TØI notat
1098/1998

PB98-170947

Nyttekostnadsbrøken

Harald Minken

Transportøkonomisk institutt

Stiftelsen
Norsk senter
for samferdsels-
forskning

REPRODUCED BY: NTIS
U.S. Department of Commerce
National Technical Information Service
Springfield, Virginia 22161

TØI notat
1098/1998

PB98-170947

Nyttekostnadsbrøken

Harald Minken

ISSN 0806-9999

Oslo, april 1998

Tittel: Nyttekostnadsbrøken

Forfatter(e): *Harald Minken*

TØI notat 1098/1998
Oslo, april 1998
21 sider
ISSN 0806-9999

Finansieringskilde:
Norges forskningsråd

Prosjekt: 1919 Samfunnsøkonomiske analyser

Prosjektleder: Harald Minken

Kvalitetsansvarlig: Olav Eidhammer

Emneord:
Nyttekostnadsanalyse; samfunnsøkonomi; lønnsomhet

Sammendrag:
I 1995 innførte vegvesenet en ny definisjon av nyttekostnadsbrøken, der prosjektets nåverdi står over brøkstreken. Vi viser i dette notatet at det er fullt mulig å definere en nyttekostnadsbrøk som har skillet mellom lønnsomme og ulønnsomme prosjekter ved 1, men forøvrig er fullstendig ekvivalent med den nye definisjonen. Den virkelige ulikheten mellom Vegvesenets nyttekostnadsbrøk og Jernbaneverkets, er ikke hvor grensa mellom lønnsomme og ulønnsomme prosjekter går, men hvordan momsen er behandlet. Bortsett fra dette er praksis i samferdselssektoren på dette området i tråd med teorien. Retningslinjene i Finansdepartementets "Programanalyse" fra 1979 er også i tråd med teorien. Det er derfor ikke behov for Hervikutvalgets foreslåtte revisjon av definisjonen av nyttekostnadsbrøken.

Title: The Benefit Cost Ratio

Author(s): *Harald Minken*

TØI working report 1098/1998
Oslo: april 1998
21 pages
ISSN 0806-9999

Financed by:
The Research Council of Norway

Project: 1919 Social Efficiency Analyses

Project manager: Harald Minken

Quality manager: Olav Eidhammer

Key words:
Cost benefit analysis; Social efficiency

Summary:
This note tries to resolve current controversies regarding the correct formulation and use of the benefit cost ratio. It is shown that the real difference between the formulations used by the National Road authority and the Rail Authority concerns the treatment of value added taxes. The theory of the benefit cost ratio is outlined, and apart from the VAT issue, current practice in the rail and road sector is found to conform to theory. There is no need of a revision of the standing 1979 Department of Finance guidelines on this issue.

Language of working report: Norwegian

Notatet kan bestilles fra:
Transportøkonomisk institutt, biblioteket,
Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - Telefax 22 57 02 90
Pris kr 100

The working 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 NOK 100

Copyright © Transportøkonomisk institutt, 1998
Denne publikasjonen er vernet i henhold til Åndsverkloven av 1961

Forord

Det foreliggende arbeidet er utført som en del av arbeidet med å undersøke om nytte-kostnadsanalysene i ulike delsektorer på samferdselsområdet er konsistente. Det danner også et grunnlagsmateriale for TØIs høringsuttalelse til Kostnadsberegningsutvalgets innstilling (NOU 1997:27). Arbeidet er finansiert under det strategiske instituttprogrammet *Samfunnsøkonomiske kalkyler i strategiske analyser i samferdselssektoren.*

Forskningsleder, cand oecon Harald Minken, har vært prosjektleder og forfatter av rapporten. Laila Aastorp Andersen har stått for den avsluttende tekstbehandlingen.

