

# Variation i rejsetid

## - effekter for modellering og værdisætning

Seniorrådgiver Camilla Riff Brems, Danmarks TransportForskning, cab@dtf.dk

### Abstract

Et af de største irritationsmomenter ved forsinkelser er usikkerheden om, hvornår man som trafikant når frem til sin destination. Hvis man på forhånd ved, at bilkøen eller togforsinkelsen betyder, at rejsetiden bliver præcis 10 minutter længere, er det i de fleste tilfælde til at leve med. Det er derimod sværere, hvis man ikke ved om den aktuelle situation betyder, at rejsetiden forlænges med 5 eller 30 minutter.

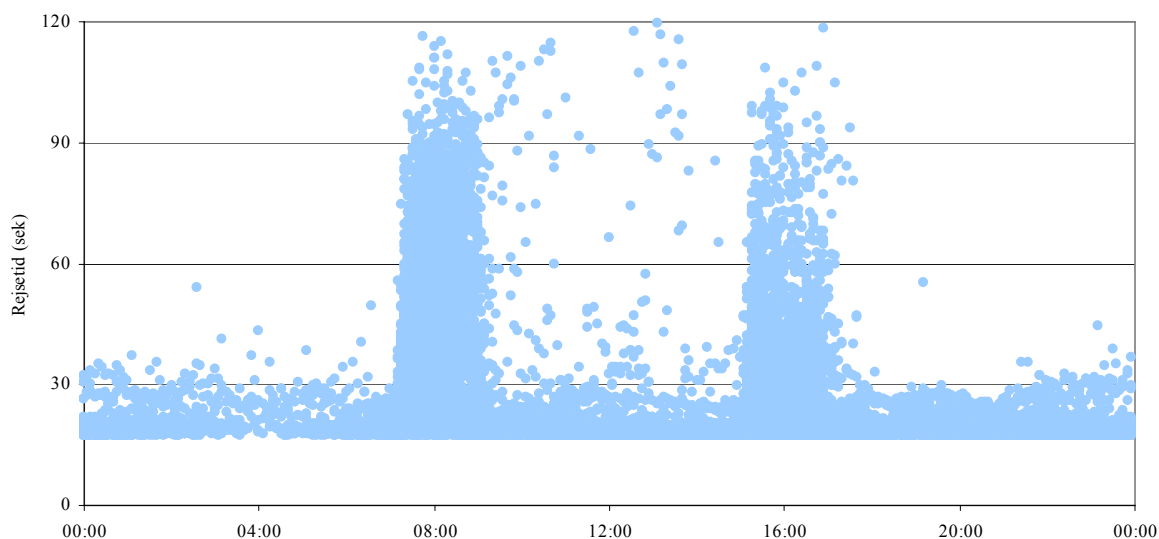
Variationen i rejsetiden stiger ved en større belastning af trafiksystemerne og har dermed stigende betydning, når der argumenteres for nye infrastrukturprojekter. Derfor er det afgørende for udvælgelsen af projekter, at vi bliver bedre til at håndtere ikke kun den øgede rejsetid men også den øgede variation i rejsetiden i vurderingerne, både for trafikmodellerne og for værdisætningen i den samfundsøkonomiske vurdering.

Man har ved det engelske Department for Transport (DfT) arbejdet meget med rejsetidsvariation. Ved at sammenholde resultater herfra med formuleringer af rejsetid i eksisterende trafikmodeller og tidsværdistudier fremgår det, at der er muligheder for markante modelforbedringer ved at inddrage nogle af de engelske erfaringer. De mest oplagte forbedringer gælder en opdeling i forudsete og uforudsete variationer i rejsetiden og en ligeværdig behandling af vejtrafik og kollektiv trafik. Endvidere viser en gennemgang af værdisætningen af variation i rejsetid, at denne i høj grad afhænger af formuleringerne og de antagelser der underlæggende gøres om rejsetidsændringernes omfang og sandsynligheder.

### Variation i rejsetid

Det er velkendt, at der er en klar sammenhæng mellem belastningen af trafiksystemerne og rejsetiden. For vejtrafik er denne sammenhæng eksempelvis formuleret ved en speed-flow kurve, hvor øget belastning fører til lavere hastigheder og dermed længere rejsetider. Det er derimod mere overset, at en øget belastning også fører til større variation i rejsetiden. At der er en sammenhæng, fremgår af nedenstående figur for en delstrækning på Motorring 3 ved København før ombygningen gik i gang.

