

Følsomhedsanalyse af samfundsøkonomiske tidsværdier for kollektive trafikprojekter

Jonas Lohmann Elkjær Andersen

Alex Landex

Otto Anker Nielsen

Disposition

- Baggrund
 - Formål
 - Fremgangsmåde
- Projekter
- Trafikmodellering
- Samfundsøkonomiske tidsværdier
 - Transportministeriets anbefalede tidsværdier
 - De forventede nye anbefalede tidsværdier
- Problemstilling ved samme værdi for rejsetid
 - Case fra København
 - Differentierede rejsetidsværdier efter transportmidler
- Tidsberegninger
- Resultater
- Konklusioner



Baggrund

- Samfundsøkonomiske analyser bruges i vurderingen af kollektive trafikprojekter
 - ▶ Rentabilitet
 - ▶ En af de vigtigste beslutningsparametre
- Tidsbesparelser som følge af et forbedret kollektivt trafiksystem er ofte den største samfundsøkonomiske benefit
 - ▶ Høje tidsbenefits er derfor vigtige for projekternes rentabilitet
- Kollektive infrastrukturprojekter udviser sjældent samfundsøkonomisk rentabilitet, kan skyldes faktorer som:
 - ▶ Utilstrækkelig samfundsøkonomisk metode
 - ▶ Mangelfuld optimering af det kollektive trafikprojekt
 - ▶ For lave eller utilstrækkelige samfundsøkonomiske tidsværdier
 - Især når udgangspunktet er trafikmodeller med høj kompleksitet

Formål

- At undersøge hvilken indflydelse forskellige samfundsøkonomiske tidsværdier har på tidsbenefit af infrastrukturelle kollektive trafikprojekter, herunder at undersøge:
 - ▶ Hvad de nye forventede anbefalede tidsværdier vil betyde for de samlede tidsbenefit
 - ▶ Hvad differentierede værdier for rejsetid betyder for de samlede tidsbenefit

Fremgangsmåde

- Sammenligningsgrundlag er de eksisterende samfundsøkonomiske tidsværdier anbefalet af Transportministeriet
- Derudover undersøges to andre sæt af tidsværdier
 - ▶ De forventede nye anbefalede tidsværdier
 - ▶ Differentierede rejsetidsværdier
- Tidsværdierne anvendes i en praktisk orienteret undersøgelse af to kollektive trafikprojekter
 - ▶ Projekterne trafikmodelleres
 - ▶ Tidsbenefit af projekterne vurderes og sammenlignes for alle sæt af tidsværdier

Disposition

- Baggrund
 - Formål
 - Fremgangsmåde
- Projekter
- Trafikmodellering
- Samfundsøkonomiske tidsværdier
 - Transportministeriets anbefalede tidsværdier
 - De forventede nye anbefalede tidsværdier
- Problemstilling ved samme værdi for rejsetid
 - Case fra København
 - Differentierede rejsetidsværdier efter transportmidler
- Tidsberegninger
- Resultater
- Konklusioner



Kollektive trafikprojekter

- Praktisk analyse
- Kollektive projekter i Hovedstadsområdet
 - ▶ Letbaneprojekter
 - ▶ Tværgående ringbaner
 - ▶ Realistiske fremtidsprojekter

- Helt ny kollektiv infrastruktur
 - ▶ Illustrerer pointerne ved at anvende differentierede rejsetidsværdier
 - ▶ Letbaner mere attraktive end busser

