

Trafikministeriet

Forstudie til samfundsøkonomiske tidsværdier

Rapport

Juni 2003

Trafikministeriet

Forstudie til samfundsøkonomiske tidsværdier

Rapport

Juni 2003

Dokument nr. 57632-7
Revision nr. 0
Udgivelsesdato 17. juni 2003

Udarbejdet DTF, CTT, COWI
Kontrolleret NBU
Godkendt CMB

Indholdsfortegnelse

1	Resume	3
2	Indledning	6
2.1	Baggrund	6
2.2	Formål	7
2.3	Brugen af tidsværdier	7
2.4	Opbygning af rapporten	8
3	Økonomisk-teoretisk grundlag	10
3.1	Teorigrundlag	10
3.2	Datatyper	12
3.3	Modeltyper	14
3.4	Metodiske problemstillinger	20
4	Udenlandske tidsværdistudier	27
4.1	Gennemførelse af studier	27
4.2	Dataindsamling	29
4.3	Estimationsmetoder for fritidsrejser	33
4.4	Estimationsmetoder for erhvervsrejser	38
4.5	Anvendelse af tidsværdier	40
5	Danske studier	43
5.1	Oversigt over danske RP data	43
5.2	Oversigt over danske SP data	44
5.3	Dimensioner af eksisterende SP data	48
5.4	Dækning af behov	56
6	Anbefalinger til et dansk tidsværdistudie	61
6.1	Dataindsamling	61
6.2	Modelopstilling	65
6.3	Anvendelse	67

7 Litteratur

69

Bilagsfortegnelse

Bilag 1: Økonomisk-teoretisk grundlag

Bilag 2: Rapporterede tidsværdier

1 Resume

Trafikministeriet har gennemført 'Forstudie til samfundsøkonomiske tidsværdier' med det formål at klarlægge grundlaget for gennemførelsen af et tidsværdistudie for Danmark. Forstudiet har omfattet en gennemgang af det økonomisk-teoretiske grundlag for tidsværdier herunder en diskussion af det teoretiske grundlag, datagrundlaget og mulige estimationsmetoder for henholdsvis fritidsrejser og erhvervsrejser. Derudover har forstudiet omfattet en gennemgang af erfaringerne fra en række udenlandske tidsværdistudier samt af de eksisterende data fra tidligere trafikanalyser i Danmark. Det sidste er sket med henblik på mulighederne for at udnytte disse data i forbindelse med et dansk tidsværdistudie. Som afslutning på forstudiet er givet en række anbefalinger til udformningen af et dansk tidsværdistudie (beskrevet i kapitel 6). I det følgende oprises de væsentligste konklusioner opdelt på fritids- og erhvervsrejser, da det anbefales, at der anvendes væsentligt forskellige tilgange for disse.

Fritidsrejser

Tidsværdier for fritidsrejser varierer erfaringsmæssigt med en række forskellige variable, der beskriver henholdsvis rejsen og trafikanten. På den baggrund bør et tidsværdistudie fastlægge tidsværdier for en række segmenter beskrevet ved rejseformål, transportmiddel og rejselængde, mens eksempelvis socioøkonomiske variable benyttes til at beskrive individuelle effekter på tidsværdierne.

Der er her lagt til grund, at samfundsøkonomiske tidsværdier udelukkende bør afspejle forhold omkring rejsen for eksempel formål, rejsens længde eller transportmiddel, mens variationer der er knyttet til socioøkonomiske forskelle mellem trafikanterne for eksempel i indkomstniveau ikke bør influere på de samfundsøkonomiske tidsværdier. Hvis det sidste er tilfældet vil infrastrukturprojekter i højindkomstområder alt andet lige blive tillagt større vægt ligesom transportformer, der benyttes af højindkomstgrupper, for eksempel bil vil blive prioriteret frem for bus.

I anbefalingerne til et dansk tidsværdistudie er der opstillet forskellige niveauer af krav til segmenteringen af rejserne. Nogle formål med videre *skal* være repræsenteret i et dansk tidsværdistudie, mens andre *bør* eller *kan* være repræsenteret.

	Skal	Bør	Kan
Formål	Bolig-arbejde ^a Fritid	Fritid deles i: Daglige rejser Andre rejser	Bolig-uddannelse
Transportmiddel	Bil Bus Tog	Tog opdeles i: IC/Lyn Regional S-tog/Metro	Færge Fly Letbane/sporvogn
Rejselængde	Korte Lange		Mellemlange

^a Omfatter bolig-uddannelse, hvis denne ikke inddrages som selvstændigt segment.

På denne måde er formål, transportmidler og rejselængder prioriteret, så de kan tilpasses ambitionsniveauet for et dansk tidsværdistudie.

De væsentligste variable i opgørelsen af tidsværdier er selvfølgelig tid og omkostninger forbundet med en rejse. Her er det anbefalet, at der kommer en god dækning af tidskomponenter både for bil og kollektive transportmidler eksempelvis fri køretid, trængselskøretid, vente-skiftetid samt til- og frabringertid. Tilsvarende er det vigtigt, at rejsens omkostninger er klarlagt som baggrund for evalueringen af tidsværdierne. Som udgangspunkt anbefales det at bruge de variable omkostninger for rejsen, men dette omkostningsniveau skal godkendes af trafikanten.

Data fra Transportvane Undersøgelsen (TU) kan benyttes til fastlæggelse af stikprøver og til opregning af tidsværdierne, mens selve fastlæggelsen af tidsværdier bør baseres på Stated Preference data (SP data).

Efter en gennemgang af internationale erfaringer og de eksisterende danske SP data vurderes det, at et dansk tidsværdistudie bør baseres på mellem 4-10.000 spil afhængig af ambitionsniveauet. De 4.000 spil svarer til 12 segmenter (2 formål, 3 transportmidler og 2 rejselængder, som under *skal* i tabellen ovenfor), mens de 10.000 spil svarer til alle segmenter i ovenstående tabel. Efter gennemgangen af de eksisterende SP data vurderes det, at omkring 1.500 spil kan genbruges, mens andre 500 spil ikke kan genbruges direkte men kan benyttes til at supplere fastlæggelsen af tidsværdierne for de kollektive transportmidler.

Af hensyn til fastlæggelsen af tidsværdier anbefales det, at dataindsamlingen udformes, så hver respondent gennemfører to SP spil. Det første spil skal dække respondentens aktuelle transportmiddel, mens det andet spil skal dække et relevant alternativt transportmiddel. Formålet med denne udformning er at sikre en bred fordeling af socioøkonomiske karakteristika på alle transportmidler. Samtidig er dette med til at reducere antallet af nødvendige interviews.

I rapporten og anbefalingerne er angivet en række krav til opstillingen af en model til estimation af tidsværdier. Generelt gælder, at den valgte model bør tage behørigt hensyn til de forskelle, der observeres i befolkningen. Dette skal

dels ske ved at inddrage trafikanternes socioøkonomiske karakteristika som forklarende variable i modellen, dels ved at udbygge modellen med 'error components'. En sådan udbygning har i andre sammenhænge vist sig at forbedre modellens kvalitet betragteligt.

Resultatet af et dansk tidsværdistudie efter disse retningslinier vil være et meget detaljeret sæt af tidsværdier, hvor der skelnes mellem indkomstgrupper og andre socioøkonomiske variable. Dette detaljerede sæt opregnes til et aggregeret sæt af tidsværdier for befolkningen som helhed. Opregningen sker på baggrund af TU. Sættet kan efterfølgende indgå i samfundsøkonomiske vurderinger.

Erhvervsrejser

For erhvervsrejser anbefales en noget anden tilgang til fastlæggelsen af tidsværdier. Denne er ikke baseret på SP data, men tager derimod udgangspunkt i arbejdsgiverens lønudgifter til rejsen, det vil sige i bruttotimelønnen korrigeret med nettoafgiftsfaktoren. For nogle trafikanter er det muligt at arbejde på rejsen. I dette tilfælde har arbejdsgiveren færre lønudgifter forbundet med rejsen, da arbejdet på rejsen kompenserer for arbejde på arbejdspladsen. Hvis der eksempelvis gennemføres én times effektivt arbejde ud af en rejsetid på tre timer, benyttes en tidsværdi på $2/3$ af den korrigerede bruttotimeløn.

På den baggrund kan fastlæggelsen af tidsværdier for erhvervsrejser baseres udelukkende på Revealed Preference data (RP data). Det anbefales at indsamle data ved en række supplerende spørgsmål til TU. Derfor tages der i fastlæggelsen af tidsværdier udgangspunkt i TU's segmentering og variable. Det vurderes, at de supplerende spørgsmål skal medtages i et år. Herefter kan den konkrete dækning af segmenterne vurderes.

Tidsforbruget opgøres som samlet rejsetid uden opdeling på tidskomponenter. Samtidig skal opgøres, hvor lang tid effektivt arbejde, der er udført undervejs på rejsen. Omkostningerne udgøres som nævnt af bruttotimeløn korrigeret med nettoafgiftsfaktoren.

2 Indledning

2.1 Baggrund

Trafikministeriet har iværksat et arbejde med henblik på at forbedre metodegrundlaget for samfundsøkonomiske vurderinger af investeringsprojekter i transportsektoren. Ved sådanne projekter er den vigtigste gevinst ofte en rejsetidsbesparelse for trafikanterne. I en samfundsøkonomisk vurdering af sådanne projekter skal den sparede rejsetid vurderes i forhold til investeringsomfanget og andre samfundsøkonomiske omkostninger, der er forbundet med projektet. Det er derfor af afgørende betydning hvilken værdi, der tillægges den sparede rejsetid.

Trafikministeriet planlægger derfor at iværksætte et egentligt tidsværdistudie for Danmark med henblik på at etablere et solidt empirisk grundlag for den samfundsøkonomiske værdisætning af de rejsetidsbesparelser, der kan opnås ved infrastrukturprojekter og andre trafikpolitiske tiltag. Et tilbunds gående nationalt tidsværdistudie er imidlertid et omfattende og omkostningskrævende projekt. For at få mest muligt udbytte og en fornuftig tilrettelæggelse af et sådant projekt er det hensigtsmæssigt indledningsvist at få skabt klarhed over den eksisterende viden på området.

Rapporten er udarbejdet i samarbejde mellem DTF, CTT og COWI ved

DTF	CTT	COWI
Mogens Fosgerau	Otto Anker Nielsen	Niels Buus Kristensen
Goran Jovicic	Jeppe Husted Rich	Camilla Brems
Ninette Pilegaard		Mikkel T. Kromann

2.2 Formål

På den baggrund kan dette forstudie ses som et forberedende arbejde til et dansk tidsværdistudie med det formål at

- etablere et overblik over hidtidige erfaringer og principielle problemstillinger på området
- vurdere, hvor langt man kan komme på basis af de relativt store mængder interviewdata om trafikanternes vurdering af rejsetidens betydning, som tidligere er indsamlet i Danmark i forbindelse med opbygning af trafikmodeller.

2.3 Brugen af tidsværdier

Værdien af sparet rejsetid

Man kan ikke købe og sælge tid på samme måde, som man kan købe mel og mælk i supermarkedet, selvom det faktisk er muligt at købe og sælge visse slags tid nemlig arbejdstid. Lønnen er dermed en markedspris på tid, som kan observeres og benyttes i vurderingen af projekter. Som en første approksimation til værdien af tid kan man således benytte en gennemsnitlig timeløn som mål for værdien af tid til alternative anvendelser. Imidlertid er denne prissætning ikke tilfredsstillende til mange formål.

For det første afhænger værdien af tid brugt til transport af med hvilket formål, man transporterer sig. Det gælder især spørgsmålet, om man skal anvende lønnen før eller efter skat. Timelønnen før skat er et relevant mål for værdien af arbejdstid, mens timelønnen efter skat er et mere relevant mål for værdien af fritid. Går man mere i detaljer, er værdien af tid generelt større til og fra arbejde end ved transport til fritidsformål.

For det andet afhænger værdien af tid af, hvorledes den benyttes. Et minut koster ikke det samme under udøvelsen af en behagelig fritidsaktivitet, som det gør, hvis man sidder i sin bil. Et minut koster mere, hvis man kører under ubehagelige forhold, for eksempel i stærk trængsel eller som passager i en overfyldt bus. Disse forhold vil man typisk gerne afspejle i en projektvurdering.

Hvorfor teori?

Værdien af tid er et teoretisk begreb, og derfor er det vigtigt at have et præcist teoretisk apparat for at kunne måle værdier på en tilfredsstillende måde. Hvis man måler i overensstemmelse med et eksplicit teoretisk udgangspunkt, er det muligt at give resultaterne en fortolkning; hvis ikke, er resultaterne meningsløse og man kan ikke vide, hvad man har målt.

Det er overordentligt vigtigt, at tidsværdierne er velbegrundede. I en samfundsøkonomisk analyse af et transportinfrastrukturprojekt er tidsbesparelser som regel langt den største gevinst. Den estimerede værdi af rejsetid afhænger erfaringsmæssigt stærkt af de valgte modelspecifikationer. Således findes eksempler med op til 100% afvigelse på de estimerede tidsværdier, når der vælges forskellige modelspecifikationer for det samme datagrundlag.

Når den målte værdi af rejsetid kan variere så meget, alt efter hvilken metode der vælges, er det afgørende at kunne give en tilfredsstillende og troværdig be-

grundelse for de valg, man har truffet. Alle metoder er ikke lige gode. Derfor lægger denne rapport vægt på en teoretisk afklaring af begreberne, før der tages stilling til en række konkrete spørgsmål.

Individuelle forskelle Et centralt tema er, hvordan der tages højde for individuelle forskelle i fastlæggelsen af tidsværdier. Det er velkendt, at betalingsviljen for sparet rejsetid stiger med indkomsten. Tilsvarende afhænger værdien af andre individuelle karakteristika. Hertil kommer forskelle, som er knyttet til de forskellige transportmidler og komforten i disse.

En mulighed er at lade de individuelle forskelle afspejle sig i tidsværdierne. Så ville man forvente at finde en højere tidsværdi for nuværende bilister end for nuværende buspassagerer, som følge af bilisternes højere indkomst. Dette ville medføre, at der blev givet prioritet til vejinvesteringer som følge af bilisternes gennemgående højere betalingsvillighed for rejsetid.

Der er imidlertid valgt et andet udgangspunkt for denne rapport. Her tilstræbes det så vidt muligt at skille de individuelle forskelle fra de transportmiddelafhængige. Ved fastsættelsen af tidsværdier til samfundsøkonomisk vurdering bliver det derved muligt at se bort fra de individuelt betingede forskelle og kun benytte de forskelle, som knytter sig til transportmidlerne. Heri ligger der en implicit fordelingsmæssig afvejning, som egentlig er politisk. Det er vores vurdering, at dette metodiske valg bedst imødekommer de politiske prioriteringer, som brugen af tidsværdierne skal understøtte.

2.4 Opbygning af rapporten

Rapporten er opbygget, så kapitel 3 med Bilag 1 beskriver det økonomisk-teoretiske grundlag for fastlæggelsen af tidsværdier. Gennemgangen omfatter dels en beskrivelse af teorigrundlaget for henholdsvis fritidsrejser og erhvervsrejser dels en beskrivelse af datatyper og modeltyper til faktisk estimation af tidsværdier. Endelig omfatter kapitlet en del af de metodiske problemstillinger, der knytter sig til fastlæggelsen af tidsværdier.

Der er gennemført tidsværdistudier i en række af de lande, som Danmark normalt sammenlignes med. Kapitel 4 omfatter en beskrivelse af nogle af erfaringerne fra disse studier. I beskrivelsen af erfaringer indgår dels datagrundlaget og gennemførelsen af dataindsamlingen dels opstillingen og estimationen af modeller til fastlæggelse af tidsværdier i de forskellige lande. I Bilag 2 er de opnåede tidsværdier for landene opskrevet.

I kapitel 5 og Bilag 2 opgøres erfaringerne fra forskellige danske trafikanalyser eksempelvis trafikmodeller. På baggrund af disse analyser gives et bud på hvilke segmenter og variable, der bør indgå i et dansk tidsværdistudie, samt på hvor stort et datagrundlag, der kræves til fastlæggelse af tidsværdierne. Det vurderes, at en del af datagrundlaget kan udgøres af eksisterende data fra de ovennævnte analyser, mens resten bør udgøres af nyindsamlede data.

Endelig omfatter kapitel 0 anbefalinger for gennemførelsen af et dansk tidsværdistudie. Disse anbefalinger er baseret på de teoretiske diskussioner, på erfaringerne fra andre landes tidsværdistudier samt på opgørelsen af databehov for et dansk tidsværdistudie sammenholdt med eksisterende data. Kapitlet omfatter anbefalinger med hensyn til datagrundlag, estimation af tidsværdier og opgørelse af tidsværdier til en samfundsøkonomisk vurdering.

3 Økonomisk-teoretisk grundlag

I dette kapitel gennemgås det økonomisk-teoretiske grundlag for fastlæggelse af tidsværdier. Efterfølgende diskuteres forskellige teoretiske aspekter vedr. data og modeller samt deraf følgende problemstillinger i forbindelse med fastlæggelsen af tidsværdier.

3.1 Teorigrundlag

I det følgende skitseres det teoretiske grundlag for fastlæggelsen af tidsværdier. Fastlæggelsen omfatter dels et individuelt element dels et samfundsøkonomisk element. En mere formaliseret gennemgang af det individuelle element findes i Bilag 1.

3.1.1 Individuelt element

I økonomisk teori antages det, at forbrugerne vælger mellem forskellige forbrugsalternativer ud fra deres præferencer, som afspejler en afvejning af alternativernes fordele og ulemper. Præferencerne kan repræsenteres ved hjælp af en såkaldt (direkte) nyttefunktion, som afspejler forbrugerens nytte af forbrug af for eksempel tid og andre goder. En generel antagelse er, at forbrugeren altid vælger den kombination af goder, der giver den maksimale nytte. Imidlertid er nytte et abstrakt begreb, der ligesom tidsværdier ikke kan observeres. Man er derfor tvunget til at drage konklusioner om den opnåede nytte og derigennem værdien af tid ud fra forhold, der kan observeres. En forbrugers nytte afhænger således af det reale forbrug af varer, der kan observeres, og af præferencerne, der ikke kan observeres direkte men til gengæld afspejles i eksempelvis valget af transportmiddel.

Nytte afhænger af forbrug, priser og indkomster

Ud over at forbrugeren ikke kan have et større forbrug end indkomsten tillader, kan nyttemaksimeringen også være underlagt andre begrænsninger. I et tidsværdistudie er det begrænsningen af tid, der er relevant. For eksempel har døgnet kun 24 timer, ligesom der ofte er en nedre grænse for arbejdstid (for fuldtidsansatte typisk 37 timer om ugen). Ligeledes kan der være en praktisk nedre grænse for transporttid eller tid brugt til andre formål. Disse begrænsninger kan opstilles som bibetingelser for maksimeringen af forbrugerens nytte.

Opskrivningen af forbrugerens problem og de medfølgende betingelser for optimalitet giver en række egenskaber for forbrugerens vurdering af afvejningen

mellem tid og øvrigt forbrug og dermed penge. I Bilag 1 formel (7) - (10) er vist, hvordan optimalitetsbetingelserne for forbrugers problem kan skrives sammen til et udtryk for værdien af sparet rejsetid. Dette udtryk viser, at værdien afhænger af

- timelønnen (efter skat)
- værdien af begrænsning på mindste arbejdstid (værdien er positiv, hvis man er tvunget til at arbejde mere, end man egentlig vil og 0 ellers)
- værdien af forskellen mellem nytten af marginal arbejdstid og nytten af marginal transporttid (værdien er positiv, hvis det er rarere at være på arbejde end at transportere sig og negativ ellers)

Det er ikke muligt a priori at sige noget om fortegnet på det sidste led. Derfor er det heller ikke muligt at afgøre, om tidsværdien bør være større eller mindre end timelønnen efter skat. Imidlertid kan det fastslås, at tidsværdien stiger med indkomsten, ligesom den sandsynligvis vil stige med afstanden, fordi tidsbegrænsningen bliver mere bindende.

3.1.2 Samfundsøkonomisk element

Selvom opgørelsen af det individuelle element viser, at tidsværdierne afhænger af indkomsten er det sjældent ønskeligt at denne skelnen indgår i anvendelsen af tidsværdier. Derimod ønsker man sædvanligvis at behandle folk ens. Som udgangspunkt for vurdering af infrastrukturprojekter ligger således implicit en samfundsøkonomisk velfærdsfunktion, hvor alle samfundets individer indgår med samme vægt.

Hvis ikke man valgte at behandle folk ens, men alene brugte deres afslørede subjektive tidsværdier, kunne det få utilsigtede fordelingsmæssige konsekvenser. For eksempel kunne alle infrastrukturprojekter, der gavner højindkomstgrupper, blive samfundsøkonomisk mere værd, end infrastrukturprojekter, der gavner lavindkomstgrupper. Dermed kunne infrastrukturprojekter komme til at fordele sig geografisk meget skævt. De højere tidsværdier blandt højindkomstgrupper, der alene skyldes socioøkonomiske karakteristika, og ikke er udtryk for reelle forskelle i præferencer, ønskes ikke inddraget i de politiske prioriteringer af projekter.

En måde at undgå dette, er at bruge et simpelt gennemsnit af alle individers tidsværdier. En tilgang der desuden er operationel praktisk, idet værdien af tidsgevinsterne af et infrastrukturprojekt blot bliver summen af tidsgevinsterne multipliceret med den gennemsnitlige tidsværdi.

Ved anvendelsen af en tidsværdi udregnet som et simpelt gennemsnit, er der dog et særligt forhold, der er værd at være opmærksom på. Den marginale nytte af indkomst er generelt aftagende med indkomsten. Dermed er der en risiko for, at man med anvendelsen af en gennemsnitlig tidsværdi kommer til at afvige fra den samfundsmæssige fordelingspolitiske profil, som eksempelvis afslører sig

gennem skattesystemet. Dette diskuteres blandt andet i Gálves & Jara-Díaz (1998).

Som alternativ kan man tage udgangspunkt i, at den økonometriske model direkte giver den marginale nytte af tid og den marginale nytte af indkomst for hvert individ på nær en skalafaktor. Disse værdier kan benyttes til at bestemme en almen tidsværdi, som svarer til den ønskede fordelingsmæssige profil.

3.2 Datatyper

Den praktiske fastlæggelse af tidsværdier kan baseres på Revealed Preference data (RP data), på Stated Preference data (SP data) og på Transfer Price data (TP data). Det er de samme datatyper, der typisk anvendes til estimation af trafikmodeller. I det følgende beskrives anvendelsen i forbindelse med estimation af samfundsøkonomiske tidsværdier.

3.2.1 Revealed Preference data (RP data)

Revealed Preference data beskriver den faktisk observerede adfærd for trafikanterne. RP data benyttes i trafikmodeller typisk til at sikre det korrekte niveau af trafik, mens de adfærdsmæssige forhold ofte estimeres på SP data. Nogle af de samme forhold gør sig gældende, når data benyttes til estimation af samfundsøkonomiske tidsværdier.

Således kan tidsværdier ikke fastsættes udelukkende på grundlag af RP data. De tre væsentligste årsager er, at

- der er korrelation mellem tid og omkostninger, idet begge komponenter afhænger af rejsens længde
- omkostningerne ikke er veldefinerede i RP data. Den manglende beskrivelse af omkostningerne er et væsentligt problem i fastlæggelsen af tidsværdier, der netop er en afvejning af tid og omkostninger
- de fleste RP datasæt ikke omfatter oplysninger om rutevalg. Tidsværdier estimeret på RP data må derfor baseres på beskrivelse af transportmiddelvalg. Det medfører estimationsproblemer, idet trafikanter vælger transportmiddel ud fra mange andre ting end tid og omkostninger.

Oplysninger fra RP data kan dog med fordel anvendes til visse formål. Primært kan RP data (i denne sammenhæng tænkes på TU data) benyttes til sampling af SP interviews samt til opregning til samfundsmæssigt repræsentative tidsværdier.

3.2.2 Stated Preference data (SP data)

Stated Preference data er hypotetiske data baseret på trafikanternes angivelse af deres adfærd i nøje specificerede situationer. Det betyder, at variable som tid og

omkostninger er kendte både for trafikanten og i den efterfølgende dataanalyse. Det er ligeledes muligt at variere typisk korrelerede variable mere frit, så det bliver lettere at estimere parametrene for disse variable.

Et vigtigt element i udarbejdelsen af et datagrundlag til bestemmelse af tidsværdier har at gøre med om designet er 'within mode' eller 'cross mode'. Betegnelsen within mode dækker over SP spil, som udelukkende holder sig til ét transportmiddel, mens forskelle i tid og omkostninger opnås ved at forestille sig forskellige ruter. Derimod dækker cross mode spil over et valg mellem to forskellige transportmidler, hver med varierende tid og omkostninger. Valg af alternativ i et cross mode spil omfatter derfor ud over afvejningen af tid og omkostninger et underliggende valg mellem transportmidler. De implicite tidsværdier fra trafikmodellerne præsenteret i Bilag 2 viser, at tidsværdier estimeret på cross mode SP data i de fleste tilfælde er højere end tidsværdier estimeret på within mode SP data. Denne forskel skyldes, at trafikanterne typisk har præference for deres valgte transportmiddel og derfor angiver større afvejning mellem tid og omkostninger for at skifte til et andet transportmiddel i et cross mode spil.