Oslo, april 1998
TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT

Olav Eidhammer
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag I

1 Problemstilling 1

2 Definisjoner av nyttekostnadsbrøken 1
2.1 Vegvesenets definisjon 1
2.2 Et ekvivalent alternativ til vegvesenets definisjon V1 2
2.3 Hervikutvalgets definisjon 4
2.4 Jernbaneverkets definisjon 5
2.5 TØIs analyser for Kystverket 7

3 Teori om nyttekostnadsbrøken 7
3.1 Løsningen av et lineært programmeringsproblem 7
3.2 Maksimering av samlet nåverdi gitt en budsjettrestriksjon 9
3.3 Behandlingen av skatter og avgifter 10
3.4 Konklusjon på den teoretiske behandlingen 10
3.5 Innarbeiding av skyggeprisen på offentlige midler 11
3.6 Er det endringen i driftsutgiftene eller driftsutgiftene som helhet som skal inngå i nyttekostnadsbrøken? 11

4 Sammenlikning, drøfting og vurdering av definisjonene 12

5 Om forståelsen for nyttekostnadsbrøkens teori i håndbøkene og i annen litteratur 13

6 Når forutsetningene svikter 14
6.1 Hervikutvalgets kritikk av nyttekostnadsbrøken 14
6.2 Når har Hervikutvalgets kritikk betydning? 15
6.3 Udelelighet 16
6.4 Avhengighet 17
6.5 Flere budsjettskranker 18

7 Konklusjoner 19

Litteratur 21

TØI notat 1098/1998
Forfatter: Harald Minken
Oslo 1998, 21 sider

Sammendrag:

Nyttekostnadsbrøken

Dette notatet behandler det vanligst brukte kriteriet for å prioritere mellom prosjekter i samferdselssektoren, nemlig nyttekostnadsbrøken. Vi viser at under bestemte forutsetninger oppnår vi størst mulig samlet nåverdi ved prosjektene gjennom å prioritere dem etter nyttekostnadsbrøken. Det som er forutsetningene for dette, er delelighet, uavhengighet mellom prosjektene og at bare en budsjettrestriksjon er tilstede.

I 1995 innførte vegvesenet en ny definisjon av nyttekostnadsbrøken, der prosjektets nåverdi står over brøkstreken. Under brøkstreken står nåverdien av de konsekvensene for vegvesenets utgifter som prosjektet medfører, dvs. investeringsutgiftene, konsekvensene for drifts- og vedlikeholdsutgiftene og for tilskottet til riksvegferjer (Statens vegvesen 1995). Hervikutvalget (NOU 1997:27) foreslår å bruke en definisjon som likner mye på vegvesenets i alle nyttekostnadsanalyser. Det er en uønsket egenskap ved de nye definisjonene av nyttekostnadsbrøken at skillet mellom lønnsomme og ulønnsomme prosjekter er flyttet fra 1, som det tradisjonelt har vært, til 0. Vi viser imidlertid i dette notatet at det er fullt mulig å definere en nyttekostnadsbrøk som har skillet mellom lønnsomme og ulønnsomme prosjekter ved 1, men forøvrig er fullstendig ekvivalent med de nye definisjonene. Eventuelle forbedringer i nyttekostnadsbrøken som måtte være inneholdt i de nye definisjonene, lar seg altså gjennomføre uten å flytte grensa mellom lønnsomme og ulønnsomme prosjekter fra 1 til 0.

Vi viser videre at den virkelige ulikheten mellom Vegvesenets nyttekostnadsbrøk og Jernbaneverkets brøk, slik den er definert i ECON (1994), ikke er hvor grensa mellom lønnsomme og ulønnsomme prosjekter går, men hvordan momsen er behandlet. Vegvesenets definisjon innebærer at det offentlige får momsinntekter fra prosjektet som ikke ville komme inn hvis prosjektet ikke ble realisert. Dette betyr at resursene som anvendes i prosjektet ikke fortrenger annen økonomisk virksomhet som det svares moms av. For hvis det var tilfelle, ville denne momsinntekten også ha kommet inn uten prosjektet, og skulle derfor ikke vært inkludert i prosjektets netto nytte. Men, som vi viser, så er faktisk momsinntektene fra prosjektet inkludert i prosjektets netto nytte slik Vegvesenet beregner den, tiltross for at det ved første blikk ikke ser slik ut.