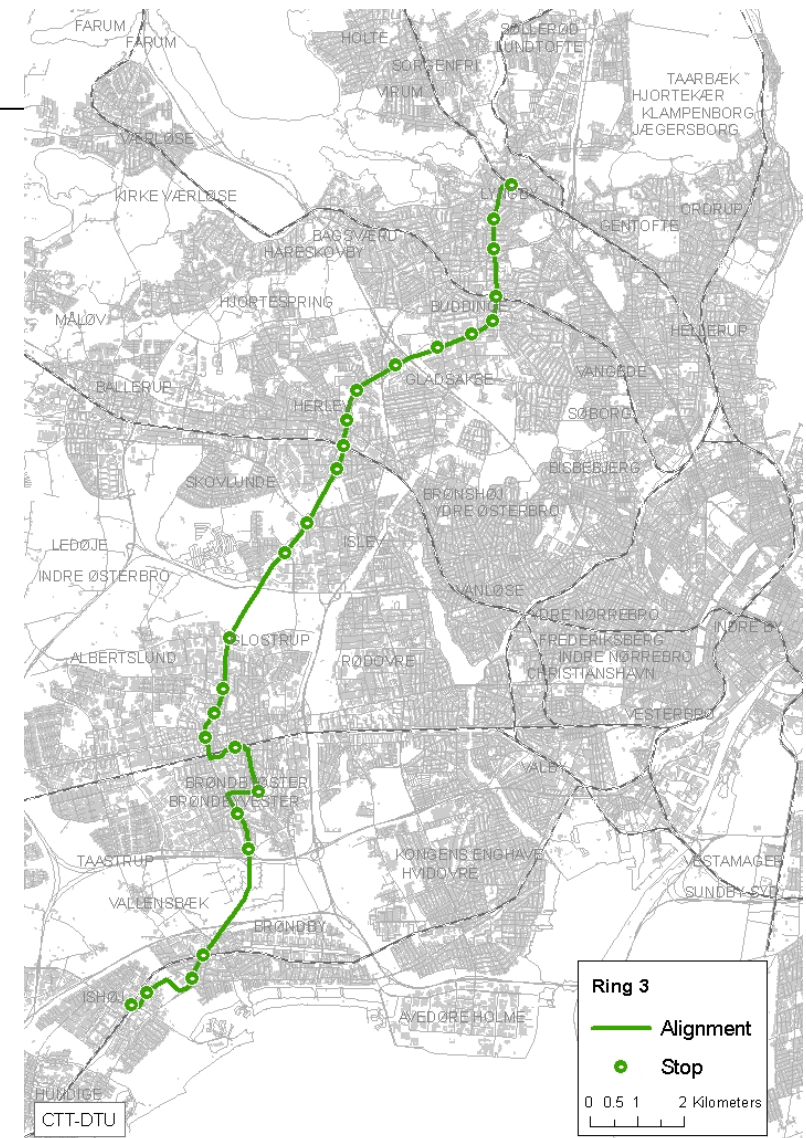
Ring 2½

- Fra Friheden st. til Lyngby st.
 - Forbindelse til alle radiale S-banelinjer
 - 20 stop
- 10-minutters drift i dagtimer
- Buslinje 200S nedlægges
- 24% rejsetidsbesparelse fra ende til ende sammenlignet med 200S



Ring 3

- Fra Ishøj st. til Lyngby st.
 - ▶ Forbindelse til alle radiale S-banelinjer
 - ▶ 26 stop
- 5-minutters drift i dagtimer
- Buslinje 300S nedlægges på afgangene mellem Ishøj st. og Lyngby st.
- 16% rejsetidsbesparelse fra ende til ende sammenlignet med 300S



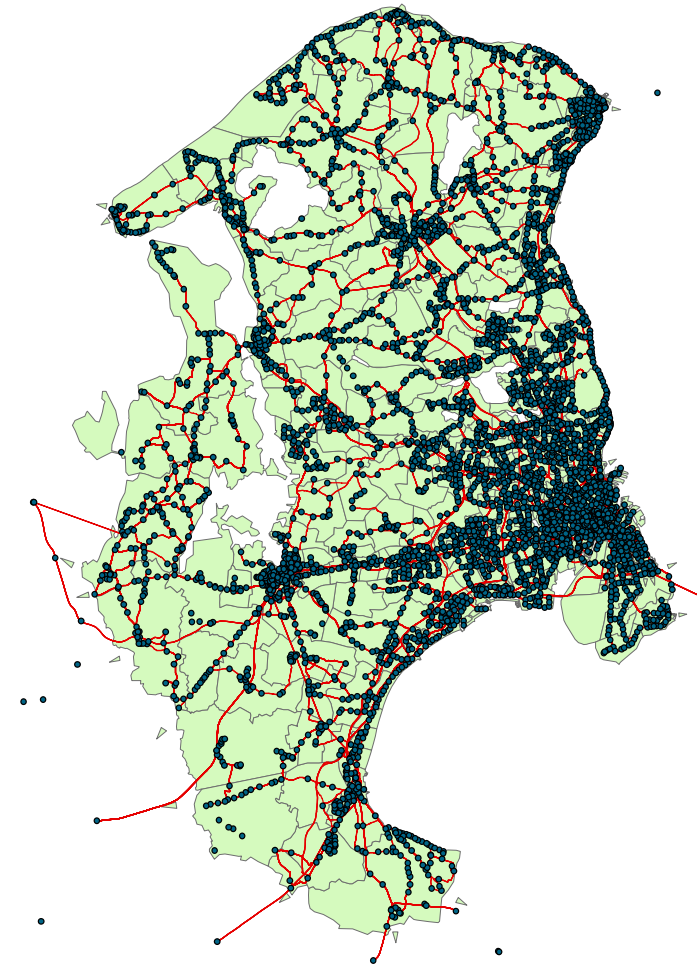
Disposition

- Baggrund
 - Formål
 - Fremgangsmåde
- Projekter
- Trafikmodellering
- Samfundsøkonomiske tidsværdier
 - Transportministeriets anbefalede tidsværdier
 - De forventede nye anbefalede tidsværdier
- Problemstilling ved samme værdi for rejsetid
 - Case fra København
 - Differentierede rejsetidsværdier efter transportmidler
- Tidsberegninger
- Resultater
- Konklusioner