**Figur 1** Observeret rejsetid i TRIM på Motorring 3 mellem Nybrovej og Buddinge, 2001



Fastlæggelsen af rejsetidsvariationen, det vil sige den uforudsete variation i rejsetiderne, afhænger blandt andet af definitionen på den forudsete rejsetid. De fleste trafikanter ved, at eksempelvis turen til arbejde tager længere tid, hvis den gennemføres i myldretiden end hvis den gennemføres tidligt om morgenen. Derfor svarer den forudsete rejsetid ikke nødvendigvis til den fri rejsetid (free flow). Derudover kan rejsetiden afhænge af ugedag og tid på året, hvilket for stedkendte trafikanter vil indgå i den forudsete rejsetid. Disse forskelle indgår derfor ikke i den engelske<sup>1</sup> definition af rejsetidsvariation, der udelukkende omfatter effekter af hændelser og dag-til-dag variation. Hændelser opstår eksempelvis som følge af uheld eller tabte genstande, der alle er med til midlertidigt at reducere kapaciteten, mens dag-til-dag variationen omfatter mindre ændringer i kapaciteten og uforudsete ændringer i efterspørgslen på meget kort sigt. Rejsetidsvariationen kan derfor defineres ved:

$$\begin{aligned} \text{Rejsetidsvariation} &= \text{effekter af hændelser} + \text{dag-til-dag variation} \\ &= \text{effekter af hændelser} + \text{kapacitetsrelaterede effekter} \\ &+ \text{efterspørgselsrelaterede effekter} \end{aligned}$$

*Hændelser* opstår uforudset både hvad angår tid og sted. Effekterne, i form af variation i rejsetid, indgår derfor i den uforudsete del af rejsetiden, dvs. i rejsetidsvariation. Hændelserne påvirker trafiksystemet ved midlertidigt at reducere kapaciteten, hvorfor effekten på rejsetidsvariationen i høj grad afhænger af, hvor belastet systemet er inden hændelsen indtræffer. Er der eksempelvis ikke meget trafik på motorvejen kan trafikken afvikles stort set uden forsinkelser selvom et enkelt spor må lukkes midlertidigt. Sker det samme midt i myldretiden, vil der opstå lange køer med store forsinkelser af mange trafikanter til følge.

Man kan i princippet benytte køteori til at simulere effekterne af enkelte hændelser. På den baggrund har man i DfT (2002) fastlagt middelværdi og varians for forsinkelser som følge af hændelser. Problemet er, at man ikke ved hvor og hvornår hændelserne opstår. Derfor har DfT igangsat et arbejde med at beregne risiko for hændelser på samme måde som man eksempelvis beregner risiko for uheld. I den sammenhæng vil man også gerne undersøge i hvilket omfang risikoen for hændelser stiger, når belastningen på trafiksystemet øges.

*Dag-til-dag variation* opstår som følge af mindre ændringer i enten efterspørgslen eller i kapaciteten i forhold til den 'sædvanlige' situation. For at fastlægge effekten af det uforudsete element i rejsetidsvariationen i forhold til det forudsete element i selve rejsetiden, er det afgørende dels at kende sammenhængen mellem udbud (kapacitet) og efterspørgsel dels at fastlægge forudsete værdier for efterspørgslen. Det sidste afhænger i høj grad af den konkrete del af infrastrukturen og det er derfor ikke rimeligt at forsøge at overføre resultater fra et område til et andet.

Med hensyn til sammenhængen mellem kapacitet og rejsetid kan denne, hvis efterspørgslen er mindre end kapaciteten, formuleres ved en observeret speed-flow kurve. Hvis efterspørgslen derimod overstiger kapaciteten opbygges køer, der først afvikles idet efterspørgslen igen kommer under kapaciteten. Der arbejdes i flere lande, herunder også i Holland, på detaljerede modeller, der kan benyttes til at formulere en (approksimeret) sammenhæng på et aggregeret niveau for de tilfælde hvor efterspørgslen overstiger kapaciteten. Dette kræver dog en eller anden grad af dynamik i modelleringen.

Ifølge DfT (2003) har arbejdet med både hændelser og dag-til-dag variation vist, at hændelserne har størst betydning for rejsetidsvariationen, mens det generelt er vigtigt at opnå en bedre formulering af sammenhængen mellem kapacitet og efterspørgsel til fastlæggelsen af den forudsete rejsetid. En mere præcis opdeling til anvendelse på et mere aggregeret niveau findes i DfT (2004).

De ulemper trafikanterne oplever i relation til variation i rejsetid afhænger især af, om trafikanten har et ønsket ankomsttidspunkt og hvad 'straffen' er for at komme for sent. Der kan således være stor forskel på hvordan rejsetidsvariationen opleves, hvis det betyder, at man kommer lidt senere på

---

<sup>1</sup> Det engelske Department for Transport (DfT) har arbejdet med variation i rejsetid siden 1995 og er derfor nået langt i forhold til mange andre lande

arbejde (med fleksible arbejdstider), kommer for sent til et møde eller kommer for sent til check-in i lufthavnen.

Straffen ved at komme for sent afhænger dels af omkostningerne ved at komme for sent (eksempelvis en ny flybillet) dels af trafikantens risikoaversion. Ved en høj straf vil trafikanten alt andet lige afsætte mere ekstra tid til rejsen end hvis straffen er lav eller 0. Denne ekstra tid bør ifølge DfT (2002) indgå i modelleringen af valg af transportmiddel og destination i trafikmodellerne.

I England findes efterhånden en del pålidelige observation af fordelinger af rejsetider på længere strækninger fra de automatiske registreringer af nummerplader. Disse observerede fordelinger benyttes dels til at finde udtryk for rejsetidsvariationen på et aggregeret niveau dels til at finde sammenhænge mellem rejsetidsvariation og andre lettere observerbare variable. På denne måde kan der med tiden opnås anvendelige udtryk for rejsetidsvariation på et aggregeret niveau på samme måde som vi i dag kender og benytter speed-flow kurver for selve rejsetiden.

