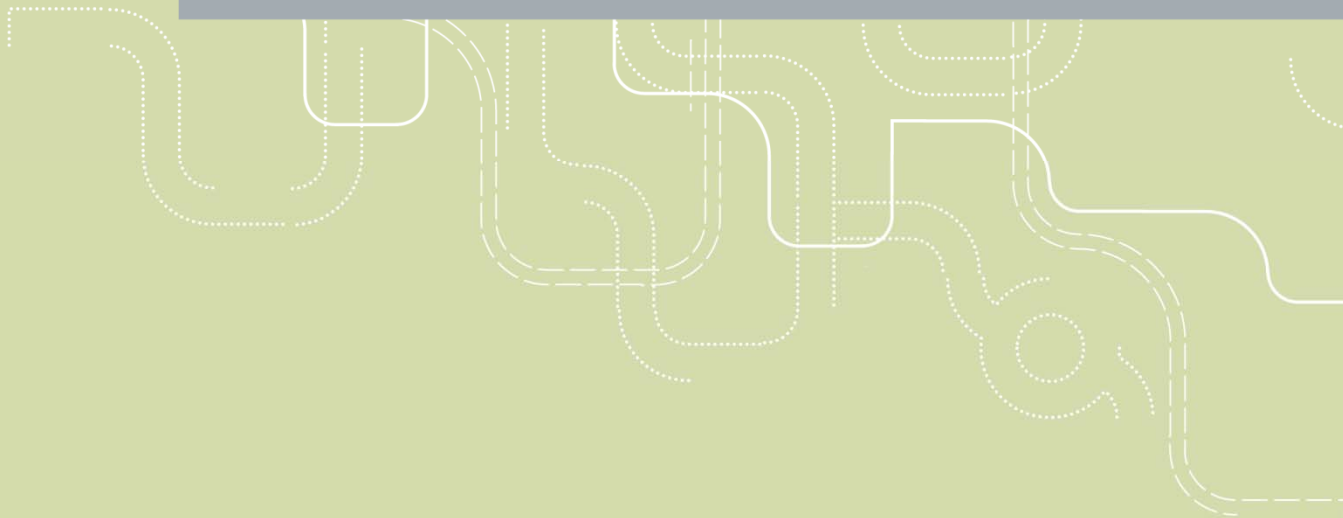


Til debatten om samfunnsøkonomisk analyse i
transportsektoren



Til debatten om samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren

Harald Minken

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel: Til debatten om samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren

Forfattere: Harald Minken

Dato: 03.2012

TØI rapport: 1198/2012

Sider 108

ISBN Elektronisk: 978-82-480-1323-5

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde: Transportøkonomisk institutt

Prosjekt: 3375

Prosjektleder: Harald Minken

Kvalitetsansvarlig: Kjell Werner Johansen

Emneord: Mernytte
Samfunnsøkonomisk analyse
tidsverdi
Transportmodell

Title: Notes concerning cost benefit analysis in the transport sector

Author(s): Harald Minken

Date: 03.2012

TØI report: 1198/2012

Pages 108

ISBN Electronic: 978-82-480-1323-5

ISSN 0808-1190

Financed by: Institute of Transport Economics

Project: 3375

Project manager: Harald Minken

Quality manager: Kjell Werner Johansen

Key words: cost-benefit analysis
transport model
Value of time
Wider economic benefits

Sammendrag:

Rapporten er en samling av enkeltstående arbeidsdokumenter. De tre første forklarer dagens måte å gjøre transportmiddel-overgripende nyttekostnadsanalyser på i samferdselssektoren. De fire neste behandler noen endringer i dette opplegget som har vært diskutert. Det gjelder kalkulasjonsrenta, mernytte og realprisjustering av tidsverdien. Det åttende behandler forholdet mellom samfunnsøkonomi og flertallsavgjørelser, og det niende fremmer en hypotese om hvorfor det tar så lang tid å gjennomføre offentlig finansierte prosjekter.

Summary:

This report is a collection of separate notes. The first three explain the current approach to multimodal cost benefit analysis in the transport sector. The next four discuss some of the changes to this approach currently under discussion in Norway. These changes concern the discount rate, wider economic benefits and real price adjustments of the value of time. The eighth paper treats the relation between economic efficiency and majority voting, while the ninth one puts forward a hypothesis on why publicly financed projects take so long to carry out.

Language of report: Norwegian

Rapporten utgis kun i elektronisk utgave.

This report is available only in electronic version.

Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Denne rapporten er en samling av enkeltstående arbeidsdokumenter, produsert i litt ulike prosjekter. De handler dels om dagens måte å gjøre transportmiddelovergrepene nyttekostnadsanalyser på i samferdselssektoren, og dels om noen endringer i dette opplegget og andre liknende reformer som har vært diskutert.

Dokumentet om transportmodeller, forutsetninger og norsk praksis er produsert i 2005 i prosjektet ”Strategiske analyser av helhetlig virkemiddelbruk”, et tidligere strategisk instituttprogram finansiert av Norges forskningsråd. Dokumentet om samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren er sluttrapporten fra avrop nr. 44 på rammeavtalen mellom TØI og NTP-sekretariatet. Dokumentet ”Rammeverk for nyttekostnadsanalyse og finansieringsanalyse” er produsert i prosjektet ”Samfunnsøkonomiske analyser i KVVU”, som blei finansiert av transportetatene. Det er tidligere offentliggjort som vedlegg 4 i TØI-rapport 1011/2009. De øvrige dokumentene er produsert i prosjektet S-3375 SIP Tid og usikkerhet, som fram til 2010 var et strategisk instituttprogram finansiert av Norges forskningsråd, og deretter har vært videreført med interne midler.

Ut over rene layoutfeil og skrivefeil er det ikke gjort endringer i noen av dokumentene, men noen få steder er det satt inn daterte fotnoter som forklarer hva som har skjedd siden dokumentet blei laget.

Arbeidsdokumentene er sammenstilt her for å gjøre dem offentlig tilgjengelige og lettere å referere til i den pågående diskusjonen. Cand oecon Harald Minken har skrevet arbeidsdokumentene og satt sammen rapporten. Kvalitetssikrer har vært avdelingsleder Kjell Werner Johansen, og sekretær Unni Wettergreen har stått for den avsluttende tekstbehandlingen.

Oslo, mars 2012
Transportøkonomisk institutt

Lasse Fridstrøm *Kjell Werner Johansen*
instituttssjef avdelingsleder

Innhold

Innledning.....	1
Hva rapporten inneholder	2
Litteraturliste.....	3
Arbeidsdokumentene.....	4
TØ/1793/2005 Transportmodeller, forutsetninger, norsk praksis	5
ØL/2279/2011 Samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren	23
ØL/2156/2009 Rammeverk for nyttekostnadsanalyse og finansieringsanalyse.....	33
ØL/2263/2010 Kalkulasjonsrenta	49
ØL/2333/2011 Merknader om mernytte.....	55
50049 Nyere norsk interesse for mernytte.....	73
ØL/2294/2011 Tidsverdiens inntektsavhengighet og velferdsfunksjonen form	81
50054 2012 Nyttekostnadsanalyse og flertallavgjørelser	95
ØL/2304/2011 En teori om hvorfor offentlige prosjekter tar så lang tid å bygge.....	105

Innhold

Innledning.....	1
Hva rapporten inneholder	2
Litteraturliste.....	3
Arbeidsdokumentene.....	4
TØ/1793/2005 Transportmodeller, forutsetninger, norsk praksis	5
ØL/2279/2011 Samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren	23
ØL/2156/2009 Rammeverk for nyttekostnadsanalyse og finansieringsanalyse.....	33
ØL/2263/2010 Kalkulasjonsrenta	49
ØL/2333/2011 Merknader om mernytte.....	55
50049 Nyere norsk interesse for mernytte.....	73
ØL/2294/2011 Tidsverdiens inntektsavhengighet og velferdsfunksjonen form.....	81
50054 2012 Nyttekostnadsanalyse og flertallavgjørelser	95
ØL/2304/2011 En teori om hvorfor offentlige prosjekter tar så lang tid å bygge.....	105

Innledning

De samfunnsøkonomiske analysene i samferdselssektoren har kommet under debatt. Mange mener vi ikke trenger å bry oss om de samfunnsøkonomiske beregningene når vi skal ta stilling til hvilke samferdselsprosjekter som bør igangsettes. Andre mener at den samfunnsøkonomiske lønnsomheten nok er relevant i prinsippet, men metodene som brukes til å beregne den, har så mange svakheter at beregningene blir verdiløse i praksis. Mange forslag er lansert for å rette på dette. Blant annet har man foreslått å senke kalkulasjonsrenta, å forlenge perioden som nytte og kostnader beregnes for, og å innføre realprisjustering av tidsverdien og andre enhetspriser som brukes i kalkylene. Men framfor alt har man vært opptatt av å inkludere positive effekter som samferdselstiltak antas å ha i økonomien utafør transportsektoren (såkalt mernytte).

Finansdepartementet har satt ned et ekspertutvalg for å revidere det metodiske opplegget for de samfunnsøkonomiske analysene. Utvalget har viet stor oppmerksomhet til samferdselssektoren, som er den sektoren der samfunnsøkonomiske analyser har lengst tradisjoner og har den mest innarbeidede forma, men også kanskje den sektoren der analysene har vært mest kritisert. Det vil levere sin innstilling til sommeren.

TØI har i alle år bidratt til metodeutvikling på feltet samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren. Et generelt rammeverk for beregningene er utviklet i Minken m.fl. (2001), Minken m.fl. (2003), Minken og Samstad (2005). Risikopremien i kalkulasjonsrenta er utredet i Minken (2005). Enhetsprisene er estimert i Samstad m.fl. (2010). Disse tingene kan finnes på TØIs hjemmeside, enten ved å søke på forfatternavn eller rapportnummer.

I den foreliggende rapporten har jeg samlet sammen noen upubliserte arbeidsdokumenter om samfunnsøkonomiske analyser i samferdsel, slik at det skal være lett å finne dem og vise til dem i den kommende debatten om denne forma for analyser og hvordan de kan forbedres. I den grad ekspertutvalget trenger å vise til arbeider fra TØI, vil denne rapporten være en aktuell referanse. For alle som ønsker å gi seg inn i debatten, kan rapporten bidra til økt kunnskap om hvordan tingene gjøres i dag, og gi noen ideer til hvordan de kunne vært gjort annerledes.

Det er ikke gjort noen forsøk på å redigere eller oppdatere dokumentene, annet enn med fotnoter der hvor det har vært strengt nødvendig. Disse fotnotene er merket med dato. For øvrig framstår dokumentene slik de opprinnelig blei laget, med dato, dokumentnummer og utseende for øvrig som det opprinnelige arbeidsdokumentet. Hvert arbeidsdokument har sitt eget kapittel, med samme tittel som arbeidsdokumentet.

De arbeidsdokumentene som er tatt med, er for det aller meste lesbare for folk uten forkunnskaper, og formler er det lite av. Imidlertid er det en tanke med hvilken rekkefølge de står i. De fleste vil skjønne mer av stoffet om de leser det i rekkefølge. Spesielt vil det være nyttig å lese de to første kapitlene først.

Hva rapporten inneholder

Arbeidsdokument TØ/1793/2005 "Transportmodeller, forutsetninger, norsk praksis" gir en oversikt over modellene som brukes til å beregne hvordan trafikantene vil tilpasse seg dersom det gjøres tiltak i transportsystemet. Det er data fra disse modellene som danner input til de samfunnsøkonomiske beregningene, derfor er forståelse av transportmodellenes virkemåte, styrker og svakheter av vesentlig betydning for alle som vil gå de samfunnsøkonomiske beregningene nærmere etter i sømmene. Siden arbeidsdokumentet ble laget har det skjedd en vesentlig utvikling på transportmodellområdet i Norge, nemlig oppbyggingen av et system av regionale modeller (RTM). Man er også i ferd med å etablere bymodeller for andre byer enn Oslo. Den gamle oversikten er likevel nyttig.

Arbeidsdokument ØL/2279/2011 "Samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren" gir en første oversikt over rammeverket som er etablert for slike beregninger og mulighetene for å forbedre det. Dokumentet er utarbeidet på oppdrag av metodegruppa i organisasjonen som planlegger den nasjonale transportplanen.

Arbeidsdokument ØL/2156/2009 "Rammeverk for nyttekostnadsanalyse og finansieringsanalyse" gir en presis oppskrift på hvordan slike analyser skal gjøres. Det er dette rammeverket som (med enkelte tilpasninger) er beskrevet i etatens håndbøker og programmert opp i deres nytteberegningsverktøy.

Arbeidsdokument ØL/2263/2010 "Kalkulasjonsrenta" gir en svært kortfattet framstilling av prinsippene for fastsettelse av kalkulasjonsrenta, slik de er nedfelt i Finansdepartementets veileder i samfunnsøkonomisk analyse og Samferdselsdepartementets vedtak om risikopremien som skal brukes i samferdselssektoren. Det går derfra over til å drøfte hva det innebærer i praksis å senke kalkulasjonsrenta, hvordan vi kan ta hensyn til framtidige generasjoner uten å senke kalkulasjonsrenta, og hva som skiller norsk praksis på området fra praksisen i land vi ofte sammenlikner oss med.

For en mer uttømmende drøfting av risikopremien i samferdselssektoren viser vi til Minken (2005) og til en redegjørelse på engelsk om samme emne (Minken 2008).

Arbeidsdokument ØL/2333/2011 "Merknader om mernytte" er en gjennomgang av den akademiske litteraturen om i hvilken utstrekning det oppstår nyttevirkinger av transporttiltak utenfor transportsektoren, og hvordan vi eventuelt kan ta hensyn til det i våre beregninger. Dokumentet er utarbeidet i forbindelse med et seminar om "wider economic benefits" som blei arrangert av Finansdepartementets ekspertutvalg i Bergen i oktober 2011.

Arbeidsdokument 50049 2012 "Nyere norsk interesse for mernytte" blei laget samtidig som "Merknader om mernytte", men ikke opprettet som arbeidsdokument da.

Arbeidsdokument ØL/2294/2011 "Tidsverdiens inntektsavhengighet og velferdsfunksjonens form" er et tidligere innspill til Finansdepartementets ekspertutvalg. Det argumenterer for at empirien på området ikke er entydig. Dokumentet har også et teoretisk avsnitt med en god del matematikk.

Arbeidsdokument 50054 2012 "Nyttekostnadsanalyse og flertallavgjørelser" drøfter forskjellen mellom å velge prosjekter etter samfunnsøkonomiske prinsipper og etter demokratiske flertallsavgjørelser med utgangspunkt i et funn fra den nyeste norske tidsverdiundersøkelsen.

Arbeidsdokument ØL/2304/2011 "En teori om hvorfor offentlige prosjekter tar så lang tid å bygge" stiller spørsmål ved en fem år gammel norsk sannhet, nemlig at lange byggetider skyldes måten prosjektene finansieres på.

Litteraturliste

- Minken, H., K.S. Eriksen, H. Samstad og K. Jansson (2001) *Nyttekostnadsanalyse av kollektivtiltak*. Veileder. TØI-rapport 526a, TØI.
- Minken, H., D. Jonsson, S. Shepherd, T. Järvi, T. May, M. Page, A. Pearman, P. Pfaffenbichler, P. Timms and A. Vold (2003) *Developing Sustainable Land Use and Transport Strategies. A Methodological Guidebook*. PROSPECTS Deliverable 14. TOI Report 619/2003.
- Minken, H. (2005) *Nyttekostnadsanalyser i samferdselssektoren: Risikotillegget i kalkulasjonsrenta*. TØI-rapport 796/2005.
- Minken, H. og H. Samstad (2005) *Nyttekostnadsanalyser i transportsektoren: Rammeverk for beregningene*. TØI-rapport 798/2005.
- Samstad, H., F. Ramjerdi, K. Veisten, S. Navrud, K. Magnussen, S. Flügel, M. Killi, A.H. Halse, R. Elvik og O. San Martin (2010) *Den norske verdsettingsstudien*. Sammendragsrapport. TØI-rapport 1053/2010.

Arbeidsdokumentene



Transportøkonomisk institutt

Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo
Telefonnr: 22 - 57 38 00 Telefaxnr: 22 - 57 02 90
<http://www.toi.no>

Arbeidsdokument av 7. september 2005
2789 Strategiske analyser av helhetlig virkemiddelbruk
Forskningsleder Harald Minken

TØ/1793/2005

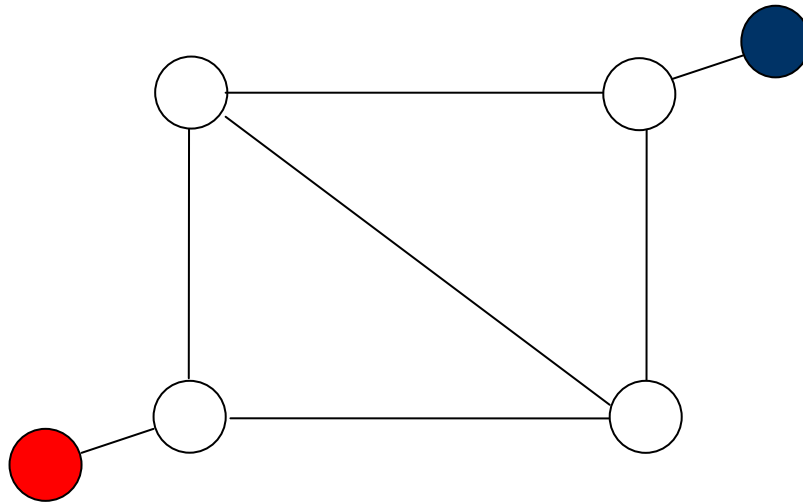
Transportmodeller, forutsetninger, norsk praksis

Innhold

1	Nettverksmodeller	6
1.1	Kritikk	9
1.2	Norsk praksis	10
2	Transportteterspørselsmodeller	11
2.1	Gravitasjonsmodeller	11
2.2	Logitmodeller	12
2.3	Kombinerte modeller	14
2.4	Kritikk	15
2.5	Norsk praksis	17
3	Simuleringsmodeller	18
4	Bilhold, arealbruk og arbeidsmarked	18
5	Alternative teorier	20
	Litteratur	21

1 Nettverksmodeller

Trafikken, spesielt i byer, er så komplisert at empirisk kunnskap uten teori ofte kommer til kort. Det samme gjør teori som bare konsentrerer seg om aggregerte gjennomsnittstørrelser. For å forstå trafikken og hvordan den endrer seg med tiltak, modellerer man transportnettverk. Et transportnettverk består av et sett med noder og lenker som forbinder nodene, en matrise med trafikk som skal avvikles ved hjelp av nettverket, og egenskaper ved lenkene, som kapasitet, tillatt fart o.l. Nettverket representerer for eksempel et gatenettverk med biler, et eget kollektivnettverk, eller et gatenettverk med både biler og busser. Et enkelt eksempel:



Her kan den røde sirkelen representere en node der trafikk oppstår, og den blå en node der trafikk ender, mens de andre sirklene er noder som for eksempel representerer vegkryss. Lenkene (linjene) kan være envegs eller tovegs. Når framkommeligheten på ei lenke avhenger av trafikkstrømmen på lenka, dvs. hvis det kan oppstå køproblemer, modellerer vi det ved å tilordne en volume-delayfunksjon til lenka. Den gir reisetida over lenka som funksjon av trafikkvolumet. Teorien om hvordan bilistene tilpasser seg med hensyn til fart, avstand til bilen foran, skifte av fil m.v., kalles trafikkteori. Trafikkteorien tilsier at volume-delayfunksjonene i et bilnettverk skal være tiltakende og konvekse.

Matrisen av trafikk som skal avvikles ved hjelp av nettverket kan kalles en turmatrise eller en OD-matrise. I dette tilfellet består OD-matrisen av et eneste tall: antallet pr. tidsenhet som skal fra den røde til den blå noden. I mer kompliserte tilfeller består den av en stor tabell der hver node der det oppstår trafikk har sin egen kolonne, og hver node der trafikk ender, har sin egen rad. Cella i i -te rad og j -te kolonne i tabellen viser da hvor mange som skal fra i -noden til j -noden.

Dersom det ikke finnes kapasitetsbegrensninger på lenkene, eller trafikken under enhver omstendighet er langt under kapasiteten, modellerer vi ofte reisetidene på lenkene som konstante. I det tilfellet er problemet som skal løses ved hjelp av nettverksmodellen å finne raskeste rute gjennom nettverket for alle trafikkstrømmene. Den underliggende forutsetningen er naturligvis at langt de fleste trafikantene faktisk vil anvende seg av raskeste rute (eventuelt etter en mindre periode med prøving og feiling), slik at modellens løsning også vil gi et realistisk bilde av trafikken på hver av lenkene og hvordan den er sammensatt.

Men når det kan oppstå køer, vil den raskeste ruta for den enkelte bilist avhenge av hvilke ruter de andre har valgt. I begynnelsen av femtiåra formulerte engelskmannen Wardrop to ulike prinsipper som kunne brukes til å løse modellen i det tilfellet. Det første, som kalles *systemoptimum*, er normativt, og sier at løsningen skal være det settet av rutevalg som gjør den totale tidsbruken i systemet minst mulig. Wardrops andre prinsipp, som er deskriptivt (eller i alle fall mer deskriptivt enn det første), kalles *brukerlikevekt*. Det sier at enhver vil velge den ruta som gir minst tidsbruk for henne, gitt det rutevalg som alle de andre har gjort. I store nettverk er det ikke åpenbart hvordan en som studerer nettverket skal finne fram til denne løsningen.

Men i 1956 formulerte Beckmann, McGuire og Winsten et matematisk optimeringsproblem med en løsning som ga rutevalgene til alle reisende i et nettverk med køer. Det viser seg at alle ruter som er i bruk vil gi samme reisetid mellom to noder, mens alle ruter som ikke er i bruk vil gi høyere reisetid. Denne løsningen tilfredsstiller Wardrops andre prinsipp. Ingen har grunn til å angre på sitt rutevalg, så lenge de andre velger som de gjør. Dermed må vi tru at når de samme trafikantene skal gjennomføre de samme reisene dagen etter, vil den samme likevekta oppstå.

Fremdeles var det få eller ingen som skjønnte hvor revolusjonerende dette skulle vise seg å bli, og det varte mange år før det var utviklet algoritmer for å finne løsningen i realistisk store nettverk (Boyce 2004). Men fra 70-åra kan vi si at det finnes enkle og greie metoder til å finne brukerlikevekta i realistiske bilnettverk. Gitt at vi har tru på at systemet tenderer mot en likevekt av denne typen, har vi da praktiske midler til å finne ut hvordan trafikken vil flyte overalt i et købelastet gatenettverk, og hvordan den vil endre seg med tiltak i infrastrukturen.

Teori og løsningsmetode for nettverksmodeller er seinere utvidet til modeller der rutevalget, sett fra observatørens side, inneholder en viss grad av tilfeldighet (stokastisk brukerlikevekt), og til dynamiske modeller, der OD-matrisen endrer seg fra femminutt til femminutt og trafikantene gjør det som går raskest akkurat der og da (supernetttverk).

Økonomer har allerede for lenge siden utviklet teori om kø som en ekstern virkning og vegprising som metode for å internalisere den eksterne virkningen. Men deres analyse gjaldt nettverk med bare en lenke, eller to lenker som representerte to al-

ternative ruter (Pigou 1918, Knight 1924).¹ Teorien om transportnettverk kunne bekrefte nytta av vegprising i et mer komplisert system og gi begrepet vegprising en ny tolkning: Det dreier seg om å innføre en brukerlikevekt der de gitte aktivitetene i systemet kan gjennomføres til den minste samlede kostnad – eller med andre ord en brukerlikevekt som faller sammen med systemoptimum. Men teorien om transportnettverk bekreftet ikke bare tidligere innsikter, men kunne også fra 70-åra brukes til å lage nettverksmodeller der grovere politiske virkemidler (bomringer, restriksjoner m.v.) kunne studeres og virkningen måles i forhold til den maksimalt oppnåelige virkningen, dvs. systemoptimum.

En viktig *ny* innsikt fra teorien om transportnettverk går under navnet Braess' paradoks. Braess (1968) viste at en ny vegforbindelse i visse tilfeller kunne gi en entydig forverring for alle trafikantene. Dette er egentlig ikke et paradoks, men en logisk følge av at brukerlikevekt på ingen måte garanterer noe godt resultat for systemet som helhet. Nyere forskning, både innen transportplanlegging og design av datanettverk, har bidratt til å klarlegge under hvilke vilkår Braess' paradoks vil oppstå. Det er sannsynlig at det i alle byer vil finnes gater som det ville være en fordel å stenge. Nettverksmodeller vil kunne brukes til å leite dem fram.

Det er ingen overdrivelse å si at en god nettverksmodell er helt vesentlig for å kunne studere virkningen av vegbygging og utvidelser og innskrenkninger av kapasiteten på enkelte veglenker i byer med kø. Å se bort fra virkningene i det omliggende gatenettet er å lukke øynene for virkeligheten, og forsøk på å anslå endringer i rutevalget ved skjønn vil uvegerlig føre til at man postulerer en trafikksituasjon etter tiltaket som ikke representerer noen likevektssituasjon.

Ofte (i forbindelse med strategiske planer, "pakker" o.l.) vil man vurdere flere tiltak samtidig. Spesielt i byer med kø vil den samlede virkningen av to tiltak gjerne være en annen enn summen av virkningene enkeltvis. Hva er den beste kombinasjonen av tiltak? Dette er det såkalte nettverksdesignproblemet, som kan studeres ved å bruke en nettverksmodell på alle kombinasjoner av tiltak, eller mer systematisk ved å bygge en spesiell modell for problemet, med en egen algoritme for å utforske kombinasjonsmulighetene. Det skal ikke mange tiltak til før løsningen av dette problemet blir meget krevende å finne, sjøl med en egen modell for formålet. Likevel opplever vi ofte at nettopp i forbindelse med slike pakker florerer synsingen og patenttoppskriftene uhemmet på bekostning av forskningsbasert analyse.

Teorien om kollektivpassasjerenes rutevalg gjennom kollektivnettverket er mer komplisert enn teorien om bilistenes rutevalg, for den må også ta hensyn til rekkefølgen og hyppigheten av avganger på de ulike kollektivlinjene som betjener en stasjon eller holdeplass, trafikantens valg av overganger mellom kollektivlinjene osv. Denne teorien har utviklet seg langsommere, og det er fremdeles diskusjon mellom ulike tilnærminger. Likevel må en si at det finnes rimelig gode algoritmer

¹ Hvor mange ulike ruter mellom den røde og den blå noden finnes det i nettverket på side 1? (Ruter som inneholder looper, dvs. bruker samme lenke flere ganger, kan holdes utenfor.)

for rutevalget også i kollektivtransportnettverk. De er inkorporert i kommersiell programvare for bygging av nettverksmodeller, som EMME/2 eller Cube.

1.1 Kritikk

Når mer og mer trafikk lastes inn i et nettverk, kommer vi tilslutt til et punkt hvor det danner seg stillestående køer. Laster vi inn enda mer trafikk, vil køen forplante seg bakover fra en lenke til lenka bak. Nettverksmodellene vi har gjort greie for, takler i prinsippet ikke noen av disse to situasjonene. I henhold til volume-delay-funksjonene vil trafikken gå saktere og saktere, men den vil aldri stoppe helt opp. Når køene bygger seg opp på dette viset, er trafikken inn i systemet større enn den som går ut, og vi er i prinsippet i en ulikevektstilstand som må motsvares av en seinere ulikevektstilstand der køene gradvis avvikles. Følgelig trenger vi en dynamisk modell. Det samme kan ofte skje på enkelte mindre områder i systemet, der køene bygger seg opp bak en flaskehals.

Det finnes en egen teori om kø ved flaskehals, men den anvendes p.t. hovedsakelig i stiliserte teoretiske modeller. Likevel ville det være mulig å utvide gyldighetsområdet for nettverksmodellene ved å innføre en absolutt kapasitetsgrense på lenkene. Så lenge køen ikke forplanter seg bakover fra lenke til lenke, vil det likevel finnes en likevektstilstand der en del av lenka er opptatt av en nesten stillestående kø, mens trafikken beveger seg i henhold til en volume-delayfunksjon på resten. Denne tilstanden kan modelleres med en statisk modell (Yang og Huang 1999).

Det finnes de som reagerer negativt på begrepet likevekt og automatisk vil forkaste en likevektsmodell. Utfordringen til disse må være at de konkret argumenterer mot at systemet vi betrakter, trekkes mot en tilstand med brukerlikevekt. Hendelser og tilfeldige svingninger vil nok medføre at trafikkbildet er forskjellig på samme tidspunkt fra dag til dag, men dersom ikke alle trafikantene er turister, vil de likevel raskt høste de erfaringene som gjør at de ikke ofte vil ha grunn til å angre på rutevalget sitt. De to andre forutsetningene for at modellen skal være gyldig, er (a) at de foretrekker en rask rute for en langsom, og (b) at omfanget av nesten stillestående køer i systemet ikke er for stort. På det mer tekniske planet er det naturligvis viktig at volume-delayfunksjonene gir et realistisk bilde at reisetida ved ulike trafikkvolumer, og dette er et problem ved modellene som vies alt for lite forskning og undersøkelse.

Logisk sett burde motstanderne av likevekt gå inn for mer kompliserte dynamiske modeller. Ved å gå mot nettverksmodellene overhode går de implisitt inn for mer primitive modeller. Den mest primitive modellen er at problemstillinger knyttet til bytrafikk kan løses med subjektivt skjønn og enkle tommelfingerregler (fra "vegbygging løser ingen problemer" til "utvid vegkapasiteten overalt der det oppstår

flaskehalsen”). Ut fra det vi veit på grunnlag av nettverksmodellene, er ingen slike tommelfingerregler riktige, og de vil alle sammen være dyre for samfunnet.²

Ingeniørenes tradisjonelle måte å vurdere trafikksystemet på er en litt mindre primitiv modell, men fremdeles langt mer primitiv enn nettverksmodeller med volume-delayfunksjoner. Den går ut fra at enhver vegklasse har en gitt kapasitet, og anbefaler vegutvidelse overalt der hvor en prognose for framtida eller en trafikkanalyse med faste reisetider på lenkene viser at kapasiteten kommer til å bli overskredet. Dette er det samme som å bruke en overforenklet volume-delay-funksjon: trafikken flyter fritt inntil kapasitetsgrensa, deretter stopper den helt. Våre modellmotstandere, som nettopp ønsker å angripe denne tankegangen, oppnår i virkeligheten å gi den friere spillerom. De oppnår dessuten å gjøre det umulig å analysere andre virkemidler, som vegprising og restriksjoner, og umulig å identifisere de vegene vi kunne klart oss bedre uten.

1.2 Norsk praksis

Med norsk praksis mener vi de trafikkanalysene som faktisk utføres i norske samferdselsprosjekter. Som helhet må vi si at norsk praksis ennå ikke er på høyden med teorien som blei utviklet for 50 år sida eller med de praktiske verktøyene som ble utvikla for 30 år sida. Det vil si at de langt fleste trafikkanalysene gjøres uten å bruke en nettverksmodell eller med modeller som ikke tar hensyn til kø – også der hvor køreduksjon er et eksplisitt mål med tiltaket! Oss bekjent er det for eksempel vanlig praksis for vegutvidelsesprosjekter i Oslo å anta at trafikkstrømmene på lenkene vil være de samme med og uten tiltaket. Ingen vil endre rute! Videre vil det si at det forekommer skjønnsmessige manuelle tilpasninger av modellens input eller resultater, spesielt når det gjelder å få lenkestrømmene til å passe bedre med observasjoner i alternativet uten tiltak. Å oppnå overenstemmelse med nåsituasjonen tillegges generelt for stor vekt i forhold til å finne ut på hvilke måter nåsituasjonen vil endre seg.

Endelig er det en regel uten unntak at tiltak som burde vært sett i sammenheng med andre tiltak, til syvende og sist blir analysert uten å ta hensyn til denne sammenhengen. De kan eventuelt ha vært vurdert i kombinasjon med andre tiltak på et innledende stadium, men til syvende og sist blir de presentert som enkeltstående prosjekter og tatt stilling til enkeltvis.

Trafikken i noen norske byer og på noen hovedveger har nå nådd et nivå hvor det har blitt avgjørende å ta i bruk nettverksmodeller med en god representasjon av kø. Utvalget av virkemidler er utvidet. Det trengs et løft, teoretisk og praktisk.

² ”Ramp metering”, dvs. kunstig stryking av tilfarten til motorvegene, slik at det oppstår en kø av biler som venter på å komme inn, er for eksempel et vanlig virkemiddel i USA for å oppnå bedre flyt i systemet som helhet. Noen flaskehalsen forhindrer altså verre forsinkelser andre steder.

2 Transportetterspørselsmodeller

I kapitlet om nettverksmodeller gikk vi ut fra at trafikken som oppsto i en node og hadde endepunkt i en annen node, var gitt som et bestemt tall i en celle i en OD-matrise. For mange formål kan det være tilstrekkelig å operere med en slik fast OD-matrise, men ofte må vi regne med at trafikantene vil endre reisemønster som følge av et tiltak. Kanskje de vil endre reisemåte fra bil til kollektivtransport eller omvendt, kanskje de vil bestemme seg for et annet reisemål, eller kanskje de vil reise oftere enn før. I stedet for konstant etterspørsel etter reiser av ulike typer har vi da en elastisk etterspørselsfunksjon, og i stedet for faste OD-matriser (en for hver reisemåte) har vi variable OD-matriser.

2.1 Gravitasjonsmodeller

Det har lenge vært kjent at trafikken mellom to steder er større jo flere som bor i stedene og jo nærmere de er hverandre. Dessuten kunne det observeres at trafikken til et sted som lå dobbelt så langt unna som et annet, var mindre enn halvparten av trafikken til det andre stedet. De første forsøkene på transportetterspørselsmodeller tok utgangspunkt i dette og forsøkte seg med forskjellige funksjonsformer som hadde disse egenskapene. De blei kalt gravitasjonsmodeller, ettersom Newtons gravitasjonslov hadde en tilsvarende form.

Wilson (1967) ga gravitasjonsmodellene et nytt teoretisk grunnlag, som tilsa at etterspørselsfunksjonene skulle ha en helt bestemt matematisk form. Hans utgangspunkt var: La oss finne den mest sannsynlige OD-matrisen som er forenlig med visse observasjoner på aggregert nivå, nemlig hvor mange som reiser ut fra hver sone, hvor mange som reiser inn i hver sone, og hvor lang tid gjennomsnittsreisa i systemet tar. Wilsons opplegg for å formulere denne problemstillingen presist og løse den, kalles entropimaksimisering.

De som har vært litt borti fysikk vil forbinde dette navnet med termodynamikkens andre lov, som sier at entropien i et lukket system vil øke til sitt maksimum. Og likheten er meget langt fra å være tilfeldig. Wilson betrakter trafikksystemet som et lukket system der vi ikke har noen mulighet til å holde rede på hva den enkelte trafikant (molekyl) har for seg, men der vi likevel lett kan observere hva deres samlede handlinger fører til på et mer aggregert plan. Som en grunnleggende forutsetning går Wilson ut fra at hvis folk ikke hadde hatt et fast utgangspunkt for reisene, og heller ikke brydde seg om reisetider, ville de ha spredd sine reiser jamt utover hele systemet, slik at alle cellene i OD-matrisen hadde samme verdi (den høyest mulige entropien). De kan for eksempel ha et indre ønske om variasjon og forandring, eller de kan være så ulike hverandre at hver har sin egen spesielle oppfatning om bosted og reisemål.

Også vi som observatører kan ha en positiv innstilling til at entropien i systemet øker – det tyder på et mer spesialisert arbeidsliv, et mer diversifisert mønster for forbruk og annen aktivitet, og mer omfattende sosiale kontakter. De positive

eksternalitetene som fremmer produktivitetsutvikling og vekst i byområder ("agglomerasjonsfordeler") kan i stor grad knyttes til høy entropi.

