og analyser er der en klar "skinneeft" af skinnebåren transport og stationsnærhed i forhold til passagermængder (transportmiddelvalg og rutevalg). Denne effekt er størst for S-tog og metro, og mellemstor for lokalbane. Effekten af regionaltoget er mindre end for S-tog og metro. Dette kan dog måske hænge sammen med ringere punktlighed af regionaltoget, hvilket ikke indgår i analyserne, snarere end togtypen som sådan.

Der er endnu ikke letbaner i Danmark, om end lokalbaner viser en vis skinneeft og stationsnærhed, dog mindre end for de andre togtyper. Det internationale litteraturstudium viser generelt en stationseft af letbaner.

Litteraturstudiet viser en stationsnærhedseft af BRT, mens regressionsanalyserne viser en vis – om end lille oplandseft af S-bus og A-bus.

Litteraturstudiet viser mange eksempler på strategiske effekter af både Metro, S-tog, Letbaner og BRT, eksempelvis målt som stigende ejendomspriser. Det skal bemærkes, at det ikke er en "ekstra gevinst" i forhold til tidsværdistudierne, men snarere at tidsværdigevinsten efter en vis periode afspejles i en ny markedsligevægt, hvor gevinsten er blevet "kapitaliseret" i form af højere ejendomspriser.

- 2) Analyserne peger derfor på, at man kan operere med et graderet stationsnærhedsprincip, med store zoner for tog, mellemstore for letbane/lokalbane og små for BRT. Der er stærkt belæg for som minimum at fastholde et stationsnærhedsprincip for tog.
- 3) Resultaterne er for usikre til at konkludere entydigt om der er en systemeft af S-bus og A-bus. Regressionsanalyserne peger på en svag eft, mens LTM/Tidsværdistudierne peger på, at det snarere kan forklares ved den højere frekvens/hurtigere rejsetid, snarere end en systemeft.

Generelt vil det kræve mere detaljerede analyser og mere data at kunne give konkrete anbefalinger for størrelserne af de graderede oplande, om end regressionsanalyserne kan give en indikator herfor. Statistik/metodisk kan det være svært at identificere (måle) små effekter, og det kan derfor ikke udelukkes at mere detaljerede analyser mere entydigt vil kunne svare på, om der er en systemeft af S-bus og A-bus.

- 4) Udformningen af terminaler har en betydning for passagerers rutevalg og oplevede rejsetid, herunder overdækning, adgang til indkøb, besværet ved gangveje og informationsniveauet. Idet terminaler ofte forbedres ved indførelse af BRT og letbaner, kan der være et forbedringspotentiale, alene ved forbedring af terminaler, herunder både bus-terminaler og almindelige busstop.