Sammenholdt med de indkomstforskelle, der typisk observeres mellem transportmidlerne, er det vigtigt, at SP data dækker både det valgte transportmiddel og andre transportmidler. Denne problemstilling er præsenteret i en simplificeret udgave i Figur 1. Her er kategori A og C de valgte transportmidler, som umiddelbart kan dækkes med et within mode spil.

		SP Spil	
		Bil	Kollektiv
Bruger	Bil	A	D
	Kollektiv	B	C

Figur 1 Segmenter i SP data indsamling

Det er dog også nødvendigt at få dækket kategorierne B og D. Dette skal ikke ske ved et cross mode spil, hvor trafikanterne erfaringsmæssigt¹ har en tendens til at holde fast i det valgte transportmiddel. I stedet skal trafikanterne præsenteres for endnu et within mode spil. Dette spil skal dække et relevant alternativt transportmiddel, som trafikanten vil benytte, hvis det valgte transportmiddel af den ene eller anden årsag ikke kan benyttes. Trafikanten er således tvunget over i et nyt transportmiddel, hvor der sker en reel afvejning tid og omkostninger indenfor dette transportmiddel.

¹ Dette er observeret i forbindelse med både Ørestadtrafikmodellen (OTM) og København-Ringsted modellen (KRM).

3.2.3 Transfer Price data (TP data)

Et alternativ til SP som benyttes i nogle sammenhænge er såkaldte Transfer Price data (TP data) eller Contingent Valuation data (CV data). I stedet for som i SP at bede respondenter om at vælge mellem alternativer, bedes respondenter om direkte at fortælle, hvor meget vedkommende er parat til at betale for en given option. I et tidsværdistudie kan det for eksempel være, hvor stor en økonomisk besparelse respondenterne skal have for at acceptere en øget rejsetid. Det direkte spørgsmål om betalingsvilje gør TP data mere relevant i situationer, hvor det er svært at opstille meningsfyldte alternativer, som man kan vælge imellem. Der hentes også mere information, idet respondenterne kan give oplysning om det præcise beløb i hvert tilfælde. I modsætning hertil kan man i SP kun vide, at betalingsviljen er større eller mindre end et givet beløb afhængig af hvilket alternativ, der er valgt.

TP data indebærer dog også visse problemer. Det væsentligste er nok, at metoden åbner for politiske svar, hvor det er nemt for respondenterne at signalere modvilje mod en given ændring ved at oplyse en høj pris. Her har SP den fordel, at respondenterne placeres i en valgsituation, der ligner valgsituationer fra hverdagen. Desuden vil der som regel være en række andre faktorer, der kan påvirke vurderingen af tid og omkostninger. Respondenterne må derfor vælge mellem pakker og afveje betydningen af de enkelte faktorer, hvoraf penge kun er én blandt flere.

Det vurderes, at et tidsværdistudie bør baseres på SP data, ligesom det er gjort i andre landes tidsværdistudier. I og med SP metoden kan anvendes uden problemer, er der ikke grund til at anvende den mere usikre TP metode. Det kan dog eventuelt kvalificere et SP studie med små yderligere omkostninger, hvis spørgeskemaet omfatter enkelte TP spørgsmål.

3.3 Modeltyper

Det andet trin i en praktisk fastlæggelse af tidsværdier er modeltyper til estimation af tidsværdierne på det ovennævnte datagrundlag. Det centrale i estimationen er selvfølgelig at måle afvejningen af tid og omkostninger. Tilgangen til fastlæggelsen af denne afvejning er forskellig for forbrugeren og for virksomheden.

3.3.1 Model for forbrugeren

For forbrugeren er data som nævnt ovenfor typisk indsamlet gennem et SP interview. Den tilsvarende modeltype er de såkaldte diskrete valgmodeller. Disse er økonometriske modeller baseret på mikroøkonomisk teori og spænder fra den simple logit model til meget komplicerede former.

Fælles for alle modelspecifikationerne er imidlertid, at det antages, at forbrugeren blandt to eller flere alternativer vælger det, der giver den største nytte.

Jævnfør Bilag 1.1 antages en indirekte nyttefunktion U_j for hvert alternativ j .

Denne kan opdeles i et deterministisk led, V_j , og et stokastisk led, ε_j .

$$U_j = V_j + \varepsilon_j \quad (1)$$

Det deterministiske led

Det deterministiske led, V_j , er en funktion af karakteristika ved alternativ j , priser på andre varer og den resterende indkomst, når j er betalt (Bilag 1, formel (4)). Desuden kan V_j afhænge af individuelle karakteristika. Alle de mulige forklarende variable sammenfattes med vektoren K_j . Endelig kan V_j parametriseres ved hjælp af en parametervektor β , så V_j får formen $V_j = V(K_j, \beta)$. Som regel specificeres en lineær funktion $V_j = K_j \beta$, men andre muligheder som for eksempel Box-Cox specificationer kan være relevante. Ikke-lineære sammenhænge kan specificeres gennem udformningen af K_j .

I formuleringen af den deterministiske nytte, V_j , kan der benyttes forskellige tilgange. MVA (1994) argumenterer for en simpel model med tid og omkostninger i kombination med mange segmenter. Idet indkomsten falder bort i en 1. ordensapproximation til den indirekte nyttefunktion er denne approksimation tilstrækkelig, hvis man har homogene segmenter. Modsat foretrækker Small (1992) en strategi, hvor en parametriseret model holder styr på effekterne af baggrundsvariablene frem for at segmentere data. Det gør Small, fordi segmentering indebærer, at der skal estimeres mange flere parametre, hvilket indebærer et tab af præcision. Til gengæld løber man en risiko for at introducere forkerte parameterrestriktioner, når man vælger en parametriseret model.

En parametrisering i stil med Hultkrantz & Mortazavi (2001) og Blayac & Causse (2001) giver mulighed for at opfange meget heterogenitet på en kontrolleret måde, hvorimod segmentering vil betyde, at det bliver nødvendigt sammenlagt at estimere et meget stort antal parametre. Blayac & Causse's formulering med en 2. ordens approksimation af den indirekte eller den direkte nyttefunktion, der samtidig tillader interaktion med baggrundsvariablene, stiller imidlertid store krav til data. Der skal formodentlig mange observationer til for at estimere en så kompliceret model.

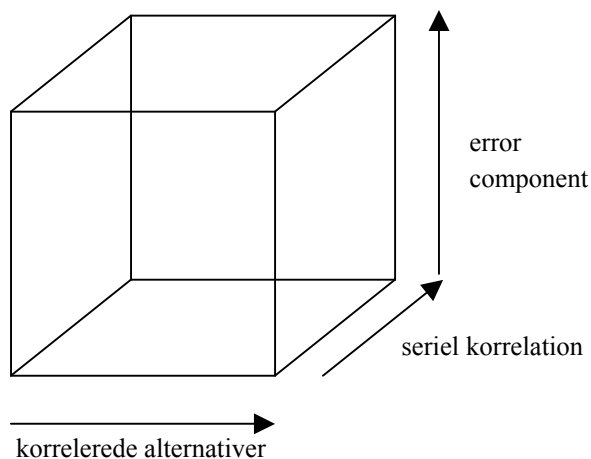
Et teoretisk velbegrunderet og omfattende deterministisk led er imidlertid ikke tilstrækkeligt til, at man kan undlade at kontrollere for heterogenitet i det stokastiske led.

Det stokastiske led

Det stokastiske led, ε_j , er i princippet det, der afgør hvilken modeltype, der bør estimeres.

Man kan være tilbøjelig til at mene, at det kun er for feinschmeckere at tage det meget alvorligt, hvilken type model der estimeres. Men det er bestemt ikke ligegyldigt. I Hensher (2001b) afviger den udledte tidsværdi mere 100% fra den

simpleste logit specifikation til den mest generelle model². Hensher undersøger kombinationer af tre udvidelser af den simple model: Korrelation mellem alternativer, individuel heterogenitet (error components) og seriel korrelation; i alt otte kombinationer, som estimeres hver for sig på det samme datasæt.



Figur 2 Kombinationer af modeludvidelser i Hensher (2001b)

Gennemgående medfører alle typer udvidelser markante forbedringer af likelihood, hvilket gør det umuligt statistisk at acceptere den simple model. Den udledte tidsværdi påvirkes endvidere endda særdeles kraftigt med lavere tidsværdier i de simple modeller. Henshers specifikation af den deterministiske nytte gør dog, at det ikke kan fastlægges, hvor stor en del af denne forskel i tidsværdier, der skyldes eksempelvis indkomstforskelle.

På denne baggrund er det særdeles svært at forsvare kun at benytte en simpel version af logit modellen, idet den indebærer en række forsimplende antagelser. Følgende modelgennemgang beskriver, hvilke antagelser der gøres i forbindelse med de forskellige modeltyper.

Binær logit model

Det første valg i en modelsøgning er den binære logit model, der beskriver valget mellem to alternativer. Modellen er let at specificere og estimere og er implementeret i meget standardsoftware. Modellen indebærer dog restriktioner, der kan være problematiske, som vi skal se nedenfor. Særligt gælder det antagelsen om uafhængige, identisk fordelte stokastiske led for alternativerne. Den binære probit model har egenskaber, som ligner logit modellen meget. Den væsentlige statistiske forskel er tykkelsen af halerne i fordelingerne, som kan medføre afvigende estimationsresultater, hvis der er mange outliers i data. Som regel er de estimerede parametre dog temmelig ens bortset fra en skalafaktor.

² I Henshers modelopstilling er beskrivelsen af det deterministiske led meget sparsom. En bedre beskrivelse af den deterministiske nytte ville efter al sandsynlighed have reduceret den forskel, som i Henshers tilfælde er inddraget i det stokastiske led. Den endelige effekt på tidsværdierne af modelvalget kan derfor formentlig reduceres ved en grundig specifikation af den deterministiske nytte.

- Multinomial logit model** Den multinomiale logit model er en udbygning af den binære model, så den omfatter tre eller flere alternativer. Her kommer modeltypens antagelse om uafhængighed af irrelevante alternativer i spil, hvilket ofte er problematisk. Problemet kan delvis løses ved at indføre en nestet struktur.
- Nestet logit model** I analysen af data fra flere kilder, for eksempel forskellige SP spil som kombineres i en samlet estimation, kan den nastede logit model, hvor der optræder et binært valg i hver nest, anvendes til at skalere variansen i de forskellige datasæt. Den nastede logit model kan opfattes som en kombination af binære modeller og er således forholdsvis uproblematisk. Idet der er tale om en sammenkædning af binære modeller, hvor hver enkelt observation behandles i netop én binær delmodel, er uafhængigheden af irrelevante alternativer ikke i spil.
- Varianshomogenitet?** Alle de ovennævnte modeller har dog en fælles antagelse om varianshomogenitet. Det vil sige, at de stokastiske led er uafhængige og identisk fordelte (bortset fra en skalering af variansen i de nastede logit modeller). Denne antagelse indebærer, at alle individer forudsættes at have identiske parametre i den indirekte nyttefunktion. Selv når der er gjort en del for at definere homogene segmenter, er denne antagelse problematisk.
- I Bilag 1.4 gennemgås konsekvenserne af denne forsimplende antagelse. Konklusionen er, at hvis forbrugernes præferencer ikke er ens, holder antagelserne i logit modellen ikke. Det er altså nødvendigt at anvende en modeltype, der giver mere spillerum for variansheterogenitet.
- Mixed logit model** Den fremherskende og mest generelle modeltype til dette formål er mixed logit modellen, som netop tillader uobserveret heterogenitet. Mixed logit tager højde for forskelle i forbrugernes præferencer ved at lade den simple logit model gælde for hvert individ blot med den tilføjelse, at parametrene i modellen *ikke* antages at være de samme for alle individer. I stedet antages det, at parametrene i populationen følger en på forhånd defineret fordeling, hvorefter parametrene for denne fordeling fastlægges som en del af estimationen. Det antages ofte, at fordelingerne på de enkelte parametre er ukorrelerede, hvilket dog sjældent er tilfældet. Hvis en respondent har en høj tidsværdi for fri køretid, må man forvente, at tidsværdien for trængsel også er (relativt) høj.
- Ved estimation af en simpel logit model kan der eksempelvis fastlægges en parameter β på køretid i bil. Denne parameter er ens for alle individer med mindre, der er andre led i nyttefunktionen, der også påvirker køretiden i bil. I en mixed logit model antages derimod et β_i for hvert individ, hvor β_i følger en specificeret fordeling med en middelværdi og en varians. Estimationen af mixed logit modellen bestemmer herefter middelværdi og varians for parametrene. Middelværdien svarer groft sagt til parameteren i den simple logit model, så den afgørende udvidelse er den eksplicitte tilføjelse af en varians.
- Mixed logit modellen viser sig ofte at medføre så markante forbedringer i forhold til en simpel logit model, at det er helt umuligt at få statistisk accept af den simple model. På den anden side er mixed logit modellen tungere at arbejde med statistisk. Den er sædvanligvis ikke en del af standardsoftware, og det er

derfor nødvendigt at programmere likelihoodfunktionen direkte i programmer som Gauss, Ox eller lignende. Alogit rummer dog mulighed for at inkludere simultane normalfordelte parametre, mens Biogeme i en prototype har mulighed for at estimere mere generelle Mixed Logit modeller.

Både og

Den forskningsmæssige litteratur vedrørende estimation af tidsværdier har taget to retninger: Den ene har koncentreret sig om at håndtere de stokastiske led, mens den anden har udbygget specifikationen af nyttefunktionen. Begge har med al ønskelig tydelighed vist, at den simple logit model ikke er tilstrækkelig. Der findes enkelte empiriske forskningsarbejder, der kombinerer de to tilgange. Her er det tilstræbt at forklare mest mulig variation ved hjælp af modellens forklarende variable (specifikation af nyttefunktionen), mens den resterende variation forklares af stokastiske led i en mixed logit model.

Ved en kombination af de to tilgange kan man håbe, at det er den samme heterogenitet, man gør rede for, og at man derfor med en tilstrækkelig avanceret specifikation af nyttefunktionen kan vende tilbage til den simple logit model. Dette er et empirisk spørgsmål. Når man tager vigtigheden af resultatet i betragtning, er det imidlertid klart, at der bør afsættes betydeligt flere ressourcer til den statistiske modellering end der sædvanligvis gøres i en SP analyse. Dette er fortsat en relativt lille ekstra indsats i forhold til eksempelvis omkostningerne ved dataindsamling.

3.3.2 Model for virksomheden

Til fastlæggelsen af det teoretiske grundlag for tidsværdier for erhvervsrejser betragtes problemet fra virksomhedens side. Dette uddybes i Bilag 1.x. Virksomheden producerer varer, der anvendes til forbrug. Til denne produktion anvendes traditionel arbejdskraft og erhvervsrejser. Virksomhedens problem er at maksimere profitten, der består af indtjening ved salg af varer minus udgifterne til betaling af løn.

Ved at løse virksomhedens problem med hensyn til forbrug af arbejdskraft i den traditionelle produktion findes, at virksomheden i ligevægt vælger så værdien af marginalproduktet af arbejdskraft i den traditionelle produktion er lig de marginale udgifter til arbejdskraften. Det vil sige, at den værdi virksomheden får ud af at bruge ekstra arbejdskraft er lig med virksomhedens udgifter til denne arbejdskraft nemlig bruttolønnen.

Udgiften til arbejdskraft er lig bruttolønnen uanset om tiden bruges til traditionel produktion eller til erhvervsrejser. Dette betyder blandt andet, at en besparelse af tid brugt til erhvervsrejser i stedet kan anvendes i den traditionelle produktion eller kan spares på lønnen. Dette er langsigtede ligevægtsbetragtninger.

Værdien af forbrugerens tid set fra virksomhedens synspunkt er altså lig værdien af dens produktivitet. Denne vil i ligevægt være lig udgiften til arbejdskraften, nemlig bruttolønnen.

Markedspriser Tidsværdien for virksomheden er målt i forbrugerpriser eksklusiv vareskatter. For at få tidsværdien i markedspriser skal bruttotimelønnen derfor korrigeres for vareskatterne ved hjælp af nettoafgiftsfaktoren.

Henshers formel I litteraturen er der diskussion om, hvorvidt bruttolønnen er det rigtige mål at bruge for erhvervsrejser. I en del studier³ anbefales det, at der udover produktionsværdien skal tages hensyn til ændringen af nytteværdien af tiden for den rejsende samt for eventuel produktivitet af tiden brugt til erhvervsrejser. Denne argumentation, der især henføres til Hensher (1977), beskrives via Henshers formel

$$Vtts = (1 - r - pq) \cdot MP + (1 - r) \cdot vw + r \cdot vl + MPF \quad (2)$$

Her er

$Vtts$	værdi af tidsbesparelse
r	andel af sparet tid, der bruges på fritid
p	andel af sparet tid, der ville være brugt på arbejde
q	relativ produktivitet på rejse i forhold til kontor
MP	marginal produktion af arbejdskraft
vl	beskæftigedes værdi af fritid i forhold til rejsetid
vw	beskæftigedes værdi af arbejdstid i forhold til rejsetid
MPF	ekstra output som resultat af reduceret træthed

Formlen bygger på, at nytten af tid brugt til traditionelt arbejde og til erhvervsrejser er forskellig.

For den første effekt, der beskriver nytteværdien af tiden for den rejsende, $(1 - r) \cdot vw + r \cdot vl$, gælder, at det på længere sigt må forventes, at denne effekt bliver indregnet i lønnen samt arbejdsudbuddets sammensætning. Hvis et arbejde som udgangspunkt involverer en del rejser, så er der i forbindelse med lønforhandlingerne taget hensyn til dette. Hvis tiden til erhvervsrejser permanent ændres, og dermed den gennemsnitlige (dis)nytte af arbejdstiden ændres, så vil det blive medtaget i den fremtidige løndannelse. Tilsvarende gælder for argumentet om, at en del af rejsetidsbesparelserne bruges til øget fritid. Hvis en erhvervsrejsende generelt bruger en del af sin fritid på det, så er det medtaget i løndannelsen.

Argumentet om, at erhvervsrejser potentielt kan være produktive, skal behandles anderledes. Hvis eksempelvis en forretningsrejsende på vej til møde bruger en togrejse på at forberede sig, så er denne rejsetid ikke helt uproduktiv. Hvis mødet alternativt fandt sted på kontoret, skulle mødet jo have været forberedt alligevel. En arbejdsgiver vil dermed ikke være villig til at betale for hele den sparede rejsetid, men kun for den del af rejsetiden, der ikke er produktiv, det vil sige $(1 - pq) \cdot MP$. Denne effekt vil ikke blive medregnet i løndannelsen på det lange sigt, og det giver derfor potentielt mening at inddrage denne i værdisætningen af rejsetiden. En effekt heraf vil forventeligt være, at værdisætningen af erhvervsrejserne vil være forskellig for forskellige transportmidler. Det er ek-

³ Dette gælder bl.a. studier for DETR (1996/1999).

sempelvis nemmere at sidde og arbejde på en computer i et tog end i en bil, så rejsetid i tog vil potentielt være mere produktiv end rejsetid i bil. Dermed vil tidsværdien for rejserne i tog blive lavere end tidsværdien for rejserne i bil.

Dette argument trækker i retning af, at tidsværdien skal være mindre end bruttolønnen.

Derudover findes et modsatrettet argument, nemlig at værdien af arbejdstid kun marginalt er lig bruttolønnen. I de fleste tilfælde vil produktiviteten derfor være større end bruttolønnen. Dette er dog ligeledes en effekt, der på længere sigt vil blive indregnet. Endelig kan man også sætte sig for at vurdere rejsens indvirkning på den ansattes øvrige produktivitet (nemlig størrelsen af *MPF*). Dette gøres dog sjældent i praksis, idet *MPF* typisk antages at være nul.

Værdisætningen af rejsetid for erhvervsrejser ifølge Henshers formel lider under, at der ikke er nogen teoretisk velfunderet begrundelse for, hvordan erhvervsrejsetid kan opdeles i fritid, produktiv tid og uproduktiv tid. Derudover er Henshers formel vanskelig at håndtere i praksis blandt andet fordi det er omfattende empirisk at specificere alle de forskellige bidrag. Dette taler for blot at anvende bruttolønnen, hvilket både anbefales i blandt andet Mackie et al. (2001) og benyttes i britisk praksis (DETR, 2001).

3.4 Metodiske problemstillinger

I forbindelse med fastlæggelsen af tidsværdier er der en række metodiske problemstillinger, der bør tages hensyn til. En del af disse er beskrevet i de følgende afsnit.

3.4.1 Udregning af tidsværdier

Oftest udregnes tidsværdier fra logit modeller som koefficienten mellem parametrene for tid og omkostning. Imidlertid giver dette anledning til en fejl, som kan være ganske alvorlig. Fejlen skyldes, at der i realiteten ikke bestemmes en enkelt værdi for en parameter men snarere en sandsynlighedsfordeling. Dette gælder på forskellig måde i simple modeller såvel som i error component modeller.

Uden heterogenitet

I simple modeller uden heterogenitet eksempelvis binære eller nestede logit modeller, hvor antagelserne vedrørende det stokastiske led holder, udregnes tidsværdierne ofte tilnærmelsesvis ved at dividere parameteren for tid med parameteren for omkostninger.

Dette resultat bygger på Slutskys sætning, der i et specialtilfælde angiver, at hvis α' og β' er konsistente estimators for α og β , så er α'/β' en konsistent estimator for α/β .

Konsistens er imidlertid en asymptotisk egenskab, der forudsætter, at antallet af observationer går mod uendelig og at antagelserne i logit modellen holder.

Ved estimation af tidsværdier er ingen af de to antagelser sædvanligvis opfyldt. Derimod gælder under visse antagelser, at

$$E\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) > \frac{E(\alpha)}{E(\beta)} \quad (3)$$

Det betyder, at den udregnede tidsværdi (højre side i (3)) er en undervurdering af den reelle tidsværdi (venstre side i (3)).

Det er muligt at estimere den forventede værdi for tidsværdier, når der tages højde for, at parameterestimerne er stokastiske variable. En fremgangsmåde er at benytte Monte Carlo simulation med udgangspunkt i den asymptotiske fordeling af parameterestimerne. Denne fremgangsmåde er benyttet i Fosgerau (1999).

Med heterogenitet

De fleste modeller, der i praksis forsøger at inddrage heterogene præferencer gør dette ved at tilføje normalfordelte parametre i nyttefunktionerne. En af årsagerne hertil er, at sådanne fordelinger er inkluderet i standardsoftware. Da observationer fra en normalfordeling kan antage negative værdier, vil dette imidlertid resultere i, at parametrene med en vis sandsynlighed skifter fortegn, hvilket er intuitivt ulogisk. Dertil kommer, at tidsværdien udregnes som middelværdien af koefficienten mellem to fordelinger, hvor nævneren i visse tilfælde er meget tæt på nul. Fordelingen af tidsværdien og middelværdien for denne kan i dette tilfælde ikke udregnes analytisk, idet koefficienten af to uafhængige normalfordelte variable er Cauchy fordelt med ikke-defineret middelværdi og varians. Hvis der benyttes normalfordelte parametre, anbefales det derfor kun at tilføje fordelinger til tidsparametrene, hvorefter tidsværdierne kan udregnes på samme måde som i tilfældet uden heterogenitet. Brugen af trunke-rede normalfordelinger kan afhjælpe disse problemer, men ændrer tidsværdien markant og frarådes derfor.

I tilfælde, hvor der benyttes lognormalfordelte fejlkomponenter, findes et analytisk udtryk for kvotienten mellem dem. Da kvotienten igen er lognormalfordelt fremkommer middelværdien direkte som funktion af parametrene for de lognormalfordelte tid- og omkostningsparametre. Bemærk igen, at for lognormalfordelte parametre vil der gælde som før, at

$E\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) > \frac{E(\alpha)}{E(\beta)}$ for varianser større end 0. Dette kan vises analytisk under visse antagelser.

3.4.2 Asymmetriske effekter

Det findes undertiden (når man ser efter), at SP respondenter reagerer forskelligt på stigninger og fald i omkostninger og tidsforbrug. I den generelle mikroøkonomiske formulering af valgproblemet kan man finde et vist belæg for, at forbrugeren vil reagere asymmetrisk. Det skyldes budgetbegrænsningen på

tid og penge, som gør, at begge dele bliver mere værd, jo nærmere man kommer grænsen. Stigninger i omkostninger bringer en nærmere grænsen, mens fald bringer en længere væk. Men for ændringer på få minutter og kroner er denne effekt formentlig ganske lille og svær at detektere i praksis. For større ændringer vil effekten kunne fanges af eventuelle ikke-lineariteter i nyttefunktionen.

Det korte sigt og SP De mikroøkonomiske betragtninger i afsnit 3.4.3 vedrører det lange sigt. På kort sigt er situationen en anden. Forbrugeren har indrettet sit valg af aktiviteter på det aktuelle tidsforbrug ved for eksempel rejsen til arbejde. Øget tidsforbrug til denne rejse kan betyde, at trafikanten må genplanlægge hele sin dag. Stigninger i tidsforbrug vægtes derfor højt på kort sigt. Omvendt kan det også kræve en genplanlægning af dagens aktiviteter at udnytte en tidsbesparelse. Der kan derfor omvendt være en tendens til at tidsbesparelser vægtes forholdsvis lavt.

Disse effekter optræder antagelig på kort sigt og dermed særligt i SP interview-situationen. I et SP interview kan der desuden optræde den effekt, at respondenter er tilbøjelige til at sige ja til gevinster og nej til at lide tab. Der kan altså være en grad af protest i svarene, der kan vise sig som asymmetri.