Men på den andre sida: kostnadene og tidsbruken ved reising kan ikke ignoreres helt, verken av trafikanter eller planleggere. Hvis vi går til den ytterlighet å ikke bry oss om entropien i det hele tatt, vil problemstillingen være å minimere den samlede transporttida, gitt det antall reiser som går inn og ut av hver sone. Resultatet vil bli at alle søker til de nærmeste sonene. I praksis vil aktørene i transportsystemet avveie ønsket om økt entropi mot kostnadene, slik at vi får en mellomløsning. Dette er også det som skjer i Wilsons entropimaksimeringsmodell. Den sentrale parameteren som må estimeres i modellen er den som avveier de to hensynene mot hverandre, slik at sluttresultatet samsvarer med observert gjennomsnittstidsbruk i systemet.

Wilsons opplegg ga et fornuftig og konsistent teoretisk grunnlag for estimering av transportetterspørselen i et større område som er inndelt i soner, og for å kunne forutsi effektene av kostnadsendringer i et slikt system. Ved å tilordne hver sone til en bestemt node i nettverket, som trafikken til og fra sonen kunne tenkes å oppnå og ende i, får vi en nettverksmodell med variabel etterspørsel (variabel OD-matrise). Opplegget lot seg også utvide på flere måter. Fra å være en modell for bileterspørsel i et bilnettverk, der etterspørsel først og fremst betydde valg av destinasjon, blei modellen utvidet til samtidig etterspørsel etter reiser med ulike reisemidler til ulike destinasjoner. En annen mulighet som blei utforsket, var å fjerne en av restriksjonene, slik at modellen representerte samtidig valg av bosted og reise-mønster for gitt lokalisering av arbeidsplassene (eller omvendt). I forbindelse med slike utvidelser innførte man også flere typer av kostnader og nytte i modellen. Man gikk fra reisetid til generaliserte kostnader, og for å ta hensyn til at destinasjonsvalg og reisemiddelvalg ikke bestemmes av transportkostnadene aleine, innførte man indikatorer på attraktiviteten til destinasjonene og komforten ved reisemidlene.

2.2 Logitmodeller

Med Wilsons opplegg blei trafikkanalysene langt mer ambisiøse fra slutten av 60-åra, samtidig som det satte i gang mye forskning på feltet. Men snart skulle et nytt paradigme, stokastisk nytteteori, ta over feltet. Mens gravitasjonsmodellene, inkludert entropimaksimering, eksplisitt dreier seg om aggregert etterspørsel, og veldig lite forutsettes om den enkelte trafikant, er det målet for det nye paradigmet å basere trafikkanalysene på enkeltindividenes nyttemaksimering. For å få det til, utvidet og forenklet man den etablerte konsumentteorien på tre måter.

For det første er valg av reisemåte eller destinasjon et *diskret* valg. Man velger ett og bare ett alternativ fra en endelig valgmengde. Det er derfor behov for å beregne den indirekte nyttefunksjonen for hvert alternativ, og anta at individet vil velge det alternativet som gir høyest indirekte nytte. For det andre gikk man ut fra som en forenkling at den indirekte nyttefunksjonen for hvert alternativ var en lineær funksjon av en rekke ulike variable, nemlig pengeutlegg i alternativet, tidsbruk i

alternativet, andre observerbare egenskaper ved alternativet, samt observerbare egenskaper ved individet som velger, som kjønn, inntekt, alder, deltakelse i arbeidslivet, bilhold m.m. For det tredje anerkjente man at det vil finnes faktorer som påvirker valget, men som ikke kan observeres av modellbyggeren, og man la derfor til et stokastisk feilledd som skulle fange opp dette. Alt etter forutsetningen om sannsynlighetsfordelingen til dette feilleddet fikk man ulike modeller. Det viste seg at den såkalte Gumbelfordelingen, som har noe tjukkere haler enn normalfordelingen, ga enklest matematikk og de beste mulighetene for å estimere modellen, så alle anvendelser med mange valgalternativer er nå bygd på den. Modeller med Gumbelfordelte feilledd kalles GEV-modeller eller logitmodeller.

Teorien på dette området er i hovedsak utviklet av Mc Fadden (for eksempel McFadden 1974, 1978). For dette fikk han Nobels minnemedalje i økonomi. Det kan være verdt å merke seg at grunnlaget for teorien ikke bare er konsumentteorien, men i vel så stor grad rasjonell valgteori anvendt på andre fagområder, som psykologi. Den dag i dag er anvendelser innen psykologi, markedsføring m.v. vel så avanserte som anvendelsene innen transport.

Det er en eneste fordel med logitmodeller framfor entropimaksimeringsmodeller, nemlig at det er mulig å ta hensyn til forskjeller blant trafikantene. Men dette begrenser seg til to typer forskjeller, nemlig forskjeller i hvilke valgalternativer de har (husholdninger uten bil kan ikke velge bilreiser), og forskjeller som har en statistisk sammenheng med observerbare sosioøkonomiske kjennetegn, som kjønn og inntekt. Man ville kanskje tru at logitmodeller også var flinkere til å fange opp betydningen av uobserverbare forskjeller i vaner og livsstil, men det kan vises at entropien i entropimaksimeringsmodeller og feilleddet i logitmodeller gjør nøyaktig samme jobben i så måte. En logitmodell med bare slike data som også kan puttes inn i en entropimaksimeringsmodell, vil gi samme resultat som en entropimaksimeringsmodell. På sett og vis kan en derfor si at framskrittet med logitmodeller består i å putte tradisjonell sosiologi inn i etterspørselsmodellen.³

Opprinnelig blei logitmodellen bare brukt på reisemiddelvalget, mens destinasjonsvalget blei modellert på sitt eget vis, uavhengig av dette. Neste skritt, som kalles multinomisk logit, var simultant valg av destinasjon og reisemiddel, dvs. å definere alternativene som en kombinasjon av en destinasjon og et reisemiddel. Det er imidlertid klart at noen av alternativene i så fall blir nærmere beslektet med hverandre enn andre, slik at forutsetningen om uavhengig og identisk fordelte feilledd for hvert alternativ ikke lenger var så realistisk. McFadden (1978) innførte en breiere klasse av modeller (GEV-modeller) som skilte seg fra hverandre etter forutsetningen om koovariansmatrisen til feilleddene. Den mest populære av disse er nested logit-modellen. (De øvrige, i den grad man i det hele tatt har kunnet oppdage dem, er stort sett brukt i teoretiske arbeider.)

I nested logit-modeller er det som om individet treffer sitt valg i trinn. På øverste trinn velger hun for eksempel destinasjon. Gitt destinasjonsvalget vil hun så velge

³ I avsnitt 2.4 drøfter vi forskjeller mellom sosiologi, logitmodeller og entropimaksimeringsmodeller når det gjelder nyttemaksimeringsprinsippet.

mellom tilgjengelige reisemidler. Dette tilsvarer en feilleddsstruktur der alle feilledd innafor samme nest (samme overordnede alternativ) har samme kovarians med hverandre og er ukorrelerte med feilledd i andre nest. Det kan vises at hvis modellen skal være forenlig med nyttemaksimering, må valget på øverste trinn i modellen være det med størst varians, dvs. det hvor de observerbare variablene forklarer minst av de empirisk observerte valgene. Dermed kan man ikke bestemme den endelige hierarkiske strukturen til modellen før etter estimeringen. I spesialtilfellet med lik varians på begge nivåer gjelder den multinomiske logitmodellen.

Det kan også vises at for å få en konsistent modell, må kostnadene ved valgene på det lavere nivået tas hensyn til på en spesiell måte ved valget på det øvre nivået. Det blir ikke riktig å ta den laveste kostnaden fra valget på det laveste nivået og legge den til grunn for valget på det høyere. I stedet må en beregne såkalte logsummer fra det lavere nivået og bruke dem på det høyere nivået.

Med teorien for nested logit-modeller kunne en vise at de fleste etterspørselsmodeller som var i bruk, faktisk ikke var forenlig med nyttemaksimering. Og en kunne rette på det i framtidige modeller. De siste 25 år har derfor nested logit vært state-of-the-art i praktisk transportmodellering.

2.3 Kombinerte modeller

La oss si at vi har gitt kostnaden ved alle reisealternativer, og putter dem inn i etterspørselsmodellen. Ut kommer en OD-matrise (eller flere, hvis vi har flere reisehensikter og reisemidler). Vi legger OD-matrisen til grunn for beregning av rutevalget i en nettverksmodell. Ut kommer et sett av reisekostnader, en for hver reiserelasjon. Vi har ingen garanti for at det er de samme som vi la inn i etterspørselsmodellen. Altså går vi tilbake og legger de nye reisekostnadene inn i etterspørselsmodellen, og får en ny etterspørselsmatrise. Hvis det nå ikke er kø i nettverket, vil den nye etterspørselsmatrisen ikke føre til endringer i reisekostnadene når vi legger den til grunn for rutevalget på nytt. Men hvis det er køer, vil den nye etterspørselen endre kostnadene som kommer ut av rutevalget. Da er det på' an igjen til de kostnadene vi putter inn, er lik de vi får ut. Dette er en form for likevektstilstand, men ikke den samme som brukerlikevekta i rutevalget, som vi naturligvis har oppnådd hver gang vi kjørte rutevalgsmoellen. Den nye likevekta, som vi kan kalle likevekt mellom etterspørsel og "tilbud", innebærer at ingen som har besluttet seg for en reise, vil angre på det når hun ser hvordan kostnadene faller ut. Den gamle brukerlikevekta, derimot, innebærer at ingen som har valgt en bestemt rute vil angre på det.

Begge likevektstilstandene bør være tilstede i modellresultatet. Hvis vi for eksempel ikke har likevekt mellom etterspørsel og tilbud, vil folk prøve noe annet neste dag. Vår oppfatning er at systemet tenderer mot en tilstand der folk *ikke* prøver forskjellig fra dag til dag.

Med kø bør vi altså legge opp til en slik gjentatt kjøring av modellen. Kombinerte modeller er modeller hvor likevekt mellom etterspørsel og tilbud er tatt hensyn til i selve modellkonstruksjonen, slik at vi unngår unødvendige iterasjoner.

Det er greit nok å lage en kombinert modell hvis det bare finns en reisehensikt i hver tidsperiode (bare arbeidsreiser i rushtida, osv.). Hvis det finns flere reisehensikter med ulik verdsetting av for eksempel tidsbruk, har vi større problemer. Problemet knytter seg til at når brukerne verdsetter ressursbruken forskjellig, er kostnaden ved en reise ikke en entydig størrelse, og brukerlikevekta i rutevalget kan ikke finnes på den gamle måten. De aller nyeste modellene takler også dette problemet, dvs. de er kombinerte modeller med multiclass assignment.

2.4 Kritikk

Økonomiske etterspørselsmodeller, inkludert logitmodellen, er resultat av individenes nyttemaksimering (rasjonelle valg). Denne forutsetningen forkastes ofte av andre samfunnsforskere.

En god del av kritikken skyldes tilsynelatende at forutsetningen om rasjonelle valg brukes i sammenhenger hvor individet umulig kan ha en klar oppfatning om valgalternativene og deres kostnader (sammenhenger hvor sannsynlighetsregning ser ut til å være nødvendig, for eksempel, eller valg som berører en usikker framtid). I så måte synes valg av dagens reiser å skjære klar av kritikken i den grad det er et oversiktlig valg mellom kjente alternativer. Men nå hevdes det ofte at bilistene har tåkete forestillinger om tidsbruk ved alternativene. Det kan faktisk meget vel være en god innvending mot logitmodellene. Det vil avleire seg i form av feil-estimering av parametrene i modellen, som så vi bli kompensert ved kalibreringen av en konstant. Om den kalibrerte modellen da blir i stand til å spå riktig om virkningen av et tiltak som endrer kostnadene ved ett eller flere alternativ, er et empirisk spørsmål. For lite gjøres for å kontrollere dette (validering og etterprøving av modellene).

En annen innvending mot forutsetningen om rasjonelle valg dreier seg om at nyttefunksjonene ikke vil være konstante over tid, men i avgjørende grad påvirkes av moter, trender, og samfunnsutviklingen for øvrig. Også det kan være en god innvending. Til en viss grad kan den møtes ved å ikke bruke for gamle modeller, men reestimere dem med jevne mellomrom. Men det lar seg ikke nekte at prognoser som gjøres for fjerne framtidsår, sannsynligvis vil bli feil nettopp av denne grunn. En annen årsak til feil er at logitmodellene er estimert på tverrsnittsdata, men det er langt fra sikkert at når for eksempel inntekta øker, vil individene som kommer i nye inntektsgrupper oppføre seg som individene i den tilsvarende gruppa i estimeringsåret. Folk i vanlige jobber tar ikke nødvendigvis over reise-mønsteret til professorer eller frie næringsdrivende sjøl om de kommer opp i samme realinntekt som disse andre gruppene hadde for 20 år siden. Prognoser på langt sikt er alltid risikable.

På et dypere plan kritiseres konsumentteorien for å være kontekstfri og utelukke andre årsaker til forandring enn summen av individenes samlede atferdsendringer.

Kritikken om kontekstfrihet er vanskelig å godta. Som regel er det gitt en klar kontekst, nemlig et marked hvor alle relevante goder kan kjøpes til en fast og kjent pris, samt visse tekniske produksjonsmuligheter med hensyn til tidsbruk og forbruk av innkjøpte varer når det gjelder produksjon av goder som må produseres i husholdningen, som bilreiser. Andre elementer i konteksten vil være utviklinga på arbeidsmarkedet, myndighetenes politikk osv., dvs. de eksogene variable i modellen. Man kan like eller mislike en slik kontekst, men i samband med transport er det vanskelig å se hva annet eller hva mer vi måtte trenge, og heller ikke hvordan konteksten generelt vil forandre seg i framtida.

Det konkrete klasse- og kjønnsdelte (eventuelt postmoderne) samfunnet vi har, kommer inn i modellen i form av de sosioøkonomiske variablene og den estimerte virkningen de har. Vi har ingen ambisjoner om en modell som skal forklare disse variablene og den virkningen de har, og heller ingen ambisjon om en modell som skal være allmenngyldig uansett samfunnsendringer. Innafor en slik begrenset kontekst er det min oppfatning at modellfolk er langt bedre sosiologer enn sosiologene sjøl. Råmaterialet er det samme, nemlig reisevaneundersøkelser. Men modellfolk behandler dette materialet med avanserte statistiske metoder som får fram den partielle virkningen av hver enkelt variabel, og som derfor egner seg til å si noe konkret og geografisk spesifikt om trafikkendringen ved endringer i variablene. Sosiologer befatter seg mye med gjennomsnittstall på aggregert nivå, og går videre derfra til å beregne gjennomsnittstall for intervaller av en bestemt variabel (for eksempel gjennomsnitts reiselengde etter inntekt), uten å klarlegge fullt ut hvordan disse sammenhengene påvirkes av andre variable. I høyden vil de "kontrollere for" noen få andre variable. Hvis man på denne måten har funnet ut at folk i utkanten reiser så og så mye lengre enn gjennomsnittet, kan det fremdeles være uklart om det skyldes deres geografiske plassering i forhold til ulike tilbud eller egenskaper ved folk som bosetter seg i utkanten.

Vi pekte på at en logitmodell med bare slike data som også kan puttes inn i en entropimaksimeringsmodell, vil gi samme resultat som en entropimaksimeringsmodell. Dette viser at nyttemaksimeringsforutsetningen i logitmodellen ikke er sterkere enn en forutsetning om at folk stort sett gjerne vil reise overalt, men må avveie dette mot kostnadene. Prisen for å avstå fra en slik relativt mild forutsetning er at en avskjærer seg fra avanserte statistiske metoder for behandling av reisevanedata.

Det store problemet er ikke at en anvender en slik mild forutsetning dersom data tilsier det, men at data (feilleddsanalyse) av og til (ofte?) vil tilsa at man burde ha anvendt en mer komplisert matematisk form på den indirekte nyttefunksjonen og feilleddsstrukturen. Å gå vekk fra en lineær indirekte nyttefunksjon er å erstatte entropimaksimeringsmodellens enkle forutsetninger med andre forutsetninger, som gir enda mer komplisert estimering. Problemet er dels at dette ikke gjøres når det burde, og dels at forutsetningene blir så spesifikke at vi mister tru på modellens prediktive evne. Samtidig vil vi fjerne oss ytterligere fra de andre faggruppene tilnærming.

Et tilsvarende problem eksisterer når det gjelder hvordan transportetterspørselen er forbundet med etterspørselen etter andre goder. Implisitt i logitmodellen ligger det en drastisk separasjon av transportmarkedet fra andre markeder. Prisene på andre markeder er irrelevante for transportetterspørselen, og det samme er inntekten. Det innebærer bl.a. at om et individ får en ekstra krone i inntekt, vil hun bruke det på hva som helst, bare ikke på transport. Inntekt kan spille en rolle for bilholdet, men for gitt bilhold spiller det ingen rolle for transportetterspørselen. Det er i aller beste fall en grov tilnærming til sannheten.⁴

Nytemaksimeringsprinsippet i sin tilsynelatende mildeste form lar seg altså noen ganger ikke tre ned over virkeligheten. I så fall må vi anvende det i en annen, mer passende form eller avstå fra å lage transportmodeller med variabel etterspørsel. Det siste vil vi ha vondt for å gjøre.

2.5 Norsk praksis

Rundt 1990 blei det utviklet transportetterspørselsmodeller for de ti største byområdene (TP-10-modellene). Et par andre modeller blei også bygd i forbindelse med større transportutredninger. Alt dette er tradisjonelle firetrinnsmodeller, med ett unntak uten kø i nettverket. Firetrinnsmodeller vil si at først beregnes reiseetterspørsel, deretter fordeles den på destinasjoner, deretter fordeles etterspørselen på hver reiserelasjon på reisemidler, og til slutt finner man raskeste rute for biltrafikken. I disse modellene var reiseetterspørselen bare avhengig av sosio-økonomiske og demografiske variable, destinasjonsvalget var en gravitasjonsmodell, mens reisemiddelvalget kunne være en logitmodell.

Slike modeller, som var state-of-the-art i 70-åra, har den ulempen at det ikke er sikret konsistens mellom de ulike trinnene. Dermed kan etterspørselsvirkningen av et tiltak lett komme til å bli uforenlig med nytemaksimering og vanlig konsumentteori. Med et par unntak er disse modellene ikke lenger vedlikeholdt og i bruk.

Jernbaneverket har bygd en egen modell, Intercitymodellen. Uansett hvilke gode egenskaper den ellers måtte ha, må det sies at den ikke baserer seg på standard teori, verken gammel eller ny. Dermed finnes det et ekstra behov for teoretisk og empirisk validering av modellen.

Av norske modeller som kombinerer et større transportnettverk med en konsistent nested logit etterspørselsmodell, finns det få inntil nå. Vi har den nasjonale persontransportmodellen, FREDRIK-modellen for osloområdet og RETRO-modellen, også for osloområdet. Den førstnevnte regner (realistisk nok) ikke med

⁴ Når det likevel av og til opptrer inntektsvariable i slike modeller, må de tolkes som en indikator på smaksforskjeller, ikke noe annet.

kø, mens de to siste gjør det. Snart vil vi imidlertid få et sett av regionale nested-logitmodeller, foreløpig uten kø i nettverket.⁵

Konsekvensen av den nåværende tilstanden er at de aller fleste transportanalyser i dette landet er gjennomført uten bruk av en større etterspørselsmodell. Muligens vil konsulentene i noen tilfeller ha tatt i bruk enkle binomiske logitmodeller for å fordele trafikken på bil og kollektiv, men da bare på en utvalgt reiserelasjon, uten å ta det større transportnettverket i betraktning.

Vi kan vente at de regionale modellene snart vil endre dette bildet vesentlig. Men det vil fremdeles være et udekket behov for bymodeller. Det kan eventuelt dekkes ved å klippe ut en del av den regionale modellen og utstyre den med kø.

En norsk modell (RETRO) kan betegnes som en kombinert modell. Den har imidlertid forutsatt samme tidsverdi for alle reiser som foregår i en periode. Ingen norske modeller er kombinerte modeller med multiclass assignment.

3 Simuleringsmodeller

Utgangspunktet for simuleringsmodeller er ikke nyttemaksimering, men teori og observerte regelmessigheter for hvordan biler (gående, syklende) oppfører seg i trafikkbildet. De brukes for å finplanlegge en mindre del av transportsystemet, som et gateløp, noen lyskryss m.v. Trafikken inn i og ut av de modellerte gatene er gitt. Slike modeller (for eksempel VISSIM) er i bruk flere steder i Norge og i flere konsulentmiljøer.

Dette er nyttige verktøy, men liksom en nettverksmodell med fast OD-matrise ikke kan brukes til å si noe om tiltaket vil medføre overgang fra bil til kollektiv, kan en simuleringsmodell ikke brukes til å si noe om reiser, men bare om hvordan de reisende oppfører seg på en avgrenset del av reisa.

4 Bilhold, arealbruk og arbeidsmarked

Det som avgjør hvor mange biler en husholdning vil ha, er for det første om husholdningen disponerer førerkort, og for det andre hva det koster å anskaffe og bruke bilen og hvilken inntekt husholdningen har. Andre ting som vil ha betydning er parkeringsmulighetene ved boligen samt tilgjengeligheten med bil og andre reisemåter, som kollektivtransport, gang og sykkel.⁶

For å lage prognoser for trafikkutviklingen på mellomlangt og langt sikt vil man trenge en bilholdsmodell. Bilholdsmodellen kan være formulert som resultatet av nyttemaksimeringsproblemet til en husholdning, der inntekt, forbruk av andre goder enn transport, og kanskje til og med fritid og arbeid inngår. Bilholdsmodell-

⁵ Merknad innsatt mars 2012: Vi har nå etablert systemet av regionale modeller, og er iferd med å bygge opp bymodeller som tar hensyn til kø.

⁶ Begrepet tilgjengelighet kan defineres presist, og indikatorer på tilgjengelighet kan utarbeides.

len brukes som regel som en før-modell til den nettverksbaserte transportetter-spørselsmodellen, uten at den kan sies å være godt integrert i resten av modell-systemet. For eksempel vil ett resultat fra bilholdsmodellen gjerne være antall kilometer pr. år som bilen brukes, men dette tallet har ingen klar forbindelse med reiseomfanget i henhold til transportmodellen.

Boliglokalisering og valg av arbeidssted vil være andre mer grunnleggende valg som kan påvirke transportvalgene og påvirkes av endringer i transporten. Bedriftenes valg av lokalisering vil også ha betydning. Derfor vil man ønske å integrere modeller for valg av lokalisering og arealbruk med transportmodellene. Resultatet er såkalte LUTI-modeller (land use and transport integration models). Historisk sett er dette som regel svært store og tunge modeller med en oppbygging som bare i enkelte deler er bygd på økonomisk teori, og der prislikevekt spiller en begrenset eller ingen rolle i de fleste markedene. Integrasjonen i slike modeller tar form av en treg dynamisk prosess, der en kjøring av arealbruksmodellen gir opphav til transportendringer som anslås med transportmodellen, men resultatene fra transportmodellen påvirker ikke arealbruken fullt ut før om flere år. Det er indikatorer på tilgjengelighet som inngår i arealbruksmodellen og gjør arealbruken følsom for endring i transportsystemet.

Siden lokalisering er et diskret valg, er imidlertid mange modeller (eller kommersielle programpakker for oppbygging av slike modeller) nå bygd opp på samme måte som transportmodellene, og noen vil også være helt integrerte med transportmodellene, ved at lokaliseringsvalget utgjør øverste trinn i en nested logit-modell. Et problem med en slik full integrering er nettopp at de ulike valgene ikke foregår i samme tidsperspektiv. Reisevalgene kan eventuelt endres på kort sikt, mens de fleste ikke engang vil vurdere ny bostedslokalisering hvert år. Det finnes modeller – ikke nødvendigvis de dårligste! – der arbeidstakerne kommer fra jobben hver ettermiddag og spør seg om hvor de skal bo i natt. Hver morgen tar de et blick ut på trafikken, forhører seg om lønna på ulike steder og bestemmer seg for hvor de vil jobbe.

Spørsmålet om hvordan de to delene skal integreres er altså i første rekke et spørsmål om hvilken vekt man vil legge på likevekt som styrende prinsipp, kontra langsomme dynamiske prosesser som foregår ute av likevekt.

Erfaringer med LUTI-modeller tyder ikke på at endringer i transportnettverket spiller så stor rolle for arealbruken som det ofte antas. Heller ikke vil endringer i arealbruk være et så kraftig virkemiddel for å påvirke transporten som det ofte antas. Skal man endre transporten, bør man i første rekke anvende transportvirkemidler, men arealbruksvirkemidler kan understøtte. På langt sikt, og når det er snakk om grunnleggende endringer, kan dette være annerledes.

I de seinere åra har vekselvirkningen mellom transport og arbeidsmarkedet kommet sterkere i fokus, spesielt i økonomisk teori om samspillet mellom transportavgifter og andre skatter. Det er åpenbart ønskelig med realistiske modeller som kan ta utgangspunkt i husholdningens forbruksbeslutning på lengre sikt, inkludert valg av bolig og bosted, arbeid og arbeidsplass, bilhold og bilbruk. En slik modell vil kunne brukes til å studere de større strukturelle tilpasningene knyttet til

gjennomgripende skatte- og avgiftsendringer, energi- og CO₂-politikk, og byvekst og overordnet bypolitikk. Det er mulig at modellen må forenkle transportsektoren vesentlig i forhold til de nettverksbaserte transportmodellene. Fridstrøm (1999) er et eksempel på en modell som har noen av disse egenskapene.

Det finns ikke noe norsk eksempel på en vellykket LUTI-modell, men det finns en viss norsk teoretisk kompetanse på området.

Et alternativ til LUTI-modellene er nå soneinndelte beregnbare generelle likevektsmodeller (SCGE-modeller). Ivanova (2003) har vist hvordan de kan utstyres med et realistisk transportnettverk og løses slik at brukerlikevekt oppnås i alle transportmarkeder, og prisligevekt i alle andre markeder. En fordel med denne typen modeller er at både markedene for personreiser og godstransport er med.

5 Alternative teorier

To hovedprinsipper preger utformingen av de fleste av modellene vi har vært innom, og særlig de mer moderne. Det ene er brukerlikevekt i transportmarkedene, og det andre er rasjonelle, nyttemaksimerende (eller profittmaksimerende) aktører. Forkaster man disse prinsippene, vil man som regel søke å studere transportproblemer uten hjelp av formelle modeller. Det finns imidlertid også modellbygging eller tilløp til modellbygging basert på andre prinsipper.

Teorien om konstant reisetid har vært brukt som prinsipp i en LUTI-modell (MARS). Denne teorien angir fysiologiske årsaker til at mennesket ikke vil velge å reise mer enn et gitt antall timer pr. dag, og mener å finne empirisk belegg for det i historien fra før den industrielle revolusjon til nå. Konsekvensen som trekkes av teorien er at spart reisetid vil bli brukt på å reise lengre eller oftere pr. dag, innenfor et fysiologisk gitt tidsbudsjett avsatt til reising. Raskere framkomstmidler vil altså medføre geografisk mer spredte aktiviteter (pendling, kjøpesentra, masseturisme) og større energibruk, men ikke lykkeligere mennesker.

Teorien står sterkt i tysktalende land. Jeg tviler på at den er empirisk holdbar.

Mogridge har gått inn for å *utvide bruksområdet til Wardrops andre prinsipp* til også å omfatte transportmiddelvalget. Med andre ord: transportmidlet som vil bli foretrukket, er det som gir kortest reisetid, normalt bil. Med framveksten av bilismen fylles vegene opp inntil det punkt hvor det går like sakte med bil som med kollektivtransport.⁷ Dette vil være en likevektstilstand (brukerlikevekt ikke bare i rutevalget, men også i valget mellom transportmidlene). Hvis man nå søker å forbedre framkommeligheten ved å bygge bedre veger, vil likevektspunktet forskyve seg slik at flere velger bil og færre kollektivtransport.

Hvis reisetida med kollektivtransport er uendret når passasjertallet går ned, vil den nye likevekts reisetida også være uendret, både på vegen og i kollektivtransporten.

⁷ "In conditions of suppressed demand on the road system, average road and rail speeds within central conurbations and to central conurbations from residences at a given distance will be equal." (Mogridge (1985) sitert fra Næss (1998).)

Ingenting er altså blitt bedre. Men det mest sannsynlige er at kollektivtilbudet må innskrenkes når passasjertallet går ned. Dermed vil kollektivreisetida faktisk gå opp når man tar hensyn til skjult ventetid og lengre gangtid til holdeplassene. Og dermed vil også vegene fylles ytterligere opp inntil bilreisetida tilsvarer den nye, lengre kollektivreisetida. Vegbygging gjør altså alt verre.⁸

I Norge har denne teorien tilhengere på NIBR.⁹ Man har også søkt å teste teorien til Mogridge på norske data (Næss 1998). Testen bekreftet ikke Mogridges teori, men bare en svakere teori om at forholdet mellom reisetidene med bil og kollektiv er av betydning for bil- og kollektivandelen. Dette vil man også finne i estimerte transportmodeller i form av positive krysselastisiteter, og utgjør ikke noe grunnlag for å forkaste teorien bak transportmodellene, tvert imot.

Det finnes sterke a priori argumenter mot Mogridges teori. De er: Folk har ulike valgalternativer, Ikke alle kan velge fritt mellom bil og kollektiv på samme måte som bilistene kan velge fritt mellom ruter. Folk bryr seg om, eller har nytte av, andre egenskaper ved transportmidlene enn reisetida eller reisekostnaden. Det gjelder komfort, behovet for å være aleine, muligheten til å kombinere reisa med andre aktiviteter, ulempen ved gangtid og ventetid m.v. Og folk har også svært ulik vurdering av disse faktorene. Begrepet om brukerlikevekt kan bare brukes når kostnadene er veldefinerte og kostnadsminimering er det eneste som styrer valget.

Hvis Mogridges teori hadde vært sann, ville vi kunne smelte sammen rutevalg og transportmiddelvalg i transportmodellene.

Litteratur

Beckmann, M., C.B. McGuire and C.B. Winsten (1956) *Studies in the Economics of Transportation*. Yale University Press, New Haven.

Boyce, D. (2004) Forecasting Travel on Congested Urban Transportation Networks: Review and Prospects for Network Equilibrium Models. Tristan V: The Fifth Triennial Symposium on Transportation Analysis.

Braess, D. (1968) Über ein Paradoxon der Verkehrsplanung. *Unternehmensforschung* **12**, 258-268.

Fridstrøm, L. (1999) *Econometric models of road use, accidents, and road investment decisions. Volume II*. TØI report 457/1999.

Ivanova, O. (2003) *The role of transport infrastructure in regional economic development*. Ph.D dissertation, Department of Economics, University of Oslo. TØI report 671/2003.

⁸ Vi har kalt dette teorien til Mogridge fordi han har fremmet den i den mest presise forma. Forløpere er Downs og Thomson.

⁹ Merknad innsatt mars 2012: Forskerne det er snakk om, arbeider nå ved TØI.

- Knight, F.H. (1924) Some fallacies in the interpretation of social cost. *Quarterly Journal of Economics* **38**, 582-606.
- McFadden, D. (1974) Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behaviour. In Zarembka, P. (ed.) *Frontiers in Econometrics*. Academic Press, New York.
- McFadden, D. (1978) Modelling the choice of residential location. In: Karlqvist, A. et al (eds.) *Spatial interaction theory and residential location*. North-Holland, Amsterdam.
- Mogridge, M.J.H. (1985) How to improve journey speeds in and to the centres of conurbations. Transport Studies Group Note, University College London.
- Næss, P. (1998) The wider roads, the more cars. Modal split and travel times by car and transit in two travel corridors of Greater Oslo. Paper presented to the Eighth Conference on Urban and Regional Research, Madrid, June 1998.
- Pigou, A.C. (1918) *The Economics of Welfare*. McMillan, New York.
- Wilson, A.G. (1967) A statistical theory of spatial distribution models. *Transportation Research* **1**, 253-269.
- Yang, H. and H.-J. Huang (1999) Principle of marginal cost pricing: How does it work in a general road network? *Transportation Research A* **32**(1), 45-54.

Samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren

Innhold

Samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren	24
En lang tradisjon	25
Metoden	26
Veiledere	27
Transportmodeller	27
Lønnsomhetskriterier	28
Ikke prissatte konsekvenser	28
Internasjonalt nivå	29
Forbedringspotensiale	29
Mernytte	31
Politikernes bruk av NKA	32
Kilder	32

Samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren

De færreste reiser gjennomføres for fornøynsens skyld. Reiser er snarere noe man blir nødt til å gjøre for å kunne gjennomføre andre og mer ønskelige aktiviteter, nemlig alle aktiviteter som ikke kan gjennomføres hjemmefra. Spart reisetid er derfor en gevinst for den enkelte, som da kan bruke tida på noe bedre. Det behøver ikke være arbeid, men kan godt være fritidsaktiviteter eller avkopling.

Beviset på at spart reisetid er en gevinst, er at folk er villige til å betale for det. Det opplever vi i praksis når folk velger en reisemåte som er raskere, men som koster mer. Vi ser det også i spørreundersøkelser som er utformet slik at de skal avsløre hva tidsbesparelsene er verdt for den enkelte.

Et grunnprinsipp i samfunnsøkonomiske analyser er at verdien for samfunnet av en forbedring er lik summen av det alle enkeltindividene er villige til å betale for den. Dette kaller vi den samlede betalingsvilligheten. Hvis den samlede betalingsvilligheten for en raskere veg eller et bedre jernbanetilbud er større enn hva det koster for samfunnet å framskaffe forbedringen, sier vi at forbedringen er samfunnsøkonomisk lønnsom.

Det kan reises innvendinger mot å bruke dette prinsippet til å bestemme om en skal gjennomføre et samferdselstiltak. Man kan hevde at prinsippet gagnar de med god inntekt, for de vil ha høyere betalingssevne, og dermed også betalingsvillighet. Det er også noen som hevder at spart reisetid bare vil bli brukt til å reise mer eller lengre, slik at resultatet til slutt bare blir en mer stressende hverdag for alle og et større energiforbruk.

Det er riktig at de med høy inntekt vil ha høyere betalingsvillighet. Men i det store og hele er det gjennomsnittlig betalingsvillighet som brukes i de samfunnsøkonomiske analysene, så den innvendingen holder ikke i praksis. Det analysene viser oss, er hvordan trafikanter flest i Norge i gjennomsnitt verdsetter tidsbesparelsene. Naturligvis står det enhver fritt å hevde at tida burde vært verdsatt høyere eller lavere enn det gjennomsnittet mener, men å ikke bry seg om hva den samfunnsøkonomiske analysen viser i det hele tatt, er faktisk å se bort fra hva folk flest i gjennomsnitt mener.

Noe av den sparte reisetida vil utvilsomt bli brukt til å reise mer. Det kommer av at noen av mulighetene til å bruke tida på nye aktiviteter, krever reising for å kunne virkeliggjøres. Hvis all denne reisinga på langt sikt har negative konsekvenser som den enkelte ikke har tatt hensyn til, er det klart at det som så ut som en forbedring, kan vise seg å være det motsatte. Det kan forhindres ved å innføre skatter og avgifter på transport som skal få den enkelte til å ta inn over seg de konsekvensene han påfører andre ved å reise, men det er ikke alltid det blir gjort.

Men bortsett fra muligheten for at feilaktige priser på tingene kan få den enkelte til å treffe beslutninger som skader andre, vil spart reisetid alltid være en samfunnsøkonomisk forbedring. De som reiser mer enn før, gjør det nemlig frivillig, og følgelig er den nye situasjonen en forbedring for dem. De hadde jo kunnet fortsette som før hvis de hadde villet. De som ikke bruker den sparte reisetida til å reise mer, har heller ikke fått det verre. Derfor antar vi at en

tidsbesparelse i transport har en økonomisk verdi, og vi bruker gjennomsnittlig betalingsvillighet som mål på denne verdien. Vi kunne naturligvis ha differensiert tidsverdien etter inntekt (høyinntektsgrupper vil ha høyere tidsverdi) eller etter geografisk område. Det ville gjenspeile betalingsvilligheten til de som opplever forbedringen på en mer nøyaktig måte. Men når tiltaket er finansiert over skattedelene, er det kanskje betalingsvilligheten til hele landets skattebetalere som teller? Hensynet til likebehandling av alle tiltak, uansett hvor de bygges, taler også for å bruke nasjonale verdier.

