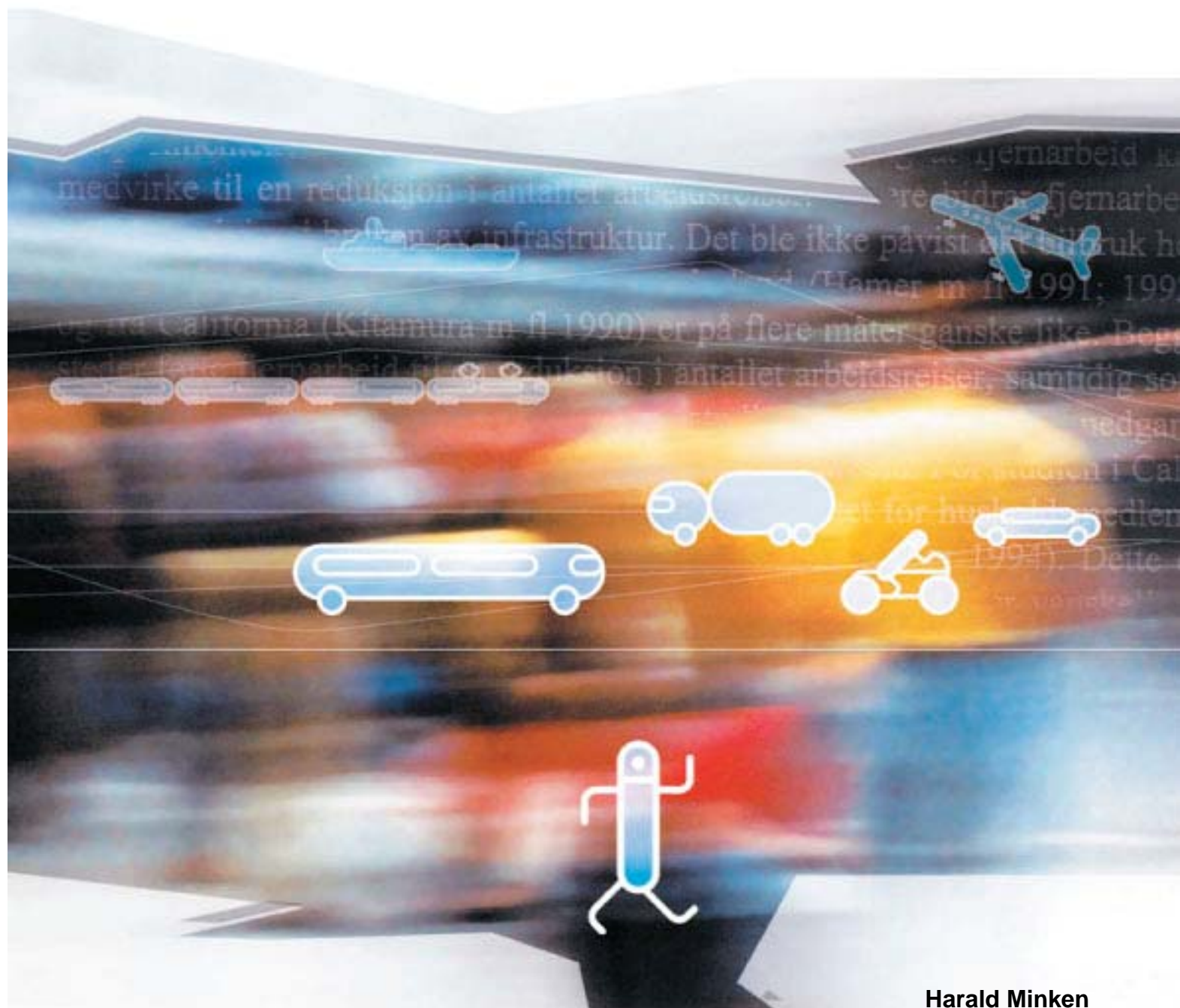


# Nyttekostnadsanalyser i transportsektoren: Rammeverk for beregningene



**Harald Minken**  
**Hanne Samstad**  
Utkast til TØI rapport  
798/2005



# Nyttekostnadsanalyser i transportsektoren: Rammeverk for beregningene

Harald Minken  
Hanne Samstad

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.

ISSN 0808-1190

ISBN 82-480-0559-3 Papirversjon

ISBN 82-480-0560-7 Elektronisk versjon

Oslo, november 2005

---

**Tittel:** Nyttekostnadsanalyser i transportsektoren:  
Rammeverk for beregningene

**Forfatter(e):** Harald Minken; Hanne Samstad

TØI rapport 798/2005

Oslo, 2005-11

60 sider

ISBN 82-480-0559-3 Papirversjon

ISBN 82-480-0560-7 Elektronisk versjon

ISSN 0808-1190

**Finansieringskilde:**

Statens vegvesen Vegdirektoratet

**Prosjekt:** 2943 Revisjon av Håndbok 140: EDB-  
programmer til bytransport

**Prosjektleder:** Harald Minken

**Kvalitetsansvarlig:** Kjell Werner Johansen

**Emneord:**

Nyttekostnadsanalyse; Bytransport

**Sammendrag:**

I forbindelse med revisjonen av vegvesenets veileder i konsekvensanalyse, Håndbok 140, ønsker man å utvide opplegget slik at det dekker transportmiddelovergrepene analyser av bytransport. Denne rapporten beskriver rammeverket for slike analyser og inneholder et formelverk for beregningene. Opplegget bygger på den såkalte bruttometoden, der nytte og kostnadskontoer beregnes separat for fire sektorer (trafikanter, operatører, det offentlige og samfunnet for øvrig), og overføringer mellom sektorene føres eksplisitt. Siste utgave av Finansdepartementets regelverk på området (R-109/2005) er innarbeidet i opplegget.

---

**Title:** Transport cost benefit analysis: A framework

**Author(s):** Harald Minken; Hanne Samstad

TØI report 798/2005

Oslo: 2005-11

60 pages

ISBN 82-480-0559-3 Paper version

ISBN 82-480-0560-7 Electronic version

ISSN 0808-1190

**Financed by:**

Norwegian Public Roads Administration

**Project:** 2943 Revision of Handbook 140: Software for  
multimodal analysis

**Project manager:** Harald Minken

**Quality manager:** Kjell Werner Johansen

**Key words:**

Cost benefit analysis; Multi-modal

**Summary:**

The current revision of the Public Road Administration's manual for cost benefit analysis (Handbook 140) extends the framework to cover multimodal analysis. This report sets out the accounting framework for multimodal analysis to be used in the handbook and provides formulas for computing all elements. There are four main sectors: travellers, operators, government and third parties. For each sector, costs and benefits are entered at perceived values, non-perceived costs are added, and transfers between sectors are entered explicitly in the accounts. The framework has been adapted to suit the latest guidance on cost benefit analysis from the Ministry of Finance.

**Language of report:** Norwegian

---

Rapporten kan bestilles fra:  
Transportøkonomisk institutt, biblioteket,  
Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - Telefax 22 57 02 90  
Pris kr 250

The report can be ordered from:  
Institute of Transport Economics, the library,  
PO Box 6110 Etterstad, N-0602 Oslo, Norway  
Telephone +47 22 57 38 00 Telefax +47 22 57 02 90  
Price € 30

---

Copyright © Transportøkonomisk institutt, 2005

Denne publikasjonen er vernet i henhold til Åndsverkloven av 1961  
Ved gjengivelse av materiale fra publikasjonen, må fullstendig kilde oppgis

# Forord

I forbindelse med at Statens vegvesen nå reviderer Håndbok 140 Konsekvensanalyser og det tilhørende dataprogrammet EFFEKT, har Transportøkonomisk institutt hatt i oppdrag å utarbeide det teoretiske rammeverket for analyser i byområder. Dette arbeidet er grunnlaget for programmeringen av dataverktøy for slike analyser, som har foregått på SINTEF. For å oppnå konsistens mellom analysene med dette verktøyet og de vanlige analysene med EFFEKT-programmet, er rammeverket også delvis lagt til grunn for framstillingen i den nye Håndbok 140 og for utformingen av EFFEKT. Det gjelder spesielt den såkalte bruttometoden. Parallelt med utformingen av rammeverket, som dokumenteres i denne rapporten, har TØI også hatt en rekke mindre oppdrag for å beregne ulike parametere, enhetskostnader og indekser. Det er således to TØI-rapporter knyttet til denne runden med revidering av Håndbok 140. Den andre er *Nyttekostnadsanalyse i transportsektoren: noen parametere, enhetskostnader og indekser* (Samstad og Killi, TØI-rapport 797/2005).

Prosjektleder for TØIs arbeid med rammeverket har vært forskningsleder Harald Minken, som sammen med cand polit Hanne Samstad har skrevet rapporten. Samstad har skrevet kapittel 5, kapittel 7 og deler av kapittel 4. Avdelingsleder Kjell Werner Johansen har stått for kvalitetssikringen. Avdelingssekretær Laila Aastorp Andersen har stått for den avsluttende tekstbehandlingen.

De fleste sider ved rammeverket som rapporteres her, har vært gjenstand for diskusjon i prosjektgruppa for utvikling av verktøyet for byanalyser, der Vegdirektoratet, SINTEF og TØI har deltatt. Vi takker prosjektgruppa og dens leder, Kjell Ottar Sandvik i Statens vegvesen Vegdirektoratet, for et givende samarbeid. Gjenværende feil, mangler og uklarheter i rapporten vil være TØIs ansvar.

Oslo, november 2005  
Transportøkonomisk institutt

*Lasse Fridstrøm*     *Kjell W Johansen*  
instituttssjef         forskningsleder



# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>I</b>
<b>Summary .....</b>	<b>I</b>
<b>1 Enhetlig rammeverk for samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Hovedelementer og sammenstilling av regnestykket.....</b>	<b>2</b>
<b>3 Beregning av brukernytte og andre nytteelementer .....</b>	<b>7</b>
3.1 Beregning av brukernytte .....	7
3.2 Fra opplevd kostnad til ressurskostnad – grafisk framstilt .....	10
3.3 Konkret, hva består korreksjonene av?.....	12
3.4 Beregning av alle nytteelementene.....	15
3.5 Vår metode og andre metoder .....	16
<b>4 Samfunnsøkonomisk riktige priser.....</b>	<b>18</b>
4.1 Om Finansdepartementets retningslinjer og veileder .....	18
4.2 Avgiftsbestemmelser .....	22
4.3 Forutsetninger om bilhold og kjørelengde.....	26
4.4 Anbefaling .....	27
<b>5 Beregning av operatørselskapenes resultat.....</b>	<b>29</b>
5.1 Inntekter .....	29
5.2 Kostnader .....	30
5.3 Andre selskaper .....	34
5.4 Miljø og ulykker .....	35
<b>6 Formelverk for nyttekostnadsanalyse i by.....</b>	<b>36</b>
6.1 Notasjon, variable.....	36
6.2 Priser og kostnader .....	38
6.2.1 Enhetspriser .....	38
6.2.2 Monetære brukerkostnader.....	41
6.2.3 Tidskostnader.....	46
6.3 Brukernytte .....	49
6.4 Operatørnytte .....	50
6.5 Det offentliges overskudd.....	53
6.6 Nytte for samfunnet forøvrig.....	54
<b>7 Tallfesting .....</b>	<b>55</b>
<b>Referanser .....</b>	<b>59</b>

*Nyttekostnadsanalyser i transportsektoren:  
Rammeverk for beregningene*



**Sammendrag:**

## **Nyttekostnadsanalyser i transportsektoren: Rammeverk for beregningene**

Denne rapporten gir et enhetlig rammeverk for alle samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren. Den har blitt til som et ledd i Vegdirektoratets prosjekt for å revidere Håndbok 140, som er en veileder i konsekvensanalyser på vegvesenets område. Ved revisjonen innså man at metoden som lå til grunn for tidligere versjoner av håndboka og nyttekostnadsberegningsprogrammet EFFEKT, var mindre godt egnet for prosjekter i byområder. En metode for byområder måtte ta hensyn til at trafikantene alternativt kunne velge andre transportmidler enn privatbilen, og den måtte ta utgangspunkt i at det ville bli brukt en transportmodell for å finne ut hvordan trafikantene tilpasset seg etter tiltaket.

Den nye Håndbok 140 inneholder en framstilling av dette rammeverket, men uten å gå i detaljer. Et beregningsverktøy som anvender rammeverket, er utviklet av SINTEF i tilknytning til den nye versjonen av EFFEKT, EFFEKT 6. Den foreliggende rapporten kan supplere håndboka og brukermanualen fra SINTEF når det gjelder begrunnelsen for de grep som er gjort, og når det gjelder det formelverket som metoden til syvende og sist består av. Derfor vil den forhåpentligvis også kunne tjene som inspirasjonskilde og diskusjonsgrunnlag når det oppstår behov for revisjon av beregningsverktøyene som anvendes utenfor vegvesenets område.

Vårt viktigste grep er den såkalte bruttometoden. Vi deler inn de som påvirkes av tiltaket i fire store sektorer, med mulighet for ytterligere oppdeling. De fire sektorene er brukerne (trafikantene), operatørene (kollektivselskaper, bomselskaper, parkeringsselskaper og andre), det offentlige (inkludert samferdselsetatene) og samfunnet for øvrig. Nytte og kostnader for hver sektor beregnes separat og føres inn i kontoen for hver sektor eller undersektor. I den forbindelsen brukes enhetspriser og kostnader slik aktørene innafor hver sektor sjøl opplever dem – eller, for å være nøyaktig, slik transportmodellen har antatt at de opplever dem. Hvis aktøren må betale moms og avgifter, er altså kostnadene inklusive avgifter. Billetter, bomavgifter og parkeringsavgifter er imidlertid overføringer til operatørene. Følgelig skal de tas til inntekt på operatørenes konto. Skatter og avgifter er overføringer til det offentlige. Følgelig skal de tas til inntekt på det offentliges konto. Samtidig vil økt forbruk av ressurser innen transport også fortrenge annet avgiftsbelagt forbruk, slik at det offentliges inntekter fra transportrelaterte skatter og avgifter må modifiseres noe.

I et slikt kontosystem med bruttoføring oppnås to ting: Ved å summere den enkelte kontoen, får vi fram nettovirkningen for den enkelte aktørgruppe, slik den sjøl vil oppleve den. Og ved å summere over alle kontoene får vi fram den samfunnsøkonomiske virkningen av tiltaket.

Dette er hovedprinsippet. Men det finnes flere forhold vi må ta hensyn til. For det første vil transportmodellen anta at brukerne ser bort fra visse virkelige kostnadselementer når de bestemmer seg for hvor mye de vil reise. Endringer i slike uopplevde kostnader må med i regnestykket. Det kan dreie seg om ulykkes- og miljøkostnader, som føres under samfunnet for øvrig, eller visse elementer av kjørekostnadene, som folk har en tendens til

å se bort fra når de bestemmer seg for hvor mye de vil kjøre. Endringer i slike kostnader føres likevel opp på brukernes konto.

For det andre må vi ta hensyn til at dersom det offentlige får økte netto utgifter på grunn av tiltaket, må det finansieres med skatter. Å øke skattene innebærer et effektivitetstap i økonomien som helhet, fordi prisene dermed fjerner seg fra marginalkostnaden. Det kan for eksempel tenkes at en bedrift vil ha utført et arbeid som vil gi en salgsinntekt på 110 kroner, og at en arbeidsløs er villig til å ta denne jobben hvis han får minst 100 kroner for det. Men på grunn av skatten vil det koste bedriften 130 kroner å ansette mannen til den prisen. Dermed går både bedriften og den arbeidsløse glipp av en fordelaktig avtale. Derfor skal nettoresultatet på det offentliges konto multipliseres med den såkalte skyggeprisen på offentlige midler, som er 1.2. (Hvorav 0.2 er den såkalte skattekostnaden).

For det tredje må vi klargjøre hva som er den virkelige samfunnsøkonomiske kostnaden for de ressursene som tiltaket legger beslag på. Det kan dreie seg om ressurser som det offentlige bruker, eller ressurser som trafikantene og operatørene bruker når de vil tilpasse seg til tiltaket. I begge tilfeller må vi anvende alternativkostnadsprinsippet, som sier at den virkelige samfunnsøkonomiske kostnaden er det ressursen ville ha kastet av seg i beste alternative anvendelse. Bensin og arbeidskraft kan her stå som to motsatte ytterligheter. Hvis tiltaket medfører en økning i bensinforbruket, kan mer bensin importeres til en gitt verdensmarkedspris. Den samfunnsøkonomiske kostnaden er da uten avgifter. Men hvis det ikke er arbeidsledighet og tiltaket krever et ekstra årsverk, vil det måtte tas fra et sted hvor man var villig til å betale lønn inklusive skatt og sosiale kostnader. Den samfunnsøkonomiske kostnaden ved å anvende dette årsverket i tiltaket i stedet for i den opprinnelige jobben, er da lønn inklusive skatt og sosiale kostnader.

I vårt rammeverk tillemper vi dette prinsippet dersom vi tar bensinavgiftene til inntekt på det offentliges konto (minus tapte avgifter på annet avgiftsbelagt forbruk), men lar være å ta skatt og arbeidsgiveravgift på årsverket til inntekt for det offentlige. I det første tilfellet kommer det faktisk mer avgifter inn i statskassa, men i det andre tilfellet gjør det det ikke, siden årsverket bare flyttes fra et sted til et annet.

Spørsmålet om å verdsette ressursbruken til riktige samfunnsøkonomiske priser (riktige kalkulasjonspriser) blir derfor i vårt opplegg dels et spørsmål om å føye til virkelige men uopplevde kostnader, og dels et spørsmål om hvilke skatter og avgifter vi skal føre på det offentliges konto.

På ett punkt fraviker vi dette generelle opplegget. Det gjelder brukernes tidsverdier. Etter det generelle opplegget skulle vi lagt transportmodellens tidsverdier til grunn for beregning av brukernytte, og deretter korrigert for det forhold at tidsverdiene i modellen ikke samsvarer med de offisielle tidsverdiene, som vi kan anta representerer den virkelige samfunnsøkonomiske kostnaden ved å bruke tid i transport. Av hensyn til likebehandling av tidsgevinster uansett hva slags tidsverdier som finnes i transportmodellene, er det imidlertid bestemt at offisielle tidsverdier skal brukes direkte i brukernytteberegningen.

Kapittel 2 i rapporten skisserer de store sammenhengene i rammeverket vårt. Tabell 1 i kapittel 2 framstiller hele kontosystemet. Kapittel 3 viser hvordan hele vårt rammeverk kan begrunnes som ulike former for korreksjon av den opplevde brukerkostnaden for å ta hensyn til den virkelige samfunnsøkonomiske verdien av ressursene som brukes i tiltaket. Kapittel 4 tar for seg Finansdepartementets retningslinjer for samfunnsøkonomiske analyser, og anvender dem så langt råd er til å avgjøre hvilke skatter og avgifter som skal føres som inntekt for det offentlige (og med hvilke beløp) og hvilke som ikke skal det. Kapittel 5 drøfter i hovedsak hvordan kollektivselskapets inntekter og kostnader skal beregnes. Endelig gir kapittel 6 de nøyaktige formlene for beregning av hvert eneste nytte- og kostnadselement. Dette utgjør grunnlaget for SINTEFs programmering av det dataverktøyet som skal utføre beregningene. Kapittel 7 tar for seg enkelte enhetskostnader og parametere som ikke er dekket i TØI-rapport 797/2005.

**Summary:**

## **Transport cost benefit analysis: A framework**

This report provides a consistent framework for all transport cost benefit analyses. It is part of TOI's contribution to the ongoing effort in the Norwegian Public Roads Administration to upgrade its cost benefit analysis (CBA) manual, Handbook 140, so as to cover multimodal analysis. Also, it contains a set of formulas for the computation of all elements of benefits and costs entering the analysis. The framework and the formulas are the basis for programming the new software needed for multimodal analysis. In an accompanying report (Samstad, Killi and Hagman 2005), TOI provides recommendations regarding unit values, parameters and procedures for updating such values.

The main features of the methodology are the accounting framework and what we call the inclusive method. The main inspiration for the accounting framework is the Common Appraisal Framework (MVA et al 1994), which functioned as the standard in UK multimodal analysis in the nineties. The parties involved or affected by a policy are divided into four main sectors – travellers, operators, government and third parties – with a suitable subdivision by mode and trip purpose, type of operator, government agencies etc. Costs and benefits for each sector or sub sector are computed separately and entered into the sector account. To this end, we use the unit prices and costs that the agents of the sector themselves experience and perceive. If the agents will have to pay VAT and transport taxes, prices are inclusive VAT and taxes, etc. However, fares, tolls and parking charges are transfers to operators and thus are entered as revenue in the operators' accounts. Taxes are transfers to government and are entered (with the modifications described below) in the government account. The principle of entering perceived costs and treating transfers explicitly is what we call the inclusive method.

Applying the inclusive method in such a system of accounts, two things are achieved: By summing each account, the net benefits of the various groups of agents transpire as the groups themselves perceive them, and (subject to qualifications described below) by summing over all accounts, the net benefit to society appears. The summary table is reproduced as Table 1 in the main text.

This is the main principle. There are a number of qualifications.

First, the transport model probably ignores some of the real costs of travelling, such as wear and tear on tyres, the consumption of lubricating oil, distance dependent maintenance and repairs and depreciation. In other cases, the unit values in the model do not conform to official guidance. Changes in the unperceived costs must be added to the user benefits, and if model values are out of line with standard or official values, user benefits must be corrected for this. The correct method of doing this was already set out in Neuburger (1970). The same principle and method applies to accident costs and environmental costs, which are entered in the third parties account.

Secondly, a marginal cost of funds is applied to the net result of the government account. If the net result is negative, it must be financed by increased taxes outside the transport sector, and if positive, it admits of reduced taxes outside the transport sector. A tax raise

normally brings about an efficiency loss in the economy by increasing the wedge between prices and marginal costs, and vice versa for tax reductions. Thus the net result on government accounts is weighted by one plus a “tax factor”, which in Norway is officially set to 0.2.

Thirdly, for each of the resources consumed or produced in the project at hand, we must make clear what its social cost is. The principle to apply is the alternative value: The social cost of a resource is what it would have been worth in its best alternative use. Thus if the use of the resource in the project implies that less of it must be used in places where the user would have been willing to pay a price including taxes for it, the social cost is the price including taxes. Conversely, if more of the resource can be had by producing it or importing it at a fixed price, the social cost is the producer price or the price at the border. In the first case, the correct thing to do is not to enter taxes in the government account. This is logical: The tax paid by the agent in our accounts will be equal to the tax lost from some agent outside our accounts. In the second case, the change in tax revenue should be entered in the government account, which means that all in all, the resource is valued net of taxes.

Of the resources in transport analyses, we broadly consider labour and electricity the only exceptions to the rule that resources may be imported at fixed world market prices. Thus in the main, taxes are treated as transfers to government.

Fourthly, if households spend more on transport, they must perforce spend less on other taxed goods and services or work more. Ignoring the last option, when we enter transport tax revenue in the government account, we must make a deduction for the tax revenue lost on other consumption. The formula used for this is

$$R = s - \frac{s_0}{1 + s_0}(s + q) = \frac{s - s_0q}{1 + s_0}$$

where  $R$  is tax revenue per unit of the resource,  $q$  is the production price,  $s$  is the total tax on the use of the resource in money units, and  $s_0$  is the average rate of indirect taxation on non-transport goods and services.  $R$  might be called an indirect tax correction factor, but note that unlike the current UK practice (TAG), it only concerns how taxes are entered in the government account.

Finally, it should be noted that with respect to time benefits, it has been decided to use official values of time directly in the calculation of user benefits, instead of model values and the subsequent correction. The reason is that it should not matter to the outcome of the analysis whether the implicit values of time of the model are in line with official values or not.

In Norway, the Ministry of Finance issues official guidelines and guidance on cost benefit analysis. Since our framework is different from the framework that the ministry had in mind, the application of these guidelines to multimodal transport is a matter of interpretation. We believe to have followed the spirit of the guidelines.

Comparing our framework to current UK practice, we do definitely apply the willingness to pay calculus, as in the UK, as opposed to the social cost calculus. The other main distinction made in the UK Transport Appraisal Guidance (TAG), between using a market price unit of account and using a resource cost unit of account, seems inappropriate to us. We definitely use market prices for each of the accounts, but end up valuing most resources at “resource cost” by what we enter in the government account. For a more thorough comparison, see Minken (2005).