Baseret på blandt andet disse observerede fordelinger af rejsetid har man i England fundet at ulemperne ved rejsetidsvariation kan approksimeres ved

$\beta \cdot \text{standardafvigelsen}$

hvor  $\beta$  afhænger af formen på fordelingen af rejsetid. DfT (2003) angiver imidlertid, at nyere studier i England peger på, at  $\beta$  desuden afhænger af belastningen og at ulemperne ved rejsetidsvariation derfor ikke kan formuleres så enkelt. Samtidig ved man statistisk, at standardafvigelsen afhænger af formen af fordelingen af rejsetider. Dette bliver specielt problematisk, hvis der i fordelingerne er ekstreme observationer enten i form af meget korte eller meget lange rejsetider.

Det overvejes derfor om der kan findes et bedre mål, der tager højde for det at komme for tidligt eller for sent. Som vist i Brems et al (2002) afhænger den optimale tid afsat til at gennemføre rejsen netop af trafikantens præferencer/aversioner mod at komme for tidligt eller for sent samt af fordelingen af rejsetid.

De forskellige engelske studier fokuserer i høj grad på udbudssiden og på formuleringen af rejsetidsvariation på baggrund af trafiktekniske variable. Formuleringen af rejsetidsvariation bør, som DfT (2002) angiver imidlertid også indgå på højere niveau i planlægningen eksempelvis i trafikmodellerne, hvor der specifikt nævnes modeller for valg af transportmiddel og destination.

Den resterende del af dette paper gennemgår i hvilken udstrækning, eksisterende trafikmodeller og tidsværdistudier omfatter variation i rejsetid i en eller anden form ligesom det diskuteres, hvordan de ovenstående erfaringer fra England kan benyttes til at forbedre formuleringerne.

### **Rejsetid i trafikmodeller**

Mange danske og udenlandske trafikmodeller er udviklet midt eller sidst i 90'erne og har derfor ikke det samme fokus på rejsetid, som der generelt er i dag. I de fleste af de gennemgåede modeller, eksempelvis de nationale modeller for Holland, Norge og Sverige samt den regionale model for Paris er rejsetiden repræsenteret som én variabel. Den eneste variation, der inddrages, er i de tilfælde, hvor der er estimeret forskellige modeller og dermed forskellige parametre for forskellige tidsbånd. Så blandt eksisterende trafikmodeller er formuleringen af rejsetid i Ørestadstrafikmodellen (OTM) og afledte modeller avanceret, idet den opdeler rejsetiden i rejsetid og forsinkelse. Repræsentationen af rejsetid bliver derved stykvis lineær i stedet for blot lineær, som i de fleste andre modeller.

For bil definerer OTM rejsetiden som fri rejsetid (free flow), mens al rejsetid herudover regnes som forsinkelse. Denne tilgang udtrykker en lidt naiv tilgang til trafikanternes forventninger til rejsetider, idet de færreste trafikanter forventer at tilbagelægge turen til eksempelvis arbejde på den samme rejsetid meget tidligt om morgenen som i myldretiden. Samtidig afviger opdelingen væsentligt fra den tilgang, der ligger til grund for de engelske studier af rejsetidsvariation. Forskellen i de to tilgange angår den del af den forudsete rejsetid, der ligger ud over den fri rejsetid, i det følgende kaldet forudset forsinkelse.

**Figur 2 Formulering af rejsetid for bil i OTM og DfT**

	Fri rejsetid	Forudset forsinkelse	Uforudset forsinkelse
<b>OTM</b>	Rejsetid	Forsinkelse	
<b>DfT</b>	Rejsetid		Forsinkelse

Forskellen bliver afgørende, når der i trafikmodeller og tidsværdistudier skal fastlægges værdier for henholdsvis rejsetid og forsinkelse. I Danmark benyttes værdier svarende til forsinkelse på den del af rejsetiden som trafikanterne faktisk har inkluderet i deres planlægning. Hvis tidsværdistudierne ikke formuleres på en tilsvarende måde, vil det give en uforholdsmæssig høj (negativ) vurdering den forudsete forsinkelse. Hvis tidsværdistudierne på den anden side formuleres på denne måde, betyder det, at man i Danmark ikke er i stand til at skelne mellem irritationen ved køkørsel og usikkerheden ved at komme for sent.

For kollektiv trafik beskriver OTM rejsetiden som køreplantid, mens al rejsetid herudover regnes som forsinkelse. De fleste kollektive køreplaner, og især dem for busser, omfatter imidlertid allerede et element af forudset forsinkelse. Således varierer køretiderne for en given rute i bytrafik i løbet af en dag afhængig af den omgivende trafik. Den indlagte ekstra rejsetid baseres på erfaringer fra løbende indsamlinger af køretider og stoptider ved af- og påstigning af passagerer. På dette punkt er OTM altså konsistent med opdelingen i DfT, om end der kan være forskel på definitionen af forudsete forsinkelser. DfT's definition har så vidt vides hidtil været koncentreret om vejtrafik, så det er uklart hvordan metoderne præcist vil blive overført til kollektiv trafik.