Konklusion Begge de nævnte forhold gør, at det er relevant at teste for asymmetri i behandlingen af SP data. Samtidig fører overvejelserne til den konklusion, at asymmetriske effekter ikke efterfølgende bør indgå i de tidsværdier, der anvendes til samfundsøkonomisk vurdering.

Der er også andre grunde til dette. Asymmetriske tidsværdier betyder for eksempel, at man kan konstruere en rækkefølge af projekter, hvor man skiftevis forbedrer og forringer en vej, og derigennem opnå hvilket som helst resultat, man kan ønske sig jf. næste afsnit.

3.4.3 Små tidsbesparelser

Forskellige tidsværdistudier har fundet, at værdien af små tidsbesparelser er mindre pr. minut end større tidsbesparelser. Hvis dette resultat tages for pålydende, medfører det flere ubehageligheder.

Teoretisk konsistens For det første er det ikke umiddelbart konsistent med den mikroøkonomiske teoretiske udledning af tidsværdibegrebet ovenfor. Er der noget galt med teorien, er hele analysen og brugen af tidsværdier i fare.

Ulogisk i anvendelse For det andet bliver det meget vanskeligt at bruge tidsværdier i cost-benefit analyser. Et projekt, der medfører en stor tidsbesparelse, vil således se godt ud indtil det faseopdeles i flere mindre projekter, der hver især medfører små tidsbesparelser. Disse små tidsbesparelser vil tilsammen være mindre værd end den oprindelige store tidsbesparelse.

En model Hultkrantz & Mortazavi (2001) indeholder referencer til spørgsmålet om små tidsbesparelser. Problemet opstår tilsyneladende med SP data, idet Hultkrantz

& Mortazavi på trods af en godt specificeret model med en ikke-lineær nyttefunktion finder, at WTP er nul helt op til en rejsetidsbesparelse på 10 minutter, for derefter at stige til en nogenlunde flad kurve på 46 SEK/time. Dette er lidt mindre end den gennemsnitlige timeløn efter skat på 50 SEK/time. WTA er 0 op til 4-5 minutter og stiger derefter. Der er altså tilsyneladende en perceptuel tærskel, hvor værdien af tidsbesparelser er lille under denne tærskel.

Fortolkning

Der er to mulige fortolkninger:

- Tærsklen afspejler en real omkostning og skal inddrages i CBA.
- Tærsklen afspejler en beslutningsregel og skal ikke inddrages i CBA.

Afhængig af hvilken fortolkning, der vælges, er værdien af små tidsbesparelser enten meget lille eller også kan den med disse resultater sættes lig den gennemsnitlige timeløn efter skat.

Diskussion

Den første fortolkning virker problematisk. Hvis en trafikant får en tidsbesparelse på fem minutter hver dag på sin tur til arbejde, virker det ikke rimeligt, at betalingsviljen skulle være ikke eksisterende. Det virker ikke rimeligt, at der hver dag skulle være en fast omkostning, som forhindrer respondenterne i at udnytte tidsbesparelsen.

Derimod er den anden fortolkning meget plausibel. Respondenten i et SP interview tænker: Sparer jeg nok tid til, at det er umagen værd at tænke over, om det er pengene værd at sige ja? Der er altså en fast omkostning, som er besværet med at tænke sig om. Den faste omkostning spiller ind i interviewsituationen, hvor respondenterne bliver præsenteret for en række nye situationer. Det er formentlig den samme effekt, der i øvrigt kendes som inertie i SP analyser. Praxis er at ignorere inertien i fremskrivninger.

Imod den anden fortolkning kan dog indvendes det uskønne, som ligger i at estimere en parameter (inertie) som en del af den bedste beskrivelse af data, for derefter at påstå, at den skal ignoreres.

I virkelighedens verden, hvor der gennemføres en forbedring af et bestemt stykke infrastruktur, vil en trafikant, der benytter infrastrukturen regelmæssigt, formodentlig før eller siden finde det umagen værd at afholde den mentale omkostning og overveje alternative tidsanvendelser med den ændrede situation. På det tidspunkt får han en betalingsvilje, og den er det rigtigt at inkludere i den samfundsøkonomiske analyse.

Vurdering

Det er derfor vurderingen, at den mindre værdi af små tidsbesparelser, som kan observeres med SP data, er en egenskab ved SP metoden. Ved værdisætning i samfundsøkonomisk vurdering bør alle tidsbesparelser værdisættes ens.

Problemet har i øvrigt paralleller til spørgsmålet om, hvorvidt gevinster og tab bør værdisættes ens. For begge spørgsmål gælder, at de både af teoretiske og af praktiske hensyn skal behandles ens. Hvis ikke de blev behandlet ens, kunne eksempelvis værdien af et færdiggjort infrastrukturprojekt være forskelligt alt

efter, hvornår det blev vurderet – under anlægsperioden eller før - og afhængig af forløbet af anlægsperioden.

3.4.4 Trængsel

Eftersom nytten eller behageligheden ved en rejse indgår i udtrykket for tidsværdien for transport er der i den teoretiske ramme mulighed for at skelne mellem forskellige former for rejser herunder også at skelne mellem transport i fri kørsel og under trængsel. Ofte værdisættes tid i forbindelse med trængsel højere end tid ved fri kørsel, blandt andet ud fra argumentet om, at det er mere irriterende at køre i trængsel. Hvis det er korrekt, at trængselstid er mere ubehagelig end fri kørsel, eksempelvis fordi man bliver irriteret over at sidde og vente, så er det teoretisk velbegrunderet, at trængselstid værdisættes højere end fri køretid.

Uforudsete forsinkelser Teorien forudsætter dog, at der er perfekt information. Det nævnes ofte, at den ekstra irritation over trængsel blandt andet skyldes usikkerheden om, hvor længe turen kommer til at vare. I den forbindelse skelnes der mellem forudsete og uforudsete forsinkelser pga. trængsel. Hvis der er forudsete forsinkelser på en rute, således at turen bliver forlænget med præcist det samme antal minutter hver gang, kan der argumenteres for, at tidsværdien for denne bør være lig tidsværdien for den fri køretid, eftersom den blot indregnes i den beregnede rejsetid. Anderledes forholder det sig med den uforudsete trængsel, som man ikke kan vide, hvor længe varer. Irritationen over denne skyldes måske netop, at man frygter at komme for sent til et givet mødetidspunkt. Den forøgede tidsværdi kommer dermed til at afspejle, at der dels er en omkostning ved at komme for sent eller en omkostning ved at måtte tage af sted i ekstra god tid, for at være sikker på at komme til tiden.

I den økonomiske teori behandles trængsel typisk på en af to måder; enten via en speed-flow beskrivelse af trafikken, hvor der antages en aftagende sammenhæng mellem kørselshastigheden og mængden af trafik, eller via en flaskehalsmodellering, hvor der opbygges en kø ved en given flaskehals, hvis mængden af ankommende trafik er større end kapaciteten, mens der ikke er trængselsproblemer, hvis kapaciteten ikke overskrides (Vickrey, 1969). I speed-flow beskrivelsen giver trængslen sig kontinuert udslag i en forlænget rejsetid, der svarer til forskellen mellem den faktiske rejsetid og den rejsetid, der ville være forekommet i tilfældet uden anden trafik.

I flaskehalsmodellen svarer trængselstiden til længden af den tid, man sidder i køen, og trængsel opstår først i det øjeblik kapaciteten overskrides. Derved modelleres en omkostning ved at komme henholdsvis for tidligt og for sent. Individerne vælger så afrejsetidspunkt, således at de samlede omkostninger ved rejsen minimeres.

I forbindelse med fastsættelsen og anvendelsen af tidsværdier er det et relevant spørgsmål at vurdere, hvorvidt man bør og kan skelne mellem de to typer af forsinkelse: Forudset og uforudset. Behandlingen af de uforudsete forsinkelser

er stadig et forskningsmæssigt spørgsmål, og det anbefales derfor, at kun den forudsete del af forsinkelserne medtages.

SP interviews

I SP interviews, hvor respondenterne præsenteres for køretid inklusiv kendte forsinkelser, er det omkostningerne ved den forudsete trængsel der fanges, mens omkostningerne i form af usikkerhed ikke dækkes. Tidsværdierne for trængsel afspejler således irritationen over at sidde i kø, og viser sig typisk at være mærkbart større end værdierne for den frie køretid.

Vil man fange omkostningen ved uforudsete forsinkelser, må usikkerheden præsenteres direkte i SP interviewet. Dette kan gøres ved hjælp af en fordeling for forsinkelsen, men dette vil formodentlig være vanskeligt at håndtere. Derudover kan man ikke afvise, at respondenterne i forbindelse med trængsel allerede implicit tager højde for en vis risiko for uforudset forsinkelse.

3.4.5 Tidsværdier for børn og pensionister

Tidsværdierne fastsættes ud fra analyser af SP interviews samt ud fra oplysninger om timelønninger. Disse interviews foretages af praktiske grunde kun med voksne, og det rejser derfor spørgsmålet, hvordan børn og tidsværdier for børn skal behandles i de samfundsøkonomiske analyser. Kan man umiddelbart gå ud fra, at børn har samme tidsværdier som voksne? Eller skal børns tid slet ikke værdisættes, eftersom de typisk ikke er underlagt stramme tidsbegrænsninger? Når det vurderes, hvordan børn skal indgå, bør det desuden overvejes, hvorvidt SP interviewpersonerne allerede tager højde for eventuelle medpassagerer, for eksempel deres børn, og således indregner børnenes tidsværdier i deres svar.

I SP interviewene medtages forventeligt personer på overførselsindkomster eksempelvis arbejdsløse og pensionister, der ligeledes ikke er underlagt samme stramme tidsbegrænsninger, som personer i arbejde. Dette er uproblematisk, da den teoretiske formulering inddrager øvrig indkomst ud over lønindkomst. Tidsværdien bliver dermed afhængig af forbrugsraten.

SP interviewene bør således omfatte alle voksne. Det er ikke nødvendigt at formulere en begrænsning opadtil, da denne vil opstå helt naturligt. En person er nødt til at være i stand til at gennemføre en rejse for at blive udtaget til et interview.

3.4.6 Omkostningsbegreb

Formålet med et tidsværdistudie er at fastsætte trafikanternes betalingsvilje for tid under forskellige forhold. Derfor er det vigtigt, at der i studiet foretages en afvejning mellem tid og omkostninger målt kroner og øre.

Erfaringsmæssigt har bilister ofte lettere ved at forholde sig til afstand end til omkostninger, hvorfor SP spillene kunne præsentere en afvejning af tid og afstand, hvorefter afstanden omregnes til omkostninger. Imidlertid finder Daly & Zachary (1977), at bilister gennemgående kun regner brændstof med til de marginale omkostninger. Det samme er fundet i Danmark (Fosgerau, 1998),

mens Jovicic & Nielsen (2003a) finder, at bilisternes omregning fra afstand til omkostninger gennemgående er usikker og mangelfuld.

I fastlæggelsen af tidsværdier er det derfor afgørende, at SP spillene præsenterer omkostninger og ikke afstand. Omkostningerne bør baseres på de variable omkostninger, som udover brændstof omfatter afstandsafhængige udgifter til vedligehold. Dette omfatter slid på dæk, olie samt reparationer og anden vedligehold. Det er dog helt afgørende, at respondenterne kan forholde sig til og acceptere det anvendte omkostningsniveau.

4 Udenlandske tidsværdistudier

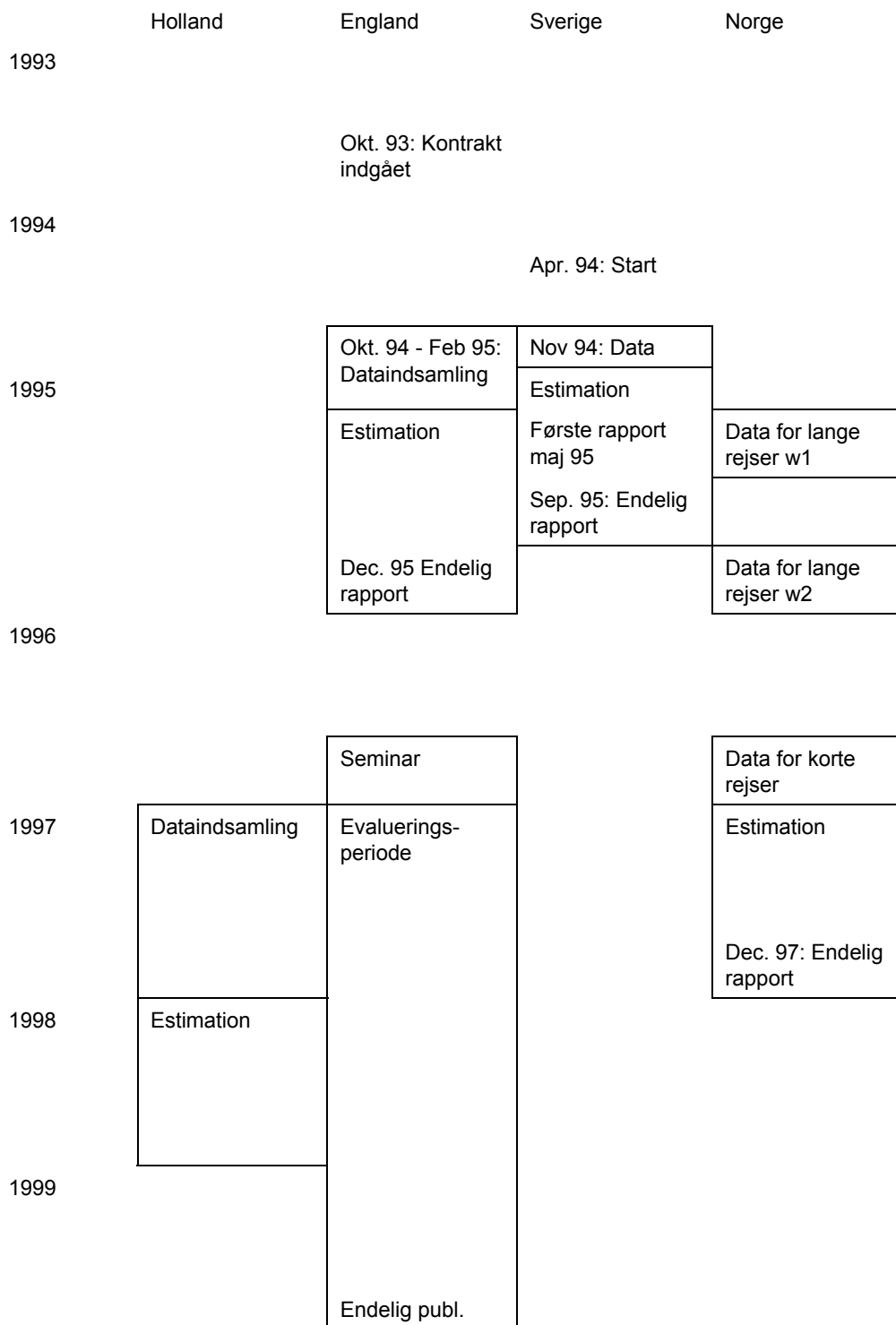
Der er inden for de seneste 10 år gennemført tidsværdistudier i en række af de omkringliggende lande. I det følgende beskrives metoder og erfaringer fra tidsværdistudierne i Holland, England, Sverige og Norge⁴. Beskrivelsen omfatter blandt andet tidsplanen og i visse tilfælde budgettet for gennemførelsen af tidsværdistudierne. Derudover beskrives datagrundlaget og den valgte estimationstilgang i de fire lande. Endelig gennemgås håndteringen af nogle af de metodiske problemstillinger og på et mere generelt niveau anvendelsen af resultaterne fra tidsværdistudierne.

4.1 Gennemførelse af studier

Der har været en høj grad af vidensudveksling mellem tidsværdistudierne i de fire lande. For at give et overblik over forløbet af de enkelte studier er deres tidsplaner skitseret i Figur 3.

Der er stor forskel på hvor lang tid, der er brugt på dataindsamling og estimation af tidsværdier i de fire studier. Forud for det svenske studie gennemførtes en række teoretiske diskussioner. Derfor blev selve dataindsamlingen og estimationen af tidsværdier gennemført på ét år. Det samme gælder for dataindsamlingen og estimationen i England. Her blev der dog brugt et år fra kontraktindgåelse til dataindsamling på planlægning af studiet, ligesom der efterfølgende er brugt en længere evalueringsperiode, hvor tre uafhængige forskere kritisk har behandlet forskellige emner i dokumentationsrapporten. I Holland, hvor tidsværdistudiet i store træk er en gentagelse af et tidligere tidsværdistudie fra 1988, blev der brugt to år på dataindsamling og estimation. Norge er det land, der har brugt længst tid på tidsværdistudiet, her strakte dataindsamlingen sig over to år inden estimationen af tidsværdier gik i gang.

⁴ De primære referencer for de fire landes tidsværdistudier er
Holland: de Jong et al. (1998) og Gunn et al. (1998)
England: DETR (1999)
Sverige: Transek (1995) og Vägverket et al. (1995)
Norge: Ramjerdi et al. (1997)



Figur 3 Tidsplaner for de fire landes tidsværdistudier

Omkostningsmæssigt har der også været stor forskel på tidsværdistudierne. Således har det svenske studie kostet 3 mio. SEK i dataindsamling og konsulentudgifter, mens det norske studie har kostet 5,7 mio. NOK.

4.2 Dataindsamling

Dataindsamlingen er i alle fire lande koncentreret om SP data, hvilket svarer til de teoretiske diskussioner om datatyper i afsnit 3.2. Derudover er der suppleret med RP data i Holland og England, mens der er suppleret med Transfer Price data (TP data) i Norge. I Holland omfatter RP data en parallel til de danske TU data, som benyttes til opregning af de estimerede tidsværdier til et fælles sæt for hele befolkningen. I Norge benyttes TP data til en parallel beregning af tidsværdier, som efterfølgende sammenholdes med de SP baserede tidsværdier.

I det følgende gennemgås SP data materialet, der i alle fire tilfælde udgør det væsentligste datagrundlag for estimationen af tidsværdier. Gennemgangen omfatter omfanget og stratificeringen af data samt designet af de enkelte SP interviews.

4.2.1 Omfang og stratificering

Omfang

Omfanget af dataindsamlingen er afgørende for hvor præcise tidsværdier, der kan estimeres, og for hvor mange segmenter, der med rimelighed kan fastlægges tidsværdier for. I Tabel 1 fremgår antallet af gennemførte og brugbare SP interviews for hvert af de fire landes tidsværdistudier. Tabellen viser, at der er anvendt 4-5000 SP interviews i hvert af studierne. I Holland er de nyindsamlede data suppleret med 2060 SP interviews fra det tidligere tidsværdistudie fra 1988, mens data i Norge er suppleret med ca. 3000 SP interviews fra andre studier.

Tabel 1 Oversigt over tidsværdistudier

	Holland	England	Sverige	Norge
År for dataindsamling	1988 + 1997	1994	1994	1994/95 + 1996
Gennemførte SP interviews	i.o. + 5157	4524	4983	3103 + 4556
Brugbare SP interviews	2060 + 4108	4309	4578 ^a	ikke oplyst

^a Ikke fuldstændig klart af dokumentationen.

Stikprøvestørrelsen for det hollandske studie er fastlagt på baggrund af erfaringer om middelværdi og varians fra 1988-studiet i kombination med specification af ønskede konfidensintervaller. Denne tilgang viste blandt andet, at segmentet af erhvervsrejsende tidligere havde været stærkt underrepræsenteret, hvis man skulle opnå de ønskede konfidensintervaller. Det viste sig endvidere, at det nødvendige datagrundlag for at opnå de ønskede konfidensintervaller for alle segmenter skulle være omkring dobbelt så stort som det eksisterende datagrundlag fra 1988.

Stratificering

Det er ikke kun afgørende hvor mange brugbare interviews, der opnås, men om de er passende fordelt på segmenter. Dette skal sikres med den valgte stratificering og rekrutteringsmetode. I det hollandske studie er de ønskede stikprøve-

størrelser eksempelvis opgjort på formål, men formål er ikke medtaget som stratificeringsvariabel og følgelig er rekrutteringen ikke indrettet til at sikre fordelingen på formål, som det fremgår af Tabel 2. Resultatet i det hollandske tilfælde blev, at der blev gennemført alt for få interviews med pendlere, og at konfidensintervallerne for tidsværdierne i relation til bolig-arbejdsrejser blev større end ønsket.

Tabel 2 Respondenternes stratificering, rekruttering og svarprocenter

	Holland	England	Sverige	Norge
Stratificering (antal klasser i parentes)	Rejsetid (4) Transportmiddel (3)	Rejsetid (6) Vejtype (3)	Transportmiddel (3-7) Formål (3) Rejselængde (2)	Transportmiddel (5) Formål (3) Rejselængde (2)
Rekrutteringssted	Opsøge på udvalgte steder	Opsøge på udvalgte steder	Bil: Nummerplader Selvstændige: Database Andre: Ombord, på/afstigning.	Bil: Telefon (bilrejse inden for 14 dage) Fly, tog, færge: Ombord
Interview	Udsende skema til adresse	Uddele skema til respondent	Udsendt skema til adresse + telefoninterview	Bil: Telefon Tog, bus: Ombord Fly, kort færge: Hjemme
Svarprocent	Indvilget: 81 pct. Retur: 47 pct.	Retur: 32 pct.	Selvstændige: 27-37 pct. Andre: 47-95 pct.	Ikke oplyst

Note: For svarprocent er 'Indvilget' andelen af opsøgte personer, der indvilgede i at deltage i undersøgelsen. 'Retur' er andelen af indvilgede, der returnerede et brugbart interview (kun for England og Holland hvor respondenterne ikke blev kontaktet telefonisk i forbindelse med interviewet).

Fælles for alle fire studier er, at de stratificerer efter rejsens længde (enten i tid eller afstand) og efter transportmiddel⁵. Derudover stratificerer England efter vejtype, mens Sverige og Norge stratificerer efter formål. På denne måde kommer antallet af segmenter i stratificeringen til at variere fra 12 i Holland til 30 i Norge. Dette stemmer overens med, at Norge arbejder med et betydeligt større datasæt end de øvrige lande.

Studierne viser en sammenhæng mellem de valgte stratificeringsparametre og rekrutteringsmetoderne. Således sker der ikke en stratificering på formål i Holland og England, hvor man har kontaktet respondenterne på udvalgte steder eksempelvis tankstationer. Svenskerne benytter en tilsvarende tilgang, idet interview gennemføres på baggrund af nummerpladeregistreringer og en postkortanalyse. Den sidste del blev brugt til sikring af stratificering på formål.

Tabel 2 viser endvidere, at fremgangsmåden for en del af de kollektive transportmidler, hvor interviewene gennemføres ombord på transportmidlet, ikke

⁵ Der stratificeres ikke efter transportmiddel i England, da studiet kun dækker vejtrafik.

overraskende giver en betydelig højere svarprocent. Det kan dog være problematisk at gennemføre interviews ombord på transportmidlet, hvis spørgsmålene skal relatere sig til den samlede rejsetid og evt. forsinkelse på den pågældende rejse.

4.2.2 Design af SP

Selvom alle fire tidsværdistudier er enige om primært at basere sig på SP data med fokus på tid og omkostninger, er der forskel på, hvor mange spil og spørgsmål hvert design indeholder.

Tabel 3 *Design af SP*

	Holland	England	Sverige	Norge
Antal spil	1	3	2	2
Type	within mode	within mode	within mode	within mode
Spg. pr spil	13	8	6-8	9

Således omfatter det hollandske studie kun ét SP spil pr. interview, mens de svenske og norske interviews omfatter to spil, der dækker henholdsvis det nuværende og et alternativt transportmiddel. Til gengæld omfatter det hollandske spil 13 spørgsmål med afvejninger mellem tid og omkostninger, mens det svenske spil omfatter 6-8 spørgsmål.

Der er bred enighed om, at de primære variable er tid og omkostninger. Ligeledes er der stort set enighed om, at tid og omkostninger formuleres som ændringer i forhold til en konkret rejse, som angivet i Tabel 4. Norge udgør en undtagelse, idet der her er lavet forsøg med både ændringer og absolutte angivelser af tid og omkostninger. Formodentlig er den væsentligste årsag til formuleringen med ændringer, at spørgeskemaerne i Holland og England er trykt på forhånd. Sammenligninger af forskellige SP metoder i Widlert (1994) viser, at den anvendte fremgangsmåde med at relatere spørgsmålene til en konkret rejse er det mest hensigtsmæssige. Widlert viser imidlertid også, at angivelser af tid og omkostninger i absolutte størrelser fungerer bedre end angivelse af ændringer. Det sidste er dog ikke muligt, hvis der ønskes en relatering til den konkrete rejse i et fortrykt skema.