# 1 Enhetlig rammeverk for samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren

Denne rapporten gir et enhetlig rammeverk for alle samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren. Den har blitt til som et ledd i Vegdirektoratets prosjekt for å revidere Håndbok 140, som er en veileder i konsekvensanalyser på vegvesenets område. Ved revisjonen innså man at metoden som lå til grunn for tidligere versjoner av håndboka og nyttekostnadsberegningsprogrammet EFFEKT, var mindre godt egnet for prosjekter i byområder. En metode for byområder måtte ta hensyn til at trafikantene alternativt kunne velge andre transportmidler enn privatbilen, og den måtte ta utgangspunkt i at det ville bli brukt en transportmodell for å finne ut hvordan trafikantene tilpasset seg etter tiltaket. TØI har utarbeidet rammeverket for en slik mer generell metode og spesifisert metoden ned til de enkelte formler som skal beregnes. SINTEF har programmert de tilleggsmodulene som trengs til EFFEKT. Håndbok 140 og EFFEKT som helhet har blitt modifisert slik at uansett om en samfunnsøkonomisk analyse er transportmiddelovergrepene eller ikke, uansett om den bygger på en transportmodell eller ikke, og uansett om etterspørselen antas å være elastisk eller ikke, så vil den benytte de samme begreper og kategorier på det sammenfattende planet, og kunne presenteres på samme enhetlige måte.

Håndbok 140 inneholder en framstilling av dette rammeverket, men uten å gå i detaljer. Den foreliggende rapporten kan supplere håndboka når det gjelder begrunnelsen for de grep som er gjort, og når det gjelder det formelverket som metoden til syvende og sist består av. Derfor vil den forhåpentligvis også kunne tjene til inspirasjonskilde og diskusjonsgrunnlag når det oppstår behov for revisjon av beregningsverktøyene som anvendes utenfor vegvesenets område.

Vi på vår side har lært mye av metodene og dataverktøyene som har vært anvendt i Storbritannia, fra nittiårenes Common Appraisal Framework til nåværende Transport Appraisal Guidance (TAG). På noen punkter har vi hatt et annet syn.

Kapittel 2 gir en oversikt over de store sammenhengene i rammeverket. Kapittel 3 og 4 utdyper og begrunner dette. Vi starter med trafikantenes brukernytte slik den kan beregnes med data fra transportmodellen, og spør hvilke endringer vi må gjøre for å verdsette ressursene til virkelig samfunnsøkonomisk kostnad. På den måten kan vi begrunne alle de andre elementene i nyttekostnadsanalysen. Kapittel 5 behandler inntekter og kostnader for kollektivselskapene. Kapittel 6 avslutter så med et detaljert formelverk som dekker alle nytte- og kostnadselementene.

## 2 Hovedelementer og sammenstilling av regnestykket

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:

$$V^n = B^n + P^n - (1 + S)F^n + E^n \quad (2.1)$$

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:

$$P^n = J^n - C^n - K^n + T^n - Y^n \quad (2.2)$$

Det offentliges 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:

$$F^n = -Y^n - R^n + T^n + I^n + D^n \quad (2.3)$$

Nytte for samfunnet for øvrig består av sparte ulykkeskostnader U og sparte miljøkostnader 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.

$$E^n = U^n + M^n + A^n + Z^n \quad (2.4)$$

Alle variable i likning (2.1) til (2.4) 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:

$$X = \sum_{n=0}^N (1+r)^{-n} X^n \quad (2.5)$$

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:

$$Z = (1+r)^{-N} Z^N \quad (2.6)$$

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

$$V = B + P - (1 + S)F + E \quad (2.7)$$

$$P = J - C - K + T - Y \quad (2.8)$$

$$F = -Y - R + T + I + D \quad (2.9)$$

$$E = U + M + A + Z \quad (2.10)$$

Endringen i virkemiddelbruk fra situasjon 0 til situasjon 1 kalles *tiltaket*. Vi skal ikke bruke toppskrift 0 eller 1 for noen av variablene som inngår i (2.7) til (2.10) (det kunne finnes en fare for sammenblanding med årlige verdier i år 0 og 1). I stedet må vi sørge for gjennom programmeringen av beregningsopplegget at alle disse variablene (unntatt S) har verdien 0 uten tiltaket. Det vil framgå av formlene nedenfor at hvis vi setter inn nulltiltaket som et tiltak, blir resultatet 0.

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 inn- og utbetalinger over offentlige kasser, 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:

$$\begin{aligned} NNV &= V \\ NNB &= VF^{-1} \end{aligned} \quad (2.11)$$

Tabell 1. Samleoversikt

Aktører		Transportbrukere			Operatører				Det offentlige			Samfunnet for øvrig
		Til/fra arbeid, fritid	Tjenestereiser	Gods-transport	Kollektivselskap	Parke-ring	Bom-selskap	Andre	Statens vegvesen	Jernbane-verket	Stat/fylke/kommune	
Investering og restverdi								- $K_{andre}$	- $I_{svv}$	- $I_{jbv}$		Z
Drift og vedlikehold								- $C_{andre}$	- $D_{svv}$	- $D_{jbv}$		
Nytte, inntekter og skatteinntekter	Bil Koll G/S	$B_1+B_2$	$B_3$	$B_4$	$J_{koll}$	$J_{park}$	$J_{bom}$	$J_{andre}$			R	
Operatørkostnad					- $C_{koll}$	- $C_{park}$	- $C_{bom}$					
Overføringer m.m					$T_{koll}$	- $Y_{park}$	- $Y_{bom}$	$T_{andre}$	$(Y-T)_{svv}$	$(Y-T)_{jbv}$	$(Y-T)_{stat}$	A
Ulykkeskostnader												U
Miljøkostnader												M
Skattekostnad									- $S \cdot F_{svv}$	- $S \cdot F_{jbv}$	- $S \cdot F_{øvrig}$	
<b>Netto nåverdi</b>		$B_{privat}$	$B_{tjeneste}$	$B_{gods}$	$P_{koll}$	$P_{park}$	$P_{bom}$	$P_{andre}$	- $(1+S)F_{svv}$	- $(1+S)F_{jbv}$	- $(1+S)F_{øvrig}$	E
<b>Netto nåverdi</b>	V				<b>Netto nytte pr. budsjettkrone</b>				$VF^{-1}$			

TØI-rapport 798/2005



## Boks 1: Forklaring på variablene

V	netto nytte
B	konsumentoverskudd (brukernytte)
P	produsentoverskudd (operatørnytte)
F	det offentliges underskudd
E	nytte for samfunnet forøvrig (miljø- og ulykkeskostnad m.m.)
J	operatørinntekt
C	operatørkostnad
K	operatørenes infrastrukturkostnader
R	netto offentlige skatteinntekter
I	offentlige investeringer
D	offentlige driftskostnader m.m.
T	tilskudd til kollektivselskaper (offentlig kjøp)
Y	overføringer fra offentlig eide selskaper
U	sparte ulykkeskostnader
M	sparte miljøkostnader
A	annen nytte
Z	skrapverdi (restverdi)

I tabell 1 har vi gjort en videre oppdeling av de fire sektorene. Fotskriftene på noen av elementene i tabellen viser hvilken gruppe av aktører som får dette nytte- eller kostnadselementet – dette framgår for øvrig også i stor grad av kolonneinndelingen. De grunnleggende sammenhengene (2.8) – (2.10) er innarbeidet i tabellen. De framkommer ved å addere kolonnene innen en sektor og så summere nedover. Den grunnleggende sammenhengen (2.7) framkommer deretter ved å summere horisontalt på den nederste linja, idet en multipliserer resultatet for den offentlige sektoren med  $(1 + S)$ .

Tabell 1 er et generelt anvendelig oppsett for presentasjon av nyttekostnadsanalyser i transportsektoren. Det er altså et oppsett som også lar seg anvende ved analyser med uelastisk etterspørsel (vanlig EFFEKT). Enkelte modifikasjoner vil kanskje av og til være nødvendig med hensyn til antall reisehensikter og med hensyn til hvilke operatører og offentlige etater som skal tas med.

Elementer i tabellen er ført inn med det fortegnet de skal ha ved summeringen. Overføringer fra en kolonne til en annen er mer eller mindre eksplisitt tatt med i tabellen og i formlene ovenfor. Det som er eksplisitt, er overføringer mellom operatørene og det offentlige, som har fått en egen linje. Det som derimot er implisitt, er overføringer fra brukerne til operatørene og det offentlige. Dette dreier seg om billetter og skatter. Disse framkommer som inntekt for operatører og det offentlige, mens utgiftene for brukerne er innbakt i beregningen av brukernytte B.

En fordel med opplegget er at det vil gjøre en forskjell om et prosjekt gjennomføres som OPS-prosjekt eller ikke. Vi får ikke tak i alle forhold som gjør OPS-prosjekter annerledes, men vi får tak i den ulike profilen på utbetalingene fra det offentlige. Kolonnen "andre" kan i så fall brukes på OPS-selskapet. En annen anvendelse av kolonnen "andre" kan være å føre ferjeselskapenes resultater her.

Metoden med å ta overføringer eksplisitt med i regnestykket kaller vi *bruttometoden*. Det er to grunner til å velge bruttometoden: For det første gir det resultatet av tiltaket for hver enkelt aktørgruppe og sektor slik aktørgruppene sjøl kommer til å oppleve dem. Det er nyttig informasjon. For det andre gjør det en forskjell for resultatet om det er de private eller det offentlige som må betale (eventuelt som får en gevinst), i og med skyggeprisen på offentlige midler, S. Dermed bør vi ikke eliminere overføringer til og fra det offentlige.

## 3 Beregning av brukernytte og andre nytteelementer

Dette avsnittet behandler prinsippene for beregningene som skal gjøres for å finne brukernytte, altså det som skal inn i kolonnene for brukersektoren. Det dreier seg her om beregninger med *elastisk* etterspørsel, slik vi vil ha i by. Beregninger med *uelastisk* etterspørsel følger prinsippene i nåværende EFFEKT. De nøyaktige formlene som skal programmeres venter vi med til kapittel 6.

### 3.1 Beregning av brukernytte

Reiser kan differensieres etter reisehensikt, slik som reiser til og fra arbeid, tjenestereiser og fritidsreiser. Vi bruker toppskrift  $h$  til å betegne reisehensikten. Reiser i en bestemt hensikt  $h$  innenfor et byområde er kjennetegnet ved et startsted (startzone)  $i$ , et bestemmelsessted (destinasjonssone)  $j$ , et transportmiddel  $m$ , og en tid på dagen  $p$ . En slik spesifisering av  $(h, i, j, m, p)$  kaller vi et reisemarked.

Anta nå at  $h$ ,  $m$  og  $p$  er gitt – det kan for eksempel dreie seg om reiser til arbeid med bil i morgenrushet. La oss se nærmere på ett bestemt marked av dette slaget, for eksempel reiser fra  $i$  til  $j$ . Vi tar det for gitt at det finns en fallende etterspørselskurve etter transport på reiserelasjonen (OD-paret)  $ij$ . Dvs. jo lavere generaliserte reisekostnader, jo flere reiser. Denne etterspørselskurva er en *aggregert* etterspørselskurve – den viser antall reiser for en hel gruppe av individer som kan reise fra  $i$  til  $j$  i tidsrom  $p$ . Hvis tidsrommet  $p$  er lite nok, kan hvert individ i gruppa i høyden gjennomføre én slik reise i dette tidsrommet. Tenk deg at du veit hvor mye hvert individ ville ha vært villig til å betale for å bli forflyttet fra  $i$  til  $j$  i tidsrom  $p$ . Dette pengebeløpet kaller vi *den brutto betalingsvilligheten* til individet. Ordne alle individene i fallende rekkefølge etter brutto betalingsvillighet. Den aggregerte etterspørselskurva kan åpenbart tolkes som et diagram over den brutto betalingsvilligheten til individer som er ordnet i rekkefølge på denne måten (Fig.1).

Kostnaden ved å reise er den opplevde kostnaden ved å bruke tid og penger på reisa og ved å måtte tåle ulike påkjenninger og ulemper. Det sier seg sjøl at dette er en subjektiv kostnad – den vil ikke oppleves som like stor av alle. La oss kalle dette *den opplevde kostnaden*. Vi vil bruke symbolet  $k$  for å betegne den opplevde kostnaden.<sup>1</sup> Vi gjør nå den viktige og drastiske forutsetningen at alle individer i

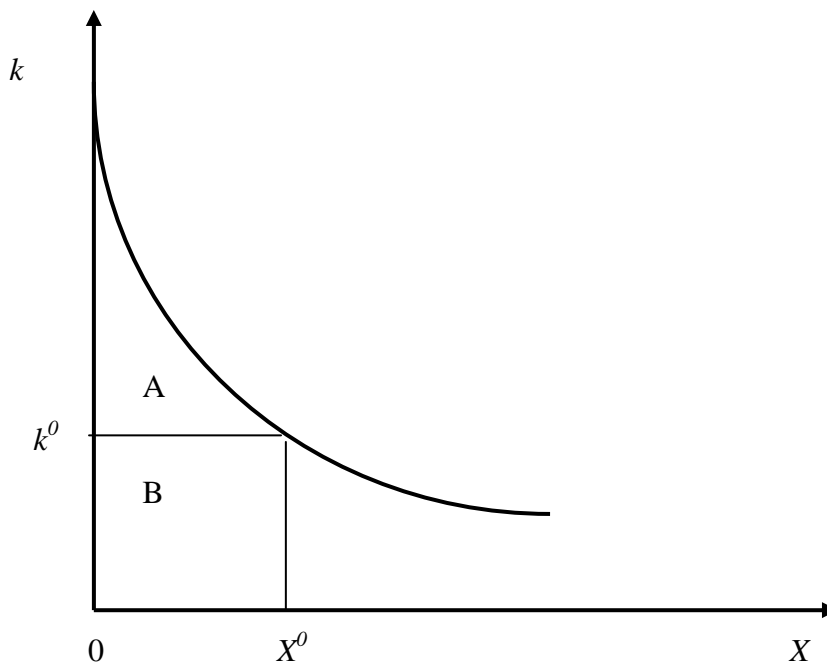
---

<sup>1</sup> Vi innfører begrepet opplevd kostnad fordi vi trenger å skille mellom kostnadene som ligger til grunn for adferden i transportmodellen og kostnadene i henhold til offisielle enhetsverdier. Det siste vil vi kalle generaliserte kostnader.

gruppa vi betrakter, opplever kostnaden ved å bruke tid og tåle ulemper på reisa på den samme måten, og har det samme pengeutlegg for reisa.  $k$  er altså den samme for alle. Åpenbart kan vi gjøre denne forutsetningen mer realistisk ved å dele opp de reisende i grupper med samme tidsverdi og samme vurderinger for øvrig, og dette er en hovedgrunn til at vi deler inn etter reisehensikt og eventuelt etter sosioøkonomiske kjennetegn ved de reisende. Gruppa vi betrakter i Fig. 1 har altså samme hensikt med sine reiser, og er homogen på alle andre måter som måtte ha betydning.

Vi forutsetter at folk er fornuftige – de reiser hvis og bare hvis brutto betalingsvillighet er større enn opplevd kostnad. De som ikke reiser, har verken nytte eller kostnader. Brutto betalingsvillighet til de reisende som helhet i situasjonen med opplevd kostnad  $k^0$ ,  $BBV^0$ , er da åpenbart lik arealet under etterspørselskurva fra 0 til  $X^0$ , eller areal  $A + B$  i Fig.1. De opplevde kostnadene de pådrar seg er åpenbart  $k^0 * X^0$ , eller areal B. *Konsumentoverskuddet* for gruppa som helhet,  $B^0$ , er lik det de av dem som reiser, er villig til å betale for å reise, minus det de faktisk må betale i form av kostnader av ulike slag, altså  $B^0 = BBV^0 - k^0 * X^0 = (A + B) - B = A$ . I en riktig beregning av konsumentoverskuddet ligger det altså ”innbakt” at kostnadene ved å reise, slik de oppleves subjektivt av den enkelte gruppe reisende, allerede er trukket fra.

Figur 1. Etterspørselen i et enkelt reisemarked



TØI-rapport 798/2005

Anta nå at som en følge av det planlagte tiltaket blir  $k$  redusert fra  $k^0$  til  $k^1$ . Resultatet er vist i figur 2 på neste side. Endringen i konsumentoverskudd, eller *bruker-*

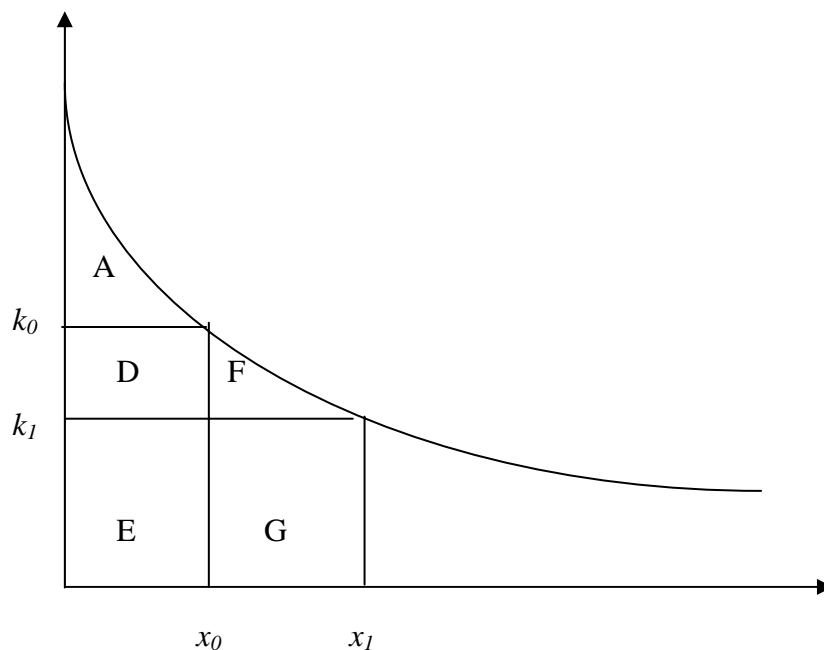
nytta, er arealet  $D + F$  i figuren. Avhengig av hvor sterkt etterspørselskurva krummer, er dette arealet mer eller mindre likt et trapes.

Det kan vises at sjøl om etterspørselen i ett reisemarked er avhengig av kostnadene i alle reisemarkeder, vil summen av trapeser i alle reisemarkedene gi en god tilnærming til den totale brukernytta. For å være mer presis: Hvis vi bare betrakter én enkelt transportmåte og én enkelt reisehensikt og tid på dagen, kan brukernytta uttrykkes ved formelen

$$B^* = \frac{1}{2} \sum_{ij} (k_{ij}^0 - k_{ij}^1) (x_{ij}^0 + x_{ij}^1) \quad (3.1)$$

Dette kaller vi trapesformelen. Brukernytta  $B^*$  i formel (3.1) kan mer presist skrives  $B_{h^{**}mp}^*$ , der stjernene markerer at det er summert over vedkommende indeks. Hvis vi vil finne brukernytta når vi har flere transportmåter, reisehensikter og tidspunkter, er det bare å summere videre over alle  $(h, m, p)$  til vi har dannet  $B^{*****}$ . Hvordan vi beregner brukernytta er altså ikke avhengig av om tiltaket vi ser på gjelder bil eller kollektivtransport, eller om vi bruker ett eller mange tiltak samtidig.

Figur 2. Brukernytte ved et tiltak



TØI-rapport 798/2005

Ved litt enkel regning kan vi omforme trapesformelen slik:

$$B^* = -\frac{1}{2} \sum_{ij} (k_{ij}^0 + k_{ij}^1) (x_{ij}^0 - x_{ij}^1) + \sum_{ij} (k_{ij}^0 x_{ij}^0 - k_{ij}^1 x_{ij}^1) \quad (3.2)$$

Legg merke til at vi konvensjonelt skriver ledd med toppskrift 0 før ledd med toppskrift 1, både i denne formelen og den forrige. Om en synes det er lettere å tolke, kan en bytte på denne rekkefølgen i formel (3.2) og endre fortegnene tilsvarende.

Det interessante med (3.2) er det siste leddet, dvs. endringen i opplevde transportkostnader. Eventuelt med unntak av billettkostnad, ventekostnad og parkeringskostnad består andre ledd av kostnader som alle sammen oppstår på lenkene i transportmodellen. Siste ledd kan derfor lett omformes fra å gjelde totale reisekostnader før og etter til å gjelde totale lenkekostnader før og etter. Mens første ledd ikke kan beregnes ved å summere over lenker, kan andre ledd beregnes ved å summere over lenker eller reiser, alt etter hva som er greiest.

Brukernytta er og skal være formulert på grunnlagt av subjektive, opplevde kostnader, eller med andre ord de kostnadene som er lagt inn i transportmodellen for å gi en mest mulig realistisk gjengivelse av hvordan folk oppfører seg i transportsystemet. Det andre leddet i (3.2) skiller ut den subjektive vurderingen (transportmodellens vurdering) av *ressursbruken* fra brukernytta som helhet, og gir oss dermed nettopp det utgangspunktet vi trenger til å foreta korreksjoner fra subjektiv til objektiv verdsetting av de medgåtte ressursene.

### 3.2 Fra opplevd kostnad til ressurskostnad – grafisk framstilt

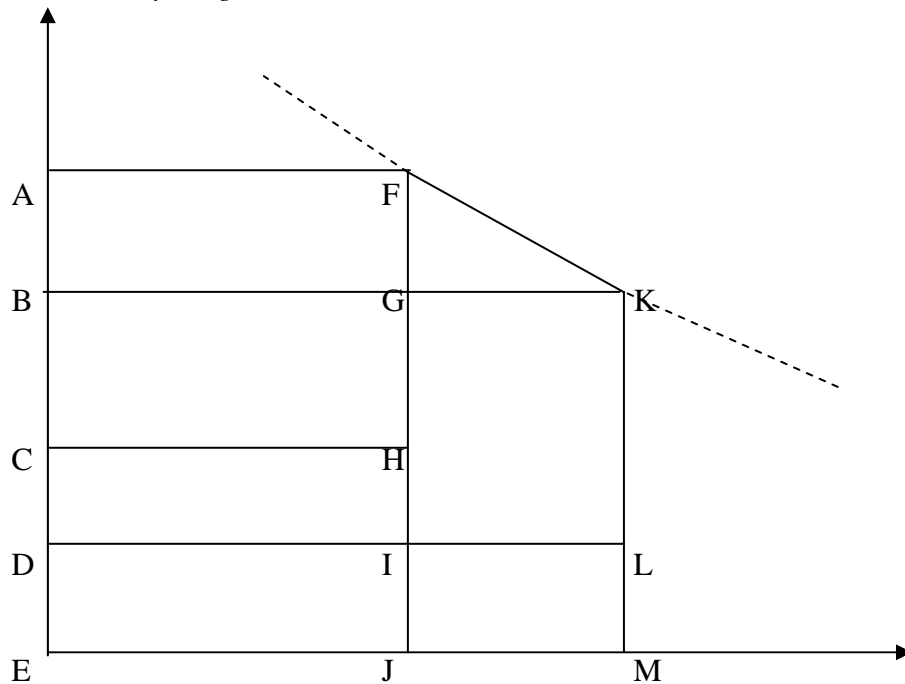
Den opplevde brukernytta  $B^*$  i henhold til (3.1) hører åpenbart med i nåverdien  $V$  i henhold til (2.7). Vi skal nå etter hvert se hvordan de øvrige elementene i  $V - P, -(1 + S)F$  og  $E$  – kan betraktes som nødvendige korreksjoner av  $B^*$  med sikte på å få til en samfunnsøkonomisk riktig verdsetting av ressursbruken og ressursbesparelsene i tiltaket.

Korreksjonen fra opplevde kostnader til virkelige samfunnsøkonomiske kostnader er illustrert i figur 3.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Figuren og kjernen i argumentasjonen er hentet fra Neuburger (1971).