**Figur 3 Formulering af rejsetid for kollektiv trafik i OTM og DfT**

	Fri rejsetid	Forudset forsinkelse	Uforudset forsinkelse
<b>OTM</b>	Rejsetid		Forsinkelse
<b>DfT</b>	Rejsetid		Forsinkelse

Figur 2 og Figur 3 viser, at fastlæggelsen af rejsetider og forsinkelser i OTM afviger for bil og kollektiv trafik. Det er vigtigt i fremtidige modeller og modelversioner dels at sikre en så konsistent formulering som mulig transportmidlerne imellem, dels at arbejde på en forbedret håndtering af rejsetider og forsinkelser.

### Rejsetid i tidsværdistudier

Mens formuleringen af rejsetid i trafikmodeller kun i få tilfælde er opdelt på rejsetid og forsinkelse har flere europæiske tidsværdistudier arbejdet med en sådan opdeling. Analysen inddrager de nationale tidsværdistudier fra England (DETR, 1999), Sverige (Transek, 1995), Norge (TØI, 1997) og Holland (Gunn et al, 1998). De fire tidsværdistudier er alle baseret på indsamling af revealed preference (RP) og stated preference (SP) data, hvor SP data giver mulighed for at variere variablene uafhængigt af hinanden, så eksempelvis forsinkelser ikke bliver for tæt korrelerede med rejsetiderne.

Selvom studierne har mange fælles træk, er der imidlertid også mange nuancer studierne imellem. Eksempelvis skelner de svenske og norske studier ikke mellem bolig-arbejde og andre fritidsrejser, hvorimod de benytter Hensher's formel til udregning af tidsværdierne for erhvervsrejser. Det sidste betyder, at der i værdisætningen inddrages effekter for både arbejdsgiver og trafikanten selv. Hvad angår de primære variable rejsetid og omkostninger, er der den væsentlige forskel på studierne, at de engelske og hollandske studier er baseret på ændringer i rejsetid og omkostninger, mens de svenske og norske studier er baseret på absolutte rejsetider og omkostninger. Med hensyn til opgørelsen af rejsetid og forsinkelse er der også markante forskelle. Eksempelvis fokuseres opgørelsen af forsinkelser i Sverige på de lange rejser, mens der i Norge kun inddrages forsinkelser for de korte rejser. I Tabel 1

kan ses en opgørelse over for hvilke transportmidler og formål de forskellige studier inddrager forsinkelser.

**Tabel 1 Inddrager forsinkelse i tidsværdistudier opdelt efter transportmiddel og formål**

		Erhverv	Bolig-arbejde	Fritid
<b>England</b>	Bil	ja	Ja	ja
<b>Sverige</b>	Bil	nej	-	nej
	Kollektiv (på nær fjerntog)	nej	-	nej
	Fjerntog	ja <sup>A</sup>	-	ja
<b>Norge<sup>B</sup></b>	Bil	ja	-	ja
	Bus	ja	-	ja
	Tog	nej	-	ja
<b>Holland</b>	Bil <sup>C</sup>	ja	Ja	Ja
	Kollektiv (på nær tog)	nej	Nej	Nej
	Tog <sup>D</sup>	ja	ja	Ja

Note A Værdisætningen af forsinkelse dækker kun den private del og kun for lange rejser

Note B Forsinkelse kun opgjort for korte rejser

Note C Forsinkelse kun opgjort på motorveje

Note D Selvom der er indsamlet data for forsinkelse, er antallet af besvarelser for lille til at estimere en egentlig tidsværdi for forsinkelse i tog

Det afgørende i fastlæggelsen af tidsværdier er størrelsen af de angivne tider og omkostninger i de forskellige SP spil. Da spillene som hovedregel er formuleret med udgangspunkt i en konkret rejse kan det imidlertid påvirke resultaterne, hvordan rejsetider og omkostninger er formuleret.

For rejsetider er det særligt afgørende om rejsetiden er formuleret som fri rejsetid eller om den inkluderer forudsatte forsinkelser. For det engelske studie er rejsetiden opdelt i fri rejsetid og forsinkelser, der er angivet med forskellig længde og sandsynlighed. De svenske og norske tidsværdistudier er ens, hvad angår formulering af rejsetid og forsinkelse. Rejsetiden defineres som tid i køretøjet, mens forsinkelser i de tilfælde de er inddraget er angivet som en del af den samlede rejsetid med varierende længder og sandsynligheder for forsinkelse. I Norge er længden af forsinkelsen angivet som halvdelen af rejsetiden for rejser under 15 minutter og som henholdsvis 25 og 50% for rejser over 15 minutter. Endelig er rejsetiden i det hollandske studie defineret som den samlede rejsetid, mens forsinkelser omfatter længde og sandsynlighed for forsinkelse.