Tabel 4 Formulering af tid og omkostninger

	Holland	England	Sverige	Norge
Tidskomponenter	ændring ift. nuværende tid Bil: køretid parkeringstid Kollektiv: køretid frekvens ventetid afstand til stop	ændringer ift. nuværende tid Bil: køretid trængselstid ufor. forsinkelse	ændringer ift. nuværende tid Bil: køretid Kollektiv: køretid frekvens skiftetid antal skift forsinkelse (kun fjern tog)	fortrinsvist ændringer ift. nuværende tid Bil: køretid Kollektiv: køretid headway gangtid forsinkelse
Omkostningskomponenter	ændring ift. nuværende omkostning	ændring ift. nuværende omkostning hvem betaler (erhverv)	ændring ift. nuværende omkostning hvem betaler	totale omkostninger omkostningsforskel

Med hensyn til bil er de fire studier enige om at fokusere på køretiden. I Holland er opgørelsen af tid suppleret med parkeringssøgetid, mens der i England er suppleret med trængselstid og uforudsete forsinkelser. Derimod er der i Sverige og Norge kun medtaget forsinkelser for den kollektive trafik. Dette er dels et prioriteringsspørgsmål dels at studierne som udgangspunkt fokuserede på lange rejser, hvor forsinkelser for biltrafik er meget begrænset. Der er ikke den samme enighed om hvilke tidskomponenter, der er relevante for den kollektive trafik. Alle studierne omfatter køretid i transportmidlet og et udtryk for frekvens. Derudover medtages i det hollandske studie ventetid og afstand til stop, mens der i Sverige fokuseres på skift og skiftetid samt forsinkelser. I Norge er hverken medtaget vente- eller skiftetid, men til gengæld gangtid og forsinkelse.

Med hensyn til omkostninger omfatter dokumentationen af de fire tidsværdistudier kun meget lidt. For studierne i Holland, England og Sverige er omkostningerne alene angivet som ændringer i forhold til det nuværende prisniveau. I det engelske studie er respondenterne blevet bedt om at angive prisen for den nuværende rejse i form af benzin- og parkeringsomkostninger, mens der i det svenske studie tages udgangspunkt skattevæsnets retningslinier for omkostninger, hvilket svarer til de variable omkostninger for en middelstor bil. I de øvrige studier ikke er angivet hvilket prisniveau, der tages udgangspunkt i.

I det norske studie gennemføres interviews, hvor der spørges til henholdsvis absolutte og relative omkostninger. Konklusionen på dette forsøg var, at de pri-

vate rejsende havde lettest ved at forholde sig til de absolutte omkostninger, mens de erhvervsrejsende foretrak en angivelse i relative omkostninger.

4.3 Estimationsmetoder for fritidsrejser

Tidsværdier for fritidsrejser fastlægges ud fra diskrete valgmodeller estimeret på de ovennævnte SP data. Se afsnit 3.3.1 for en beskrivelse af disse modeller.

For de fire analyserede lande kan estimationsmetoderne opdeles i tre kategorier efter modeltype og valg af parametrisering eller segmentering af modellerne. I de følgende tre afsnit er de forskellige kategorier med den konkrete udformning i de respektive lande gennemgået.

4.3.1 Parametriseret binær logit model

Tidsværdistudierne for Holland og England er enige om at estimere en parametriseret binær logit model baseret på SP spil med parvise sammenligninger af tid og omkostninger i within mode spil. Der er estimeret separate modeller for henholdsvis bolig-arbejdsrejser og andre fritidsrejser, så der opnås to forskellige sæt af parameterestimer. Valget af en binær model betyder i det hollandske studie, at der kun skelnes mellem transportmidler i form af variable i nyttefunktionerne. Konkret er der valgt en tilgang, hvor der er tilføjet interaktioner med dummy variable for hvert af de kollektive transportmidler. Det engelske studie koncentrerer sig om biltrafik og undgår derfor denne diskussion.

Valget af en parametriseret model betyder, at alle de betydende variable er inddraget i nyttefunktionen med ekstra bidrag til vurderingen af enten tid eller omkostninger. Nyttefunktionerne i de to studier har samme form.

$$V_i = \alpha T + \beta C + \sum \gamma_i T X_i + \sum \delta_i C Y_i \quad (4)$$

hvor V_i er den deterministiske del af nyten for individtype i . T og C beskriver henholdsvis tid og omkostninger, α og β er de generelle nytteeffekter af henholdsvis tid og omkostninger. Endelig omfatter X_i og Y_i de individspecifikke variable for individtype i , mens γ_i og δ_i udtrykker de tilsvarende nytteeffekter af henholdsvis tid og omkostninger for disse individtyper. Således omfatter X_i i det hollandske studie blandt andet familietype, alder og køn, så det er muligt at differentiere nyten af tid for disse individtyper. Tilsvarende omfatter Y_i i begge studier indkomstniveau, så det er muligt at specificere forskellig nytte af omkostninger på baggrund af indkomstniveau. Tabel 5 angiver alle de omfattede variable for henholdsvis X_i og Y_i .

Tabel 5 *Individspecifikke variable i Holland og England*

Holland		England	
Effekter på tid	Effekter på omkostninger	Effekter på tid	Effekter på omkostninger
køn alder beskæftigelse omfang af fritid børn to indkomster i husstanden	personindkomst (brutto)	køn alder beskæftigelse pers. i husstanden biler i husstanden arbejdstid	husstandsindkomst (brutto)
dummier for kollektive transportmidler hastighed i bil		andel af tid i trængsel andel af tid på motorvej, landevej eller bygader i London tidspunkt på dagen antal personer i bilen dummy for bilpassager	godtgørelse af rejseudgifter

Tabellen er delt i to dele. Den øverste del omfatter de socioøkonomiske variable, mens den nederste del omfatter rejsespecifikke variable.

Ifølge de Jong et al. (1998) resulterer ovennævnte specifikation af nyttefunktionen i følgende tidsværdi for individtype i

$$\frac{\alpha + \sum \gamma_i X_i}{\beta + \sum \delta_i Y_i} \quad (5)$$

Tidsværdien er udregnet som den samlede parameter for tid divideret med den samlede parameter for omkostninger.

Fordele

Der er en række fordele ved den valgte modeltilgang. Eksempelvis skal der kun estimeres én binær logit model for hvert formål. For både Holland og England vil det sige to forskellige modeller for henholdsvis bolig-arbejdsrejser og andre fritidsrejser. Valget af en parametriseret model gør det endvidere overskueligt at bestemme hvilke af variablene i Tabel 5, der er signifikante og dermed hvilke individtyper, der ifølge datagrundlaget har forskellige tidsværdier. Disse individtyper skal efterfølgende medtages i en opregning til et fælles sæt tidsværdier. I Holland er denne opregning foretaget på grundlag af OVG, der svarer til de danske TU data.

Ulemper

Valget af en simpel model har dog også en række ulemper. En del af disse er knyttet til de lidt for simplificerende antagelser, der er gjort undervejs. Således betyder valget af en fælles binær model for alle transportmidler i Holland, at man ser bort fra eventuelle variansforskelle i de forskellige datasæt. Der er i løbet af 90'erne lavet en del arbejde på at udvikle modeller, der kan tage højde for denne variansforskel. Størst konsensus er der opnået omkring brugen af nestede logit modeller som angivet i Bradley & Daly (1992).

Ligeledes er (5), som diskuteret i afsnit 3.4.1, kun korrekt under visse restriktive betingelser. Den korrekte tidsværdi kan opnås, som angivet i 3.4.1, ved at generere fordelingen for (5) og fastlægge middelværdien i denne fordeling.

Som vist i afsnit 3.3.1 bør man endvidere teste for, om der optræder heterogenitet i de stokastiske led. Dette kan eksempelvis ske med en 'error component' model. Det er meget tænkeligt, at de opnåede tidsværdier i det hollandske studie ville have været anderledes, hvis denne model var blevet anvendt.

4.3.2 Segmenteret binær logit model

Det svenske tidsværdistudie benytter også i første omgang en binær logit model estimeret på within mode SP data. I Sverige har man dog valgt en segmenteret tilgang. Det betyder, at der er et begrænset antal variable i nyttefunktionen, mens der til gengæld er estimeret en lang række forskellige modeller, hvor parametrene efterfølgende skal testes mellem modellerne for at identificere signifikante forskelle mellem segmenterne.

Efter afslutningen af tidsværdistudiet er der lavet forskellige forsøg på at estimere mere avancerede modeller på dele af datagrundlaget. Eksempelvis er der ifølge Algers et al. (1998) forsøgt både med forskellige multinomiale logit modeller og med en mixed logit model udelukkende for de lange bilrejser.

I det oprindelige tidsværdistudie er nyttefunktionerne i den binære logit model specificeret ved

$$V_{im} = \beta_{ck} C_{im} + \sum_t \beta_{tm} T_{imt} \quad (6)$$

Her er V_{im} den deterministiske nytte for alternativ i og transportmiddel m . C_{im} og T_{imt} beskriver henholdsvis omkostninger og tid for alternativ i , transportmiddel m og tidskomponent t . β_{ck} beskriver nytten af omkostninger for indkomstkklasse k , mens β_{tm} beskriver nytten af tid for transportmiddel m og tidskomponent t .

Igen er tidsværdien udregnet som kvotienten mellem den samlede parameter for tid og parameteren for omkostninger. Det vil sige, at tidsværdien for transportmiddel m , tidskomponent t og indkomstkklasse k opnås ved

$$\frac{\beta_{tm}}{\beta_{ck}} \quad (7)$$

Til forskel fra den parametriserede model indgår socioøkonomiske oplysninger om individet generelt hverken i nyttefunktionen eller i tidsværdierne. Den eneste individoplysning, der indgår i den svenske nyttefunktion er indkomstklassen.

Tidsværdier for forskellige individtyper opnås ved at estimere modeller på forskellige segmenter af individtyper. Eksempelvis kan effekten af køn estimeres med en model for kvinder og en model for mænd. Tabel 6 angiver de variable, der er benyttet til segmentering af datagrundlaget. Variablene er ligesom i Tabel 5 opdelt i socioøkonomiske variable og rejsespecifikke variable. Derudover er der estimeret separate modeller for henholdsvis WTP og WTA.

Tabel 6 Variable benyttet til segmentering i Sverige

beskæftigelse	formål
køn	afstand
familetype (enlig/par)	børn med i bilen
børn	transportmiddel samt chauffør/passager i bil
kørekort	
periodekort til kollektiv	

I Vägverket et al. (1995), der omfatter en afrapportering af det svenske tidsværdistudie, er der således præsenteret estimationsresultater for 53 forskellige modeller. Eksempler på segmenteringer for disse modeller er arbejdsrejser under 50 km, andre fritidsrejser under 50 km, andre fritidsrejser under 50 km (med forsinkelse og alle transportmidler), arbejdsrejser under 50 km (parametriseret for indkomst), andre fritidsrejser under 50 km (parametriseret for indkomst), 2 beskæftigede med børn (parametriseret for husstandsindkomst), 2 beskæftigede uden børn (parametriseret for husstandsindkomst), førere med og uden børn under 18 i bilen samt førere med og uden børn under 18 i bilen (kun andre fritidsrejser). Som det fremgår, bliver antallet af modeller og omfanget af det efterfølgende analysearbejde meget stort, når der vælges en segmenteringstilgang frem for en parametriseringstilgang.

Fordele

Den eneste umiddelbare fordel ved den valgte modeltilgang for Sverige er, at den binære logit model er simpel, og at der findes en lang række standardprogrammer til estimation af modellen. Derudover betyder valget af en segmenteret tilgang, at nogle af de variansproblemer, der kunne opstå i det hollandske studie undgås.

Ulemper

Valget af en segmenteringstilgang er imidlertid også en af de væsentlige ulemper ved de svenske studie. Denne tilgang giver et større arbejde med at identificere hvilke variable, der fører til signifikante forskelle og hvilke, der er

uden betydning. Af Transek (1995) og Vægverket et al. (1995) fremgår det ikke klart i hvilket omfang denne analyse er gennemført. Begge rapporter omfatter et stort antal tabeller med tidsværdier for forskellige segmenter, mens det ikke i de konkluderende afsnit om effekter fremgår, hvorvidt de forskellige effekter er signifikante eller ej.

Der er efterfølgende i Algers et al. (1998) lavet forsøg med at estimere en 'error component' model udelukkende på de lange bilrejser. Denne modeltype tillader variation i parametrene for befolkningen. Konklusionen i Algers et al. er, at modeltypen har stor betydning for de estimerede tidsværdier. Dette svarer til konklusionerne baseret på Hensher (2001b) i afsnit 3.3.1. Algers et al. finder imidlertid, at introduktionen af en 'error component' model giver lavere tidsværdier, hvor Hensher fandt, at tidsværdierne blev højere. Denne forskel skyldes formentlig, at der i Algers et al. er benyttet normalfordelte stokastiske led. Brugen af normalfordelinger gør det umuligt at udregne tidsværdierne analytisk. I stedet bør man benytte lognormalfordelinger, der sikrer de rigtige fortegn på parametrene.

4.3.3 Segmenteret nestet logit model

Det norske tidsværdistudie omfatter dataindsamlinger over forskellige perioder. Således er gennemførelsen af interviews for lange rejser (over 50 km) gennemført i to omgange, mens der i forvejen fandtes tre sæt interviews for korte rejser (under 50 km). De eksisterende data for korte rejser blev suppleret med gennemførelsen af et sæt målrettede interviews i forbindelse med tidsværdistudiet. Derfor kommer fastlæggelsen af tidsværdier for korte rejser til at dække fire forskellige datakilder. På den baggrund vælges det at estimere en nestet logit model, hvor det er muligt at håndtere eksempelvis variansforskelle i datasættene. Modellerne opstilles på basis af Bradley & Daly (1992).

Man har i Norge valgt en segmenteringstilgang i stil med det svenske tidsværdistudie. Det betyder, at nyttefunktionen i det norske studie er stort set identisk med nyttefunktionen i det svenske studie. Der er den ene forskel, at parametrene på omkostninger varierer med transportmiddel i stedet for med indkomstklasser, som det var tilfældet i Sverige. Indkomst optræder således ikke i nyttefunktionen.

$$V_{im} = b_m C_{im} + \sum b_{im} T_{imt} \quad (8)$$

Her er V_{im} den deterministiske nytte for alternativ i og transportmiddel m . C_{im} og T_{imt} beskriver henholdsvis omkostninger og tid for alternativ i , transportmiddel m og tidskomponent t . b_m beskriver nytten af omkostninger for transportmiddel m , mens b_{im} beskriver nytten af tid for transportmiddel m og tidskomponent t .

Segmenteringen af modeller er baseret på både socioøkonomiske variable og variable, der beskriver rejsen. Disse er præsenteret i Tabel 7.

Tabel 7 Variable benyttet til segmentering i Norge

indkomst	formål
beskæftigelse	afstand
uddannelse	antal passagerer
husstandstype	ugedag
antal børn fordelt på alder	
arbejdstid (fast/flex)	
køn	
alder	

Selvom indkomst indgår som segmenteringsvariabel, betyder den manglende indkomst i nyttefunktionen, at de opnåede tidsværdier kommer til at afspejle de typiske indkomstforskelle blandt brugerne snarere end komfortforholdene. For korte rejser har bus således den laveste tidsværdi, mens tog har lidt højere tidsværdi end bil. For lange rejser er forholdet ændret lidt. Bus har stadig den laveste tidsværdi, herefter følger tog, bil og fly.

En del af de nævnte forskelle er rettet op i det sæt tidsværdier, der anbefales anvendt i konsekvensvurderinger. Her er tidsværdierne for bus og tog identiske for korte rejser, mens tidsværdien for tog er højere på lange rejser. For både korte og lange rejser er tidsværdien for bil højere end for de kollektive transportmidler.

Fordele

Den væsentligste fordel ved det norske studie er, at der er benyttet en nestet logit model, så der tages højde for de variansforskelle, der er mellem de forskellige datasæt. Derudover har nordmændene udnyttet den viden, der kunne udtrækkes fra SP data fra tidligere studier.

Ulemper

Ligesom i det svenske tidsværdistudie er der for det norske studie valgt en segmenteringstilgang. Det betyder, at der estimeres mange modeller med relativt få variable i nyttefunktionen. Dette resulterer i et omfattende opfølgingsarbejde for at identificere signifikante forskelle mellem modellerne. Til forskel fra svenskerne har man i Norge ikke inddraget indkomsten i nyttefunktionen. Dette afspejles i de opnåede tidsværdier, hvor bus eksempelvis har lavere tidsværdier end bil.

4.4 Estimationsmetoder for erhvervsrejser

Til estimation af tidsværdier for erhvervsrejser benyttes i alle fire studier Henshers tilgang, som blev præsenteret i afsnit 3.3.2. Den generelle form, der fremgår af formel (2), er gentaget nedenfor.

$$V_{tts} = (1 - r - pq) \cdot MP + (1 - r) \cdot vw + r \cdot vl + MPF \quad (9)$$

Der er i alle fire tilfælde lavet forskellige tilpasninger til den generelle model. Tabel 8 opsummerer hvilke elementer, der indgår i de enkelte landestudier, samt hvordan de er fastlagt.

Tabel 8 Specifikation af brugen af Henshers formel i de enkelte studier

	Holland	England	Sverige	Norge
Andelene r og p	Estimeres	Estimeres	Estimeres	Delvis svenske
Produktivitet q	Antages 1	Estimeres	Estimeres	Delvis svenske
Lønnen MP	?	Fra skema	Fra skema	?
Ansattes værdi v	Fra SP spil	Fra SP spil	Fra SP spil ^a	Fra SP spil
Ansattes vurdering af arbejdstid ift. rejsetid vw	Antages 0	Antages 0	Fra SP spil ^a	Eksperimenteres med $vw=v$, men droppes
Træthed MPF	Antages 0	Antages 0	Antages 0	Antages 0

^a I Sverige er v og vw estimeret under ét.

Tabellen viser, at der er generel enighed mellem de fire landes studier både med hensyn til hvilke dele af formelen, der medtages, og hvordan størrelserne fastlægges. Sammenlignes de opnåede tidsværdier for erhvervsrejser er der også relativ god overensstemmelse for bil (Tabel 9), mens der er større forskel for tog (Tabel 10). Tabel 9 og Tabel 10 viser imidlertid også, at der er stor variation i størrelsen af de enkelte led både mellem landene og mellem bil og tog.

Tabel 9 Tidsværdier for lange erhvervsrejser i bil, arbejdsgiver og ansat

	r	p	q	MP	Arb.giv	v ^a	Samlet
	Andel			1997 DKK/time			
Holland	0,57	0,03	1,00	245	98	72	139
England	0,46	0,04	1,02	192	96	75	131
Sverige	0,44	0,30	1,01	173	36	91	127
Sverige, korr.	$1 - r \geq pq$		0,65	173	55	91	146
Norge, lange	0,57	0,03	0,32	171	72	171	169
Norge, korte	0,39	0,21	0,02	157	95	80	126

Nogle værdier fremgår ikke direkte af referencerne men er beregnet ud fra andre værdier. De beregnede værdier er markeret med kursiv.

^a For Sverige omfatter v en sammenvejning af både v og vw .

For erhvervsrejser med bil varierer andelen af sparet rejsetid, der benyttes til fritid fra 39% til 57%. Ud fra de norske resultater ser det ud som om en del af denne variation skyldes forskelle i rejselængde. Størst variation findes for den relative produktivitet på rejsen (q). Her er det bemærkelsesværdigt, at de erhvervsrejsende i Holland, England og Sverige mener, at de er mere effektive, når de rejser i bil, end når de er på kontoret. Tallene fra Norge går i den mod-

satte retning, hvor de erhvervsrejsende på korte rejser stort set ikke kan udnytte tiden.

Størrelsen pq svarer til den reelle arbejdstid, der mistes ved en rejsetidsbesparelse. Dette svarer til den størrelse, som der i afsnit 3.3.2 blev argumenteret for, at arbejdsgiveren ikke vil betale for. Denne størrelse varierer fra under 0,01 for de korte rejser i Norge til 0,3 i Sverige. Det skal dog bemærkes, at der har været en del problemer med at fastlægge disse andele i det svenske studie.

Tabel 10 viser den samme opgørelse blot for togrejser. Det er bemærkelsesværdigt, at den relative effektivitet af rejsetid (q) er stort set magen til effektiviteten i bil. Derimod udnyttes en større del af tiden i toget på arbejde, så den samlede effekt (pq) er markant højere i tog end i bil. Dette vil alt andet lige føre til lavere tidsværdier. Trafikanternes værdisætning af fritid i forhold til rejsetid (v_l) er også betydeligt lavere for tog end for bil. Samlet set er tidsværdierne for erhvervsrejser i tog derfor markant lavere end de tilsvarende tidsværdier for bil.

Tabel 10 Tidsværdier for lange erhvervsrejser i (fjern)tog, arbejdsgiver og ansat

	r	p	q	MP	Arb.giv	v_l^a	Samlet
	Andel			1997 DKK/time			
Holland	0,62	0,16	1,00	123	27	46	56
Sverige	0,69	0,49	1,03	162	-5	91	86
Sverige, korr.	$1 - r \geq pq$		0,65	162	22	91	113
Norge, lange	0,72	0,18	0,39	141	30	109	108

Nogle værdier fremgår ikke direkte af referencerne men er beregnet ud fra andre værdier. De beregnede værdier er markeret med kursiv.

^a For Sverige omfatter v_l en sammenvejning af både v_l og v_w .

Konklusionen på de ovenstående tabeller er, at på trods af bred enighed om fremgangsmåden, er der betydelige forskelle i de opgjorte delkomponenter af Henshers formel for de fire landes tidsværdistudier. Forskellene antyder, at det kan være problematisk at få korrekte opgørelser af de forskellige komponenter i formlen. Dette er med til at understøtte argumenterne i afsnit 3.3.2 om at benytte en mere overordnet tilgang, der fokuserer på lønnen og en reduktion som følge af udnyttet tid.

4.5 Anvendelse af tidsværdier

De fire landes tidsværdistudier undersøger mange mulige karakteristika, som kan påvirke størrelsen af tidsværdierne, og i mange tilfælde identificeres effekten af disse karakteristika endda. Dette er dog ikke ensbetydende med, at disse karakteristika medtages i det sæt af tidsværdier, der anbefales i forbindelse med samfundsøkonomiske analyser. Årsagerne til ikke at medtage identificerede karakteristika af betydning kan variere fra praktiske problemer til politisk acceptabilitet. Eksempelvis er det sjældent acceptabelt, at tidsværdierne i en sam-

fundsøkonomisk analyse varierer for indkomst, selvom estimationerne viser, at en persons indkomst har effekt på den pågældendes tidsværdi.

Generelt har de fire lande valgt, at tidsværdierne til den samfundsøkonomiske analyse må afhænge af følgende karakteristika:

- Holland: *Formål* (bolig-arbejde, erhverv, andre) og *transportmiddel* (bil, tog, bus/sporvogn)
- England (kun biler): *Formål* (bolig-arbejde, erhverv, andre) og *fører/passager*
- Sverige: *Formål* (erhverv, privat), *rejselængde* (under og over 50 km), *tidstype* (køretid, frekvens, skiftetid, forsinkelse) samt *transportmiddel* (bil, bus, tog, fly). For erhvervsrejser er kun inddelt i korte/lange rejser for tog, mens privatrejser ikke skelner mellem tidsværdier på transportmiddel (undtagen skiftetid for fly)
- Norge: *Formål* (bolig-arbejde, erhverv, andre), *transportmiddel* (bil, bus, tog, færge, fly), *rejselængde* (under og over 50 km) samt *tidstype* (køretid, headway, gangtid, forsinkelse)

Disse karakteristika er markeret med ● i Tabel 11.

Som det ses, er der mange frie valg i opdelingen af samfundsøkonomiske tidsværdier i modsætning til de implicite tidsværdier opnået i trafikmodeller. Nogle opdelinger giver sig selv, enten fordi man ikke kan finde signifikante forskelle eller fordi de observerede effekter må tænkes at være kortsigtede og vil udjævne sig på længere sigt. Det sidste gælder eksempelvis små og store tidsbesparelser og tidsgevinster og -tab. Endelig kan politiske overvejelser være årsag til at observerbare forskelle i tidsværdier ikke bør indgå i samfundsøkonomiske analyser. Dette gælder i de fleste tilfælde indkomst, køn, alder osv.

Tabel 11 *Karakteristika for tidsværdier som medtages eller ikke medtages i samfundsøkonomiske analyser*

	Holland	England	Sverige	Norge
Rejseformål	●	●	●	●
Transportmiddel	●	·	●	●
Karakteristika for kollektiv trafik				
- afgangsfrekvens	○	·	●	●
- skiftetid	○	·	●	●
- antal omstigninger	○	·	·	●
Afstand	·	·	●	●
Forsinkelsestid	○	○	●	●
Komfort karakteristika				
- antal passagerer eller fører/pass.	~	●	○	○
- komfort	·	·	·	·
- vejkarakteristika	~	~	·	○
- trængsel	○	~	~	·
Tidsmæssige karakteristika				
- headway (komme i god tid)	·	○	·	●
- ugedag	·	~	·	○
- rejsetidspunkt	○	~	·	~
Spørgetekniske forhold				
- rejsefrekvens	○	·	○	~
- tidstab højere værdsat end gevinst	·	○	○	·
- forskel på små og store besparelser	·	○	○	~
- ud/hjem	·	~	·	~
Socioøkonomiske karakteristika				
- indkomst	○	○	~	~
- køn	~	~	~	~
- alder	○	○	·	○
- husholdningens karakteristika	~	~	~	~
- arbejdsmarkedstilknytning	·	○	·	○
- regionale forskelle	·	~	·	~

Note: For England er afstand defineret ved turlængde. Transportmiddel og karakteristika for kollektiv trafik er ikke relevant for England.

Signaturforklaring:

- Anbefales medtaget i samfundsøkonomiske analyser
- Anbefales ignoreret i samfundsøkonomiske analyser
- ~ Kan ikke bestemmes entydigt
- Er ikke analyseret

5 Danske studier

Der er i Danmark gennemført en række projekter, der har omfattet indsamling af RP og SP data. I dette kapitel beskrives de forskellige data, og det vurderes i sidste afsnit i hvilken udstrækning disse data kan benyttes som en del af grundlaget for fastlæggelse af danske tidsværdier.