Figur 3. Brukernytte og ressursbruk



TØI-rapport 798/2005

Her er

AE = opplevd kostnad før tiltaket

BE = opplevd kostnad etter tiltaket

CE = virkelig samfunnsøkonomisk kostnad før tiltaket

DE = virkelig samfunnsøkonomisk kostnad etter tiltaket

Opplevd brukernytte er trapeset AFKB. Opplevde kostnader før tiltaket er AFJE, og etter tiltaket BKME. Merk at vi kan skrive brukernytta på en annen måte, nemlig som trapeset FKMJ minus endringen i opplevde kostnader, altså

Brukernytte = FKMJ – (BKME – AFJE).

*Bevis:* Ta trapeset FKMJ og legg til AFJE. Da har du hele arealet AFKME, som vi kunne kalle brutto brukernytte etter tiltaket. Trekker du fra opplevde kostnader etter tiltaket, BKME, sitter du igjen med (netto) brukernytte AFKB. *Bevis slutt.*

Nå er det lett å erstatte opplevde kostnader med virkelige. Legg til den opplevde kostnadsendringen som du trakk fra i stedet, nemlig (BKME – AFJE). Men trekk nå fra endringen i ressurskostnad i stedet. Den er (DLME – CHJE). Brukernytta justert for virkelige samfunnsøkonomisk kostnader, W, er altså

$$W = [FKMJ - (BKME - AFJE)] + \{(BKME - AFJE) - (DLME - CHJE)\} =$$

$$AFKB + \{(CHJE - DLME) - (AFJE - BKME)\}.$$

Her er AFKB den opplevde brukernytta, altså det samme som  $B^*$  i formel ((3.1). Uttrykket i klammeparentes er de korrigeringsene som skal til. En liten omstokking til av dette uttrykket for brukernytta justert for virkelige samfunnsøkonomiske kostnader vil vise at den justeringa det er snakk om her, er at når vi verdsetter ressursforbruket, erstatter vi de opplevde enhetsprisene med de samfunnsøkonomiske enhetsprisene, både i før- og ettersituasjonen:

$$W = AFKB + \{(BKME - DLME) - (AFJE - CHJE)\}$$

For fullstendighetens skyld går vi nå tilbake til formel (3.2) og viser hvordan de samme korreksjonene som her er framstilt grafisk, kan uttrykkes ved å modifisere formel (3.2). Vi kaller de opplevde kostnadene  $k$  og de virkelige samfunnsøkonomiske kostnadene  $g$ . Besparelsen i virkelige samfunnsøkonomiske kostnader er  $\sum_{ij} (g_{ij}^0 x_{ij}^0 - g_{ij}^1 x_{ij}^1)$ . Tar vi nå vekk  $\sum_{ij} (k_{ij}^0 x_{ij}^0 - k_{ij}^1 x_{ij}^1)$  og legger til  $\sum_{ij} (g_{ij}^0 x_{ij}^0 - g_{ij}^1 x_{ij}^1)$  i formelen (3.2), har vi oppnådd å vurdere ressursbruken riktig. Siden  $B^*$  er den samme i (3.1) og (3.2), får vi:

$$\begin{aligned} W &= -\frac{1}{2} \sum_{ij} (k_{ij}^0 + k_{ij}^1) (x_{ij}^0 - x_{ij}^1) + \sum_{ij} (g_{ij}^0 x_{ij}^0 - g_{ij}^1 x_{ij}^1) \\ &= \frac{1}{2} \sum_{ij} (k_{ij}^0 - k_{ij}^1) (x_{ij}^0 + x_{ij}^1) + \left\{ \sum_{ij} (g_{ij}^0 x_{ij}^0 - g_{ij}^1 x_{ij}^1) - \sum_{ij} (k_{ij}^0 x_{ij}^0 - k_{ij}^1 x_{ij}^1) \right\} \end{aligned} \quad (3.3)$$

### 3.3 Konkret, hva består korreksjonene av?

Vi skal nå vise at de korreksjonene vi har innført, faktisk innebærer at  $W = V$ , slik  $V$  er definert i likning (2.7). Det vil si at korreksjonene består av nytta for operatørene, nytta for det offentlige og endringene i kostnader for samfunnet for øvrig. I tillegg får vi en korrigerings som vi fører under trafikantnytte, og som omformer  $B^*$  i likning (3.1) og (3.2) til  $B$  i likning (2.7), dvs. den omformer opplevd brukernytte til brukernytte korrigert til ressurskostnader.

Utgangspunktet er at vi erkjenner at ikke alle elementer i  $k$  er virkelige samfunnsøkonomiske kostnader.

1. Noen, slik som billettpriser, ferjepriser og bomavgifter er overføringer fra brukerne til trafikkselskaper og bomselskaper.
2. Andre elementer, slik som bensinavgift, er overføringer til det offentlige.
3. Det finnes også kostnader for samfunnet som ikke oppleves av de reisende – trafikkselskapenes og bomselskapets driftskostnader er ett eksempel, miljøkostnadene for beboerne langs vegen er et annet.
4. En form for virkelige samfunnsøkonomiske kostnader som en vanligvis antar at trafikantene ikke opplever og tar hensyn til når de bestemmer seg for å reise, er deler av de kilometeravhengige kostnadene ved bilkjøring.



Bilisten ”glømmer” at flere kilometer betyr mer dekkslitasje, oftere oljeskift, flere reparasjoner og lavere bruktbilpris. Dette er en rimelig antakelse om atferden ved private bilreiser, og er derfor ofte innebygd i transportmodellen. Det er en mindre rimelig antakelse om tjenestereiser og godstransport.

5. Mens punkt 1 og 2 gjelder opplevde kostnader som ikke er virkelige kostnader, men overføringer, og punkt 3 og 4 gjelder virkelige kostnader som ikke oppleves, må vi til sist også ta hensyn til at kostnaden for hver av de ressursene som medgår til transporten, inkludert tid, kan være satt annerledes i transportmodellen enn det vi vil regne med i det samfunnsøkonomiske regnestykket.<sup>3</sup>

La oss se nærmere på korreksjonene i hvert av de fem tilfellene.

Siden billettpriser, ferjetakster og bomavgifter er trukket fra i det samfunnsøkonomiske regnestykket under beregningen av brukernytte, men ikke er virkelige kostnader, må vi legge dem til igjen. Billettinntektene for kollektivselskaper og bompengeinntektene skal altså legges til den opplevde brukernytta. Men selskapenes driftskostnader er på den andre sida virkelige kostnader som ikke er tatt med enda, så de må trekkes fra i regnestykket. Dermed har vi at *operatørselskapenes nettoresultat skal legges til brukernytta i regnestykket.*

Den samfunnsøkonomiske verdien av vareinnsats som brukes i transporten, enten den brukes av privatbilistene eller operatørselskapene, er som regel det det koster å produsere disse varene innenlands eller importere dem. Men denne produsent- eller importprisen er uten avgifter. Følgelig har vi trukket fra for mye i det samfunnsøkonomiske regnestykket når vi regnet opplevd kostnad  $k$  og operatørselskapenes kostnader inklusive avgifter, og vi må legge til avgiftene igjen. Dette gjør vi ved å føye dem til som *inntekt for det offentlige*. (Vi skal seinere se hvorfor de transportrelaterte skatteinntektene for det offentlige trenger å multipliseres med skattefaktoren  $S$  og reduseres med tapte skatteinntekter i andre sektorer for å få det fulle bildet av den samfunnsøkonomiske virkningen av tiltaket.) Miljøkostnader og ulykkeskostnader som de reisende ikke antas å ha tatt hensyn til i etterspørselsfunksjonen, må også legges til. Det gjør vi ved å føre dem opp i kolonnen for *samfunnet for øvrig*.

Når vi fører det samfunnsøkonomiske regnestykket som summen av nytte for de fire sektorene trafikanter, operatørselskaper, det offentlige og samfunnet for øvrig, slik som i likning (2.7), har vi altså gjennomført de tre første typene av korreksjoner, og trenger ikke lenger snakke om dem som korreksjoner. De har fått en annen og mer naturlig tolkning. Når det gjelder den fjerde og femte typen av

---

<sup>3</sup> Faktisk kan kostnaden være satt forskjellig i ulike deler av transportmodellen, for eksempel en tidsverdi i etterspørselsmodellen og en annen i rutevalget. Slike inkonsistenser kan gjøre modellen dårligere og bør i prinsippet unngås, men angår oss ikke her. Vi fastsetter at med transportmodellens enhetskostnader vil vi mene enhetskostnadene som styrer rutevalget når det bare finns en reisehensikt i modellen, men dersom det finns mange reisehensikter, tar vi modellens enhetskostnader fra etterspørselsmodellen.

korreksjoner, forholder det seg annerledes. De vil bli foretatt internt i kolonnen for trafikantene, som endringer i brukernytteberegningen i forhold til den enkle anvendelsen av trapesformelen med transportmodellens egne verdier.

Den fjerde typen korreksjoner gjelder ressursbruk som ikke er inkludert i transportmodellens kostnader, men som likevel til sjuende og sist må bæres av trafikantene. Anta for eksempel at det dreier seg om en eneste ressurs, nemlig bilens kapitalkostnader. Bilens kapitalkostnader er utelatt fra modellens kostnader  $k$ , fordi det gir en bedre forklaring på trafikantenes atferd. Generaliserte kostnader  $g$  er altså lik  $k$  pluss bilens kapitalkostnader. Ser vi nå på likning (3.3), blir det ingen endring av det første leddet, trapesformelen. Det andre leddet, klammparentesen, vil rett og slett bli kapitalkostnadene før tiltaket minus kapitalkostnadene etter tiltaket. Generelt: *Kostnadsbesparelser som ikke er regnet med i modellen, skal beregnes som i gammeldagse EFFEKT-beregninger og legges til brukernytte beregnet med trapesformelen og modellens verdier.* Eller sagt på en annen måte: Det trafikanten ikke tar hensyn til, gir ikke opphav til noe trapes. Dermed skjønner vi også bedre hva som er forutsetningen i de gammeldagse EFFEKT-beregningene, nemlig at trafikantene ikke tar hensyn til kostnadsendringer på grunn av tiltaket.

Det femte punktet ovenfor gjelder avvik mellom de enhetskostnadene som er brukt i transportmodellen og de offisielle enhetskostnadene vi ønsker å bruke i det samfunnsøkonomiske regnestykket. Vi mener for eksempel å vite fra den norske tidsverdiundersøkelsen, og fra seinere diskusjoner og bearbeidinger av resultatene fra den, hvordan folk i gjennomsnitt vurderer spart tid i ulike sammenhenger. Hvis vi sier at disse "offisielle" tidsverdiene gir den riktige verdien av spart tid, har vi enten et fratrekk eller et tillegg å gjøre i brukernytteberegningen dersom den er basert direkte på transportmodellen. Denne typen avvik fører vi under trafikantnyttens. Vi skiller derfor mellom *opplevd brukernytte*, som er beregnet med transportmodellens verdier, og *korrigert brukernytte*, som vurderer ressursbruken til samfunnsøkonomisk riktige enhetspriser, og som er det vi vil føre opp i kolonnen for trafikantenes nytte.<sup>4</sup>

*Oppsummeringsvis* vil altså det samfunnsøkonomiske regnestykket bestå av fire deler: Brukernytte, operatørselskapsresultat, nettoinntekt for det offentlige, og øvrige kostnader som vi ikke tror trafikantene har tatt hensyn til under valg av reise (miljø- og ulykkeskostnader). Brukernytte og resultat for operatørene føres opp slik disse sjøl opplever dem, eller rettere sagt slik modellene antar at de opplever dem. Men siden dette på den ene sida inneholder elementer som er overføringer, og på den andre sida mangler visse virkelige kostnader, må vi korrigere for dette. Noen av disse korrigeringsene føres opp under operatørselskapene, det offentlige og samfunnet for øvrig, men noen føres også opp under trafikantnytte.

---

<sup>4</sup> Det er nå vedtatt praksis at når det gjelder verdsettningen av tid, skal offisielle verdier brukes direkte i trapesformelen. Dermed oppstår en inkonsistens i forhold til modellens tidsverdier, men vi har fjernet behovet for et korreksjonsledd.

### 3.4 Beregning av alle nytteelementene

I dette avsnittet forklarer vi med ord hvordan korreksjonene skal gjennomføres i regnestykket. Det er det samme som uttrykkes med symboler i formlene i avsnitt 6.2. Vi går fram slik:

1. Vi beregner opplevd brukernytte etter trapesregelen med de enhetskostnadene som framkommer *etter rutevalget* i transportmodellen, og som vi får fra transportmodellen i form av kostnadsmatriser.
2. Korreksjon 1 (korreksjon til riktige bilkostnader): Fra brukernytta slik den er beregnet i trinn 1, trekker vi endringen i den samlede bruken av ressurser som ikke er tatt med i transportmodellen, vurdert til offisielle enhetspriser *inkludert alle skatter og avgifter*. Vi trekker altså fra totale "uregistrerte" kjørekostnader i tiltaksalternativet, og legger til totale "uregistrerte" kjørekostnader i nullalternativet. Hvis trafikken øker med tiltaket, er korreksjonen et negativt beløp. Til denne korreksjonsberegningen trenger vi totalt antall kilometer kjørt med bil med og uten tiltaket for alle typer kjøretøy.

For de ressursene (unntatt tid) som transportmodellen tar hensyn til, men med en enhetsverdi som avviker fra den offisielle, legger vi først til den totale ressursbruken vurdert med modellens enhetskostnader etter tiltaket, og trekker fra ressursbruken i nullalternativet, vurdert med de samme enhetskostnadene fra modellen. Dermed har vi fjernet ressurskostnadene fra brukernytta. Vi må deretter legge dem inn igjen med offisielle verdier inklusive skatter, hvilket betyr å trekke fra kostnaden etter tiltaket og legge til kostnaden før tiltaket. Til denne korreksjonsberegningen trenger vi totalt antall kilometer kjørt med og uten tiltaket for alle typer kjøretøy og totalt tidsbruk med og uten tiltaket for alle typer trafikanter.

3. Korreksjon 2 (kollektivselskapets inntekter og kostnader): Kollektivselskapets kostnader er virkelige kostnader som ikke oppleves av brukerne. Vi gjør det samme med kollektivkostnader som vi gjorde med bilreisekostnader, dvs. vi trekker fra kollektivselskapets kostnader i tiltaksalternativet (inkludert alle skatter og avgifter som selskapet må betale), og legger til kollektivselskapets kostnader inklusive avgifter i nullalternativet. Kall dette korreksjon 2A.

Billettprisen er en opplevd kostnad som transportmodellen tar hensyn til, men som ikke motsvares av noen virkelig kostnad. Derfor legger vi til billett-kostnadene inklusive moms i tiltaksalternativet og trekker fra billett-kostnadene inklusive moms i nullalternativet. Kall dette korreksjon 2B.

4. Korreksjon 3 (korreksjon av tidsverdiene): Bilistenes og kollektivtrafikantenes tidskostnader kan også være vurdert annerledes i modellen enn de offisielle verdiene. Derfor legger vi først til den totale tidsbruken vurdert med modellens tidskostnader for kollektiv etter tiltaket, og trekker fra tidsbruken i nullalternativet, vurdert med de samme tidskostnadene fra modellen. Dermed har vi fjernet trafikantenes opplevde tidskostnader fra

brukernytta. Vi må deretter legge dem inn igjen med offisielle verdier, hvilket betyr å trekke fra kostnaden etter tiltaket og legge til kostnaden før tiltaket.<sup>5, 6</sup>

5. Etter korreksjon 1 og 3 har vi *brukernytta vurdert til offisielle verdier*. Den føres opp i kolonnene for trafikantene.<sup>7</sup>
6. Etter korreksjon 2B må vi trekke ut momsens fra billett-kostnadene og føre den som inntekt for det offentlige. Vi har da igjen *kollektivselskapets inntekter og kostnader*. Det føres i kolonnen for kollektivtransportoperatører.
7. Til slutt deler vi endringen i de samlede kjørekostnadene for biler, slik vi fant dem gjennom korreksjon 1, i to deler: skatt og virkelig ressurskostnad. Skattedelen legges inn som inntekt for det offentlige, med et lite fratrekk på grunn av at økt transport fortrenger annet avgiftsbelagt forbruk. Det samme gjøres med skatter på kollektivselskapets ressursbruk. Økt forbruk av ressurser i trafikken skal altså gi pluss for det offentlige. Totalvirkningen av det som føres opp under brukernytte og det offentliges nytte er at når trafikken øker, øker ressurskostnadene, men med et mindre beløp enn om vi ikke hadde tatt skatteinngangen for det offentlige til inntekt.

Denne oppskriften er ennå ikke detaljert nok. Bl.a. har vi ikke behandlet parkeringskostnader og bompenger eksplisitt, og heller ikke spørsmålet om fortrengningseffekten, dvs. hva den riktige samfunnsøkonomiske kostnaden er. Dette siste vil bli gjort i kapittel 4, mens kapittel 6 gir detaljerte formler.

### 3.5 Vår metode og andre metoder

En hensiktsmessig metode for beregning av brukernytte og de andre delene av det samfunnsøkonomiske regnestykket er en metode som på enklest mulig vis utnytter data fra transportmodellen, unngår vilkårlige antakelser og grove tilnærminger, og unngår å innføre inkonsistenser i transportmodellen.

I logitmodeller (nested logit eller multinomisk logit) vil den såkalte logsummen utgjøre det eksakte målet på brukernytta. Det er også enkelt å framskaffe fra modellen. Når vi ikke har valgt den metoden her, er det fordi vi vil ha en metode som lar seg anvende også med andre typer modeller. For øvrig har vi ingen

---

<sup>5</sup> Siden det er bestemt å beregne trapeset  $B^*$  med offisielle tidsverdier, vil en korreksjon av tidsverdiene ikke være nødvendig. En slik korreksjon er likevel tatt med under korreksjon 1 for at metoden skal være allmenn.

<sup>6</sup> Husk å ta hensyn til bilpassasjerens tidskostnader, enten ved å multiplisere kjøretøyenes tidsbruk med et gjennomsnittlig bilbelegg eller ved at bilpassasjerer utgjør en egen reisehensikt. (Men ikke begge deler!).

<sup>7</sup> Vi kan egentlig dele korreksjonene inn i to klasser, korreksjon av brukernes feiloppfatning om ressursbruken (korreksjon 1 og 3), som forvandler  $B^*$  til  $B$ , og korreksjon for det av brukernes riktig oppfattede kostnader som bare er overføringer eller betaling for kostnader som andre aktører pådrar seg. Denne korreksjonen (korreksjon 2) forvandler  $B$  til  $V$ .

innvendinger mot å erstatte trapesformelen med logsummen, dersom modellen ligger til rette for det. Korrigeringene blir de samme i begge tilfeller.

Vi har også vurdert noen få andre metoder, men forkastet dem, delvis fordi de byr på tekniske problemer når det finns køer, og delvis fordi de innfører en for stor inkonsistens mellom rutevalgsdelen og etterspørselsdelen av transportmodellen. Metoden med å beregne virkelig ressursbruk for hver reiserelasjon ved å identifisere hvilke ruter som har vært brukt, omregne rutekostnadene til samfunnsøkonomiske kostnader og vekte dem med hvor mange som har brukt hver rute, byr på store tekniske problemer.<sup>8</sup> Metoden med å basere rutevalget på samfunnsøkonomisk riktige lenkekostnader, som er anvendt i den såkalte EMMA-makroen (Larsen og Rekdal 1997), innfører en stor inkonsistens mellom de kostnadene som trafikantene legger til grunn for sin etterspørsel og det reisa koster dem ifølge rutevalget.

Vår metode samsvarer i det vesentlige med vel etablert praksis i Storbritannia (MVA et al 1994, DfT 2004) og Sverige (Sampers 2002).

---

<sup>8</sup> Hvis det er kø, kan flere ruter være i bruk for hver reiserelasjon. Alle ruter i bruk vil ha samme generaliserte kostnad, men den generaliserte kostnaden på hver rute kan være ulikt oppdelt på tids- og kjørekostnader. Følgelig må vi finne de rutene som har vært i bruk. Vi må så danne tids- og kjørekostnadene som en vektet sum av tids- og kjørekostnadene langs hver rute, der andelen av reisene som velger hver rute er vekter. Men hvis flere reiserelasjoner har et valg mellom to ruter på samme sted i nettverket, blir også en slik vektning vilkårlig. Følgelig er det ikke mulig å bruke denne metoden til å skille tidskostnader og kjørekostnader for den enkelte reiserelasjon på en entydig måte i dette tilfellet, som antas å opptre hyppig i købelastede vegnett.

## 4 Samfunnsøkonomisk riktige priser

I dette kapitlet utreder vi hvordan en skal behandle skatter og avgifter på markedsomsatte goder som det blir brukt mer eller mindre av som følge av et tiltak i transportsystemet. Endringen i forbruket av markedsomsatte goder kan være en *direkte* følge av tiltaket, som når en veginnkorting legger beslag på anleggsarbeidere, asfalt osv., men fører til at trafikantene bruker mindre bensin. Eller endringen kan være mer *indirekte*, som når trafikantene velger fjernere destinasjoner etter tiltaket, og dermed bruker mer bensin. Problemstillingen – *riktig verdsetting av markedsomsatte goder* – er imidlertid generell. Den gjelder ikke bare for by, og ikke bare når trafikantene endrer adferd.

Det er vår anbefaling at vi holder oss til Finansdepartementets veileder og retningslinjer. I avsnitt 4.1 og 4.3 vil vi altså fortolke det. En grunn til at det må fortolkes er at vi anvender *bruttometoden*, og Finansdepartementets veileder er åpenbart ikke laget for det tilfellet. Hele spørsmålet om riktige kalkulasjonspriser stiller seg på en annen måte i et rammeverk med egne kontoer for fire hovedsektorer. Kjernepunktet i metoden vår er at overføringer eksplisitt tas med i analysen i form av overføringer mellom to kontoer i et kontosystem (tabell 1). Spørsmålet om å sette riktige priser blir da et spørsmål om hvilke skatte- og avgiftsendringer som det offentlige vil få, hensyn tatt til at når aktørene i transportsektoren bruker mer penger på en ressurs, vil de enten måtte bruke mindre av en annen ressurs eller øke sine inntekter.

### 4.1 Om Finansdepartementets retningslinjer og veileder

Finansdepartementets retningslinjer, R-109/2005, fastlegger en skattefaktor  $S$  på 20 prosent på offentlige midler.<sup>9</sup> Retningslinjene behandler også kort kalkulasjonspriser. En utvidet omtale finnes i Finansdepartementets veileder (Finansdepartementet 2005)<sup>10</sup>.

Hovedprinsippet er at markedsprisene i privat sektor så langt som mulig skal benyttes som kalkulasjonspriser.

---

<sup>9</sup> [http://odin.dep.no/filarkiv/258215/rundskriv\\_109\\_2005\\_.pdf](http://odin.dep.no/filarkiv/258215/rundskriv_109_2005_.pdf)

<sup>10</sup> [http://odin.dep.no/filarkiv/258190/Veileder\\_samf.ok.analyser\\_2005.pdf](http://odin.dep.no/filarkiv/258190/Veileder_samf.ok.analyser_2005.pdf)

Når vi skal drøfte anvendelsen dette prinsippet, vil vi skille mellom prisene på ressurser som anvendes av trafikantene og operatørene på den ene sida, og ressurser som anvendes av det offentlige på den andre sida.

Om arbeidskraft og vareinnsats som benyttes av det offentlige, er retningslinjene klare. Det skilles mellom to typer av offentlig produksjon – konkurranseutsatt produksjon og offentlig enerettsproduksjon. Når dette skillet står sentralt, er det fordi en vil legge særlig vekt på at offentlige avgjørelser og avveininger skal bidra til effektivitet i produksjonen (NOU 1997:27 kapittel 6, Diamond og Mirrlees 1971). Effektivitet i produksjonen oppnås når alle bedrifter som produserer et produkt har samme marginale transformasjonsrater. Derfor sier retningslinjene:

I de tilfeller der det offentlige produserer private goder i direkte konkurranse med privat virksomhet, benyttes samme priser som for tilsvarende privat virksomhet, både for innsatsfaktorer og for det som produseres.

I dette tilfellet anvendes altså markedsprisene i privat sektor som kalkulasjonspriser. Konkret betyr det at arbeidskrafta skal verdsettes etter hva det koster private bedrifter å anvende den, dvs. lønn inklusive sosiale kostnader. Innkjøpte varer og tjenester verdsettes uten moms, siden private bedrifter kan trekke fra inngående moms. De offentlige bedriftene det dreier seg om her, omfatter de offentlige bedriftene som bygger anlegget som skal nytteberegnes, eller står for vedlikeholdet. Det skal ikke gjøre noen forskjell for nyttekostnadsanalysen om dette skjer i offentlig eller privat regi. Det dreier seg også om offentlig eide operatørselskaper, som NSB.