Andre ressursbesparelser, som sparte kjørekostnader og spart liv og helse ved færre ulykker og mindre forurensning, inngår på en tilsvarende måte i det samfunnsøkonomiske regnestykket. På kostnadssida i regnestykket kommer blant annet anleggskostnader og økte kostnader til drift og vedlikehold av infrastrukturen og kollektivtilbudet.

En lang tradisjon

Den første samfunnsøkonomiske analysen av et transporttiltak i Norge skal visstnok være fra 1848. Det dreide seg om å anlegge en ny, tidsmessig veg fra havna i Christiania og innover mot øst. Ved å unngå de bratte Ekebergkneikene ville vegen bli lengre, men de som kjørte varer til og fra havna kunne kjøre med tyngre lass enn før. En militær ingeniør beregnet at en trase med mindre stigning ville kunne spare så mye som 127,5 hester pr. dag (Hansen 1996).

Forløperen for Transportøkonomisk institutt, Transportøkonomisk utvalg, blei dannet i 1958 for å utrede hvordan man best kunne bygge ut vegnettet. De ga ut den første Kjørekostnadshåndboka i 1962. Den inneholdt formler og framgangsmåter for å beregne kjørekostnader og kjøretider for en foreslått ny veg, hensyn tatt til kurvatur, stigningsforhold osv. Hensikten var å finne traseen med den minste samfunnsøkonomiske kostnaden. Kjørekostnadshåndboka blei jevnlig revidert i mange år. Ansvaret blei overført fra TØI til vegvesenet i slutten av 80-åra.

Rundt 1990 utviklet Vegvesenet dataprogrammet EFFEKT, som beregnet den samfunnsøkonomiske nytten av vegprosjekter eller trasealternativer basert på en forutsetning om at trafikantenes reiseatferd var den samme med og uten tiltaket.¹ Sparte kjørekostnader, spart tid og redusert ulykkesrisiko inngikk i regnestykket sammen med anleggskostnader, drift og vedlikehold. Etter hvert kom også støy og utslipp til luft inn i beregningen. Enhetspriser og framgangsmåten ved beregningen av de ulike effektene blei samlet i veilederen Håndbok 140 Konsekvensanalyser, som er fortsettelsen av den gamle Kjørekostnadshåndboka.

Analyser av prosjekter i jernbanesektoren og i luftfarten kunne ikke basere seg på uendret reiseatferd. Tvert imot var det essensielt å kunne si noe om hvordan tiltaket påvirker etterspørselen. Når man åpner for at etterspørselen kan endre seg,

¹ Uendret reiseatferd betyr ikke at det ikke kan være en årlig vekst eller endring i etterspørselen. Men eventuelle endringer antas å skje uavhengig av prosjektet som skal analyseres.

er det ikke lenger mulig å finne lønnsomheten av et prosjekt ved å beregne hvor mye tid, kjørekostnader og ulykker som spares. Et tiltak kan jo føre til at folk øker antall besøk til steder lengre vekk. Det øker ressursbruken. Men siden folk gjør det frivillig, og framleis har muligheten til å beholde sin gamle reiseatferd om de vil, er nytten ved de lengre reisene større enn kostnadene ved ressursbruken.

Ved etterspørselsendringer holder det altså ikke bare å beregne kostnadsbesparelsene, vi må også beregne nytteøkningen. På dette grunnlaget bygde Jernbaneverket og det tidligere Luftfartsverket opp sin egen nyttekostnadsmetodikk i 90-årene. Kystverket etablerte sin egen metodikk, mer i tråd med vegvesenets EFFEKT. Jernbaneverkets og AVINORs metoder er gyldige når et tiltak grovt sett bare har virkninger for togtrafikken (flytrafikken), i motsetning til et transportmiddelovergripende tiltak, som har virkninger for flere transportmåter.

Med framveksten av nasjonale transportplaner i de siste årene oppsto et større behov for analyser som tok hensyn til at et tiltak kunne ha konsekvenser for etterspørselen på flere transportmåter. Under visse forutsetninger kan trafikantnyttens i transportmiddelovergripende analyser beregnes ved å addere trafikantnyttens i hvert av reisemarkedene. For øvrig er metoden for slike analyser beskrevet i Minken og Samstad (2005) og SVV (2006). En oppdatert sammenfatning finnes i Minken (2009).

Metoden

Den generelle metoden for samfunnsøkonomiske analyser i samferdselssektoren i Norge deler effektene inn i nytte og kostnader for fire ulike sektorer eller grupper:

- trafikantenes og godseierens tids- og pålitelighetsgevinster og monetære kostnader (kjørekostnader, billett-kostnader, bompengekostnader),
- overskuddet til kollektivselskapene og de andre selskapene i sektoren (for eksempel bompengeselskaper, parkeringsselskaper, private selskaper som bygger eller driver infrastruktur),
- budsjettvirkningene for det offentlige (kostnader vedrørende bygging og drift av infrastruktur, overføringer til og fra private selskaper i sektoren, budsjettvirkninger av endringer i inngangen av skatter og avgifter fra transportsektoren),
- ulykkeskostnader, støykostnader, kostnader ved utslipp av klimagasser og lokal luftforurensning.

Virkningene for det offentlige multipliseres med en skattefaktor (skyggepris på offentlige midler) som skal fange opp kostnadene i økonomien som helhet ved å finansiere offentlig virksomhet over skatteseddelen.

Ved til slutt å summere over de fire gruppene – trafikanter, selskaper, det offentlige og samfunnet for øvrig – elimineres overføringer som billetter, bompenger, skatter og avgifter. På grunn av trafikantenes og selskapenes tilpasninger og skattefaktoren for det offentlige vil det ikke være riktig å eliminere overføringer

før man har tatt hensyn til hvordan de påvirker atferden til trafikantene og selskapene og budsjettbalansen til det offentlige. Denne måten å føre nyttekostnadsregnestykket på kaller vi i Norge for bruttometoden.

De fleste tiltak vil ha nytte i flere år. Når nytten i ulike år skal sammenliknes og adderes, brukes en kalkulasjonsrente som består av to deler: en sikker rente på 2 prosent som er bestemt av Finansdepartementet, og en risikopremie som er høyere jo større systematisk usikkerhet som finns i prosjektet. Risikopremien i vanlige samferdselsprosjekter er fastlagt av Samferdselsdepartementet til 2,5 prosent. Til sammen blir det 4,5 prosent.

Metoden for nyttekostnadsberegninger i transportmiddelovergripende analyser er generell. Den sammenfaller med vegvesenets tradisjonelle metode i tilfelle vi kan se bort fra at trafikantene endrer atferd på grunn av tiltaket, og den sammenfaller med de andre etatenes metoder dersom tiltaket ikke har vesentlige virkninger utenfor vedkommende etats område.

Veiledere

Parallelt med metodeutviklingen i samferdselssektoren har Finansdepartementet utarbeidet generelle veiledere i samfunnsøkonomiske analyser helt siden 70-åra. Den nyeste versjonen er Finansdepartementet (2005a). Finansdepartementet har også fastsatt retningslinjer for kalkulasjonspriser og kalkulasjonsrente (Finansdepartementet 2005b).

Den såkalte Utredningsinstruksen (FAD 2007) pålegger de som skal utrede reformer og tiltak i departementer og underliggende etater å utarbeide samfunnsøkonomiske analyser i nødvendig utstrekning. Det er krav om samfunnsøkonomiske analyser for alle store prosjekter som kommer inn under kvalitetssikringsordningen KS1. Det samme gjelder alle samferdselstiltak som skal konsekvensutredes og alle prosjekter som skal inn i Nasjonal transportplan.

Metoden i samferdsel er i alt vesentlig i overensstemmelse med Finansdepartementets veileder og retningslinjer. Eventuelle avvik skyldes at samferdselsanalyser ofte er mer kompliserte enn det Finansdepartementet har tatt høyde for.

Transportmodeller

For å kunne forutsi hvilke etterspørselsendringer som et transporttiltak vil føre til, er det bygd opp et apparat av transportmodeller. For persontransport finnes en nasjonal modell for lange reiser og fem regionale modeller for korte reiser. De regionale modellene kan deles ytterligere opp i modeller for mindre områder. Når man legger inn forutsetninger om folketall, inntekt osv. svarende til det man antar om et bestemt framtidsår, samt koder inn det tiltaket som skal nytteberegnes, gir modellene årsdøgntrafikken eller virkedøgnstrafikken for alle reiser fra en sone i modellen til en annen i dette framtidsåret. På grunnlag av det kan årlig netto nytte av tiltaket beregnes.

Det arbeides nå med å etablere et sett av bytransportmodeller for de største byene ved å innføre timestrafikk i stedet for virkedøgnstrafikk i et høvelig utsnitt fra den regionale modellen. Det er nødvendig for å kunne gjengi bilkøer og ekstraavganger for kollektivtrafikken i rushtida. Vi vil da for eksempel kunne vurdere hva en riktig satt kjøpris bør være. Tidligere har denne typen modell bare eksistert i Oslo.

Det finnes også et modellsystem for godstransport. Det brukes til å vurdere hvordan tiltak påvirker transportmiddelvalg og rutevalg for godssendinger, og hvordan dette henger sammen med lagerhold. Det arbeides med å forbedre modellen som lager prognoser for varestrømmenes størrelse. Den gir input til modellen som fordeler varestrømmene på transportmåter og ruter.

De samfunnsøkonomiske analysene av tiltak som inngår i Nasjonal transportplan er i stor grad basert på resultatene fra person- og godstransportmodellene.

Lønnsomhetskriterier

Det viktigste målet på prosjektets samfunnsøkonomiske lønnsomhet er nåverdien. Dersom nåverdien av prosjektet er positiv, dvs. at nåverdien av netto nytte i hele analyseperioden er større enn nåverdien av kostnadene i anleggsperioden, så sier vi at prosjektet er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Dersom vi skal prioritere mellom prosjekter som alle helt eller delvis er finansiert over samferdselsbudsjettet, er det netto nytte per budsjettkrone (NNB) som er det relevante målet. Hvis vi prioriterer prosjektene etter NNB, får vi størst mulig nåverdi ut av det budsjettet vi har.

Den kalkulasjonsrenta som gir nåverdi av prosjektet lik null, kalles internrenta. Internrenta er et gyldig prioriteringskriterium hvis og bare hvis alle kostnader i prosjektet kommer før all nytte i tid. Andre kriterier som har vært i bruk, som tilbakebetalingstid eller første års avkastning, tar ikke all relevant informasjon i betraktning, og er derfor ikke generelt gyldige.

Ikke prissatte konsekvenser

Med planlegging av vegprosjekter etter Plan- og bygningsloven oppsto behovet for en systematisk behandling av effekter som ikke lar seg uttrykke i kroner og øre. Dette blei da tatt inn i etatens veileder i konsekvensanalyse, der analysen av de ikke prissatte konsekvensene utgjør en stadig større del. De øvrige etatene tillemper stort sett vegvesenets metodikk på området.

I nåværende utgave av Håndbok 140 (SVV 2006) er begrepet samfunnsøkonomiske analyser brukt om helheten av en nyttekostnadsanalyse (de prissatte konsekvensene), en analyse av de ikke-prissatte konsekvensene, og en samlet bedømmelse av både prissatte og ikke prissatte konsekvenser. I tråd med dette har håndboka en utvidet tolkning av begrepet samfunnsøkonomisk lønnsomhet: Et prosjekt er samfunnsøkonomisk lønnsomt om helheten av prissatte og ikke prissatte konsekvenser anses å være å positiv.

De ikke prissatte konsekvensene er inndelt i fem fagtemaer: landskapsbilde/-bybilde, nærmiljø og friluftsliv, naturmiljø, kulturmiljø og naturressurser. Konsekvenser innen hvert fagtema bedømmes etter hvor viktig det er å unngå skader på miljø eller ressurser av denne typen og hvor omfattende inngrep det er snakk om. Disse to sidene av saka – omfang og verdi – samles så til en skjønsmessig vurdering på en skala fra fire plusser til fire minuser for hvert område, hvoretter de ulike områdene innen hvert fagtema sammenfattes skjønsmessig på samme måte, og til slutt er det gitt visse retningslinjer for en samlet bedømmelse av prissatte og ikke prissatte konsekvenser.

Det er anledning til å utrede regionaløkonomiske virkninger som ikke er fanget opp i nyttekostnadsanalysen. Prosjektets bidrag til å oppnå lokale målsetninger kan også utredes. Men dette er ikke en del av den samfunnsøkonomiske analysen og skal som hovedregel ikke telle med for anbefalingen. Grunnen er at det ofte vil dreie seg om effekter som nuller seg ut hvis man ser på et større geografisk område. Eller det kan dreie seg om en dobbelttelling av trafikantnyttens – ringvirkningene er bare trafikantnyttens som er ”solgt videre”, dvs. overført til andre aktører gjennom økt etterspørsel i ulike markeder.

Internasjonalt nivå

Samfunnsøkonomiske analyser har lengre tradisjoner i samferdselssektoren enn i noen andre sektorer. Vi må også kunne si at Norge var like tidlig ute på dette området som våre naboland og andre land vi kan sammenlikne oss med. Med unntak av økonomiske analyser av trafikkisikkerhetstiltak har vi ikke vært internasjonalt ledende på området, men både når det gjelder transportmodeller og verdsettingsstudier har vi tidvis levert arbeid som ikke står tilbake for andre. Det gjelder ikke minst Verdsettingsstudien 2010 (Samstad m.fl. 2010).

Metoden som brukes i norske samfunnsøkonomiske analyser på transportområdet samsvarer på de fleste punkter med metodene i våre naboland og Storbritannia.

Forbedringspotensiale

Det er stor grad av enighet om at våre metoder kan forbedres på mange punkter, men ikke alltid om hvordan.

Nåværende analyseperiode er 25 år, mens infrastrukturens levetid stort sett er satt til 40 år. Vi bruker en restverdi på 15/40 av anleggskostnaden som en tilnærming til nyttevirkningene etter år 25. Men anleggskostnaden kan være en dårlig indikator på framtidig årlig nytte. Vi kan enten utvide analyseperioden eller innføre en restverdi som bygger på årlig netto nytte. Vi må uansett beregne behovet for vedlikehold og reinvesteringer på en bedre måte – og det er en utfordring.

Kalkulasjonsrenta består i dag av en risikofri rente og en risikopremie. Opplegget er fastlagt av Finansdepartementet, men Samferdselsdepartementet har ansvar for størrelsen på risikopremien. Mye har skjedd i verden siden den blei estimert, så det kan være grunn til å se på den på nytt. Dessuten er det aktuelt å vurdere hvor-

dan en skal få inn hensynet til de som skal leve med konsekvensene av beslutninger vi gjør i dag, kanskje flere hundre år fra nå.

Om vi visste hvordan framtidige generasjoner ville verdsette ting som miljøet, ulykkesrisiko og tidsbruk på reiser, og samtidig kunne spå om transportsystemet og transportteknologien i en fjern framtid, ville vi kanskje kunne ta hensyn til framtidige generasjoners ønsker og behov i dag. Hva kan vi egentlig vite om slike ting i dag? Det er et viktig spørsmål å prøve å svare på for at våre analyser skal bli best mulig i et bærekraftighetsperspektiv. Noe kan vi kanskje svare på ved å se bakover. Hvordan utvikler for eksempel betalingsvilligheten for tidsbesparelser seg når inntektsnivået i samfunnet øker?

Det finnes en type effekter som blir viktigere og viktigere ettersom samfunnet utvikler seg, men som vi ikke har inkludert i analysene på en god måte. Det er pålitelighet, forstått både som minst mulig variabilitet i reisetida for reiser som gjentas daglig og som minst mulige konsekvenser av driftsavbrudd, stengte veger, flom, skred, brann osv. Vi veit litt, men ikke nok, om hvordan det skal verdsettes, men vi veit svært lite om hvordan ulike virkemidler vil kunne forbedre påliteligheten. To stikkord er hvordan køer påvirker påliteligheten og hvordan vi skal verdsette redundans (reservekapasitet) i transportsystemet.

Infrastrukturprosjekter vil ofte påføre trafikantene ulemper i anleggsperioden, for eksempel i form av midlertidig stengning, nedsatt fart forbi anleggsstedet eller omkjøring. Disse brukerkostnadene, som kan være betydelige, tas dessverre sjelden med i analysene.

Vi kan trenge bedre teorier for verdien av spart tid for tjenestereiser og bedre faktiske kunnskaper om verdien av tid og pålitelighet for godstransport. Når det gjelder kollektivtilbudet (inkludert fly og tog) trenger vi modeller som kan fortelle oss hvordan kollektivselskapene vil endre det når de opplever bedre infrastruktur eller hardere konkurranse fra andre selskaper. Slike modeller av tilbudssida i kollektivsystemet bør kunne inngå i transportmodellsystemene på en konsistent måte. De bør også kunne gi bedre prognoser for overskuddet til alle kollektivselskaper som påvirkes av et tiltak.

Vi trenger videre bedre prognoser for framtidige kostnader for vedlikehold og rehabilitering av infrastrukturen, og hvordan disse kostnadene påvirkes av økte vedlikeholdsbudsjetter eller mer solide konstruksjoner.

Både nyttesida og kostnadssida i våre regnestykker er usikre. Vi trenger metoder for hvordan vi skal kvantifisere usikkerheten og retningslinjer for hvordan vi skal håndtere den. Når det gjelder anleggskostnadene, har vi stort sett det vi trenger, men praksis henger litt etter. Når det gjelder nyttesida står det dårligere til.

Reisevanedata blir stadig bedre, og metodene for å avdekke folks preferanser og estimere etterspørselsmodeller utvikler seg kontinuerlig. Forbedring av transportmodellene må derfor være et kontinuerlig arbeid. Vi har nevnt behovet for etterspørselsmodeller på timenivå. En annen utfordring er nettverksmodeller som finner likevekt når brukerne er av ulike typer, og følgelig har ulik tidsverdi, ulik køskapende egenskaper osv. Videre trenger vi bedre konsistens mellom

etterspørselssida og tilbudssida i modellene, og mellom transportmodellen og nytteberegningsmodulen. Endelig er det behov for modeller som kan vurdere transportmarkedene sammen med arbeidsmarkedet, boligmarkedet og arealbruken. Dette vil trolig være beregnbare geografisk oppdelte generelle likevektsmodeller med et realistisk transportnettverk.

Vi har nevnt at den samfunnsøkonomiske analysen avveier de prissatte konsekvensene (netto nytte slik den beregnes i nyttekostnadsanalysen) mot de ikke prissatte konsekvensene etter en metode som er utviklet i Håndbok 140. Det finns ikke en bestemt riktig måte å gjøre dette på, men teori på felter som 'social choice' og 'voting theory' kan i det minste fortelle oss hva slags prinsipper som blir ivaretatt og hva slags prinsipper som ikke blir ivaretatt ved ulike systematiske framgangsmåter. Det er verdt å se nærmere på, med sikte på å finne en metode med mer oversiktlige egenskaper enn den som brukes i dag.

Mernytte

I de seinere årene har det vært et økende trykk for å bruke mer penger på samferdsel, spesielt på bygging av ny infrastruktur som høyhastighetstog. Dette har reist spørsmål om ikke det finnes nyttevirksomheter av transport som helt er utelatt i dag. Eksempelvis kan billigere transport og kortere reisetid til arbeidet gi større arbeidsmarkedsområder, noe som kan gi effektivitetsgevinster og produktivitetsgevinster i næringslivet. Generelt kan bedre og hyppigere kontakt mellom folk gi positive effekter som ikke fanges opp i nåværende analyser. Lokale monopolbedrifter kan måtte senke prisene på grunn av økt konkurranse utenfra, men transportforbedringer gir også de samme bedriftene bedre muligheter til å konkurrere på nye markeder.

Noen av de utelatte effektene kan vi fange opp med bedre modeller. Derfor er forskning og modellutvikling en del av svaret på kravet om å inkludere mernytte. Men for øvrig kan det vises at dersom pris er lik samfunnsøkonomisk grensekostnad i alle deler av økonomien og transportmodellene våre er perfekte, vil effektene som man finner utenfor transportsektoren, bare være trafikantnyten i en ny form. Å ta det med som et tillegg til den vanlige nyttekostnadsanalysen er da dobbeltregning. Følgelig bør det første vilkåret for å inkludere mernytte at man kan påvise at effekten man vil ta med, er skapt av en konkret mistilpasning i økonomien. Det andre vilkåret er at det ikke er mulig å endre denne mistilpasningen på en enklere måte enn å bygge samferdselsinfrastruktur. Det tredje vilkåret er at man har data som viser hvordan effekten man vil ta med, endrer seg med det konkrete tiltaket som analyseres. Det er grunn til å tru at dette siste vilkåret krever ny forskning før mernytte kan inkluderes på en trygg måte.

En del henvisninger til den internasjonale akademiske litteraturen om mernytte av samferdselsprosjekter finnes i Minken (2011).

Politikernes bruk av NKA

Nyttekostnadsanalysen kan gi resultere i en anbefaling om hvorvidt et prosjekt bør gjennomføres eller ikke, men politikerne bestemmer på fritt grunnlag. Det er legitimt å legge vekt på andre hensyn enn samfunnsøkonomi eller tillegge virkninger en annen verdi enn den som er brukt i nyttekostnadsanalysen. Hensynet til distriktsutvikling og rettferdig fordeling mellom distrikter og regioner teller åpenbart mer enn samfunnsøkonomisk lønnsomhet i mange tilfeller.

På den andre sida må vi minne om at å prioritere de samfunnsøkonomisk beste prosjektene gir en virkelig gevinst – en gevinst folk vil være villig til å betale for å få, sjøl om den ikke alltid kan veksles om i klingende mynt.

Det finns en tendens til å mene at en hvilken som helst investering i samferdselsinfrastruktur vil gi vekst, velstand og utvikling, sjøl når prosjektet ikke har særlig stor nytte ifølge nyttekostnadsanalysen. Men i de fleste tilfellene vil et ulønnsomt prosjekt også ha små muligheter til å skape mernytte. Det er derfor liten grunn til å fravike prioritering etter nyttekostnadsbrøken med henvisning til prosjektets virkninger i økonomien utenfor samferdselssektoren.

Kilder

- Finansdepartementet (2005a) Veileder i samfunnsøkonomisk analyse.
- Finansdepartementet (2005b) Behandling av kalkulasjonsrente, risiko, kalkulasjonspriser og skattekostnad i samfunnsøkonomiske analyser. Rundskriv R-109/2005.
- Fornyings- og administrasjonsdepartementet (2007) Utredningsinstruksen med veileder i utredningsarbeid.
- Hansen, Stein (1996) Norges første nytte-kostnadsanalyse? Samferdsel nr. 10/1996, side 15.
- Minken, H. (2011) Merknader om mernytte. Arbeidsdokument ØL/2333/2011, TØI. (Inntatt i TØI-rapport 1198/2012)
- Minken, H. (2009) Rammeverk for nyttekostnadsanalyse og finansieringsanalyse. Arbeidsdokument ØL/2156/2009, TØI. (Inntatt i TØI-rapport 1198/2012)
- Minken, H og H Samstad (2005) Nytttekostnadsanalyser i transportsektoren: Rammeverk for beregningene, TØI-rapport 798/2005.
- Samstad, H, F Ramjerdi, K Veisten, S Navrud, K Magnussen, S Flügel, M Killi, AH Halse, R Elvik og O San Martin (2010) Den norske verdsettingsstudien – Sammendragsrapport. TØI-rapport 1053/2020.
- Statens vegvesen (2006) Konsekvensanalyser. Veileder. Håndbok 140.

Rammeverk for nyttekostnadsanalyse og finansieringsanalyse

Innhold

1 Innledning	34
2 Hovedelementene i det samfunnsøkonomiske regnestykket	34
2.1 Finansieringsforutsetninger	35
3 Elementene i trafikantnyttens, B^n	37
3.1 Provenyet av drivstoffavgiftene	40
3.2 Eksterne kostnader, E^n	41
4 Operatørnytte P og det offentlige nytte F	41
4.1 Kollektivselskapenes kostnader	41
4.2 Det offentlige kostnader	43
5 Det fullstendige samfunnsøkonomiske regnestykket	43
5.1 Årlig nytte i år n	43
Brukernytte	43
Nytte for det offentlige	45
Nytte for samfunnet for øvrig	45
5.2 Netto nytte	46
6 Finansieringsanalyse	46
7 Tidsverdien og kjørekostnadene over tid	46
8 Rammeverket for nyttekostnadsanalyse av utforskende beregninger	47
Litteraturliste	47

1 Innledning

Hensikten med dette arbeidsdokumentet er å gi et mest mulig riktig, men enkelt opplegg for nyttekostnadsanalyse og finansieringsanalyse på grunnlag av transportmodeller, enten de dreier seg om store modellsystemer eller enkelte stiliserte modeller. Opplegget kan programmeres opp eller brukes som grunnlag for håndregning.

2 Hovedelementene i det samfunnsøkonomiske regnestykket

Teksten i dette avsnittet er hentet fra Minken og Samstad (2005).

All nytte og alle kostnader tilfaller en av fire sektorer. De fire sektorene er brukerne (trafikanterne), produsentene (operatørene), det offentlige og samfunnet for øvrig. En liste over variablene som er brukt i dette avsnittet er gitt i boks 1. Vi kaller brukernytta B , produsentenes overskudd (operatørnytta) P , virkningen på offentlige budsjetter F og virkningene for samfunnet for øvrig E . Nytte og kostnader som tilfaller det offentlige multipliseres med $1 + S$, skattekostnaden. Årlig netto nytte i år n er:

$$V^n = B^n + P^n - (1 + S)F^n + E^n \quad (1)$$

Operatørnytte består av inntekt J minus kostnad C og minus private infrastrukturinvesteringer og andre private infrastrukturkostnader K . Tilskudd T minus overføringer til staten Y kommer i tillegg:

$$P^n = J^n - C^n - K^n + T^n - Y^n \quad (2)$$

Det offentlige finansieringsbehov (underskudd) består av offentlig kjøp av transporttjenester T , offentlige investeringer I og offentlige etaters driftskostnader D , minus overføringer fra bom- og parkeringsselskaper og andre inntektskilder, Y , og skatteinntekter, R :

$$F^n = -Y^n - R^n + T^n + I^n + D^n \quad (3)$$

Nytte for samfunnet for øvrig består av skatteinntekter U og skatteinntekter M pluss annen nytte A . Den sistnevnte kategorien er satt inn for å ha et sted å føre inn tilfeldige effekter og justeringer i programmet. Dessuten fører vi Z , skrapverdien av investeringene ved utløpet av perioden, her.

$$E^n = U^n + M^n + A^n + Z^n \quad (4)$$

Alle variable i likning (1) til (4) gjelder årlige verdier. For hver av disse variablene definerer vi nåverdien over alle $N+1$ år slik: La X være et hvilket som helst av variablene $A, B, C, D, E, F, I, J, K, M, P, R, T, U, V$, eller Y – med eller uten indeks n . For alle slike variable gjelder:

$$X = \sum_{n=0}^N (1+r)^{-n} X^n \quad (5)$$

der r er kalkulasjonsrenta. År 1 er "startåret", det første året med trafikk. Ofte vil et tiltak medføre en investeringskostnad som vi regner faller i år 0. Derfor har vi tatt med år 0. For Z gjelder:

$$Z = (1+r)^{-N} Z^N \quad (6)$$

Skattefaktoren S er alltid den samme og skal ikke neddiskonteres. Naturligvis har vi nå:

$$V = B + P - (1+S)F + E \quad (7)$$

$$P = J - C - K + T - Y \quad (8)$$

$$F = -Y - R + T + I + D \quad (9)$$

$$E = U + M + A + Z \quad (10)$$

Endringen i virkemiddelbruk fra situasjon 0 til situasjon 1 kalles *tiltaket*. Netto nåverdi av tiltaket, eller kort sagt nåverdien, er V . Netto nytte pr. budsjettkrone, eller kort sagt nyttekostnadsbrøken, er VF^{-1} . Da har vi forutsatt at det er F , dvs. alle in- og utbetalinger over offentlig sektor, som skal stå under brøkstreken (hvilket bl.a innebærer at momsinntektene på investering og drift kommer inn, slik at investering og drift faktisk blir uten moms under brøkstreken). Hvis det er *etatsbudsjettet* som er den begrensende faktoren, stiller det seg annerledes.

Kaller vi nåverdien NNV og nyttekostnadsbrøken NNB (netto nytte pr. budsjettkrone), har vi altså under disse forutsetningene:

$$\begin{aligned} NNV &= V \\ NNB &= VF^{-1} \end{aligned} \quad (11)$$

2.1 Finansieringsforutsetninger

Anta vi skal nytteberegne en bypakke. To ulike finansieringsforutsetninger må slå til dersom pakken skal kunne realiseres etter intensjonen. For det første må kollektivselskapene kunne oppnå overskudd etter tilskudd, og for det andre må investeringsprogrammet kunne realiseres med de midlene som blir til overs etter at denne forutsetningen er oppfylt. Flere forhold kan bidra til å rokke ved finansieringsforutsetningene: Investeringene kan bli dyrere enn planlagt, inntektene fra brukerbetalingen kan bli mindre enn planlagt, kollektivselskapenes kostnader kan bli høyere enn planlagt, eller statlige og kommunale bevilgninger kan utvikle seg annerledes enn planlagt.

Både i denne sammenhengen og i andre sammenhenger der brukerfinansiering er forutsatt som en del av tiltaket, er det naturlig å regne statlige og kommunale bevilgninger som en gitt størrelse. Det innebærer at underskuddet på offentlig budsjett maksimalt kan være et gitt beløp F_0 , altså $F \leq F_0$ eller $F - F_0 \leq 0$. La $F_B = F - F_0$ være underskuddet i bypakka eller det brukerfinansierte tiltaket etter at statlige og kommunale midler er motatt. Kravet om at brukerfinansieringen skal dekke de kostnadene ved tiltaket som ikke dekkes av offentlige midler, kan altså skrives $F_B \leq 0$.

Operatørselskapene er av fire slag: kollektivselskaper, bomselskaper, parkerings-selskaper og OPS-selskaper. Bruker vi henholdsvis fotskrift K , B , P og O for å betegne overskudd, inntekter og kostnader for hver av dem, har vi åpenbart at $P = P_K + P_B + P_P + P_O$. Kravet om at kollektivselskapet ikke skal gå med underskudd etter tilskudd skriver vi $P_K \geq 0$.

De to finansieringsforutsetningene vi har omtalt er altså:

$$F_B \leq 0, P_K \geq 0 \quad (12)$$

I et slikt kontosystem som vi bygger nyttekostnadsanalysen på her, vil det framgå av nytteberegningene om disse to forutsetningene er innfridd.

Nå er det klart at vi alltid kan gjøre $P_K \geq 0$ ved å øke overføringene fra det offentlige, T_K , tilstrekkelig. Vi står derfor overfor et valg: Skal vi behandle T_K som gitt eller som en variabel som kan brukes til å sikre overskudd for kollektivselskapene? På den ene sida er tilskudd til kollektivtrafikken et eget virkemiddel i bypakkene, med egne økonomiske rammer. På den andre sida er det enklest å forutsette at det planlagte kollektivtilbudet blir finansiert uansett, slik at vi ikke må gå ekstra planleggingsrunder med nedskjæring av kollektivtilbudet før vi kan si at $P_K \geq 0$ er oppfylt.

Vårt valg vil være å anta at $T_K - Y_K$ tilpasser seg slik at $P_K = 0$. Det betyr at kollektivtilbudet i praksis er det offentliges ansvar. Trolig kan vi også anta at bompengeselskapet og parkerings-selskapene kan regnes som en del av det offentlige. Vi eliminerer $T - Y$ fra (8) og (9). Videre skjønner vi at inntektene fra drivstoffavgifter m.m., R , ikke tilfaller prosjektet. Det gjør derimot inntektene R^+ fra en eventuell lokal drivstoffavgift.

Når det offentlige har ansvaret for kollektivtransporten, har vi ikke bruk for å skille mellom offentlige og private investeringer. Om det ikke finns noe OPS-selskap, kan vi altså sette $K = 0$. Den gjenværende finansieringsbetingelsen for bypakka eller det brukerfinansierte prosjektet kan da skrives:

$$F_B = (I + D - R^+) + (C - J) - F_0 \leq 0 \quad (13)$$

Likning (13) er intuitivt riktig: Kostnaden til investering og drift av veg- og kollektivsystemet må være mindre enn lokale avgifter, billettinntekter, bominntekter, (offentlige) parkeringsinntekter og statlige og kommunale tilskudd.

Resten av det offentlige har i dette tilfellet underskuddet $F_0 - R$. Det kan argumenteres for at det bare er denne delen av det offentliges budsjettsom skal belastes med skyggeprisen $(1 + S)$. Gitt at (13) er oppfylt, vil det jo bare være denne delen som påvirker skattelegingsbehovet. Hvis det er et akseptabelt argument, har det store konsekvenser for beregning av optimal bomavgift, som er svært følsom for skyggeprisen på offentlige midler.

3 Elementene i trafikantnytt, B^n

Et reisemarked er kjennetegnet ved et startsted, et bestemmelsessted, en reisemåte (bil, kollektivt), den perioden på dagen det reises i (rush, utenom rush), og reisehensikten. Av grunner som vi kommer tilbake til, vil vi ikke skille mellom reisehensikter på annen måte enn at vi regner med en annen miks av reisehensikter i rush enn utenom rush, og dermed ulike gjennomsnittlige tidsverdi i de to periodene. Indeksere vi startsted med i , bestemmelsessted med j , reisemåte med m , og periode på dagen med k , vil mengden av alle reisemarkeder W bestå av alle mulige vektorer $w = (i, j, m, k)$. Den generaliserte reisekostnaden i marked w , g_w , består av tre deler: kjørekostnaden p_w , tidskostnaden $\omega_k t_w$ og et direkte pengeutlegg b_w :

$$g_w = p_w + \omega_k t_w + b_w \quad (14)$$

I (14) er ω_k tidsverdien og t reisetida. For kollektive reisemarkeder vil p_w være null, og for bilreisemarkeder som ikke krysser noe bom snitt eller involverer parkeringskostnader vil b_w være null.

Vi skal merke oss tre viktige fakta om g_w i (14).

1. g_w representerer reisekostnadene etter at trafikanten har valgt rute, dersom hun er bilist, eller kollektivlinje, dersom hun er kollektivreisende. Vi forutsetter at trafikantene velger den ruta som gir minst g_w , gitt de framkommelighetsforhold som eksisterer når de andre trafikantene har valgt sine ruter og linjer. Vi forutsetter m.a.o. at det eksisterer en Nash-likevekt i transportsystemet – en såkalt brukerlikevekt.

Sjøl om g_w vil være entydig bestemt når trafikksystemet er i likevekt, vil ikke nødvendigvis oppdelingen på de tre delene være entydig. Når det er køer, kan nemlig likevekten innebære at det finnes mer enn en rute som har kostnadsminimal g_w . En av dem kan for eksempel være kort men langsom, mens den andre er lang men rask. Den resulterende tvetydigheten i (14) kan bare løses dersom vi splitter opp reisemarkedet på ruter som er i bruk og definerer (14) rutevis. La oss se bort fra det praktiske problemet med å finne alle ruter som er i bruk, og bare forutsette at indeksen w også skiller mellom ruter der hvor det finnes flere ruter i bruk i reisemarkedet (i, j, m, k) . Det er viktig for oss å beregne samfunnsøkonomisk lønnsomhet på en måte som gjør tvetydigheten i hvor dan g_w er sammensatt, minst mulig.