## 8 Referencer

- Abrantes, P.A.L. & Wardman, M.R. (2011).** Meta-analysis of UK Values of Travel Time: An Update. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45 (1), s. 1-17.
- Adair, A., McGreal, S., Smyth, A., Cooper, J., Ryley, T., (2000).** House Prices and Accessibility: The Testing of Relationships within the Belfast Urban Area. *Housing Studies*. 15, s. 699–716.
- Al-Dubiki, S., Mees, P., (2010).** Bus rapid transit in Ottawa, 1978 to 2008: Assessing the results. *The Town Planning Review*. 81, s. 407–424.
- Al-Mosaind, M.A., Dueker, K.J., Strathman, J.G., (1993).** Light-Rail Transit Stations and Property Values: A Hedonic Price Approach. *Transportation Research Record*.
- Andersen, Jonas Lohmann Elkjær & Landex, Alex (2008).** Catchment areas for public transport, Proc. of the Urban Transport Conference.
- Andersen, Jonas Lohmann Elkjær & Landex, Alex (2009).** GIS-based Approaches to Catchment Area Analyses of Mass Transit, Proc. of the ESRI User Conference.
- Anderson, Marie Karen (2013).** Behavioural Models for Route Choice of Passengers in Multimodal Public Transport Networks. PhD afhandling. Danmarks Tekniske Universitet.
- Anderson, Marie Karen, Nielsen, Otto Anker & Prato, Carlo Giacomo (2014).** Multimodal route choice models of public transport passengers in the Greater Copenhagen Area. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, s. 1-25.
- Armstrong, J., Robert, J., (1994).** Impacts of Commuter Rail Service as Reflected in Single-Family Residential Property Values. *Transportation Research Record*, s. 88–98.
- Armstrong, R.J., Rodríguez, D.A., (2006).** An Evaluation of the Accessibility Benefits of Commuter Rail in Eastern Massachusetts using Spatial Hedonic Price Functions. *Transportation*. 33, s. 21–43.
- Arnold, W., Lohrmann, K., (1997).** Die Stadtbahn, die Stadt und ihre Bewohner: Stadtbahnen weltweit erfolgreich - Betrachtung der Stuttgarter Situation. *Der Nahverkehr* 15, s. 45–54.
- ATISREAL, Geofutures, UCL, Group, S., (2004).** Land Value and Public Transport - Stage Two: Testing the Methodology on the Croydon Tramlink.
- Bae, C.-H.C., Jun, M.-J., Park, H., (2003).** The impact of Seoul's subway Line 5 on residential property values. *Transport Policy* 10, s. 85–94.
- Banister, D., Thurstain-Goodwin, M., (2011).** Quantification of the non-transport benefits resulting from rail investment. *Journal of Transport Geography* 19, s. 212–223.
- Bollinger, C.R., Ihlanfeldt, K.R., (1997).** The Impact of Rapid Rail Transit on Economic Development: The Case of Atlanta's MARTA. *Journal of Urban Economics*. 42, s. 179–204.
- Bottoms, G.D., (2003).** Continuing developments in light rail transit in western Europe, in: *Proceedings of the 9th National Light Rail Transit Conference*, s. 713–728.

- Bovy, P.H.L. & Hoogendoorn-Lanser, S. (2005).** Modelling Route Choice Behaviour in Multi-modal Transport Networks. *Transportation*, 32 (4), s. 341-368.
- Bowes, D., Ihlanfeldt, K.R., (2001).** Identifying the Impacts of Rail Transit Stations on Residential Property Values. *Journal of Urban Economics*. 50, s. 1–25.
- Brandt, S., Maennig, W., (2011).** The impact of rail access on condominium prices in Hamburg. *Transportation (Amst)*. 39, s. 997–1017.
- Cain, A., Flynn, J., McCourt, M., Reyes, T., (2009).** Quantifying the Importance of Image and Perception to Bus Rapid Transit.
- Callaghan, L., Vincent, W., (2007).** Preliminary Evaluation of Metro Orange Line Bus Rapid Transit Project. *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*. 2034, s. 37–44.
- Cervero, R., (2013).** Bus Rapid Transit (BRT): An Efficient and Competitive Mode of Public Transport. IURD Working Paper. 2013-01.
- Cervero, R., (1998).** The Transit Metropolis: A Global Inquiry.
- Cervero, R., Dai, D., (2014).** BRT TOD: Leveraging transit oriented development with bus rapid transit investments. *Transport Policy* 36, s. 127–138.
- Cervero, R., Duncan, M., (2002a).** Land value impacts of rail transit services in San Diego County.
- Cervero, R., Duncan, M., (2002b).** Land value impacts of rail transit services in Los Angeles County.
- Cervero, R., Kang, C.D., (2011).** Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea. *Transport Policy* 18, s. 102–116.
- Chen, H., Rufolo, A., Dueker, K., (1998).** Measuring the Impact of Light Rail Systems on Single-Family Home Values: A Hedonic Approach with Geographic Information System Application. *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*. 1617, s. 38–43.
- Copley, G., Thomas, M., Maunsell, F., Georgeson, N., (2002).** Croydon Tramlink Impact Study, in: *European Transport Conference*.
- Currie, G., (2006).** Bus Rapid Transit in Australasia: Performance, Lessons Learned and Futures. *Journal of Public Transportation*. 9, s. 1–22.
- Dabinett, G., Gore, T., Haywood, R., Lawless, P., (1999).** Transport investment and regeneration. Sheffield: 1992–1997. *Transport Policy* 6, s. 123–134.
- Debrezion, G., Pels, E., Rietveld, P., (2007).** The Impact of Railway Stations on Residential and Commercial Property Value: A Meta-analysis. *The Journal Of Real Estate Finance and Economics*. 35, s. 161–180.
- Debrezion, G., Pels, E., Rietveld, P., (2006).** The Impact of Rail Transport on Real Estate Prices: An Empirical Analysis of the Dutch Housing Market. Tinbergen Institute.