Det disse bedriftene tjener på salget, som for eksempel NSBs billettinntekter, skal også beregnes på samme måte som private bedrifters inntekter. Det innebærer i praksis for oss at moms på billetter ikke skal føres i operatørkontoen, verken for offentlig eller privat eide operatører. Siden imidlertid dette er en overføring fra trafikantene, som har medført mindre brukernytte, må vi føre billett-momsen som en inntekt for det offentlige. Ellers vil det framstå som en virkelig samfunns-økonomisk kostnad.

Når det offentlige produserer tjenester som ikke konkurrerer med private, har vi *offentlig enerettsproduksjon*. Om dette sier retningslinjene:

I de tilfeller der det offentlige i liten grad konkurrerer med privat virksomhet, benyttes følgende kalkulasjonspriser for innsatsfaktorene:

Arbeidskraft: Lønn inklusiv skatt og arbeidsgiveravgift mv.

Vareinnsats: Pris eksklusiv toll og avgifter, men inklusiv avgifter som er begrunnet med korreksjon for eksterne virkninger.

Unntak gjøres altså for skatter og avgifter som er ment å korrigere en eksternalitet. Vi foreslår å *ikke* gjøre det unntaket. I stedet fører vi eksplisitt opp den eksterne kostnaden i regnskapet til ”samfunnet for øvrig”. Dermed tar vi høyde for at skatter som ifølge sitt navn eller sin hensikt skal internalisere en eksternalitet, ikke gjør det fullt ut eller så nøyaktig som vi ønsker.

For offentlig enerettsproduksjon er det ikke noe poeng at den marginale transformasjonsraten skal være lik i offentlige og private bedrifter. I analyser som berører enerettsproduksjon kan vi regne med at for innsatsfaktorer som omsettes internasjonalt til en gitt pris, skal kalkulasjonsprisen settes lik prisen ved grensen (eksklusive toll og avgifter).<sup>11</sup> Arbeidskraft skal regnes inklusive skatt, arbeidsgiveravgift og sosiale kostnader, hva enten det dreier seg om konkurranseutsatt produksjon eller enerettsproduksjon. Andre innsatsvarer fra skjermet sektor skal vurderes til de markedspriser som private bedrifter står overfor.

Skillet mellom konkurranseutsatt produksjon og enerettsproduksjon koker etter dette ned til at konkurranseutsatt offentlig produksjon skal bruke priser inklusive særavgifter dersom private konkurrenter må betale slike, mens offentlig enerettsproduksjon skal bruke priser uten slike avgifter for varer som omsettes internasjonalt. Vi legger til grunn at alle offentlig eide selskaper og operatører som opptrer i våre analyser er konkurranseutsatt offentlig produksjonsvirksomhet. Vi vil ikke ha noe problem med å behandle offentlig og privat eide operatører likt i vårt opplegg. Men vi må også sørge for at selskaper som opptrer eksplisitt med egen konto i vår analyse, behandles på samme måte som selskaper som ikke opptrer i regnestykkene? I så fall skal vi regne særavgiftene som en del av den virkelige samfunnsøkonomiske kostnaden de har. Vi legger det til grunn når det gjelder driftskostnadene. Når det gjelder kapitalkostnadene, skal vi drøfte dem særskilt i avsnitt 4.3.

Nå har vi behandlet det som sies om kalkulasjonspriser i retningslinjene og i veilederens avsnitt 4.3.4. Men vi har fremdeles et problem som ikke er besvart. I våre analyser er det ikke bare offentlige bedrifter av ulike slag som forbruker ressurser. Private forbrukere forbruker ressurser i form av kjørekostnader og kostnader ved bilhold. Private operatører og andre private firmaer vil også forekomme.

Så å si alle ressursene i kjørekostnadene, med unntak av tid, naturligvis, og elementer i reparasjoner og vedlikehold, er internasjonalt omsatte varer. Her kan vi ty til det grunnleggende prinsippet om alternativkostnad. Veilederen sier at kalkulasjonsprisene skal reflektere verdien i beste alternative anvendelse. La oss se konkret på det: Den ene bilistens bensinforbruk fortrenger neppe i særlig grad andre bilisters forbruk. Snarere er det slik at hvis han kjører mer, kan vi importere mer bensin, eller eksportere mindre. Bilisten står heller ikke i konkurranse med andre bilister om produksjonen av bilturer. Dermed skulle kalkulasjonsprisen være lik produksjonsprisen, dvs. eksklusive *alle* avgifter. Siden prisene inklusive avgiftene er brukt i brukernytteberegningen, tilsier det at vi må føre avgiftsprovenyet fra bensinskatten som en inntekt for det offentlige. Til sammen gir det en samfunnsøkonomisk pris på bensin lik produksjonsprisen. Det virker rett, men er ikke *helt* rett. For mer bilkjøring fortrenger faktisk noe, nemlig bilistens forbruk av andre varer. Disse varene er momsbelagt, og staten går altså glipp av momsinntekter på andre varer samtidig som den får mer inntekt fra bensinavgifta. Det

---

<sup>11</sup> Dette kalles av og til bryggeprisen.



helt riktige er å føre bensinavgifta minus momstapet på andre varer som inntekt for det offentlige.<sup>12</sup>

Betrakt en ressurs som inngår i kjørekostnadene. Anta produksjonsprisen er  $q$  og særavgifta  $s$ , og at det kommer moms på dette beløpet. Momssatsen er  $s_0$ . Vårt prinsipp er å bruke  $(1 + s_0)(s + q)$  som kostnad ved brukernytteberegningen. Kjøpet av transportressursen kan antas å fortrenge andre varekjøp til samme verdi. Det offentlige taper dermed skatteinntekter til en verdi av  $(s_0/1 + s_0) \cdot (1 + s_0)(s + q) = s_0(s + q)$ , og vil alt i alt få økt skatteinngang til en verdi av  $(1 + s_0)s + s_0q - s_0(s + q) = s$ . For ressurser der det ikke er noen særavgift  $s$ , men bare moms, kan vi derfor la være å føre opp noen skatteinntekt for det offentlige, dersom det er full fortrenkning og samme momssats på alle varer. Nå er det imidlertid ikke moms på alle varer, så vi kan anta at gjennomsnittsmomsen på de varene som blir fortrenget, er noe mindre enn 25 %. Uten en nærmere undersøkelse av forholdet vil vi her legge til grunn at gjennomsnittsmomsen på fortrengte varer er 20 %.

La da  $s_0$  være denne gjennomsnittsmomsen, mens avgifta på vår transportressurs er  $s$ , slik at den koster  $s + q$ . Her kan  $s$  være ordinær moms uttrykt i et kronebeløp, eller en særavgift, eller en kombinasjon. Det offentlige taper dermed skatteinntekter til en verdi av  $(s_0/1 + s_0) \cdot (s + q)$ , og vil alt i alt få økt skatteinngang til en verdi av  $R$ :

$$R = s - \frac{s_0}{1 + s_0}(s + q) = \frac{s - s_0q}{1 + s_0} \quad (4.1)$$

Likning (4.1) vil være vårt generelle prinsipp for føring av skatteinntekter hos det offentlige. Vi vil anvende det både på ressurser som forbrukes av trafikanter og operatører. Det samsvarer med det som er utledet i Minken (2005). Der finnes det også en annen fortrenkningseffekt, nemlig at mer tid brukt i transport delvis går på bekostning av lønnet arbeid, men det skal vi se bort fra her.

For enkelhets skyld antar vi samme framgangsmåte for alle ressurser som inngår i kjørekostnadene, med unntak av arbeidsinnsats i forbindelse med vedlikehold og reparasjoner. Når det gjelder arbeidskraft fører vi altså kostnaden inklusiv arbeidsgiveravgift m.m., samtidig som vi *ikke* fører noen endring i skatte- og avgiftsinngangen til det offentlige. Til sammen betyr det at den virkelige samfunnsøkonomiske kostnaden var den som trafikanten måtte betale. En annen måte å se det på, er at det samme skattebeløpet som staten får inn fordi en ny bilreparatør har blitt ansatt, taper den fordi den samme mannen har sluttet i en annen jobb.

Vi har også et problem med særavgiftene, i den grad de må betales av kollektivselskaper og andre transportselskaper. Kollektivselskapene får, i prinsippet i hvert fall, refundert autodieselavgiften. Avgiftsnivået på diesel utenfor transport er for-

---

<sup>12</sup> Dette er begrunnet nærmere i Minken (2005). Det er for øvrig i tråd med praksis i Danmark, Sverige, Storbritannia og andre land.

skjellig alt etter bruken. Dette er argumenter for å regne med kalkulasjonspriser som ikke inkluderer dieselavgift, sjøl for konkurranseutsatt produksjon.<sup>13</sup>

Veilederen er nok ikke skrevet av praktikere, så problemet med å beregne konsumentoverskudd med andre priser enn de som konsumenten opplever, drøftes ikke. Hvis vi holder fast ved bruttometoden (noe som ikke tas opp, men slett ikke står i motsetning til veilederen), så tilsier veilederens råd at vi skal ta alle skatter og avgifter, unntatt skatter på arbeidskraft og avgift på elektrisitet, til inntekt hos det offentlige.<sup>14</sup> For konsumenter, som har en gitt budsjettbetingelse, må vi imidlertid trekke fra den fortrenkte momsen på andre varer, slik som forklart. På den måten korrigerer vi fra priser som inkluderer alle skatter og avgifter til priser som ikke gjør det.

Med dette opplegget oppnås flere ting:

- Nettovirkningen blir riktig kalkulasjonspris etter veilederens råd.
- De kostnadene og inntektene som hver aktør står overfor, synliggjøres.
- Endringer i det offentliges finansieringsbehov framkommer, og det er dette finansieringsbehovet som er grunnlag for beregning av skattekostnad.

## 4.2 Avgiftsbestemmelser

### Relevante skatter og avgifter

Fra NOU 2003:9 (Skatteutvalget), St.prp. nr. 1 (2005-2006) og St.prp. nr. 1 Tillegg nr. 1 (2005-2006) henter vi opplysninger om skatter og avgifter som vedrører samfunnsøkonomiske analyser av tiltak i transportsystemet. De transportspesifikke avgiftene er særavgifter på biler, bilhold og drivstoff, samt elektrisitetsavgift når det gjelder skinnegående transport, mens øvrige skatter og avgifter omfatter merverdiavgift, tollavgift, arbeidsgiveravgift mm og skatt på lønn.

Særavgifter for motorvogner er engangsavgift, omregistreringsavgift, årsavgift, vektårsavgift og drivstoffavgifter. Engangsavgift regnes på personbiler, og med lavere satser for andre kjøretøyer. Det er ikke engangsavgift på busser og lastebiler beregnet på næringsdrift, med unntak fra og med 2006 for busser og lastebiler under 7500 kg. Omregistreringsavgift gjelder alle motorkjøretøy og varierer med kjøretøykategori. Det gjør også årsavgiften, og for kjøretøy på 12 tonn og mer beregnes vektårsavgift, som er både vekt- og miljøgradert. Under avgifter på oljeprodukter finner vi bensinavgift, autodieselavgift, CO<sub>2</sub>-avgift på bensin og CO<sub>2</sub>- og svovelavgift på diesel.

Elektrisitetsavgiften (10,05 øre pr. kWh i 2006) betales av husholdninger og transportselskaper, og andre bedrifter unntatt industri, bergverk og veksthus. Den

---

<sup>13</sup> NOU 1997:27 nevner i avsnitt 6.3.3 at importprisen uten toll og avgifter bør brukes for verdensmarkedsvare sjøl om skattesystemet er slik at ulike bedrifter betaler ulik avgift for dem.

<sup>14</sup> Se avsnitt 4.4 når det gjelder elektrisitet.

kreves heller ikke inn i tiltakssonen i Troms og Finnmark. Pga. EØS-avtalen er det usikkert om unntakene blir opprettholdt i framtida.

Merverdiavgiften gjelder innenlands omsetning av varer og tjenester og er generelt på 25 prosent. Noen varer og tjenester (i hovedsak matvarer) har 13 prosent mens andre, herunder persontransport, tidligere var unntatt fra avgiftsplikten. Fra 1. mars 2004 er det innført merverdiavgift på persontransport (nå 8 prosent), samtidig som produsentene av persontransporttjenester da får fradragrett for merverdiavgift på innkjøp til driften.<sup>15</sup> Dette virker som en subsidiering av kollektivtransporten.

Elbiler er for tida momsplichtige med en nullsats, dvs. at selgere av elbiler kan trekke fra inngående moms uten å kreve inn utgående moms. Så vidt vi forstår gjelder det samme for bompengerekrav. Ferjetjenester behandles nå likt med annen kollektivtransport, dvs. 8 % moms og fradrag for inngående moms.

Tollavgifter spiller en stadig mindre rolle da disse avgiftene er avvirket for en lang rekke industrivarer. Bare ca. 320 varer av 5900 i tolltariffen er fortsatt tollbelagt ifølge NOU 2003:9. På Tollvesenets nettsider ([www.toll.no](http://www.toll.no)) finnes bestemmelser om toll og avgifter ved innførsel av motorkjøretøy. Der heter det at det ikke skal betales toll for motorkjøretøy ved innførsel til Norge. Man må imidlertid kontakte tollmyndighetene slik at det blir beregnet merverdiavgift, og ved førstegangs registrering skal det betales engangsavgift.

Skatter og avgifter forbundet med arbeidskraft er skatt på arbeidsinntekt (også evt. toppskatt), trygdeavgift og arbeidsgiveravgift.

Tabell 3 gir en oversikt over delkostnader som inngår i EFFEKT, og er et forsøk på å vise hvilke skatter og avgifter som hører til hver delkostnad. I oversikten tas det ikke stilling til hvilke av disse som skal tas med i samfunnsøkonomiske analyser.

---

<sup>15</sup> Ot.prp 1 (2003-2004), kapittel 19, se <http://odin.dep.no/repub/03-04/pdf/otprp1.pdf>.

Tabell 3. Delkostnader og relevante skatter og avgifter

Kostnad	Delkostnader	Transportspesifikke skatter og avgifter	Andre skatter og avgifter
Kjøretøykostnad	Drivstoff lette, drivstoff tunge og busser, andre distanseavhengige driftskostnader for hhv. lette, tunge og busser	Bensin: Bensinavgift og CO <sub>2</sub> -avgift Diesel: Autodieselavgift, CO <sub>2</sub> -avgift og svovelavgift Kapitalkostnader: Særaggifter på kjøretøy	Merverdiavgift på drivstoff og andre driftskostnader
Tidskostnad	Personer  Tidsavhengige driftskostnader for tunge og for busser	Kapitalkostnader: Særaggifter på kjøretøy	Tidsverdier motsvarer priser inkl. skatter og avgifter. Lønnskostnader: Skatt og arbeidsgiveravgift mm Merverdiavgift på driftskostnader
Ulykker	Personskadeulykke og materiellskadeulykke		Skatter og avgifter på priser som inngår i enhetskostnadene Verdsettingsundersøkelser gir verdier motsvarende priser inkl. skatter og avgifter
Miljøkostnader	Støy, støv/skitt, luftforurensning		
Tillatt aksellast	Enhetspris lastebil og enhetspris vogntog		Enhetsprisene er basert på drifts- og kapitalkostnader – se disse
Vedlikehold	Generelle kostnader Tilleggs kostnader		Lønnskostnader: Skatt og arbeidsgiveravgift mm Merverdiavgift på innsatsvarer
Busskostnader	Totale driftskostnader i spesielle bussberegninger	Diesel: Autodieselavgift, CO <sub>2</sub> -avgift og svovelavgift Kapitalkostnader: Særaggifter på kjøretøy	Lønnskostnader: Skatt og arbeidsgiveravgift mm Merverdiavgift på driftskostnader
Ferjekostnader	Driftskostnader: lønn og enhetspris diesel Kapitalkostnader Ulempeskostnader Billettakster	Diesel: Autodieselavgift, CO <sub>2</sub> -avgift og svovelavgift Billetter: 8 % mva	Lønnskostnader: Skatt og arbeidsgiveravgift mm Ulempeskostnader: Som for tidskostnader ovenfor
Anleggskostnader	(Ekstern beregning)		Lønnskostnader: Skatt og arbeidsgiveravgift mm Merverdiavgift på innsatsvarer
Innkrevingsk. bompenger	(Ekstern beregning)		Lønnskostnader: Skatt og arbeidsgiveravgift mm Merverdiavgift på innsatsvarer
Nytte av nyskapt trafikk	(Ekstern beregning)	(Samme som for eksisterende trafikk)	
Andre kostnader	(Ekstern beregning)	(Prosjektspesifikt)	

TØI-rapport 798/2005

Elektrisitetsavgift har hittil ikke inngått i EFFEKT 5. Denne avgiften blir aktuell når bruksområdet utvides til kollektivtransport, herunder skinnegående transport.

### Merverdiavgift på kollektivtransport

Hvordan skal en merverdiavgift på reiser med kollektivtransport behandles dersom det brukes bruttopricing i våre analyser? Dette er litt mer komplisert enn for eksempel bensinavgifter, hvor brukeren står overfor en avgift som inngår i hennes reisekostnader, mens staten på sin side får økt avgiftsinngang. I tilfellet med kollektivreiser er det *tre* aktører som berøres: Trafikantene, trafikkselskapene og staten. Merverdiavgiften som legges på billettprisene skal inngå i trafikantenes reisekostnader, og føres som inntekt for det offentlige etter likning (4.1). Den har da i realiteten gått via operatøren. Videre er det elementer i selskapenes driftskostnader som er avgiftsbelagt og hvor selskapene har rett til fradrag for mva. på sine innkjøp. Vi antar at dette er kostnadselementer som enten importeres til verdensmarkedspriser, eller at bruken av innsatsvarene "konkurrerer" med anvendelser i virksomheter som ville ha fått merverdiavgift refundert. Riktig kalkulasjonspris er da eksklusiv mva. Da kunne vi i utgangspunktet ha ført kostnaden inklusiv mva. i kolonnen for operatører, og ført avgiften som inntekt i kolonnen for det offentlige. Siden operatørene får avgiften refundert kunne vi i neste omgang trekke fra avgiften i kolonnen for det offentlige og legge den til som "inntekt" hos operatørene. Resultatet blir at avgiften ikke er med i sluttsummen i noen av de to kolonnene. Vi kan like gjerne føre kostnaden eksklusiv avgift i operatørkolonnen, og ikke korrigere i kolonnen for det offentlige. Tabell 4 illustrerer prinsippet. I kolonnen for trafikanter får vi fram kostnadene de opplever, dvs. billettpris med avgift. I kolonnen for operatører kommer vi langt i retning av å vise faktisk virkning på deres bedriftsøkonomiske resultat. I kolonnen for det offentlige framkommer det hvordan endring i billettsalget bidrar til endring i skatte- og avgiftsinngangen.

Tabell 4. Merverdiavgift på kollektivreiser og fradragrett for operatører

	Trafikanter	Operatører	Staten
Billetter	Inngår i beregning av trafikantenes nytte som kostnad inkl. mva.	Inngår i beregning av operatørens nytte som inntekt ekskl. mva.	Mva. fra billettsalg bidrar positivt til endringen i skatte- og avgiftsinngang
Driftskostnader som er belagt med mva.		Inngår i beregning av operatørens nytte som kostnad ekskl. mva.	

TØI-rapport 798/2005

At operatørene kommer bedre ut med denne merverdiavgiftsordningen ser vi ved at de uten ordningen ville sisset igjen med de samme billettinntektene mens driftskostnadene ville ha inkludert merverdiavgift som de ikke hadde fått refundert. (Nå skal det også sies at uten fradragrett for mva. på innkjøp til driften velger operatørene kanskje løsninger med bruk av intern produksjon slik at de unngår å betale mva. på deler av driftskostnadene. Incitamentet til dette forsvant med den nye ordningen.)

### Skatter og avgifter i EFFEKT 5

I dette avsnittet sammenlikner vi opplegget for behandling av skatter slik det er foreslått ovenfor, med behandlingen av skatter i EFFEKT inntil nå. Det bør være konsistens mellom de to metodene, dvs. at de kan brukes parallelt, den ene på byttiltak og den andre på tiltak i vegnettet for øvrig, og gi resultater som kan sammenliknes.

Slik er det også – virkningene av nettoprisingsopplegget i nåværende EFFEKT blir grovt sett de samme som om man hadde anvendt bruttoprisering. Betrakt for eksempel anleggskostnadene. En andel av vareinnsatsen er belagt med merverdiavgift, og det er skatter og avgifter på arbeidskraftinnsatsen. Med nettoprisering føres anleggskostnadene eksklusiv mva. i beregningen av nettonytte, og lønnskostnadene føres inklusiv skatter og avgifter. Det beregnes skattekostnad på dette beløpet. Bidraget til nettonytteberegningen blir anleggskostnaden eksklusiv mva. og inklusiv avgift på arbeidskraft, multiplisert med skattefaktoren. Med bruttoprisering føres anleggskostnaden inklusiv alle skatter og avgifter, samtidig som skatte- og avgiftsinngangen til det offentlige øker med mva-beløpet. Det korrigeres ikke for skatter og avgifter på arbeidskraften. Skattekostnad beregnes nå både på anleggskostnadene (inkl. mva.) og på endringen i skatte- og avgiftsinngang. I sum blir bidraget til nettonytte det samme som ved nettoprisering, slik tabell 5 viser.

Tabell 5. Netto- og bruttoprisering med skattekostnad. Anleggskostnad som eksempel

Nettoprisering: Offentlig sektor	
Investering	Anleggskostnad ekskl. mva. og inkl. avg. på arbeidskraft = $-I_a$
Skattekostnad	$0,20 * (-I_a)$
Bidrag til nettonytte	$-I_a + 0,20 * (-I_a) = 1,20 * (-I_a)$
Bruttoprisering: Offentlig sektor	
Investering	Anleggskostnad inkl. mva. og inkl. avg. på arbeidskraft = $-I$
Økt skatteinngang	Mva fra anleggskostnad = $R = I - I_a$
Skattekostnad	$0,20 * (-I + R)$
Bidrag til nettonytte	$-I + R + 0,20 * (-I + R) = 1,20 * (-I + R) = 1,20 * (-I_a)$

TØI-rapport 798/2005

### 4.3 Forutsetninger om bilhold og kjørelengde

Når vi skal anvende Finansdepartementets retningslinjer, må vi klargjøre hva vi antar om bilhold og årlig kjørelengde.

*Kjøretøy tilhørende kollektivselskaper, og kjøretøy som anvendes i godstransport* utnyttes i regelen så mye som mulig over en viss del av døgnet. Et tiltak som reduserer tida det tar å gjennomføre en rundtur eller et oppdrag, vil derfor generelt medføre at kjøretøyparken som helhet kan reduseres. Dermed reduseres også brukernes utlegg til bilavgifter. I nyttekostnadsanalysene er dette gjenspeilet som en viss del av de sparte tidsavhengige kostnadene (Samstad og Killi 2005). Samstad og Killi legger til grunn at det brukerne på denne måten sparer i avgifter, motsva-

res av tapt avgiftsinngang for det offentlige. Man antar altså at den virkelige besparelsen ved en redusert kjøretøyflåte er bryggeprisen, eksklusive avgifter. Flere forhold taler for å anta dette. For det første har vi i dag ikke noen fullgod metode for å anslå den marginale besparelsen i kapitalkostnadene, og en viss forsiktighet er på sin plass. For det andre berører ikke dette konkurransen mellom offentlige og private foretak. Alle foretak uansett eierskap vil bli behandlet likt i våre analyser.

En viss del av kapitalkostnadene er distanseavhengige. Samstad og Killi finner ikke grunn til å behandle avgiftsdelen av de distanseavhengige kapitalkostnadene annerledes enn de tidsavhengige.