2. g_w vil kunne inneholde kostnader som trafikanten ikke bryr seg om når hun treffer sitt valg av bestemmelsessted og reisemåte. Typisk vil det gjelde slike deler av p_w som olje- og dekkkostnader, vedlikeholdskostnader og kapitalkostnader for kjøretøyet, osv. Ved beregning av brukernytte (trafikantnytte) er det oppløvede kostnader, altså kostnaden eksklusive de ”ikke opplevde” elementene, som er relevant. Budsjetter og ”ikke

opplevde" eller "ikke atferdsrelevante" kostnader vil bli å behandle på samme måte som eksterne kostnader i *nyttekostnadsanalysen*.¹

3. g_w vil på den andre siden inneholde elementer som er kostnader for trafikantene, men i nntekter for kollektivselskapene eller de to offentlige. Dette gjelder bom penger, parkeringsavgifter ut over den marginale kostnaden ved drift av parkeringsplassen, samt skattene i drivstoffprisen. Ved beregning av brukernytte (trafikanntytte) er det opplevde kostnader, altså kostnaden inklusive disse overføringene, som er relevant.

La nå x_w være antall reiser i reisemarked w , og la toppskrift 0 og 1 på variablene g_w og x_w betegne henholdsvis variabelen med og uten tiltaket som vi skal beregne brukernytten av. La oss samtidig midlertidig sløyfe toppskriften n for året beregningen gjelder. I henhold til trapesformelen er da brukernytten B :

$$\begin{aligned} B &= \frac{1}{2} \sum_{w \in W} (g_w^0 - g_w^1) (x_w^0 + x_w^1) \\ &= \sum_{w \in W} (g_w^0 - g_w^1) x_w^0 + \frac{1}{2} \sum_{w \in W} (g_w^0 - g_w^1) (x_w^1 - x_w^0) \\ &= \frac{1}{2} \sum_{w \in W} (g_w^0 + g_w^1) (x_w^1 - x_w^0) + \sum_{w \in W} (g_w^0 x_w^0 - g_w^1 x_w^1) \end{aligned} \quad (15)$$

De tre linjene i formel (15) er tre alternative måter å skrive trapesformelen på. Første linje i (15) representerer trapesformelen på normal form. Andre linje skiller mellom nytte for eksisterende trafikanter (første leddsum) og nytten av nyskapt og overført trafikk (andre leddsum). Med 'eksisterende trafikanter' mener vi de som ikke endrer atferd som følge av tiltaket, mens den nyskapt og overførte trafikken åpenbart er de som endrer atferd på grunn av tiltaket.

I den tredje linja i (15) er trapesformelen skrevet på en form som egner seg som utgangspunkt for korrigeringer for reelle kostnader som trafikantene likevel ikke har tatt hensyn til i sine beslutninger. Den siste leddsummen her er opplevde kostnader i førsituasjonen minus opplevde kostnader i situasjonen *med* tiltaket. Her er det altså bare å føye til kostnader i før- og ettersituasjonen som trafikantene ikke har tatt hensyn til, eller trekke fra opplevde kostnader som ikke er reelle ut fra et samfunnsøkonomisk synspunkt. Det er dette vi mener med korrigeringer i Minken og Samstad (2005).

Alle elementene i alle tre linjer, unntatt den siste leddsummen i tredje linje, involverer leddene r kostnader i den ene situasjonen skal multipliseres med volumer fra den andre situasjonen. Da er det umulig å beregne disse elementene bare ved å granske data om de to situasjonene hver for seg. Det er derimot mulig

¹ I Minken og Samstad (2005) er denne måten å behandle ikke opplevde kostnader på kalt korreksjoner. Både ikke opplevde kjørekostnader, eksterne kostnader, skatter og billettkostnader blir der betraktet som en form for korreksjoner av brukernytten.

At ikke atferdsrelevante kostnader kan behandles som eksterne kostnader i nyttekostnadsanalysen, betyr ikke at de skal behandles slik når optimale avgifter skal bestemmes. De vil jo ikke være påført andre enn den reisende sjøl.

når det gjelder den andre summen i tredje linje, som består av totale opplevde kostnader uten tiltaket minus totale opplevde kostnader med tiltaket.

Summen av totale opplevde kostnader i en situasjon er – med to unntak! – den samme enten vi summerer over reisemarkeder, ruter eller lenker i nettverket. Å summere over lenkene er overlegent det enkleste, forutsatt at vi ikke skiller mellom ulike reisemåter i den samme perioden på dagen. De to unntakene gjelder kostnader som knytter seg til reisemåte uansett hvilke lenker eller ruter som brukes, dvs. parkeringskostnader og kollektivbillett (i den grad den er uavhengig av hvilken linje en velger). Dermed blir det klart at brukernytten kan beregnes ved å legge sammen tre separate beregningsresultater:

1. Den første summen i tredje linje i (15), som kan beregnes ved å multiplisere en turmatrisedifferanse med en kostnadsmatrisedifferanse og ta summen av diagonalelementene,
2. De lenkebaserte kostnadene i den andre summen, og
3. Billett- og parkeringskostnadene, som kan beregnes på tilsvarende måte som den første summen i tredje linje i (15), men med andre data.

De direkte pengeutleggene, b_w i likning (14), består av bompenger, billett- og parkeringskostnad. Bompengene fanger vi opp ved en lenkebasert beregning. Parkeringskostnadene i sone j i periode k på dagen kaller vi b_{jmk} , der m er med fordi parkeringskostnader bare er aktuelt for bil. Billettprisen ved en reise fra i til j med reisemåte m på tidspunkt k kaller vi f_{wm} , der m er med fordi billetter bare er aktuelt ved kollektivreiser, og k er med fordi det kan være aktuelt å skille mellom kollektivprisen i rush og utenom rush.

Kall mengden av lenker i nettverket for reisemåte m for A_m^0 uten tiltaket og A_m^1 med tiltaket, og indeks lenkene i nettverket med a . Trafikkvolumet på lenke $a \in A_m$ i tidstrom k er v_{ak} , og transporttida på lenke $a \in A_m$ i tidstrom k er en funksjon av trafikkvolumet: $t_{ak} = t_a(v_{ak})$. De opplevde kjørekostnadene på lenke $a \in A_m$ er p_a . Bompengesatsen på lenke $a \in A_m$ er b_{ak} . Vi kan da beskrive den andre summen i tredje linje i (15) mer nøyaktig slik:

$$\begin{aligned}
& \sum_{w \in W} (g_w^0 x_w^0 - g_w^1 x_w^1) \\
&= \sum_{m,k} \omega_k \left(\sum_{a \in A_m^0} v_{ak}^0 t_a^0(v_{ak}^0) - \sum_{a \in A_m^1} v_{ak}^1 t_a^1(v_{ak}^1) \right) \\
&+ \sum_{m,k} \left(\sum_{a \in A_m^0} p_a^0 v_{ak}^0 - \sum_{a \in A_m^1} p_a^1 v_{ak}^1 \right) \\
&+ \sum_{m,k} \left(\sum_{a \in A_m^0} b_{ak}^0 v_{ak}^0 - \sum_{a \in A_m^1} b_{ak}^1 v_{ak}^1 \right) \\
&+ \sum_{w \in W} \delta_{jmk}^w (b_{jmk}^0 x_w^0 - b_{jmk}^1 x_w^1) \\
&+ \sum_{w \in W} (f_w^0 x_w^0 - f_w^1 x_w^1)
\end{aligned} \tag{16}$$

Andre linje i (16) er tidsbesparelsen ved tiltaket. Legg merke til at volume-delay-funksjonen t_a kan ha endret seg som følge av tiltaket. Tredje linje er kjørekostnadsbesparelsen. Fjerde linje er endringen i bompengekostnadene (= bompenginntekten for bomselskapet). Femte linje er parkeringskostnaden (hvorav en del er inntekt for parkeringsselskapet). Kroneckerdeltaket er 1 hvis jmk er en komponent i w , 0 ellers. Siste linje er billett-kostnaden, som naturligvis også er billettinntektene for kollektivselskapene.

Styrken ved å bruke den tredje linja som grunnlag for beregningene er at vi ved denne oppdelingen får ut de elementene som bare er overføringer, og som derfor må føres med motsatt fortegn andre steder i regnestykket, dvs. bompengbetalingen, billettbetalingen, parkeringsavgiftene og skatt på drivstoff.

En stor styrke ved opplegget i *andre* linje i (15) er at de enkelte delene av trafikantenes nytte kan analyseres. Vi ser at en endring i bompengene, for eksempel, kan de komponeres i tidsgevinsten for de som fortsatt velger å kjøre, minus bompengene, og minus nyttetapet for de som prisen avveger (dvs. den andre summen i andre linje i (15)).

Svakhetene med vår brukernytteberegning, uansett hvilken linje i (15) vi bruker, er at vi må operere med en gjennomsnittlig tidsverdi for hver av periodene på dagen, og kanskje at vi ikke tar høyde for at kjørekostnadene kan være en funksjon av trafikken på lenkene.

3.1 Provenyet av drivstoffavgiftene

Når det gjelder skatten, må vi da dele den samlede kjørekostnaden i en ressurskostnadsdel og en skattedel. Skattedelen tas til inntekt for det offentlige etter en korleksjon som skal ta hensyn til at når forbrukerne bruker mer drivstoff, slik at staten får større inntekt av avgifter og moms på drivstoff, må de også kjøpe mindre andre varer, slik at staten taper momsinntekter på andre varer.

La R være det offentlige inntekt av skatt og avgift på drivstoff i år n , q være drivstoffprisen i kroner pr. liter, z drivstoffeffektiviteten i kilometer pr. liter, og d det totale antall kjørte kilometer i år n . Drivstoffkostnadene i et alternativ er da dqz^{-1} . (Til sammenlikning: I tredje linje i (16) omfatter p_a^0 og p_a^1 implisitt literprisen multiplisert med lengden av lenke a i kilometer og delt på drivstoffeffektiviteten, og dermed er endringen fra nullalternativet som er beregnet.) Anta at literprisen q består av en ressurskostnad q_0 pluss en skattedel q_s , $q = q_0 + q_s$. Skattedelen av kjørekostnadene er da $dq_s z^{-1}$. La m være gjennomsnittsmoms på annet forbruk. Inntekten av skatt og avgift på drivstoff for det offentlige er da:

$$R = \frac{q_s - mq_0}{1+m} \cdot \frac{d}{z} \quad (17)$$

Denne formelen er lik formel (4.1) i Minken og Samstad (2005), men med litt annen notasjon og mer eksplisitt angivelse av antall liter forbrukt.

3.2 Eksterne kostnader, E''

Endelig vil de samlede kjørekostnadene gi et enkelt grunnlag for beregning av eksterne kostnader, dersom vi forenklet regner disse som en form for kilometer-avhengige kostnader. Det er bare å multiplisere kjørekostnadene med en faktor lik forholdet mellom vedkommende eksterne kostnad pr. kilometer og drivstoffkostnaden pr. kilometer. På denne måten behandler vi ulykkeskostnadene, støykostnadene, utslippskostnadene og kostnaden ved forbruket av ikke opplevde ressurser pr. kilometer, som olje og dekk, reparasjoner og service og kilometerdelen av bilenes kapitalkostnader.

4 Operatørnytte P og det offentlige nytte F

Vi har allerede dekket inntektssida for kollektivselskapene, parkeringsselskapene og bomselskapet (hhv. linje 6, 5 og 4 i (16), med motsatt fortegn). Til sammen utgjør de J . Vi har også behandlet R , inntektsprovenyet fra drivstoffavgiftene. Gjenstår $K + C$, dvs. kollektivselskapenes kostnader, bomselskapenes innkrevingskostnader og parkeringsselskapenes kostnader, i den grad det sistnevnte er nødvendig. Gjenstår også det offentlige investerings- og driftskostnader, I og D .

4.1 Kollektivselskapenes kostnader

Som når det gjelder overskuddet P , kan også operatørens kostnader C deles i kostnadene til kollektivselskapene, C_K , og kostnadene til henholdsvis bomselskapet, C_B , parkeringsselskapet, C_P , og eventuelt OPS-selskapene, C_O . Vi behandler her C_K .

Kollektivtilbudet er oppdelt i et antall kollektivlinjer. Vi antar at hver linje bruker rullende materiell og mannskap som er dedikert til denne linja. Driften på linja

består av r rundturer. Kollektivselskapets kostnader er summen av kostnadene på linjene (vi ser bort fra at felleskostnadene kan variere med tilbudet).

I Minken (2009), kapittel 2, er kostnadsfunksjonen for en linje utledet under enkle, men ikke urealistiske forutsetninger. Toperiodetilfellet er behandlet i kapittel 7 i samme dokument. Dette arbeidsdokumentet er lagt ved rapporten om samfunnsøkonomiske analyser i konsultasjonsutredningens vedlegg 5. Kollektivselskapets kostnader kan beregnes/programmeres med utgangspunkt i det dokumentet.

I henhold til Minken (2009) kan kostnaden pr. driftstime for en samling av N like kollektivlinjer skrives

$$C = C_1 + C_2 = \left[\left(\frac{r_0}{h} + w\ell_0 \right) + g_0s \right] N \frac{af}{s} + \left[\frac{r_1}{h} + g_1s \right] \varphi^{-1} \frac{m}{s} x \quad (18)$$

Her er a antall kilometer pr. rundtur, s gjennomsnittshastigheten pr. rundtur inklusive snutid og stopp, f frekvensen (avganger pr. time pr. linje), m gjennomsnittslengda pr. reise, x den samlede etterspørselen pr. time for alle N linjer, φ forholdstallet mellom gjennomsnittsbelegg og belegget over de mensesjonende snitt, h antall driftstimer pr. år, w timelønnskostnaden, og ℓ_0 mannskapsbehovet pr. buss/togsett. $r = r_0 + r_1c$ er kapitalkostnaden pr. år for en buss/et togsett, oppdelt i en kostnad r_0 for minste realistiske kapasitet pr. buss/togsett og et tillegg r_1 for hver kapasitetsenhet (passasjerplass) ut over det. Den tilsvarende oppdelingen av de kilometeravhengige kostnadene er $g = g_0 + g_1c$.

Kapasiteten pr. avgang, c , framkommer ikke direkte av formelen. Det gjør heller ikke materiellbehovet. Imidlertid er materiellbehovet (antall busser eller togsett i drift) lik afs^{-1} , de kilometeravhengige kostnadene pr. år $hafg$ og de tidsavhengige kostnadene pr. år $(r + hw\ell_0)afs^{-1}$. Utkjørt tid stans pr. år er haf . Dette er indikatorer som det kan være hensiktsmessig å rapportere i et dataprogram. Utkjørt tid stans og energidelen av de kilometeravhengige kostnadene gir også grunnlag for å beregne eksterne virkninger.

Når tilbudet varierer over døgnet, kan vi under visse vilkår beregne de årlige kostnadene separat for hver type av driftstime. Anta for eksempel at det er h_H driftstimer pr. år, fordelt med h_H høybelastningstimer og h_L lavbelastningstimer. Frekvensen, målt i antall avganger pr. time, er f_H i høybelastningsperioden og f_L i lavbelastningsperioden. Vi kan skille mellom tre tilfeller, alle behandlet i Minken (2009). Det første er når det finnes et grunntilbud som går hele driftsdøgnet, pluss ekstraavganger i rush. Det andre er når det er samme trekkenhet som brukes hele tida, men kapasiteten kan tilpasses ved at vogner koples av og på. Det tredje er når kapasiteten pr. avgang er lik både i høy- og lavbelastningsperioden. Tilfellene der man ikke kan beregne kostnadene i de to periodene separat, knytter seg til grunntilbud pluss ekstraavganger dersom en bestemt betingelse er bindende i optimum, og til situasjonen med samme kapasitet pr. avgang hele tida, dersom en annen betingelse er bindende.

Det er viktig at kapitalkostnader for rullende materiell bare, eller i det alt vesentlige, påløper i høybelastningsperioden, ettersom høybelastningsperioden er den som bestemmer kapasitetsbehovet. Det er også viktig at klargjøringskostnaden,

som påløper en gang pr. dag, utelukkende legges til kapitalkostnaden i den mest belastede perioden, ellers oppstår dobbeltføring. Når det gjelder vedlikeholdet, fordeles kostnadene til det på kilometeravhengige og tidsavhengige kostnader. De kilometeravhengige vedlikeholdskostnadene er et tillegg til energikostnadene, som i Minken (2009) er beregnet med variabelen g . De tidsavhengige vedlikeholdskostnadene regnes som et tillegg til kapitalkostnadene, og påløper derfor i høybelastningsperioden.

Samlede kostnader for kollektivtransporten, C_K , framkommer ved å summere over alle linjer og driftsperioder. Hvis \mathbf{c} er en vektor med kapasitetene pr avgang i hver periode på hver linje og \mathbf{f}_H og \mathbf{f}_L er tilsvarende vektorer for frekvensene (men her oppdelt i høy- og lavtrafikkperioder), kan vi forenklet skrive $C_K = C_K(\mathbf{c}, \mathbf{f}_H, \mathbf{f}_L)$.

For hver enkelt kollektivlinje eller samling av likartede linjer kan det være av interesse å kontrollere at tilbudet i den mest belastede timen ikke er for lite til å dekke etterspørselen. Dersom det skal unngås, må følgende ulikhet gjelde:

$$\varphi c f \geq \frac{m}{a} \frac{x}{N} \quad (19)$$

At (19) er oppfylt med likhet er et vilkår for effektiv tjenesteproduksjon. Vi skal ikke kjøre rundt med overflødig kapasitet. For å bruke (19) til kontroll må man ha et uavhengig anslag på kapasiteten pr. avgang, c . Formel (18) kan ikke brukes til kontroll, for den bygger på at (19) er oppfylt med likhet.

Likning (18) er likevel brukbar uansett om kollektivselskapet har tilpasset frekvens og flatedekning optimalt eller ikke. De etterfølgende kapitlene i Minken (2009) gir formler som kan brukes til å beregne kostnadene når selskapet tilpasser seg optimalt, eventuelt under bibetingelser og restriksjoner.

4.2 Det offentliges kostnader

Investeringskostnaden I er gitt i og med beskrivelsen av tiltaket. Verre da med vedlikeholdskostnadene D , men i mangel av en egen modell til å beregne dem, vil vi akseptere anslag som gjøres i EFFEKT e.l.

5 Det fullstendige samfunnsøkonomiske regnestykket

5.1 Årlig nytte i år n

Vi husker at årlig nytte i år n er V^n :

$$V^n = B^n + P^n - (1 + S)F^n + E^n \quad (20)$$

Brukernytte

La antall timer i året av type k være h_k . Brukernytten, basert på tredje linje i likning (15), er da:

$$B^n = \sum_i \sum_k h_k B_{ik}^n$$

der

$$B_{1k}^n = \frac{1}{2} \sum_{ijm} (g_{ijmk}^{n0} + g_{ijmk}^{n1}) (x_{ijmk}^{n1} - x_{ijmk}^{n0})$$

$$B_{2k}^n = \sum_{ijm} (b_{jmk}^{n0} x_{ijmk}^{n0} - b_{jmk}^{n1} x_{ijmk}^{n1})$$

$$B_{3k}^n = \sum_{ijm} (f_{ijmk}^{n0} x_{ijmk}^{n0} - f_{ijmk}^{n1} x_{ijmk}^{n1})$$

$$B_{4k}^n = \sum_m \omega_k^n \left(\sum_{a \in A_m^{n0}} v_{ak}^{n0} t_a^{n0} (v_{ak}^{n0}) - \sum_{a \in A_m^{n1}} v_{ak}^{n1} t_a^{n1} (v_{ak}^{n1}) \right)$$

$$B_{5k}^n = \sum_m \left(\sum_{a \in A_m^{n0}} p_a^{n0} v_{ak}^{n0} - \sum_{a \in A_m^{n1}} p_a^{n1} v_{ak}^{n1} \right)$$

$$B_{6k}^n = \sum_m \left(\sum_{a \in A_m^{n0}} b_{ak}^{n0} v_{ak}^{n0} - \sum_{a \in A_m^{n1}} b_{ak}^{n1} v_{ak}^{n1} \right) \quad (21)$$

I (21) er B_1 det eneste elementet som trenger en matrise med realiserte generaliserte kostnader etter rutevalget som input. B_2 er parkeringskostnader og B_3 er billett-kostnader (differansen mellom totale utlegg før og etter tiltaket). Disse to elementene er også basert på matriser. B_4 er tidskostnader, B_5 er kjørekostnader og B_6 er bompengebetaling (også dette differansen mellom før og etter). Disse elementene er basert på lenkedata.

Det er hensiktsmessig for å kunne beregne inntektene for operatørselskapene og skatteinntektene for det offentlige at en kan rapportere de seks elementene hver for seg i tillegg til summen av dem, som jo er trafikantnytt. På den måten trengs det ikke noen egen kollektivnyttmodul, bortsett fra til kollektivselskapets kostnader.

Samtidig er det også av og til nyttig å beregne brukernytten på grunnlag av *andre* linje i likning (15). I det tilfellet er det den andre leddsummen (trekanten i trapeset) som krever en matriseberegning, mens den første leddsummen (nyttene for eksisterende trafikken) i prinsippet kan beregnes lenkebasert. Ved å bygge på andre linje kan en dekomponere den første leddsummen i sparte tid, sparte kjørekostnader og sparte bomavgifter. Andre leddsum representerer nytten eller nytte-tapet til dem som velger å endre atferd. Ved analyse av køprising kan en slik inndeling i fire komponenter – tid, kjørekostnad, bomavgift/billett og tap for de som endrer atferd – være spesielt opplysende, som vi st i Eliasson og Mattson (2006).

Hvis en gjør beregningen også av den første leddsummen i andre linje på grunnlag av tur- og kostnadsmatriser, vil en kunne gjøre enkle analyser av den geografiske fordelingsvirkningen av et tiltak. Vi anbefaler altså at både den andre og den tredje linja i (15) programmeres, og at programmering av den andre linja baseres helt ut på matriser.

Nytte for det offentlige

I tråd med avsnitt 3.1 og likning (13) inkluderer vi operatørnyttens under det offentliges nytte. Operatørnyttens er summen av nytten for kollektivselskapet, bomselskapet og parkeringsselskapet (vi regner med ett selskap av hver type):

$$P^n = J^n - C^n = P_K^n + P_B^n + P_P^n \quad (22)$$

Anta det er Q kollektivlinjer indeksert med s . *Kollektivselskapets* nytte er

$$P_K^n = -\sum_k h_k B_{3k}^n - C_K^n(\mathbf{c}, \mathbf{f}_H, \mathbf{f}_L) \quad (23)$$

der B_{3k}^n er fra (21) og $C_K^n(\mathbf{c}, \mathbf{f}_H, \mathbf{f}_L)$ er beskrevet i avsnitt 5.1. I tillegg til denne kostnaden ved å drive kollektivsystemet, kan det beregnes et påslag pr. år for reserver av rullende materiell. Størrelsen på reservene av en spesiell type materiell avhenger av hvor mange kjøretøy (busser, togsett) av denne typen som totalt er i bruk i systemet, se Minken og Samstad (2005).

Bomselskapets nytte er

$$P_B^n = -\sum_k h_k B_{6k}^n - C_B^n \quad (24)$$

der B_{6k}^n er fra (21) og C_B^n avhenger av antall bomplasseringer og antall filer med bompengeneinnkreving, pluss sjølsagt av innkrevningsteknologien.

Parkeringselskapets nytte er

$$P_P^n = -\sum_k h_k B_{2k}^n - C_P^n \quad (25)$$

der B_{2k}^n er fra (21) og C_P^n avhenger av antall parkeringsplasser i hver sone. Parkeringsplassene i sonene kan ha ulik driftskostnad.

Likning (22) til (25) er beregninger som gjøres for den enkelte kjøring av transportmodellen, og er altså ikke *differansen* mellom tiltaksalternativet og nullalternativet, slik som likning (21). Ved den endelige nytteberegningen av F^n må kostnaden i nullalternativet (toppskrift 0) trekkes fra kostnaden i tiltaksalternativet (toppskrift 1). I tråd med (13), der K settes lik 0, har vi da

$$F^n = \left[(I^{n1} + D^{n1} - R^{n1}) - P^{n1} \right] - \left[(I^{n0} + D^{n0} - R^{n0}) - P^{n0} \right] \quad (26)$$

der I^n og D^n er input til beregningene, og R^n følger av likning (17), der parametrene p_s, p_o, m og s kan være spesifikke for år n , og kanskje til og med for tiltaket, og det totale antall utkjørte kilometer, d , er en indikator som må tas ut av transportmodellkjøringen.

Nytte for samfunnet for øvrig

I likhet med skatten R vil de eksterne kostnadene være proporsjonale med utkjørte kilometer d i alternativet, skal vi anta. Proporsjonalitetsfaktoren e er summen av ikke opplevde kjørekostnader pr. kilometer, ulykkeskostnaden pr. kilometer, støykostnaden pr. kilometer og utslippskostnaden pr. kilometer, og er input til

beregningene. e vil utvikle seg med teknologien og er derfor spesifikk for det enkelte år. Vi ignorerer annen nytte A , men føyer til restverdien Z , som bare er aktuell i det siste året. Det markerer vi med et delta som er 1 hvis n er det siste året, null ellers. Vi har:

$$E^n = E^{n1} - E^{n0} = e^{n1}d^{n1} - e^{n0}d^{n0} + \delta Z^n \quad (27)$$

5.2 Netto nytte

Hvis vi nå hadde beregninger for hvert år i analyseperioden, ville likning (5) og (6) vært tilstrekkelig til å beregne netto nytte over hele perioden. I praksis har vi bare beregninger for ett, to eller i høyden tre år, og må interpolere. Ved interpolasjonen er det aktuelt å ta hensyn til utviklingen i befolkningsmengde, inntekt, teknologi og utenfra gitt nasjonal skatte- og avgiftspolitik på en forenklet måte. Det lar seg ikke gi noen fast regel for dette – beregningsprogrammet må gi åpning for å definere hvordan de beregnede årene skal regnes sammen.

6 Finansieringsanalyse

Beregningsprogrammet må kunne presentere beregningen av F , dvs. summen av årlige neddiskonterte ”likning (26)”-resultater, som en separat indikator. Vi legger til grunn at det offentlige kan låne og plassere midler i et perfekt kapitalmarked til rente 4.5 %. Tiltaket er da finansiert hvis og bare hvis $F_B \leq 0$.

7 Tidsverdien og kjørekostnadene over tid

Vi veit at tidsverdien vokser med inntekten. Alle anslag tilsier at tidsverdien er en funksjon $\omega_k = \omega_k(y)$ av gjennomsnittsinntekten i husholdene, og at elasticiteten av tidsverdien med hensyn på y er mellom $\frac{1}{2}$ og 1. Vi antar forsøksvis at elasticiteten er $\frac{2}{3}$.

Det betyr at i om noen år vil tidsverdien ha vokst i henhold til denne formelen. Å se bort fra det vil bety å bryte med Finansdepartementets veileder i samfunnsøkonomiske analyser, som sier at det er forventningsverdier som skal anvendes.

På samme måte vil kjørekostnadene utvikle seg fra periode til periode. Det er ikke husholdningsinntektene som driver dette, men kjøretøyt teknologien og avgiftene. Hvis antall kilometer per liter drivstoff øker, reduseres p_w tilsvarende. Hvis derimot bensin- og diesellavgifter øker, eller produksjonskostnaden øker, vil p_w øke. Samstad m.fl. (2005) gir grunnlag for å framskrive drivstoffeffektiviteten, men drivstoffkostnaden pr. liter må anslås på annet vis.

8 Rammeverket for nyttekostnadsanalyse av utforskende beregninger

Utforskende beregninger benytter seg bare av modellkjøringer for et enkelt år. Det vi da trenger, er bare avsnitt 6.1 pluss en regel for hvordan investeringen I^n og restverdien Z^n skal føres. Setter vi $Z^n = 0$ og regner investeringens levetid til 40 år, kan vi bruke annuiteten over 40 år av investeringskostnaden I i alternativet som vårt anslag på I^n . Vi har:

$$I^n = I \frac{r}{1 - (1 + r)^{-40}} \quad (28)$$

Med $r = 0.045$ er I^n lik $0.054 * I$.

Litteraturliste

- Eliasson, J. and L.-G. Mattsson (2006) Equity effects of congestion pricing. Quantitative methodology and a case study for Stockholm. *Transportation Research A* **40**, 602-620.
- Minken, H. (2009) Kollektivselskapets kostnader, optimalt kollektivtilbud og verdien av forbedringer. Arbeidsdokument ØL/2157/2009, TØI.
- Minken, H. og H. Samstad (2005) Nyttekostnadsanalyser i samferdselssektoren: Rammeverk for beregningene. TØI-rapport 798/2005.
- Samstad, H., M. Killi og R. Hagman (2005) Nyttekostnadsanalyse i samferdselssektoren: Parametre, enhetspriser og indekser. TØI-rapport 797/2005.

Kalkulasjonsrenta

Innhold

Kalkulasjonsrenta	50
Hva skal nedprioriteres?	50
Hensynet til framtidige generasjoner	51
Sammenlikning med andre land	52
Litteratur	53

Kalkulasjonsrenta

Kalkulasjonsrenta i samferdselssektoren er fastsatt av Samferdselsdepartementet i tråd med retningslinjer fra Finansdepartementet. Den består for tida av en risikofri rente på 2 prosent pluss et risikotillegg på 2,5 prosent, og er altså nå 4,5 prosent (realrente). Den risikofri renta er felles for alle offentlige prosjekter og fastlegges av Finansdepartementet, mens risikotillegget varierer med innslaget av såkalt systematisk risiko i prosjektet, dvs. hvor konjunkturfølsomt prosjektet er. Et prosjekt der avkastningen (dvs. årlig netto nytte) er omtrent den samme uansett hvordan det går i resten av økonomien, skal ha Finansdepartementets minstesats for risikotillegget, 2 prosent. Satsen 2,5 prosent viser altså at samferdselsprosjekter har en årlig netto nytte som varierer moderat med konjunktorene. Det stemmer ganske godt med erfaringene med trafikktutviklingen under finanskrisa.

Den grunnleggende tankegangen bak disse bestemmelsene er at avkastningskravet til et offentlig prosjekt bør være det samme som et prosjekt med tilsvarende risiko i det private. Hvis avkastningen i det offentlige var lavere, ville samfunnet kunne tjene på å redusere offentlige investeringer til fordel for private, og hvis avkastningen i det offentlige var høyere, ville samfunnet tjene på å øke offentlige investeringer på bekostning av private. Hvis vi bruker samme avkastningskrav og iverksetter de prosjektene som da er lønnsomme, men ikke de ulønnsomme, vil vi få den samfunnsøkonomisk optimale fordelingen av investeringene mellom de to sektorene. Det er teorien.

I dag er det altså kalkulasjonsrenta bygd på disse prinsippene, og på empiriske undersøkelser av avkastningen i det private og hvordan den varierer med risikoen. Men mange mener kalkulasjonsrenta er for høy, og at det er en hovedårsak til at mange samferdselsprosjekter blir beregnet å være samfunnsøkonomisk ulønnsomme. Det blir brukt som et argument for å se bort fra disse beregningene og gjennomføre prosjektene uansett, eller alternativt å sørge for å gjøre kalkulasjonsrenta så lav at de prosjektene man vil gjennomføre, framstår som lønnsomme.

Lavere kalkulasjonsrente var et rimelig krav for noen år sida, da kalkulasjonsrenta i samferdsel var mellom 6 og 10 prosent for ulike typer prosjekter. Men vi vil argumentere for at det ikke finns noen fornuftig grunn for et slikt krav i dag.

Hva skal nedprioriteres?

Uansett hva kalkulasjonsrenta er, vil prioriteringen mellom investeringsprosjekter med noenlunde den samme levetida bli omtrent den samme. Det kalkulasjonsrenta gjør, er ikke å stokke om på prioriteringene, men å bestemme hvor streken mellom lønnsomme og ulønnsomme prosjekter skal gå. Om vi setter kalkulasjonsrenta ned, må det derfor være ut fra et ønske om å øke investeringsnivået i det offentlige. Men reint logisk kan det bare skje ved å prioritere *ned* ett av følgende områder:

- Finansiell sparing i landet som helhet

- Investering og forbruk i privat sektor
- Offentlig forbruk
- Offentlig vedlikeholdsinnsats

Hvilket av disse områdene vil man prioritere ned? Mange vil vel svare finansiell sparing, men andre vil peke på behovet for fondsoppbygging for å møte pensjonsforpliktelsene som eldrebølgen medfører. Mange kan også tenke seg å redusere det private forbruket, men vil det skje? Vi vil argumentere for at behovene i offentlig sektor, ikke minst på vedlikeholdsområdet, ikke tilsier at vi øker samferdselsinvesteringene mer enn det er grunnlag for i en fornuftig satt kalkulasjonsrente. Uansett vil det være dumt å slippe gjennom en mengde tvilsomme offentlige prosjekter dersom det innebærer at samfunnsøkonomisk mer lønnsomme private investeringer må droppes.

Nå er det ikke helt sant at det ikke finns andre valgmuligheter. Investeringsprosjekter i samferdsel prioriteres i dag i svært liten grad etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet. En god del ulønnsomme prosjekter kan forsvares på andre kriterier, som å sikre alle et minstilbud av transportmuligheter og transporttjenester. Men det finns likevel store muligheter til å gi rom for samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter ved å prioritere vekk ulønnsomme, og det kan gjøres helt uten å røre kalkulasjonsrenta.

Når politikerne vil diskutere kalkulasjonsrenta, men ikke har vilje eller evne til å prioritere vekk noe i stedet for prosjektene de vil ha inn ved hjelp av redusert kalkulasjonsrente, lurer de seg sjøl, men ikke *bare* seg sjøl. De lurer oss alle.

Hensynet til framtidige generasjoner

Jo høyere kalkulasjonsrenta er, jo mindre vekt vil nytte og kostnader i framtida ha i det samfunnsøkonomiske regnestykket, og jo kortere fram i tid vil det være før nytte og kostnader fra da av spiller en helt neglisjerbar rolle i regnestykket. På områder hvor det er fare for at vår politikk i dag kan påføre kommende generasjoner ubotelig skade, blir derfor en høy kalkulasjonsrente (ja, i verste fall også en lav!) etisk uforsvarlig. Det gjelder særlig uttømming av naturressurser og ødelegging av miljøet. Det kan også gjelde andre spørsmål der vår politikk i dag innskrenker kommende generasjoners valgmuligheter. Vi må derfor spørre oss om det å utsette eller unnlate å gjennomføre samferdselsinvesteringer i dag, kan ha slike virkninger.

Når det gjelder klima, veit vi at de vanlige typene av infrastrukturinvesteringer stort sett er lite treffsikre og svakt virkende virkemidler for å redusere utslippet av klimagasser. Man kan diskutere om det er et lite netto pluss eller minus, men i forhold til prisvirkemidler, restriksjoner og teknologiske framsteg er ny infrastruktur nesten uten betydning. På den andre sida kan slike prosjekter innebære irreversible naturinngrep som kommende generasjoner vil kunne beklage mer enn det vi gjør i dag, når det ennå finns mye urørt natur igjen. Når det gjelder framtidige generasjoners transportmuligheter, behøver vi ikke nødvendigvis løse

det problemet i dag. Det er rimelig å anta at framtidige generasjoner vil ha større økonomisk evne til å realisere store prosjekter, og se andre teknologiske muligheter enn de vi er stilt overfor nå. Alt i alt er det kanskje ikke så stor grunn til å endre kalkulasjonsrenta (som er en parameter som påvirker *alle* prosjekter) av hensyn til våre barnebarn, sjøl om vi bør ta slike hensyn i *enkelte* prosjekter.

Om man er enig i det, finns det et par aktuelle framgangsmåter. Den ene er såkalt hyperbolsk kalkulasjonsrente, som innebærer større vekt på fjerne framtidår. Den andre er å føye til et nytt, udiskontert ledd i det samfunnsøkonomiske regnestykket, som skal representere årlig netto nytte i et fjernt framtidår, dersom prosjektet antas å ha virkninger så langt fram i tid (se Chichilnisky 1996, Minken m.fl. 2003). Ingen av framgangsmåtene behøver nødvendigvis å innebære en lavere kalkulasjonsrente for de virkningene som kommer innafor en normal tidshorisont.