5.1 Oversigt over danske RP data

Selvom der er indsamlet RP data i forbindelse med en del forskellige projekter, er der én primær datakilde, som gør det ud for RP datagrundlag for et tidsværdistudie. Det handler om RP data fra Transportvane Undersøgelsen (TU data).

5.1.1 TU data

Transportvane Undersøgelsen er en løbende indsamling af danskernes transportvaner. På nuværende tidspunkt gennemføres i størrelsesordenen 1400 interviews pr. måned året rundt⁶.

De væsentligste fordele ved TU datasættet er, at det er:

- Landsdækkende
- Indsamlet over tid (dog ikke som paneldata)
- Genstand for løbende opdatering og vedligehold
- Rigt på detaljeringsgrader for både rejseadfærd og socioøkonomi
- Bredt dækkende (fra 1998 medtages personer mellem 10 og 84 år)

Hvis TU data skal benyttes som grundlag for sampling af dataindsamlingen og opregningen af de endelige tidsværdier i et dansk tidsværdistudie, er det vigtigt, at der er konsistens i formuleringen af variable og kategorier. Dette gælder især definitionerne af formål og transportmidler. I betragtning af de relativt detaljerede opdelinger af disse variable lægger et krav om konsistens ikke umiddelbart nogle betydende begrænsninger på designet af SP interviews. Et afgørende element er dog, at SP interviewene bør spørge til brutto indkomst, da det er denne, der indgår i TU data.

⁶ En detaljeret beskrivelse af Transportvane Undersøgelsen kan findes på www.dtf.dk/tu.

5.2 Oversigt over danske SP data

Der har siden midten af 80'erne været gennemført en række danske SP studier med større eller mindre succes. Det er dog først med gennemførelsen af anden version af interviews på Storebælt i 1996, at SP studier for alvor er blevet en del af transportplanlægningen i Danmark.

De primære projekter med indsamling af SP data fremgår af Tabel 12, der angiver indsamlingsår for SP data samt antal SP interviews.

Tabel 12 *Oversigt over nyere danske SP data*

Projekt	Forkortelse	Indsamlingsår	Antal interviews
Storebælt trafikmodel	Storebælt	1996	514
Øresund trafikmodel	Øresund	1996	728
Femern Bælt trafikmodel	Femern Bælt	1996	764
Havnetunnelmodel		1998	
Ørestadstrafikmodel, version 4	OTM	1998	589
København-Ringsted model	KRM	1998	558
Kollektiv betjening i landområder	Land	1999	708
AKTA projekt	AKTA	2002	279

Havnetunnelmodellen opfattes i det følgende som en version af OTM, hvorunder antallet af interviews er opgjort.

Hertil kommer en række projekter af ældre dato som beskrevet i en opgørelse over interview- og spørgeskemaundersøgelser foretaget af Transportrådet (1995). De væsentligste er angivet i Tabel 13.

Tabel 13 *Oversigt over ældre danske SP data*

Projekt	Forkortelse	Indsamlingsår	Antal interviews
Ørestadstrafikmodel, version 1	OTM	1994	418
Storebælt trafikmodel	Storebælt	1994	516
Faktorer i bilisters valg af transportmiddel	ES	1994	494
Buspassagerers vurdering af en busrejses serviceelementer	HT	1994	522

Formålet med de ovennævnte projekter har ikke været at beregne samfundsøkonomiske tidsværdier. I de fleste tilfælde har SP data været en del af grundlaget for at estimere trafikmodeller, hvorfra der implicit kan fastlægges tidsværdier. Da de fleste af trafikmodellerne primært skal modellere trafikanters valg mellem eksisterende og nye alternativer, er den overvejende del af

ovenstående SP data cross mode data, mens kun en mindre del (ca. 25%) er within mode data.

Ørestadtrafikmodellen (OTM)⁷, København-Ringsted modellen (KRM) og AKTA omfatter alle primært Hovedstadsområdet og dets opland (som i KRM dog går helt til Fyn). Disse modeller bygger på samme tradition med hensyn til formulering af SP spil, og der er en stor grad af overlap af data mellem de forskellige modeller. Konsistens mellem tidsværdier fra disse modeller bør derfor ikke overfortolkes.

5.2.1 Storebælt trafikmodel (Storebælt)

Som nævnt er anden version af SP interviews i forbindelse med Storebælt trafikmodel det første projekt i Danmark, hvor SP metoden blev anvendt i stor skala. Den første version af modellen fra 1991 er baseret på RP data, mens der i 1994 blev gennemført en første runde SP interviews.

Trafikmodellen er udviklet for A/S Storebæltsforbindelsen, der også ejer SP data. Modellen blev opbygget for at kunne forudsige trafikgrundlaget for en fast forbindelse over Storebælt. Derfor dækker data primært lange rejser med tog, busser, bil/færger og fly.

Der er gennemført i alt 514 interviews fordelt på de ovennævnte transportmidler. Derudover er SP data opdelt på 5 segmenter: Private rejser med en person, private rejser med to personer, private rejser med 3+ personer, erhvervsrejser med en person og erhvervsrejser med 2+ personer.

Forhold omkring SP data er beskrevet i CCH (1997).

5.2.2 Øresund trafikmodel (Øresund)

I forbindelse med beslutningen om at bygge en forbindelse over Øresund blev der ligeledes opbygget en trafikmodel. Modellen er udviklet for Øresundsbro Konsortiet, der også står som ejer af SP data. Formålet med modellen er at forudsige trafikken på Øresundsbron på lang sigt.

Der er gennemført 728 SP interviews, der er fordelt på bil, bus, tog og færge. Modellen dækker både korte rejser mellem Hovedstadsregionen og Skåne og lange rejser, der passerer snittet mellem Norge/Sverige og Danmark/Tyskland.

Forhold omkring SP data er beskrevet i COMVIN (1997).

5.2.3 Femern Bælt trafikmodel (Femern Bælt)

Den tredje faste forbindelse, der er overvejet, krydser Femern Bælt. Trafikministeriet har fået opbygget en trafikmodel til beskrivelse af den fremtidige trafik

⁷ Havnetunnelmodellen betragtes i det følgende som et udviklingstrin i Ørestad trafik modellen.

på en sådan forbindelse. De gennemførte SP interviews ejes derfor af Trafikministeriet.

Der er gennemført i alt 764 interviews, der er fordelt med 477 interviews på færgerne og 287 interviews i lufthavnene i København, Stockholm og Oslo. De interviews, der blev gennemført på færgerne, fordeler sig på transportmidler med 352 i bil, 34 i bus, 82 med tog og 9 fodgængere.

Modellen og dens resultater er beskrevet i Fehmarnbelt Traffic Consortium (1999). Der har efterfølgende været diskussioner af pålideligheden af de opnåede modelresultater (se eksempelvis Nielsen et al., 2000), ligesom de opnåede implicitte tidsværdier er meget høje.

5.2.4 Ørestad trafik model (OTM)

Ørestad trafik modellen er som navnet antyder oprindelig udviklet til vurdering af trafikgrundlaget for en kollektiv trafikløsning til Ørestaden samt til en vurdering af forskellige kollektive løsningsmodeller. Modellen og data ejes derfor af Ørestadsselskabet. Modellen er siden udviklet i forbindelse med andre projekter i Hovedstadsområdet eksempelvis Havnetunnel projektet og København-Ringsted projektet.

Den sidste version af OTM er baseret på SP data fra 1994 og 1998. Datagrundlaget fra 1998 omfatter 589 interviews, der blev gennemført i forbindelse med Havnetunnel projektet. De implicitte tidsværdier, der er rapporteret fra Havnetunnelprojektets within mode model (Nielsen et al., 1999), er estimeret med 'error components', mens de implicitte tidsværdier fra den nyeste version af OTM (rapporteret i Jovicic & Hansen, 2003) omfatter 'error components' i rutevalget men ikke i transportmiddelvalget.

5.2.5 København-Ringsted model (KRM)

København-Ringsted projektet blev gennemført af Banestyrelsen på foranledning af Trafikministeriet. Der er tale om en korridoranalyse gennem Sjælland, hvor Storebælt trafikmodellen giver portzonetrafikken til Fyn. Den udviklede trafikmodel, der blandt andet er baseret på OTM dækker dog hele Sjælland.

Der blev gennemført 558 SP interviews i projektet fordelt på 217 bilister, 139 IC-togpassagerer, 97 Re-togpassagerer, 62 S-togpassagerer og 43 buspassagerer. Bilisterne blev fundet mellem deltagere i en omfattende postkortanalyse, mens kollektive brugere blev interviewet i togene og i busserne. Derudover er der gennemført 150 SP interviews med fokus på trafikken til Kastrup Lufthavn. Her anvendte 123 bil, 23 tog og 4 bus for at komme til lufthavnen.

Forhold omkring SP data er beskrevet i TetraPlan (1999a).

5.2.6 Kollektiv betjening i landområderne (Land)

Trafikministeriet var også opdragsgiver for projektet om kollektiv betjening i landområder og er derfor ejer af projektets data. Sammenligningen af kollektiv betjening blev gennemført for to korridorer langs banelinierne ved henholdsvis Århus-Grenå og Nykøbing Falster-Nakskov. Projektet fokuserede på de komfort og frekvensforskelle, der var ved henholdsvis tog- og busbetjening.

På Djursland blev der gennemført 393 interviews, heraf var 153 bilister, 74 buspassagerer og 166 togpassagerer. På Lolland var der gennemført 315 interviews, heraf var 138 bilister, 45 buspassagerer og 132 togpassagerer. Dette og andre forhold omkring SP data er beskrevet i TetraPlan (1999b).

5.2.7 AKTA projekt (AKTA)

Det primære formål med AKTA projektet er at belyse forskellige forhold omkring road pricing blandt andet med praktiske køreforsøg. Som en mindre del af projektet er der gennemført en SP analyse med fokus på forhold omkring SP-teknikker. Dette delprojekt er gennemført af CTT, DTU i samarbejde med DTF og beskrevet i Nielsen (2003a og 2003b).

Der er i to runder gennemført henholdsvis 184 og 95 interviews med bilister i Hovedstadsområdet. Der er i projektet estimeret tidsværdier både med en traditionel logit model og med en Error Component model. Disse værdier skal siden sammenlignes med observerede tidsværdier fra kørselsregistreringer.

5.2.8 Faktorer i bilisters valg af transportmiddel (ES)

Formålet med projektet er at analysere overflytningspotentialer mellem transportmidler. Projektet er gennemført for Energiministeriets forskningsprogram under Energistyrelsen.

I den forbindelse blev der gennemført 494 SP interviews fordelt på bil, bus og tog. Interviewene dækker både within mode spil og cross mode spil. Disse data er beskrevet mere detaljeret i COWI (1995c). Det samme datasæt danner grundlag for resultaterne i COWI (1995b).

5.2.9 Buspassagerers vurdering af en busrejses serviceelementer (HT)

Formålet med dette projekt var at foretage en systematisk og kvantitativ vurdering af buspassagerernes prioritering og værdisætning af de forskellige faktorer, der tilsammen beskriver en busrejse. Projektet blev gennemført for HT.

Der blev i alt gennemført 522 SP interviews, der alle var within mode spil for busser. De 371 interviews blev gennemført med personer, der var hyppige buspassagerer (3-7 dage om ugen), 88 med lejlighedsvis buspassagerer (1-2 dage om ugen) og 63 med sjældne buspassagerer.

Beskrivelsen af rejsetid var opdelt på køretid og gangtid suppleret med oplysninger om frekvens, antal skift og regularitet. Dette blev holdt op mod en række komfortvariable for busrejser blandt andet bustyper og siddeplads samt læskur og information ved stoppestedet.

SP data og resulterende tidsværdier er beskrevet i COWI (1995a).

5.3 Dimensioner af eksisterende SP data

I de ovennævnte projekter dækker SP data en lang række forskellige dimensioner inden for blandt andet formål og transportmidler. I det følgende beskrives hvilke inddelinger af de pågældende dimensioner, der er benyttet i de ovennævnte kilder til SP data. Derudover beskrives de erfaringer, der er med effekter af den pågældende dimension. Dette danner grundlag for den overordnede vurdering af de eksisterende SP datas dækningsgrad i forhold til et dansk tidsværdistudie, der gives i næste afsnit.

5.3.1 Formål

For formål viser Tabel 14 de inddelinger, der er foretaget i de 9 ovenfor beskrevne projekter. Det skal bemærkes, at mange projekter benytter en finere inddeling i selve dataindsamlingen i forhold til i modelestimationerne. Den finere inddeling er typisk relateret til specifikke formål for det givne projekt. Som eksempel omfatter dataindsamlingen for Øresund en underopdeling af andre rejser på indkøb, besøg, underholdning/kultur og ferie.

Tabel 14 Formål i projekter

	Bolig-arbejde	Bolig-uddannelse	Erhverv	Andre
Storebælt			X	X
Øresund			X	X
Femern Bælt			X	X
OTM	X	X	X	X
KRM	X	X	X	X
Land	X	X		X
AKTA	X			(X)
ES	X			X
HT	X	X		X

Det fremgår, at de tre trafikmodeller for de faste forbindelser ikke omfatter bolig-arbejdsrejser og bolig-uddannelsesrejser. Dette skyldes primært, at disse segmenter var stort set ikke eksisterende på tidspunktet for dataindsamlingen.

For de regionale modeller (primært OTM og KRM) er der enighed om brugen af de fire overordnede formål selvom disse modeller også omfatter en underopdeling af fritid. Det skal dog bemærkes, at modellerne i lighed med mange andre dataindsamlinger har spurgt til rejsens hovedformål, derfor vil fritidsaktiviteter som aflevering/hentning af børn samt indkøb være underrepræsenteret, hvis de foretages i forbindelse med bolig-arbejdsrejsen. De implicite tidsværdier (der præsenteres i bilag 2, Tabel 36 og Tabel 37) indikerer, at der er væsentlige forskelle i tidsværdierne for de fire turformål. Det er dog ikke givet, at de observerede forskelle mellem bolig-arbejdsrejser og bolig-uddannelsesrejser ikke kan forklares af forskelle i de socioøkonomiske variable især indkomst.

Tabel 15 Transportarbejde og antal rejser fordelt på formål. Kilde: TU data 1998-2001

	Arbejde	Uddannelse	Indkøb	Sport	Besøg	Underholdning	Andet
Transportarbejde	36%	12%	11%	7%	12%	8%	14%
Antal rejser	29%	13%	18%	5%	12%	7%	16%

Betragtes de forskellige formåls andele af det samlede transportarbejde og antal rejser i Tabel 15, kan det diskuteres, om det ikke vil være hensigtsmæssigt at stratificere mere detaljeret på fritidsrejser. Disse udgør 38% af transportarbejdet og 42% af rejserne i Danmark. Der kan eksempelvis vælges en opdeling i daglige fritidsrejser og mere sjældne fritidsrejser. Til de daglige fritidsrejser ville i så fald høre indkøb og sport, mens de mere sjældne fritidsrejser ville dække besøg og underholdning. Denne opdeling vil give en nogenlunde ligelig fordeling af de eksisterende fritidsrejser i to kategorier. Opdelingen er ikke baseret på konkret viden om fordelingen af tidsværdier på underformål men udelukkende på forskelle i struktur. En opdeling som den skitserede vil kun delvist være understøttet af de eksisterende datakilder, idet opdelingen i blandt andet KRM og OTM ikke stemmer fuldt overens med opdelingen i daglige fritidsrejser og andre fritidsrejser.

Ifølge afsnit 3.3.2 om tidsværdier for erhvervsrejser er det ikke nødvendigt at indsamle SP data for erhvervsrejser.

5.3.2 Transportmiddel

Den anden af de vigtigste dimensioner er transportmiddel. Stratificering af SP data på transportmiddel er først og fremmest vigtig, fordi erfaringerne fra både trafikmodeller og internationale tidsværdistudier viser, at der er signifikante forskelle i tidsværdierne for de forskellige transportmidler. Generelt viser trafikmodellerne større forskelle end tidsværdistudierne. Dette kan skyldes datagrundlaget (within mode versus cross mode), indlejringen af indkomstforskelle og endelig komfortforskelle. For de samfundsøkonomiske tidsværdier ønskes kun komforteffekterne inddraget.

Tabel 16 viser de stratificeringer på SP data, der er foretaget i de 9 projekter med hensyn til transportmiddel.

Tabel 16 *Transportmidler i projekter*

	Bil	Bus	Tog	Let trafik	Færge	Fly
Storebælt	X	X	X		X	
Øresund	X	X	X		X	
Femern Bælt	X	X ^a	X		X	X
OTM	X	X	X ^b	X		
KRM	X	X	X ^c	X		
Land	X	X	X			
AKTA	X					
ES	X	X	X ^d			
HT		X ^e				

^a For Femern Bælt er bus underopdelt på rute og charter

^b For OTM er tog underopdelt på S-tog, metro og regionaltog

^c For KRM er tog underopdelt på S-tog, metro, regionaltog, IC-tog og lyntog

^d For ES er tog underopdelt på S-tog og regionaltog

^e For HT er bus underopdelt i S-bus og almindelige busser (med hhv. normalt og lavt gulv)

I Tabel 16 indgår bil, bus, tog, let trafik, færge og fly som transportmidler, men dette betyder ikke, at et dansk tidsværdistudie nødvendigvis skal omfatte alle seks transportmidler. De udenlandske tidsværdistudier fokuserede således udelukkende på bil, bus og tog samt i begrænset omfang fly. Derudover er der i Danmark en vis tradition for at modellere let trafik, der omfatter cykler og fodgængere. Dette transportmiddel udgør en væsentlig andel af trafikken i byerne.

Det kan diskuteres i hvilket omfang, det er nødvendigt at underopdele eksempelvis tog på S-tog, metro, regionaltog, IC-tog og lyntog. Erfaringerne fra de danske trafikmodeller og fra især det svenske tidsværdistudie indikerer, at der er forskelle i tidsværdier for de forskellige togtyper. Det er dog ikke givet i hvilket omfang disse forskelle skyldes eksempelvis rejselængder, formål og indkomstforskelle og i hvilket omfang de skyldes komfortforskelle.

Færger og fly udgør kun en mindre del af det danske transportarbejde. Samtidig anses færger og fly som mindre vigtige transportmidler i forbindelse med anlæggelsen af ny infrastruktur. Det er således kun nødvendigt at have tidsværdier for færger og fly, hvis anlæggelsen af ny infrastruktur samtidig betyder ændringer i udbuddet af disse transportmidler.

5.3.3 Rejselængder (målt i tid)

I de svenske og norske tidsværdistudier er der som nævnt i afsnit 4.2.1 udover formål og transportmiddel også stratificeret på rejselængde. De præsenterede tidsværdier viser, at der er betydelige forskelle i tidsværdierne for korte og lan-

ge rejser. Tabel 17 viser, hvordan de eksisterende danske SP data er fordelt på henholdsvis korte, mellemlange og lange rejser. Korte rejser er beskrevet som rejser under 1 time, mens mellemlange rejser er 1-2 timer og lange rejser er over 2 timer.

Tabel 17 Rejselængder i projekter

	Korte	Mellemlange	Lange
Storebælt			X
Øresund		X	X
Femern Bælt			X
OTM	X		
KRM	X	X	(X)
Land	X	X	
AKTA	X	(X)	
ES	X		
HT	X		

Rejselængden kan være en væsentlig årsag til nogle af de forskelle i tidsværdier, der findes for Storebælt, Øresund og de modeller, der dækker Hovedstadsområdet. Inden for KRM findes også forskelle i tidsværdierne afhængig af rejselængden. Således fordobles tidsværdien, når rejsetiden overstiger 1 time.

En stratificering på rejselængde er vigtig, da der i de eksisterende SP data er en overrepræsentation af korte rejser.

5.3.4 Geografi

Tilsvarende er det vigtigt at stratificere på geografi, idet København og Sjælland er stærkt overrepræsenterede i de eksisterende SP data. Dette fremgår af Tabel 18.

Tabel 18 Geografi i projekter

	Hovedstads- området	Øvrige Sjælland	Fyn	Jylland
Storebælt	X	X	X	X
Øresund	X	X	(X)	(X)
Femern Bælt	X	X	X	X
OTM	X			
KRM	X	X	(X)	
Land		X		X
AKTA	X			
ES	X	(X)		
HT	X	(X)		

Tabellen viser, at der kun er meget begrænsede mængder af SP data for Fyn og Jylland. Flertallet af disse SP data dækker samtidig lange rejser. Der er således ikke i det eksisterende datagrundlag mulighed for at sige noget om eventuelle forskelle i tidsværdier for eksempelvis korte rejser i København og i Århus.

Land undersøgelsen viste, at der var forskelle i tidsværdierne for Djursland og Lolland, men hvor stor en del af denne forskel, der skyldtes indkomstforskelle, og hvor stor en del der skyldtes geografiske forskelle er ikke klart.

5.3.5 Tidskomponenter

Mens de to ovenstående afsnit viser, at der ikke har været omfattende undersøgelser af effekterne af turlængder og geografi, er tidskomponenterne i en rejse en af de dimensioner, der er undersøgt grundigt i de forskellige projekter.

For både bil og kollektiv trafik viser erfaringerne (se eksempelvis Tabel 36 og Tabel 37), at der kan være afgørende forskelle på værdien af de forskellige tidskomponenter for en rejse. Nedenfor summeres en opdeling på forskellige modeller. Omfanget af Tabel 19 og Tabel 21 viser den interesse, der har været for tidskomponenterne.

Tabel 19 Tidskomponenter for bil, let trafik og færge i projekter

	Bil			Cykel og gang		Færge	
	Fri køre- tid	Træng- selstid	P- søgetid	< 30 min	> 30 min	Sejltid	Gangtid ombord
Storebælt	X					X	X
Øresund	X					X	X
Femern Bælt	X					X	X
OTM	X	X	X	X	X		
KRM	X	X	X				
Land	X ^a						
AKTA	X	X					
ES	X		X ^b				
HT							

a Land beskriver samlet køretid i bil uden opdeling på fri køretid og trængselstid.

b Data omfatter p-søgetid, men der er ikke estimeret en separat tidsværdi for p-søgetiden.

Som det fremgår af Tabel 19 omfatter de fleste studier fri køretid i bil. Derudover omfatter OTM, KRM og AKTA også trængselstid i bil, hvor de fundne tidsværdier er markant højere end tidsværdierne for fri køretid. Trængselstiden er dog ikke defineret på samme måde i OTM/KRM og i AKTA. I OTM/KRM omfatter trængselstiden den ekstra tid, det tager at gennemføre rejsen i trængsel, mens trængselstiden i AKTA omfatter den tid, der tilbringes i kø. På grund af forskellene i definition af trængselskøretid kan tallene i Tabel 20 ikke sammenlignes direkte.

Tabel 20 Vægtning af trængselskøretid i forhold til fri køretid for bil

	Bolig-arbejde	Fritid
OTM/KRM	1,31	2,11
AKTA SP	1,53	

Eksemplet viser dog, at det er vigtigt i specifikationen af trængselskøretid at fastlægge, hvad der menes med trængselskøretid, så det fremgår i hvilket omfang den tillagte værdi omfatter ubehag ved køkørsel, og i hvilket omfang værdien omfatter risikoen for at komme for sent.

OTM er den eneste af de eksisterende kilder til SP data, der omfatter cykel- og gangtrafik, mens færger er behandlet i trafikmodellerne for Storebælt, Øresund og Femern Bælt. Der er ikke den store forskel på de fundne tidsværdier for Storebælt og Øresund, mens tidsværdien for Femern Bælt ligger noget højere. Dette svarer dog til den generelle erfaring om, at tidsværdierne i Femern Bælt er for høje. Der er således rimelig konsistens i størrelse af tidsværdier for færger.

Tabel 21 Tidskomponenter for kollektiv trafik i projekter

	Køretid bus	Køretid tog	Vente-/skiftetid	Frekvens	Til og fra tid	Forsinkelse	Skjult ventetid
Storebælt	X	X		X			
Øresund	X	X		X			
Femern Bælt	X	X		X			
OTM	X	X	X	X	X	X	X
KRM	X	X	X	X	X	X	X
Land AKTA	X	X	X		X		X
ES	X	X		X		X	X
HT	X			X		X	X

Køretid med tog er underopdelt på togtyper i OTM og KRM.

For den kollektive trafik findes en lang række forskellige tidskomponenter. De mest anvendte er køretid opdelt på transportmidler, vente- og skiftetid, frekvens/headway, til- og frabringertid samt forsinkelse/regularitet og skjult ventetid. De fleste af disse størrelser er medtaget i OTM, KRM og Land, mens det kun er den egentlige køretid samt frekvens, der er medtaget i modellerne for Storebælt, Øresund og Femern Bælt. Dette svarer til, at vente- og skiftetid samt til- og frabringertid m.m. fylder relativt mere i forhold til køretid på korte rejser end på lange rejser.

Tabel 22 viser nogle af de relative vægtninger af tidskomponenterne, der findes inden for de enkelte projekter. Alle de kollektive tidskomponenter er vægтет i forhold til den implicitte tidsværdi for køretid i bus. Bus er valgt som basis frem for tog for at komme udenom problemerne med forskellige togtyper i de tre projekter.