Trafikmodellering

- Anvendes til at evaluere de samfundsøkonomiske effekter af letbaneprojekterne (tidsbesparelser)
- Modeldatabasen bygger data fra Hovedstadsområdet
 - ▶ Køreplansdata fra Rejseplanen
 - ▶ Vejnet fra Krak
 - ▶ Zonestructur og turmatricer fra OTM 4.0



Rutevalgsberegning

- Udføres via Traffic Analyst
 - ▶ Extension til ArcGIS
- Udføres på morgenmyldretiden (7.00 - 9.00)
- På tre turformål
 - ▶ Bolig-arbejde
 - ▶ Erhverv
 - ▶ Andet



Workflow ved trafikmodellering

- Den nuværende situation modelleres
- Letbanen kodes og køreplanen indtastes
- Bustilpasning foretages
- Situationen med letbane modelleres
- Nye turmatricer som følge af trafikspring dannes
- Situationen med letbane og nye turmatricer modelleres

- De to letbaneprojekter beregnes hver for sig efter ovenstående fremgangsmåde

- Output: Bl.a. LoS-matricer
 - Tid mellem alle zonepar fordelt på rejseelementer

Disposition

- Baggrund
 - Formål
 - Fremgangsmåde
- Projekter
- Trafikmodellering
- **Samfundsøkonomiske tidsværdier**
 - Transportministeriets anbefalede tidsværdier
 - De forventede nye anbefalede tidsværdier
- Problemstilling ved samme værdi for rejsetid
 - Case fra København
 - Differentierede rejsetidsværdier efter transportmidler
- Tidsberegninger
- Resultater
- Konklusioner



Samfundsøkonomiske tidsværdier

- Bruges til samfundsøkonomiske tidsberegninger af kollektive projekter
 - ▶ Prissætning af de tidsbesparelser der opnås
 - ▶ Indgår som benefit i den samfundsøkonomiske analyse
- En samfundsøkonomisk tidsværdi angiver det beløb en rejsende er villig til at betale for at undgå et bestemt rejseelement per tidsenhed
 - ▶ Eksempelvis 120 kroner per time for ventetid for pendling
 - ▶ Varierer efter turformål

- Alle tidsværdier opgives her i år 2004, der dermed bliver kalkulationsår for alle beregninger
 - ▶ Sikrer sammenligningsgrundlag
 - ▶ Korrigeret for inflation

- Alle tidsværdier opgives i kroner per time

Transportministeriets anbefalede tidsværdier

- Til brug ved samfundsøkonomiske analyser af kollektive trafikprojekter

	Bolig-Arbejde	Erhverv	Andet
Rejsetid	60	266	35
Vente/skiftetid	120	532	70
Skjult ventetid	30	133	18

De forventede nye anbefalede tidsværdier

- Estimat
- Samme værdi for ikke-erhvervs ture

	Bolig-Arbejde	Erhverv	Andet
Rejsetid	67	315	67
Vente/skiftetid	134	631	134
Skjult ventetid	34	158	34
Til/frabringertid	101	473	101

Disposition

- Baggrund
 - ▶ Formål
 - ▶ Fremgangsmåde
- Projekter
- Trafikmodellering
- Samfundsøkonomiske tidsværdier
 - ▶ Transportministeriets anbefalede tidsværdier
 - ▶ De forventede nye anbefalede tidsværdier
- Problemstilling ved samme værdi for rejsetid
 - ▶ Case fra København
 - ▶ Differentierede rejsetidsværdier efter transportmidler
- Tidsberegninger
- Resultater
- Konklusioner



Problemstilling ved samme værdi for rejsetid

- Der er forskel i attraktivitet af transportmidler
- Banetransport mere attraktiv end bustransport
 - ▶ Den såkaldte skinnfaktor eller baneeffekt
 - ▶ Beror på faktorer som bl.a. komfort og rettidighed
- Rejsende kan være villige til at acceptere en længere rejsetid hvis rejsen foretages med tog frem for bus