Hvad angår omkostninger, er der væsentlige forskelle på opgørelsen for bil og kollektiv trafik. For bilister har SP forsøg i AKTA (Jovicic og Nielsen, 2003) vist, at der er markante forskelle på de enkelte bilisters vurdering af omkostningerne. Nogle bilister indregner kun brændstofudgifterne, mens andre indregner både variable og faste omkostninger. Det kan således være afgørende om spillet baseres på bilistens egen angivelse af omkostningerne eller på en given omkostning per km. Det er imidlertid en klar fordel, at selve omkostningen fremgår af SP spillene, men væsentlige niveauforskelle mellem bilistens egen opfattelse af prisen og den der angives i spillene, kan gøre det svært for den interviewede bilist at svare korrekt i forhold til sin faktiske adfærd. For trafikanter i det kollektive system er omkostningerne lettere at fastlægge præcist. For billetter er prisen ved rejsen ofte stemplet på selve billetten, mens det for trafikanter med periodekort er muligt at udregne en gennemsnitlig omkostning på baggrund af brugen af kortet.

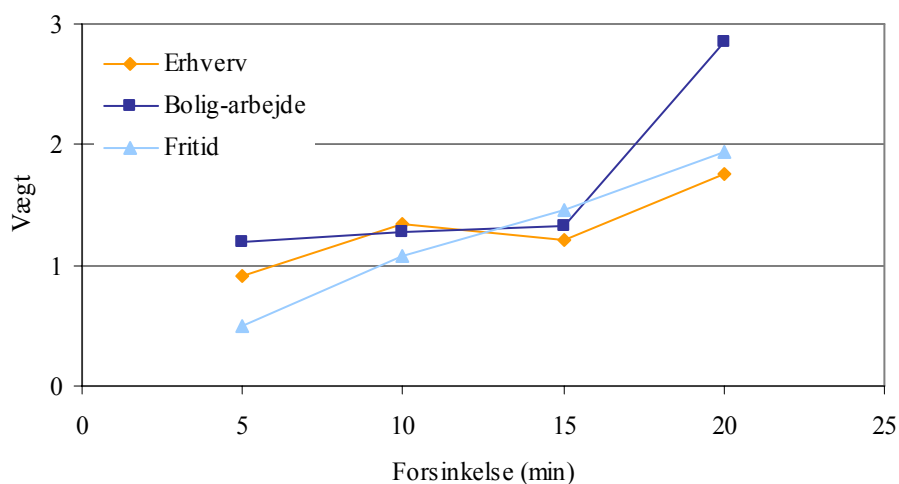
I den sammenhæng kan det nævnes, at det danske tidsværdistudie, DATIV, opdeler den samlede rejsetid i fri rejsetid og forsinkelser svarende til anvendelsen i trafikmodellerne. Der er imidlertid planer om efterfølgende at gå mere i detaljer om formuleringen af forsinkelser på baggrund af erfaringerne i DATIV. Omkostningerne for bilister er fastlagt ved som indledning at foreslå en

omkostning på baggrund af variable og faste omkostninger. Hvis bilisten er uenig i den foreslåede omkostning, tager spillene udgangspunkt i bilistens egen vurdering.

## Værdisætning

Der er ingen tvivl om, at formuleringen af variationen i rejsetiden påvirker den værdi, som rejsetiden tillægges i eksempelvis samfundsøkonomiske analyser. Det er derfor afgørende at gøre sig grundige overvejelser om en række betydende faktorer, inden man lægger sig fast på en formulering af rejsetid og variationen af denne. Blandt faktorerne er størrelsen af og sandsynligheden for forsinkelse (se Figur 4) samt den modelsammenhæng, parametrene er estimeret i. Selvom trafikmodeller og tidsværdistudier i stor udstrækning baseres på samme datatyper og i flere tilfælde også samme modeltyper, er formålet med estimationerne og dermed de restriktioner, der lægges ned over estimationerne, forskellige i de to tilfælde. Det betyder, at de opnåede værdier også bliver forskellige.

**Figur 4** Sammenhæng mellem forsinkelsens varighed og vægt i forhold til fri rejsetid



I det følgende gennemgås opnåede værdier for forsinkelse fra en række danske trafikmodeller og udenlandske tidsværdistudier. For at kunne sammenligne værdierne af forsinkelser på tværs af modeller og studier er forsinkelsen udtrykt som en vægt i forhold til den fri køretid. Hvis et studie eksempelvis finder tidsværdier på 60 kr. per time for fri kørsel og 90 kr. per time for forsinkelse udregnes en vægt på 1,5.

En opsummering af de fundne vægte for bil viser markante forskelle både med hensyn til formål og med hensyn til, om vægten af fastlagt fra en trafikmodel eller et tidsværdistudie.

Tabel 2 viser vægte for forsinkelse i bil fra tre forskellige udgaver af OTM. De tre er Havnetunnelmodellen svarende til OTM 2.1, OTM 4.0 (Jovicic og Overgård Hansen, 2001) samt den nyestimerede OTM 5.0 (Vuk et al, 2006).

Tabellen viser, at der især er sket en stor forskydning af vægtene fra Havnetunnelmodellen til OTM 4.0. Ved denne opdatering blev der blandt andet inddraget nye data ligesom der blev gjort en del ud af længere rejser på Sjælland samt trafikken til Kastrup (Lufthavn). Samlet har ændringerne betydet, at forsinkelser værdisættes markant højere. Opdatering til OTM 5.0 har til trods for nye matricer og en reestimering med nye nytteudtryk ikke haft betydning for vægtene for erhvervs- og fritidsrejser. Til gengæld er der sket et markant skift for vægten for bolig-arbejdsrejser, der er reduceret fra 3,4 til 2,1.