Sammenlikning med andre land

Storbritannia og de skandinaviske landene er nok blant dem som har de lengste og sterkeste tradisjonene for samfunnsøkonomiske analyser i samferdselssektoren. Det er verdt å se på hva de gjør med kalkulasjonsrenta der. Økland (2009a og b) har gjort det. Tilsynelatende er det Storbritannia som har den laveste satsen, med 3,5 prosent inntil 30 år og 3 prosent deretter (en tilnærming til hyperbolsk rente). Men de har også en regel om at prosjekter minst må ha nyttekostnadsbrøk 1,5 for å komme i betraktning, og 2 for å være på den sikre sida. Økland merker seg det, men trekker ikke konsekvensen av det. For prosjekter med omtrent samme levetid kan nemlig investeringskriteriet $NNK > 1,5$ og renta på 3,5 og 3 prosent direkte oversettes til en rentesats ved investeringskriteriet $NNK > 1$. Det viser seg da at de britiske reglene tilsvarer en rente rundt 6 prosent for prosjekter med levetid 40-60 år og 7 prosent og mer for prosjekter med levetid 30 år og mindre. Kalkulasjonsrenta i Sverige er 4 prosent og i Danmark 5 prosent (endret fra 6 prosent i 2009). Norge ligger altså på en skandinavisk middelverdi.

I europeisk sammenheng er det HEATCO (2006) og EC (2008) som er de mest innflytelsesrike standardene for samfunnsøkonomisk analyse i samferdsel. HEATCO anbefaler 3 prosent og EC 5 prosent som en passende kalkulasjonsrente. Frankrike bruker 8 prosent. De landene som ligger på 3-tallet har i regelen en nokså annerledes tradisjon for prosjektvurdering enn den vi har i Norge.

Alt i alt mener vi at den norske kalkulasjonsrenta har en rimelig solid begrunnelse, og at argumentene for en lavere rente ikke er tungtveiende. Det betyr ikke at man ikke med jevne mellomrom bør vurdere spørsmålet på nytt, for både den risikofrie renta og risikovurderingene i det private markedet endrer seg over tid.

Litteratur

- Chichilnisky, G. (1996) An axiomatic approach to sustainable development. *Social Choice and Welfare* **13**(2), 231-257.
- EC Regional Policy (2008) Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects.
http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/cost/guide2008_en.pdf
- HEATCO (2006), Proposal for Harmonised Guidelines. HEATCO Deliverable 5, 2:nd revision, February 2006. <http://www.heatco.ier.unistuttgart.de>.
- Minken, H., D. Jonsson, S.P. Shepherd, T. Järvi, A.D. May, M. Page, A. Pearman, P. Pfaffenbichler, P. Timms and A. Vold (2002) Developing Sustainable Urban Land Use and Transport Strategies. A Methodological Guidebook. PROSPECTS Deliverable 14. TØI Report 619/2003, TØI, Oslo.
- Økland, A. (2009a) Samfunnsøkonomi i jernbane – en teoretisk og praktisk sammenlikning mellom flere land. Masteroppgave, NTNU.
- Økland, A. (2009b) Jernbaneprosjekter i Storbritannia og Skandinavia: Beregningsmetodikk styrer lønnsomhet. Samferdsel nr. 7/2009, side 8-10.

Merknader om mernytte

Innhold

1 Samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren i dag.....	56
2 Hva er mernytte?	57
2.1 Former for mernytte	58
3 Mernyttediskusjonen i transportsektoren.....	60
3.1 Transport og eiendomspriser.....	60
3.2 Omorganiseringsnytte i næringslivet (industrial reorganisation benefits)	62
3.3 Vilkår for mernytte under gitt arealbruk.....	64
3.4 Mernytte når folk, men ikke bedrifter, kan flytte.....	65
3.5 Nettverkseffekter.....	66
3.6 Samspill mellom arbeidsmarkedseffekter og lokaliseringseffekter	67
3.7 Frigjorte arealer.....	68
3.8 Ringvirkninger av byggeprosjektet.....	69
4 Konklusjon	69
Litteratur.....	70

1 Samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren i dag

Samfunnsøkonomiske analyser av infrastrukturtiltak i samferdselssektoren koncentrerer seg i dag om de direkte effektene i transportmarkedene:

- trafikantenes og godseierens tids- og pålitelighetsgevinster og monetære kostnader (kjørekostnader, billett-kostnader, bompengekostnader),
- overskuddet til kollektivselskapene og de andre selskapene i sektoren (for eksempel bompengeselskaper, parkeringsselskaper, private selskaper som bygger eller driver infrastruktur),
- budsjettvirkningene for det offentlige (kostnader vedrørende bygging og drift av infrastruktur, overføringer til og fra private selskaper i sektoren, budsjettvirkninger av endringer i inngangen av skatter og avgifter fra transportsektoren),
- ulykkeskostnader, støykostnader, kostnader ved utslipp av klimagasser og lokal luftforurensning.

Etterspørselen etter transport antas som regel å være en funksjon av generaliserte transportkostnader, der ulike former for tidskostnader og monetære kostnader inngår. Trafikantenes nytte uttrykkes generelt som konsumentoverskuddet, målt enten med trapesformelen eller ved en logsum. Virkningene for det offentlige multipliseres med en skattefaktor (skyggepris på offentlige midler) som skal fange opp kostnadene i økonomien som helhet ved å finansiere offentlig virksomhet over skatteseddelen.

Ved til slutt å summere over de fire gruppene – trafikanter, selskaper, det offentlige og samfunnet for øvrig – elimineres overføringer som billetter, bompenger, skatter og avgifter. På grunn av trafikantenes og selskapenes tilpasninger og skattefaktoren for det offentlige vil det ikke være riktig å eliminere overføringer før man har tatt hensyn til hvordan de påvirker atferden til trafikantene og selskapene og budsjettbalansen til det offentlige. Denne måten å føre nyttekostnadsregnestykket på kaller vi i Norge for bruttometoden.

Fra gammelt av er konsumentoverskuddet ved tiltak i vegsektoren beregnet som differansen mellom samlede generaliserte kostnader før og etter tiltak. Dersom det kan antas at ingen aktører endrer sin tilpasning som følge av tiltaket, er denne metoden bare et spesialtilfelle av den generelle metoden, men i motsatt fall gir den direkte feilaktige resultater.¹

¹ Siden vi i Norge ikke har noen instans som treffer offisielle vedtak om hvilke forutsetninger, modeller, framgangsmåter og parametre som skal brukes i samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren, finnes det mange konsulentselskaper på markedet som ikke følger bruttometoden eller som ikke skjønner begrensningene i vegvesenets tradisjonelle metode. Trolig finnes også avvik mellom beskrivelsen av bruttometoden i for eksempel Minken (2009) og måten den er programmert på i etatenes beregningsverktøy.

2 Hva er mernytte?

En mulig definisjon av mernytte er: *Mernytte er nyttevirkninger som ikke er inkludert i standard nyttekostnadsanalyser innen samferdsel i Norge i dag.* Med denne definisjonen omfatter begrepet også nyttevirkninger som finnes i transport-systemet, men som man ikke har klart å lage noen gode metoder for å beregne ennå. Den viktigste av slike virkninger er utvilsomt økt pålitelighet (reduisert reisetidsvariabilitet), der vi veit mye i teorien, men mangler data om virkningen av ulike tiltak på reisetidsvariabiliteten. Noen har også behandlet emner som kalkulasjonsrenta, hyperbolsk diskontering, mer realistiske levetider, tidsverdiens utvikling over tid m.m. under overskrifta mernytte. Men dette er misvisende, for det dreier seg ikke om noe vi ikke inkluderer i dag, men mer om å skaffe riktigere anslag på parametre som brukes i dag eller effekter som er inkludert i dag.

Det finns altså det vi kunne kalle transportsektorintern mernytte. Dette notatet skal ikke handle om det, sjøl om det å få inkludert slike nyttekomponenter sannsynligvis betyr mer for å forbedre analysene enn noe annet. Det vi drøfter her, er nyttevirkninger av transportforbedringer som oppstår eller materialiserer seg i andre markeder enn transportmarkedene.

Det er allment kjent at dersom det hersker perfekt konkurranse i alle markeder i økonomien, med priser lik den samfunnsøkonomiske grensekostnaden, vil virkningene av et transporttiltak i andre deler av økonomien ikke være annet enn forvandlede former for den nytten for trafikantene som vi kan beregne i transportmarkedene. Vi kaller dette for reint pekuniære eksterne virkninger. At en ekstern virkning er pekuniær, betyr at den ikke endrer de økonomiske aktørenes nyttefunksjoner eller produktfunksjoner, men bare endrer de prisene de står overfor i markedet. De kan endre sitt forbruk eller sin produksjon som følge av slike prisendringer, men det er omfordelingseffekter og bidrar ikke med ny nytte ut over den som kan beregnes i det direkte berørte markedet.

Hvis det imidlertid finns imperfeksjoner i økonomien – og det gjør det jo – vil pekuniære eksterne effekter kunne ha reelle samfunnsøkonomiske virkninger.² Det kan tenkes at priser, markedsmakt, informasjonsforhold eller andre forhold er slik at det produseres mer eller mindre enn det burde i de bransjene som bruker transport, eller at husholdningene som bruker transport, konsumerer mer eller mindre enn de burde av visse varer og tjenester. Da kan transporttiltak bidra til helt eller delvis å motvirke underforbruket eller motvirke overforbruket, slik at den samfunnsøkonomiske effektiviteten i økonomien øker.

Dette er mernytte. Den kan være positiv eller negativ. I ekstreme tilfeller kan en transportforbedring frigjøre helt nye ressurser som ikke var tilgjengelige før, eller åpne opp for produksjonsmuligheter og konsummuligheter som ikke fantes før. Men for at vi skal plusse på våre regnestykker med mernytte av det ene eller andre slaget, holder det ikke bare å vise at økonomien ikke er perfekt. Et rimelig

² Den klassiske referansen som viser at det finnes mernytte av transportinvesteringer i imperfekte økonomier, men at det ikke finnes slik mernytte i perfekte økonomier, er Jara-Diaz (1986).

minstekrav må være at vi identifiserer mest mulig nøyaktig hvilke misforhold i økonomien som en konkret transportforbedring vil kunne motvirke eller korrigere, slik at vi kan skaffe oss et solid grunnlag for å estimere hvordan tiltaket vil virke og produsere mernytte.

Stikkordmessig: Det holder ikke å si at denne vegen vil øke eksporten. Du må også si hvorfor det ligger en samfunnsøkonomisk gevinst i å øke eksporten. Det holder ikke å si at denne jernbanen vil gi et nytt bosettingsmønster og pendlingsmønster. Du må også fortelle oss hva som er så gjevt med det.

2.1 Former for mernytte

Her er en ufullstendig liste over forhold som kan gi opphav til mernytte:

1. Kortere ledetider og lavere sikkerhetslagre på grunn av raskere og mer pålitelig transport.
2. Stordriftsfordeler i produksjonen som kan utnyttes bedre på grunn av at raskere, mer pålitelig eller mer høyfrekvent transporttilbud gir tilgang til et større marked og dermed færre, men større produksjonsanlegg.
3. Et mer effektivt arbeidsmarked på grunn av at lavere transportkostnader gjør det lønnsomt for flere å jobbe (utenfor hjemmet). Dette gir blant annet arbeidsgiverne flere jobbsøkere å velge blant og arbeiderne flere jobber å velge blant, og gir grunnlag for økt spesialisering av arbeidsstyrken, hvilket alt sammen gir økt produktivitet.
4. Lavere avgifter på arbeidsreiser eller kortere reisetid til jobb er en nest-besteløsning som kan redusere effektivitetstapet i arbeidsmarkedet på grunn av inntektsskatten.
5. Bedre transport gjør at butikker, tjenesteytende bedrifter og kulturtilbud har tilgang til et større kundegrunnlag, og dermed kan tilby et større og mer variert utvalg. Det kan antas at kundene på mange av disse områdene har nytte av større variasjonsbredde i tilbudet. Det er enten fordi de liker variasjon i seg sjøl, eller fordi et stort marked betyr at den enkelte butikk eller det enkelte tilbudet kan spesialisere seg. Kundene har ofte mer nytte av hvert sitt spesialiserte tilbud enn av et felles gjennomsnittstilbud.
6. Bedre transport gir bedrifter som er lokalisert på ulike steder, mulighet til å trenge inn i hverandres markeder. Slik kan det føre til at bedriftene mister markedsrett og at prisene nærmer seg frikonkurransespriser, samtidig som produsert volum øker. Eller det kan føre til at noen blir utkonkurrert, hvilket på den ene sida kan gi økt effektivitet i produksjonen, men på den andre sida mer markedsrett til de gjenværende bedriftene, høyere priser og lavere volumer.
7. Samlokalisering av bedrifter i samme bransje eller langs samme verdikjede kan gi gevinster i form av utveksling av ansatte, kunnskapsutveksling og gjensidig læring mellom de ansatte i bedriftene, et mer

levedyktig og kompetent miljø, felles informasjonssystemer og annen infrastruktur, billigere innkjøp osv. osv. Dette kalles bransjevise agglomerasjonsfordeler. Det finns også byomfattende agglomerasjonsfordeler, som er gevinster ved å ha en stor eller tett befolket by, på tvers av bransjer. I den grad dette har med hyppigere og lettere kontakt mellom mennesker å gjøre, vil slik agglomerasjonsfordeler kunne styrkes ved bedre transport.

8. Endringer i transportsystemet fører til endringer i arealbruk og lokalisering.

”Imperfeksjonene” som fører til at pekuniære eksternaliteter har (positive) reelle virkninger, sammenfattes ofte i følgende kategorier:³

- Stordriftsfordeler
- Agglomerasjonsfordeler
- Oppbryting av markedsmakt
- Mer effektivt arbeidsmarked

Agglomerasjonsfordeler er vel egentlig alt mulig som tilsier at produksjonen fungerer bedre eller at forbruket blir mer tilfredsstillende dersom flest mulig bedrifter eller folk samles tett sammen på et relativt lite område. Det dreier seg om slike ting som samarbeid og kontakt, gjensidig læring, spesialisering og større mangfold. Nytte av større mangfold og variasjon settes av og til opp som et eget punkt, men betingelsen for å kunne oppnå slik nytte er geografisk konsentrasjon av tilbudet.

Imidlertid finns det ikke bare mernytte på grunn av pekuniære eksternaliteter i imperfekte økonomier. Det finns også annen utelatt nytte som oppstår i markeder som står i nær forbindelse med transport.⁴ Grunnen til det er rett og slett at vi har transportmodeller der ikke alle trafikantenes tilpasninger til endringer i systemet er med.⁵ Hvis for eksempel vi hadde en del av transportmodellen som kunne si oss hvordan flere vil begynne å jobbe på grunn av at reisa til jobb blir enklere, så ville vi kunne måle nytten av det i transportmarkedet, med mindre det at flere begynte

³ Small (1997) har en lengre liste: Hans sier pekuniære eksterne virkninger har virkelige økonomiske effekter om det finns imperfekt konkurranse, stordriftsfordeler, teknologiske eksterne virkninger, agglomerasjonsfordeler, skattevridninger, økende utbytte av tetthet eller økende utbytte av variasjon og mangfold.

⁴ Mernytte er nytte som ikke er inkludert i nyttekostnadsanalyser i transportsektoren med dagens beregningsverktøy, og som forårsakes av brudd på beregningsverktøyets forutsetning om fullkommen konkurranse og fravær av eksternaliteter i berørte markeder, samt av dets mangelfulle modellering av bedriftenes og husholdningenes tilpasninger til transportforbedringer på lang sikt.

(Hanne Samstad, Cowi, i en powerpoint fra 2010 funnet på nett)

⁵ Punkt 1 og 8 på lista er vel eksempler på det. Men punkt 1 er faktisk dekket i Logistikkmodellen, den nye versjonen av den nasjonale godsmodellen. Punkt 4 kan studeres i generelle likevektsmodeller. Punkt 3 krever derimot en type modeller av arbeidsmarkedet som vi ikke har.

å jobbe hadde effekter for hvor produktive de som jobber er. Vi kan våge påstanden at hvis vi hadde perfekte modeller av transportmarkedene, ville ”markedsimperfeksjoner” som stordriftsfordeler, agglomerasjonsfordeler, monopolmakt og preferanser for diversitet være eneste grunnlag for mernytte.

Det leder oss allerede til en viktig konklusjon: La oss være skeptiske mot å inkludere alle slags former for mernytte i transport, basert på dårlige anslag om virkninger som vi antar kan finnes, men egentlig veit svært lite om. La oss i stedet ta opp to andre former for arbeid. *For det første* kan vi identifisere de formene for ”imperfeksjoner” som vi mener er de viktigste i hvert tilfelle, og stille spørsmålet om hva som kan gjøres for å redusere dem. Det er slett ikke sikkert at det enkleste er transporttiltak – kanskje finns det enkle former for regulering av markedet. Når dette faktisk er gjort i praksis, kan vi evaluere transporttiltaket uten mernytte. *For det andre* kan vi systematisk forbedre vårt modellapparat, blant annet ved å prøve med modeller som kombinerer transport og arealbruk og modeller som kombinerer transport og arbeidsmarked. Vi bør også føre dette videre til geografisk oppdelte beregnbare generelle likevektsmodeller (SCGE-modeller). Det som er et problem med slike modeller når det gjelder evaluering av konkrete transporttiltak, er to ting: De inneholder for mange økonomiske sammenhenger av relativt liten betydning for den konkrete nytteberegningen, og dette er en uoversiktlig feilkilde. På den andre sida inneholder de for lite detaljer om transportsystemet. Det kan gjøre at tiltaket som skal evalueres, ikke lar seg modellere i det hele tatt – det går så å si under radaren. Det er derfor viktig at SCGE-modellen utstyres med et realistisk og mest mulig korrekt transportnettverk.⁶

3 Mernyttediskusjonen i transportsektoren

3.1 Transport og eiendomspriser

Endringer i transportsystemet kan utløse endringer andre steder i økonomien. Fra 60-tallet av var man opptatt at hvordan transporttiltak kunne påvirke arealbruk, tomtepriser og eiendomspriser. Forskningsfeltet som i første rekke kunne se disse tingene i sammenheng, var økonomisk byteori (urban economics). Feltet fikk en teoretisk basis da Alonso (1964) tok von Thürens gamle teori om den isolerte staten (von Thünen 1826) og anvendte den på lokaliseringen av boliger og (etter hvert) næringsvirksomhet i byer.⁷ En mye brukt lærebok er Fujita (1990).

⁶ Tidligere TØI-medarbeider Olga Ivanova var trolig blant de aller første som utstyrte en SCGE-modell med et realistisk transportnettverk (Ivanova 2003). Hun bistår nå med råd ved oppbyggingen på TØI av en ny norsk SCGE-modell.

⁷ von Thünen er i dag bare kjent som lokaliseringsteoretiker. Men i andre bind av boka om den isolerte staten, som kom ut nesten 30 år seinere, tok han opp et problem som var stilt av Hegel i rettsfilosofien, nemlig hvilken rolle kolonisering og imperialismen spiller i å stabilisere kapitalismen. Fra von Thünen går det derfor linjer videre til så ulike tenkere som Alfred Marshall og Karl Marx (Harvey 2001).

I utgangspunktet studerte man monosentriske byer der alle arbeidsplasser er lokalisert i sentrum. Beboerne velger lokalisering og generelt forbruk, og resultatet er en likevekt der husleia synker og reisevegen øker med avstanden til sentrum, på en sånn måte at om alle beboere er like, vil de i likevekt også få samme nytte. Likevekta vil være samfunnsøkonomisk optimal, og dersom inn- og utflytting av byen var mulig i modellen, ville byen vokse til et optimalt folketall og en optimal geografisk størrelse.

Et resultat i denne litteraturen er at når transportforbedringene har ført til en ny likevekt i arealbruken og eiendomsmarkedene, vil det være de som eier land som sitter igjen med hele gevinsten (Mohring 1961, Wheaton 1977, Mohring 1993). Å måle gevinsten direkte i transportmarkedene og å måle den i form av prisøkninger i eiendomsmarkedet er derfor to alternative måter å beregne den samme nytten på, mens det å legge gevinster i eiendomsmarkedet til nytten som er beregnet i transporten, vil være dobbelttelling. Dette resultatet har utvilsomt lenge (kanskje litt for lenge) styrket transportøkonomene i trua på at en partiell likevektsmodell for transportsektoren er et tilstrekkelig verktøy for samfunnsøkonomiske analyser av transporttiltak.

Teorien blei raskt utvidet slik at ikke bare beboerne, men også bedriftene kunne velge hvor de ville slå seg ned. Eller med andre ord: Det gjaldt om å forklare hvorfor arbeidsplassene samlet seg i et sentrum, eller alternativt å vise at det var mulig med andre likevekter, med flere sentrale strøk eller et hierarki av næringsområder. Det viste seg at det da slett ikke var sikkert at det fantes noen likevekt, og om den fantes, behøvde den ikke være entydig.⁸ Fujita (1986) kunne i følge Mori (2006) vise at betingelsen for at det oppsto noe sentrum i det hele tatt, var at minst ett av følgende vilkår var tilstede:

- Stedet har en fordel framfor andre steder i form av naturressurser, transportmuligheter eller allerede bygd infrastruktur,
- Det eksisterer eksterne virkninger i produksjon eller forbruk
- Det eksisterer markeder hvor det finnes en form for markedsrett. Alle markeder kan altså ikke være preget av frikonkurransen.

Utviklingen etter dette er preget av modeller som forklarer framveksten av et bysentrum ved å innføre en eller flere av disse vilkårene i modeller der bedriftene kan velge lokalisering.^{9,10} Et gjennomgående funn er at under slike vilkår gir markedslikevekten en by som har for stor utstrekning, og altså ikke er optimal.

⁸ Starrett (1978) viser at ved frikonkurransen og positive transportkostnader finnes det ingen likevekts lokalisering. Bedrifter og kunder vil alltid ha et ønske om å flytte nærmere hverandre for å unngå transportkostnaden, slik at den eneste mulige likevekta blir at de holder til på samme sted. Men det er umulig hvis de i det hele tatt krever noe plass.

⁹ Et spesialtilfelle er Borukhov og Hochman (1977) der det ikke finnes bedrifter, men alle innbyggere har et behov for å reise til alle andre innbyggere. Av dette oppstår det et sentrumsområde. Når folk tar kontakt med hverandre i den modellen, skapes det positive eksterne virkninger som de ikke sjøl tar hensyn til. Derfor blir byen mer utstrakt enn det som er optimalt.

¹⁰ Se Mori (2006) for en oversikt.

Agglomerasjonsfordeler og stordriftsfordeler er ikke eksplisitt nevnt som egne vilkår for dannelsen av bysentra, men vi får anta at de er inkludert under andre og tredje kulepunkt. I alle fall er det jo slik at om det ikke fantes stordriftsfordeler eller agglomerasjonsfordeler, ville det mest effektive være at hver forbruker sjøl produserte alle ting i sin egen bakgård, slik at han slapp transportkostnaden. En annen årsak til bydannelse som nevnes i Fujita (1990) er ønsket om variasjon i forbruk eller produksjon. Å ha kontakt med mange ulike personer, å oppsøke mange ulike aktiviteter eller å kunne kjøpe mange ulike produktvarianter – kort sagt å ha mye å velge i – er intuitivt grunner for å bo i by, og dette kan også formaliseres, for eksempel slik som hos Borukhov og Hochman (se fotnote 8).

Mernytte er nyttevirksomheter som ikke fanges opp i en nyttekostnadsanalyse i transportsektoren alene. Vi så at ved et predeterminert senter og ingen imperfeksjoner for øvrig, er markedsløsningen optimal, og det eksisterer ingen mernytte av transportforbedringer. Vi så også i forrige avsnitt at om noen av de forholdene som vi nå har sett kan gi opphav til bydannelse, er tilstede, vil pekuniære eksternaliteter ha reelle økonomiske virkninger. Dermed bør det være normalt at det oppstår mernytte ved transportforbedringer i byområder. Fagfeltet urban economics ser ut til å bekrefte at så er tilfelle.

3.2 Omorganiseringsnytte i næringslivet (industrial reorganisation benefits)

Vi har snakket om at trafikantnytt (konsumentoverskuddet) kan ende opp som grunnrente til den produksjonsfaktoren som ikke er mobil, men foreligger i en gitt begrenset mengde på hvert sted, nemlig land. Et annet forhold som fører til at aktørene i økonomien tilpasser seg til forbedringer i transportsystemet på en slik måte at vi også får endringer utenfor transportsektoren, er stordriftsfordeler i produksjonen. Hvis det ikke fantes stordriftsfordeler i produksjonen, ville all transport være bortkastet, siden all produksjon ville kunne foregå i liten skala i umiddelbar nærhet til forbrukeren. Det er stordriftsfordeler i produksjonen som (sammen med behovet for variasjon i forbruket og behovet for menneskelig kontakt) skaper transportbehovet. Om transporten da blir raskere eller billigere eller mer pålitelig, vil det bli økonomisk lønnsomt å utnytte stordriftsfordelene enda mer. Et sannsynlig resultat av bedre transport er derfor større produksjonsanlegg som ligger lengre fra hverandre. Dette ble formalisert i modellen til Mohring og Williamson (1969).

Mohring og Williamson så for seg en bransje med produksjonssteder spredt helt jamt utover i planet. Befolkningstettheten, og dermed etterspørselen, var den samme overalt i planet. Alle produksjonssteder var eid av én og samme eier, og dette firmaet dreiv også transporten og bar kostnaden ved det. Alle kunder handlet på det nærmeste produksjonsstedet. Dermed oppstår sekskantede markedsområder rundt hvert produksjonssted. Ved en transportforbedring vil det oppstå en ny likevekt der produksjonsstedene blir færre og markedsområdene rundt dem vokser. Mohring og Williamson viste så at den samfunnsøkonomiske gevinsten av

disse endringene kunne måles ved konsumentoverskuddet i transportmarkedet. Heller ikke i dette tilfellet fantes det altså noen mernytte.

Den meget anerkjente transportøkonomen Kenneth Small hevder at i motsetning til økt økonomisk aktivitet og økte eiendomspriser i nærheten av nybygd transportinfrastruktur, som stort sett enten er aktivitet overført fra andre steder eller trafikantnyttene i en annen form, så er omorganiseringsnytte i form av bedre utnyttelse av stordriftsfordeler og samdriftsfordeler en viktig og muligens ganske stor effekt av bedre transport (Small 1997). Han godtar likevel Mohrings og Williamsons påvisning av at bedre utnytting av stordriftsfordelene fanges opp av en nyttekostnadsanalyse i transportsektoren. Om ikke alle effektene skulle tilfalle ett enkelt monopol, som i Mohring og Williamson, vil likevel mesteparten bestå og kunne beregnes i transportsektoren, later han til å mene. Han viser til Jara-Diaz (1986) for å sannsynliggjøre at heller ikke om Mohring og Williamson hadde forutsatt frikonkurransen, ville det ha eksistert noen mernytte som ikke var fanget opp i en partiell likevektsanalyse i transport. Dermed er det bare agglomerasjonsfordeler og reduksjon av monopolmakt som kan gi opphav til betydelig mernytte, synes han å mene.

I et upublisert arbeid som nå snart er 10 år gammelt, fant svenskene Jan-Owen Jansson og Rikard Wall på å endre på forutsetningene i Mohring og Williamsons modell (Jansson og Wall 2002, se også Wall 2002). I stedet for et monopol som eide alle bedriftene satte de frikonkurransen mellom dem, og de lot samtidig kundene ta på seg å hente varene på produksjonsstedet sjøl. Nå var det straks en meget betydelig mernytte ut over den som kunne beregnes i transportsektoren. I en kommentar til dette arbeidet (Minken 2011) pekte jeg på at dette hadde en enkel forklaring: Monopolet til Mohring og Williamson bar faktisk alle kostnader i samfunnet, og ville derfor sørge for kostnadseffektivitet i samfunnsøkonomisk forstand. Siden monoopolet også tilranet seg hele konsumentoverskuddet og alle kunder ville bli betjent både før og etter tiltaket, er monopolløsningen ikke bare kostnadseffektiv, men også samfunnsøkonomisk optimal. I frikonkurranseløsningen, derimot, påfører bedriftene hverandre en negativ ekstern virkning gjennom at de innskrenker hverandres markedsområde.¹¹ Hver bedrift blir for liten, og gjennomsnittlige produksjonskostnader blir for store. Det finnes derfor en mernytte i det tilfellet. Det gjaldt både om kundene bar transportkostnadene og om de ikke gjorde det, men mernytten var størst i det sistnevnte tilfellet.

Slik denne modellen var formulert, var pris slett ikke lik samfunnsøkonomisk grensekostnad, verken i frikonkurransetilfellet eller monopoltilfellet. Vi ledes til å anta at det som avgjør om mernytte finnes eller ikke, dyppest sett ikke er at prisene er lik grensekostnad, men om løsningen er samfunnsøkonomisk optimal eller ikke. Størrelsen på mernytten vil avhenge av graden av stordriftsfordeler, konkurranseformen og hvem som bærer transportkostnadene.

¹¹ Dette er en ekstern trengselskostnad. Rommet som bedriftene lokaliserer seg i, er en begrenset ressurs som blir overutnyttet ved fri etablering.

I modellene som studerer nytten av omorganisering i næringslivet, finnes det ingen eiendomsbesittere og ingen pris på arealer, slik som i Mohring (1961, 1993) og Wheaton (1977). Men i Mohring og Williamson (1969) finns det en annen aktør som ender opp med hele samfunnets overskudd, nemlig monopolbedriften. Det er interessant at det nettopp er i disse tilfellene at hele samfunnets nytte kan måles i transportsektoren, og at å legge til gevinstene til aktører i andre sektorer blir dobbeltregning.

3.3 Vilkår for mernytte under gitt arealbruk

I tilfellet vi nettopp har sett på, med omorganiseringsnytte i næringslivet, er forbrukerne stedfaste, men bedriftene kan flytte på seg uten noen som helst flyttekostnader. Vi skal snart se nærmere på hva som skjer om vi snur på forutsetningene om muligheten for å flytte på seg, dvs. at individene kan flytte, men bedriftene ligger fast. Men først må vi se på muligheten for mernytte om verken bedrifter eller folk kan endre lokalisering.

Det mest generelle resultatet i dette tilfellet er gitt av Jara-Diaz (1986). Det sier at hvis pris er lik samfunnsøkonomisk grensekostnad overalt i økonomien, vil det ikke finnes mernytte. Men hvis pris ikke er lik grensekostnad, kan det finnes effekter i økonomien som ikke fanges opp i en nyttekostnadsanalyse i transportsektoren. Virkningene kan være positive eller negative.

Sactra (1999) drøfter hvor store disse virkningene kan være og hvilken veg de vil kunne gå, og kommer fram til enkle tommelfingerregler som er samlet i en tabell som skiller mellom ni muligheter. Hver av de ni mulighetene er en kombinasjon av overprising eller underprising eller riktig pris i transportmarkedet med overprising eller underprising eller riktig pris i markedene som avtar transporttjenestene. På grunnlag av forsøk i en enkel generell likevektsmodell (Venables og Gasiorek 1999) har man videre laget en enkelt formel for hvor store effektene kan bli. Sactra regner ikke med at effektene kan utgjøre mer enn noen få titalls prosent påslag på nytten som er beregnet i transportmarkedet. Laird et al (2005) rapporterer for øvrig at annen forskning har nedjustert denne virkningen med en faktor på 10.

En oppdatert gjennomgang av de fleste former for mernytte og utfordringene med å beregne den er Lakshmanan (2010).

Hva enten det er feilprising i seg sjøl eller det at økonomien ikke er samfunnsøkonomisk optimal som gir opphav til mernytte, så er det i alle fall tydelig at eksistensen av mernytte bør begrunnes i hvert enkelt tilfelle ved å vise til hvilke mekanismer som har gjort at de mest relevante markedene ikke fungerer optimalt. Dermed oppstår også spørsmålet om vi ikke kan gjøre noe med disse markedene *før* vi eventuelt sier ja til dyre investeringer i transportinfrastruktur. Hvis det er realistisk, bør man så nytteberegne transporttiltaket uten mernytte, og først om det *ikke* anses realistisk bør man kunne regne med en mernytte av investeringen. Det blir i tilfelle å anse som en nestbesteløsning, og den kan derfor ikke bli bedre enn førstbesteløsningen, som er å rette opp prisene eller på andre måter bevege

økonomien mot et optimum, og legge til investeringen om den skulle gi noe i tillegg til det.¹²

3.4 Mernytte når folk, men ikke bedrifter, kan flytte

I økonomisk byteori gjøres det et viktig skille mellom åpne og lukkede byer. En lukket by har en gitt befolkning, som imidlertid kan spres seg på et større eller mindre areal, avhengig av blant annet transportkostnadene. Normalt er det også antatt at alle arbeidsplasser (bedrifter) befinner seg i byens sentrum og ikke kan omlokaliseres. En åpen by beholder forutsetningen om at arbeidsplassene befinner seg i sentrum, men antar et uendelig stort omland av folk som kan flytte inn i byen dersom det gir større nytte enn å leve på landet.

Mens altså modellen til Mohring og Williamson ga muligheter for *bedriftene* til å endre geografisk plassering når transporten blei billigere, og dermed ta ut stor-driftsfordeler som det ikke lønte seg å utnytte tidligere, vil en ”åpen by”-modell gi muligheter til teoretiske studier av agglomerasjonsfordeler ved at *folk* flytter på seg, slik at vi får en større bybefolkning. En større befolkning gir fordeler ved at bedriftene får mulighet til mer spesialisering av arbeidskrafta, næringslivet får muligheten til å opprettholde en mer variert produksjon eller et mer variert tjenestetilbud, vi får breiere kontakt mellom folk og dermed mer erfaringsutveksling og læring, m.m. Ingen av disse mekanismene er nærmere spesifisert i en enkel økonomisk bymodell, men om man kjenner mekanismen og hvordan den virker, kan man likevel modellere hvordan bedre transport vil øke byens befolkning og dermed produktiviteten eller overskuddet som blir produsert.

Venables (2007) antar en slik åpen by der folk har boliger som opptar et fast areal uansett hvor i byen de ligger. Alle arealer i byen utenom bysentrum er i bruk til boliger. Om folketallet øker, vil derfor byen dekke et større areal. I utgangspunktet er byen i likevekt, den har utnyttet de mulighetene den har under de gitte forholdene, og det har gitt bebyggelsen og folketallet en viss størrelse. Så får vi en transportforbedring. Det som skjer er helt i tråd med læreboka i økonomisk byteori – byen vokser. Bedre transport leder til innflytting, fordi det blir mulig å ta seg jobb i bysentrum og bo utafor det som var yttergrensa for byen før, og likevel oppnå en nytte som er større enn de som bor på landet.

Den viktige nye forutsetningen hos Venables er imidlertid at produksjonsnivået i byen er en tiltakende funksjon $f(N)$ av folketallet N . Innflyttingen øker N og leder altså til økt produktivitet. Den økte produktiviteten fanges ikke opp i en nyttekostnadsanalyse i transportsektoren, og er en mernytte av potensielt betydelig størrelse. Inntekstskatt som skaper effektivitetstap i arbeidsmarkedet, fører til at mernytten blir større.

¹² I NOU 1997:27 gikk man inn for å nytteberegne trafikkinfrastruktur under en forutsetning om at prisene var riktige. For eksempel skulle man anta at det var innført køprising når man beregnet vegbygging i bystrøk. Dette var på et tidspunkt hvor det var helt klart at køprising ikke var politisk aktuelt. Utvalgets synspunkt på dette blei da heller ikke videreført i seinere veiledere.