**Deng, T., Nelson, J.D., (2013).** Bus Rapid Transit implementation in Beijing: An evaluation of performance and impacts. *Research in Transportation Economics*. 39, s. 108–113.

**Deng, T., Nelson, J.D., (2011).** Recent Developments in Bus Rapid Transit: A Review of the Literature. *Transport Reviews*. 31, s. 69–96.

**Dueker, K., Bianco, M., (1999).** Light-Rail-Transit Impacts in Portland: The First Ten Years. *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*. 1685, s. 171-180.

**Dyrberg, M.B., Christensen, C.B. (2015).** Transfers in Public Transport Route Choice. Kandidatspeciale. DTU Transport.

**Eluru, N., Chakour, V. & El-Geneidy, A.M. (2012).** Travel Mode Choice and Transit Route Choice Behaviour in Montreal - Insights from McGill University Members Commute Patterns. *Public Transport*, 4, s. 129-149.

**Ernst, J., (2005).** Initiating Bus Rapid Transit in Jakarta, Indonesia. *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*. 1903, s. 20–26.

**Estupiñán, N., Rodríguez, D.A., (2008).** The relationship between urban form and station boardings for Bogotá's BRT. *Transportation Research Part A Policy and Practice*. 42, s. 296–306.

**Forrest, D., Glen, J., Ward, R., (1996).** The Impact of a Light Rail System on the Structure of House Prices: A Hedonic Longitudinal Study. *Journal of Transport Economics and Policy* 30, s. 15–29.

**Fosgerau, Mogens; Katrine Hjorth, Stephanie Vincent Lyk-Jensen (2007a).** The Danish value of time study, Danmarks Transportforskning, Results for experiment 1. Note 5

**Fosgerau, Mogens; Katrine Hjorth, Stephanie Vincent Lyk-Jensen (2007b).** The Danish Value of Time Study. Danmarks Transportforskning, Results for experiment 2. Note 6

**Fredriksen, K.M.R., (2013).** Bybanens innvirkning på boligpriser i Bergen. Universitetet i Agder.

**Gatzlaff, D.H., Smith, M.T., (1993).** The Impact of the Miami Metrorail on the Value of Residences near Station Locations. *Land Economics*. 69, s. 54–66.

**Golub, A., Guhathakurta, S., Sollapuram, B., (2012).** Spatial and Temporal Capitalization Effects of Light Rail in Phoenix: From Conception, Planning, and Construction to Operation. *Journal of Planning Education and Research*. 32, s. 415–429.

**Hack, J., (2002).** Regeneration and Spatial Development: a Review of Research and Current Practice. Toronto.

**Halldórsdóttir, K. (2015).** The effects of cycling policies. Submitted PhD afhandling, DTU Transport.

**Harper, R., Bird, J., (2000).** Midland Metro: Monitoring the Impacts, in: European Transport Conference.

**Hass-Klau, C., Crampton, G., Biereth, C., Deutsch, V., (2003).** Bus or Light Rail: Making the Right Choice: A Financial, Operational, and Demand Comparison of Light Rail, Guided Buses and Bus Lanes, Second Ed. ed. Environmental & Transport Planning, Brighton, UK.

**Heddebaut, O., Finn, B., Rabuel, S., Rambaud, F., (2010).** The European Bus with a High Level of Service (BHLS): Concept and Practice. Built Environment. 36, s. 307–316.

**Hess, D.B., Almeida, T.M., (2007).** Impact of Proximity to Light Rail Rapid Transit on Station-area Property Values in Buffalo, New York. Urban Studies. 44, s. 1041–1068.