- I rutevalgsberegningen bruges differentierede værdier for rejsetid
 - ▶ For at simulere forskelle i rejsendes præferencer for transportmidler

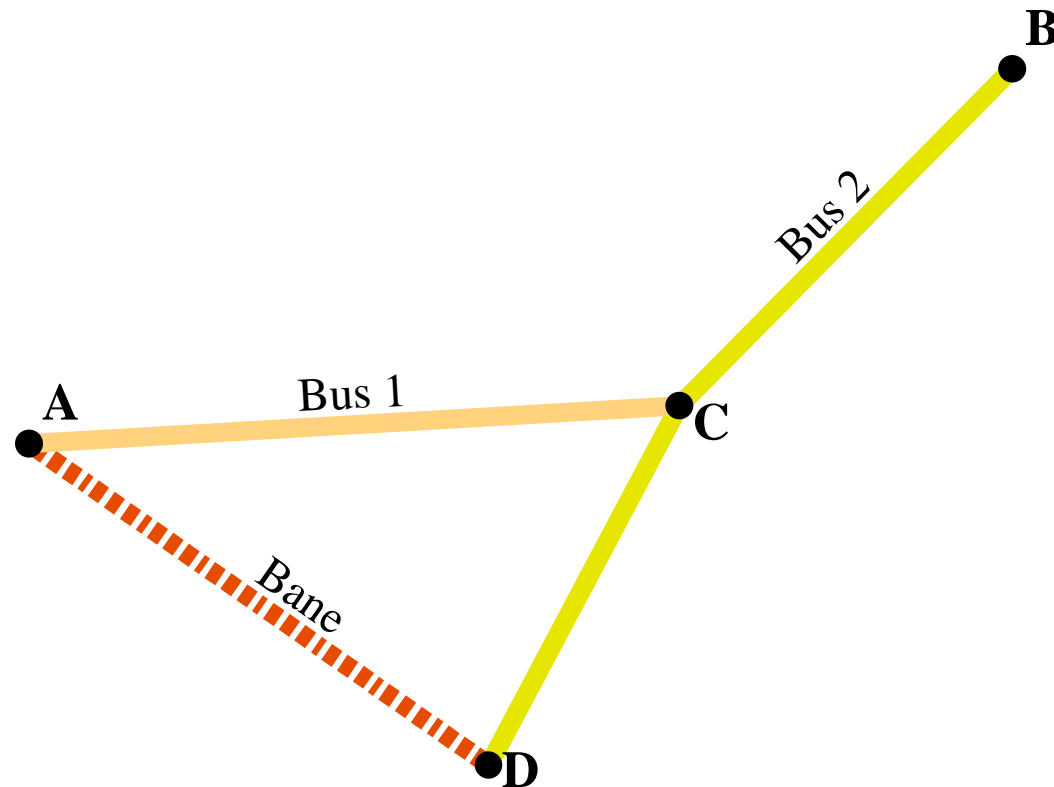
Problemstilling ved samme værdi for rejsetid (2)

- I de samfundsøkonomiske tidsberegninger tages der ikke hensyn til attraktivitet af transportmidler
 - ▶ Én samlet værdi for rejsetid

- Tages ikke hensyn til attraktivitet af transportmidler kan det resultere i at forbedringer i det kollektive trafiksystem giver negative tidsbenefits
 - ▶ Lavere totale tidsbenefits

Problemstilling ved samme værdi for rejsetid (3)

- Eksempel på negative tidsbenefits ved infrastruktur forbedring



Case fra Storkøbenhavn

A → C → B

Første ventetid på Fasanvej st. (A): 3 min

Fasanvej st. (A) via bus 4A til Haraldsgade/Lyngbyvej (C):
16 min (inklusive 2 min skiftetid ved Haraldsgade)