Det ligger altså en forutsetning til grunn for Vegvesenets nyttekostnadsbrøk om at resursene som brukes i prosjektet, er nyprodusert for prosjektet, eller tas fra annen virksomhet som ikke svarer moms. Det motsatte er tilfelle i Jernbaneverkets definisjon.

Notatet kan bestilles fra:
Transportøkonomisk institutt, Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo
Telefon: 22 57 38 00 Telefax: 22 57 02 90

Denne forskjellen lar seg neppe forklare med at den faktiske situasjonen er ulik for prosjekter på veg og på jernbane.

Behandlingen av nyttekostnadsbrøken i Hervikutvalgets innstilling gir ingen presis vegledning til om det er Vegvesenets eller Jernbaneverkets løsning som er best. I deres definisjon er nemlig momsen ikke eksplisitt med, verken over eller under brøkstreken. Det er imidlertid kanskje mest rimelig å tolke Hervikutvalgets brøk til å være identisk med Vegvesenets.

Bortsett fra den ulike behandlingen av momsen (og en påvist feil i Jernbaneverkets bruk av nyttekostnadsbrøken i Ringeriksprosjektet) er praksis i samferdselssektoren på dette området i tråd med teorien. Retningslinjene i Finansdepartementets "Programanalyse" fra 1979 er også i tråd med teorien. Det er derfor ikke behov for Hervikutvalgets foreslåtte "revisjon" av definisjonen av nyttekostnadsbrøken. Eller med andre ord: Det som er sunt i den foreslåtte revisjonen har allerede vært gjeldende retningslinjer siden 1979.

Notatet gjennomgår teorien om nyttekostnadsbrøken. *Konklusjonen er:*

Når prosjektene er delelige og uavhengige, og det eksisterer en budsjettskranke for utgiftene til etaten som skal prioritere mellom prosjektene, og denne skranken kan formuleres som en skranke på nåverdien av de årlige utgiftene, maksimerer man den samlede nåverdien av prosjektene ved å velge dem etter nyttekostnadsbrøken, der nåverdien av endringen i etatens utgifter på grunn av prosjektet skal stå under brøkstreken. Hvorvidt utgiftene som står under brøkstreken også tas med over brøkstreken eller ikke, er likegyldig. Alle andre framgangsmåter og definisjoner av nyttekostnadsbrøken enn de som følger disse reglene, blir under de gitte forutsetningene feilaktige, og gir ikke maksimal samlet nåverdi ved valget. Hvis forutsetningene holder, er det altså direkte feilaktig å velge prosjektene etter fallende nåverdi eller andre kriterier. Dette er det teoretiske grunnlaget for nyttekostnadsbrøken som valgkriterium, og så lenge forutsetningene holder, er det verken noe usunt, mistenkelig eller vilkårlig ved nyttekostnadsbrøken.

Avslutningsvis drøfter notatet hva som bør gjøres når de teoretiske forutsetningene for bruken av nyttekostnadsbrøken ikke er tilstede. En av disse forutsetningene er som nevnt at prosjektene kan gjennomføres uavhengig av hverandre. Hervikutvalget trekker med rette fram at nyttekostnadsbrøken kan gi feil resultat når prosjekter utelukker hverandre gjensidig. Minken (1995, 1996) har ikke vært klar over dette.