**Hovedstadens Udviklingsråd (2001).** Forslag til Stambusplan

**Hüsler, W., (1996).** Strassenbahnprojekte in der Standardisierten Bewertung. Der Nahverkehr 14, s. 55–62.

**Johansson, T., (2011).** Om Spårvagn. Spårvagnsstäderna.

**Kasch, R., Vogts, G., (2002).** Schienenbonus: Es bleiben Fragen. Der Nahverkehr 20, s. 39–43.

**Knowles, R.D., (1996).** Transport impacts of greater Manchester's metrolink light rail system. Journal of Transport Geography. 4, s. 1–14.

**Kolstrup, K., (2006).** A Hedonic Price Study of the Copenhagen Metro. The University of Leeds.

**Landis, J., Guhathakurta, S., Huang, W., Zhang, M., Fukuji, B., (1995).** Rail Transit Investments, Real Estate Values, and Land Use Change: A Comparative Analysis of Five California Rail Transit Systems.

**Landis, J., Zhang, M., Guhathakurta, S., (1994).** Capitalization of Transit Investments into Single-Family Home Prices: A Comparative Analysis of Five California Rail Transit Systems. Berkeley, California, USA.

**Lee, S.S., Senior, M.L., (2013).** Do light rail services discourage car ownership and use? Evidence from Census data for four English cities. Journal of Transport. Geography. 29, s. 11–23.

**Levinson, H., Zimmerman, S., Clinger, J., Gast, J., (2003a).** Bus Rapid Transit: Synthesis of Case Studies. Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board. 1841, s. 1–11.

**Levinson, H., Zimmerman, S., Clinger, J., Rutherford, G., (2002).** Bus Rapid Transit: An Overview. Journal of Public Transportation. 5, s. 1–30.

**Levinson, H., Zimmerman, S., Clinger, J., Rutherford, S., Smith, R., Cracknell, J., Soberman, R., (2003b).** Bus Rapid Transit, Volume 1: Case Studies in Bus Rapid Transit. World Transit Research.

**Lin, J., (2002).** Gentrification and Transit in Northwest Chicago. Journal of the Transportation Research Forum. 56.

- Ma, L., Ye, R., Titheridge, H., (2014).** Capitalization Effects of Rail Transit and Bus Rapid Transit on Residential Property Values in a Booming Economy. *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board.* 2451, s. 139–148.
- Martínez, L., Viegas, J., (2009).** Effects of Transportation Accessibility on Residential Property Values. *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board.* 2115, s. 127–137.
- McDonald, J.F., Osuji, C.I., (1995).** The effect of anticipated transportation improvement on residential land values. *Regional Science and Urban Economics.* 25, s. 261–278.
- Miljøministeriet, Naturstyrelsen (2013).** Fingerplan 2013 - Landsplandirektiv for hovedstadsområdet planlægning.
- Munoz-Raskin, R., (2010).** Walking accessibility to bus rapid transit: Does it affect property values? The case of Bogotá, Colombia. *Transport Policy* 17, s. 72–84.
- Nielsen, Otto Anker & Johansen, Mette Haugsted (2012).** Køreplansbaseret Rutevalgmodel og Matricer for Kollektiv Trafik i Landstrafikmodellen v1.0. Aalborg Trafikdage, Aalborg Universitet.
- Olesen, M., (2014).** Making Light Rail Mobilities. Aalborg University.
- O’Sullivan, Sean & Morral, John (1996).** Walking Distances to and from Light-Rail Transit Stations, *Transportation Research Record,* 1538, s. 19-26
- Pagliara, F., Papa, E., (2011).** Urban rail systems investments: an analysis of the impacts on property values and residents’ location. *Journal of Transport Geography.* 19, s. 200–211.
- Perdomo Calvo, J.A., Mendoza, C.A., Baquero-Ruiz, A.F., Mendieta-Lopez, J.C., (2007).** Study of the Effect of the Transmilenio Mass Transit Project on the Value of Properties in Bogotá, Colombia, Lincoln Institute of Land Policy.
- Perk, V., Mugharbel, M., Catalá, M., (2010).** Impacts of Bus Rapid Transit Stations on Surrounding Single-Family Home Values. *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board.* 2144, s. 72–79.
- Perk, V.A., Catala, M., Reader, S., (2012).** Land Use Impacts of Bus Rapid Transit: Phase II—Effects of BRT Station Proximity on Property Values along the Boston Silver Line Washington Street Corridor. Federal Transit Administration. Washington, DC, USA.
- Pickett, M.W., (1984).** The Effect of the Tyne and Wear Metro on Residential Property Values, Supplementary Report. Wokingham, Berkshire, UK.
- Rabuel, S., (2010).** Buses with a High Level of Services: Choosing and implementing the right system.
- Raveau, S. Muñoz, J.C. & de Grange, L. (2011).** A Topological Route Choice Model for Metro. *Transportation Research Part A: Policy and Practice,* 45 (2), s. 138-147.
- Richmond, J., (1991).** Transport of Delight - The Mythical Conception of Rail Transit in Los Angeles. Massachusetts Institute of Technology.