Haraldsgade/Lyngbyvej (C) via bus 150S til Brogårdsvej (B):
8 min

Total tid: 27 min

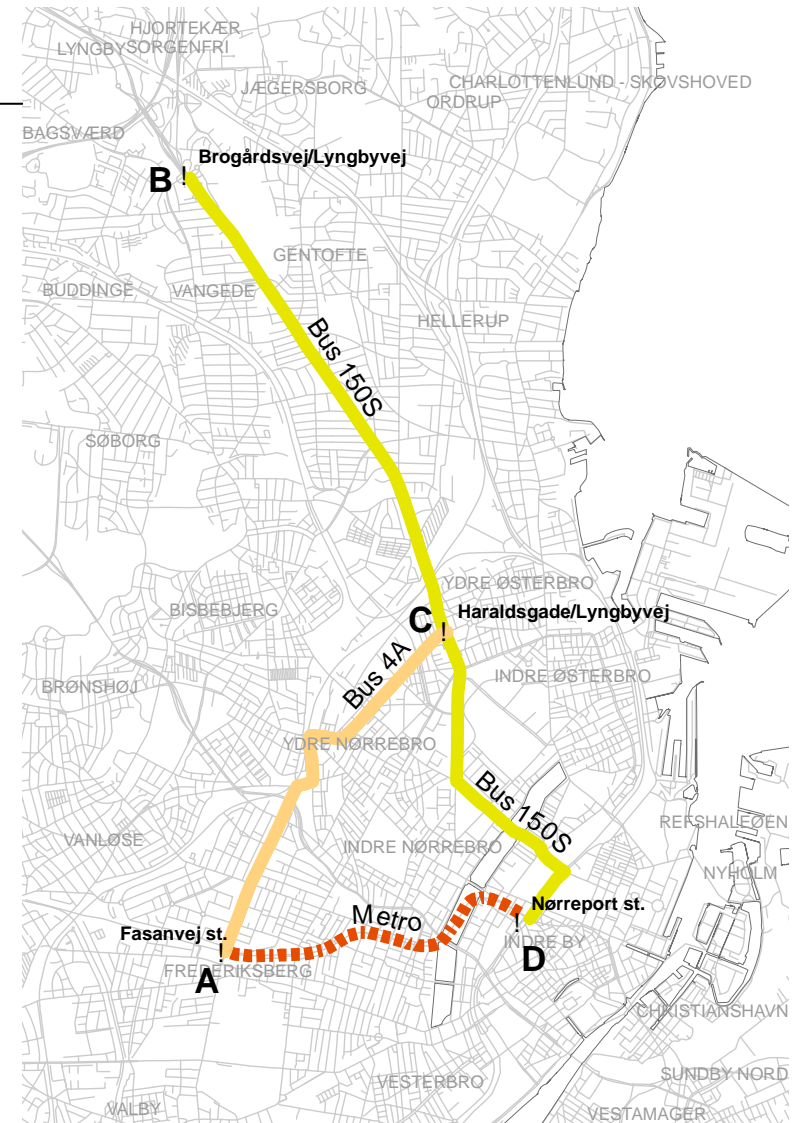
A → D → B

Første ventetid på Fasanvej st. (A): 1 min

Fasanvej st. (A)
via Metro til Nørreport st. (D):
9 min (inklusive 4 min skiftetid på Nørreport st.)

Nørreport st. (D) via bus 150S til Brogårdsvej (B):
18 min

Total tid: 28 min



Case – Resultat fra rutevalgsberegning

- Case eksemplet i et rutevalgsudtryk
- $(GC = P_{Rejsetid} \cdot Rejsetid + P_{Ventetid} \cdot Ventetid + P_{Skiftetid} \cdot Skiftetid)$:

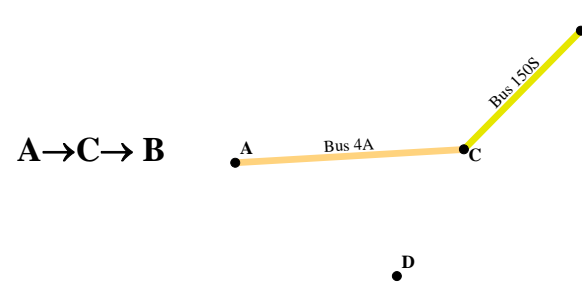
$$A \rightarrow C \rightarrow B$$

$$GC = 15,99$$

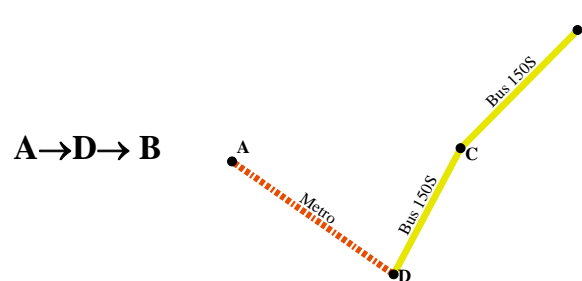
$$A \rightarrow D \rightarrow B$$

$$GC = 15,91$$

- Ruten $A \rightarrow D \rightarrow B$ har laveste cost
- \Rightarrow valg af denne rute i rutevalgsberegning



$$GC = P_{Bus} \cdot 22 \text{ min} + P_{Ventetid} \cdot 3 \text{ min} + P_{Skiftetid} \cdot 2 \text{ min} = 15,99$$



$$GC = P_{Metro} \cdot 5 \text{ min} + P_{Bus} \cdot 18 \text{ min} + P_{Ventetid} \cdot 1 \text{ min} + P_{Skiftetid} \cdot 4 \text{ min} = 15,91$$