Det empiriske grunnlaget for å lage en modell som virker på denne måten, er observasjoner som tilsier at verdiskapningen i byer, målt ved lønnsnivået, er større jo større byen er. Det innrømmes at dette kan ha ulike andre årsaker som man prøver å korrigere for.

Det teoretiske grunnlaget er i utgangspunktet relativt generelt, med en by inndelt i soner som både kan inneholde boliger og arbeidsplasser, og med en produkt-funksjon for hver sone s der produksjonsnivået avhenger av en vektet sum av innbyggerne i sonene, med mindre vekt til soner som ligger lenger vekk fra s . Men på veien fram mot formler for størrelsen av mernytten gjøres det spesielle forutsetninger som nok gjør regningen enklere, men byen mindre lik virkelige byer og produktfunksjonen mer urealistisk. Byen får alle arbeidsplassene i sentrum, og produksjonen blir en funksjon $f(N)$ av det totale innbyggertallet N , som nevnt. Dermed blir avstanden mellom folk uten betydning, bare de befinner seg innafor bygrensa.

Men Venables går videre fra formlene i den enkle matematiske modellen til en beregnbar modell. I den er all produksjon samlet i byens sentrum, men produksjonen tar nå plass, slik at sentrum blir større jo mer produksjon som skal foregå der. Det som *nå* gir økt produktivitet, er en vektet sum av de ansatte i sentrums-sonene, der bedrifter teller mindre jo lenger ut de ligger. I denne siste modellen er det altså arbeid i selve sentrum som skaper mernytte, og mernytten som den enkelte ansatte skaper, avtar med avstanden mellom arbeidsplassen hans og rådhuset, for å si det slik. I ingen av modellvariantene spiller kø noen rolle.

Venables' arbeid kan illustrere noen viktige sammenhenger på en skissemessig måte, men jeg syns ikke det kan brukes til beregninger av mernytte i et aktuelt tilfelle. Til det vil virkelige byer ha en beliggenhet av arbeidsplassene som avviker for mye fra den monosentriske modellen, og arbeidsplassene i sentrum vil ofte bestå av offentlig administrasjon og andre aktiviteter som har mindre betydning for verdiskapningen.

Spesielt kan det bli misvisende resultater om en ikke skiller mellom bransjespesifikke og byomfattende agglomerasjonseffekter (urban effects og industrial effects). De bransjespesifikke agglomerasjonseffektene regnes for å være langt de viktigste, og det ville da kreve en beregning bransje for bransje, hver med sitt "sentrum". I så fall blir det en oppgave å finne ut hvordan innflyttingen påvirker antall arbeidsplasser i hver bransje. Dessuten burde en ta med produktivitetstapet på de stedene de nye byboerne flytter fra.

3.5 Nettverkseffekter

Det vi her kaller mernytte, kalles noen ganger nettverkseffekter. Nettverk og nettverksteori er begreper som har en presis betydning på noen områder innen matematikk og økonomi, men her dreier det seg om en vagere forestilling om at de ulike deler av transportsektoren henger sammen, slik at en positiv utvikling i en del av systemet kan sette i gang positive prosesser i andre deler. Spesielt tenker man seg at hvis transportnettverket *ikke* henger sammen, kan byggingen av den

manglende lenke utløse et skred av nye forbindelser mellom økonomiske aktører. Denne tanken ligger bak EUs satsing på det såkalte TEN-T nettverket. Med nettverkseffekter tenker man også på at transport og markedene som bruker transport henger sammen, slik at en transportforbedring vil stimulere vekst og fornyelse i næringslivet.

Laird et al (2005) går gjennom den akademiske delen av denne litteraturen. De presiserer nettverkseffekter slik at det blir identisk med det vi har kalt mernytte, og deler den i effekter internt i transportsektoren og effekter fra transport til andre sektorer. Når det gjelder de transportsektorinterne effektene, så viser de at disse effektene i de aller fleste tilfellene fanges opp i en god transportmodell med etterfølgende nyttekostnadsanalyse i transportsektoren. Problemet er altså å gjøre modellene bedre, ikke å foreta skjønsmessige korreksjoner i nytteberegningen på grunn av at det finns priser som ikke tilsvarer samfunnsøkonomisk kostnad internt i transportsektoren.

Kidokoro (2004) forsterker og utvider denne konklusjonen, for han viser at med en høvelig måte å beregne trafikantnytte og operatørselskapets nytte på, vil resultatet bli riktig sjøl i en situasjon der prisene i transport er feil. Det er altså ikke behov for å snakke om transportsektorintern mernytte i det hele tatt. (Derimot er det naturligvis en samfunnsøkonomisk gevinst i å rette opp prisene, hvis mulig.) Feilaktige priser i transport kan samvirke med feilaktige priser utenfor transport når det gjelder å skape mernytte utenfor transport, men de krever ikke noen triks eller korreksjoner i den nytten vi har beregnet i transport. Det eneste vi behøver å bry oss om, er at transportmodellene fanger opp tilpasningene i transportsektoren så godt som mulig, og at vi tar hensyn til de viktigste formene for mernytte i økonomien *utenfor* transportsektoren.

Kidokoros resultat forutsetter etterspørselsfunksjoner som ikke har inntekt som argument. Under denne forutsetningen er resultatet så vidt jeg skjønner allerede bevist i Williams (1977). Våre transportmodeller er slik at inntekt grovt sett ikke spiller noen rolle i etterspørselsfunksjonene. Vårt opplegg for nyttekostnadsanalyser i samferdsel i Norge er helt konsistent med Kidokoros (og Williams') resultat. Så transportintern mernytte burde heller ikke være noe diskusjonstema i Norge. Sjøl med etterspørsel som er funksjon av inntekt vil vi kunne beregne nytten på en riktig måte ved hjelp av teori som er utviklet for rundt 10 år siden.

3.6 Samspill mellom arbeidsmarkedseffekter og lokaliseringseffekter

I teori av samme type som i Venables (2007) blir byen mer produktiv jo flere arbeidere som jobber i sentrum. Produktiviteten slår ut i høyere lønn. I eldre amerikanske studier brukte man gjennomsnittstall for utvalgte yrkesgrupper til å teste hypoteser om lønnsforskjeller som skyldes om arbeidsplassen lå i sentrum eller utenfor. Timothy og Wheaton (2001) mener at det kan lede galt av sted om det også finns andre forskjeller mellom de som jobber i sentrum og de som jobber i utkanten – hvilket det åpenbart gjør. Seinere studier har derfor brukt mikrodata

om den enkelte arbeidstaker og hennes egenskaper. Det blir da mulig å korrigere for erfaring, utdanning, fag og bransje. Det blir også mulig å teste hypoteser om hva slags effekter som faktisk frambringer lønnsforskjellene, og hvor store de er i ulike byer. Jeg antar at undersøkelser som bruker de mest moderne metodene fra stokastisk nytteteori, slik som i den norske verdsettingsundersøkelsen, vil være de som egner seg best.

Modellen i Timothy og Wheaton leder fram til følgende konklusjon om sammenhengen mellom arbeidsreiser, arbeidsstedets beliggenhet og lønn: Når bedriftene ligger spredt utover byen, ikke bare sentrum, vil transportkostnadsgevinster ikke bare ende opp som endringer i boligpriser/tomtepriser, men også som endringer i lønn. Mer nøyaktig: Ulikhet i kostnaden ved å pendle mellom arbeidstakerne som jobber på samme sted, vil bli kapitalisert i boligprisen, mens ulikhet i gjennomsnittlig kostnad ved å pendle mellom arbeidstakere som jobber på forskjellig sted, vil bli kapitalisert i lønningene.

Imidlertid vil lønnsforskjellene mellom sonene (sammen med den gjennomsnittlige pendlerkostnad i hver av dem) i prinsippet bli utjamnet med tida ved at bedriftene flytter for å redusere sine lønnskostnader. Når vi opplever lønnsforskjeller mellom soner, kan det derfor være fordi det tar lang tid å etablere likevekt, eller fordi det finnes agglomerasjonsfordeler. Det er derfor ikke utelukket at det finnes agglomerasjonsfordeler. Det eneste som er utelukket er at vi kan skille dem fra andre effekter ved å bruke aggregerte data og uten å spesifisere disse fordelene på en måte som kan etterprøves empirisk.

3.7 Frigjorte arealer

To typer av prosjekter har til virkning at de frigjør arealer som tidligere var brukt til transport. Den første typen er tunneler, og den andre typen er nedlegging av jernbanelinjer, eller i sjeldne tilfeller nedlegging av utdaterte veger, havner eller flyplasser. De frigjorte arealene kan få en økonomisk verdi, men som regel må betydelige opprydningskostnader trekkes fra.

I disse tilfellene kan også tilliggende arealer få endret verdi – større hvis det er skapt sammenhengende arealer av tidligere oppsplittede og verdiløse eiendommer, og mindre hvis virksomheter som lå langs vegen eller ved stasjonene, nå søker seg bort.

Når tomter blir *mindre* verdt på grunn av nedlegging av en jernbanelinje, en veg, en havn eller en flyplass, er det i de fleste tilfellene trolig hovedsakelig en rein pekuniær eksternalitet som ikke skal tas med i nyttekostnadsregnestykket. Frigjøring av arealer som tidligere var brukt til transport er derimot en virkelig samfunnsøkonomisk effekt, og det samme er økt verdi av arealene på grunn av fjerning av den barrieren som infrastrukturen tidligere utgjorde.

Vi antar at det bare er aktuelt å ta med slike effekter dersom det har meldt seg seriøse interessenter til de frigjorte arealene. Det vil da som regel også være mulig å anslå hvor mye tomteverdien vil endre seg.¹³

3.8 Ringvirkninger av byggeprosjektet

I keynesianismens glansdager (eller litt seinere) blei det bygd opp et par regionaliserte kryssløpsmodeller i Norge. Den ene het PANDA og den andre REGARD. PANDA drives og vedlikeholdes framleis og blir blant annet brukt til å vurdere ringvirkninger av større byggeprosjekter, herunder også transportprosjekter. Den drives av SINTEFs avdeling for anvendt økonomi. REGARD drives av SSB, men den siste publikasjonen på SSBs hjemmeside der REGARD er brukt, er fra 2004.

Mens dagens diskusjon dreier seg om hvordan *trafikanntnytt* genererer mernytte, dreier disse modellene seg om positive virkninger av *kostnadene* (keynesianske multiplikatorvirkninger av etterspørselen etter arbeidskraft og andre ressurser som anlegget krever). Det sier seg sjøl at for at slike virkninger skal ha noe å si, må det eksistere ledige ressurser, spesielt ledig arbeidskraft. Et annet vilkår er at man ikke bare regner med de positive effektene for den regionen man er interessert i, men også eventuelle negative effekter i andre regioner.

I våre dager vil geografisk oppdelte generelle likevektsmodeller kunne brukes til å vurdere denne typen effekter, forutsatt at de har en realistisk gjengivelse av markedsimperfeksjoner og et realistisk transportnettverk. Dessuten må man klare å fange opp hvor ressursene til byggingen kommer fra, hvilket ikke er så lett i en verden med globalisert produksjon og anbud med internasjonal deltakelse.

4 Konklusjon

Mernytte skyldes dels at vi har modeller som ikke har med alle sammenhenger, og dels at diverse imperfeksjoner i økonomien utenfor transportsektoren gir opphav til pekuniære eksterne virkninger med virkelige økonomiske effekter. Stordriftsfordeler og agglomerasjonsfordeler som gir økt produktivitet er kanskje de viktigste.

Vår tilnærming til problemet med mernytte består av flere ting. Vi ønsker større innsats i utviklingen av modeller som fanger opp flere sammenhenger i transportsektoren. Vi ønsker modellutvikling som modellerer sammenhengene mellom transport og andre sektorer, som arbeidsmarkedet, eller sammenhengen mellom transport og arealbruk, eller sammenhengen mellom transport, lagerhold og terminaler. Og vi ønsker ikke minst modellutvikling på området SCGE-modeller.

¹³ Det finns et par svenske forslag til metode for verdsetting i slike tilfeller – se kapittel 17 og særlig kapittel 18 i SIKÅ (2008). De bør ikke brukes ukritisk, verken i Norge eller Sverige. Faktisk etterspørsel etter arealene kan gi verdsettingen økt realisme.

Om det skulle bli åpnet for å plusse på mernytte i våre analyser, krever det et lengre metodeutviklingsarbeid. For det første må vi mye klarere enn nå definere og avgrense de mekanismene som skaper mernytte i konkrete tilfeller. Mernytte finns bare i tilfeller der vi har markedsimperfeksjoner. For det andre bør en, før en får lov til å legge til mernytte, kunne gi et fornuftig svar på hvorfor en ikke kan fjerne eller ta hensyn til markedsimperfeksjonen gjennom regulering eller økonomiske virkemidler. For det tredje må det foretas en analyse av det enkelte tilfellet. Om det vil kunne utvikles redskaper til å gjøre det, vil framtida vise. Om en kan bruke anslag og verdier overført fra andre land eller tilfeller, er mer enn tvilsomt, siden mernyttens størrelse vil være avhengig av blant annet skatteforhold, transportforhold og arealbruk og lokalisering.

Litteratur

- Alonso, W (1964) Location and land use: Towards a general theory of land rent. Harvard University Press.
- Borukhov, E. and O. Hochman (1977) Optimum and market equilibrium in a model of a city without a predetermined center. *Environment and Planning A* 9(8), 849-856.
- Fujita, M (1988) A monopolistic competition model of spatial agglomeration: a differentiated product approach. *Regional Science and Urban Economics* 18, 87-124.
- Fujita, M (1990) Urban Economic Theory. Land Use and City Size. Cambridge University Press, Cambridge.
- Harvey, D. (2001) Spaces of Capital. Towards a critical geography. Edinburgh University Press, Edinburgh, Chapter 14
- Ivanova, O. (2003) The Role of Transport Infrastructure in Regional Economic Development. PhD Dissertation, Department of Economics, University of Oslo.
- Jansson, J.-O. And R.E. Wall (2002) A new model for identifying and measuring re-organization benefits of improvements in transport infrastructure. Prepared for presentation at the 6th Workshop of the Nordic Research Network on Modelling Transport, Land-Use and the Environment, Haugesund, Norway, September 27-29 2002.
- Jara-Diaz, S. (1986) On the Relation between User Benefits and the Economic Effects of Transportation Activities. *Journal of Regional Science* 26(2), 379-391.
- Kidokoro, Y. (2004) Cost-Benefit Analysis for Transport Networks: Theory and Applications. *Journal of Transport Economics and Policy* 38(2), 275-307.
- Laird, J.J., J. Nellthorp, and P.J. Mackie (2005) Network effects and total economic impact in transport appraisal. *Transport Policy* 12(6), 537-544.
- Lakshmanan, T.R. (2010) The broader economic consequences of transport infrastructure investments. *Journal of Transport Geography* 19, 1-12.

- Minken, H. (2011) Industrial reorganisation benefits revisited. Arbeidsdokument ØL/2332/2011, TØI.
- Minken, H. (2009) Rammeverk for nyttekostnadsanalyse og finansieringsanalyse. Arbeidsdokument ØL/2156/2009, TØI. Tilgjengelig som vedlegg 4 i Minken m.fl. (2009).
- Minken, H., O.I. Larsen, J.H. Braute, S. Berntsen og T. Sunde (2009) Konseptvalgutredninger og samfunnsøkonomisk analyse. TØI-rapport 1011/2009.
- Mohring, H (1961) Land values and the measurement of highway benefits. *Journal of Political Economy* 69(3), 236-249.
- Mohring, H. (1993) Maximizing, measuring and not double counting transportation-improving benefits: A primer on closed- and open-economy cost-benefit analysis. *Transportation Research B* 27(6), 413-424.
- Mohring, H. and H.F. Williamson Jr. (1969) Scale and “industrial reorganisation” economies of transport improvements. *Journal of transport Economics and Policy* 3(3), 251- 271.
- Mori, T (2006) Monocentric versus Polycentric Models in Urban Economics. Discussion Paper No. 611, Kyoto Institute of Economic Research.
- SIKA (2008) Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 4. SIKA PM 2008:3.
- Small, KA (1997) Project evaluation. Working paper UCI-IST-97-06, University of California, Irvine.
- Starrett, D (1978) Market Allocations of Location Choice in a Model with Free Mobility. *Journal of Economic Theory* 17, 21-37.
- Timothy, D and WC Wheaton (2001) Intra-Urban Wage Variation, Employment Location and Commuting Times. *Journal of Urban Economics* 50(2), 338-366.
- Venables, A.J (2007) Evaluating Urban Transport Improvements: Cost Benefit Analysis in the Presence of Agglomeration and Income Taxation. *Journal of Transport Economics and Policy* 41(2), 173-188.
- Von Thünen, J-H (1826) Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationaloekonomie. <http://www.archive.org/details/derisoliertestaa00thuoft>
- Wall, R. (2002) The importance of transport costs for spatial structures and competition in goods and service industries. PhD Dissertation, University of Linköping.
- Williams, H.C.W.L. (1977) On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefits. *Environment and Planning A*, 9, 285-344.
- Wheaton, WC (1977) Residential decentralization, Land Rents, and the Benefits of Urban Transportation Investment. *American Economic Review* 67(2), 138-143.

Nyere norsk interesse for mernytte

Innhold

Innledning	74
Vistarapporten (Heldal m.fl. 2009).....	74
Henvisninger til en britisk offisiell veileder	75
Tørrskodd på jobb	75
SNF-rapporten (Hagen 2010).....	78
Litteratur	79

Innledning

Knapt noe emne innen konsekvensanalyse og samfunnsøkonomisk analyse har vært så populært i Norge de siste 3-4 årene som emnet mernytte. Det har vært behandlet eller er under behandling i Finansdepartementets ekspertutvalg om samfunnsøkonomiske analyser og i metodegruppa i NTP. Samferdselsdepartementet har finansiert to utredninger i POT-programmet, og Oslo kommune med flere har finansiert en utredning om mernytte i storbyer. Emnet har også blitt studert i forbindelse med ferjefri kyststamveg på Vestlandet og i forbindelse med høyhastighetstog. Noen referanser er Gjerdåker og Lian (2008), Heldal m.fl. (2009), Heum m.fl. (2010), Hagen (2010). Her kommenterer vi Heldal m.fl., Heum m.fl. og – helt kort – Hagen (2010).

Vistarapporten (Heldal m.fl. 2009)

Rapporten har en grei framstilling av de ulike formene for mernytte i kapittel 3. Den framhever fornuftig nok at for at mernytte skal tas med i nyttekostnadsanalysene i samferdsel, trengs det metodeutvikling. Muligens har rapporten også rett i at i denne metodeutviklingen bør produktivitetsvirkninger stå i sentrum. Men rapporten undervurderer problemene med å skaffe data til å anslå produktivitetsutviklingen. Hvordan skal en for eksempel skaffe opplysninger om hvordan sysselsettingen i sonene vil endre seg som følge av transporttiltaket? Og hvordan vil flere sysselsatte påvirke produktiviteten? Dette er faktisk ikke noe trivielt problem, ikke engang om en analyserer det i etterkant av tiltaket.

Rapporten skjemmes av et kapittel 5 som gir et fortegnede bilde av nåværende praksis i norske samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren, og på det grunnlaget foreslår metoder som ikke er annet enn en overforenklet utgave av de metodene som faktisk er i bruk, supplert med beregninger av profittendringene i bedriftene som bruker transport.¹ Det er slett ikke godt gjort at profittberegningene man foreslår, ikke gir dobbeltregning, for som vi viser nedenfor, kan det som opprinnelig var trafikantnytte avleire seg til slutt som stigning i eiendomsverdier eller lønnsnivå, og sikkert også som profitt, dersom bedriften har markedsrett.

¹ Det påstås for eksempel i kapittel 5 at generaliserte reisekostnader er det spesialtilfellet som oppstår når variansen til feilleddet i en multinomisk logitmodell går mot null. Generaliserte reisekostnader er riktignok et spesielt tilfelle, men kan framkomme i mange slags modeller, også i logitmodeller med feilledd som kan ha en hvilken som helst kovariansmatrise. Påstanden har antakelig til hensikt å antyde at norsk transportforskning ennå ikke har oppdaget stokastisk nytteteori. Det minste lille forsøk på å undersøke virkeligheten ville ha vist hvor urimelig en slik påstand er. Det har vært laget transportmodeller og gjort nytteberegninger basert på stokastisk nytteteori i norsk transportøkonomisk miljø i 25 år. Våre dagers nasjonale og regionale modeller er basert på slik teori, og de to store norske verdsettingsundersøkelsene – tidsverdiundersøkelsen fra 1996 og den breiere verdsettingsstudien fra 2010 – var begge fullt på høyde med beste internasjonale praksis på det tidspunktet de ble gjennomført. Disse studiene er omtalt andre steder i Vistarapporten, så medmindre forfatterne har skrevet hvert sitt kapittel uten å snakke sammen, burde man kunne anta at dette var kjent.

For at vi skal ha med mernytte å gjøre, må vi godtgjøre at det finnes pekuniære eksterne virkninger med reelle økonomiske konsekvenser. At en sone får flere arbeidsplasser, er ikke i seg sjøl noe tegn på det.

Henvisninger til en britisk offisiell veileder

Webtag er den britiske regjeringens internettbaserte veileder i konsekvensanalyse i samferdselssektoren. Det er trolig den mest systematiske og best oppdaterte veilederen av dette slaget i noe land. Flere norske innlegg i debatten om mernytte har framhevet at det nå finns en oppskrift på beregning av mernytte (wider economic impacts) på denne internettsida. Den hadde på det tidspunktet bare status som ”til diskusjon”, men Rognlien (2010) og Heldal m.fl. (2009) kunne begge opplyse at de ventet at den ville få offisiell status i løpet av de nærmeste månedene. Situasjonen nå er at oppskriften ennå ikke er tatt inn i den offisielle veilederen. Man varsler at den vil kunne bli sterkt endret før det vil kunne skje (se <http://www.dft.gov.uk/webtag/documents/expert/unit3.5.14c.php>).

Rognlien, som er ansatt i firmaet som har utarbeidet metoden som står til diskusjon på Webtag, har gått i spissen for å reise diskusjonen om mernytte i Norge. Han har utdypet sin oppfatning om mernytte og hvordan den skal beregnes i Kernohan og Rognlien (2011).

Tørrskodd på jobb

Notatet ”Tørrskodd på jobb” (Heum m.fl. 2011) er et sammendrag av en ennå ikke publisert rapport. I notatet søker forfatterne å måle virkningen på bedriftenes produktivitet av at bedriften er lokalisert i et stort arbeidsmarkedsområde. De antar at den økte produktiviteten i en kommune fullt ut slår gjennom i høyere gjennomsnittlig lønnsnivå, slik at i stedet for å måle produktiviteten i et område, kan man måle gjennomsnittlig lønnsnivå.

Det gjennomsnittlige lønnsnivået kan antas å skyldes tre slags forhold: kommunespesifikke forhold, regionsspesifikke forhold og kommunens tilhørighet til et stort integrert arbeidsmarkedsområde. De kommunespesifikke forholdene antas å være tilfeldig fordelt, slik at de kan inngå i restleddet når disse sammenhengene skal estimeres. Metoden for å skille mellom virkningen av regionsspesifikke forhold og virkningen av arbeidsmarkedsstørrelsen er noe uklart beskrevet, men den omfatter en justering av rådata for å fjerne ulikheter som skyldes oljevirkksomheten. Den omfatter også en sammenlikning av lønnsforskjeller mellom kommuner som tilhører ulike regioner, men som har det til felles at de ikke er del av et større sammenhengende arbeidsområde. Hensikten med dette later til å være å justere data for regionale forskjeller som ikke skyldes olja og heller ikke arbeidsmarkedsstørrelsen. Til slutt estimeres så virkningen av arbeidsmarkedets størrelse med hjelp av de justerte dataene.

Arbeidsmarkedets størrelse er definert ved antall sysselsatte med reisetid mindre enn 45 minutter til et definert sentrum, eller antall sysselsatte i et system av byer som hver ligger mindre enn 45 minutter fra minst en av de andre. Dette siste kalles kjedede arbeidsmarkeder.

Det siste ledd i argumentasjonskjeden er at dersom en transportforbedring gjør at flere kommer innenfor 45 minutter til arbeidsmarkedets sentrum, vil det medføre en produktivitetsøkning (målt ved gjennomsnittslønn) lik den estimerte virkningen av arbeidsmarkedets størrelse på lønnsnivået. Dersom forbedringen bringer to eller flere byers sentrum nærmere enn 45 minutter fra hverandre, vil arbeidsmarkedsområdet bli flere ganger så stort som de tidligere atskilte arbeidsmarkedsområdene, med et tilsvarende stort utslag på lønnsnivået. Gevinsten ved å integrere arbeidsmarkedene rundt Stavanger, Haugesund og Bergen på denne måten, er beregnet til 10 milliarder kroner pr. år, og man argumenterer for at den kommer i tillegg til nytten i transportmarkedet, dvs. den er mernytte.

Bare tallets størrelse gir grunn til mistanke om at det er mye som er galt her. Ti milliarder i året ved å gi noen ganske få tusen bosatte på landet en praktisk mulighet til å jobbe i byen? Og hvis gevinsten er så stor, hvorfor streve med å bruke milliarder på tunneler for å legge til rette for pendling? Hvorfor ikke like gjerne bygge boliger og få folk til å flytte til byen? Det er jo omtrent gratis for det offentlige, for innflytterne betaler størsteparten av regningen for operasjonen sjøl når de kjøper leilighetene. Hvis titusen arbeidstakere bringes inn over bygrensa, og hver koster en halv million i ny offentlig infrastruktur som de får gratis, gir det fem milliarder i engangsutlegg for en gevinst på ti milliarder pr. år!

Så vi må være ytterst kritiske. For det første kan det stilles spørsmålet ved om data egner seg til formålet. Er alle lønnsforskjeller uttrykk for produktivitsforskjeller? Og er gjennomsnittstall for kommunene egnet til å si noe om produktiviteten, eller påvirkes de av lønnsforholdene til folk som ikke skaper agglomerasjonsgevinster for næringslivet? For det andre må vi spørre hvorfor ikke estimeringen er gjort ved å føre inn dummier for kommunestørrelse og arbeidsmarkedsstørrelse i regresjonslikningen. Hvordan kan man si at de kommunespesifikke forholdene inngår i feilledet?

Til spørsmålet om data egner seg: Timothy og Wheaton (2001) viser til at man i eldre amerikanske studier brukte gjennomsnittstall for utvalgte yrkesgrupper til å teste hypoteser om lønnsforskjeller som skyldes om arbeidsplassen lå i sentrum eller utenfor, men at det kan lede galt av sted om det også finns andre forskjeller mellom de som jobber i sentrum og de som jobber i utkanten – hvilket det åpenbart gjør. Seinere studier har derfor brukt mikrodata om den enkelte arbeidstaker og hennes egenskaper. Det blir da mulig å korrigere for erfaring, utdanning, fag og bransje. Heum m.fl. bruker ikke bare aggregerte tall, de aggregere også over de fleste bransjer, og kan ikke eliminere muligheten for at forskjellene de finner, skyldes erfaring, utdanning, fag, bransje eller andre forhold.

Modellen i Timothy og Wheaton leder fram til følgende konklusjon om sammenhengen mellom arbeidsreiser, arbeidsstedets beliggenhet og lønn: Når bedriftene

ligger spredt utover byen, ikke bare sentrum, vil transportkostnadsgevinster ikke bare ende opp som endringer i boligpriser/tomtepriser, men også som endringer i lønn. Mer nøyaktig: Ulikhet i kostnaden ved å pendle mellom arbeidstakerne som jobber på samme sted, vil bli kapitalisert i boligprisen, mens ulikhet i gjennomsnittlig kostnad ved å pendle mellom arbeidstakere som jobber på forskjellig sted, vil bli kapitalisert i lønningene.

Man kan mistenke at lønnsforskjellen som Heum m.fl. finner, skyldes ulikheter i pendleravstand mellom folk som arbeider på forskjellig sted. Verken det enkelte byområdet på Vestlandet eller vestlandsregionen som helhet er jo preget av at alle arbeidsplassene er på samme sted.

Imidlertid sier Timothy og Wheaton at lønnsforskjellene mellom sonene (sammen med den gjennomsnittlige pendlerkostnad i hver av dem) i prinsippet vil bli utjamnet med tida ved at bedriftene flytter for å redusere sine lønnskostnader. Når vi opplever lønnsforskjeller mellom soner, kan det derfor være fordi det tar lang tid å etablere likevekt, eller fordi det finnes agglomerasjonsfordeler. Det er følgelig ikke utelukket at det finnes agglomerasjonsfordeler, og at lønnsforskjellene som Heum m.fl. finner, har sitt utspring i det. Det eneste som er utelukket er at vi kan skille dem fra andre effekter ved å bruke aggregerte data og uten å spesifisere disse fordelene på en måte som kan etterprøves empirisk.

Så langt estimeringsmetoden og bruk av aggregerte data. En annen type svakhet ved Heum m.fl. er at arbeidsmarkedsområdene er definert ved en tilfeldig grense på 45 minutter fra et nesten like tilfeldig punkt. Det er en svakhet fordi en transportforbedring som bringer noen få tusen innenfor denne grensa, feilaktig regnes for å ha langt større mernytteeffekt enn et annet tiltak som gir mange titusener som arbeider innafor denne grensa, praktisk mulighet til å jobbe mer, ha oftere kontakt med hverandre, ha lettere for å skifte jobb, etablere et breiere servicetilbud eller hva det nå kan være som skaper agglomerasjonsfordeler. De samme effektene som antas å ha stor effekt når de berører de få som bor lengst ute på landet og som sjeldnest drar til byen, antas altså å ha liten eller ingen effekt når de berører de mange som bor nærmere og reiser oftere.

Det er også påfallende at det eneste som gir mernytte, er ting som påvirker pendlingen, mens tilsvarende effekter som oppnås gjennom flytting, snarere enn pendling, ignoreres. Er det noe ved det å dra lange avstander for å komme på jobb som virker mer befordrende på arbeidslyst og sosial kontakt enn det å flytte i stedet? Og hvis det ikke skulle være noe spesielt undergjørende med transport, og heller ikke med det å flytte i seg sjøl, kunne man ikke tenke seg reguleringer som kan redusere imperfeksjoner i økonomien *direkte*, i stedet for å la transporttilbudet og boligmarkedet tjene som nestbesteløsninger? Endelig må vi også spørre oss om hva som skjer med produktiviteten på de stedene som arbeidskrafta flytter fra. Er det kanskje tyngre for disse stedene å få miste en arbeidsplass enn det byene vinner på å få en arbeidsplass til?

Alt dette er innvendinger og feilkilder som det ikke ser ut til at forfatterne drøfter – om det ikke kommer i den ennå ikke utgitte hovedrapporten.

Vi har også innvendinger mot måten forfatterne behandler teorien på. ”Tørrskodd på jobb” hevder å bygge på teorien i Venables (2007). Men det er vesentlige forskjeller mellom de teoretiske forutsetningene hos Venables og de faktiske forholdene på Vestlandet. For det første er Vestlandet ikke en by, heller ikke etter at kyststamvegen har blitt ferjefri. For det andre har ikke Vestlandet (og heller ikke Vestlandets byer) samlet alle arbeidsplassene i et sentrum, slik Venables forutsetter i sitt beregnbare eksempel. For det tredje er det tilflytting til byen fra et stort og ubestemt omland som skaper effektene hos Venables, mens det er bofasthet og pendling innafor et stort, og i store deler tynt befolket, tilfeldig avgrenset område som skaper effektene hos Heum et al.

For det fjerde er det arbeidsplassetettheten i sentrum eller det området av byen der arbeidsplassene ligger, som gir agglomerasjonsfordeler i Venables mest generelle modell. I den enklere modellen hans jobber alle i et sentrum uten utstrekning, og da blir antall innbyggere i byen og antall arbeidsplasser i den ene sentrumssonen ett og det samme. Derfor ser det ut som om det er antall innbyggere som skaper økt produktivitet. Men det er åpenbart en forenkling, som bare er holdbar dersom det ikke finns avstander å snakke om i sonen eller området der arbeidsplassene finns. I motsetning til dette er produktiviteten i byen ifølge Heum et al. knyttet til antallet som *bor* i et *stort* og eksogent avgrenset geografisk område, ikke antallet som *arbeider* i et lite og endogent avgrenset geografisk område.

Heum m.fl. pynter seg med teori som vanskelig lar seg anvende på deres konkrete problemstilling, de anvender uhensiktsmessige data og tvilsomme estimeringsmetoder, og kommer til helt urimelige resultater uten å stille spørsmål ved det.

SNF-rapporten (Hagen 2010)

Dette er en samling innlegg, utgitt av SNF i samarbeid med Møreforskning og redigert av K.P. Hagen. Det meste er fornuftig, men i starten defineres agglomerasjonsfordeler som gevinster ved at produktiviteten er høyere i sentrale strøk. Slike gevinster må skyldes positive eksterne virkninger ved sentralisering, sies det.

For det første er dette et syn på agglomerasjonsfordeler som ser bort fra virkninger i forbruket, og i det hele blir litt for ensidig opptatt av produktivitet. For det andre unnlater man å konkretisere mekanismene som fører til den store produktiviteten. Det åpner for enkle og ensidige forklaringer. For det tredje: Om man identifiserer høy produktivitet med høy lønn, risikerer man å begå nettopp en slik overforenkling, og forklare alle lønnsforskjeller, og dermed produktivitetsforskjeller, mellom sentrale og perifere strøk med positive eksterne virkninger. Det blir feil – Timothy og Wheaton (2001) viser jo blant annet at gjennomsnittlig pendlingsdistanse meget vel kan forklare mye av lønnsforskjellene.

Litteratur

- Gjerdåker, A. og J.I. Lian (2008) Regionale virkninger av infrastrukturinvesteringer – en litteraturstudie. TØI-rapport 989/2008.
- Hagen, K.P. (2010) (red) Prinsipiell vurdering av nytte-kostnadsvirkninger i form av ”mernytte” som ikke fanges opp i dagens metoder og praksis for nytte-kostnadsanalyser i samferdselssektoren. Arbeidsnotat nr. 15/10 SNF.
- Heldal, N., I. Rasmussen, S. Strøm og S. Munawar (2009) Mernytte av transportinvesteringer i storbyer. Forprosjekt. Rapportnr. 2009/4, Vista Analyse.
- Heum, P., E.B. Norman, V.D. Norman og L. Orvedal (2011) Tørrskodd på jobb. Arbeidsmarkedsvirkninger av ferjefritt samband Bergen-Stavanger. Sammendrag. Upublisert notat fra SNF, Bergen.
- Kernohan, D. and L. Rognlien (2011) Wider economic impacts of transport investments in New Zealand. NZ Transport Agency research report 448.
- Rognlien, L. (2010) Wider economic benefits of high speed rail.
<http://www.transportmiljo.no/aktuelt/oppsummering-av-hooyhastighetskonferansen-18-19mai-2010/>
- Timothy, D and WC Wheaton (2001) Intra-Urban Wage Variation, Employment Location and Commuting Times. *Journal of Urban Economics* **50**(2), 338-366.
- Venables, A.J (2007) Evaluating Urban Transport Improvements: Cost Benefit Analysis in the Presence of Agglomeration and Income Taxation. *Journal of Transport Economics and Policy* **41**(2), 173-188.

Tidsverdiens inntektsavhengighet og velferdsfunksjonens form

1	Innledning	82
2	Tidsverdiforskningen	82
3	En modell av en modell	85
4	Etterspørselsfunksjonenes form.....	86
5	Implikasjoner for tidsverdiens utvikling over tid.....	87
6	Gormans polære form	88
7	Kvasilineær nytte.....	89
8	Egenskaper ved vanlige transportmodeller	90
9	Konklusjon	91
	Litteratur	93
	Vedlegg: Løsningen av optimeringsproblemet	94

1 Innledning

Det har vært framholdt at man her i Norge bør gjøre som i andre land når det gjelder de samfunnsøkonomiske analysene av infrastrukturinvesteringer, og øke tidsverdiene år for år i takt med forventet inntektsutvikling. Dette vil øke den beregnede lønnsomheten av prosjektene, spesielt i samferdselssektoren.¹

Spørsmålet er ett av flere som skal utredes av en ekspertgruppe som er satt ned av Finansdepartementet for å forbedre våre nyttekostnadsanalyser. Det er imidlertid ikke så enkelt som det ofte framstilles, at vi i Norge har blitt hengende etter, og nå må se å innføre de metoder som man for lengst har blitt enige om i utlandet. Tvert imot har det nylig oppstått faglig usikkerhet om hva som er riktig på dette området, parallelt med at vi har fått nye og bedre undersøkelser som kan kaste lys over spørsmålet.