**Tabel 2 Tidsværdier og vægtning for bil implicit i trafikmodeller (2004 DKK per persontime)**

		Erhverv	Bolig-arbejde	Fritid
<b>Havnetunnel</b>	Bil, fri kørsel	56	37	24
	Vægt, forsinkelse	1,7	1,3	2,1
<b>OTM 4.0</b>	Bil, fri kørsel	59	24	29
	Vægt, forsinkelse	2,8	3,4	2,6
<b>OTM 5.0</b>	Bil, fri kørsel	47	34	26
	Vægt, forsinkelse	2,8	2,1	2,7

En sammenligning på tværs af formål viser, at erhvervsrejser og fritidsrejser i de nyere versioner har stort set samme vægtning. De bolig-arbejdsrejsende er derimod gået fra at have den højeste vægt i vers. 4.0 til den laveste i vers. 5.0. Hvilke forklaringer, der ligger bag disse forskelle, afklares i den nærmeste fremtid. Stort set alle vægte ligger markant over den observerede vægtning i AKTA, der uden skelnen til formål er fastlagt til 1,6. Denne vægt er mere på linie med de fundne vægte i tidsværdistudierne for Sverige og Norge, mens tidsværdistudiet for Holland skiller sig ud ved at have de markant laveste vægte for forsinkelse. Dokumentationen af studiet er imidlertid ikke detaljeret nok, til at afklare årsagen til dette.

**Tabel 3 Tidsværdier og vægtning for bil i tidsværdistudier (2004 DKK per persontime)**

		Erhverv	Bolig-arbejde	Fritid
<b>Sverige</b>	Bil, fri kørsel	-	-	71
	Vægt, forsinkelse	-	-	1,8
<b>Norge</b>	Bil, fri kørsel	148	-	42
	Vægt, forsinkelse	1,0	-	2,0
<b>Holland</b>	Bil, fri kørsel	194	56	39
	Vægt, forsinkelse	1,0	1,2	1,0

Note For Norge gælder værdierne for erhverv rejser over 50 km og for fritid rejser under 50 km.

Det bør bemærkes, at tidsværdistudierne for både Norge og Holland når frem til vægten 1 for forsinkelse på erhvervsrejser. Det sker til trods for at der er brugt to vidt forskellige fremgangsmåder til fastsættelsen af tidsværdien. Der er altså væsentlige forskelle på værdisætningen af tid for erhvervsrejser i trafikmodeller og i tidsværdistudier. En væsentlig forklaring på denne forskel i vægtning kan være forskellen i værdien af fri rejsetid, der er 3-4 gange så høj i tidsværdistudierne som i trafikmodellerne. Værdierne for fri rejsetid er også højere i tidsværdistudierne for de øvrige formål, men her er forskellen ikke helt så udtalt, hvilket også gælder forskellene i vægtning af forsinkelse.

Til sammenligning benyttes i de danske retningslinier i Transport- og Energiministeriets nøgletalskatalog en værdi for fri rejsetid på 263 for erhverv, 59 for bolig-arbejde og 35 for fritid. I alle tilfælde benyttes en vægt på 1,5 for forsinkelse.

Der er ikke helt så mange trafikmodeller og tidsværdistudier, der har formuleret forsinkelser for kollektiv trafik. Som det fremgår af tabellerne nedenfor, ser det også ud til at kræve en del større datagrundlag at estimere anvendelige værdier og vægte for forsinkelse for kollektiv trafik.

Blandt trafikmodellerne er der gjort mest ud af at formulere forsinkelser for kollektive transportmidler i København-Ringsted modellen (Nielsen et al, 2002). Som Tabel 4 viser, har det på trods af indsatsen kun været muligt at fastlægge én fælles værdi for forsinkelser på tværs af alle kollektive transportmidler. Da der samtidig er estimeret forskellige værdier for hvert transportmiddel med hensyn til fri rejsetid, resulterer det i en række forskellige vægte. På grund af estimationstilgangen kan det ikke konkluderes i hvilken udstrækning vægtene faktisk varierer for forskellige kollektive

transportmidler. Der er dog markant blandt resultaterne, at de implicitte værdier for erhvervsrejsende er meget høje, mens de for fritidsrejsende er væsentligt lavere end mange andre tidsværdier.

**Tabel 4 Tidsværdier og vægtning for kollektiv implicit i trafikmodeller (2004 DKK per persontime)**

		Erhverv	Bolig-arbejde	Fritid
<b>KRM</b>	Bus, fri rejsetid	361	44	15
	S-tog, fri rejsetid	287	34	11
	Reg og IC-tog, fri rejsetid	246	34	11
	IC>60 min, fri rejsetid	-	82	-
	Forsinkelse	492	62	40
	Vægt, forsinkelse	1,7-2,0	0,8-1,8	2,7-3,6

Vægtene i Tabel 4 ville ellers kunne tolkes som vægte for uforudsete forsinkelser, da formuleringen af fri rejsetid og forsinkelse svarer til den, der er anbefalet i de nyere engelske studier af rejsetidsvariation.