Case – Samfundsøkonomisk tidsberegning

- Samfundsøkonomisk tidsberegning af case eksemplet fra København (med de nuværende anbefalede tidsværdier):
 - $(60 \text{ Kr./time} \cdot (22 \text{ min}/60) + 120 \text{ Kr./time} \cdot (5 \text{ min}/60))$
 - $– (60 \text{ Kr./time} \cdot (23 \text{ min}/60) + 120 \text{ Kr./time} \cdot (5 \text{ min}/60)) =$ **-1 Kr.**
- Disbenefit på 1 krone selvom denne rute er valgt pga. højere nytte
- Den nye metrolinie kan derved resultere i et samfundsøkonomisk tab af tidsbenefit, selvom der ikke foretages ændringer i bussystemet

Differentierede rejsetidsværdier efter transportmidler

- Udledt fra rutevalgsparemetre og skaleret til niveau med de samfundsøkonomiske tidsværdier anbefalet af Transportministeriet

	Bolig-Arbejde	Erhverv	Andet
Bus	72	322	42
S-tog/Metro	56	257	32
Tog	56	219	32
Letbane	61	278	35
Vente/skiftetid	120	532	70
Skjult ventetid	30	133	18
Til/frabringertid	93	305	70

Case – Tidsberegning med differentierede rejsetidsværdier

- Samfundsøkonomisk tidsberegning af case eksemplet fra København (med tidsværdier differentieret efter transportmidler):
 - $(72 \text{ Kr./time} \cdot (22 \text{ min}/60) + 120 \text{ Kr./time} \cdot (5 \text{ min}/60))$
 - $- (56 \text{ Kr./time} \cdot (5 \text{ min}/60) + 72 \text{ Kr./time} \cdot (18 \text{ min}/60) + 120 \text{ Kr./time} \cdot (5 \text{ min}/60)) =$ **0,13 Kr.**
- Benefit på 0,13 kroner i overensstemmelse med den nytte der opnås ved at vælge pågældende rute

Generel forøgelse af tidsbenefit med differentierede værdier

- Opgradering af det kollektive system til højere klasse
- => større tidsbesparelser (pga. lavere tidsværdier)
- Eksempelvis en ny letbane i stedet for en eksisterende bus

- Eksempel: Rejsetid bus: 10 min, Rejsetid Letbane: 8 min

- Samfundsøkonomisk tidsbenefit med de nuværende tidsværdier:
 - $(60 \text{ Kr./time} \cdot (10 \text{ min}/60)) - (60 \text{ Kr./time} \cdot (8 \text{ min}/60)) =$ **2,0 Kr.**

- Samfundsøkonomisk tidsbenefit med de differentierede værdier:
 - $(72 \text{ Kr./time} \cdot (10 \text{ min}/60)) - (61 \text{ Kr./time} \cdot (8 \text{ min}/60)) =$ **3,9 Kr.**

- Underbygges af at flere vælger skinnebåren trafik (skinnefaktor)

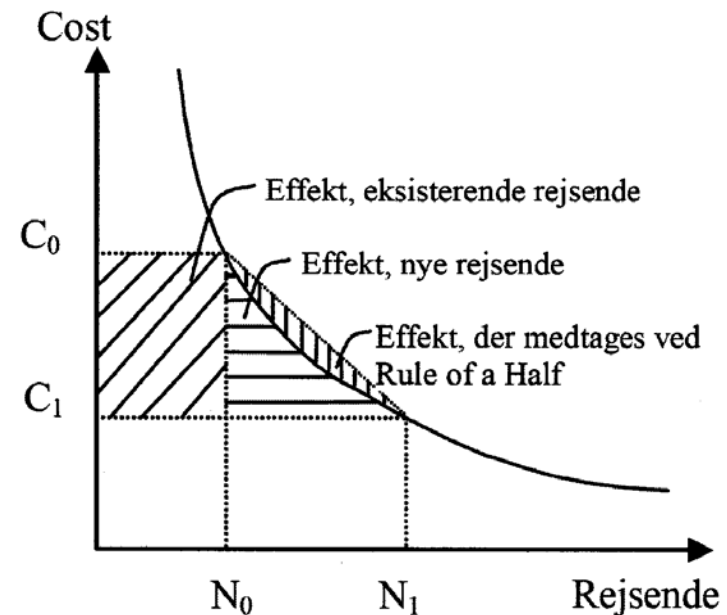
Disposition

- Baggrund
 - Formål
 - Fremgangsmåde
- Projekter
- Trafikmodellering
- Samfundsøkonomiske tidsværdier
 - Transportministeriets anbefalede tidsværdier
 - De forventede nye anbefalede tidsværdier
- Problemstilling ved samme værdi for rejsetid
 - Case fra København
 - Differentierede rejsetidsværdier efter transportmidler
- Tidsberegninger
- Resultater
- Konklusioner