Gjennom en drøfting av hva som bør gjøres når forutsetningene svikter, kommer vi fram til at:

- Stilt overfor gjensidig utelukkende prosjekter, kan nyttekostnadsbrøken likevel brukes når alternativet til prosjektet med høyest nyttekostnadsbrøk har lavere nyttekostnadsbrøk enn de konkurrerende, uavhengige prosjektene, eller når et alternativ er best både mht. nyttekostnadsbrøk og nåverdi,
- Udelelighet er i praksis ikke noe alvorlig problem i de store samferdselssektorene,

- Avhengighet mellom prosjektene kan gjøre det nødvendig med egne prosjektvalgsmodeller eller et mer omfattende regnearbeid, i tråd med forslagene i Minken (1995,1996) og Jensen og Minken (1997),
- Det bør gjøres forsøk med en modell (IP1) som på en formell måte tar hensyn til at prosjekter eller kombinasjoner utelukker hverandre gjensidig og er udelelige, for å se om nyttekostnadsbrøken kan sies å gi stort sett tilfredsstillende resultat i slike tilfeller,
- Det bør gjøres forsøk med modeller med to og tre budsjettrestriksjoner, både for å undersøke betydningen av restriksjoner på energiforbruk, og for å lære mer om prioriteringen mellom prosjekter i en samferdselsplan med to perioder.

1 Problemstilling

I 1995 innførte vegvesenet en ny definisjon av nyttekostnadsbrøken, der prosjektets nåverdi står over brøkstreken. Under brøkstreken står nåverdien av de konsekvensene for vegvesenets utgifter som prosjektet medfører, dvs. investeringsutgiftene, konsekvensene for drifts- og vedlikeholdsutgiftene og for tilskottet til riksvegferjer (Statens vegvesen 1995). Hervikutvalget (NOU 1997:27) foreslår å bruke en definisjon som likner mye på vegvesenets i alle nyttekostnadsanalyser. I dette notatet sammenlikner vi disse nye definisjonene med mer tradisjonelle definisjoner, som Jernbaneverkets (NSB 1992) og den som har vært benyttet av TØI, bl.a. i analyser for Kystverket. Vi undersøker om definisjonene er ekvivalente, og i den grad de ikke er det, hva forskjellen består i. Vi griper også tilbake til den teorien som kan begrunne bruken av nyttekostnadsbrøken som lønnsomhetskriterium. Hvilke forutsetninger ligger til grunn for teorien? Hvilke definisjoner av nyttekostnadsbrøken er i samsvar med teorien? Og hvordan skal vi prioritere mellom prosjekter når forutsetningene ikke er oppfylt?

2 Definisjoner av nyttekostnadsbrøken

2.1 Vegvesenets definisjon

Vegvesenet kaller sin nyttekostnadsbrøk NN/K (Statens vegvesen 1995, del I avsnitt 5.7). De gir to ulike definisjoner av NN/K, en for bruk i prosjekter som helt ut finansieres over vegbudsjettet, og en for delvis bompengefinansierte prosjekter. I den sistnevnte ser det ut til at elementet R*, restverdien av prosjektet etter 25 år, er uteglømt. Forutsetter vi at det er en trykkfeil, kan vi bruke brøken for delvis bompengefinansierte prosjekter som en allmenn definisjon av nyttekostnadsbrøken til vegvesenet. Den første definisjonen får vi da ved å sette andelen av investeringene som skal bæres av vegvesenet, a, til 1, og sette innkrevingskostnadene M* til 0.

Vi kaller vår utgave av vegvesenets nyttekostnadsbrøk for V1 (hvilket skal bety første utgave av vegvesenets definisjon).

Vi holder oss innledningsvis til vegvesenets notasjon (op.cit. avsnitt 5.6), og innfører disse variablene:

N = nåverdien av alternativets nytte regnet innenfor tidshorisonten

R = nåverdien av alternativets restverdi ved utløpet av analyseperioden

I = nåverdien av alternativets investeringskostnader

ΔD = endringer i nåverdien av drifts- og vedlikeholdskostnader i analyseperioden

ΔF = endringen i nåverdien av ferjekostnader i analyseperioden

M = nåverdien av innkrevingskostnader ved bompengeprosjekter i analyseperioden.