Den samme tilgang har været nødvendig i det svenske tidsværdistudie, hvor det udelukkende har været muligt at fastlægge en værdi for forsinkelse for lange rejser med IC tog og X2000. Her er det senere besluttet, at de officielle anbefalede tidsværdier i ASEK (SIKA, 2002) benytter en fælles vægt på 1,6. En sammenligning af de svenske og norske tal viser tidsværdier på nogenlunde samme niveau, når der tages hensyn til rejsens længde og komfort.

**Tabel 5 Tidsværdier og vægtning for kollektiv trafik i tidsværdistudier (2004 DKK per persontime)**

		Erhverv	Bolig-arbejde	Fritid
<b>Sverige</b>	IC tog, fri kørsel	129	-	74
	X2000 tog, fri kørsel	134	-	102
	Forsinkelse	178	-	133
	Vægt, forsinkelse	1,3-1,4	-	1,3-1,8
<b>Norge</b>	Kollektiv, fri kørsel	115	-	31
	Vægt, forsinkelse	1,0	-	3,7
	Tog, fri kørsel	-	-	52
	Vægt, forsinkelse	-	-	2,5

For vejtrafik var tidsværdierne fra tidsværdistudiet som udgangspunkt højere end tidsværdierne i trafikmodellerne, mens vægtene var lavere. Den samme sammenhæng findes ikke for den kollektive trafik, hvor tidsværdierne for erhverv i KRM er markant højere end værdierne fra tidsværdistudierne. Det til trods for, at både det svenske og det norske studie har benyttet Henshers formel, der inddrager effekter for både arbejdsgiver og trafikant. Så noget kunne tyde på, at de implicitte tidsværdier for erhvervsrejsende i KRM er noget overvurderede. For de fritidsrejsende svarer sammenhængen mellem tidsværdier og vægte til det mønster, der er fundet for vejtrafik.

I Transport- og Energiministeriets nøgletalskatalog angives samme værdier for fri rejsetid for kollektiv trafik som for vejtrafik. Der er altså et princip om ikke at skelne mellem transportmidler. Det sker alligevel, når effekterne opgøres, fordi rejsetiden for kollektiv omfatter forudsete forsinkelser, mens rejsetiden for bil svarer til den fri rejsetid. Dertil kommer, at vægten for forsinkelse er 2,0 for kollektiv. Dette er højere end bil, men relaterer på den anden side udelukkende til den uforudsete rejsetid.



## Mulige forbedringer

De mange forskelle i definitioner, metoder og resulterende værdier for fri rejsetid og forsinkelse gennemgået ovenfor illustrerer et tydeligt behov for at gennemtænke formuleringen af rejsetid med skelnen mellem fri rejsetid, forudset forsinkelse og uforudset forsinkelse.

En gennemtænkt formulering skal sikre konsistens i formuleringen mellem trafikmodeller og tidsværdistudier, så det er de samme ting der bliver henholdsvis målt og vejet, når der laves samfundsøkonomiske analyser og prioriteringer af projekter. Hvis det samtidig skal være muligt at sammenligne projekter for forskellige transportmidler inklusive deres effekt på konkurrerende transportmidler er det vigtigt, at der også er konsistens på tværs af transportmidlerne. Det nytter altså ikke, at have en definition af fri rejsetid for biler og en for kollektive transportmidler. Hvis der ikke opnås denne grad af konsistens i formuleringen, kan det betyde, at værdien af et projekts effekter på rejsetid og variation i rejsetid over- eller underestimeres i en konkret projektvurdering med en forkert prioritering af projekterne til følge.

I de engelske studier af rejsetidsvariation på det detaljerede niveau opereres med fri rejsetid, forudset forsinkelse og uforudset forsinkelse. På det teoretiske plan er der en klar skelnen mellem de forskellige tidselementer, idet den fri rejsetid er den ideelle rejsetid for den enkelte trafikant, men samtidig en rejsetid der generelt ikke er praktisk mulig. Den forudsete forsinkelse medfører brug af ekstra tid i trafiksystemet, men da den netop er forudset betyder denne rejsetid ikke, at trafikanten kommer for sent til eller må aflyse planlagte aktiviteter. Dette er til gengæld typisk konsekvensen af de uforudsete forsinkelser.

En opdeling i tre tidselementer betyder, at der på datasiden skal være styr på fordelingen af rejsetider på forskellige strækninger og med forskellige transportmidler ligesom der skal være kendskab til variationen i belastningen af systemet over dagen, ugen og året. Dette vil kræve en enorm dataindsamling for ikke at tale om den løbende opdatering. Samtidig viser de SP interviews, som de refererede modeller og studier er baseret på, at det kan være svært for trafikanterne og dermed interviewpersonerne at forstå og forholde sig til en så detaljeret opdeling.