Tabel 22 Vægtning af kollektive tidskomponenter i forhold til køretid i bus for bolig-arbejdsrejser

	Køretid bus	Køretid tog	Vente- / skiftetid	Frekvens	Til- og fra tid	Forsinkelse	Skjult ventetid
OTM ^a	1,00	0,68	1,68		1,23		
KRM	1,00	0,77	1,08	1,17	1,29	0,91	0,45
Land - Lolland	1,00	0,76	1,49		0,97	2,05	0,63
Land - Djursland	1,00	0,91	1,64		1,15	1,91	0,64

Tilsvarende tabeller for andre formål kan fastlægges ud fra Tabel 36 og Tabel 37.

^a Vægtning for OTM er baseret på cross mode data

Tabellen viser for bolig-arbejdsrejser, at der for de fleste tidskomponenter er relativt god konsistens mellem studierne. Der er bedst overensstemmelse for

Køretid i tog og til- og frabringer tid efterfulgt af skjult ventetid og vente- og skiftetid. For forsinkelser er der op til faktor 2 i forskel på vægningen. Her kan der være tale om regionale forskelle for regularitet/forsinkelse som følge af forskelle i for eksempel frekvens og koordinering med andre kollektive transportmidler.

En sidste komponent for kollektiv trafik, der ikke er en egentlig tidskomponent, er skiftestraf. I visse modelsammenhænge omregnes skiftestraf til en ekstra rejsetid ud over skiftetiden. Skiftestraf indgår ikke i nogle af de ovennævnte modeller, men i arbejdet med estimation af KRM fandt man imidlertid meget høje værdier som senere viste sig at stemme overens med et svensk ph.d.-studie (Sjöstrand, 2000). Der er således god grund til at se nærmere på skiftestraf.

5.3.6 Omkostninger

I forbindelse med estimation af tidsværdier er omkostninger den anden hovedkomponent ud over tidskomponenterne. Erfaringsmæssigt har trafikanterne ikke det store kendskab til omkostningerne i forbindelse med en rejse, specielt ikke når det handler om rejser med bil.

For de omkostninger, der præsenteres i et SP interview, er det vigtigste, at de svarer til respondentens opfattelse af rejseomkostningerne. Derfor er det vigtigt at opnå respondentens accept af det givne omkostningsniveau inden SP spillene gennemføres. En sådan accept er markeret i sidste søjle i Tabel 23. Som udgangspunkt ønskes et omkostningsniveau svarende til de variable omkostninger. Som tabellen viser, svarer det til de niveauer, der er præsenteret i langt de fleste spil.

Tabel 23 *Omkostninger for bil i projekter*

	Brændstof	Øvrige variable omkostninger	Del af faste omkostninger	Accept fra respondent
Storebælt	X	X		X
Øresund	?	?		?
Femern Bælt	X	X	X (erhverv)	X
OTM	X	X	X (erhverv)	X
KRM	X	X	X (erhverv)	X
Land	X			X
AKTA	X	X		X
ES	X	X		?
HT				

For kollektiv trafik benyttes samme fremgangsmåde, blot spørges der til anvendt rejsehjemmel. På den baggrund udregnes en forventet pris for rejsen, som godkendes af respondenterne inden de egentlige SP spil påbegyndes.

5.3.7 Socioøkonomiske variable

Den sidste dimension i fastlæggelsen af tidsværdier er en klarlæggelse af de socioøkonomiske variable, der kan være med til at beskrive forskelle i tidsværdierne. Tidligere er indkomst nævnt som en af de væsentligste socioøkonomiske variable, men variable som køn, alder, familiestatus, beskæftigelse og arbejdstid kan også have betydning.

Tabel 24 Socioøkonomiske variable i projekter

	Husstandsindkomst	Personindkomst	Køn	Alder	Familiestatus	Beskæftigelse	Arbejdstid
Storebælt	X		X	X	X	X	
Øresund			X	X		X	
Femern Bælt	X		X	X			
OTM	X	X	X	X	X	X	X ^a
KRM	X	X	X	X	X	X	X ^a
Land		X	X	X	X	X	
AKTA	X	X	X	X	X	X	X
ES	X		X	X	X	X	X ^a
HT	X		X	X	X	X	X ^a

^a Arbejdstid opgøres kun som under eller over 20 timer pr. uge.

Af Tabel 24 fremgår hvilke socioøkonomiske variable, der har været spurgt til i de forskellige projekter. De vigtigste undersøgelser som OTM, KRM og AKTA er generelt godt dækket, hvad angår de socioøkonomiske variable. Det er dog ikke givet, at de anvendte inddelinger stemmer overens med TU eller mellem projekterne. For OTM og KRM spørges der både om brutto husstandsindkomst og brutto personindkomst opdelt på intervaller af 100.000 kr. Derimod omfatter ingen af de to projekter oplysninger om børn, ligesom oplysningerne om beskæftigelse, arbejdstid og antal arbejdsdage er relativt grove i inddelingerne.

For de øvrige projekter mangler oplysninger om personindkomst. For broprojekterne er der en del huller med hensyn til beskæftigelse. Dette kan hænge sammen med, at projekterne ikke omfatter bolig-arbejdsrejser.

5.4 Dækning af behov

I det foregående afsnit blev de eksisterende danske SP datasæt beskrevet i detaljer. På den baggrund vurderes det, at within mode SP spil fra OTM, KRM, AKTA og Land kan benyttes som en del af datagrundlaget for et dansk tidsværdistudie. For Storebælt kan within mode SP spil benyttes til beskrivelse af tidsværdier for færger, mens det vurderes, at data fra HT efterhånden har en alder, så de skal suppleres. Endelig vurderes det, at SP data fra Øresund, Femern Bælt og ES ikke bør benyttes som del af datagrundlaget for et dansk

tidsværdistudie. For Øresund og Femern Bælt gælder, at det er internationale rejser, der har en anden struktur end de rejsetyper, der bør dækkes af et tidsværdistudie. For ES gælder, at studiets alder i kombination med de oprindelige problemer med estimation gør, at data fra projektet ikke er aktuelle i denne sammenhæng.

I Tabel 25 er disse vurderinger sat op sammen med et overslag over antallet af SP interviews og within mode spil i de 9 projekter. Det har ikke været muligt at fastlægge det nøjagtige antal within mode spil i alle projekter, da spørgeskemaerne ikke altid har været til rådighed. Af tabellen kan ses, at der er omkring 2.400 within mode spil, der umiddelbart kan anvendes i et dansk tidsværdistudie. Det skal dog bemærkes, at en del af disse spil er erhvervsrejser, hvorfor det skønnes at højst 1.500 within mode spil svarer til de givne segmenter. Andre godt 500 within mode spil kan benyttes til at supplere en nyindsamling af data.

Tabel 25 Samlet vurdering af projekter

	Anvendes	Antal interviews	Within mode spil
Storebælt	Ja	514	<300
Øresund	Nej	728	
Femern Bælt	Nej	764	
OTM	Ja	589	589
KRM	Ja	558	558
Land	Ja	708	708
AKTA	Ja	279	>279
ES	Nej	494	
HT	Delvist	522	522

For OTM, KRM og Land er antal within mode spil anslået til omtrent at være identisk til det samlede antal af interviews. Baggrunden er, at interviews typisk er organiseret med et indledende within mode spil og to afsluttende cross mode spil. AKTA er som HT udelukkende within mode specifikke og har i princippet flere spil pr. person, derfor kan antallet af within mode spil godt være højere end antallet af interviews. I HT spilles der kun indenfor busser, men dog mellem forskellige bustyper. For Storebælt har det været vanskeligt at opgøre antallet af within mode spil, men ud fra dokumentationen anslås der maksimalt at være 300 men formentligt mindre.

Det er imidlertid ikke givet, at segmenteringen af de ovennævnte 2.900 within mode spil svarer til den nødvendige segmentering for et dansk tidsværdistudie. Derfor vurderes spillene dækning på de angivne segmenter i Tabel 26. Tabellen er opdelt på 4 formål, 8 transportmidler og 3 rejselængder svarende til kategorierne *skal*, *bør* og *kan* i anbefalingerne i Tabel 28. Nogle af kombinationerne er imidlertid ikke realistiske og er derfor markeret med lys grå. En ambitiøs dækning af formål, transportmidler og rejselængder vil således resultere i 45 segmenter, mens en mere skrabet version, der fokuserer på anbefalingernes mini-

mumskrav (svarende til *skal* i Tabel 28), resulterer i 12 segmenter. Det sidste svarer til antallet af segmenter i det hollandske tidsværdistudie, hvor der dog ikke er stratificeret på formål.

En tommelfingerregel siger, at for homogene segmenter skal tilstræbes 100 SP interviews med hver 3 spil pr. segment. Dette afhænger dog i nogen grad af antallet af segmenter og variable samt de funktionsformer, der ønskes testet i estimationen. Således fastlagde man i det hollandske tidsværdistudie fra 1997, hvor der kun var 12 segmenter, en stikprøvestørrelse på omkring 330 spil pr. segment, mens man i tilfælde med mange segmenter kan komme ned på ca. 225 spil pr. segment. På den baggrund er der i Tabel 26 forsøgt at give et overblik over dækningsgraden og deciderede huller i de eksisterende danske SP data.

Tabel 26 Vurdering af dækning af eksisterende SP data

Formål	Transport-middel	Rejselængde		
		Korte	Mellemlange	Lange
Bolig-arbejde	Bil	⊙	○	
	Bus	○	○	
	Letbane	÷		
	S-tog/metro	○		
	Regional	○	○	
	IC/Lyn		÷	
	Færge		÷	
	Fly			
Bolig-uddannelse	Bil	○	÷	
	Bus	○	÷	
	Letbane	÷		
	S-tog/metro	○		
	Regional	○	○	
	IC/Lyn		÷	
	Færge		÷	
	Fly			
Daglig fritid	Bil	○	÷	
	Bus	○	÷	
	Letbane	÷		
	S-tog/metro	○		
	Regional	○	÷	
	IC/Lyn		÷	
	Færge			
	Fly			
Anden fritid	Bil	○	÷	÷
	Bus	○	÷	÷
	Letbane	÷		
	S-tog/metro	○		
	Regional	○	÷	÷
	IC/Lyn		÷	÷
	Færge		○	○
	Fly			÷

Signaturforklaring: ● = Der findes eksisterende data som i stor udstrækning er geografisk dækkende, ⊙ = Der findes eksisterende data som ikke er geografisk dækkende, ○ = Der findes eksisterende data som ikke er dækkende. ÷ = Der findes ingen data. Derudover betyder en lys grå baggrundsfarve, at segmentet ikke er relevant.

Som det fremgår af tabellen, er det kun for korte bolig-arbejdsrejser med bil, at der eksisterer mindst 300 within mode spil. I dette tilfælde er spillene koncentreret omkring Hovedstadsområdet, så segmentet skal under alle omstændigheder suppleres for at opnå en god geografisk dækning. I en del af de øvrige segmenter eksisterer der data, men dels er der ikke nok within mode spil, dels er de ikke geografisk repræsentative. Der er således ikke nogen segmenter, hvor man kan undlade at indsamle data i forbindelse med et dansk tidsværdistudie.

I Tabel 27 er lavet et overslag over stikprøvestørrelsen for henholdsvis den ambitiøse løsning med 45 segmenter og minimumsløsningen med 12 segmenter. I det sidste tilfælde vurderes det på baggrund af det hollandske tidsværdistudie, at der er behov for 4.000 within mode spil. Tilsvarende er det skønnet, at omkring 1.500 af de eksisterende spil kan genbruges, hvilket resulterer i en nyindsamling på 2.500 within mode spil. Dette tal kan dog blive væsentligt højere, hvis de valgte tidskomponenter for kollektiv trafik ikke kan omfattes af et spil, men skal deles på to.

Det samme argument gælder for tilfældet med 45 segmenter. Her er der dog bedre muligheder for at fordele spillene i de forskellige segmenter, så antallet af ekstra spil ikke bliver så stort. For de 45 segmenter er det vurderet, at stikprøvestørrelsen pr. segment kan holdes på omkring 225 spil, hvilket resulterer i et behov for 10.000 spil. Det vurderes, at det igen er muligt at genbruge 1.500 af de eksisterende spil selvom spillene fra OTM og KRM ikke indeholder den rigtige underopdeling af fritidsrejserne. Der skulle dog være data nok i det øvrige materiale til at foretage denne skelnen. På den baggrund vurderes det, at der skal indsamles i størrelsesordenen 8.500 within mode spil for at have en god dækning af alle segmenter i Tabel 26.

Tabel 27 Bud på stikprøvestørrelse opgjort som within mode spil

	Nødvendigt antal spil	Genbrug af spil	Nyindsamling af spil
12 segmenter	4.000	1.500	2.500
45 segmenter	10.000	1.500	8.500

6 anbefalinger til et dansk tidsværdistudie

Anbefalingerne i dette kapitel er baseret på det økonomisk-teoretiske grundlag for tidsværdier, på erfaringer fra andre landes tidsværdistudier og på erfaringer med danske data. Derudover har der været faglige diskussioner på to workshops om, hvordan man bedst udnytter den eksisterende viden.

De givne anbefalinger er delt i tre grupper. Den første er anbefalinger vedr. udnyttelse af eksisterende data i forhold til indsamling af nye data. Der gives en del anbefalinger med hensyn til stratificering baseret på erfaringer fra eksisterende data. Dernæst gives anbefalinger med hensyn til estimation af tidsværdier for henholdsvis fritidsrejser og erhvervsrejser. Endelig gives anbefalinger for, hvordan der opnås et officielt sæt af tidsværdier.

Da et tidsværdistudie er et temmelig omfattende studie er der på en række områder lavet en gradbøjning af anbefalingerne, så nogle elementer *skal* indgå i et tidsværdistudie, mens andre elementer *bør* eller *kan* indgå. Dette gælder blandt andet transportmidler, tidskomponenter og delkomponenter i metode.

6.1 Dataindsamling

I afsnit 3.3.1 og 3.3.2 blev det økonomisk-teoretiske grundlag for fastlæggelse af tidsværdier for henholdsvis fritidsrejser og erhvervsrejser gennemgået. Tilgangene for de to formålstyper er så forskellige, at det nødvendige datagrundlag også har vidt forskellig form. Derfor er anbefalingerne til dataindsamlingen opdelt for de to formålstyper.

6.1.1 Fritidsrejser

Fastlæggelsen af tidsværdier for fritidsrejser skal baseres på både RP data og SP data.

RP data

Brugen af RP data vil være koncentreret om de eksisterende TU data. TU data skal anvendes til stratificering af indsamlingen af SP data og til opregningen af de tidsværdier, der fastlægges for individtyper, til et samlet sæt af samfundsøkonomiske tidsværdier.

Det kan ikke anbefales at basere estimationen af tidsværdier på RP data eller TU data alene. De primære årsager hertil er den store korrelation mellem tid og

omkostninger gennem afstanden samt det manglende kendskab til de faktiske omkostninger i TU data materialet.

AKTA data kan bidrage med yderligere RP data, idet projektet følger udvalgte personers adfærd gennem længere tid.

SP data

Estimationen af tidsværdier skal baseres på SP data, så det er muligt gennem designet at sikre blandt andet ortogonalitet samt kendskab til tid og omkostninger. De anvendte data bør være within mode data, så man undgår påvirkninger af de estimerede parametre fra transportmidlerne. Hvis der benyttes cross mode data, skal estimationen tage hensyn til den inerti, der er med hensyn til at fastholde det eksisterende transportmiddel.

I designet af SP interviews er det vigtigt, at der gennemføres within mode interviews for både det benyttede transportmiddel og et rimeligt alternativ. Det er vigtigt forud for spillene at fastlægge realistiske omkostninger i fællesskab med respondenterne. Omkostningerne skal som udgangspunkt omfatte alle variable omkostninger, hvilket for bil betyder brændstof og afstandsafhængigt vedligehold⁸, mens det for kollektiv betyder billetprisen eller en relativ andel af et klippe- eller periodekort. Spillene skal præsentere omkostningen og ikke afstand for respondenterne. Derudover er det vigtigt, at der både indsamles oplysninger om person- og husstandsindkomst. Disse skal opgives som bruttoindkomster, så de kan relateres til TU data. Desuden indsamles oplysninger om arbejdstid som for eksempel timer pr. uge og arbejdsdage pr. uge.

SP data stratificeres efter formål, transportmiddel og rejselængde, som det også er gjort i Sverige og Norge. Derudover skal der sikres en rimelig geografisk spredning. Det foreslås, at der som minimum stratificeres efter Hovedstadsområdet, Sjælland/Fyn og Jylland, samt at interviewene inden for disse områder fordeles fornuftigt.

Som det fremgår af Tabel 28 er der visse frihedsgrader med hensyn til hvilke formål, transportmidler og rejselængder, der inddrages. Tabellen er opdelt så nogle inddelinger *skal* medtages, mens andre *bør* medtages. Endelig findes inddelinger som *kan* medtages eller som ikke er nødvendige.

⁸ I overensstemmelse med Vejdirektoratets definition af variable omkostninger.

Tabel 28 Stratificeringsmuligheder. Skal er tvungen, bør ønskes, mens kan er frivillig

Variabel	Skal	Bør	Kan	Ikke nødvendig
Formål	Bolig-arbejde Fritid	Fritid deles i: Daglige ture Andre ture	Bolig-uddannelse	
Transportmiddel	Bil Bus Tog	Tog deles i: IC/Lyn Regional S-tog/Metro	Færge Fly Letbane/ spovogn	Taxi Let trafik
Rejselængde	Korte Lange		Mellemlange	
Geografi	Landsdele	By Land		

Det er eksempelvis vurderet, at det ikke er nødvendigt at have taxi som et selvstændigt segment. I stedet indgår taxier som en del af bilparken, sådan som det er tilfældet i de fleste trafikmodeller.

De gennemførte SP interviews skal omfatte tidskomponenter for det konkrete transportmiddel og en beskrivelse af omkostningerne. Derudover stilles en række krav til indsamling af socioøkonomiske variable, der forventes at påvirke tidsværdierne. Tabel 29 omfatter en beskrivelse af disse variable opdelt på *skal*, *bør*, *kan* og *ikke nødvendig* på samme måde som Tabel 28 var det for stratificeringen.

Tabel 29 Variable. Skal er tvungen, bør ønskes, mens kan er frivillig

Variabel	Skal	Bør	Kan	Ikke nødvendig
Tidskomponenter for bil	Fri køretid Trængselskøretid		Parkeringsøgetid Forsinkelse	
Tidskomponenter for kollektiv	Køretid Vente/skiftetid Forsinkelse Til/frabringertid Skiftestraf			
Tidskomponenter for let trafik	Rejsetid			
Omkostning	Variable omkostninger ^a Hvem betaler			
Socioøkonomi ^b	Husstandsindkomst (brutto) Personindkomst (brutto) Køn Alder Gruppestørrelse Antal børn (<16) Beskæftigelse Familiestatus Kørekort Arbejdstid (timer og dage)		Børns alder Firmabil	

^a Omkostningsniveau skal accepteres af respondenterne

^b Inddelingen af socioøkonomiske variable skal stemme overens med TU.

Det kan blive nødvendigt med 2 forskellige spil for de kollektive transportmidler for at få dækket alle tidskomponenter. Da hver interviewperson imidlertid gennemfører to spil kan det samlede behov for interviews reduceres. En del af de nødvendige spil kan dækkes af eksisterende SP data, mens resten må suppleres ved nyindsamling.

Eksisterende SP data

Som gennemgået i kapitel 5 er der inden for de seneste knap 10 år indsamlet en del SP data i forbindelse med en række trafikprojekter. Det vurderes på baggrund af gennemgangen i afsnit 5.4, at within mode SP data fra OTM, KRM, AKTA, Land samt til en vis grad Storebælt kan anvendes. Tabel 25 viser, at i alt 1.500 af de eksisterende SP spil kan anvendes direkte i forbindelse med et

tidsværdistudie, mens andre 500 SP spil kan supplere dataindsamlingen for kollektive transportmidler. Inden anvendelsen af data skal indkomster og omkostninger opregnes til 2003 niveau ved hjælp af forbrugerprisindekset. Det resterende databehov skal dækkes ved nyindsamling af SP data.

Nye SP data

Nyindsamlede SP data skal sikre, at alle relevante segmenter i den valgte stratificering i Tabel 28 er dækket i tilstrækkelig grad. For de segmenter, hvor der er eksisterende SP data, kan nyindsamlingen reduceres tilsvarende. I nyindsamlingen skal det sikres, at definition og inddeling af variable stemmer overens med specifikationerne i Tabel 29 og TU data. Står der i tabellen eksempelvis husstandsindkomst bør variabelen specificeres på samme måde som i TU.

Det er desuden vigtigt, at det samlede antal gennemførte interviews er noget større end det, der skal anvendes, da der skal regnes med et vist frafald og misforståelser af spørgsmålene. Erfaringerne fra Holland, England og Sverige er, at frasorteringen af ikke brugbare gennemførte interviews reducerer datagrundlaget med mellem 5% og 20%.

6.1.2 Erhvervsrejser

Fastlæggelsen af tidsværdier for erhvervsrejser baseres på RP data. Som følge af diskussionen i afsnit 3.3.2 bør tidsværdierne for erhvervsrejser baseres på timelønnen med et fradrag for den del af rejsetiden, der anvendes til arbejde.

På den baggrund er det tilstrækkeligt at kende timelønninger og effektivt arbejde på rejsen for de forskellige transportmidler. Disse oplysninger kan enten fås fra tillægsspørgsmål til TU eller indsamles i en postkortanalyse. Under alle omstændigheder skal TU benyttes til en opregning til et samlet sæt af samfundsøkonomiske tidsværdier, sådan som det gøres for fritidsrejser.

Stratificeringen på transportmidler og rejselængde bør følge stratificeringen af erhvervsrejser i TU. Tilsvarende skal variabeldefinitioner stemme overens med TU.

Det vurderes, at det er tilstrækkeligt at stille tillægsspørgsmål til TU i et år. Da transportmiddel og rejselængde imidlertid ikke indgår i stratificeringen af TU, kan det blive nødvendigt at vurdere dækningen af de indsamlede data efter eksempelvis et år. Hvis der ikke er opnået den ønskede dækning af de forskellige segmenter, må dataindsamlingen forlænges.

6.2 Modelopstilling

På samme måde som datagrundlaget for fritidsrejser og erhvervsrejser er vidt forskelligt, er modelopstillingen og estimationen af tidsværdier vidt forskellige for de to formålstyper. I begge tilfælde er det dog vigtigt, at modelopstillingen og estimationen overholder de anbefalinger, der er givet undervejs i denne rapport. De to følgende afsnit giver udelukkende en oversigt over tilgangen.

6.2.1 Fritidsrejser

I afsnit 3.3.1 er der peget på, at logit modellen ikke er tilfredsstillende til estimation af tidsværdier for fritidsrejser. Omvendt er der peget på, hvorledes socioøkonomiske variable og særligt indkomst bør indgå i modelleringen. Det er meget tænkeligt, at en væsentlig del af den heterogenitet, som den simple logit model ikke fanger, skyldes, at disse baggrundsvARIABLE ikke har været medtaget.

Det anbefales derfor, at modelopbygningen starter med estimation af en traditionel nestet logit model (se eksempelvis Bradley & Daly, 1992 eller Ben-Akiva og Lerman, 1985). For hvert formål estimeres en parametriseret model, hvor der testes for den funktionelle form af nyttefunktionen. Her er det vigtigt, at indkomsten indgår. Der testes endvidere for eksempelvis ikke-linearitet og asymmetri med hensyn til tidsgevinster og -tab. På dette trin er det vigtigt, at modellen giver økonomisk mening, og at heterogeniteten opfanges i videst muligt omfang.

Efterfølgende bør forskellige udvidelser af modellen testes. Her tænkes særligt på en udvidelse til en mixed logit med lognormalfordelte parametre. Et væsentligt punkt i dette arbejde er anvendelsen af mixed logit i tilfældet, hvor en række binære modeller er kædet sammen i en nestet model for at skalere variansen.

Hvis det viser sig, at den mere generelle model ikke kan afvises i forhold til den simple, må den generelle model bibeholdes. Alternativt kan det vise sig, at inklusionen af mange baggrundsvARIABLE tager højde for tilstrækkeligt meget heterogenitet til, at den mere generelle model ikke er nødvendig. I det tilfælde er det muligt at bibeholde den simple model.

For alle delmodeller er det vigtigt at huske, at tidsværdierne ikke skal udregnes som en simpel kvotient af de estimerede parametre for tid og omkostninger, men skal udregnes som middelværdien af kvotientens fordeling.

6.2.2 Erhvervsrejser

For erhvervsrejser anbefales det *ikke* at benytte Henshers formel for udregning af tidsværdier, selvom den er brugt i forskellige varianter i de fire nationale tidsværdistudier, der er gennemgået. I England blev tidsværdierne for erhvervsrejser i tidsværdistudiet estimeret på basis af Hensher, men efterfølgende har man udelukkende benyttet bruttolønnen som tidsværdi. Diskussionen om anvendelsen af Hensher er også aktuel i både Sverige og Holland. I begge lande er tendensen nu, at man går væk fra at bruge Henshers formel, men endnu ikke har lagt sig fast på, hvad der skal benyttes i stedet for.

Til et dansk tidsværdistudie anbefales det som tidsværdi for erhvervsrejser at benytte bruttotimelønnen korrigeret for den andel af rejsetiden som erstatter almindelig arbejdstid (målt med kontoreffektivitet).

For en rejse på tre timer, hvor det på rejsen gennemførte arbejde ville have taget én time på arbejdspladsen, udregnes tidsværdien som $2/3$ af bruttotimelønnen korrigeret med nettoafgiftsfaktoren.