**Rodríguez, D.A., Mojica, C.H., (2009).** Capitalization of BRT network expansions effects into prices of non-expansion areas. *Transportation Research Part A Policy and Practice*. 43, s. 560–571.

**Rodríguez, D.A., Targa, F., (2004).** Value of accessibility to Bogotá's bus rapid transit system. *Transport Reviews*. 24, s. 587–610.

**Salon, D., Wu, J., Shewmake, S., (2014).** Impact of Bus Rapid Transit and Metro Rail on Property Values in Guangzhou, China. *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*. 2452, s. 36–45.

**Scherer, M., (2010).** Is Light Rail More Attractive to Users Than Bus Transit? *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board*. 2144, s. 11–19.

**Scherer Ohnmacht, M., (2012).** Differences in cognition of public transport systems: Image and behavior towards urban public transport. *ETH Zurich*.

**Stokenberga, A., (2014).** Does Bus Rapid Transit Influence Urban Land Development and Property Values: A Review of the Literature. *Transport Reviews*. 34, s. 276–296.

**Suzuki, H., Cervero, R., Iuchi, K., (2013).** Transforming Cities with Transit: Transit and Land-Use Integration for Sustainable Urban Development.

**Tørset T (2005)** Kollektiv transportmodellering: Kan eksisterende transportmodeller utvikles slik at de blir mer egnet til analyser av kollektivtransport? PhD afhandling, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

**Van der Waard, J. (1988).** The Relative Importance of Public Transport Trip Time Attributes in Route Choice. In *Proceedings PTRC Summer Annual Meeting, 16th, Bath, United Kingdom*.

**Voith, R., (1991).** Is access to Center City still valuable? *Business Review*. s. 3–12.

**Voith, R., (1993).** Changing Capitalization of CBD-Oriented Transportation Systems: Evidence from Philadelphia, 1970–1988. *Journal of Urban Economics*. 33, s. 361–376.

**Vrtic, M. & Axhausen, K.W. (2002).** Impact of Tilting Trains in Switzerland: Route Choice Model of Regional and Long-Distance Public Transport Trips. Presented at 82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.

**Vuk, G., (2005).** Transport impacts of the Copenhagen Metro. *Journal of Transport Geography*. 13, s. 223–233.

**Weinstein, B.L., Clower, T.L., (2002).** An Assessment of the DART LRT on Taxable Property Valuations and Transit Oriented Development.

**Yazici, M., Levinson, H., Ilicali, M., Camkesen, N., Kamga, C., (2013).** A Bus Rapid Transit Line Case Study: Istanbul's Metrobüs System. *Journal of Public Transportation*. 16, s. 153–177.

**Zølner, Marie (2015).** Fodgængersimulering i Vissim af Hillerød Station. Diplomafgangsprojekt. DTU Transport. Januar 2015.



## **Tak til**

MOVIA takkes for finansiering af analysen og rapporten.



DTU Transport forsker og underviser i trafik og transportplanlægning. Institutet rådgiver myndighederne inden for infrastruktur, samfundsøkonomi, transportpolitik og trafiksikkerhed. DTU Transport samarbejder tillige med erhvervslivet om grøn logistik, behovsstyret kollektiv trafik, brugerbetaling og design af bæredygtige transportnetværk.

DTU Transport  
Institut for Transport  
Danmarks Tekniske Universitet

Bygningstorvet 116 Vest  
2800 Kgs. Lyngby  
Tlf. 45 25 65 00  
Fax 45 93 65 33

[www.transport.dtu.dk](http://www.transport.dtu.dk)