En mulig formulering af rejsetid og rejsetidsvariation har altså en række krav at leve op til:

- Formuleringen skal være konsistent i trafikmodeller og tidsværdistudier
- Formuleringen skal være konsistent på tværs af transportmidler
- Formuleringen skal være i overensstemmelse med økonomisk teori, så der eksempelvis ikke opstår u hensigtsmæssigheder i efterspørgselsmodellerne og i tidsværdierne
- Opdelingen skal i videst muligt omfang sikre, at der ikke opstår u hensigtsmæssigheder med hensyn til rutevalg ved forskellige sammensætninger af rejsetid og forsinkelse
- Opdelingen skal være forståelig for trafikanterne, så det er muligt at gennemføre interviews der resulterer i en anvendelig værdisætning af de forskellige tidselementer

Dertil kommer alle de krav, der vil fremkomme undervejs i et studie med formål at finde en formulering af rejsetid og rejsetidsvariation.

## Konklusion

Man har i England opnået en række resultater med hensyn til formulering af rejsetid og rejsetidsvariation med en opdeling i fri rejsetid, forudset rejsetid og uforudset rejsetid. Det er tydeligt, at denne opdeling hænger sammen med den oplevelse trafikanten har af en rejse og konsekvenserne af forsinkelser. Selvom der er opstillet en relativt klar (teoretisk) definition af de forskellige tidselementer, specielt når trafiksystemet betragtes på et detaljeret niveau i et begrænset område, kan det være svært at overføre definitionen til et mere aggregeret niveau og for et større geografisk område, hvilket er nødvendigt, hvis den foreslåede opdeling skal bruges i praksis i trafikmodeller og tidsværdistudier.

Gennemgangen af de forskellige modeller og tidsværdistudier i lyset af de engelske resultater viser imidlertid, at der er potentiale for forbedringer både for vejtrafikken og for den kollektive trafik.

For bilerne kan der opnås mere realistiske vurderinger af alternativer, hvis der skelnes mellem forudset og uforudset rejsetid, sådan som det er tilfældet for kollektiv trafik i nogle trafikmodeller. På denne måde vurderes forudsete forsinkelser, der primært er udtryk for reduceret komfort men ikke har afgørende konsekvenser, ikke med høje tidsværdier, som det er tilfældet i dag. Til gengæld må det forventes, at en tidsværdi udelukkende for den uforudsete forsinkelse kan være væsentligt højere end de tidsværdier vi i dag benytter for forsinkelser.

For den kollektive trafik viser den ovenstående gennemgang af trafikmodeller og tidsværdistudier, at der er store problemer med at få formuleret rejsetid og forsinkelser på en forståelig måde set i forhold til de mange andre tidsbegreber, der benyttes for kollektiv trafik. Samtidig viser modelresultaterne, at antallet af interviews med kollektive trafikanter bør være større, hvis man ønsker at identificere korrekte værdier. Det synes derfor at være en fordel, hvis formuleringen af rejsetid og forsinkelser ses i sammenhæng med en generel forbedring af modelleringen af kollektiv trafik, så der samtidig opnås konsistens mellem efterspørgselsmodel og rutevalgsmodel.

## Litteratur

Brems, Buus Kristensen og Sloth (2002) *Congestion Cost*, Trafikdage på Aalborg Universitet

DETR (1996/1999) *The Value of Travel Time on UK Roads*, prepared by Accent Marketing & Research and Hague Consulting Group.

DfT (2002) *Journey time variability – Modelling and appraisal of journey time variability*, prepared by Arup

DfT (2003) *Frameworks for Modelling the Variability of Journey Time on the Highway Network*, prepared by Arup

DfT (2004) *Advancing methods for evaluating network reliability*, prepared by ITS, Leeds University

DfT (2005) *Updating and validating parameters for incident appraisal model INCA*, prepared by TRL

Gunn, Tuinenga, Cheung og Kleijn (1998) *Value of Dutch Travel Time Savings in 1997*, preprints for WCTR, Antwerpen.

Hague Consulting Group (1990) *The Netherlands 'Value of Time' Study, Final Report*

Jovicic og Overgård Hansen (2001) *The Ørestad Traffic Passenger Demand Model*, Trafikdage på Aalborg Universitet

Jovicic og Nielsen (2003) *Values of Travel Time in the AKTA Project*, Trafikdage på Aalborg Universitet

Nielsen, Filges og Brix (2002) *Østdanmark modellen – en oversigt*, Atkins Danmark

SIKA (2002) *Tid och kvalitet i persontrafik*, SIKA rapport 2002:8 delrapport til SIKA rapport 2002:4

Transek (1995) *Tidsvärdeprojektet – resultatredovisning*

TØI (1997) *The Norwegian Value of Time Study*, TØI rapport 379

Vuk, Overgård Hansen og Nielsen (2006) *The Ørestad Traffic Passenger Demand Model, version 5.0*, Trafikdage på Aalborg Universitet

Indholdet af dette paper er baseret på tidligere opnåede resultater fra Projekt Trængsel finansieret af Transportrådet og Trafikministeriet samt TRIP under Det strategiske Miljøforskningsprogram (fra forfatterens tid i COWI) samt på igangværende aktiviteter om formulering af variation i rejsetid i trafikmodeller i ModelCenter og i tidsværdistudier ved Mogens Fosgerau.