6.3 Anvendelse

Når tidsværdier estimeres, er målet at opnå maksimal præcision. Det er derfor vigtigt, at de estimerede tidsværdier afspejler alle signifikante forskelle i befolkningen som følger køn, alder, indkomst osv. Denne detaljering er nødvendig af hensyn til resultaternes validitet.

I anvendelsen af resultaterne til samfundsøkonomisk evaluering er det ikke givet, at alle detaljer i praksis skal føres videre, selvom det teoretisk kunne være at foretrække. Det er for eksempel ikke sikkert, at det vil være politisk acceptabelt at operere med differentiering på blandt andet køn, indkomst eller geografi.

Derfor foretages en opregning og tilpasning af tidsværdierne inden de anvendes til samfundsøkonomiske vurderinger.

6.3.1 Opregning

Det estimerede sæt af detaljerede tidsværdier afhænger af såvel *trafikanterens karakteristika*, det vil sige de socioøkonomiske variable, som *rejsens karakteristika*, det vil sige formål, transportmiddel og rejselængde. Disse tidsværdier skal opregnes til et repræsentativt sæt af tidsværdier for hvert formål, transportmiddel og rejselængde. I det omfang fordelingerne af trafikanternes karakteristika, ikke mindst fordelingen af indkomst, er forskellige på tværs af formål, transportmidler og rejselængder vil de opregnede værdier afhænge af, hvordan denne sammenvæjning foretages. Da vi har lagt til grund at forskelle i tidsværdierne kun bør afspejle rejsens karakteristika og ikke forskelle mellem trafikanterne, bør opregningen foretages med *samme vægtning* på socioøkonomiske karakteristika, uanset at for eksempel indkomstniveauet er højere for bilbrugere end for buspassagerer.

Vægtningen bør så vidt muligt være repræsentativt for samtlige rejser som helhed. Det foreslås derfor at basere vægtningen på trafikanternes fordeling i TU. Set i forhold til, at de repræsentative tidsværdier skal benyttes i cost-benefit analyser, bør sammenvæjningen principielt ske med vægte svarende til trafikanternes rejsetid, men man kan overveje om vægtningen ud fra en mere pragmatisk betragtning i stedet bør være ud fra transportarbejde, antal ture eller blot ens for alle trafikanter⁹. Under alle omstændigheder er det hensigtsmæssigt, at de socioøkonomiske variable så vidt muligt defineres i overensstemmelse med variabeldefinitionerne i TU.

6.3.2 Håndtering af metodiske problemstillinger

Det anbefales, at der ikke skelnes mellem eventuelle forskelle i vurderingen af små og store tidsbesparelser samt i vurderingen af tidsgevinster og -tab. I data-analyser og modelestimationer bør det dog undersøges, om disse forhold er til stede, og estimationerne bør i så fald tage højde for disse effekter. Hvis der observeres forskelle mellem små og store tidsbesparelser, anbefales det at se bort

⁹ Dette kan have en vis betydning. Højindkomstgrupper rejser hyppigere (50% flere ture og 50% længere rejsetid) og længere (150% flere km).

fra en eventuel tærskel for små tidsbesparelser i den efterfølgende anvendelse af resultaterne. Tilsvarende anbefales det i tilfælde af forskellig vurdering af tidsgevinster og -tab i estimationerne, at der i anvendelsen benyttes en gennemsnitlig værdi.

Med alle de forudgående anbefalinger er det ikke muligt at opnå konsistens mellem de implicitte tidsværdier i trafikmodellerne og de tidsværdier, der bør indgå i den samfundsøkonomiske analyse.

Hvis man i den samfundsøkonomiske analyse vælger at benytte de implicitte tidsværdier fra trafikmodellerne vil det være vanskeligt at sammenligne analyserne for to forskellige trafikprojekter, fordi effekterne ikke er opgjort på det samme grundlag. Vælger man derimod at have et fælles sæt tidsværdier, så samfundsøkonomiske analyser kan sammenlignes på tværs af projekter, risikerer man til gengæld nogle u hensigtsmæssigheder i form af trafikanter, der på papiret ikke opfører sig rationelt, fordi de påfører sig selv et tab med trafikmodellens forudsagte adfærd.

Det anbefales ikke at tilstræbe konsistente tidsværdier, da der herved ikke opnås en konsistent evaluering af projekter i forskellige geografiske områder med brug af forskellige efterspørgselsmodeller.

7 Litteratur

Algers, S., Bergström, P., Dahlberg, M. & Dillén, J.L. (1998) Mixed Logit Estimation of the Value of Travel Time, Uppsala working paper series 1998:15.

Armstrong, P., Garrido, R. & Ortúzar, J. de D. (2001) Confidence intervals to bound the value of time, *Transportation Research Part E* 37, 143-161.

Becker, G.S. (1965) A theory of the allocation of time, *Economic Journal*, 75: 493-517.

Beesley, M.E. & Dalvi, Q. (1973) *The Journey to Work, Cost Benefit and Cost Effectiveness*, Allen & Unwin.

Bradley, M. & Daly, A. (1992) Estimation of Logit Choice Models Using Mixed Stated Preference and Revealed Preference Information, Revision of 1991 paper from Proceedings from the 6th International Conference on Travel Behaviour, Quebec.

Bruzelius, N. (1979) *The Value of Travel Time, Theory and Measurement*, Groom Helm, London.

Bruzelius, N. (2002) Värderingen av tid i persontrafik, bilag til ASEK, Översyn av samhällsekonomiska metoder och kalkylvärden på transportområdet, SIKARapport 2002:4.

CCH (1997) *Updating the Storebælt Traffic Model*, udarbejdet af COWI, Carl Bro og HCG.

COMVIN (1997) *Traffic Forecast Model for the Øresund Link*, udarbejdet af COWI, MVA og Inregia.

COWI (1995a), *Buspassagerers vurdering af busrejses service-elementer*, COWI for HT, Februar 1995.

COWI (1995b) *Konkurrenceflader i persontransport*, COWI, EFP 93, Juni 1995.

COWI (1995c) *Faktorer i bilisters valg af transportmiddel – en stated preference undersøgelse*, COWI for Energistyrelsen, August 1995.

Daly, A. & Zachary, S. (1977) The Effect of Free Public Transport on the Journey to Work, TRRL supplementary report SR 338.

De Jong, G., Ettema, D., Gunn, H., Cheung, F. & Kleijn, H. (1998) Preparatory Research into Updating Values of Travel Time in The Netherlands, Preprints for World Conference on Transportation Research 1998, Antwerpen.

DETR (1996/1999) The Value of Travel Time on UK Roads, prepared by Accent Marketing & Research and Hague Consulting Group. First reported in 1996, later published with invited review comments in 1999.

DETR (2000) Guidance on the Methodology for Multi-Modal Studies, DETR, May 2000 (www.roads.dft.gov.uk/roadnetwork/heta/hetapubs.htm)

DETR (2001) Transport Economics Note, DETR, April 2001 (www.roads.dft.gov.uk/roadnetwork/heta/hetapubs.htm)

DETR (2002) The COBA Manual, DETR, May 2002 (www.roads.dft.gov.uk/roadnetwork/heta/hetapubs.htm)

Department of Transport (1987) Values for journey time savings and accident prevention, HMSO, London.

DeSerpa, A.C. (1971) A Theory of the Economics of Time, The Economic Journal, 81:828-845.

Eliasson, J. (2002) Förseningar, restidsosäkerhet och trängsel i samhällsekonomiska kalkyler, bilag til ASEK, Översyn av samhällsekonomiska metoder och kalkylvärden på transportområdet, SIKÅ Rapport 2002:4

Fehmarnbelt Traffic Consortium (1999) Fehmarnbelt – Traffic Demand Study – Final report, Udarbejdet af BVU GmbH, Carl Bro, Hague Consulting Group, Intraplan Consult GmbH, ISL.

Fehmarnbelt Traffic Consortium (1999) Fehmarnbelt – Traffic Demand Study – FemEx, Udarbejdet af BVU GmbH, Carl Bro, Hague Consulting Group, Intraplan Consult GmbH, ISL.

Fosgerau, M. (1998) Personbilers Energieffektivitet, COWI.

Fosgerau, M. (1999) Notat om tidsværdier, Trafikministeriet.

Fosgerau, M. & Birkeland, M. (1999) Tidsværdi for gods i Sverige, Trafikdage på Aalborg Universitet.

Gálvez, T & Jara-Díaz, S. (1998) On the Social Evaluation of Travel Time Savings, International Journal of Transport Economics, pp. 205-219.

Gaudry, M.J.I. and Wills, M.I. (1978) Estimating the functional form of travel demand models, Transportation Research 12(4), 257-89.

- Gaudry, M.J.I., Jara-Díaz, S.R. & Ortúzar, J. de D. (1989) Value of time sensitivity to model specification, *Transportation Research* 23B(2), 151-8.
- Gourieroux, C. (2000) *Econometrics of Qualitative Dependent Variables*, Cambridge University Press.
- Gunn, H., Tuinenga, J.G., Cheung, Y.H.F. & Kleijn, H.J. (1998) Value of Dutch Travel Time Savings in 1997, Preprints for World Conference on Transportation Research 1998, Antwerpen.
- Gunn, H. F. (2000) An Introduction to the Valuation of Travel-Time Savings and Losses. *Handbook of Transport Modelling*, Chapter 26, Eds. D.A. Hensher & K. J. Button, Elsevier Science Ltd.
- Gwilliam, K.M. (1997) The Value of Time in Economic Evaluation of Transport Projects, Lessons from Recent Research, World Bank (<http://www.worldbank.org/html/fpd/transport/publicat/td-ot5.htm>)
- HCG (1990) The Netherlands' 'Value of Time' Study: Final Report, HCG Hague.
- HCG (1997) Trafikken mellem Øst- og VestDanmark efter åbningen af den faste Storebæltsforbindelse – Persontrafikmodellen: Model revision og 1995 prognose for 1997 og 1998.
- HCG (1999) København Ringsted Modellen.
- Hensher, D.A. (1977) *Value of Business Travel Time*, Pergamon Press, Oxford
- Hensher, D.A. (2001a) Measurement of the Valuation of Travel Time Savings, *Journal of Transport Economics and Policy*, Volume 35, Part 1, January 2001, 71-98.
- Hensher, D.A. (2001b) The sensitivity of the evaluation of travel time savings to the specification of unobserved effects, *Transportation Research Part E* 37: 129-142.
- Hultkrantz, L. & Mortazavi, R. (2001) Anomalies in the Value of Travel-Time Changes, *Journal of Transport Economics and Policy*, Volume 35, Part 2, May 2001, 285-300.
- Jara-Díaz, S.R. (1990) Consumer's surplus and the value of travel time savings, *Transportation Research* 24B, 73-77.
- Jara-Díaz, S.R. & Farah, M. (1987) Transport demand and user's benefits with fixed income: the goods/leisure trade-off revisited, *Transportation Research* 21B(2), 165-70.

- Jara-Díaz, S.R. & Ortúzar, J. de D. (1989) Introducing the expenditure rate in the estimation of mode choice models, *Journal of Transport Economics and Policy* XXIII (3), 293-308.
- Johnson, M.B. (1966) Travel Time and the Price of Leisure, *Western Economic Journal*, Vol. 4 pp. 135-145.
- Jovicic G. & Hansen C.O. (2003) A passenger travel demand model for Copenhagen, *Transportation Research Part A*, 37, pp. 333-349.
- Li, C-Z. & Hultkrantz, L. (2000) A stochastic Threshold Model for Estimating the Value of Travel Time. CTEK Working Paper 2000:8 (www.ctek.nu)
- Mackie, P.J., Jara-Díaz, S. & Fowkes, A.S. (2001) The value of travel time savings in estimation, *Transportation Research Part E* 37: 91-106.
- MVA Consultancy, Institute for Transport Studies at Leeds University and Transport Studies Unit at Oxford University (1994) Time Savings Research into the Value of Time, In Layard, R. and Glaister, S., *Cost-benefit analysis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Nielsen, O.A., Flyvbjerg, B. & Rørbech, J. (2000) Notat om arbejdet med vurdering af trafikanalyser og –prognoser, Femer Bælt, Udarbejdet til Konference om beslutningsgrundlaget for Femer Bælt- forbindelsen, den 13/1-2000. Af Ekspertgruppen vedrørende Trafikprognoser
- Nielsen, O.A. (2001) Tidsværdier i trafikmodeller, *Trafikdage på Aalborg Universitet*
- Nielsen, O.A., Filges D. & Brix J. (2002) Østdanmark modellen – En oversigt, Udarbejdet af Atkins Danmark.
- Nielsen, O.A. & Jovicic, G. (2002) En SP-analyse af bilister tidsværdier, trængsel og road pricing, *Trafikdage på Aalborg Universitet*.
- Nielsen O.A. (2003a) The AKTA Road pricing experiment in Copenhagen, TRIP conference 2003, Hillerød.
- Nielsen O.A. (2003b) Behavioural responses to pricing schemes - Results based on the Danish AKTA experiment, Paper presented at the ITS conference 2003, Eindhoven.
- Oort, C.J. (1969) The Evaluation of Travelling Time, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 3 pp. 279-286.
- Ortúzar, J. de D. & Willumsen, S.G. (1994) *Modelling Transport*, Wiley.
- Ramjerdi, F., Rand, L., Sætermo, A-I. & Sælensminde, K. (1997) The Norwegian Value of Time Study Part I and Part II, TØI Rapport 379/1997.

Rudin, W. (1986) Real and complex analysis, McGraw-Hill.

Sjöstrand, H. (2001) Passengers Evaluation in Local Public Transport, Ph.D.-thesis, Lund University.

Small, K.A. (1992) Urban Transportation Economics, In Regional and Urban Economics II, Harwood Academic Publishers, London.

Sørensen, M.V. (2003) Estimation of Mode Choice Models, Draft Ph.D.-thesis CTT/DTU.

TetraPlan (1999a) København Ringsted Modellen.

TetraPlan (1999b) Analyse af regional bus- og togtrafik - resultater af SP-analysen, september 1999.

Train, K.E. & McFadden, D. (1978) The goods/leisure trade-off and disaggregate work trip mode choice models, Transportation Research 12(5), 349-53.

Transek (1995) Tidsværdesprojektet - resultatredovisning, maj 1995.

Transportrådet (1995) Interview- og Spørgeskemaundersøgelser af trafik- og transportadfærd, Transportrådet, oktober 1995.

Vickrey, W.S. (1969) Congestion Theory and Transport Investment, American Economic Review (papers and proceedings), 59, 251-260

Vägverket, Banverket & KFB (1995) 1994 års tidsværdesstudie, udarbejdet af Transek september 1995.

Wardman, M. (1998) The Value of Travel Time A Review of British Evidence, Journal of Transport Economics & Policy 32 (3) pp. 285-316.

Wardman, M. (2001) A review of British evidence on time and service quality valuations, Transportation Research Part E 37, pp. 107-128.

Widlert, S. (1994) Stated Preference Studies The design Affects the Results, 7th International Conference on Travel Behaviour, Chile.

Øresund Konsortiet (1996) Traffic Forecast Model – The fixed Link Across Øresund, Udarbejdet af COWI.

Bilag 1: Økonomisk-teoretisk grundlag

I kapitel 3 gennemgås det økonomisk-teoretiske grundlag for fastlæggelse af tidsværdier. Dele af denne gennemgang er baseret på en forholdsvis tung gennemgang af forbrugerens og virksomhedens problem samt optimering af disse. Mens kapitel 3 beskrev resultaterne i ord, omfatter dette bilag en mere detaljeret beskrivelse af resultaterne.

Gennem hele bilaget er benyttet samme notation, som fremgår af nedenstående tabel.

Tabel 30 Notation

Symbol	Forklaring
μ	Marginal nytte af tid som ressource
ϕ	Marginal nytte af arbejdstidsbegrænsning
Π	profit
λ	Marginal nytte af indkomst
ε	stokastisk restled
τ	skatterate
α, β, γ	parametre
ψ_j	Marginal nytte af begrænsning på tid i aktivitet j
c	omkostning
D	efterspørgselsfunktion
F	produktionsfunktion
g	forbrugsrate
K	forklarende variable
p	prisvektor
s	socioøkonomiske variable
T	totalt tidsbudget
t	Tidsforbrug (vektor)
t_j	Tid i aktivitet j
t_w	Tid i arbejde
U	nyttefunktion
V	indirekte nyttefunktion
w	timeløn
x, z	forbrugsvektor eller karakteristika ved alternativer
Y	indkomst

Direkte, indirekte og hybride nyttefunktioner

Den direkte nyttefunktion afhænger direkte af de ting, som man får nytte af, herunder forbruget af forskellige varer. Indkomst og priser afgør, hvad forbrugeren har råd til og dermed hvilken nytte forbrugeren kan opnå, når han maksimerer sin direkte nytte. Funktionen, der beskriver sammenhængen mellem den maksimale (direkte) nytte og indkomst og priser, kaldes den indirekte nyttefunktion.

Der er således et klart skel mellem den direkte og den indirekte nyttefunktion. Den direkte nyttefunktion afhænger ikke af indkomst og priser, den indirekte nyttefunktion afhænger ikke af de reale størrelser, som giver nytte.

Herudover kan man specificere hybrider, som både afhænger af priser og lønninger og af reale størrelser. Hvordan disse hybrider kan se ud, er vigtigt at forstå, når man skal opstille konsistente modeller til at estimere tidsværdier. Forskellen mellem direkte og indirekte nyttefunktioner belyses mere eksplicit i det følgende.

Direkte nyttefunktion Vi antager generelt om forbrugerne, at de vælger et forbrug, repræsenteret ved en forbrugsvektor x , så de maksimerer en direkte nyttefunktion U under hensyntagen til priserne p og indkomsten Y . U kaldes en *direkte* nyttefunktion, da den afhænger af de reale størrelser x .

$$\text{Max } U(x) \text{ ubb. } px \leq Y \quad (1.)$$

U maksimeres under bibetingelsen, at forbrugeren ikke kan forbruge mere end sin indkomst. Matematisk svarer dette til at maksimere Lagrange funktionen for forbrugers maksimeringsproblem.

$$L(x, \lambda) = U(x) + \lambda(Y - px) \quad (2.)$$

Førsteordensbetingelserne for nyttemaksimering opnås ved at differentiere med hensyn til x og λ og sætte lig nul.

$$\frac{dU}{dx_j} = \lambda p_j, \quad Y = px \quad (3.)$$

Indirekte nyttefunktion Efterspørgslen efter varer x findes analytisk ved at løse disse ligninger. Efterspørgslen afhænger af p og Y og sammenhængen beskrives ved efterspørgselsfunktionen $D(p, Y)$. Den (maksimale) nytte som forbrugeren opnår givet priser og indkomst er dermed $U(D(p, Y))$, som er en funktion af priser og indkomst. Dette giver mulighed for at definere den *indirekte* nyttefunktion $V(p, Y) = U(D(p, Y))$, hvori der ikke indgår reale størrelser.

Hybride nyttefunktioner Udover direkte og indirekte nyttefunktioner findes som sagt hybrider, hvor der både indgår reale størrelser, som i den direkte nyttefunktion, og priser og indkomst, som i den indirekte nyttefunktion. Disse optræder i de diskrete valgmodeller, som anvendes til at estimere parametre i nyttefunktionen, når tidsværdier skal vurderes. Her opereres nemlig med betinget nyttemaksimering.

I en diskret valgmodel skal man specificere den indirekte nyttefunktion under forudsætningen, at et bestemt alternativ er valgt. Lad x være variable, der beskriver det valgte alternativ og z være resten. Så skal forbrugeren maksimere følgende Lagrange funktion.

$$L(z, \lambda) = U(x, z) + \lambda(Y - p_x x - p_z z) \quad (4.)$$

Løsningen resulterer i efterspørgselsfunktioner $D_z(p_z, Y - p_x x)$, som substitueres ind i U for at finde den betingede indirekte nyttefunktion. Denne nyttefunktion er en hybrid mellem en direkte og en indirekte nyttefunktion, da der både indgår priser på z , resterende indkomst $Y - p_x x$ og mængder på x .

$$U_x(x, p_z, Y - p_x x) = U(x, D_z(p_z, Y - p_x x)) \quad (5.)$$

Teorien giver altså mulighed for at lade den indirekte betingede nyttefunktion afhænge af

- mængder vedrørende det alternativ, der betinges med
- priser på alle andre varer
- indkomsten, der er tilovers, når x er købt.

Der er derimod ikke mulighed for at benytte mængder vedrørende z . Priser vedrørende x indgår alene gennem den indkomst, der er tilovers, når x er betalt.

Allokering af tid

Kongerækken indenfor den mikroøkonomiske teori om allokering af tid er Becker (1965), Johnson (1966), Oort (1969), DeSerpa (1971) og Bruzelius (1979). Følgende er tilpasset fra MVA Consultancy et al (1994).

Det antages, at forbrugers nytte ikke kun afhænger af forbruget x som ovenfor, men også af forbruget af tid i forskellige aktiviteter repræsenteret ved vektoren t . En af disse aktiviteter er arbejde, som skilles ud som t_w . Dermed har vi nyttefunktionen $U(x, t, t_w)$.

Budgetbegrænsninger I modsætning til den almindelige mikroøkonomiske teori optræder to generelle budgetbegrænsninger: en for penge og en for tid. For det første kan forbruget ($p_x x$) ikke overstige indkomsten, givet ved $w \cdot t_w + Y$, hvor w er lønraten og Y er anden indkomst. Det vil sige, at pensionister mv. er omfattede af denne formulering, selvom de ikke arbejder og får betaling for deres tid. For det andet kan det totale tidsforbrug ikke overstige den samlede tid, der er til rådighed, T . T kan sættes til 24 timer, hvis man vælger et døgn som periode og vil lade tidsforbruget på fx søvn være valgfrit; T kan også sættes til 16 timer, 1 uge, etc. Indkomsten Y må svare til den valgte periode.

Minimalt tidsforbrug For hver tidsforbrugende aktivitet specificeres desuden et minimalt tidsforbrug, t_w^* og t_j^* . Det kan eventuelt sættes til 0, således at begrænsningen aldrig er bindende.

Nyttemaksimering Forbrugers maksimeringsproblem kan herefter formuleres som følger.

$$\text{Max } U(x, t, t_w) \quad (6.)$$

under bibetingelserne

$$wt_w + Y \geq px \quad [\lambda]$$

$$T \geq \sum t_j + t_w \quad [\mu]$$

$$t_w \geq t_w^* \quad [\phi]$$

$$t_j \geq t_j^* \quad [\psi_j]$$

De græske bogstaver til højre er Lagrange multiplikatorerne, som svarer til de enkelte bibetingelser. Her er λ den marginale nytte af indkomst, μ er den marginale nytte af tid som ressource, osv.

Hvis forbrug af tid i aktivitet j bidrager positivt til nytten kan den tilhørende begrænsning på den minimale tid være ikke-bindende. I dette tilfælde er ψ_j lig 0. Sådanne aktiviteter, hvor man frivilligt bruger mere tid, end det er strengt nødvendigt, kaldes rene fritidsaktiviteter (pure leisure). Transport vil typisk ikke være rene fritidsaktiviteter, idet man som regel vil begrænse transporttiden til det nødvendige.

Førsteordensbetingelser

Der kan udledes en række pointer ved at opstille Lagrange funktionen og finde førsteordensbetingelserne for maksimum som følger.

$$\frac{dU}{dx_j} = \lambda p_j \quad (7.)$$

$$\frac{dU}{dt_j} + \psi_j = \mu \quad (8.)$$

$$\frac{dU}{dt_w} + \lambda w + \phi = \mu \quad (9.)$$

ψ_j er skyggeprisen på tidsbegrænsningen ved aktivitet j . Det er den marginale nytte af at løse restriktionen på tidsforbruget. Tilsvarende er λ den marginale nytte af indkomst. Ved division med λ omregnes fra nytteenheder til kroner.

I transportaktiviteter er begrænsningen på det minimale tidsforbrug som regel bindende. Man bruger ikke mere tid end nødvendigt og dermed er $\psi_j > 0$. Værdien af at spare tid er givet ved ψ_j/λ . Vi skal fortolke på denne størrelse.

Fra (8) fås følgende.

$$\frac{\psi_j}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{1}{\lambda} \frac{dU}{dt_j} \quad (10.)$$

Når $\psi_j=0$ er begrænsningen på tidsforbruget i aktivitet j ikke bindende. I dette tilfælde er værdien af tid lig med skyggeprisen på ressourcebegrænsningen for total tid, altså på at døgnen kun har 24 timer. Denne værdi - μ/λ - kaldes ressourceværdien af tid. For alle rene fritidsaktiviteter er tidsværdierne dermed ens i optimum og lig med ressourceværdien af tid.

For en transportaktivitet er dU/dt_j forventeligt negativ. Det vil sige at værdien af transporttid som regel er større end ressourceværdien af tid.

Inddrages (9) opnås følgende omskrivning af ψ_j/λ .

$$\frac{\psi_j}{\lambda} = w + \frac{\phi}{\lambda} + \frac{1}{\lambda} \frac{dU}{dt_w} - \frac{1}{\lambda} \frac{dU}{dt_j} \quad (11.)$$

Værdisætning af transporttid

Heraf ses, at tidsværdien for øget transporttid kan opdeles i tre komponenter.

- Timelønnen (efter skat)
- Plus værdien af en begrænsning på mindste arbejdstid (positiv, hvis man er tvunget til at arbejde mere, end man egentlig vil; nul ellers)
- Plus/minus værdien af forskellen mellem nytten af marginal arbejdstid og nytten af marginal transporttid (positiv, hvis det er rarere at være på arbejde end under transport; negativ ellers).