*Personbiler* utnyttes bare sporadisk over døgnet. Dermed vil ikke en tidsbesparelse gi grunn til å redusere kjøretøyparken. Tvert imot vil en generelt bedret framkommelighet gi grunn for flere til å anskaffe bil. Men siden vi ikke tar sikte på å ta hensyn til bilholdseffekter i våre analyser, skal vi se bort fra det. I tråd med dette beregnes ikke tidsavhengige driftskostnader for lette biler (Samstad og Killi 2005). Derimot vil sparte kilometer gi grunnlag for en langsommere utskiftingstakt eller økt levetid for de bilene som finnes, hvilket i prinsippet er grunnlaget for å regne med distanseavhengige bilholdskostnader. Heller ikke metodene for å beregne de distanseavhengige kapitalkostnadene for lette biler er særlig gode. Forsiktighet burde derfor tilsi at man også her regner avgiftsdelen av besparelsen i distanseavhengige kapitalkostnader som kostnad for det offentlige. I tillegg kan det argumenteres for at det faktisk er bryggeprisen som er relevant, som vi gjorde i avsnitt 4.1.

## 4.4 Anbefaling

*Avgifter på elementene i anleggs- og vedlikeholdskostnader:* Finansdepartementets retningslinjer for konkurranseutsatt offentlig produksjon kommer til anvendelse, enten bygging og drift foregår i offentlig eller privat regi.

*Kjøretøyavgifter:*

Viktige innsatsfaktorer som må antas å kunne kjøpes og selges internasjonalt til verdensmarkedspriser omfatter kjøretøy og rullerende (flygende, seilende) materiell av alle slag, bensin og diesel, dekk, olje, deler og anleggsmaskiner. I følge avsnitt 4.3 kan bryggeprisen (pris eksklusive toll, skatter og avgifter, cif for import, fob for eksport) brukes som kalkulasjonspris på disse varene.

Dette er i tråd med gjeldende retningslinjer i Håndbok 140 og praksis i EFFEKT. Om det også er i tråd med Finansdepartementets veileder og NOU 1997:27 er et vanskelig tolkningsspørsmål, men vi har argumentert for at det er tilfelle. Dessuten mener vi det samsvarer med en hovedlinje i argumentasjonen i NOU-en (avsnitt 6.2 og 6.3.3), nemlig at bryggeprisen er den beste kalkulasjonspris også om skattesystemet stiller ulike produsenter overfor ulik pris på denne typen varer.

Avgifter fra operatørene og godstransport føres dermed til inntekt hos det offentlige, mens avgifter fra husholdninger føres til inntekt hos det offentlige i den grad de overstiger momsen (likning 4.1).

*Driftskostnader, og kilometeravhengige kjøretøykostnader for husholdninger:*

Når det gjelder arbeidskraft, bør kalkulasjonsprisen være bruttolønna (lønn inkludert inntektsskatt, arbeidsgiveravgift og gjennomsnittlige sosiale kostnader (pensjonspremier m.m.). Dette er i tråd med gjeldende praksis og alle veiledere vi har sett på. Vi kjenner ikke til om en justerer ned kalkulasjonsprisen på arbeidskraft i områder med lavere arbeidsgiveravgift, men ser ikke noe til hinder for en slik praksis (så lenge differensiert arbeidsgiveravgift finns).

Når det gjelder elektrisk kraft vil vi ikke kategorisere det som en innsatsfaktor som omsettes internasjonalt til en fast pris. Dersom et tiltak medfører økt elektrisitetsbruk, vil krafta måtte tas dels fra konsumenter, dels fra produsenter og dels fra import. De fleste må betale elavgift, men noen kan trekke fra moms. I dette tilfellet mener vi riktig bruk av Finansdepartementets veileder må være å verdsette krafta inklusive elavgift, som de aller fleste alternative brukere må betale, men eksklusive moms.

Vi finner ikke at Håndbok 140 har uttalt seg om kraftprisen, som er mer aktuell når håndboka nå skal anvendes på flere typer tiltak.

Øvrige markedsomsatte goder som berøres av våre nyttekostnadsanalyser vil stort sett være varer og tjenester fra skjermet sektor (ulike typer tjenester, ulike typer masser, asfalt m.m.). Alternative brukere av disse varene og tjenestene vil være bedrifter som kan trekke fra moms. I tråd med Finansdepartementets veileder, Håndbok 140 og praksis i EFFEKT anbefaler vi at kalkulasjonsprisen skal være prisen uten skatter og avgifter.

Arbeidskraft og elektrisk kraft er derfor de to unntakene fra regelen om at skatt og avgifter ikke skal regnes med.

I et system med bruttoføring praktiseres dette ved å ta skatter og avgifter til inntekt hos det offentlige i alle tilfeller unntatt når det gjelder arbeidskraft og elektrisk kraft. Når det gjelder elektrisk kraft, tas likevel momsen til inntekt for det offentlige, men ikke elavgifta. Når det gjelder husholdninger, trekkes tapt moms på annet forbruk fra.

Endelig tilrår vi å behandle CO<sub>2</sub>-avgifta som andre særavgifter i EFFEKT, og i tillegg innføre en tilsvarende CO<sub>2</sub>-kostnad i kolonnen for samfunnet for øvrig.



## 5 Beregning av operatørselskapenes resultat

De kostnadene vi hittil har behandlet, kommer enten fra matriser fra transportmodellen eller fra data om lenkene og trafikken på dem. Kollektivselskapets kostnader er derimot basert på data om de enkelte kollektivlinjene, og vil være summen av kostnadene på hver linje. Ferjeforbindelser behandles på samme måte.

Overføringer mellom kollektivselskapet og det offentlige trenger vi ikke behandle eksplisitt her. Vi forutsetter at *billettinntektene som inngår i kollektivselskapets resultat* er uten moms, og at kostnadene er inklusive de avgiftene som selskapet faktisk må betale.

### 5.1 Inntekter

Til beregningen av et kollektivselskaps billettinntekter trenger vi data for antall reiser og opplysninger om takster. Har man en transportmodell, kan data om kollektivreiser og kostnader på hver reiserelasjon hentes derfra. Et spørsmål som reiser seg, er imidlertid om billettmatrisen i modellen gjenspeiler de virkelige billettprisene, hensyn tatt til omfanget av månedkort, rabatter osv. Dette kan kontrolleres og eventuelt korrigeres gjennom egne beregninger.

Det er flere mulige løsninger for disse beregningene, med ulikt detaljnivå. En gjennomsnittspris i systemet som helhet kan finnes ved å dele billettinntektene på antall passasjerer, men dette blir noe unøyaktig da noen passasjerer telles flere ganger (de bruker samme billett på flere delreiser). Gjennomsnittsprisen bør ellers beregnes ved å ta hensyn til sammensetningen av passasjerer som reiser på enkeltbillett, honnør, månedskort og andre rabatter, dersom man har tilgang på slike data. Videre bør man ta hensyn til hvordan takstene varierer med antall soner en reise går gjennom. I byer med flere takstsoner gir dette en billettmatrise med egne priser på hver reiserelasjon. Når den multipliseres celle for celle med antall kollektivreisende på reiserelasjonene, bør resultatet sammenliknes med det man ellers veit om de totale billettinntektene i systemet og forekomsten av de ulike billettypene. Et matematisk program som justerer forekomsten av de ulike billettypene på reiserelasjonene for å minimere avviket, bør eventuelt utarbeides.

Noen har brukt kilometerbaserte opplegg, gjerne med en fast og en kilometeravhengig del, der den kilometerbaserte delen er kodet i modellnettverket. Dette svarer dårlig til faktiske takstsystemer i byer og kan gi til dels store avvik fra faktiske billettpriser.

## 5.2 Kostnader

### Forutsetninger

En kostnadsmodell for drift av kollektivtrafikk knytter de enkelte kostnadskomponentene til faktorer som beskriver driftsopplegget, slik som timer i drift, kjøretøykilometer og antall kjøretøy. De totale kostnadene betraktes som en funksjon av disse tre faktorene. Hvis funksjonen ikke gjenspeiler sammenhengen mellom faktorene og kostnadene på en god måte risikerer man å over- eller undervurdere effektene av endringer i driftsopplegget.

Utgangspunktet for beregning av operatørkostnader må være et *driftsopplegg*. Vi skal ta for oss hvordan ulike kostnader avhenger av antall timer, kilometer og kjøretøy i driftsopplegget, og skille mellom ulike tidsperioder. Driftsopplegget til en operatør kan omfatte flere linjer, slik at det i noen tilfeller er mulig å bruke samme kjøretøy delvis på én linje, delvis på andre linjer. Perspektivet vi velger å bruke her er imidlertid driftsopplegget for en linje. Det anses som mest relevant. Følgelig må antall kjøretøy være et heltall. Det er likevel ikke selvsagt at heltall skal brukes i kostnadsberegningene. Over tid kan summen av flere tiltak gjøre at man passerer en heltallsgrense, og da kan det i prinsippet virke urimelig at det siste tiltaket skal tilskrives en gevinst som skyldes besparelser oppnådd etter en rekke tiltak (Vägverket 2001).

Tabell 6 viser hvordan ulike beregningsopplegg kategoriserer kostnader som kjøretøy-, tids- og distanseavhengige. I ett av tilfellene er også antall passasjerer en faktor. I noen av tilfellene er faste kostnader (for eksempel administrasjonskostnader) fordelt med andeler på tids-, distanse- og kjøretøyavhengige kostnader. Vi behandler ikke faste kostnader her. Noen faste kostnader har imidlertid betydning dersom alternativene som analyseres er drift på linja eller ikke. Disse kan kalles linjekostnader og består av kostnader forbundet med kjørevegen, holdeplasser o.l.

Tabell 6. Typer kostnader i ulike beregningsopplegg

Kilde	Kjøretøyavhengige kostnader	Tidsavhengige kostnader	Distanseavhengige kostnader	Passasjer-avhengige
Vägverket 2001, SIKÅ 2002	Kjøretøyenes kapitalkostnad Del av kapitalkostnad for verksted og garasje 20 % av lønnskostnad for verksted og garasje 20 % av foretaksledelse/ adm.kostnader	Lønn til sjåfører Lønn til ansatte i trafikkledelse o.a. personell i forb. m. driften 70 % av foretaksledelse/ adm.kostnader	Del av kapitalkostnad for verksted og garasje 80 % av lønnskostnad for verksted og garasje Drivstoff, olje, dekk, reservedeler m.m. Km-avgift, forsikringskader 10 % av foretaksledelse/ adm.kostnader	
Minken m.fl. 2001	(Inngår i tidsavhengige)	Kjøretøyenes kapitalkostnad, inkl. vedlikehold Klargjøringskostnad Lønnskostnad	Drivstoff/energi Annet (dekk, olje, reservedeler m.m.)	
Taylor m.fl. 2000	Administrasjons-kostnader	Lønnskostnad	Kostnader til drivstoff, vedlikehold og reparasjoner	Kunde-service, billettsalg
<i>Statens vegvesen 1995 (Håndbok 140)</i>	<i>Generelle busser:</i>	Lønnskostnad Andel administrasjons-kostnader Andel kapital-kostnader (75%) Garasjekostnader	Olje, dekk, reparasjoner og service Kapitalkostnader (25%) Drivstoff	
	<i>Spesielle busser:</i>		Totale driftskostnader	
GOMMMS (Department for Transport 2003)	Kapitalkostnader holdes utenfor modellen. Skiller mellom drivstoffkostnader (som avhenger av hastighet, distanse, kjøretøytype og drivstofftype) og andre driftskostnader (som er både tids- og distanseavhengige).			

TØI-rapport 798/2005

### Tidsavhengige variable kostnader

De kostnadene som naturlig henger sammen med antall driftstimer er personal-kostnader. Dette inkluderer lønn og sosiale kostnader, samt at det må tas hensyn til at antallet timer i tjeneste totalt er større enn antallet tjenestetimer om bord i kjøretøy som er i rute. Alt dette slås sammen til en gjennomsnittlig timekostnad, som skal multipliseres med driftstimer. Kanskje er det også hensiktsmessig å skille mellom ulike perioder dersom det er store forskjeller i timekostnadene. Lønnsutbetaling per time kan variere mellom periodene. Taylor m.fl. (2000) gjør dessuten et poeng av at arbeidskraftutnyttelsen varierer over døgnet – at forholdet mellom tjenestetimer og driftstimer ikke er likt i rush og utenom rush.

Daglige tidsavhengige kostnader kan beregnes separat for hverdager og lavtrafikk-dager og deretter summeres opp til årlige kostnader, slik vi skal gjøre i avsnitt 6.4.

Merk at en veginvestering som medfører  $x$  minutter kortere rundturtid på en linje ikke har noen direkte konsekvens for de tidsavhengige driftskostnadene så lenge antall driftstimer ligger fast. Store endringer i tidsbruken på en eller flere linjer kan imidlertid få operatøren til å vurdere endringer i driftsopplegget, noe som kan ha konsekvenser for både tids-, distanse- og kjøretøyavhengige kostnader.

### Distanseavhengige variable kostnader

Kostnadene som påløper per kilometer kan vi dele inn i energikostnader og andre kostnader. Under andre kostnader faller olje, dekk, reparasjoner o.l. Vi legger opp til å regne alle vedlikeholdskostnadene som kilometeravhengige.

Drivstofforbruk og fart henger sammen på en måte som kan beskrives med en U-formet kurve: Lave hastigheter med stadige akselerasjoner gir høyt forbruk og det samme gjør høye hastigheter, mens mellomtingen er mer økonomisk. Mens vegens kurvatur spiller en stor rolle i "landlig" transport er forsinkelser på grunn av kø en viktig faktor for hastigheten og drivstofforbruket i bytrafikk. For kollektivtrafikken i by gjelder dette i den grad den kjører sammen med øvrig trafikk. Dessuten kan det tas hensyn til stopp ved holdeplasser.

I Transport Analysis Guidance (Department for Transport 2004) brukes følgende sammenhengen mellom drivstofforbruk og gjennomsnittshastighet:

$$\text{Drivstofforbruk} = a + bV + cV^2 \quad (5.1)$$

der  $V$  er gjennomsnittshastighet i km/t, og  $a$ ,  $b$  og  $c$  er parametere som er ulike for hver kjøretøyklasse.

Håndbok 140 (Statens vegvesen 1995) bruker følgende formel for drivstofforbruk:

$$DF_{tot} = (DF_{flat} * K_{vert} * K_{hor} * K_{aks} + DF_{kryss}) * K_{prog} \quad (5.2)$$

der  $DF_{tot}$  er totalt drivstofforbruk.  $DF_{flat}$  er forbruket på rett, flat veg. Denne korrigeres med faktorer som tar hensyn til vertikal og horisontal kurvatur ( $K_{vert}$  og  $K_{hor}$ ) og ujevn kjørefart ( $K_{aks}$ ). Det beregnes dessuten et tillegg for forsinkelser i kryss ( $DF_{kryss}$ ). Hele beregningen korrigeres med en faktor som tar hensyn til prognosene for utviklingen i kjøretøyenes drivstoffeffektivitet ( $K_{prog}$ ). Basisforbruket  $DF_{flat}$  er beregnet utfra U-formete kurver for sammenhengen mellom hastighet og forbruk per mil for ulike kjøretøytyper, herunder busser.

Disse sammenhengene hentet fra TUBA-manualen og Håndbok 140 gjelder ikke for skinnegående transport.

Vi tar ikke her stilling til hvilken funksjonsform man skal legge til grunn for drivstoffkostnaden, men antar at det brukes et hensiktsmessig uttrykk for drivstoffkostnaden per kilometer som en funksjon av hastighet. Andre distanseavhengige kostnader kan summeres til en enhetskostnad per kilometer for hver kjøretøytype. Som i beregningen av tidsavhengige kostnader kan de samlede distanseavhengige kostnadene for hverdager og lavtrafikkdager beregnes hver for seg og summeres opp til årlige kostnader (se avsnitt 6.4).

### Kjøretøyavhengige kostnader

Med "kjøretøyavhengig" menes at kostnadene avhenger av antall kjøretøy. Dette gjelder kjøretøyenes kapitalkostnader og klargjøringskostnader. Kjøretøybehovet  $Q$  for en kjøretøytype  $t$  på en linje  $l$  er et resultat av rundturtid  $t_{rund}$  og frekvens i dimensjonerende periode. Som mål på frekvens kan vi bruke tidsrommet mellom to avganger,  $h_l^{tk}$ :

$$Q_l^{tk} = \frac{t_{rund}}{h_l^{tk}}, \quad Q_l^{tk} \in N \quad (5.3)$$

Det totale behovet for kjøretøy av en bestemt type i et nettverk er summen av  $Q$  på alle linjer i det aktuelle nettet pluss noe reservekapasitet (Vägverket 2001 anslår 10 til 20 prosent). Reservebehovet i prosent synker med antall kjøretøy (Minken 1997). Når en skal vurdere dette, må en ta hensyn til hvor mange ulike typer kjøretøy som er i bruk i byen. Jo flere typer, jo mindre er den tilgjengelige beholdningen av hver type, og jo større blir reservebehovet i prosent. Vi regner et reservebehov på opptil 20 % i små byer og i middels store byer hvor trafikken er oppdelt på mange selskaper som ikke kan låne materiell av hverandre. Vi regner et behov på 10 % i storbyområder der kollektivtrafikken er drevet av ett selskap. Vi kan også regne 10 % i middels store byer med ett busselskap, dersom busselskapet også driver ruter i nærheten som reservemateriell kan lånes fra.

Til hvert kjøretøy er det knyttet kapitalkostnader. Utgangspunktet for beregningen av disse er anskaffelseskostnaden  $c^t$  for kjøretøy av type  $t$ . Ved hjelp av kalkulasjonsrenta  $r$  og en beregnet optimal levetid<sup>16</sup>  $n$  for kjøretøyet kan man finne årlige kapitalkostnader  $C_Q^t$  for et kjøretøy. Skrapverdien  $z$  ved levetidas slutt trekkes fra:

$$C_Q^t = (c^t - z) \frac{r}{1 - (1 + r)^{-n}} + rz \quad (5.4)$$

Uttrykket i (5.4) er basert på at anskaffelseskostnadene betraktes som en uendelig rekke av gjentatte kostnader, som kan omregnes til annuiteter (Minken m.fl. 2001).

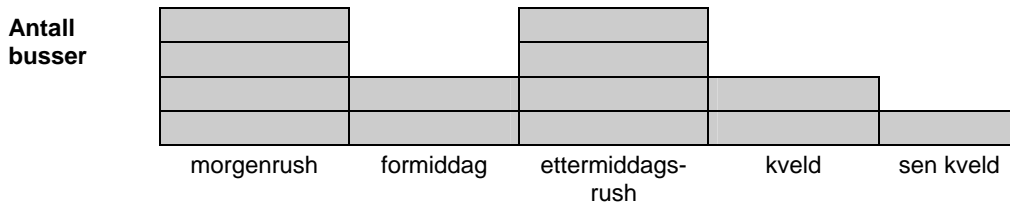
Denne årlige kostnaden per kjøretøy kan fordeles på antall hverdager for å finne "daglig" kapitalkostnad  $c_Q^t$ . Grunnen til at kun hverdager brukes her er at marginkostnaden ved å øke kapasiteten i lavtrafikkperioder er null siden kjøretøyparken allerede er større enn behovet i disse periodene.

Klargjøringskostnader er kostnader til renhold av kjøretøyene, oppstalling når kjøretøyet ikke er i drift, kjøring mellom oppstillingsplass og start-/endepunkt for ruta, og eventuelt kostnader ved å sette opp togsett. Klargjøringskostnader påløper daglig for hvert kjøretøy, og noen av disse kostnadene vil påløpe to ganger daglig for kjøretøy som settes inn i rushperiodene morgen og ettermiddag. Det er altså

<sup>16</sup> Optimal levetid påvirkes av årlig kjørelengde og bør derfor beregnes i hvert tilfelle dersom det er store forskjeller i kjørelengde mellom ulike driftsopplegg.

ikke samme klargjøringskostnad for et kjøretøy som er i drift i alle perioder på dagen og et som kun kjøres i høybelastningsperioder. Taylor m.fl. (2000) bruker en omregningsfaktor som tar hensyn til denne forskjellen i produktivitet mellom ulike perioder. Figur 4 er et stilisert eksempel som viser hvordan noen av bussene kan være i drift sammenhengende over flere perioder på dagen mens andre er inn og ut av drift to ganger.

Figur 4: Eksempel på kjøretøybehov i ulike tidsperioder over døgnet.



TØI-rapport 798/2005

Dersom det tas hensyn til at daglig klargjøringskostnad er forskjellig for et kjøretøy som inngår i grunntilbudet og et kjøretøy som kun settes inn i rushperiodene, blir den daglige klargjøringskostnaden per kjøretøy ulik for hverdager og lavtrafikkdager. Dette tar vi hensyn til i summeringen til årlige kostnader i avsnitt 6.4.

### 5.3 Andre selskaper

I den første utgaven av beregningsverktøyet for bytransport vil vi behandle trafikanteres parkeringskostnader som en gitt fast kostnad for hver destinasjon. Data kommer som en vektor fra transportmodellen. Vi antar data gjenspeiler gjennomsnittlig parkeringsavgift i hver destinasjonszone, hensyn tatt til det prosentvise innslaget av gratis parkering i sonen. Det er mulig å ha ulike parkeringskostnadsvektorer for ulike reisehensikter, for å gjenspeile om oppholdet på destinasjonen typisk er kortvarig eller langvarig. I noen tilfeller kan parkeringskostnaden også inkludere kostnaden ved å søke etter parkering, som vi også antar er fast.

Parkeringssekskapet mottar den delen av parkeringskostnadene som utgjøres av avgiftene, og har kostnader til drift av parkeringsanleggene. Vi har ingen standardverdier for disse kostnadene.

Vi bør skille mellom privat og offentlig parkering. Det offentlige parkeringsselskapet overfører overskuddet sitt til det offentlige.

Bompengeselskapets inntekter beregnes fra bomavgifter og data om lenkestrømmene på de avgiftene der det er bom. Vi har heller ingen standardiserte verdier for kostnaden ved å bygge og drive bomstasjonene. Dersom vi ikke har å gjøre med et OPS-opplegg med rett til egen bompengeneinnkreving, antas det at bompengeselskapets overskudd overføres til det offentlige.

I programmeringen av beregningsverktøyet bør vi åpne for at vi kan ha OPS-prosjekter, også OPS-prosjekter med rett til egen bompengeneinnkreving. Slike selska-

per vil ha bygge- og driftsutgifter og enten overføringer fra staten eller rett til egen bompengeneinnkreving. Bygge- og driftsutgiftene skal ikke tas med under brøkstreken i nyttekostnadsbrøken, og skal heller ikke belastes med skyggeprisen på offentlige midler. Derimot vil naturligvis overføringer fra staten til selskapet både måtte regnes med i nevneren i nyttekostnadsbrøken og belastes med skyggeprisen på offentlige midler i netto-nåverdi-beregningen.

## **5.4 Miljø og ulykker**

Beregningen av miljø- og ulykkeskostnader følger det generelle opplegget i EFFEKT. Disse beregningene kan derfor rett og slett utføres i EFFEKT-programmet, ved at nettverket og lenkestrømmene fra transportmodellen importeres dit. Det bør også foreligge et enkelt alternativ i form av faste kilometerkostnader for hver av disse effektene, fortrinnsvis med ulike enhetskostnader for ulike vegtyper og ulik befolkningstetthet rundt vegen. For å kunne dra nytte av en slik oppdeling, bør transportmodellene klargjøres slik at det samlede antall utkjørte kilometer i hver kombinasjon av strøkstype og vegtype kan tas ut av modellen.

Vi har ikke vurdert enhetskostnader for ulykker og miljø i dette prosjektet. Spørsmålet om hvordan ulykkeskostnadene eventuelt bør modifieres i lys av våre anbefalinger om behandlingen av skatter og avgifter, er kort kommentert i Hagen og Elvik (2004). Det later til at konklusjonen er at det er lite å vinne på å prøve å isolere skatter og avgifter i ulykkeskostnadene.

## 6 Formelverk for nyttekostnadsanalyse i by

Variablene og formlene nedenfor er utformet for å kunne beregne brukernytte og det vi i kapittel 3 har kalt korreksjoner, dvs. inntekter og kostnader for operatørene og skatteinntekter for det offentlige, samt korreksjon av opplevd brukernytte til korrigert brukernytte. Formlene passer best til å beregne de *samfunnsøkonomisk riktige* kostnadene. Kostnadene *i henhold til modellen* kan være vanskeligere å få til å passe inn i formlene. For det første vil de være oppdelt i færre kategorier, og for det andre vil det ikke alltid være klart hva som er skatt og hva som ikke er det. Dette er ikke noe problem: Det innebærer i høyden at vi vil ha vanskelig for å anslå betydningen av de ulike kostnadselementene for størrelsen på brukernytta eller størrelsen på de samlede korreksjonene.