Disse kostnadene inkluderer moms. De tilsvarende kostnadene uten moms er angitt ved en stjerne (*) ved variablen.

s = tilskuddsandelen i ferjedriften

a = andelen av investeringene som finansieres over offentlig budsjett.

Vi har da (med en liten omgruppering av elementene i forhold til vegvesenets oppstilling):

$$(1) \qquad V1 \equiv \frac{(N + R^* - M^*) - (I^* + \Delta D^* + \Delta F^*)}{aI + \Delta D + s\Delta F}$$

Så langt vegvesenet. Vi kan kanskje ha noe å innvende mot å kalle I, M, R, ΔD og ΔF kostnader. Ifølge vegvesenet er jo den virkelige alternativkostnaden de samme elementene renset for moms. Dette er detaljer vi straks skal komme tilbake til.

2.2 Et ekvivalent alternativ til vegvesenets definisjon V1

La oss nå innføre momsbetalingens andel av de totale utgiftene til hvert av elementene på en mer eksplisitt måte. Vi setter

$$(2) \qquad t_J \equiv \frac{J - J^*}{J^*}, \qquad J = I, \Delta D, \Delta F$$

og har

$$(3) \qquad (1 + t_J)J^* = J, \qquad J = I, \Delta D, \Delta F$$

Med denne notasjonen får vi:

$$(4) \qquad V1 = \frac{(N + R^* - M^*) - (aI + \Delta D + \Delta F) - (1 - a)I + (t_I I + t_{\Delta D}\Delta D + t_{\Delta F}\Delta F)}{aI + \Delta D + s\Delta F} =$$
$$\frac{(N + R^* - M^*) - (1 - a)I + (t_I I + t_{\Delta D}\Delta D + t_{\Delta F}\Delta F)}{aI + \Delta D + s\Delta F} - 1$$

Vi definerer nå en ny nyttekostnadsbrøk for vegvesenet, V2, som

$$(5) \qquad V2 \equiv \frac{(N + R^* - M^*) - (1 - a)I + (t_I I + t_{\Delta D}\Delta D + t_{\Delta F}\Delta F)}{aI + \Delta D + s\Delta F}$$

og har altså V2 = V1 – 1.

Det har vært en uønsket egenskap ved den nye nyttekostnadsbrøken V1 at skillet mellom lønnsomme og ulønnsomme prosjekter er flyttet fra 1, som det tradisjonelt har vært, til 0. Dette kan rettes på ved å innføre V2 i stedet for V1. Vi ser at siden V2 = V1 –1, er de to definisjonene helt ekvivalente, dvs. de gir samme rangering mellom prosjekter. Spesielt gir de samme rangering mellom et prosjekt og null-prosjektet, dvs. samme avgjørelse om prosjektet er lønnsomt eller ikke.

La oss nå tolke vår nye nyttekostnadsbrøk V2 litt nærmere. La oss kalle det som står i telleren i V2 *netto nytte* av prosjektet. Det er *ikke* i samsvar med vegvesenets terminologi. Det vegvesenet kaller netto nytte, er det som står over brøkstreken i V1. Imidlertid er vår terminologi antakelig bedre i samsvar med tradisjonell ordbruk. Denne netto nytta kan deles inn i netto nytte for trafikanter, bompengeselskapet, det offentlige og tredjepart. Netto nytte for trafikanter og tredjepart er oppsummert i variablen N. Imidlertid kan det være hensiktsmessig å la bompengebetalingen komme eksplisitt tilsyne, så vi definerer nåverdien av bompengebetalingen som ΔB. Vi har da

$$(6) \qquad N = (N - \Delta B) + \Delta B$$

(N + ΔB) representerer netto nytte for trafikanter og tredjepart, mens det siste leddet, ΔB, tilfaller bomselskapet. Rydder vi nå opp slik at hver gruppering som påføres nytte eller kostnader som følge av prosjektet, holdes for seg i telleren til V2, får vi:

$$(7) \qquad V2 = \frac{(N - \Delta B) + (\Delta B - (1-a)I - M^*) + (t_I I + t_{\Delta D}\Delta D + t_{\Delta F}\Delta F) + R^*}{aI + \Delta D + s\Delta F}$$