Tidsberegninger

- Output fra rutevalgsberegninger (LoS-matricer)
 - For basis situationen og letbane situationen
- Beregnes med Rule-of-the-Half
 - Implementerer nye rejsende



- $Tidsbenefit = (C_0 - C_1) \cdot N_0 + \frac{1}{2} \cdot (C_0 - C_1) \cdot (N_1 - N_0)$
 $= \frac{1}{2} \cdot (C_0 \cdot N_0 - C_1 \cdot N_0 + C_0 \cdot N_1 - C_1 \cdot N_1)$

Disposition

- Baggrund
 - Formål
 - Fremgangsmåde
- Projekter
- Trafikmodellering
- Samfundsøkonomiske tidsværdier
 - Transportministeriets anbefalede tidsværdier
 - De forventede nye anbefalede tidsværdier
- Problemstilling ved samme værdi for rejsetid
 - Case fra København
 - Differentierede rejsetidsværdier efter transportmidler
- Tidsberegninger
- Resultater
- Konklusioner

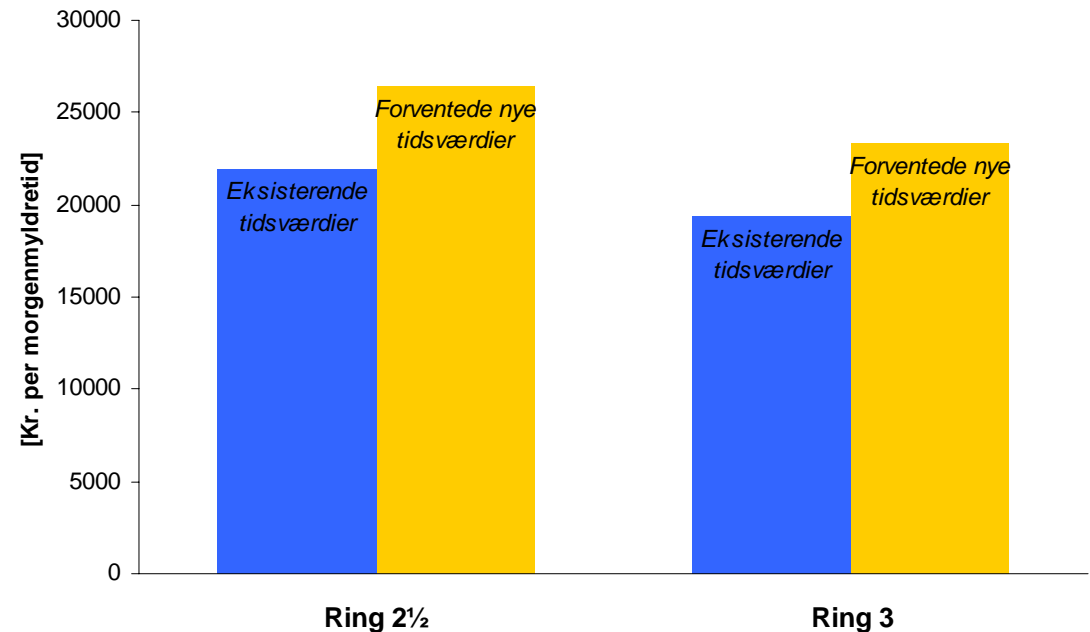


Resultater

- Opgivet for morgenmyldretiden (7.00-9.00)
- Etablering af letbane giver følgende samfundsøkonomiske tidsbenefit beregnet med de eksisterende tidsværdier:
 - ▶ Ring 2½: 21.900 Kr.
 - ▶ Ring 3: 19.400 Kr.
- Bruges som sammenligningsgrundlag