### 6.1 Notasjon, variable

Hver variabel består av en enkelt bokstav med indekser. Store bokstaver for hovedelementer/aggregerte elementer. Mht. variabelnavn for hovedelementene viser vi til tabell 1 i kapittel 2.

#### Priser, kostnader og reiser

p	priser inklusive skatt og avgift
q	priser eksklusive skatter og avgifter
s	skatte- og avgiftssatser
b	billetter og avgifter som innkreves av selskaper
k	kjørekostnader
c	enhetspriser i kollektivtransport
x	reiser
a	distanser
v	lenkestrømmer
t	reisetider
g	generaliserte kostnader
f	korreksjonsfaktorer (for tidsverdier, drivstoff pr. km, utslippsfaktorer etc)
w	literpris på drivstoff



*Marknad:* Mens vi i kapittel 3 brukte  $k$  som navn på opplevde kostnader, til forskjell fra  $g$  som representerte de virkelige samfunnsøkonomiske kostnadene, bruker vi her  $k$  som navn på kjørekostnadene, til forskjell fra andre deler av de generaliserte kostnadene. Når vi trenger det, vil vi skille mellom enhetskostnader som tas fra modellen og offisielle samfunnsøkonomiske kostnader ved å bruke *hatt* på modellens kostnader.

### Konstanter

$r$	kalkulasjonsrenta
$S$	skattefaktor
$N$	analyseperioden
$d_k$	timer pr. år av type $k$
$s_0$	gjennomsnittlig momssats på alt forbruk

### Indekser

$a$	lenker
$r$	ruter
$ij$ eller $w$	reiserelasjoner
$m$	transportmåte
$d$	kollektivselskap
$l$	linje
$k$	periode på dagen (toppskrift)
$h$	reisehensikt eller individtype (toppskrift)
$t$	kjøretøytype (toppskrift)
$n$	år (toppskrift)
$0$	uten prosjektet (toppskrift)
$1$	med prosjektet (toppskrift)

*Marknad:* Reisehensikt, periode på dagen og kjøretøytype vil i regelen være toppskrifter. Når det gjelder bunnskifter, vil indeksene konvensjonelt stå i denne rekkefølgen:  $ijmr$ . Stjerne i stedet for en indeks betyr summasjon over vedkommende indeks (eks.:  $x_{*j}$  betyr alle reiser til sone  $j$ ). I motsetning til kapittel 3, der vi brukte  $p$  som indeks for periode på dagen, bruker vi her  $k$ .

### Mengder

$A$	mengden av alle lenker i nettverket
$A_m$	mengden av alle lenker som kan benyttes av transportmåte $m$

*Marknad:* Under behandlingen av tidskostnader vil vi trenge en ytterligere oppdeling av denne mengden i mengden av tilbringerlenker  $A_m^{\text{tilb}}$  og mengden av lenker der trafikanten er om bord i kjøretøyet,  $A_m^{\text{omb}}$ .

- R mengden av alle ruter  
W mengden av alle reiserelasjoner  $ij$ .  
M mengden av transportmåter

*Merknad:* Normalt antar vi to transportmåter:  $m = 1$  (bil) og  $m = 2$  (kollektiv), men programmet bør åpne for flere, for eksempel  $m = 3$  (gang og sykkel).

- L mengden av alle kollektivlinjer  
K mengden av perioder på dagen

*Merknad:* Ofte vil vi klare oss med to perioder, rush og utenom rush, men programmet bør ha mulighet for mange flere.

- H mengden av reisehensikter  $x$  individtyper

*Merknad:* Hvis det bare finnes to typer individer (mennesker og gods), vil vi ha følgende inndeling her:  $h = 1$  (til og fra arbeid),  $h = 2$  (fritid),  $h = 3$  (tjenestereise) og  $h = 4$  (gods).

## 6.2 Priser og kostnader

### 6.2.1 Enhetspriser

#### Momssatser

Vi går ut fra 8 % moms på kollektivtjenester, inkludert ferjetjenester. De faktiske momssatsene som de reisende står overfor vil være avhengige av reisehensikten. Det er grunnen til at momssatsene har fått toppskrift  $h$ . Normalt vil vi regne med fire reisehensikter: Reiser til og fra arbeid, fritidsreiser, tjenestereiser og gods. De som reiser i hensiktene reiser til og fra arbeid og fritidsreiser vil ikke kunne trekke fra inngående moms og må betale satsene som er angitt nedenfor. Tjenestereiser og gods kan normalt trekke fra inngående moms, så for dem antar satsene verdien 0.

- $s_1^h$  momssats 1 (generell sats, 25 %, for de som ikke kan trekke fra inngående)  
 $s_2^h$  momssats 2, ikke i bruk i transport (matmoms, 13 %)  
 $s_3^h$  moms på kollektivbilletter (8 % for de som ikke kan trekke fra inngående)  
 $s_4^x$  gjennomsnittlig momssats på investeringer i privat regi  
 $s_5^x$  gjennomsnittlig momssats på drift av infrastruktur i privat regi.

Disse satsene er ubenevnte (for eksempel 0.25). *Merknad:* For å kunne nytteberegne avgiftsendringer må det være mulig å endre de transportspesifikke satsene, spesielt  $s_3^h$ , i den enkelte kjøring av programmet.

*Merknad:* Når vi ikke har noen gjennomsnittlig momssats for investeringer og drift i vegvesenets og jernbaneverkets regi, skyldes det at vi i nesten alle sammenhenger trekker ut momsen fra disse kostnadselementene. Når vi skal beregne

nevneren i nyttekostnadsbrøken, har vi nemlig gått inn for å se hele det offentlige budsjett som budsjettsskranken, slik at momsens skal trekkes ut her også. Det eneste man kunne tenke seg å bruke slike momssatser på offentlige kostnader til, er å få en riktigere fordeling av kostnadene på etatene og skattemyndighetene. Om dette er et poeng, kan etatenes kostnader multipliseres med en gjennomsnittlig momssats og momsen tas til inntekt for stat/kommune/fylke i tabell 1. Vi tror ikke dette trenger å gjøres på prosjektnivå, og derfor har vi sløyet det.

### Drivstoffavgifter

Hit regnes bensinavgift og CO<sub>2</sub>-avgift for lette kjøretøyer (dvs. reisehensiktene til og fra arbeid, fritid og tjenestereiser), og autodieselavgift, CO<sub>2</sub>-avgift og svovelavgift for tunge kjøretøyer (dvs. reisehensikten gods og aktørene kollektivsel-skaper). Satsene varierer altså med reisehensikten.

For å kunne nytteberegne avgiftsendringer må det være mulig å endre alle satsene i den enkelte kjøring av programmet.

$s_6^h$  bensinavgift/autodieselavgift i kroner pr. liter

$s_7^h$  CO<sub>2</sub>-avgift i kroner pr. liter

$s_8^h$  svovelavgift i kroner pr. liter

### Bilskatt pr. kilometer

Siden EFFEKT regner deler av kapitalkostnader/avskrivninger som kostnader pr. kilometer, er det behov for å inkludere avgiftene i denne satsen når vi går over til bruttometoden. Disse vil være avhengig av kjøretøytype  $t$ :

$s_9^t$  bilskatt pr. kilometer (en andel av kapitalkostnad pr kilometer)

### Kilometeravhengige enhetspriser

Kilometeravhengige enhetspriser varierer med kjøretøytypen  $t$ . For alle kilometeravhengige enhetspriser unntatt drivstoff viser vi til Samstad og Killi (2005).

$q_1^t$  drivstoff pr. kilometer, kjøretøytype  $t$

$q_2^t$  olje pr. kilometer, kjøretøytype  $t$

$q_3^t$  dekk pr. kilometer, kjøretøytype  $t$

$q_4^t$  reparasjon og service pr. kilometer, kjøretøytype  $t$

$q_5^t$  kapital pr. kilometer, kjøretøytype  $t$

Mht. drivstoff pr. kilometer må man ta høyde for at tre ulike former for beregning kan være aktuelt: Enten å bruke faste satser i henhold til Samstad og Killi (2005), eller å bruke faste satser multiplisert med fartsavhengig korreksjonsfaktor i henhold til Rekdal (1998), eller å bruke faste satser multiplisert med korrek-

sjonsfaktorer i henhold til Vedlegg V1 i Håndbok 140, avsnitt 3.2.<sup>17</sup> I de to sistnevnte tilfellene er variabelen  $q_1^t$  ikke strengt tatt noen enhetspris. For å ta hensyn til disse tilfellene vil vi skrive

$$q_1^t = w_1^t f_1^t \quad (6.1)$$

der  $w_1^t$  er literprisen på drivstoffet som brukes av kjøretøy  $t$  og  $f_1^t$  er forbruket i liter pr. kilometer.

Det må etableres en tilordning av kjøretøytyper  $t$  til reisehensikter  $h$ . For det formål definerer vi Kroneckerdelta  $\delta_{ht}$  som er 1 hvis kjøretøytype  $t$  er i bruk ved reiser med reisehensikt  $h$ , og 0 ellers. Videre definerer vi relative brukshyppigheter  $\alpha_{ht}$  for kjøretøytype  $t$  i reiser med reisehensikt  $h$ .<sup>18</sup> Vi kan nå definere reisehensiktsspesifikke kostnader pr. kilometer  $q_i^h$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$  som ovenfor) på følgende vis:

$$q_i^h = \sum_t \delta_{ht} \alpha_{ht} q_i^t, \quad i = 1, 2, 3, 4, 5 \quad (6.2)$$

Disse kostnadene er uten avgift. Videre kan vi definere linjespesifikke kostnader pr. kilometer til bruk i beregningene av kollektivkostnader på samme måte:

$$q_i^l = \sum_t \delta_{ht} \alpha_{ht} q_i^t \quad (6.3)$$

*Merknad:* Det kan være behov for flere kjøretøytyper til kollektivberegningene enn de som finns i Samstad og Killi (2005). Se kapittel 7 nedenfor.

Enhetsprisene ovenfor er eksklusive alle skatter og avgifter. Til beregning av brukerkostnader trenger vi enhetspriser inklusive moms og transportavgifter, og til beregning av kollektivselskapenes kostnader trenger vi enhetspriser inklusive transportavgifter. Se nedenfor.

### Tidsverdier

Vi bygger på Killi (1999) med hensyn til hva slags tidsverdier vi trenger. Vi har likevel ikke tatt med noen vektfaktor for forsinkelser, idet vi antar at gevinster ved færre forsinkelser må beregnes helt utenom programmet. Tidsverdiene til Killi er oppdelt etter transportmåte og reisehensikt. Vektfaktorene for tilbringertid og ventetid trenger ingen slik oppdeling, da de blir multiplisert med tidsverdien om bord. Den additive korreksjonsfaktoren for omstigning antas å bestå av tidsverdien om bord multiplisert med en sjettedels time (ti minutter).

$\theta_m^h$  tidsverdier om bord (offisielle satser)

$f_t$  vektfaktor for tilbringertid/gangtid

<sup>17</sup> Dette viser til utgaven av Håndbok 140 fra 1995. Revidert utgave er ennå ikke utgitt.

<sup>18</sup> Vi trenger strengt tatt ikke Kroneckerdelta når vi har andelene. Men kanskje det er hensiktsmessig å ha en fast regel for hvilke kjøretøy som er *mulige* ved reiser med hensikt  $h$ , og i tillegg andeler som defineres av brukerne av programmet atskilt fra dette.

$f_{vi}$  vektfaktor for ventetid<sup>19</sup>  
 $f_{m,o}^h$  additiv korreksjonsfaktor for omstigning

## 6.2.2 Monetære brukerkostnader

Pengekostnadene ved å reise er av to slag. På den ene sida har vi betalinger til selskapene – kollektivselskaper, parkeringsselskaper og bomselskaper. Dette er overføringer. På den andre sida har vi kjørekostnader, dvs. kostnader ved bruk av innsatsfaktorer som drivstoff, olje, dekk, m.m. Begge typer kan inneholde et element av overføringer til det offentlige (skatt).

### Betaling til selskapene

Vi behandler betalinger til selskapene først. Disse er av tre slag: *billetter* kommer fra billettmatriser i transportmodellen (etterspørselsdelen), *parkeringskostnader* kommer fra en vektor med parkeringskostnader i transportmodellen (etterspørselsdelen), og *bompenger/vegavgifter* kommer fra en vektor med lenkekostnader i transportmodellen (rutevalgsmodellen).<sup>20</sup>

Formlene vil være generelle i den forstand at de gjelder uansett transportmåte. Det er imidlertid ikke alle kostnadselementene som er aktuelle for alle transportmåter. Således er kjørekostnader uaktuelle ved kollektivreiser, mens billett-kostnader er uaktuelle ved bilreiser (se imidlertid fotnote 19).

$b_{ijm}^k$  et element i en billettmatrise (eksklusive 8 % moms) for reiser fra  $i$  til  $j$  med  $m$  på tidspunkt  $k$ .

Vi har åpnet for muligheten av ulik billettpris  $i$  og utenom rush. Dette kan få betydning ved innføring av elektronisk billettering.

$b_{jm}^{kh}$  et element i en parkeringskostnadsvektor (eksklusive moms) for reiser til  $j$  i hensikt  $h$  med transportmiddel  $m$  på tidspunkt  $k$ .

Grunnen til at parkeringskostnaden er avhengig av reisehensikt, er at reisehensikten kan ha innvirkning på hvor lenge parkeringen varer.

$b_{am}^{kt}$  bomavgift ved kryssing av lenke  $a$  med transportmåte  $m$  og kjøretøy  $t$  på tidspunkt  $k$

---

<sup>19</sup> Hvis en skal følge Killi (1999) – og det skal man vel – så er det behov for tre ulike vekt-faktorer for ventetid, alt etter hvilken frekvens linja har i utgangspunktet. Vi nummererer dem  $i' = 1, 2, 3$ .

<sup>20</sup> I tilfellet med fullstendige bomringer, slik som i alle store norske byer nå, vil det være mulig å behandle bompenger/vegavgifter på samme måte som billetter, dvs. med utgangspunkt i matriser over kostnader ved reise fra  $i$  til  $j$ . I det tilfellet vil bomavgiftene ikke påvirke rutevalget, men vel destinasjonsvalget. Det er viktig å ta høyde for at i framtida vil dette ikke være den eneste modellen. OPS-prosjekter og andre eksperimenter med finansieringsløsninger vil sannsynligvis lede til finansieringsløsninger med rutevalg-simplifikasjoner. Derfor anbefaler vi å programmere den mest generelle løsningen, som er lenkeavgifter.

For transportmåter unntatt  $m = 1$  (privatbil) vil det være kollektivselskapet eller transportselskapet som betaler bomavgifta. Viderefordeling av bomavgiftene til kollektivtrafikanter (vareeierne) skjer via billettprisen (fraktraten), og derfor behøver ikke vi som observatører gjøre annet enn å belaste kollektivselskapet (transportselskapet) for avgifta og føre avgiftsinntekten som inntekt for bomselskapet. Vi behøver ikke bry oss om moms i dette tilfellet – den blir refundert.

Vi behøver egentlig ikke bomavgift pr. reise, men greier oss med å regne i antall biler. Men fordi vi vil føre den korrigerede brukernytta i tabell 1 oppdelt på reisehensikt, er vi likevel interessert i bomavgift pr. reise. Når det gjelder privatbil, kan det tenkes to forskjellige måter å regne på. Dersom bilfører og bilpassasjer er definert som to ulike reisemåter, regner vi at sjåføren bærer alle pengekostnader, mens passasjerene bare har tidskostnader. Men dersom modellen regner alle bilreiser som en og samme reisemåte, må vi fordele pengekostnaden ved reisa likt på alle i bilen. I begge tilfeller kan vi få bruk for

$b_{am}^{kh}$  gjennomsnittlig bomavgift for en reise som krysser lenke  $a$  med transportmiddel  $m$  i reisehensikt  $h$  på tidspunkt  $k$

Analogt med formel (6.2) har vi

$$b_{am}^{kh} = \sum_t \gamma_m^{ht} \delta_{ht} \alpha_{ht} b_{am}^{kt} \quad (6.4)$$

der  $\gamma_m^{ht}$  er andelen av bomavgifta som faller på en passasjer av type  $h$  som bruker reisemåte  $m$ . I den første typen modell vil den være 0 for alle andre enn bilføreren og 1 for ham. I den andre typen modell vil den være den inverse av bilbelegget.

Hvis modellen ikke kan skille mellom bomavgiftssatser for ulike typer kjøretøy, blir (6.4) enklere, og omformingen fra bompenger pr. kjøretøy til bompenger pr. reise består bare av å ta hensyn til bilbelegget.

Hva skal en så bruke disse matrisene og vektorene med avgiftssatser til? Det er to typer anvendelser. Den første og viktigste er å beregne inntekten for operatørselskapene (kollektivselskap, bomselskap, parkeringsselskap). *Formlene for dette finner en i avsnitt 6.4. Momsinntektene er ført i avsnitt 6.5.*

Den andre anvendelsen av matrisene og vektorene i dette avsnittet er å korrigere modellens billettpriser, parkeringskostnader og bomavgifter, dersom dette er aktuelt og det ikke er gjort allerede i modellen. For å få oversikt over om disse kostnadene i modellen samsvarer med de vi vil anvende i nytteberegningen, angir vi derfor de samlede pengekostnadene for en reise fra  $i$  til  $j$  med transportmiddel  $m$  langs rute  $r$  i reisehensikt  $h$  i periode  $k$  på dagen,  $p_{ijmr}^{kh}$  :

$$p_{ijmr}^{kh} = b_{ijmr}^{kh} + k_{ijmr}^{kh} \quad (6.5)$$

der b-elementet (denne gang definert inklusive moms!) er overføringer til selskapene og k-elementet er kjørekostnader. Vi kan videre spesifisere b-elementet slik:

$$b_{ijmr}^{kh} = (1 + s_3^h) \cdot \underbrace{b_{ijm}^k}_{\text{billettmatrise}} + (1 + s_1^h) \cdot \underbrace{b_{ijm}^{kh}}_{\text{parkering}} + \sum_{a \in r} \underbrace{b_{am}^{kh}}_{\text{bompenger}} \quad (6.6)$$

Ut fra dette kan en vurdere om det er forskjell på modellen og offisielle verdier når det gjelder avgifter til selskapene. Siden 2001 er det moms på parkering, men ikke på bompenger. Dersom en regner med parkeringskostnader ut over avgiften, vil en måtte modifisere momssatsen i (6.6). Vi oppdager altså med det samme at det er behov for å programmere slik at momssatsene kan endres.

### Korreksjon av modellens verdier for overføringer

Normalt vil vi anta at modellen har riktige verdier på billettprisene, parkeringskostnadene og bompengene. Skulle det ikke være tilfelle, vil vi kanskje helst rette på modellen. For det tilfellet da det er uhensiktsmessig å rette verdiene i modellen, anfører vi likevel hvordan en korreksjon kan utføres under nytteberegningen.

Vi husker fra avsnitt 3.1 og 3.2 at brukernytta til offisielle verdier kan skrives:

$$B_m^{kh} = \frac{1}{2} \sum_{ij} (\hat{g}_{ijm}^{kh0} - \hat{g}_{ijm}^{kh1}) (x_{ijm}^{kh0} + x_{ijm}^{kh1}) + \left\{ \sum_{ij} (g_{ijm}^{kh0} x_{ijm}^{kh0} - g_{ijm}^{kh1} x_{ijm}^{kh1}) - \sum_{ij} (\hat{g}_{ijm}^{kh0} x_{ijm}^{kh0} - \hat{g}_{ijm}^{kh1} x_{ijm}^{kh1}) \right\} \quad (6.7)$$

I (6.7) har vi eksplisitt skrevet inn at brukernytta i dette tilfellet gjelder reiser i hensikt  $h$  på tidspunkt  $k$  med reisemiddel  $m$ . Vi har brukt formel (3.1) for opplevd brukernytte, men innført  $g$ -hatt i stedet for  $k$  som navn på opplevde kostnader. Opplevd brukernytte står i første linje. Andre linje er korreksjonene: Vi tar ut de opplevde enhetskostnadene og putter inn de offisielle verdiene i stedet.

Vi deler nå de generaliserte kostnadene (både de opplevde og de offisielle) i tre deler,  $g(1)$ ,  $g(2)$  og  $g(3)$ .  $g(1)$  er kjørekostnadene,  $g(2)$  er overføringene (billett, parkering og bomavgift), og  $g(3)$  er tidskostnadene. Det er *overføringene* vi er mest interessert i for øyeblikket. Samtidig stokker vi litt om inne i klammeparentesen og får:

$$B_m^{kh} = \frac{1}{2} \sum_{ij} (\hat{g}_{ijm}^{kh0} - \hat{g}_{ijm}^{kh1}) (x_{ijm}^{kh0} + x_{ijm}^{kh1}) + \left\{ \sum_{ij} (g(1)_{ijm}^{kh0} - \hat{g}(1)_{ijm}^{kh0}) x_{ijm}^{kh0} - (g(1)_{ijm}^{kh1} - \hat{g}(1)_{ijm}^{kh1}) x_{ijm}^{kh1} \right\} + \left\{ \sum_{ij} (g(2)_{ijm}^{kh0} - \hat{g}(2)_{ijm}^{kh0}) x_{ijm}^{kh0} - (g(2)_{ijm}^{kh1} - \hat{g}(2)_{ijm}^{kh1}) x_{ijm}^{kh1} \right\} + \left\{ \sum_{ij} (g(3)_{ijm}^{kh0} - \hat{g}(3)_{ijm}^{kh0}) x_{ijm}^{kh0} - (g(3)_{ijm}^{kh1} - \hat{g}(3)_{ijm}^{kh1}) x_{ijm}^{kh1} \right\} \quad (6.8)$$

Vi konsentrerer oss om den andre klammeparentesen. Dersom modellens verdier for overføringene er riktige, er den null. Men vi antar at modellens verdier er feilaktige. Denne klammeparentesen kan deles ytterligere i tre deler, en som

gjelder billetter, en som gjelder parkering og en som gjelder bomavgift. Hver av delene inneholder en beregning for førsituasjonen og en for situasjonen med tiltaket. Billettkostnadene krever matrisedata, slik som formelen antyder, parkeringskostnadene krever data om destinasjoner, og bomavgiftskostnadene kan like gjerne beregnes lenkevis og med kjøretøy som enhet.

Vi kaller korreksjonen det her er tale om, for *Korreksjon 0*. Den er ikke omtalt i kapittel 3, men dersom den er aktuell, bør den utføres først. Med notasjonen fra forrige avsnitt (se formel (6.6)) får vi:

$$\begin{aligned}
 \text{Korreksjon0}_m^{kh} &= \left\{ \sum_{ij} (g(2)_{ij}^{kh0} - \hat{g}(2)_{ij}^{kh0}) x_{ij}^{kh0} - (g(2)_{ij}^{kh1} - \hat{g}(2)_{ij}^{kh1}) x_{ij}^{kh1} \right\} \\
 &= \sum_{ij} \left\{ (1 + s_3^{h0}) b_{ij}^{kh0} - \hat{g}(21)_{ij}^{kh0} \right\} x_{ij}^{kh0} - \sum_{ij} \left\{ (1 + s_3^{h1}) b_{ij}^{kh1} - \hat{g}(21)_{ij}^{kh1} \right\} x_{ij}^{kh1} \\
 &+ \sum_{ij} \left\{ (1 + s_1^h) b_{ij}^{kh0} - \hat{g}(22)_{ij}^{kh0} \right\} x_{ij}^{kh0} - \sum_{ij} \left\{ (1 + s_1^h) b_{ij}^{kh1} - \hat{g}(22)_{ij}^{kh1} \right\} x_{ij}^{kh1} \\
 &+ \sum_t \delta_{ht} \alpha_{ht} \left\{ \sum_{a \in A_m^0} \gamma_m^{ht} (b_{am}^{kr0} - \hat{b}_{am}^{kr0}) v_{am}^{kr0} - \sum_{a' \in A_m^1} \gamma_m^{ht} (b_{a'm}^{kr1} - \hat{b}_{a'm}^{kr1}) v_{a'm}^{kr1} \right\}
 \end{aligned} \tag{6.9}$$

Her er andre linje korreksjonen av billettkostnadene. Vi har kalt billettkostnadsdelen av  $\hat{g}(2)$  for  $\hat{g}(21)$  siden det ikke er noen vits i å skille mellom billettprisen med og uten skatt når det gjelder modellens verdier – det er de offisielle verdiene som seinere vil bli brukt til beregning av operatørnytte. Andre linje gjelder parkeringskostnadene, hvor modellens enhetspris er kalt  $\hat{g}(22)$ . Merk at vi ikke har antatt at den generelle momssatsen  $s_1$  kan endres av tiltaket. Tredje linje gjelder bomavgiftene. Vi har skilt mellom mengden av lenker før og etter,  $A_m^0$  og  $A_m^1$ , og indeksert dem med henholdsvis  $a$  og  $a'$ . Siden det vi korrigerer, er nytta for reiser i hensikt  $h$ , har vi skjønnsmessig henført en andel av de totale bomavgiftene som faller på kjøretøy av typen  $t$  til reiser i hensikt  $h$ . (Jfr. likning (6.4)). Hvis dette innebærer en unøyaktighet, utlikner seg når vi summerer over reisehensikter.