Spørsmålet deler seg i to: Er det noen sammenheng mellom inntektsutviklingen i samfunnet og verdien av spart tid i ulike anvendelser? Og hvis det er slik, hvilke konsekvenser bør det ha for måten vi gjør samfunnsøkonomiske analyser på?

2 Tidsverdiforskningen

Vi ser først på hva forskningen sier om sammenhengen mellom inntektsutviklingen og tidsverdiene.

I stadig større grad er det hypotetiske spørreundersøkelser (SP-undersøkelser) som brukes til å anslå tidsverdier. Litt enkelt sagt stilles respondentene overfor valg hvor de må avveie spart reisetid mot økte kostnader eller omvendt, og svarene brukes til å estimere en diskret valgmodell. Tidsverdien er forholdet mellom den estimerte parameteren til reisetida og den estimerte parameteren til reisekostnaden, eller grensenytten av tid delt på grensenytten av penger, om man vil.² Det er gode grunner til å anta at grensenytten av penger er en avtakende funksjon av inntekt, og det vil isolert sett tilsi at tidsverdien øker med inntekta. Men det er større usikkerhet om hvordan grensenytten av tid vil utvikle seg.

Tre typer av undersøkelser, type A, B og C, vil kunne kaste lys over hvordan tidsverdiene påvirkes av inntektsutviklingen. *Type A* studerer inntektsavhengigheten til tidsverdiene i enkeltstående tidsverdiundersøkelser, dvs. i tverrsnittsdata. Det gjøres typisk ved å spørre etter inntekt samtidig som man samler inn verdsettingsdata, og enten beregne tidsverdien separat for hver inntektsgruppe og gjøre en enkel regresjonsanalyse på resultatene, eller spesifisere tids- og kostnadsparametrene direkte som funksjoner av inntekt i den diskrete valgmodellen som skal estimeres.

¹ Det vil derimot i liten grad endre den relative lønnsomheten til prosjektene. Et prosjekt som er bedre enn et annet vil normalt også være det etter en slik justering av regnereglene. Det vil sannsynligvis heller ikke kreves økte budsjetter for å få plass i planen til alle de prosjektene som da blir lønnsomme. Det kan ordnes ved å kaste ut prosjekter som er ulønnsomme også etter justeringen.

² Det forutsettes at en liten økning i reisekostnaden har samme nyttevirkning som en liten reduksjon i inntekt. Forutsetningen kan svikte på grunn av at folk ikke er helt rasjonelle eller ikke har god nok informasjon om kostnadene, eller at det finns budsjettsranker i tillegg til budsjettsranken på høyeste nivå.

Den aller første nasjonale tidsverdiundersøkelsen, den britiske fra midt i 80-åra, fant at tidsverdiene for både private reiser og tjenestereiser hadde en elastisitet med hensyn på inntekt på omtrent 1. Dette tok man som en bekreftelse på gjeldende britisk praksis fra gammelt av, nemlig å oppjustere tidsverdiene år for år med forventet inntektsvekst i de samfunnsøkonomiske regnestykkene. Seinere undersøkelser, både i Storbritannia og andre land, har imidlertid for det meste funnet elastisiteter rundt 0,5.

Den første norske tidsverdiundersøkelsen (Ramjerdi m.fl. 1997) beregnet ikke tidsverdiens inntektselastisitet, men Figur 10.2 i rapporten viser tydelig at den må være mindre enn 1. Dessuten er den mindre for husholdningsinntekt enn for personlig inntekt. Den siste norske studien (Ramjerdi m.fl. 2010) finner elastisiteter for de ulike transportmåtene på mellom 0,25 og 0,6 og karakteriserer det som lavt. Det er imidlertid ikke veldig lavt for undersøkelser av type A. Et unntak er den danske tidsverdiundersøkelsen, som finner en elastisitet på 0,9 og ikke med sikkerhet kan si at den er forskjellig fra 1 (Fosgerau 2005).

Det gjør en merkbar forskjell om man regner med personlig inntekt eller husholdningsinntekt. Det viser seg ikke bare i Ramjerdi m.fl. (1997), men helt generelt. Funnene på rundt 1 i den første britiske undersøkelsen gjaldt personlig inntekt. Elastisitetene med hensyn på husholdningsinntekt var lavere og mindre tydelige. Og dette mønsteret har vært konsistent siden da (Wardman 2001).

Metodemessig har de empiriske undersøkelsene utviklet seg fra binomisk logit til mixed logit eller semiparametriske metoder, uten at det har gitt fundamentalt nye konklusjoner om tidsverdiens inntektselastisitet.

En viktig innvending mot undersøkelser av type A er at de besvarer et annet spørsmål enn det man er interessert i, dersom det er oppjustering av tidsverdien med tida som er formålet. Ulikheter mellom inntektsgrupper på et bestemt tidspunkt er jo slett ikke det samme som hvordan gjennomsnittet over inntektsgruppene beveger seg over tid.

Undersøkelser av *type B* sammenlikner tidsverdiene fra mer eller mindre like tidsverdiundersøkelser som er gjennomført i samme land eller område med noen års mellomrom. Det dreier seg altså om tidsserieanalyser. Man har bl.a. sammenliknet de nasjonale tidsverdiundersøkelsene i Nederland i 1988 og 1997, i Storbritannia i 1985 og 1999 og i Sverige i 1994 og 2007. Med unntak av den svenske undersøkelsen, som vi skal komme tilbake til, finner man da elastisiteter på null eller mindre.³

Den tredje typen av undersøkelser, *type C*, er metaundersøkelser. Disse kan benytte data fra langt flere kilder enn de nasjonale tidsverdiundersøkelsene, og fra mange år, ikke bare to eller ett. Også metaundersøkelsene kan gjøres på mange måter, med data som varierer fra tidsverdier som er segmentert langs alle slags akser til verdier som ikke er segmentert i det hele tatt. I det sistnevnte tilfellet er det vanskelig å skille ut virkningen av inntekt fra andre virkninger og ulikheter mellom primærundersøkelsene. Mark Wardman har gjennomført en serie metaundersøkelser på britiske data (Wardman 2001, Wardman 2004, Abrantes og Wardman 2011). En av forskjellene mellom dem er tidsrommet som data hentes fra. Elastisiteten har økt fra undersøkelse til undersøkelse,

³ Det er ikke gjort noen seriøs vurdering av hvordan inntektsutviklingen har påvirket den norske tidsverdien fra 1996 til 2009. En første antydning kan man vel få ved å se på figur 5.3 i Ramjerdi m.fl. (2010). Bortsett fra korte bilreiser ser det ikke ut til at tidsverdien har økt vesentlig, målt i faste kroner. Realinntektsøkningen i sammen tidsrom er vel omtrent 30-35 prosent.

fra 0,5 til 0,75 til 0,9 i den siste. I metaundersøkelser kan inntektsbegrepet være BNP pr. innbygger, disponibel personlig inntekt eller disponibel husholdningsinntekt. Det kan diskuteres hva som er det rette, men det er i alle fall slik at de to førstnevnte gir høyere elastisitet enn den sistnevnte.

De varierende resultatene fra empiriske undersøkelser ga et behov for å vurdere situasjonen og komme med anbefalinger om hvilke verdier som skal brukes. For Storbritannia er det gjort i Wardman (2001), Mackie m.fl. (2001) og Mackie m.fl. (2003). I tråd med anbefalingen i den sistnevnte artikkelen har britisk praksis blitt endret fra å oppjustere tidsverdiene med veksten i BNP/capita til å bruke $0,8 \cdot \text{BNP/capita}$ for private reiser, mens tjenestereiser framleis oppjusteres som før.

Som et ledd i den nye svenske tidsverdiundersøkelsen (WSP Analyse & Strategi 2010) blei den gamle undersøkelsen fra 1994 gjentatt på akkurat samme måte i 2007, nettopp for å finne ut mer om tidsverdiens utvikling over tid. Man finner at for lavinntektsgruppene er det omtrent ingen utvikling i tidsverdiene, målt i faste kroner, på disse 13 årene, mens derimot høyinntektsgruppenes tidsverdier har en elastisitet med hensyn på inntekt på nær 1. Følgelig vil tidsutviklingen til den gjennomsnittlige tidsverdien være avhengig av utviklingen av inntektsfordelingen.

Börjesson m.fl. (2009) og Börjesson (2010a og b) har analysert de svenske funnene nærmere og fremmer et prinsipielt synspunkt om at tidsverdiene *ikke* skal justeres med økende inntektsnivå. Grunnlaget for synspunktet er påpekningen i Mackie et al (2003) om at de individuelle subjektive tidsverdiene som vi finner i hypotetiske spørreundersøkelser (SP-undersøkelser) ikke kan adderes til samfunnets verdsetting uten en oppfatning om hvilken vekt som skal tillegges hvert individ. En ikke urimelig måte å gjøre det på er å sørge for at fra samfunnets side skal en krone ekstra tillegges samme vekt enten den tilfaller Per eller Pål. Folks marginale nytte av inntekt er forskjellig, men ved å vekte hvert individ med den inverse av den marginale nytten av inntekt, vil de alle telle likt i velferdsfunksjonen. Gjennomføres dette synspunktet på tvers av generasjonene, innebærer det at tidsverdien skal holdes konstant.

Den enkle antakelsen om at vi i Norge må oppjustere tidsverdiene med BNP per innbygger, slik det gjøres i Sverige, Danmark og (inntil for 5-6 år siden) Storbritannia, viser seg altså å være omstridt. Empirien er uklar når det gjelder hva slags elastisitet man skal bruke, og de færreste undersøkelsene tilsier elastisitet lik 1.

Nylig har COWI kommet med anbefalinger om tidsjustering av tidsverdiene og andre parametre som bygger på betalingsvillighet, som ulykkeskostnader, støykostnader og utslippskostnader (COWI 2010). Anbefalingene bygger på britiske anbefalinger, mens de siste svenske resultatene og anbefalingene i mindre grad er tillagt vekt. Det er fullt ut mulig å leve med COWIs anbefalinger en stund, men etter vårt syn er problemet er såpass komplisert at det bør følges opp i et særskilt forskningsprosjekt.

Vi skal nå formulere en modell som vil bekrefte at tidsverdien er en litt mer komplisert størrelse enn det den enkle antakelsen skulle tyde på. Samtidig formulerer vi modellen slik at det ikke er nødvendig å vekte individene med deres marginale nytte av inntekt. Dette gjør vi fordi det er slik de store etterspørselsmodellene i transport fungerer. Et vanskelig spørsmål blir da om tidsverdien, som er en parameter innafor en slik modell-kontekst, skal tillates å utvikle seg med tida på en måte som er konsistent med våre transportmodeller, eller om vi skal foreta nytteberegning på en måte som står i strid med

den underliggende etterspørselsmodellen vi bruker i beregningene – men som kanskje samsvarer bedre med virkeligheten på langt sikt.

3 En modell av en modell

Modellen vi formulerer har noen trekk felles med et vanlig transportmodellsystem, i første rekke at etterspørselsfunksjonene er funksjoner av generaliserte kostnader og ikke er funksjoner av inntekt. Dette er altså en liten modell av en større modell, nemlig av en transportmodell av den typen som er vanlig i samferdselssektoren. Hensikten er å kunne drøfte hva det er som påvirker tidsverdiene, hvilket ikke er mulig å se så tydelig i et virkelig transportmodellsystem. Materialet fra den norske tidsverdiundersøkelsen gir oss mulighet til å studere hvordan tidsverdiene avhenger av objektive kjennetegn, men ikke av subjektive holdninger og individuelle omstendigheter.

Vår modell kan sees som en variant av de Serpa (1971), som fremdeles brukes til teoretisk drøfting av tidsverdier. Mens de Serpa definerer nyttefunksjonen over ulike anvendelser av tida, dvs. aktiviteter som en kan bruke større eller mindre tid på, vil vi anta at aktivitetene tar en gitt tid pr. gang, men kan gjennomføres et valgfritt antall ganger. Vi kan betrakte dette som reiser med en på forhånd kjent og fast reisetid. En annen forskjell er at vi utelater rene fritidsaktiviteter fra nyttefunksjonen og bibetingelsene. Det spiller en rolle, men ikke for det vi er opptatt av her.

La z være generelt forbruk, \mathbf{x} en vektor av reiser og t_w tid brukt i lønnsarbeid. Nyttefunksjonen er $U = z + v(\mathbf{x}, t_w)$. Prisen pr. reise av type i er p_i , timelønna er w , arbeidsfri inntekt er R og reisetida for reise i er t_i . Vi skal maksimere U gitt et pengebudsjett, et tidsbudsjett og et krav om et minste antall timer brukt på arbeid og på andre aktiviteter (reiser) av hver type.

$$\begin{aligned} \underset{z, \mathbf{x}, t_w}{\text{Maks}} U &= z + v(\mathbf{x}, t_w) \\ \text{gitt } z + \mathbf{p}\mathbf{x} &\leq R + wt_w && (\lambda) \\ t_w + \mathbf{t}\mathbf{x} &\leq T && (\mu) \\ -t_w &\leq -b_w && (\varphi_w) \\ -t_i x_i &\leq -b_i, \quad i = 1, \dots, n && (\varphi_i) \end{aligned}$$

Vi danner Lagrangefunksjonen \mathcal{L} og deriverer. Kuhn-Tuckerbetingelsene for maksimum kan skrives

$$\begin{aligned} (1) \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial z} &= 1 - \lambda \leq 0 \quad (= 0 \text{ for } z > 0) \\ (2) \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial t_w} &= \frac{\partial v}{\partial t_w} + \lambda w - \mu + \varphi_w \leq 0 \quad (= 0 \text{ for } t_w > 0) \end{aligned}$$

$$(3) \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x_i} = \frac{\partial v}{\partial x_i} - \lambda p_i - \mu t_i + \varphi_i t_i \leq 0 \quad (= 0 \text{ for } x_i > 0) \quad i = 1, \dots, n$$

$$\lambda \geq 0 \quad (= 0 \text{ for } z + \mathbf{p}\mathbf{x} < R + wt_w)$$

$$(4) \quad \mu \geq 0 \quad (= 0 \text{ for } t_w + \mathbf{t}\mathbf{x} < T)$$

$$\varphi_w \geq 0 \quad (= 0 \text{ for } t_w > b_w)$$

$$\varphi_i \geq 0 \quad (= 0 \text{ for } t_i > b_i) \quad i = 1, \dots, n$$

Anta $z > 0$ og $t_w > 0$. Vi har da likhet i (1) og (2) og følgelig $\lambda = 1$ og $\mu = w + \frac{\partial v}{\partial t_w} + \varphi_w$.

Setter vi dette inn i (3), har vi, for $i = 1, \dots, n$,

$$(5) \quad \frac{\partial v}{\partial x_i} \leq p_i + (\mu_i - \varphi_i)t_i = p_i + \left(w + \frac{\partial v}{\partial t_w} + (\varphi_w - \varphi_i) \right) t_i = p_i + \omega t_i = g_i$$

der det nest siste likhetstegnet definerer tidsverdien ω og det siste definerer generalisert kostnad g_i .

Vi ser at arbeidsfri inntekt ikke inngår i tidsverdien. Timelønn inngår på en avgjørende måte, men tidsverdien er ikke proporsjonal med timelønna. Behaget eller ubehaget ved å være på arbeid inngår som et tillegg eller fratrukk til timelønna. Til slutt er det også avgjørende om individet helst ville ha jobbet mindre enn det må, og om det helst ville brukt mindre tid under reise enn det må. Dvs. det er differansen mellom disse skyggeprisene som har betydning. Om minstekravet til å bruke en viss tid på arbeid er en viktigere hindring for nyttemaksimeringen enn kravet til å bruke tid på reise, er det siste leddet i tidsverdien positivt, i motsatt fall er det negativt.

4 Etterspørselsfunksjonenes form

Vi viser i vedlegget at budsjettbetingelsen ikke kommer inn i bildet ved løsningen av x -ene, bare ved fastleggingen av z til slutt. Etterspørselsfunksjonene \mathbf{x} vil derfor være funksjoner av prisene \mathbf{p} og timelønna w , men ikke av R . Vi kan skrive løsningen slik:

$$\mathbf{x} = \mathbf{D}(\mathbf{g})$$

der $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$, $\mathbf{D} = (D_1(\mathbf{g}), \dots, D_n(\mathbf{g}))$, $\mathbf{g} = (g_1, \dots, g_n)$ og $g_i = p_i + \omega t_i$ for alle i .

Dersom nyttefunksjonen ikke hadde vært kvasilineær⁴, ville etterspørselsfunksjonene likevel være funksjoner av generaliserte kostnader, dvs. pris og reisetid vil inngå lineær slik som i (5). Det er de fire bibetingelsene som gir denne strukturen. Men i de generaliserte kostnadene ville pris og timelønn vært vektet med lagrangeparameteren λ , som da ikke ville være 1, og ikke engang en konstant. λ vil være en funksjon av blant annet R , hvilket ville gjøre de generaliserte kostnadene til noe som varierte fra individ til individ. Etterspørselsfunksjonene ville dessuten trolig også være eksplisitte funksjoner av inntekt.

5 Implikasjoner for tidsverdiens utvikling over tid

Ut fra likning (5) kan vi trekke konklusjoner om tidsverdiens utvikling over tid. Anta at vi ønsker å oppjustere tidsverdiene med inntektsutviklingen. For det første ser vi at arbeidsfrie inntekter er irrelevante. Det betyr at inntektbegrepet som vi bruker til oppjusteringen, ikke bør være BNP per capita eller disponibel husholdningsinntekt per capita, men *reallønn per time etter skatt*.

For det andre må vi innse at det finns grupper med et nyttemaksimeringsproblem der timelønna ikke spiller noen rolle, fordi de ikke jobber eller jobben spiller liten rolle for dem. Det gjelder blant annet trygdede og pensjonister, og i en viss grad studenter, skoleelever, hjemmeværende og andre som helt eller delvis blir forsørget av andre. For disse vil tidsverdien være definert ved $\mu_i - \varphi_i$, uten at det er mulig å knytte denne differansen mellom skyggepriser til timelønna i det hele tatt. Siden disse i høyeste grad er overrepresentert i gruppene med lavest inntekt, kan vi vente at tidsverdiene for grupper med lav inntekt i større grad utvikler seg uavhengig av inntektsutviklingen, enten vi bruker timelønn eller disponibel inntekt eller et annet inntektsmål. Og det er akkurat dette vi finner i den metodologisk mest tilfredsstillende undersøkelsen av dette spørsmålet (Börjesson 2010b).

For det tredje bør vi kunne gjøre oss tanker om hvordan andre sider av samfunnsutviklingen enn inntektsutviklingen påvirker tidsverdien. Sambandet mellom hvor mange timer vi jobber og hva vi har i inntekt er i ferd med å bli mer uklart. Det er færre som må stemple. Det er flere som har månedslønn, og sjøl om det forutsettes at man jobber et visst antall timer per måned og eventuelt at man må dokumentere det, er det en tendens til svakere kontroll med at det faktisk skjer. Det kan bety at en større del av inntekten *oppleves* som arbeidsfri i den forstand at den ikke er knyttet til et bestemt timeforbruk. Med andre ord: R vokser på bekostning av w i den subjektive betraktningen som vårt nyttemaksimeringsproblem skal være en modell av. Dette kan gi tidsverdien en lavere elasticitet med hensyn på offisielt registrert lønnsinntekt.

De to skyggeprisene i tidsverdien vil reduseres i samme grad som beskrankningene oppheves eller føles mindre ubehagelige. Hvis alle kunne velge arbeidstid fritt, ville φ_w bli null. Det reduserer tidsverdien. Trolig går samfunnet i en retning der flere kan tilpasse arbeidstida fritt. Den siste beskrankningen er det kanskje vanskeligere å oppheve – det kommer an på hvordan vi tolker x_i . Hvis x_i er en reise fra A til B, finns det en viss, men begrenset mulighet til å lette på restriksjonen ved å redusere t_i . En mye

⁴ Om kvasilinearitet, se under.

større mulighet vil ligge i å gjennomføre reisa sjeldnere, og en slik tendens finnes for arbeidsreiser. Videre: Hvis x_i er en aktivitet som kan utføres på flere steder, kan t_i tolkes som tida det tar å utføre aktiviteten, inkludert eventuell reisetid. Tendensen til å kunne drive flere aktiviteter hjemmefra vil da – hvis vi ikke utvider vårt repertoar av aktiviteter – kunne redusere eller oppheve beskrankningen. Den motsatte tendensen finnes også, idet vi reiser lengre av sted for å gjennomføre mange av våre aktiviteter nå til dags. Vi er ikke lenger fornøyd bare med tilbudet i nærområdet.

Alt i alt kan en kanskje gjette at φ_w vil reduseres raskere enn φ_i , hvilket vil bidra til lavere tidsverdier.

Leddet $\partial v / \partial t_w$ er den marginale nytten av å utvide arbeidstida, helt bortsett fra hva det vil kunne bringe med seg av lønn og av kortere tid til andre aktiviteter. I optimum vil den være negativ og kanskje i tallverdi i samme størrelsesorden som w , i alle fall om vi kan se bort fra andre restriksjoner. Vi kan derfor vente at tidsverdien i de aller fleste aktiviteter er mye mindre enn timelønna. Det er også hva vi alltid finner. Men det er fullt ut mulig at det vil bli triveligere på jobben i framtida, slik at hvis vi ikke får dårligere tid fordi vi har viktigere ting å gjøre, vil dette leddet bidra til å trekke tidsverdien oppover i framtida. Men sikkert er det jo ikke.

Alt i alt må det være grunn til å anta at tidsverdien vil endre seg med inntektsutviklingen og med samfunnsforholdene forøvrig, men det er ingen grunn til at det vil skje proporsjonalt med inntekten, uansett hvordan den defineres. Sammensetningen av befolkningen på (time-)lønnstakere og andre vil ha stor betydning, som det også er påvist i den svenske undersøkelsen av dette.

6 Gormans polære form

Grunnlaget for nyttekostnadsanalyse er Kaldor-Hickskriteriet. Det sier at dersom de som vinner på et tiltak, kan holde taperne skadesløse uten at de sjøl dermed slutter å være vinnere, så skal tiltaket regnes som en gevinst for samfunnet. Siden kriteriet på ingen måte krever at taperne blir kompensert i praksis, innebærer det en form for likegyldighet til hvordan gevinsten faktisk fordeles. Så lenge det er en potensiell gevinst for samfunnet sett under ett, er kriteriet oppfylt. Dette er det svakest mulige kriteriet på samfunnsøkonomisk lønnsomhet, og det som er det enkleste å verifisere. En hvilken som helst interesse for hvordan godene er fordelt vil gjøre det betydelige mer komplisert å trekke slutninger om samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

Det kan vises at et tiltak oppfyller Kaldor-Hickskriteriet (i en høvelig presisering) *hvis og bare* hvis det gir økning i en utilitaristisk velferdsfunksjon som har Gormans polære form (Chipman og Moore 1994). For at det skal være tilfelle må alle individer eller individuelle husholdninger også ha indirekte nyttefunksjoner av Gormans polære form, dvs. nyttefunksjonene har forma

$$V_h(\mathbf{p}, R) = a_h(\mathbf{p}) + b(\mathbf{p})R_h,$$

der \mathbf{p} er en vektor av priser og R_h er disponibelt forbruksbudsjett for individ eller husholdning h . Funksjonen $a_h(\cdot)$ er altså spesifikk for individ h , mens funksjonen $b(\mathbf{p})$ er

felles for alle individer. Ved summering over alle individer framkommer velferdsfunksjonen

$$V(\mathbf{p}, R) = \sum_h a_h(\mathbf{p}) + b(\mathbf{p}) \sum_h R_h$$

Vi ser at når individene har nyttefunksjoner av Gormans polære form, finns det en utilitaristisk velferdsfunksjon av samme form. Som sagt innebærer det at vi har en praktisk måte å beregne om Kaldor-Hickskriteriet er oppfylt på. Omvendt gjelder at hvis de individuelle nyttefunksjonene ikke har denne forma, vil summen av dem (eller en monoton transformasjon av summen) heller ikke ha det, og vi har da ingen velferdsfunksjon som er ekvivalent med Kaldor-Hickskriteriet.

Når velferdsfunksjonen har Gormans polære form, sier vi at det finnes en representativ konsument. Den indirekte nytten til den representative konsumenten er summen av individenes nytte for så vidt som den bare avhenger av prisene pluss summen av alle inntekter multiplisert med en faktor som bare avhenger av prisene. Vi ser umiddelbart at inntektsfordelingen ikke har noen betydning for velferden beregnet med denne funksjonen. Et annet karakteristisk trekk er at sjøl om individene har ulik inntekt og ulik smak, er de like i den forstand at om de får en krone til i inntekt, vil de alle sammen bruke den på samme måte. (Den deriverte av etterspørselsfunksjonene med hensyn på inntekt er lik for alle og uavhengig av inntekt.)

Som en vil skjønne, er det ikke sannsynlig at individene har slike nyttefunksjoner, og derfor heller ikke sannsynlig at det eksisterer en representativ konsument eller at individenes nytte kan legges sammen til en velferdsfunksjon som er ekvivalent med Kaldor-Hickskriteriet.

7 Kvasilineær nytte

Individ h har en kvasilineær nyttefunksjon hvis den indirekte nytten kan skrives

$$V_h(\mathbf{p}, R) = a_h(\mathbf{p}) + R_h$$

Åpenbart er dette et spesialtilfelle av Gormans polære form, og følgelig enda mindre realistisk. Vi ser at den indirekte nyttefunksjonen måler nytten i kroner. Grensenytten av inntekt er 1 for alle med slike nyttefunksjoner, og dermed også for den representative konsumenten, om hun finns.

Denne indirekte nyttefunksjonen er løsninga på problemet

$$\begin{aligned} \text{Maks}_{z, \mathbf{x}} U_h &= z + v_h(\mathbf{x}) \\ \text{gitt } z + \mathbf{p}\mathbf{x} &\leq R_h \end{aligned}$$

eller et liknende problem, eventuelt med flere bibetingelser og/eller med arbeidstid og lønnsinntekt som variable. Det gir etterspørselsfunksjoner etter alle varer \mathbf{x} som er uavhengig av budsjettet R . Bare etterspørselen etter den siste varen, z , er en funksjon av inntekt. Også i dette spesialtilfellet vil individene oppføre seg likt dersom de får en ekstra krone. I dette tilfellet vil ingen av dem endre etterspørsel etter \mathbf{x} , og alle vil bruke de ekstra pengene på z .

La oss nå si at vi ikke er særlig interessert i etterspørselen etter z . Det er bare en indikator på forbruk av goder som ligger utenfor vårt primære studiefelt. Med andre ord, det er et uspesifisert sammensatt forbruk, mens x de godene vi virkelig vil studere. La oss videre anta at vi er langt mer interessert i prisendringer enn i inntektsendringer. Så lenge inntekten er konstant, kan vi se bort fra den som et argument i etterspørselsfunksjonen. En annen måte å si det på, er at vi studerer virkninger av prisendringer på goder som tar en liten del av inntekten.

Under slike forutsetninger blir kvasilineær nytte en interessant modell. Nyten er umiddelbart uttrykt i kroner, det finns en opplagt velferdsfunksjon som er ekvivalent med Kaldor-Hickskriteriet, det er ingen forskjell på ekvivalent og kompenserende variasjon, osv.

8 Egenskaper ved vanlige transportmodeller

I en vanlig transportmodell er arealbruk, reisemålenes attraktivitet, befolkningene i ulike soner, sosioøkonomiske kjennetegn ved sonebefolkningene (som husholdsinntekt, førerkortinnehav og bilhold) alt sammen innputt sammen med egenskapene ved transporttilbudet (som drivstoffpriser, vegnettets kapasitet og standard, kollektivpris og kollektivfrekvens). De store beslutningene som virkelig gjør en forskjell for hva som er disponibelt til daglig forbruk – hvor skal jeg bo, hva slags bil skal jeg ha – er altså eksogene variable, eller *så godt som* eksogene variable. Det finnes for eksempel en førermodell for førerkortinnehav og bilhold til den nasjonale og de regionale persontransportmodellene, men i en konkret analyse holdes bilhold og arealbruk konstant over alle alternativer, og det foregår ingen nytteberegning av å anskaffe bil(er) eller omlokalisere aktiviteter.

Innafor en slik ramme er det ikke urimelig at etterspørselen etter reiser ikke er en funksjon av inntekt. Og det er den da heller ikke i transportmodellssystemene. Riktignok inngår inntekt som en sosioøkonomisk variabel som er med på å bestemme transportmiddelvalg, for eksempel, men inntekten stammer i det tilfellet ikke fra noen budsjettbetingelse, og må tolkes som en rein smaksvariabel. (Rike folk gjør andre valg enn fattige, men ikke nødvendigvis fordi de har mer penger.)

Vi har altså at transportmodellene fungerer som om de er resultatet av en kvasilineær nyttefunksjon. Dette har to viktige implikasjoner. For det første er det en måte å separere transportsektoren fra andre sektorer på. Med kvasilineær nytte er det helt i orden å gjennomføre en partiell analyse uten å trekke inn andre trekk ved resten av økonomien enn skattefaktoren, overføringer til og fra det offentlige og eksterne virkninger. For det er det slik at så lenge transportmodellene har denne karakteren, vil nytteberegningen kunne foretas uten å vurdere vektning av individene.

Når det gjelder inntektsutviklingen av tidsverdiene, reiser den kvasilineære karakteren av transportetterspørselssystemene som vi bruker, spørsmålet om ikke hele distinksjonen mellom individuelle og samfunnsmessige tidsverdier, slik det framstilles i Mackie m.fl. (2001), Börjesson (2010a) eller for den saks skyld Nyborg (2002), faller vekk. Det gjør den, med mindre vi skal bygge nyttekostnadsanalysen på andre prinsipper enn de som er nedfelt i modellsystemet. Ingen omregning, ingen vektning av individer i den statiske sammenhengen. Det logiske er da at Börjessons argument mot å

inntektsjusterte tidsverdiene også faller, fordi det bygger på at det er nødvendig å regne om slik at en time spart teller likt uansett inntekt.

9 Konklusjon

En litt for lang og springende drøfting av spørsmålet om tidsverdiene bør oppjusteres med framtidig forventet inntektsutvikling, har gitt følgende konklusjoner:

1. Oppjustering vil øke den beregnede lønnsomheten av alle infrastrukturprosjekter, men ikke forrykke forholdet mellom dem. Siden nåværende samferdselsbudsjetter vil kunne gi plass til de nye prosjektene som blir lønnsomme dersom de som framleis er ulønnsomme tas ut, har oppjusteringen derfor trolig mindre betydning for den praktiske politikken.
2. I konsumentteoretiske modeller vil tidsverdien både ha forbindelse med timelønna og med den inntekten som er disponibel for forbruk. Timelønns innvirkning på tidsverdien vil imidlertid bli motvirket av en ulempe eller belastning ved å bruke tid på arbeid. Det er derfor grunn til å anta at tidsverdien tallmessig bare er en brøkdel av timelønna og at elastisiteten med hensyn på timelønn skal være mindre enn 1. Budsjettskrankens innvirkning avhenger av modellen. Med sterkt separable (kvasilineære) nyttefunksjoner vil budsjettsranken ikke ha noen betydning for tidsverdien. I motsatt fall vil skyggeprisen på budsjettsranken virke inn slik at jo høyere inntekt, jo høyere tidsverdi.
3. I diskrete valgmodeller er tidsverdien parameteren tilknyttet reisetida delt på parameteren tilknyttet reisekostnaden, eller grensenytten av tid delt på grensenytten av penger, som man sier. Disse parametrene kan igjen – eksplisitt eller implisitt – være funksjoner av inntekt. Ved tolkningen forutsetter man at grensenytten av inntekt er lik grensenytten av reisekostnadene med motsatt fortegn. Det er en tvilsom forutsetning hvis folk ikke er strengt rasjonelle og godt informert om sine utgifter, eller om det finns andre budsjettsranker enn totalsranken på forbruksbudsjettet.
4. I empiriske undersøkelser finner vi at individuelle tidsverdier på et gitt tidspunkt til en viss grad avhenger av respondentenes inntekt. Dette forklarer noe av de estimerte tidsverdiforskjellene mellom transportmåtene, men er antakelig ikke hovedgrunnen til disse forskjellene. Mesteparten av de gjennomførte studiene gir elastisiteter av tidsverdiene med hensyn på inntekt på rundt 0,5 eller litt mindre. Det gjelder også norske tidsverdistudier. Metodemessig har de empiriske undersøkelsene utviklet seg fra binomisk logit til mixed logit eller semiparametriske metoder, uten at det har gitt fundamentalt nye konklusjoner om tidsverdiens inntektselastisitet.
5. Empiriske undersøkelser gir ikke noe entydig svar på hvordan tidsverdiene utvikler seg over tid når gjennomsnittlig inntekt øker. Alt av elastisiteter fra 0 til 1 er funnet, men med en viss tendens til høyere verdier når metodene har blitt bedre eller studiene som sammenliknes har blitt likere. Den svenske undersøkelsen av dette gjentar undersøkelsen fra 1994 i minste detalj, og kommer fram til at lavinnteksgruppene har elastisiteter nær null og

høyinntektsgruppene har elastisiteter nær 1. Denne forskjellen virker nå godt etablert og kan forklares teoretisk med forskjeller i andelen av inntekten som er arbeidsinntekt. Tidsverdiens elastisitet med hensyn på gjennomsnittsinntekten i samfunnet vil dermed være mindre enn 1 og avhenge av inntektsfordelingen, og i bunn og grunn av hvor nært personlig inntekt er knyttet til timeforbruk.

6. Empiriske undersøkelser tyder videre på at det spiller en rolle hva slags inntektsbegrep man bruker. Elastisiteten med hensyn på disponibel personlig inntekt vil være høyere enn elastisiteten med hensyn på husholdningsinntekt eller med hensyn på brutto nasjonalprodukt pr. innbygger.
7. Når tidsverdiene inngår i prognosemodeller finns det ikke fordelingspolitiske argumenter for å endre de verdiene som er funnet empirisk. Når de inngår i samfunnsøkonomiske analyser basert på resultatene av prognosemodellene, derimot, hevdes det svært ofte at vi bør eliminere ulikheter i tidsverdiene som har sitt opphav i inntektsulikheter. En time spart skal telles likt uansett inntekten til den som får denne gevinsten. I mange land er dette grunnlaget for at man regner med samme tidsverdi på alle transportmåter.⁵ Dette kan gjøres ved å beregne en vektet gjennomsnittlig tidsverdi, eller man kan bruke et prinsipp om at *samfunnets* grensenytte av tid skal være den samme uansett hvem som får tidsgevinsten. Individuelle tidsverdier eller gruppetidsverdier må da omregnes.

Det kan hevdes at om man foretar en slik omregning for å oppnå likhet mellom inntektsgruppene nå, bør man også gjøre det i forholdet mellom de som lever nå og de som kommer seinere. Dette er essensen i Börjessons argument mot å oppjustere tidsverdiene med inntektsutviklingen (Börjesson 2010a og b).