Resultater – De forventede nye tidsværdier

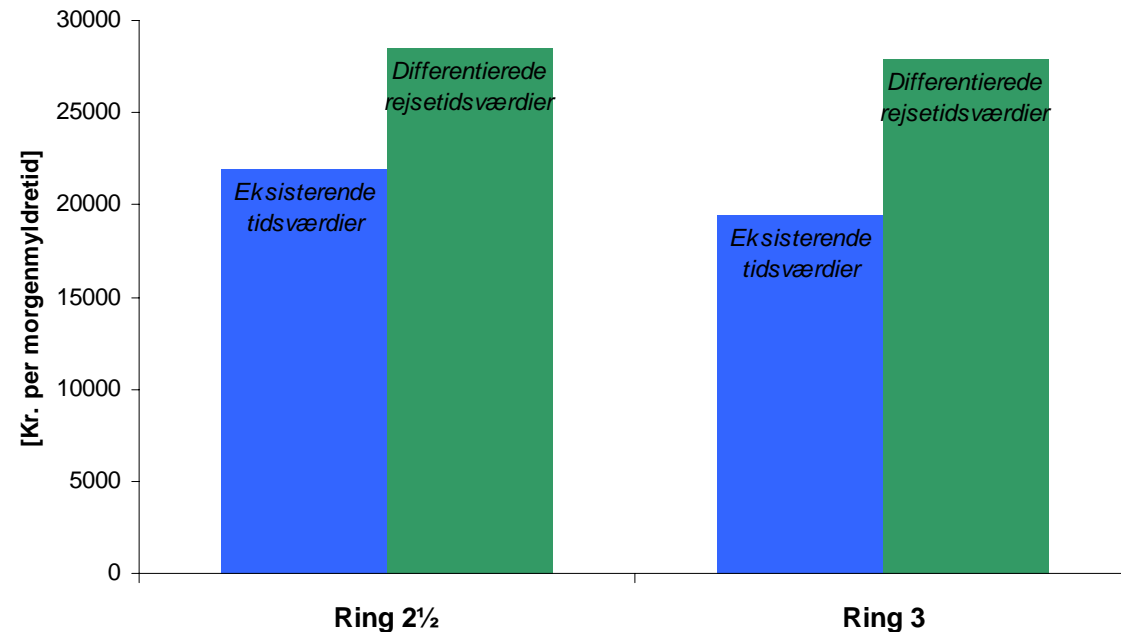
- Forøgelse af tidsbenefit
- Høj forøgelse på fritidsrejser
 - Pga. opskrivning af tidsværdi
- Generel forøgelse på 18%
 - Udregnet for basis situation



	Bolig-Arbejde	Erhverv	Andet	Total
Ring 2½	12%	19%	87%	20%
Ring 3	12%	18%	89%	20%

Resultater – Differentierede rejsetidsværdier

- Forøgelse af tidsbenefit
 - ▶ Højere end for de forventede nye tidsværdier
- Generel forøgelse på under 1%
 - ▶ Udregnet for basissituation
- Ingen generel forøgelse af niveauet som følge af højere tidsværdier
- Forøgelsen må stamme fra de differentierede rejsetidsværdier
 - ▶ Underbygger de teoretiske eksempler



	Bolig-Arbejde	Erherv	Andet	Total
Ring 2½	31%	31%	17%	30%
Ring 3	46%	37%	34%	44%

Disposition

- Baggrund
 - Formål
 - Fremgangsmåde
- Projekter
- Trafikmodellering
- Samfundsøkonomiske tidsværdier
 - Transportministeriets anbefalede tidsværdier
 - De forventede nye anbefalede tidsværdier
- Problemstilling ved samme værdi for rejsetid
 - Case fra København
 - Differentierede rejsetidsværdier efter transportmidler
- Tidsberegninger
- Resultater
- Konklusioner



Konklusioner

- De forventede nye anbefalede tidsværdier har et højere niveau end de nuværende tidsværdier og forøger dermed tidsbenefits for de undersøgte projekter
 - ▶ Forøgelse på omkring 20% kan forventes
- Differentierede rejsetidsværdier forøger tidsbenefits på trods af samme niveau som de nuværende tidsværdier
 - ▶ Forøgelserne varierer, men er væsentlig højere end 20%
 - ▶ Værdierne passer bedre til rutevalget i trafikmodellering
 - ▶ Formodes at afspejle virkelige rejsepræferencer
 - Mere realistiske
 - ▶ Paradoxet med negative tidsbenefits på trods af forbedringer undgås
 - ▶ Kun betydning ved opgradering til transportmiddel af højere klasse

Perspektivering

- Begge sæt af tidsværdier forøger tidsbenefit
 - ▶ Bedre mulighed for samfundsøkonomisk rentabilitet af kollektive projekter

Følsomhedsanalyse af samfundsøkonomiske tidsværdier for kollektive trafikprojekter

Jonas Lohmann Elkjær Andersen

Alex Landex

Otto Anker Nielsen