*Hele* korreksjon 0 føres under brukernytte. Samtidig blir det en skattevirkning som vi kommer tilbake til i avsnitt 6.5.

### Kjørekostnader

Mens avgiftene til selskapene dels må beregnes pr. reiserelasjon, dels pr. destinasjon og dels pr. avgiftsbelagt lenke, er kjørekostnadene entydig lenkekostnader. De vil være avhengig av kjøretøytype. Kostnaden for en kjøretøytype vil imidlertid også være avhengig av reisehensikten via avgiftene (vi regner kjørekostnadene inklusive avgifter). Vi definerer derfor

$k_{am}^{kht}$  kjørekostnad (inklusive avgifter) på lenke  $a$  med transportmiddel  $m$  og kjøretøytype  $t$  ved reise i hensikt  $h$  på tidspunkt  $k$ ,



og har

$$k_{am}^{kht} = a_a \left[ (1 + s_1^h) f_1^{kat} \left( w_1^t + \sum_{i'=6}^8 s_{i'}^h \right) + \sum_{i'=2}^4 (1 + s_1^h) q_{i'}^t + (1 + s_9^h) q_5^t \right] \quad (6.10)$$

der  $a_a$  er lengda av lenke  $a$ ,  $w$  er drivstoffpris pr. liter og  $f_1^{kat}$  er drivstofforbruk pr. kilometer, som her kan være spesifikk for den enkelte lenke og avhengig av tid på dagen, dvs. drivstofforbruket kan avhenge av fart som igjen avhenger av lenkevolum, beregnet i personbilekvivalenter. (Jfr. likning 6.1). I det enkleste tilfellet er alle kjørekostnader, også drivstoff, uavhengig av trafikkbildet, og køvirkningene gjelder bare reisetida.

Likning (6.10) gir kjørekostnad for et kjøretøy. Det er ikke nødvendig å regne om til kjørekostnad pr. reise, men om ønskelig kan det gjøres på samme måte som vi regnet om bomavgift i avsnittet om avgifter til selskapene.

Det vi trenger er totale kjørekostnader i før- og ettersituasjonen. I det vi ignorerer toppskrift for før- og etter og skriver  $v_{am}^{kt}$  for volumet av kjøretøyer av type  $t$  på lenke  $a$  i periode  $k$ , er totale kjørekostnader pr. tidsenhet i en periode av type  $k$  for transportmåte  $m$ :

$$C_m^k = \sum_t \sum_h \delta_{ht} \alpha_{ht} \sum_{a \in A_m} v_{am}^{kt} k_{am}^{kht} \quad (6.11)$$

Likning (6.11) gjelder ikke for kollektive transportmåter, som har sine egne form-ler, se avsnitt 6.4. Den gjelder altså for personbil, lastebil og vogntog.

### Korreksjon 1 og 2

Vi trenger kjørekostnadene til å korrigere den opplevde brukernytta og til å føre skatter og avgifter på bilbruk som inntekt for det offentlige. Dette er det vi ovenfor kalte korreksjon 1, og svarer til andre linje i formel (6.8), altså den første klammeparentesen. Ifølge tabell 1 skal vi føre korrigert brukernytte oppdelt på reisehensikt. Likning (6.11) er litt for aggregert for dette formålet, og skiller heller ikke mellom før og etter tiltaket eller mellom offisielle verdier og modellens. Retter vi på dette, har vi:

$$\begin{aligned} \text{Korreksjon1}_m^{kh} &= \left\{ \sum_{ij} \left( g(1)_{ijm}^{kh0} - \hat{g}(1)_{ijm}^{kh0} \right) x_{ijm}^{kh0} - \left( g(1)_{ijm}^{kh1} - \hat{g}(1)_{ijm}^{kh1} \right) x_{ijm}^{kh1} \right\} \\ &= \sum_t \delta_{ht} \alpha_{ht} \left\{ \sum_{a \in A_m^0} \gamma_m^{ht} \left( k_{am}^{kht0} - \hat{k}_{am}^{kht0} \right) v_{am}^{kt0} - \sum_{a' \in A_m^1} \gamma_m^{ht} \left( k_{a'm}^{kht1} - \hat{k}_{a'm}^{kht1} \right) v_{a'm}^{kt1} \right\} \end{aligned} \quad (6.12)$$

Her er  $k$ -elementene gitt ved formel (6.10), og det samme gjelder  $k$ -hatt, i den grad det passer. *Hele* korreksjon 1 føres under brukernytte. Dermed har vi ikke bare korrigert for kostnadselementer som ikke modellen antar at de reisende bryr seg om, men også for elementer som modellen har feilaktig enhetspris på.

Skattedelen av likning (6.12) føres samtidig som inntekt for det offentlige, se avsnitt 6.5.

Korreksjon 2 i avsnitt 3.4 gjør ingen forskjell for brukernytta, men innebærer bare å beregne overskuddet til operatørselskapene. Vi viser direkte til avsnitt 6.4 når det gjelder dette.

### 6.2.3 Tidskostnader

Tidskostnadene består av fire ulike elementer: Tid om bord, tilbringertid, ventetid ved reisen begynnelsen, og omstigningskostnad. De samlede tidskostnadene kan derfor plukkes opp ved å summere over lenker av to ulike slag, over antall kollektivturer som begynner på hver av linjene, og over antall omstigninger i kollektivsystemet. De siste to typene av data kan kanskje være vanskelig å få tak i.

I tråd med dette vil vi dele mengda av lenker som er tilgjengelige for transportmåte  $m$ ,  $A_m$ , i tilbringerlenker,  $A_m^{tilb}$ , og ombordlenker,  $A_m^{omb}$ . Disse mengdene kan være ulike i nullalternativet og tiltaksalternativet, slik at de også trenger toppskrift:  $A_m^{tilb0}$  og  $A_m^{tilb1}$ ,  $A_m^{omb0}$  og  $A_m^{omb1}$ . Vi definerer:

$v_{am}^{kh}$   $a \in A_m^{tilb}$  antall reisende i hensikt  $h$  på tidspunkt  $k$  på tilbringerlenke  $a$

$v_{am}^{kt}$   $a \in A_m^{omb}$  antall kjøretøy av type  $t$  på tidspunkt  $k$  på ”ombord”-lenke  $a$

$t_a^k$  tidsforbruk på lenke  $a$  i periode  $k$ ,  $a \in A_m^{tilb}$  eller  $a \in A_m^{omb}$ .

$\eta_{ht}$  antall reisende i hensikt  $h$  ombord på kjøretøy av type  $t$  (i snitt)

$c_{am}^{kh}$  lenketidskostnad, reisende i hensikt  $h$  på tidspunkt  $k$ ,  $a \in A_m^{tilb}$  eller  $a \in A_m^{omb}$

$v_l^{kh}$  antall passasjerer i reisehensikt  $h$  som entrer linje  $l$  på tidspunkt  $k$ .

$c_{ml}^{kh}$  ventekostnad for passasjerer i hensikt  $h$  ved å entre linje  $l$  tilhørende transportmåte  $m$  på tidspunkt  $k$

$v_{oms}^{mkh}$  antall omstigninger for passasjerer i hensikt  $h$  som velger transportmåte  $m$  på tidspunkt  $k$  (snitt).

Legg merke til at vi her bruker en annen parameter for passasjerbelegg enn vi gjorde for kjørekostnaden. Dette er fordi tidsbruken faller likt på alle om bord, mens kjørekostnadene kanskje bare faller på sjåføren. Sambandet mellom antall kjøretøy av ulikt slag på en lenke og antall reisende i reisehensikt  $h$  på lenka, er:

$$v_{am}^{kh} = \sum_t \eta_{ht} \delta_{ht} v_{am}^{kt} \quad (6.13)$$

På samme måte som vi gjorde da vi behandlet overføringer, skal vi innledningsvis skaffe oss en oversikt over tidskostnadens struktur ved å angi de samlede tidskostnadene for en reise fra  $i$  til  $j$  med transportmiddel  $m$  langs rute  $r$  i reisehensikt  $h$  i periode  $k$  på dagen,  $c_{ijmr}^{kh}$ . Vi definerer først

$h_l^k$  tid mellom to avganger på linje  $l$  i periode  $k$

og har:

$$c_{ijmr}^{kh} = \sum_{a \in A_m^{omb}} \delta_{ar} t_a^k \theta_m^h + \sum_{a \in A_m^{tilb}} \delta_{ar} t_a^k \theta_m^h f_t + \sum_l \delta_{rl} h_l^k \theta_m^k \sum_{i'=1}^3 \delta_{lki'} f_{vi'} + \sum_l \sum_{l' \neq l} \delta_{rl} \delta_{rl'} 0.5 f_{m,o}^h \quad (6.14)$$

Her er første og andre ledd henholdsvis reisetid om bord og tilbringertid. Tredje ledd er ventetid. Her er Kroneckerdeltaet  $\delta_{rl}$  lik 1 hvis linje  $l$  anvendes i rute  $r$ , 0 ellers. Kroneckerdeltaet  $\delta_{lki'}$  er 1 hvis linje  $l$  har frekvens  $i'$  i periode  $k$ , 0 ellers. En vil se at vi har tatt med ventetid også ved linjebytte. Siste ledd er 0 med mindre både linje  $l$  og linje  $l'$  hører med til rute  $r$ . Hvis begge hører med, påløper en omstigningsulempe. Siden den påløper to ganger, slik summasjonen er skissert, er det hele multiplisert med 0.5.

Formelen for tidskostnad for reiser i hensikt  $h$  mellom  $i$  og  $j$  med transportmåte  $m$  langs rute  $r$  i periode  $k$  kan måtte modifiseres avhengig av hvordan rutevalget for kollektivtransport er modellert i den enkelte modell. Vi har gått ut fra at omstigningsulempen ikke er lagt som en kostnad på noen av lenkene i kollektivnettverket.

Det vi trenger til nytteberegningen (korreksjon 3), er imidlertid ikke tidskostnaden langs en rute, men den samlede tidskostnaden for reiser i hensikt  $h$  på tidspunkt  $k$  og med transportmiddel  $m$ . Den består av samlet tidsbruk på tilbringerlenker, samlet tidsbruk på ombordlenker, samlet tidsbruk til venting og samlet ulempe ved omstigning. Som input til dette har vi:

$$c_{am}^{kh} = t_a^k \theta_m^h \quad \text{hvis } a \in A_m^{omb} \quad (6.15)$$

$$c_{am}^{kh} = t_a^k \theta_m^h f_t \quad \text{hvis } a \in A_m^{tilb} \quad (6.16)$$

$$c_{ml}^{kh} = h_l^k \theta_m^h \sum_{i'=1}^3 \delta_{lki'} f_{vi'} \quad (6.17)$$

Det at vi har transportmiddelspesifikke tidsverdier kan by på visse problemer for tolkningen av nytteberegningen. I den grad transportmidlene har ulik tidsverdi på grunn av egenskaper ved folk som bruker dem, er det et problem at folk som overfører sine reiser til en annen transportmåte samtidig ser ut til å skifte identitet og få andre egenskaper (bli rikere, for eksempel). De transportmiddelspesifikke

verdiene må derfor kunne forklares med ulik grad av komfort om bord, ikke ulike egenskaper ved de reisende, se Killi (1999).

### Korreksjon 3

Vi tar nå for oss siste linje i formel (6.8), altså korreksjon av tidskostnadene.<sup>21</sup> Vi har:

$$\begin{aligned}
 \text{Korreksjon } 3_m^{kh} &= \left\{ \sum_{ij} (g(3)_{ij}^{kh0} - \hat{g}(3)_{ij}^{kh0}) x_{ij}^{kh0} - (g(3)_{ij}^{kh1} - \hat{g}(3)_{ij}^{kh1}) x_{ij}^{kh1} \right\} \\
 &= \left\{ \sum_{a \in A_m^{tlb0}} (c_{am}^{kh0} - \hat{c}_{am}^{kh0}) v_{am}^{kh0} - \sum_{a \in A_m^{tlb1}} (c_{am}^{kh1} - \hat{c}_{am}^{kh1}) v_{am}^{kh1} \right\} \\
 &+ \left\{ \sum_{a \in A_m^{omb0}} (c_{am}^{kh0} - \hat{c}_{am}^{kh0}) v_{am}^{kh0} - \sum_{a \in A_m^{omb1}} (c_{am}^{kh1} - \hat{c}_{am}^{kh1}) v_{am}^{kh1} \right\} \\
 &+ \left\{ \sum_{l \in L^0} (c_{ml}^{kh0} - \hat{c}_{ml}^{kh0}) v_l^{kh0} - \sum_{l \in L^1} (c_{ml}^{kh1} - \hat{c}_{ml}^{kh1}) v_l^{kh1} \right\} \\
 &+ \delta_{mo} f_{mo}^h v_{oms}^{kh}
 \end{aligned} \tag{6.18}$$

I denne formelen har vi regnet om lenkevolumene til antall reisende ved hjelp av formel (6.13) og benyttet formlene (6.15)-(6.17) for kostnadselementene. I siste linje har vi benyttet et Kroneckerdelta som er 1 hvis transportmåte m har omstigning, 0 ellers. Det ligger da implisitt i formelen at det bare finns en transportmåte som har omstigning. I tredje linje i formelen ligger det implisitt at det er definert et sett av matriser, en for hver hensikt og tid på dagen, som angir ventekostnader for hver transportmåte. De fleste av disse matrisene vil ha bare nuller – bare transportmåten ”kollektiv” vil ha ventetider.

Med Korreksjon 0, Korreksjon 1 og Korreksjon 3 har vi gjort alle korreksjoner som må føres opp i kolonnene for brukernytte. Det vil si at vi har grunnlag for å forvandle B\* til B. Den gjenværende korreksjonen, korreksjon 2, gjelder overføring til kollektivselskapet, bomselskapet og parkeringsselskapet (etter at korreksjon 0 har gjort at overføringene blir verdsatt til offisielle verdier), og føres følgelig i kolonnene for operatørene, med unntak av skatt som går direkte til det offentlige.

Vi skal ikke eliminere skatten fra korreksjon 0, korreksjon 1 og korreksjon 3. Derimot skal vi føre opp skatten en gang til (med omvendt fortegn) hos det offentlige, og eliminere denne overføringen på den måten.

<sup>21</sup> Etter vedtaket om at offisielle verdier skal brukes direkte i trapesformelen når det gjelder tid, er korreksjon 3 uaktuell for tida.

### Generaliserte kostnader

Generaliserte kostnader ved reiser i reisehensikt h fra i til j med transportmåte m i periode k (reiser av typen (kh,ijm)) kan defineres slik:

$$g_{ijm}^{kh} \equiv \hat{g}_{ijm\hat{r}}^{kh} = P_{ijm\hat{r}}^{kh} + c_{ijm\hat{r}}^{kh} \quad (6.19)$$

der  $\hat{r}$  er en rute med positiv trafikk i brukerlikevekt, eller m.a.o. en rute som gir minste mulige generaliserte kostnad, gitt at modellen er kjørt til likevekt i rutevalget. Det kan finnes flere slike ruter, men de har alle samme generaliserte kostnad, målt med modellens kostnadsforutsetninger. Som er ser, er denne definisjonen ikke problemfri, for venstresida i (6.19) er generalisert kostnad målt med offisielle enhetspriser, og det finns ingen garanti for at det som er kostnadsminimalt i modellen også er det når en bruker offisielle verdier. Det finns heller ingen garanti for at generalisert kostnad målt med offisielle verdier er den samme for alle ruter som har positiv trafikk i brukerlikevekt i modellen. Dette er likevel den greieste og mest operasjonelle måten å definere generaliserte kostnader på når en skal bruke offisielle verdier.

I praksis får vi generaliserte kostnader i henhold til likning (6.19) fra modellen (rutevalget) og bruker dem i beregningen av *opplevd brukernytte*.

### 6.3 Brukernytte

Brukernytta, dvs. den opplevde brukernytta, er regnet med modellens generaliserte kostnader, og vi markerer det med å sette hatt på variabelen g. Etterspørselen etter reiser vil være definert som en etterspørsel pr. time. Brukernytta vil da også være nytte pr. time. Vi trenger å regne om dette til nytte pr. år, og definerer

$d_k$  antall periode-k-timer pr. år

$x_{ijm}^{kh}$  reiser pr. time av type (kh, ijm)

Med trapesformelen vil brukernytta i år n være:

$$B^{*n} = \sum_k d_k \sum_h 0.5 \sum_i \sum_j \sum_m (\hat{g}_{ijm}^{kh0} - \hat{g}_{ijm}^{kh1}) (x_{ijm}^{kh0} + x_{ijm}^{kh1}) \quad (6.20)$$

der 0 er situasjonen uten tiltaket og 1 er situasjonen med tiltaket.

Trekker vi nå inn korreksjonene, vil vi få *den korrigerede brukernytta*:

$$\begin{aligned} B^n &= \sum_k d_k \sum_h 0.5 \sum_i \sum_j \sum_m (\hat{g}_{ijm}^{kh0} - \hat{g}_{ijm}^{kh1}) (x_{ijm}^{kh0} + x_{ijm}^{kh1}) \\ &+ \sum_k d_k \sum_h \sum_m (Korreksjon0_m^{kh} + Korreksjon1_m^{kh} + Korreksjon3_m^{kh}) \end{aligned} \quad (6.21)$$

#### Et alternativ

I noen tilfeller bør man ikke bruke trapesformelen, nemlig dersom ett av valgalternativene (ijm) ikke eksisterer i situasjonen uten tiltaket, eller har svært høye

kostnader og svært lite trafikk.<sup>22</sup> I dette tilfellet kan man bruke nytteberegning basert på modellens egen logikk, dersom den er forenlig med nyttemaksimering i det hele tatt. (I motsatt fall bør modellen ikke brukes til nyttekostnadsanalyse).

Dersom det er aktuelt, kan vi seinere formulere formler for dette for de konkrete modellene som er mest aktuelle.

## 6.4 Operatørnytte

### Kollektivselskapets billettinntekter

$$J_{koll}^n = \sum_k d_k \sum_h \sum_i \sum_j \sum_m (b_{ijm}^{k1} x_{ijm}^{kh1} - b_{ijm}^{k0} x_{ijm}^{kh0}) \quad (6.22)$$

Formelen forutsetter at det finnes billettmatriser med bare nuller for transportmåter uten billetter. Hvis det er tungvint, må summeringen innskrenkes til transportmåter med billett. I fotnote 19 har vi vist at bomringer alternativt kan modelleres som billetter. Hvis dette er gjort, må summeringen skje over transportmåten bil også, men denne delsummen skal overføres til bomselskapet, ikke kollektivselskapet.

### Parkeringselskapets inntekter

$$J_{park}^n = \sum_k d_k \sum_h \sum_i \sum_j (b_{j1}^{kh1} x_{ij1}^{kh1} - b_{j1}^{kh0} x_{ij1}^{kh0}) \quad (6.23)$$

Her har vi kuttet summering over m og i stedet anført m = 1 (bil) for etterspørselen.

### Bomselskapets inntekter

$$J_{bom}^n = \sum_k d_k \sum_t \sum_m \sum_a \delta_{ab} (b_{am}^{kt1} v_{am}^{kt1} - b_{am}^{kt0} v_{am}^{kt0}) \quad (6.24)$$

Her har vi basert oss på å summere over lenker med bompenger. Kroneckerdeltaet  $\delta_{ab}$  er 1 hvis lenke a er et potensielt bompengeskrevingssted, 0 ellers. Dette gjør bompengevektoren mindre, hvilket kanskje har en betydning hvis en skal forsøke å finne fram til optimale satser.

Merk ellers muligheten for å modellere bomringer som billetter.

### Selskapenes inntekt

$$J^n = J_{koll}^n + J_{park}^n + J_{bom}^n + J_{andre}^n \quad (6.25)$$

Om andre aktørers inntekter, se nedenfor under ”andre aktører”.

<sup>22</sup> Så lenge vi definerer kollektivtransport som en transportmåte uten å skille mellom tog, trikk, buss osv., er det lite sannsynlig at dette forekommer i byområder.

### Kollektivselskapets kostnader

Vi definerer følgende enhetskostnader:

- $c_w^{tk}$  lønnskostnad per time i periode  $k$  per kjøretøy av type  $t$
- $c_Q^t$  kapitalkostnad per høytrafikkdag per kjøretøy av type  $t$
- $c_{u1}^t$  klargjøringskostnad per dag på høytrafikkdag per kjøretøy av type  $t$
- $c_{u2}^t$  klargjøringskostnad per dag på lavtrafikkdag per kjøretøy av type  $t$

Dessuten har vi kilometeravhengige enhetspriser  $q_i^t$  som er definert i avsnitt 6.1.

Lønnskostnaden per time er inklusive arbeidsgiveravgift og sosiale kostnader, og justert for at tjenestetid er lenger enn tid om bord i et kjøretøy i drift. Det er tatt høyde for at lønnskostnaden kan være forskjellig i ulike perioder. Antall kjøretøy det regnes kapitalkostnader for justeres opp med faktoren  $y^t$  for å ta hensyn til reservemateriellbehovet. Andre variable og parametere vi vil trenge er

- $Q_l^{tk}$  antall kjøretøy av type  $t$  i drift på linje  $l$  i periode  $k$
- $h_l^{tk}$  antall minutter mellom to avganger med type  $t$  på linje  $l$  i periode  $k$
- $d_k^{høy}$  antall driftstimer i periode  $k$  i løpet av en høytrafikkdag
- $d_k^{lav}$  antall driftstimer i periode  $k$  i løpet av en lavtrafikkdag
- $\delta_{dim}$  dummy som er lik 1 hvis  $k$  er dimensjonerende periode på dagen og 0 ellers
- $\beta_{høy}$  antall høytrafikkdager i et år
- $\beta_{lav}$  antall lavtrafikkdager i et år

$a_l$  er definert tidligere (distanse på linje  $l$ ), og vi trenger den her for å finne antall kjørte kilometer per time.

I de øvrige uttrykkene for operatørinntekter og -kostnader er utgangspunktet en beregning per periode- $k$ -time som summeres opp til årlige beløp ved å gange med antall periode- $k$ -timer i året. For å finne operatørkostnadene vil vi gå veien om daglige kostnader siden enkelte kostnader påløper kun en gang per dag eller per høytrafikkdag, og dagene ikke kan identifiseres i det opplegget som følges for de andre operatørinntektene og -kostnadene. Daglige operatørkostnader for kollektivselskapet på henholdsvis høy- og lavtrafikkdager blir

$$C_{koll}^{høy} = \sum_k \sum_l \sum_t \left\{ \left[ c_w^{tk} Q_l^{tk} + a_l \frac{60}{h_l^{tk}} \sum_{i=2}^4 q_i^t \right] d_k^{høy} + \left[ c_Q^t (1 + y^t) + c_{u1}^t \right] \delta_{dim} Q_l^{tk} \right\} \quad (6.26)$$

$$C_{koll}^{lav} = \sum_k \sum_l \sum_t \left[ \left( c_w^{tk} Q_l^{tk} + a_l \frac{60}{h_l^{tk}} \sum_{i=2}^4 q_i^t \right) d_k^{lav} + \delta_{dim} c_{u2}^t Q_l^{tk} \right] \quad (6.27)$$

I den første hakeparentesen i likning 6.26 finner vi tids- og distanseavhengige kostnader. Disse gjelder per time, og multipliseres derfor med antall timer. Merk at  $d_k^{høy}$  er antall driftstimer<sup>23</sup> per dag (ikke per år) i perioder av type  $k$ . Den andre hakeparentesen representerer kostnader som er avhengige av antall kjøretøy. Disse regnes kun en gang per dag, derfor dummy-variabelen  $\delta_{dim}$ . Kapitalkostnadene telles kun på høytrafikkdager og er derfor utelatt i likning 6.27. Det er mulig å bruke forskjellig klargjøringskostnad på høy- og lavtrafikkdager slik at man kan ta hensyn til at noen klargjøringskostnader påløper to ganger på høytrafikkdager på grunn av kjøretøy som tas ut av drift mellom rushperiodene.