Tidsværdien afhænger dermed af timelønnen, men er ikke generelt lig med timelønnen. Der kan optræde et positivt bidrag, hvis arbejdstiden er fast. Hertil kommer et bidrag, hvis fortegn afhænger af, om arbejdstid opleves som mere eller mindre belastende end transporttid. Man kan ikke a priori udtale sig om fortegnet for dette bidrag.

Turlængde

I ovenstående kan man finde et vist belæg for, at værdien af tid stiger med turlængden. Jo længere turen er, jo mere binder tidsbegrænsningen. Dette resultat er også fundet empirisk (Small, 1992).

Indkomst

Tidsværdien stiger med indkomsten. Det gælder selvfølgelig for timelønnen, men også for de øvrige led. De divideres nemlig med den marginale nytte af indkomst λ , som falder med indkomsten. Det er dog ikke givet at sammenhængen er lineær.

Individ eller husstand

Et selvstændigt problem, der bør overvejes er hvorvidt det er den personlige indkomst eller husstandsindkomsten, som er det relevante indkomstbegreb i forbindelse med værdisætning af tid. Dette fremgår ikke af den teoretiske baggrund som beskrevet ovenfor, hvor der tages udgangspunkt i individet. Under alle omstændigheder bør begge informationer indsamles. Om husstandsindkomsten, den personlige indkomst eller eventuelt begge to skal indgå i modelleringen er et empirisk spørgsmål, som teorien ovenfor ikke giver svar på.

Alternative specifikationer af nyttefunktionen

Værdien af tid estimeres som hovedregel ved hjælp af en diskret valgmodel, til hvilket brug der skal specificeres en betinget indirekte nyttefunktion. Den kan se ud på mange forskellige måder, med stor betydning for de resulterende tidsværdier. Derfor vil vi bruge lidt kræfter på at undersøge forskellige mulige specifikationer mere, end det sædvanligvis gøres.

Først undersøges Cobb-Douglas funktionen, henholdsvis under antagelse af fast og variabel arbejdstid.

Cobb-Douglas nyttefunktion og variabel arbejdstid

Train og McFadden (1978) begrundes, hvordan lønnen kan indgå i den betingede indirekte nyttefunktion, som anvendes til at opstille den diskrete valgmodel. Udgangspunktet er en Cobb-Douglas nyttefunktion som maksimeres under de sædvanlige budgetbegrænsninger. Transport med transportmiddel i indebærer omkostninger c_i og transporttid t_i , x er forbruget af varer og t_L er fritid. Arbejdstiden er variabel og bestemmes af forbrugeren.

$$U(x, t_L) = Ax^{1-\beta} t_L^\beta \quad (12.)$$

$$x = Y + wt_w - c_i, \quad T = t_L + t_w + t_i \quad (13.)$$

Disse forudsætninger fører til følgende specifikation af den indirekte nyttefunktion for transportmiddel i.

$$U_i = \alpha w^{-\beta} c_i + \gamma w^{1-\beta} t_i + \varepsilon_i, \quad \alpha, \gamma < 0 \quad (14.)$$

Specifikationen kan uden problemer udvides med forskellige slags tid som skiftetid, ventetid mv. De forskellige slags tid får hver sin parameter γ .

En indvending

Bemærk at (14.) er ikke-lineær i β , hvilket er besværligt at håndtere. Som indvending mod Train & McFadden må det bemærkes, at det empirisk er temmelig svært at skelne mellem forskellige værdier af β . De finder selv, at β ligger mellem 0,7 og 1. Når den eneste information til rådighed er valget mellem alternativer, afsløres forskelle kun gennem fordelingen af restleddene. Restledet er i forvejen ikke noget, der kan observeres og fordelingen af dette er i høj grad valg af bekvemmelighedshensyn. Vi observerer, at alternativ i er valgt, når (den betingede indirekte) nytte ved alternativ i er større end nytten ved alle andre alternativer.

$$U_i > U_j \Leftrightarrow \quad (15.)$$

$$\alpha c_i + \gamma w t_i + w^\beta \varepsilon_i > \alpha c_j + \gamma w t_j + w^\beta \varepsilon_j \Leftrightarrow$$

$$\alpha \frac{c_i}{w} + \gamma t_i + w^{\beta-1} \varepsilon_i > \alpha \frac{c_j}{w} + \gamma t_j + w^{\beta-1} \varepsilon_j$$

Man bør altså søge efter eventuel heteroskedasticitet korreleret med indkomst, hvis man skal afsløre hvilket β , der er bedst. Uanset valget af β bliver tidsværdien den samme, nemlig $w\gamma/\alpha$. Denne tidsværdi vokser lineært med indkomsten.

Cobb-Douglas nyttefunktion og fast arbejdstid

Jara-Díaz & Ortúzar (1989) analyserer situationen, hvor arbejdstiden er fast. Dermed er også indkomsten fast og det har ingen betydning, om indkomsten fremkommer som løn eller som anden indkomst. Definer forbrugsraten som indkomsten per time, hvor der ikke arbejdes.

$$g = \frac{Y+t_w w}{T-t_w} \quad (16.)$$

Så fås følgende specifikation af den indirekte nyttefunktion for transportmiddel i .

$$U_i = \alpha \frac{c_i}{g} + \gamma t_i + \varepsilon_i \quad (17.)$$

Ligesom i Train og McFaddens specifikation kan der flyttes rundt på placeringen af g uden større konsekvenser. Således kan man gange tiden med g i stedet for at dividere omkostningen. Tidsværdien bliver under alle omstændigheder næsten som før, nemlig $g\gamma/\alpha$, og vokser fortsat lineært med indkomsten.

Lineær nytte

MVA et al. (1994) anvender en lineær approksimation til den direkte nyttefunktion og finder at den betingede indirekte nyttefunktion kan skrives som

$$U_i = -\lambda c_i - \psi_i \gamma t_i + \varepsilon_i \quad (18.)$$

Indkomsten indgår additivt i alle alternativer og falder derfor bort i den økonomiske specifikation. Dette letter jo estimationsarbejdet, men virker ikke rimeligt i forhold til den teoretiske udledning ovenfor, som netop betoner indkomstens rolle. MVA anbefaler at segmentere data. Det er i høj grad også nødvendigt med denne meget simple specifikation.

Kvadratisk nytte

Hultkrantz & Mortazavi (2001) opstiller en 2. ordensapproksimation til den indirekte nyttefunktion for valget mellem to alternativer. De behøver kun at betragte forskellen mellem de to alternativer.

$$\begin{aligned} \Delta U = & \alpha_0 + \alpha_1 \Delta c + \alpha_2 \Delta t + \alpha_3 \Delta c^2 + \alpha_4 \Delta t^2 + \alpha_5 \Delta c \Delta t \\ & + \alpha_6 c_L \Delta c + \alpha_7 t_L \Delta t + \alpha_8 c_L \Delta t + \alpha_9 t_L \Delta c + \sum_x \alpha_x s_x \Delta c \\ & + \sum_x \beta_x s_x \Delta t + \varepsilon \end{aligned} \quad (19.)$$

Her er s_x socioøkonomiske variable. t_L og c_L er omkostningerne ved det venstre alternativ. Det bemærkes især, at denne generelle approksimation omfatter interaktioner med socioøkonomiske variable. Med denne mere generelle form opnås stor fleksibilitet, så modellen bedre kan tilpasses data. Der er styr på, hvordan socioøkonomiske variable indgår: Hultkrantz & Mortazavi benytter indkomst, alder, antal børn mellem 0-6 år og beskæftigelse.

Blayac & Causse (2001) tager også udgangspunkt i en 2. ordensapproksimation til den indirekte nyttefunktion, men vælger en lidt anden beregningsstrategi og får dermed indkomsten ind i specifikationen på en lidt mere kontrolleret måde.

Desuden er de (bør checkes) i stand til at undvære to led i den indirekte nyttefunktion i forhold til Hultkrantz & Mortazavi (α_6 og α_7). Ellers er resultatet det samme. De viser i øvrigt, at den målte tidsværdi afhænger stærkt af specificationen med afvigelser på omkring 100% i forhold til den lineære specifikation.

Specifikation af stokastisk led

Vi kan uddybe den indirekte nytte for individ q , alternativ j i situation t som følger (Hensher, 2001b). Alternativer kan fx være højre og venstre alternativ i et SP interview, situation kan være valgsituationen i SP interviewet, hvor samme respondent udsættes for måske 10 valgsituationer.

$$U_j = \alpha_{qj} + \gamma_q p_{qjt} + \beta_q x_{qjt} + \varepsilon_{qjt}. \quad (20.)$$

Her er p prisen på et alternativ og x kan fx være rejsetiden. Udgangspunktet for (23.) er, at individerne har forskellige præferencer. Derfor varierer parametrene α , γ og β med individet, men er faste hen over valgsituationer og alternativer. Restleddene er uafhængige, identisk fordelte.¹⁰

Hvis vi nu ville estimere en logitmodel i denne situation, måtte vi antage, at parametrene α , γ og β var ens for alle individer. Variationen fra individ til individ ville dermed flytte over i restleddet, som ville få følgende udseende:

$$w_{qjt} = \hat{\alpha}_{qj} + \hat{\gamma}_q p_{qjt} + \hat{\beta}_q x_{qjt} + \varepsilon_{qjt}, \quad (21.)$$

hvor en hat angiver afvigelser fra gennemsnittet.

Under uafhængighed¹¹ kan variansen på dette restled findes som

$$\text{var}(w_{qjt}) = \sigma_\alpha^2 + p_{qjt}^2 \sigma_\gamma^2 + x_{qjt}^2 \sigma_\beta^2 + \sigma_\varepsilon^2. \quad (22.)$$

Logitmodellen antager, at denne varians er konstant, men det er den jo åbenlyst ikke, idet den afhænger af p og x . Kovariansen mellem to valgsituationer for samme individ bliver

$$\text{cov}(w_{qjt}, w_{qjs}) = \sigma_\alpha^2 + p_{qjt} p_{qjs} \sigma_\gamma^2 + x_{qjt} x_{qjs} \sigma_\beta^2 + \sigma_\varepsilon^2. \quad (23.)$$

Logitmodellen antager, at denne kovarians er 0, men det er den tydeligvis heller ikke.

¹⁰ Ti korrelerede svar fra samme respondent behandles i Hultkrantz & Mortazavi (2001).

¹¹ Hensher glemmer at nævne denne antagelse.

Bilag 2: Rapporterede tidsværdier

Tidsværdier i udenlandske tidsværdistudier

Opgørelsen af værdier bør i princippet omfatte formål, transportmidler og tidskomponenter. Dette kan hurtigt blive omfattende, specielt hvis der samtidig skal tages hensyn til hvilke øvrige variable, der er inddraget i analyserne. I Tabel 31 til Tabel 33 er vist de overordnede værdier for de fire landes tidsværdistudier. Alle værdier er omregnet til 1997 DKK/time. Udover de angivne værdier findes en række mere detaljerede tidsværdier, hvis hovedresultater beskrives efterfølgende.

Tabel 31 Tidsværdier for erhvervsrejser (1997 DKK/time)

	Holland	England	Sverige	Norge
Bil	170	133 (chauf) 133 (pass)	146	80 (< 50 km) 171 (> 50 km)
Tog	105		113 (IC) 118 (X2000)	74 (< 50 km) 109 (> 50 km)
Bus/sporvogn	80			74 (< 50 km) 55 (> 50 km)
Færge				94 (> 50 km)
Fly			124	289 (> 50 km)

De norske tidsværdier viser en betydelig variation i tidsværdien afhængig af rejsens længde. Således er værdien for korte rejser (< 50 km) den laveste af alle de rapporterede værdier for både bil og tog, mens værdien for lange rejser (> 50 km) er på niveau med de højeste værdier i de øvrige lande. Tidsværdierne i Holland ligger på niveau med de lange rejser for Norge, mens England og Sverige ligger betydeligt under for bil. Til sammenligning er den danske enhedspris for bil 186 DKK/time¹² og dermed den højeste af alle værdier. Mens den svenske tidsværdi for bil lå nogenlunde midt i intervallet, overgår tidsværdierne for tog både de hollandske og de norske tidsværdier. Der er ikke rapporteret nogle værdier for England, da det engelske tidsværdistudie fokuserede på vejtransport. Til sidst bør det bemærkes, at tidsværdien for fly er mere end dobbelt så høj i Norge som i Sverige, når det gælder erhvervsrejser.

¹² Værdien for 2002 er deflateret til 1997 prisniveau.

Tabel 32 Tidsværdier for bolig-arbejdsrejser (1997 DKK/time)

	Holland	England	Sverige	Norge
Bil	49	33 (chauf) 37 (pass)	30 (< 50 km) 71 (> 50 km)	36 (< 50 km) 79 (> 50 km)
Tog	49		47 (reg < 50 km) 61 (reg > 50 km) 65 (IC > 50 km) 89 (X2000 > 50 km)	44 (< 50 km) 50 (> 50 km)
Bus/sporvogn	46		38 (< 50 km) 44 (> 50 km)	27 (< 50 km)
Langdistance bus			41 (< 50 km) 57 (> 50 km)	44 (> 50 km)
Færge				69 (> 50 km)
Fly			77 (> 50 km)	150 (> 50 km)

Note: For opsummeringen er der ikke forskel på bolig-arbejde og andre fritidsrejser i det norske studie.

For bolig-arbejdsrejser med bil viser den svenske og den norske skellen mellem korte og lange rejser en betydelig forskel i tidsværdierne for de to typer. For begge lande er tidsværdien mere end dobbelt så høj for de lange rejser. Til sammenligning placerer de engelske tidsværdier sig på niveau med de korte rejser, selvom det ikke er givet, at de engelske bolig-arbejdsrejser er relativt korte. De hollandske og de danske tidsværdier placerer sig med 49 DKK/time for begge lande midt i intervallet fra de svenske og norske studier. For tog viser det svenske tidsværdistudie, at jo bedre togkvalitet jo højere tidsværdi. Således er tidsværdien for lange rejser med X2000 togene højere end de tilsvarende rejser med bil. For fly gentager mønstret fra erhvervsrejserne sig, idet den norske tidsværdi er dobbelt så høj som den svenske.

Tabel 33 Tidsværdier for andre fritidsrejser (1997 DKK/time)

	Holland	England	Sverige	Norge
Bil	33	27 (chauf) 19 (pass)	24 (< 50 km) 71 (> 50 km)	36 (< 50 km) 79 (> 50 km)
Tog	30		38 (reg < 50 km) 61 (reg > 50 km) 65 (IC > 50 km) 89 (X2000 > 50 km)	44 (< 50 km) 50 (> 50 km)
Bus/sporvogn	29		25 (< 50 km) 44 (> 50 km)	27 (< 50 km)
Langdistance bus			33 (< 50 km) 57 (> 50 km)	44 (> 50 km)
Færge			77 (> 50 km)	69 (> 50 km)
Fly				150 (> 50 km)

Note: For opsummeringen er der ikke forskel på bolig-arbejde og andre fritidsrejser i det norske studie.

Mønstret af tidsværdier fra bolig-arbejdsrejser gentager sig stort set for andre fritidsrejser. Det skal dog bemærkes, at de norske værdier i tabellen er let overvurderede, da der er tale om gennemsnit for alle fritidsrejser. Værdierne kan derfor reelt godt ligge på niveau med de svenske tidsværdier. Igen ligger England i den lave ende. I forhold til bolig-arbejdsrejserne, er forholdet mellem chauffør og passager nu skiftet, så det er passageren, der har den laveste tidsværdi. Igen ligger Holland og Danmark (29 DKK/time) på samme niveau, dog er værdierne for andre fritidsrejser mere på linie med de korte rejser.

Opdelt på rejseformål, transportmidler og tidskomponenter

For de fire studier gælder at *turformål* og *transportmiddel* er en helt afgørende baggrundsvariabel. I det svenske og norske studie blev ligeledes fundet forskelle på lange og korte rejser. Det engelske studie stratificerede efter *turvarighed*, men oplysningerne er tilsyneladende ikke anvendt i den statistiske analyse.

Typen af tid har generelt også indflydelse på tidsværdien. I det engelske studie vurderedes fordoblinger og halveringer af risikoen for forsinkelse til ganske betydelige gevinster/tab af transporttid (ækvivalent med fra cirka 5 til 30 minutter). Typisk blev øget risiko for forsinkelse set som værdsat kraftigere end en tilsvarende reduceret risiko. I den norske undersøgelse værdsattes ventetid betydeligt lavere end køretid, mens gangtid værdsattes noget højere for korte rejser. Omstigninger værdsattes til 10 minutters ekstra køretid. I Sverige værdsattes skiftetid og forsinkelse højere end køretid, særligt når det angår erhvervsrejser. For Holland er der dog ingen af de øvrige tidstyper der er signifikant forskellig fra køretid.

Trængsel slår i nogen grad ud i tidsværdien for de lande hvor der er spurgt til denne effekt. Antallet af *passagerer* i bilen (eller om respondenter er passager)

påvirker også tidsværdien i nogle af studierne segmenter, mens den for andre ikke betyder noget.

Signifikante baggrundsvARIABLE

Indkomst er en betydelig kilde til forskelle i tidsværdierne. Følgende to tabeller illustrerer forskellene for korte bolig-arbejdsrejser og erhvervsrejser i bil.

Tabel 34 Tidsværdier for (korte) bolig-arbejdsrejser i bil fordelt på personindkomst (1997 DKK per time)

	Holland	England	Sverige	Norge
-100.000	32	15	25	31
100 - 200.000	32	19	29	34
200 - 300.000	34	25	29	38
300 - 400.000	55	34	39	39
400 - 500.000		48		43
500 - 600.000		71		
600 -		87		

Note: Det højeste svenske og hollandske indkomstinterval starter ved 250.000 kr. For Holland er anvendt gennemsnittet for alle transportmidler (gennemsnitlig tidsværdi over indkomst er cirka 15 % højere for bilister).

Som det ses er den svenske og hollandske indkomstinddeling formentlig ikke særligt heldigt valgt. Hvor de to andre lande har en pænt stigende tidsværdi med indkomsten for korte bolig-arbejde rejser i bil, er der ikke nævneværdig forskel på tidsværdierne i de første tre indkomstintervaller for Holland og Sverige, mens det fjerde, åbne interval har en markant højere tidsværdi. Det samme mønster gør sig gældende for korte forretningsrejser i bil. I en eller anden udstrækning er der formentlig tale om et problem omkring data, men dette er ikke nærmere beskrevet i studierne.

Tabel 35 Tidsværdier for (korte) erhvervsrejser i bil fordelt på personindkomst (1997 DKK per time)

	Holland	England	Sverige	Norge
-100.000	27	41	68	100%
100 - 200.000	40	54	51	
200 - 300.000	49	62	60	85%
300 - 400.000	96	79	69	105%
400 - 500.000		102	77	
500 - 600.000		90	57	
600 -		121	-	

Note: Det højeste svenske og hollandske indkomstinterval starter ved 250.000 kr. For Holland er anvendt gennemsnittet for alle transportmidler (gennemsnitlig tidsværdi over indkomst er cirka 15% højere for bilister).

Det er uklart hvorfor det norske studie vælger at rapportere tidsværdierne for korte erhvervsrejser fordelt på personindkomst relativt til den laveste indkomstgruppe. Dette indikerer formentlig at der har været et dataproblem.

Studierne tester også for forskelle i *køn*, men resultaterne er noget blandede, og samvarierer fx. med *antallet af børn*, og signifikansen afhænger også af rejseformålet. For *alder* gælder at ældre mennesker generelt har en lavere tidsværdi. Husholdningernes forskellige karakteristika (fx. dobbeltindkomst). *Arbejds-markedstilknytningen* er naturligvis korreleret bl.a. med indkomsten, og fx. pensionister har en markant lavere tidsværdi, hvorimod studerende og hjemmegående ikke adskilte sig markant fra arbejdende når andre forskelle inddrages. Selvstændige har en lavere tidsværdi for erhvervsrejser, hvilket ikke er overraskende pga. forskelle i beskatningen. Mængden af *fritid* findes at have negativ indflydelse på tidsværdien, mens denne effekt ikke kunne påvises i det hollandske studie..

Vejkarakteristika (særligt nød/vigespor og lastbilrestriktioner) kunne påvirke tidsværdierne i det engelske studie; i de andre lande er der ikke rapporteret tilsvarende effekter. For *ugedag* og *ud/hjem* tur er ikke påvist nogen signifikant ændring i tidsværdierne i nogen af studierne. *Komfort* blev ikke behandlet i nogen af studierne.

Tidsværdier i danske trafikanalyser

Tabel 36 og Tabel 37 nedenfor viser en oversigt over de væsentligste tidsværdier som fundet i de danske studier. Tabel 2 dækker de regulære bil, bus, tog, cykel-gang og metro køretider mens tabel 3 dækker mere specielle værdier med hensyn til regularitet, vente- og skiftetid, landgang, m.m.

Tabel 36 Opgjorte tidsværdier for rene køretider (kr./time) for forskellige studier fordelt på formål, transportmidler samt trængsel for bil

Type	Model	Bolig- <i>arb.</i>	Bolig- <i>udd.</i>	Erhverv	Andet
Køretid bil free-flow	KRM ¹³	37 / 29	45 / 29	148 / 44	36 / 19
	OTM	19 / 29	9 / 29	47 / 44	23 / 19
	AKTA ¹⁴	27 / 19 ¹⁵			
	Femern bælt			680	185
	Storebælt			186	38
	Øresund				50 / 54
	ES (bilelskere)	52			39
Køretid bil trængsel	ES (bil-tog)	28 / 22			22 / 28
	KRM	47 / 38	50 / 38	265 / 73	70 / 40
	OTM	64 / 38	26 / 38	131 / 73	26 / 40
	AKTA	44 / 29			
Køretid bus	KRM	39 / 35	21 / 12	138 / 285	33 / 12
	OTM	38	10	86	17
	Femern Bælt			840	185
	Land – Lolland	38	30		36
	Land - Djursland	47	34		42
	Storebælt			414	73 / 41
	Øresund				29 / 48
	HT	0-14			
Køretid tog	ES (bilelskere)	36			
	KRM	39 / 27	21 / 9	137 / 211	33 / 9
	OTM	26	10	86	17
	Femern Bælt			567	88
	Land - Lolland	29	23		28
	Land - Djursland	43	31		38
	Storebælt			240	69 / 35
	Øresund				85
Køretid metro	ES (bilelskere)	28			28
	OTM	18	10	86	25
Gang / cykel	KRM	38	19	132	32
	OTM ¹⁶	52 / 146	24 / 49	242	106 / 75
Færgetid (Sejltid + check in)	KRM	161	142	520	102
	Øresund				34 / 68
	Femern			280	52
	Storebælt			340	29

¹³ Tidsværdi fra transportmiddelspil / tidsværdi fra rutevalgmodel

¹⁴ Model med faste koefficienter / model med fordelinger af tidsværdier.

¹⁵ I AKTA spørges om en typisk tur. Ofte er dette mellem Bolig-arbejdssted, men enkelte respondenter har nævnt andre ture. Det vil kræve en nærmere teknisk analyse at splitte datasættet op på turformål.

¹⁶ Opdelt på gang og cykeltid fra 0-30 min. / mere end 30 min.

Tabel 37 Opgjorte tidsværdier for andre tidskomponenter (kr/time) for forskellige studier fordelt på formål, transportmidler og tidskomponenter

Type	Model	Bolig- <i>arb.</i>	Bolig- <i>udd.</i>	Erhverv	Andet
Regularitet (forsinkelse) (forsinkelse) (forsinkelse)	KRM	69 / 49	47 / 32	179 / 389	66 / 32
	HT	20 ¹⁷			
	Land – Lolland	78	62		
	Land - Djursland	90	65		74
Vente- og skiftetid	KRM	63 / 38	47 / 28	179 / 270	66 / 28
	OTM	64	28	190	28
	Land - Lolland	53	42		50
	Land - Djursland	77	56		69
Frekvens – Koll.	KRM	41	25	112	45
	OTM				
	Øresund				15 ¹⁸ / 9
Frekvens - færge	Øresund				20 / 3
	Storebælt			46	13 / 6
Til- og frabringertid	OTM	48	18	147	52
	KRM	51 / 45	36 / 20	246 / 270	38 / 20
	Land - Lolland	37	30		36
	Land - Djursland	54	39		48
Check-in tid	Øresund				34 / 10
Walk-on	Øresund				34 / 68 ¹⁹
	Storebælt			468	69
Skjult ventetid ²⁰	KRM	41 / 16	25 / 16	112 / 73	45 / 7
	Land - Lolland	24	19		
	Land - Djursland	30	21		

¹⁷ Er ikke segmenteret på formål og derfor ikke umiddelbart sammenligneligt. 54% af de rejsende var arbejds- og uddannelses relaterede.

¹⁸ Frekvens (headway) er defineret som den marginale gevinst ved en yderligere bus pr. Time.

¹⁹ For korte henholdsvis lange ture. Der er ingen opdeling på formål i den pågældende estimation, men hen ved 80-85% af turene i samlet kan henføres til fritid/ærindeture.

²⁰ Den skjulte ventetid beskriver genen ved, at et transportmiddel (kollektiv trafik) ikke afgår på det ønskede tidspunkt. Den skjulte ventetid defineres typisk som halvdelen af frekvensen minus ventetid ved første påstigning. Ved højfrekvente transportmidler (ca. 10 min. frekvens og bedre) benyttes typisk udelukkende ventetider. Hvis der er stor spredning på frekvenser, må tidsværdien forventes at være ikke-lineær.