8. I Norge går vi relativt langt i å beholde tidsverdiforskjellene mellom transportmåtene, uansett i hvilken grad de skyldes inntekt. Om vi skal være konsistente må vi da avvise Börjessons argument. Om vi derimot ønsker å rense tidsverdiene for inntektsforskjeller, vil det ha implikasjoner for oppjusteringene. Det tekniske problemet om hvordan vi skal rense for inntektsforskjeller, bør være løsbart, men er ikke løst.
9. COWI har kommet med anbefalinger om oppjusteringer av tidsverdier og andre parametre som avhenger av betalingsvillighet (COWI 2010). Det ser ut til at de i hovedsak har holdt seg til britiske resultater og anbefalinger, mens de siste svenske resultatene og anbefalingene er satt tilside. De underliggende fordelingspolitiske premissene for britiske anbefalinger er ikke klarlagt. Vi har ikke noe annet forslag, men tror at en bør se på saka en gang til. Det bør avklares om nytteberegningen skal være konsistent med den underliggende kvasilineære prognosemodellen eller om den skal bygge på andre prinsipper i tillegg. Det bør forsøkes på en systematisk sammenlikning av verdiene i Ramjerdi (1997) og Ramjerdi m.fl. (2010). Det finns også ikke analyserte data fra 2010 som kan gi nye estimater.

⁵ Argumentet står sterkere når man i tillegg finner så små forskjeller mellom transportslagene at det gjør liten forskjell om man setter samme verdi.

Litteratur

- Abrantes, P. and M. Wardman (2011) Meta-analysis of UK Values of time: an update, *Transportation Research A* **45** (1), 1-17.
- Börjesson M (2010a) Inter-temporal variation in the marginal disutility of travel time and travel cost. Paper presented at 12th WCTR, Lisbon.
- Börjesson M (2010b) Swedish values of travel time and their application in appraisal. Working paper, Centre of Transport Studies, KTH, Stockholm.
- Börjesson M, M Fosgerau and S Algiers (2009) The income elastic of the value of travel time is not one number. Presented at the 2009 European Transport Conference, Leiden, Netherlands.
- Chipman JS and JC Moore (1994) *The Measurement of Aggregate Welfare*. In: Eichhorn, W. (Ed.), *Models and Measurement of Welfare and Inequality*. Springer-Verlag, Berlin.
- COWI (2010) Realprisjustering av enhetskostnader over tid. Statens vegvesen, rapport.
- de Serpa, A (1971) A theory of the economics of time. *The Economic Journal* **81**, 828-845.
- Fosgerau, M. (2005) Unit income elasticity of the value of travel time savings, Urban/Regional 0508007, EconWPA.
- Mackie PJ, S Jara-Diaz og AS Fowkes (2001) The value of travel time savings in evaluation. *Transportation Research E* **37**(2-3), 91-106,
- Mackie, PJ, AS Fowkes, M Wardman, G Whelan, J Nellthorp and J Bates (2003) Value of travel time savings in the UK: Summary report.
<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.dft.gov.uk/pgr/economics/rdg/valueoftraveltimesavingsinth3130>
- Nyborg K (2002) Miljø og nyttekostnadsanalyse. Noen prinsipielle vurderinger. Rapport 5/2002. Frischsenteret.
- Ramjerdi F, IA Sætermo and K Sælensminde (1997) The Norwegian Value of Time Study. TØI Report 379/2007.
- Ramjerdi F, S Flügel, M Killi og H Samstad (2010) Den norske verdsettingsstudien. Tid. TØI-rapport 1053b.
- Wardman M (2001) Inter-temporal variations in the value of time. ITS Working Paper 566, Institute of Transport Studies, University of Leeds.
- Wardman M (2004) Public transport values of time. *Transport Policy* **11**, 363-377.
- WSP Analys & Strategi (2010) Trafikanterers vurdering av tid – den nasjonale tidsvärdestudien 2007-2008. WSP rapport 2010:11.

Vedlegg: Løsningen av optimeringsproblemet

Kuhn-Tuckerbetingelsene (1)-(4) gir oss ledetråder til hvordan nyttemaksimeringsproblemet skal løses i et praktisk tilfelle. Vi har antatt $z > 0$ og $t_w > 0$, slik at vi har likhet i (1) og (2). Anta nå først at også alle $x_i > 0$, slik at også alle de n relasjonene (3) er likninger.

For alle i der bibetingelsen $-t_i x_i \leq -b_i$ er bindende, er x_i gitt av denne bibetingelsen. Vi veit ikke ennå hvilke x -er det er som er bestemt av en bindende bibetingelse, men vi kan anta at vi veit det. La oss si det er k slike. Vi har da allerede funnet løsningen for disse, men mangler løsningen for de $n - k$ x -ene som ikke er bundet av bibetingelsen og de k φ -ene som ikke er null. For de $n - k$ ukjente x -ene er φ_i lik null, slik at vi har nøyaktig n likninger til å beregne de $n - k$ ukjente x -ene og de k φ -ene som ikke er null. Alle disse n variablene og parametrene vil naturligvis fremdeles være funksjoner av den ukjente μ .

Men vi har igjen bibetingelsen $t_w + \mathbf{t}\mathbf{x} = T$ og likning (2). Nå må vi sette inn x -ene som funksjon av μ som vi alt har funnet i disse to likningene og bruke dem til å bestemme t_w og μ . Det vil si: Hvis $-t_w \leq -b_w$ er en bindende bibetingelse, er jo t_w allerede bestemt, og likning (2) og $t_w + \mathbf{t}\mathbf{x} = T$ vil gi oss μ og φ_w , men hvis arbeidstida er fri, vil φ_w være null og de to likningene vil gi oss t_w og μ . Til slutt vil z bli bestemt av den første bibetingelsen, budsjettbetingelsen.

Det store problemet er at vi ikke kan vite på forhånd hvilke bibetingelser som er bindende og hvilke som ikke er det. Vi må altså bruke en algoritme eller i verste fall teste alle mulige kombinasjoner av bindende og ikke bindende bibetingelser. Men dette behøver ikke bekymre oss nå, for poenget er at for hver kombinasjon vi tester, går vi fram på den rekursive måten som er beskrevet. Budsjettbetingelsen kommer ikke inn i bildet ved løsningen av x -ene, bare ved fastleggingen av z til slutt. Det gjelder da naturligvis også den kombinasjonen som vil vise seg å være den beste. Det finns én eneste parameter som bare inngår i budsjettbetingelsen og ingen andre steder, og det er R . Etterspørselsfunksjonene \mathbf{x} vil derfor være funksjoner av prisene \mathbf{p} og timelønna w , men ikke av R . Vi kan skrive løsningen slik:

$$\mathbf{x} = \mathbf{D}(\mathbf{g})$$

der $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$, $\mathbf{D} = (D_1(\mathbf{g}), \dots, D_n(\mathbf{g}))$, $\mathbf{g} = (g_1, \dots, g_n)$ og $g_i = p_i + \omega t_i$ for alle i .

Nyttekostnadsanalyse og flertallsavgjørelser

Innhold

Tidsverdien er skjevfordelt	96
Tolkning	96
Et paradoks?	97
Én forklaring	97
... og én til	98
Drøfting	98
VEDLEGG	101
Litteratur	103

Tidsverdien er skjevfordelt

Et funn fra den norske tidsverdiundersøkelsen fra 2010 er at tidsverdien ikke er symmetrisk fordelt blant trafikantene. De fleste har mindre tidsverdi enn gjennomsnittet. Medianen er den observasjonen som ligger i midten, i den forstand at halvparten av de observerte tidsverdiene er lavere og halvparten er høyere. Det vi fant var altså at medianverdien var lavere enn den gjennomsnittlige tidsverdien. Faktisk var medianen bare rundt 0,7 ganger så stor som gjennomsnittsverdien for de fleste reisemåter, og bare rundt 0,6 for korte bilreiser (Ramjerdi m.fl. 2010, tabell 5.1).

Tolkning

Her er en tolkning av hva dette betyr: Anta at det finns et tiltak som vil gi en tidsbesparelse i samme størrelsesorden som den som ligger til grunn for tabell 5.1 i Ramjerdi m.fl. Anta videre at tiltaket skal finansieres med en avgift som er den samme for alle reisende som opplever tidsbesparelsen. Dersom den nødvendige avgiften er mindre enn verdien av tidsbesparelsen beregnet med mediantidsverdien, vil dette tiltaket få flertall i en avstemning der alle reisende og ingen andre er med. Men hvis den nødvendige avgiften er større enn dette, vil tiltaket bli nedstemt. I denne forstand gir mediantidsverdien et likevektspunkt – en såkalt Bowenlikevekt.

Hvis derimot tiltaket blir bedømt med den høyere *gjennomsnittstidsverdien*, vil det bli anbefalt gjennomført sjøl om avgiften er høyere enn det som skal til for at det får flertall i en avstemning, så lenge den ikke er høyere enn gjennomsnittsverdien. I samfunnsøkonomisk forstand er det gjennomsnittstidsverdien som er den rette, fordi gjennomsnittet multiplisert med antall reisende er lik den totale betalingsvilligheten for tiltaket. Hvis betalingsvilligheten er større enn kostnaden, er det et samfunnsøkonomisk lønnsomt prosjekt.¹

Vi kan kalle beslutninger med medianverdien som tidsverdi for demokratisk funderte, og beslutninger med gjennomsnittsverdien som tidsverdi for samfunnsøkonomisk funderte. Demokratisk funderte beslutninger slipper altså gjennom færre prosjekter enn samfunnsøkonomisk funderte beslutninger. Faktisk vil det demokratisk funderte synspunktet innebære at en krone samfunnsøkonomisk nytte ikke skal regnes som mer verdt enn 70 øre. Av prosjekter som kan gi kortere reisetid med bil på korte turer, vil enda færre (i forhold til samfunnsøkonomisk riktig nivå) bli gjennomført, dersom tingene skal avgjøres med flertallsvedtak blant de som får gevinsten, og de som får gevinsten også er de som må betale.

¹ At prosjektet blir bedømt med gjennomsnittsverdien, er ikke det samme som at gjennomsnittsverdien blir brukt som avgift. Siden vi ikke har sagt om det forekommer køer eller andre avgifter, er det trolig best i samfunnsøkonomisk forstand om det ikke blir innkrevd noen avgift.

Et paradoks?

Jeg vil understreke at dette er et resultat vi kan stole på. Det har framkommet med hjelp av de beste metoder, og det virker robust. Likevel vil det slå de fleste som absurd. Vi veit jo at politikerne med god samvittighet sier ja til en mengde prosjekter som har blitt beregnet til å være samfunnsøkonomisk ulønnsomme. Det ser ut til at demokratiske prosesser slipper gjennom flere prosjekter enn lønnsomhetsberegningene i dag vil gjøre. Og vi veit at det er et stort press for høyere tidsverdier og andre endringer i nyttekostnadsmetodikken som kan gjøre at mange flere prosjekter kan bli vurdert som lønnsomme.

Én forklaring ...

Det finns to mulige forklaringer på dette paradokset.

Den ene er at det vi i Norge i dag oppfatter som demokratiske prosesser på samferdselsområdet, er meget langt fra den idealiserte prosessen jeg her har beskrevet, der de som berøres, sjøl tar avgjørelsen og deler på regninga. På en eller annen måte må folk oppfatte kostnadene som mindre enn de er. Dersom tiltakene ikke finansieres helt ut med bompenger eller trafikantbetaling, kan det skyldes at et tiltak i mitt fylke eller mitt distrikt i alt vesentlig betales over skatteseddelen av folk andre steder. De opplevde kostnadene ved å få et prosjekt i mitt fylke inn i planen, er derfor mye mindre enn de virkelige samfunnsøkonomiske kostnadene. Det vil derfor oppstå et spill mellom distriktene om å få inn sine prosjekter i planen. I dette spillet vil det måtte inngås flertallskoalisjoner av distrikter som støtter hverandres prosjekter uansett hvor små gevinster eller hvor høye kostnader de medfører. Det samlede resultatet blir at det blir flere prosjekter enn flertallsbeslutninger skulle tilsi (hvilket et stykke på veg kan være bra), og at mange dårlige prosjekter kommer inn i planen i stedet for noen som er bedre (og det er ikke så bra).

Høy bompengandelen vil utvilsomt kunne motvirke denne tendensen til at samferdselsplanleggingen blir et spill. Men sjøl i bompengeprojektene er det muligheter for å få andre til å betale store deler av regninga. Bommene kan legges på grensa mot fylker og kommuner som ikke er med i beslutningsprosessen, slik at utenforstående får en høy del av regninga. Dette skjer ofte, til tross for det såkalte nytteprinsippet, som sier at de som ikke får noen gevinst, heller ikke skal måtte betale. Det kan også gis omfattende rabatter til lokalbefolkningen som bruker infrastrukturen daglig. Dermed blir forholdet mellom gevinster og kostnader annerledes for disse enn for gjennomsnittet. Dette kan gi flertall for prosjekter som i virkeligheten koster mer enn det medianvelgeren er villig til å betale. Endelig kan villigheten til å betale bompenger brukes i et spill mellom distriktene og et spill mot staten om å få prosjekter inn i planen. Når de vel er innafør, kan de arbeide videre for å få opp andelen som skal betales av staten.

For lave kostnadsanslag er en meget viktig form for undervurdering av de virkelige samfunnsøkonomiske kostnadene. Ofte øker kostnadene mye fra planlegging starter til vedtak om bygging, og fra vedtak om bygging til ferdigstilling. Dette gir en tendens til å vedta flere prosjekter enn vår stiliserte modell med flertallsavgjørelse blant de som skal betale skulle tilsi. Og det gir en mulighet til å kreve at overskridelsene skal tas ved ekstrabevilgninger fra staten i stedet for økte bompenger.

... og én til

Ut fra vår idealiserte demokratimodell var det et paradoks at det snarere vedtas for mange prosjekter enn for få, og at lønnsomhetskravet snarere settes for lavt enn for høyt. Den første mulige forklaringen på paradokset var at kostnadene undervurderes, eller at beslutningstakerne ikke behøver å ta alle kostnader i betraktning. Den andre mulige forklaringen er at nytten overvurderes. Det kan gjøres på to måter. Den vanligste er å vise til at samferdselsinfrastruktur er vesentlig for regional og nasjonal økonomisk vekst, og at dette ikke er med i de samfunnsøkonomiske kalkylene. Det er derfor liten grunn til å ta hensyn til regnestykkene som viser at et prosjekt er ulønnsomt. Det vil uansett være tvingende nødvendig å gjennomføre prosjektet om ikke regionen eller nasjonen skal komme i bakleksa.

Uansett hva visse pensjonerte økonomiprofessorer og NHO måtte mene, er det intet vitenskapelig belegg for at et prosjekt med beskjedne direkte nyttevirksomheter (i form av tidsbesparelser, økt pålitelighet osv.) skulle være vesentlig for økonomisk vekst eller konkurransevne i et land som Norge i dag. Dette er en rein myte, som opprettholdes fordi det finnes noen prosjekter i noen land som faktisk har avgjørende betydning for veksten. Men de prosjektene vil vel så godt som alltid også ha betydelige direkte nyttevirksomheter.

Den andre måten å overvurdere nytten på er å legge inn for optimistiske anslag for trafikkveksten (det gjøres sjelden) eller å oppjustere enhetsverdier og parametre uten noe godt vitenskapelig belegg. Det sistnevnte gjøres stadig oftere. Man hauser opp metodisk svake og dårlig dokumenterte undersøkelser som gir høye tidsverdier, mens godt dokumenterte undersøkelser med de beste metoder i verden blir ignorert. Man bruker pensjonerte bankøkonomer som sannhetsvitner på at kalkulasjonsrenta må settes ned, og viser til masteroppgaver for å begrunne kritikk mot eksisterende veiledere. På denne måten får man beslutningstakerne til å tru at tvilsomme infrastrukturprosjekter kommer til å kaste mer av seg enn beregningene viser.

Drøfting

Beslutningssituasjonen vi har sett på er nokså endimensjonal. Det dreier seg om å vedta eller forkaste et prosjekt som bare gir nytte av ett slags, nemlig en tidsbesparelse som er den samme for alle trafikanter. Prosjektet skal finansieres

gjennom en avgift på alle reiser. Trafikantene er ikke interessert i annet enn tid og penger. Deres verdsetting av tid i penger, dvs. deres tidsverdi, er kjent, slik at alle trafikantene kan ordnes etter tidsverdien fra den minste til den største. Tidsverdien fordeler seg slik blant trafikantene at medianen er mindre enn gjennomsnittsverdien. Dette er den sammenhengen vi har sett på.

I denne sammenhengen kan vi vise at om et prosjekt blir vedtatt gjennom flertallsvedtak blant de berørte, så er det bevist at det er lønnsomt. Hvis det ikke er lønnsomt, veit vi da at det ikke kommer til å bli vedtatt. Men det vil også finnes *lønnsomme* prosjekter som ikke blir vedtatt. Dette følger i grunnen direkte av situasjonsbeskrivelsen, men er vist mer formelt i vedlegget.

Hvis vi ikke trur at spillsituasjoner og uheldige insentiver har påvirket avgjørelsen, kan vi altså bruke en demokratisk avgjørelse om å gjennomføre et prosjekt som prøve på at vår lønnsomhetsberegning er riktig hvis den har vist lønnsomhet, og feil hvis den har vist ulønnsomhet. Men vi kan ikke ta det faktum at et prosjekt er forkastet som bevis på at det ikke er lønnsomt.

Når det er flere elementer enn tid og penger som har betydning i en samfunnsøkonomisk analyse, kan vi ikke lenger trekke slike konklusjoner – i alle fall ikke før vi veit fordelingen til betalingsvilligheten for disse elementene i den befolkningen som påvirkes av prosjektet. Enda mer komplisert blir situasjonen om vi også vil ta hensyn til ikke-prissatte elementer.² Dersom vi bruker et bedømmelsesopplegg som baserer seg på karakterer for hver type av virkning eller på at alle alternativer kan ordnes etter hvor godt de gjør det på hver type av virkning, vil imidlertid gjennomsnittet igjen spille en rolle for prioriteringene. Men denne gangen dreier det seg om gjennomsnittsscore over ulike virkninger, ikke gjennomsnittlig betalingsvilje for en enkelt virkning.

Så hvilket prinsipp bør vi bruke til å velge prosjekter? Prinsippet om flertallsavgjørelser gjennom avstemning blant de berørte stammer jo fra Athen i antikken og er et grunnleggende demokratisk ideal. Effektivitetsprinsippet, dvs. at summen av individenes betalingsvilje skal være avgjørende, virker kanskje mindre godt begrunnet. Betalingsviljen avhenger jo av hvor mye penger man har. Men den avhenger også av hvor interessert man er i å kunne oppnå nyttevirkningen som prosjektet gir. Hvis alle folk hadde hatt like mye penger, ville det kunne betraktes som et framskritt om man ikke bare tok hensyn til om folk syntes virkningen var verdt prisen, men også hvor mye mer verdt enn prisen den var for den enkelte. Det vil si at samfunnet tok hensyn til at folk har ulike interesser. Det motsatte kan sees som et flertallsdiktatur.

² Den ”offisielle” måten å ta hensyn til ikke-prissatte konsekvenser på, er den som beskrives i kapittel 6 i SVV(2006). Den gir imidlertid ingen garanti for at de prosjektene som velges ut til å gjennomføres, er de beste for samfunnet. Det er ikke engang sikkert at det er mulig å snakke om hva som er best for samfunnet i denne sammenhengen, for folk kan være svært uenige og legge vekt på helt forskjellige ting. Det beste vi kan håpe på, er at vi kjenner styrkene og svakhetene ved den metoden vi bruker, og at folk ikke er håpløst uenige om de virkningene som skal bedømmes. Beslutningsteori og avstemningsteori er store og levende fagfelter, se for eksempel ”voting theory” på Wikipedia, vedlegg 2 i Jordanger m.fl. (2007) og Minken m.fl. (2009).

En praktisk situasjon vil alltid være mer komplisert enn vårt stiliserte tilfelle, men det er muligens et ideal å få beslutningssituasjonen så enkel og direkte at valget står mellom flertallsavgjørelse eller effektivitet. De taktiske hensynene virker det som en god ting om vi kunne bli kvitt, sjøl om de kanskje delvis kan spille en positiv rolle ved å motvirke tendensen til at flertallet ønsker seg færre prosjekter enn det som er samfunnsøkonomisk effektivt.

VEDLEGG

Vår modell er en omformulering og utdyping av modellen i Varian (1992, avsnitt 23.6). Vi skal gi Varians modell en tolkning som gjelder tidsgevinster og tidsverdier i det enkle tilfellet der alle gevinstene tilfaller de som skal treffe avgjørelsen om prosjektene, samtidig som også alle kostnader bæres av de som skal treffe avgjørelsen om prosjektene. Tidsgevinster er eneste nyttevirksomhet, og medianverdien til tidsverdien er mindre enn gjennomsnittsverdien.

Vi skal vise at prosjektene som vil bli vedtatt ved flertallsavstemning er en ekte delmengde av de samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjektene. Dermed er et positivt flertallsvedtak bevis på lønnsomhet, men det vil også finnes lønnsomme prosjekter som ikke blir vedtatt.

Vi skal først finne samfunnsøkonomisk optimalt omfang på gjennomføringen av tidsbesparende tiltak når individene har nyttefunksjoner med et entydig maksimumspunkt, såkalte "single-peaked preferences". Tidsbesparelser kan gjennomføres i fritt valgt utstrekning til en fast samfunnskostnad av c kroner pr. minutt. Individene er indeksert med i . Individ i har nyttefunksjonen

$$v_i = u_i(g) - s_i \cdot g$$

der g er tidsgevinsten og $s_i g$ er individets bidrag til finansieringen. Vi maksimerer summen av individenes nytte under en bibetingelse om fullfinansiering. Vi antar at funksjonen $u(\cdot)$ er tiltakende og konkav. For enkelhets skyld forutsetter vi også at $g > 0$ og at ikke alle s_i er null. Maksimeringsproblemet kan skrives:

$$\text{Max}_{g,s} W = \sum_i (u_i(g) - s_i g) \quad \text{gitt} \quad \sum_i s_i g \geq cg \quad (\lambda)$$

λ er Lagrangeparameteren til bibetingelsen. Kuhn-Tuckerbetingelsene for maksimum kan skrives

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial g} &= \sum_i \left(\frac{\partial u_i}{\partial g} - s_i \right) + \lambda \left(\sum_i s_i - c \right) = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial s_i} &= -g + \lambda g \leq 0 \quad (= 0 \text{ for } s_i > 0) \quad (\forall i) \\ \lambda &\geq 0 \quad \left(= 0 \text{ for } \sum_i s_i g > cg \right) \end{aligned}$$

Siden det finns minst en strengt positiv s_i og $g > 0$, må minst en av ulikhetene på midterste rad gi resultatet $\lambda = 1$. Dermed veit vi av den tredje raden at bibetingelsen er oppfylt med likhet. Med $\lambda = 1$ finner vi også av første rad at

$$\sum_i \frac{\partial u_i}{\partial g} = c$$

I optimum skal altså summen av alle individenes marginale nytte av en ytterligere tidsbesparelse være lik kostnaden ved å frambringe den. Vårt første resultat framkommer ved å dele på antall individer, n :

$$(1) \quad \frac{1}{n} \sum_i \frac{\partial u_i}{\partial g} = \frac{c}{n}$$

På venstresida i (1) står den gjennomsnittlige betalingsvilligheten for en liten forbedring av reisetida, eller den gjennomsnittlige tidsverdien, om man vil. Den skal i optimum være lik den gjennomsnittlige kostnaden pr. person for å forbedre reisetida med én enhet.

Dette resultatet sier hvor mye reisetidsreduksjon som det er samfunnsøkonomisk effektivt å gjennomføre, gitt kostnadene ved å produsere det. Men det sier ikke noe bestemt om hvordan kostnaden skal fordeles. Om vi ser tilbake på første linje i Kuhn-Tuckerbetingelsene for optimum, ser vi at den siste parentesene, $\sum s_i - c$, vil være null, fordi bibetingelsen i optimeringsproblemet er oppfylt med likhet i optimum. En måte å oppnå effektivitet på er derfor å sørge for at hvert individ tilpasser seg slik at tidsverdien blir lik s_i , slik at alle ledd i den første summen blir null. Og dette vil de gjøre av seg sjøl om de tillates å maksimere individuell nytte med de kostnadsandelene de har blitt tildelt. Men også andre tilpasninger vil kunne gi optimum, bare summen over alle individer av tidsverdien minus kostnadsandelen blir lik null. Og en hvilken som helst fordeling av kostnadsandelene vil gjøre samme nytte. For eksempel kunne alle andeler være like uten at det endrer effektiviteten. Dette er fordi nyttefunksjonene har en form som gjør at inntektsfordelingen ikke spiller noen rolle for effektiviteten.

Dette resultatet må nå sammenliknes med omfanget av tidsbesparelser som kan vinne flertall i avstemning blant de berørte. Vi ordner alle individene etter tidsverdien. Siden tidsverdien i vår modell er en funksjon av nivået på tidsbesparelsen, må vi tenke oss at denne ordningen skjer med utgangspunkt i et bestemt nivå på g . La oss si dette er det samfunnsøkonomisk optimale nivået, og la oss si at alle må betale samme kostnadsandel s . *Fullfinansiering* med n individer krever $sng \geq cg$ eller med andre ord $s \geq c/n$. *Flertall* krever at median-individet (som har like mange med lavere betalingsvilje enn seg sjøl som med høyere betalingsvilje) stemmer for. Kall dette individet m . Vi må altså ha:

$$(2) \quad \frac{\partial u_m}{\partial g} \geq s \geq \frac{c}{n}$$

Men dette er umulig, for median-tidsverdien er mindre enn gjennomsnittsverdien. Gjennomsnittsverdien er c/n ifølge (1), så (2) motsier (1). Vi klarer altså ikke å få flertall for et forslag som ville kunne finansiere det samfunnsøkonomisk effektive nivået på tidsbesparelser. Det meste vi kan få flertall for, er et lavere bidrag s_m som er det meste mediantrafikanten kunne tenke seg å betale for tidsgevinsten, dvs.

$$(3) \quad \frac{\partial u_m}{\partial g} = s_m$$

Men dette krever et lavere nivå på g . (Ved et lavere nivå på g vil den deriverte av $u_m(g)$ øke hvis u er konkav, og det nødvendige nivået på hvert individuelle bidrag vil også kunne reduseres, sjøl om det ikke skjer i vår forenklete kostnadsmodell der enhetskostnaden er konstant.)

Resonnementet er ikke helt presist, men vi har vi i det minste sannsynliggjort at den demokratiske modellen gir mindre tidsbesparelser enn det som er samfunnsøkonomisk effektivt, og at det derfor vil finnes prosjekter som er lønnsomme men ikke blir vedtatt. Alle de som blir vedtatt vil imidlertid være lønnsomme.

Litteratur

Jordanger, I., S. Malerud, H. Minken og A. Strand (2007) Flermålsanalyser i store statlige investeringsprosjekt. Concept-rapport 18. <http://www.concept.ntnu.no>.

Minken, H., O.I. Larsen, J.H. Braute, S. Berntsen og T. Sunde (2009) Konseptvalgutredninger og samfunnsøkonomiske analyser. TØI-rapport 1011/2009.

Ramjerdi, F., S. Flügel, H. Samstad og M. Killi (2010) Den norske verdsettingsstudien. Tid. TØI-rapport 1053B, TØI.

SVV (2006) Konsekvensanalyser. Vegledning. Håndbok 140.

Varian, H.R. (1992) Microeconomic Analysis. Third Edition. W.W. Norton & Company, New York.

En teori om hvorfor offentlige prosjekter tar så lang tid å bygge

Innhold

Innledning	106
Teorien	106
Implikasjoner	108
Litteratur	108

Innledning

Et hovedfunn ved evalueringen i 2007 av de tre prøveprosjektene med offentlig-privat samarbeid (OPS) i vegsektoren var at OPS så ut til å kunne redusere byggetida vesentlig (Eriksen m.fl. 2007). Datamaterialet var naturligvis svært lite, men dette har likevel festet seg som et faktum hos politikerne og i offentligheten ellers. *Forklaringen* på dette faktum har stort sett vært at siden offentlige byggeprosjekter er avhengig av årlige budsjettbevilgninger, vil det ikke være mulig å planlegge byggingen på den mest rasjonelle måten. En annen forklaring har vært at private utbyggere har større insentiver til å korte ned byggetida, siden de da raskere kan begynne å få inntekter på prosjektet.

Nedenfor følger en *alternativ forklaring*, som likevel ikke utelukker at også andre faktorer kan spille en rolle.

Teorien

Alle teorier er forenklinger av virkeligheten. Den første forenklingen jeg skal gjøre, er helt uten betydning for konklusjonen, så vidt jeg kan se. Den er at alle prosjekter er like store og koster like mye. Den andre er at alle prosjekter helt ut skal finansieres over årlige budsjetter, og at budsjettene ikke øker år for år. Den tredje er at systemet er i likevekt, i den forstand at strømmen av avsluttede prosjekter er lik strømmen av nystartede prosjekter. Uten en slik forutsetning vil antall pågående prosjekter enten øke eller avta. Det kan godt tenkes å skje, enten i form av et krafttak eller i form av nedskjæring av den offentlige byggevirksomheten, men det er ikke det vi vil belyse her, men tvert imot konsekvensene av en stabilt holdbar situasjon. Den andre og den tredje forutsetningen er interessante nettopp fordi det resultatet vi skal utlede, ikke kan rokkes uten at disse to forutsetningene endres.

Anta altså at alle prosjekter koster K kroner og skal finansieres helt ut over årlige offentlige budsjetter av størrelse B . Antall pågående prosjekter kaller vi L , og antall nye prosjekter som kommer til hvert år kaller vi λ . Byggetida kaller vi w , og det enkelte prosjektets årlige bevilgning kaller vi b .

Vi kan nå formulere tre sammenhenger som alle gjelder med nødvendighet. Den første er den såkalte Littles formel. Det er en allmenn lov for alle produksjonssystemer i likevekt, og sier at forventet antall enheter i produksjon eller under behandling er lik ankomstraten multiplisert med forventet behandlingstid. I vårt tilfelle:

$$(1) \quad L = \lambda w$$

Formelen kunne også ha vært formulert med avgangsraten (eller ferdigstillelsesraten) i stedet for ankomstraten – det gjør ingen forskjell i likevekt.

Det neste vi kan merke oss, er at de årlige bevilgningene pr prosjekt b multiplisert med byggetida w må være minst lik byggekostnaden K , eller:

$$(2) \quad wb \geq K$$

For det tredje er antall pågående prosjekter L multiplisert med bevilgningen pr år pr prosjekt, b , mindre eller lik det årlige totalbudsjettet B :

$$(3) \quad Lb \leq B$$

(2) og (3) til sammen gir $BL^{-1} \geq b \geq Kw^{-1}$, som igjen impliserer $Bw \geq KL$. Setter vi inn (1) i denne ulikheten, får vi følgende nødvendige vilkår for at systemet skal være i stabil likevekt samtidig som det respekterer årlige budsjetter og finansieringskrav:

$$(4) \quad \lambda \leq \frac{B}{K}$$

Vi kan altså ikke starte opp flere nye prosjekter pr. år enn det budsjettet delt på byggekostnaden skulle tilsi, uten at det medfører et system i ulikevekt.

Hva skjer hvis vilkåret (4) brytes? Jo, for hvert år som det skjer (uten at budsjettet økes eller byggekostnadene reduseres), vil antall prosjekter under bygging øke, tildelingen pr prosjekt vil synke, og gjennomsnittlig byggetid vil øke. Vår teori er at det er et press for å øke antall nye prosjekter som tas inn i planen og startes opp, og at *det er dette presset som forlenger byggetidene*, inntil vi får en motbevegelse i form av budsjettøkning og/eller finansiering av prosjektene utenom budsjettet – ved bompenger eller lånefinansiering eller begge deler.

Teorien går altså *ikke* ut fra at offentlig bygging i og for seg er mindre effektivt, og heller ikke at årlige tildelinger medfører kortsiktighet i byggeplanleggingen. Det er den politiske prosessen som sjøl skaper den ulikevekten som gir lengre og lengre byggetider, og som deretter skaper tankene om at byggingen må finansieres utenfor budsjettet. Hele problemet er at politikerne ikke klarer å ta konsekvensene av de budsjettene de sjøl har vedtatt, eller ikke klarer å vedta budsjetter som finansierer de planene de sjøl har utarbeidet.

En hovedgrunn til dette er de perverse insentivene i planleggingssystemet. Lokale politikere og fylkespolitikere tar ikke de reelle kostnadene ved de lokale prosjektene inn over seg, og dette skaper en usunn konkurranse mellom fylker om å presse inn sine prosjekter i de nasjonale planene. Er et prosjekt først inne med en oppstartsbevilgning, om enn aldri så liten, har fylket vunnet (på bekostning av skattebetalere i andre fylker). Når fylkene nå sjøl har fått ansvar for det meste av riksvegene, vil disse perverse insentivene bli vesentlig mindre.

Bompenger er også en måte å unngå de perverse insentivene på. Det er de som får nytte av vegen som skal betale, og så lenge de syns de gjør en god handel, så skulle det meste være i orden, eller hva? Nei, ikke nødvendigvis. Samtidig som bompenger løser det ene problemet, kan de skape to nye: For det første vil det etter mitt syn nesten alltid være et samfunnsøkonomisk tap i transportsystemet om veger som ikke har køer blir finansiert med bompenger heller enn med skatter. For

det andre kan også bompengene bli brukt i et perverst spill mellom fylkene om statlige midler. Ved å vise vilje til å finansiere prosjektet med lokale midler håper fylket på å komme foran andre fylker i køen og utløse statlige bevilgninger av forskjellig slag til prosjektet.¹

Implikasjoner

Teorien er foreløpig bare en hypotese som ikke er testet. Men den er testbar med hjelp av data om gjennomsnittlig byggekostnad pr prosjekt, budsjettets størrelse, og antall nye prosjekter pr. år (relasjon 4), og antall prosjekter under arbeid i de enkelte år, gjennomsnittlig bevilget beløp pr. år og varigheten av byggetida (noen av implikasjonene av brudd på relasjon (4)).

En annen måte å teste teorien på, er å undersøke om relasjon (4) blir bedre overholdt og byggetida går ned når de perverse insentivene blir redusert.

Litteratur

Eriksen, K.S., H. Minken, G. Stenberg, T. Sunde og K.-E. Hagen (2007)
Evaluering av OPS i vegsektoren. TØI-rapport 890/2007.

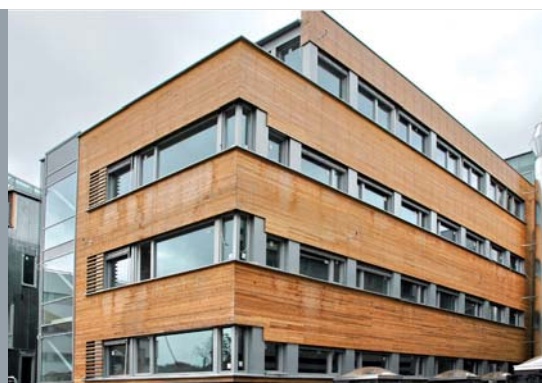
¹ I bunnen kan det ligge en ubegrunnet, kanskje nesten religiøs tru på at om vi bare skaffer mer infrastruktur, vil vi oppnå vekst og velstand. Faktisk kjenner vi til religioner som er bygget på nettopp denne tanken. De kalles cargo cults, og blomstret opp i samfunn som før andre verdenskrig hadde liten kontakt med omverdenen, men som opplevde at den ene eller andre krigførende makt anla en base i nærheten. Etter krigen, når soldatene og flyene hadde dratt, og hermetikken og de andre moderne tingene med dem, bygget man mer eller mindre symbolske landingsstriper og andre anlegg som kunne lokke de fremmede gudene og velstanden tilbake. Den sensasjonspregede og halvrasistiske dokumentarfilmen "Mondo Cane" fra sekstiåra har en episode om dette, og den finnes på YouTube.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
NO 0349 Oslo

Telefon: 22 57 38 00
Telefaks: 22 60 92 00
E-post: toi@toi.no

www.toi.no

**Transportøkonomisk institutt (TØI)
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning**

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafikk sikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transporter og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.