Med utgangspunkt i de daglige kostnadene finner vi årlige operatørkostnader  $C_{koll}^n$  som

$$C_{koll}^n = \beta_{høy} C_{koll}^{høy} + \beta_{lav} C_{koll}^{lav} \quad (6.28)$$

Her har vi ikke tatt høyde for at det i noen tilfeller påløper kostnader som er spesielle for den enkelte linje, slik som kostnader til bomplassering eller ferjeoverfarter. Slike kostnader må naturligvis legges til der det er relevant.

#### **Parkeringselskapets kostnader**

I de fleste tilfeller vil kostnadene med tiltaket ikke atskille seg fra kostnadene uten tiltaket, men i noen tilfeller vil tiltaket måtte medføre endringer i kostnadene.

Parkeringselskaper kan trekke fra inngående moms. Kostnadene (unntatt arbeidskraft) skal følgelig være uten skatt og avgifter uansett om det dreier seg om samfunnsøkonomi eller bedriftsøkonomi.

#### **Bomselskapets kostnader**

Hensikten med å ta med disse kostnadene er bare å finne ut hvor mye som kan overføres til det offentlige til finansiering av investeringer eller – i tilfelle vegprising – til andre formål. Lånebetjening skal ikke tas med som kostnad.

Bomselskaper betaler nå moms på innkjøpte innsatsfaktorer og tjenester. Dette behøver ikke tas med i kostnadene når bomselskapet er offentlig, siden det blir det samme om vi overfører fra bomselskapet til staten i form av moms eller i form av overskudd. Hvis vi får bomprivate selskaper, stiller dette seg annerledes. Vi har imidlertid ikke tatt med noen formel for dette tilfellet i avsnitt 6.5.

#### **Selskapenes kostnader**

$$C^n = C_{koll}^n + C_{park}^n + C_{bom}^n + C_{andre}^n \quad (6.29)$$

Om andre aktørers kostnader, se nedenfor under ”andre aktører”.

---

<sup>23</sup> Antall driftstimer i kollektivtrafikken kan avvike fra antall timer med trafikk i modellen for øvrig.



### Andre aktører

Vi bør åpne en kolonne for andre aktører, spesielt med sikte på privat infrastrukturbygging og drift. Når det gjelder slike aktørers inntekter, vil de under nåværende OPS-ordning være avhengig av et årlig tilskuddsbeløp fra det offentlige,  $T_{andre}^n$ . Vi bør ta høyde i programmeringen for at de kan innkassere bompenger sjøl. Deres kostnader er naturligvis  $C_{andre}^n$ , bestående av driftskostnader ved infrastrukturen. I tillegg har de investeringskostnader  $K_{andre}^n$ . Endelig finns det en mulighet for at de vil måtte overføre midler  $Y_{andre}^n$  til det offentlige, spesielt i forbindelse med at de får rett til å innkreve bompenger.

### Operatørenes infrastrukturinvesteringer

$$K^n = K_{andre}^n \quad (6.30)$$

### Operatørenes tilskudd fra det offentlige

$$T^n = T_{koll}^n + T_{andre}^n \quad (6.31)$$

### Operatørenes overføring til det offentlige

$$Y^n = Y_{park}^n + Y_{bom}^n + Y_{andre}^n \quad (6.32)$$

### Operatørenes årsresultat

$$P_i^n = J_i^n - C_i^n - K_i^n + T_i^n - Y_i^n \quad i = koll, park, bom, andre \quad (6.33)$$

## 6.5 Det offentliges overskudd

Det offentlige er oppdelt i ulike etater m.m. Det tar vi ikke hensyn til i formlene her. Grunnen er at det ikke er mulig å gi formler for de fleste inn- og utbetalinger. Det gjelder investeringskostnadene  $I^n$  (men retningslinjer for beregning av anleggskostnader, spesielt byggerenter, bør gis i håndboka), de årlige driftskostnadene  $D^n$ , tilskuddene til operatørene  $T^n$  og overføringene fra operatørene  $Y^n$ . Merk at beløpene for tilskudd skal være de samme hos operatørene som hos det offentlige, og at det samme gjelder overføringer fra operatørene.

Gjenstår da skatter og avgifter. Ingen skatter og avgifter kommer fra operatørene. Skattene og avgiftene består da av moms på billetter og parkeringsavgifter, samt skatter i forbindelse med bruk av privatbil.

### Moms på billetter

Utgangspunktet her er avsnittet "betaling til selskapene" under avsnitt 6.2. Beregningen er matrisebasert (turmatriser og billettmatriser). Vi bruker likning (4.1) og får:

$$R_{koll}^n = \sum_k d_k \sum_h \frac{s_3^h - s_0}{1 + s_0} \sum_i \sum_j \sum_m (b_{ijm}^{k1} x_{ijm}^{kh1} - b_{ijm}^{k0} x_{ijm}^{kh0}) \quad (6.34)$$

Her har vi åpnet for at det kan innkreves billetter i flere transportmåter. Det var vel ikke nødvendig. For forståelsen av hvordan (4.1) er anvendt her, er det viktig å merke seg at  $s$  i (4.1) er et kronebeløp, mens  $s_3$  i (6.34) er et prosentvis påslag.

### Moms på parkering

Utgangspunktet her er også avsnittet "betaling til selskapene" under avsnitt 6.2. Beregningen er matrisebasert (turmatriser og parkeringskostnadsvektor). Vi får:

$$R_{park}^n = \sum_k d_k \sum_h \frac{s_1^h - s_0}{1 + s_0} \sum_i \sum_j (b_{j1}^{kh1} x_{ij1}^{kh1} - b_{j1}^{kh0} x_{ij1}^{kh0}) \quad (6.35)$$

### Skatter på bruk av bil

Utgangspunktet her er (6.10). Beregningen er lenkebasert. Vi får:

$$R_{kjør}^n = \sum_k d_k \sum_t \sum_h \sum_m \left\{ \sum_{a \in A_m^1} a_a v_{am}^{kh1} \left[ \frac{1 + s_1^h}{1 + s_0} f_1^{kat1} \sum_{i=6}^8 s_i^{h1} + \frac{s_1^h - s_0}{1 + s_0} \left( f_1^{kat1} w_1^t + \sum_{i=2}^4 q_i^t \right) + \frac{s_9^h - s_0}{1 + s_0} q_5^t \right] \right\} - \sum_k d_k \sum_t \sum_h \sum_m \left\{ \sum_{a \in A_m^0} a_a v_{am}^{kh0} \left[ \frac{1 + s_1^h}{1 + s_0} f_1^{kat0} \sum_{i=6}^8 s_i^{h0} + \frac{s_1^h - s_0}{1 + s_0} \left( f_1^{kat0} w_1^t + \sum_{i=2}^4 q_i^t \right) + \frac{s_9^h - s_0}{1 + s_0} q_5^t \right] \right\} \quad (6.36)$$

I denne formelen, og bare i den, er det nødvendig å gi  $q_4$ , kilometerkostnaden for reparasjon og service, en ny definisjon, nemlig ved å trekke ut arbeidskostnader.

### Samlet skatt

$$R^n = R_{koll}^n + R_{park}^n + R_{kjør}^n \quad (6.37)$$

Likning (6.37) omfatter bare skatter fra trafikantene. Det antas at operatørene ikke betaler skatt på sine innsatsfaktorer, eller at den skatten de betaler (elektrisitetsavgift) tilhører den virkelige samfunnsøkonomiske kostnaden.

## 6.6 Nytte for samfunnet forøvrig

Beregningene av miljø- og ulykkeskostnader er lenkebasert. I prinsipp behøves det ikke noen endring i forhold til nåværende EFFEKT. I praksis er det mulig at en av og til vil kunne bruke enklere beregninger basert på faste kilometerkostnader. Dette er særlig aktuelt når alle beregninger skal gjøres innen transportmodellsystemet. I det tilfellet bør en likevel skille mellom ulykkesrisiko på forskjellige lenketyper og utslippskostnader etter befolkningstetthet og arten av bebyggelse rundt vegen.

Restverdi kan også beregnes som før.

## 7 Tallfesting

En rekke enhetspriser og parameterverdier til formlene i kapittel 6 er tatt inn i Samstad og Killi (2005). Prisenivået i den rapporten er 2005-priser. I tabellen nedenfor *supplerer* vi med enkelte parametere og priser som ikke er dekket hos Samstad og Killi. Det gjelder spesielt generelle parametere og data om kollektivtransport. Merk at prisnivået på enhetsprisene i tabellen spriker fra 2002 til 2006. Skattesatser er satsene som vil bli gjeldende for 2006, mens en del data om kollektivtrafikken fra ulike kilder ikke er oppdatert.

Tabell 7. Utkast til tallverdier for parameterne i vårt formelverk.

Priser, tidsverdier m.m.	Kilder, kommentarer	Forslag til verdi
S Skattekostnadsfaktor	Anbefalt av Finansdepartementet (2005)	0.20
N Antall år i analyseperioden	Norsk praksis	25 år
$s_1^h$ momssats 1	generell sats for de som ikke kan trekke fra inngående (2006)	25%
$s_2^h$ momssats 2	ikke i bruk i transport (matmoms) (2006)	13%
$s_3^h$ Moms på kollektivbilletter	for de som ikke kan trekke fra inngående (2006)	8%
$s_6^h$ Bensinavgift/ Autodieselavgift	St.prp. nr. 1 Tillegg nr. 1, tabell 2.8. Legges til drivstoffprisen per liter. 2005-priser, ekskl. mva.  Blyfri og svovelfri bilbensin Autodiesel (lavsvovlet) Autodiesel (svovelfri)	4.10 kr/liter 3.02 kr/liter 2.97 kr/liter
$s_7^h + s_8^h$ CO <sub>2</sub> -avgift på bensin og CO <sub>2</sub> - og svovelavgift på diesel	St.prp. nr. 1 Tillegg nr. 1, tabell 2.8. Legges til drivstoffprisen per liter. 2005-priser, ekskl. mva.  Bensin Autodiesel	0.79 kr/liter 0.60 kr/liter
$q_1^t$ Drivstoff (energi) per kilometer, kjøretøytype $t$  (Kommentar pkt 1 og 2 nedenfor)	For lette og tunge biler: Se TØI-rapport 797.  Vista Analyse 2002. Kr per sett-km Solobuss Boggibuss Leddbuss Trikk T-bane	1.50 kr/km 1.75 kr/km 2.00 kr/km 2.50 kr/km 3.50 kr/km

		Lokaltog	5.00 kr/km
$q_2^t$	Olje per kilometer, kjøretøytype $t$	For lette og tunge biler: Se TØI-rapport 797.	
$q_3^t$	Dekk per kilometer, kjøretøytype $t$	For lette og tunge biler: Se TØI-rapport 797.	
$q_4^t$	Reparasjon og service per kilometer, kjøretøytype $t$	For lette og tunge biler: Se TØI-rapport 797.	
$q_5^t$	Kapital per kilometer, kjøretøytype $t$	For lette og tunge biler: Se TØI-rapport 797. (Kollektive transportmidler: Annet opplegg. Se kapitalkostnader $c_Q^t$ )	
$q_{2+3+4}^t$	Distanseavhengige kostnader unntatt energi, for kollektive transportmidler	Vista Analyse 2002. Kr per sett-km	Solobuss 3.00 kr/km Boggibuss 3.00 kr/km Leddbuss 4.00 kr/km Trikk 15.00 kr/km T-bane 20.00 kr/km Lokaltog 15.00 kr/km
$\theta_m^h$	Tidsverdier om bord	Se TØI-rapport 797.	
$f_t$	Vektfaktor for tilbringertid/gangtid	Killi (1999) Korte reiser – gangtid Lange reiser – tilbringertid	1.8 1.0
$f_{vi'}$	Vektfaktorer for tid mellom avganger	Killi (1999) <u>Korte reiser:</u> Første 15 minutter Neste 15 minutter Ventetid utover 30 minutter <u>Lange reiser</u>	0.9 0.6 0.2 0.1
$f_{m,o}^h$	Korreksjonsfaktor for omstigning	Killi (1999). Additiv korreksjonsfaktor som ganges med tidsverdi om bord	10 min.
$c_w^{tk}$	Lønnskostnad per driftstime i kollektivtrafikken	Vista Analyse 2002, oppjustert med 4% lønnsvekst for å regne om til 2003-nivå	Solobuss 250 kr Boggibuss 250 kr Leddbuss 250 kr Trikk 379 kr T-bane 379 kr Lokaltog 841 kr
$c_Q^t$	Kapitalkostnad i kollektivtrafikken  <i>OBS! Årlig kostnad</i>  (Kommentar pkt 3 nedenfor)	<u>Annuitet</u> (altså IKKE per høytrafikkdag her).  Vista Analyse 2002 (Klargjøringskostnader trukket fra deres materiellkostnader)	Solobuss 286 000 kr Boggibuss 391 000 kr Leddbuss 417 000 kr

		Trikk	1 650 000 kr
		T-bane	3 960 000 kr
		Lokaltog	4 538 000 kr
$c_u^t$	Daglig klargjøringskostnad i kollektivtrafikken	Vista Analyse 2002	
		Solobuss	250 kr
		Boggibuss	300 kr
		Leddbuss	350 kr
		Trikk	900 kr
		T-bane	1800 kr
		Lokaltog	2200 kr
$y^t$	Faktor for reservemateriell-behov i kollektivtrafikken	Vägverket. Ganges med vognbehov. (Vista Analyse 2002: $y^t = 0.1$ )	0.1-0.2
$\beta_{høys}, \beta_{lav}$	Antall høy- og lavtrafikkdager i året i kollektivtrafikken	Ikke tatt hensyn til sommerruter o.l.	
		Høytrafikkdager	252
		Lavtrafikkdager	113

TØI-rapport 798/2005

1.  $q_1^t$  Drivstoffkostnad per kilometer: Håndbok 140 har som kjent et opplegg som korrigerer for kurvatur, kryss o.l. Dette gjelder lette og tunge biler samt "generelle busser" (som går i vegtrafikken og som det ikke gjøres spesielle beregninger for).

Andre kilder til drivstoffkostnad per kilometer for kollektive transportmidler opererer med en gjennomsnittlig sats (altså som ikke kan korrigeres for kurvatur, kryss o.l. i den enkelte analyse). For skinnegående transportmidler er dette det eneste vi har tilgjengelig av drivstoffkostnader per kilometer.

Her har vi altså en forskjell i beregning av drivstoffkostnad pr km for de ulike transportmidlene.

2. Dersom man har lisens for BUSSKOST-programvaren (Asplan Viak 2004) og kjenner sammensetningen av rute- og vogntyper i det enkelte tilfellet eller i gjennomsnitt (for byer), har man et mer transparent beregningsgrunnlag for drivstoffkostnaden pr km (baseres på øre/liter og liter/km for miljø- og vanlig diesel for fem vogngrupper og fire rutegrupper).
3. Vista og BUSSKOST har en del forskjeller i forutsetningene bak beregning av materiellkostnader. For det første er prisgrunnlaget når det gjelder busser høyere hos Vista enn i BUSSKOST. Vi har ikke avklart om Vistas priser er med eller uten mva, men selv om vi korrigerer for en eventuell avgift ligger Vistas prisgrunnlag høyere. For det andre forutsetter Vista at bussenes levetid er 12 år, mens det for vogngruppene 4 (solobuss) og 5 (leddbuss) ser ut til å være 18 år i BUSSKOST. Begge disse forholdene trekker i retning av lavere materiellkostnader pr km i BUSSKOST.

BUSSKOSTs beregningsopplegg er å finne prisen pr km i bussens levetid (prisgrunnlag delt på levetid målt i km), og justere denne med en kapitalfaktor som tar hensyn til andel egenfinansiering, avdragstid, lånerente og prisstigning. I tillegg kommer et påslag for forsikring. Resultatet av dette blir en normkostnad pr km for de ulike rute- og vogngruppene, som for solobuss ligger på omkring 3 kr og for leddbuss 4.50 kr. Til sammenlikning opererer Vista med hhv. 6.36 og 9.26 kr pr rutekilometer i renter og avskrivninger. Rutekilometer er naturligvis mindre enn den totale distansen bussen kjører, og en direkte sammenlikning av tallene ville bare være mulig om vi kjente forholdet mellom rutekilometer og totalt antall kilometer. Uansett ser Vistas tall ut til å være høyere enn tallene fra BUSSKOST, og også høyere enn hva SIKA (2002) ligger. En mulighet kunne være at for busser byttes tallene i tabellen ut med normkostnader pr km (som vi kan finne i BUSSKOST) multiplisert med gjennomsnittlig årlig distanse for hver busstype (data må innhentes).

## Referanser

- Asplan Viak 2004. *BUSSKOST*. Materiale tilgjengelig på [www.bussanbud.no](http://www.bussanbud.no) pr januar 2004.
- Department for Transport (DfT) 2004. *Transport Appraisal Guidance (TAG)*.  
<http://www.webtag.org.uk/>
- Diamond, P.A. and Mirrlees, J.A 1971. Optimal Taxation and Public Production I: Production Efficiency and II: Tax Rules. *American Economic Review* **61** (1 and 3), 8-27 and 261-278.
- Finansdepartementet 2005. *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*.  
[http://odin.dep.no/filarkiv/258190/Veileder\\_samf.ok.analyser\\_2005.pdf](http://odin.dep.no/filarkiv/258190/Veileder_samf.ok.analyser_2005.pdf).
- Hagen, K.-E. og R. Elvik (2004) Revisjon av Statens vegvesens Håndbok 140. Trafikksikkerhetskonsekvenser. Arbeidsdokument TR/1233/2004, TØI, Oslo.
- Jernbaneverket 2001: *Nyttekostnadsanalyser for jernbanen. Veileder*. Versjon 28.03.01.
- Killi, M. 1999. *Anbefalte tidsverdier i persontransport*. TØI-rapport 459/1999. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Larsen, O.I. og J. Rekdal 1997. *Transportmodeller og nytte/kostnadsmetodikk*. TØI-notat 1058/97 og PROSAM-rapport 48. Oslo: Transportøkonomisk institutt
- MVA Consultancy, Oscar Faber TPA, and ITS, the University of Leeds (1994) *Common Appraisal Framework for Urban Transport Projects*. HMSO, London.
- Minken, H. 1997. "Statistiske" storedriftsfordeler i kollektivselskaper. Arbeidsdokument TØ/1054/1997, TØI, Oslo. Obs! Den rette versjonen ligger lagret under arbeidsdokumenter fra 1999, ikke 1997.
- Minken, H. (2005) Transport cost benefit rules. Submitted to Journal of Transport Economics and Policy.
- Minken H., K. S. Eriksen, H. Samstad og K. Jansson 2001. *Nyttekostnadsanalyse av kollektivtiltak – Veileder*. TØI-rapport 526a/2001. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Neuberger, H. 1971. User benefit in the evaluation of transport and land use plans. *Journal of Transport Economics and Policy*, January 1971.
- NOU 1997:27 *Nytte-kostnadsanalyser. Prinsipper for lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor*.

- NOU 2003:9 *Skatteutvalget. Forslag til endringer i skattesystemet*.
- Opplysningsrådet for veitrafikken 2003: *Bil- og veistatistikk 2003*.
- Ot.prp. nr.1 (2003-2004) Skatte- og avgiftsopplegget 2004 – lovendringer.
- Rekdal, J. 1998. *Enhetspriser for reisetidskomponenter i persontransport*. TØI-rapport 406/1998. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- SAMPERS 2002 *SAMKALK 2. Teknisk dokumentasjon. Version 2002-09-20*.
- Samstad, H. og M. Killi 2005. *Nyttekostnadsanalyser i transportsektoren: noen parametere, enhetskostnader og indekser*. TØI-rapport 797/2005. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- SIKA 2002a. *Översyn av samhällsekonomiska metoder och kalkylvärden på transportområdet - ASEK*. SIKA-rapport 2002:4.
- SIKA 2002b. *Kostnader i persontrafikk. Delrapport ASEK*. SIKA Rapport 2002:14.
- Statens vegvesen 1995. *Konsekvensanalyser*. Håndbok 140, del IIB.
- Statens vegvesen og SINTEF 1995-2002. *EFFEKT 5 Endringer og utvidelser*. Vedlikeholdsjournal nr. 1 – 6.
- St.prp. nr. 1 Tillegg nr. 1 (2005-2006). Foreløpig utgave.  
[http://www.statsbudsjettet.dep.no/2006%5Ftilleggsproposisjon/dokumenter/pdf/stprp1\\_tillegg1.pdf](http://www.statsbudsjettet.dep.no/2006%5Ftilleggsproposisjon/dokumenter/pdf/stprp1_tillegg1.pdf).
- Taylor BD, M Garrett og H Iseki 2000: Measuring cost variability in provision of transit service. *Transportation Research Record 1735*, Paper No. 00-0793, pp 101-112. Transportation Research Board.
- Tollvesenet 2003: *Toll og avgifter ved innførsel av motorkjøretøy*. [www.toll.no](http://www.toll.no)
- Vägverket 2001: *Kollektivtrafik – Effektkatalog och handledning*.
- Vista Analyse 2002: *Enhetskostnader – forslag til satser til bruk ved kostnadsberegninger i Oslopakke 2, driftsprosjektet*. Desember 2002.



**Sist utgitte TØI publikasjoner under program:  
Samfunnsøkonomiske analyser**

---

Nyttetekostnadsanalyse i samferdselssektoren: Risikotillegget i kalkulasjonsrenta	796/2005
Bompengeringen i Tønsberg. Inntekter i forhold til finansieringsplanen.	775/2005
Kvalitetssikring av prosjektet " Bybanen i Bergen"	755/2004
Regionale virkninger av OL i Tromsø	726/2004
Lokale næringsøkonomiske virkninger av vegutbygging	717/2004
Lønnsom persontransport på jernbanen? En vurdering av bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomhet på norske jernbanestrekninger	710/2004
Evaluerings av samordnet arealbruks- og transportplanlegging med bærekraft som mål	686/2003
Informasjon og reisetidsvariabilitet - en litteraturstudie	679/2003
Transportinfrastrukturens betydning for regionaløkonomisk utvikling	671/2003
NDP-1: Verktøy til valg av prosjektpakker når prosjektene er avhengige av hverandre	665/2003
IKT i transportsektoren : Myndighetenes rolle	657/2003
Trafikksentral for Nord-Norge	623/2003
Trafikanter verdsetting av informasjon med utgangspunkt i arbeidsreiser	620/2002
Developing Sustainable Land Use and Transport Strategies: A Methodological Guidebook	619/2003
Vurdering av mulighetene for lønnsom drift på Haukelibanen.	611/2002

## **Transportøkonomisk institutt**

### **Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning**

- utfører forskning til nytte for samfunn og næringsliv
- har rundt 70 forskere med høy, flerfaglig samferdselskompetanse
- samarbeider med en rekke samfunnsinstitusjoner, forsknings- og undervisningssteder i Norge og i utlandet
- gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag av høy kvalitet innen områder som trafiksikkerhet, kollektivtransport, miljø, reisevaner, reiseliv, planlegging, beslutningsprosesser, transportøkonomi og næringslivets transporter
- driver aktiv forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, internett, tidsskriftet Samferdsel og andre nasjonale og internasjonale tidsskrifter

## **Transportøkonomisk institutt**

Stiftelsen Norsk senter  
for samferdselsforskning  
P.b. 6110 Etterstad  
0602 Oslo

Telefon 22 57 38 00

[www.toi.no](http://www.toi.no)