Det første leddet i telleren i (7) er netto nytte for trafikanter og tredjepart. Det neste leddet er netto nytte for bomselskapet. Det tredje leddet er netto nytte for det offentlige unntatt vegvesenet, og består av momsinntektene som prosjektet gir. Det fjerde leddet, R*, tilhører ingen av disse gruppene, men kunne eventuelt vært kalt netto nytte for neste generasjon. Under brøkstreken står netto nytte (dvs. kostnad i de fleste tilfeller) for vegvesenet.

To viktige forhold avtegner seg klart på bakgrunn av (7). For det første er netto nytte for vegvesenet (dvs. budsjettvirkningen for vegvesenet) behandlet på en annen måte enn nettonytta for alle andre grupper, i og med at den faller i nevneren. Dette gjenspeiler at det er *vegvesenets* budsjett som gir den bindende budsjettrestriksjonen som prosjektvalget er underlagt (Se nedenfor om teorien bak nyttekostnadsbrøken). Det er ikke slik som vegvesenet sjøl sier i sin håndbok, at det er det offentliges samlede budsjetter som utgjør en skranke. Hvis det var tilfelle, skulle momsinntektene flyttes ned i nevneren, eller med andre ord: de virkelige samfunnsøkonomiske kostnadene I* + ΔD* +sΔF* skulle stått under brøkstreken.

For det andre: når momsinntektene overhode figurerer som en del av nettonytta, må det være fordi det offentlige ikke ville fått disse inntektene hvis prosjektet ikke blir realisert. Dette betyr at resursene som anvendes i prosjektet ikke fortrenger annen

økonomisk virksomhet som det svares moms av. For hvis det var tilfelle, ville denne momsinntekten også ha kommet inn uten prosjektet, og skulle derfor ikke vært inkludert i prosjektets netto nytte. Det ligger altså en forutsetning til grunn for V2 (og følgelig også V1) om at resursene som brukes i prosjektet, er nyprodusert for prosjektet, eller tas fra annen virksomhet som ikke svarer moms.

En slik forutsetning kan være urealistisk i tilfelle anleggsbransjen lokalt på prosjektstedet har en begrenset kapasitet som ikke kan overskrides uten at det oppstår prisstigning og presstendenser. Vi stiller altså spørsmål om det er riktig å inkludere momsinntektene som en gevinst for det offentlige når det dreier seg om svært store prosjekter som skal gjennomføres under full sysselsetting lokalt i anleggsbransjen, eller når en større del av anleggs- og driftskostnadene består av lokale ressurser, som steinmasser, som ikke kan flyttes langt og som foreligger i gitte mengder.

Når det er urealistisk å forutsette at resursene i prosjektet er nyprodusert for prosjektet og følgelig at momsinntektene skal være med, vil det si at anleggs- og driftskostnadene skal inngå med moms både over og under brøkstreken i V1. Dette er den regnemåten som stort sett er anvendt i TØIs nyttekostnadsanalyser for Kystverket. Årsaka er da at Kystverkets prosjekter i stor grad gjennomføres med lokale resurser pluss spesialskip som det bare finns et par av. Det er også regnemåten i jernbaneprosjekter.

2.3 Hervikutvalgets definisjon

Hervikutvalget behandler nyttekostnadsbrøken på side 27-28. Utvalgets framstilling er upresis og inneholder flere feil. Et hovedpoeng for utvalget er at nyttekostnadsbrøken ikke kan anvendes til å rangere prosjekter når det finnes prosjekter i porteføljа som utelukker hverandre gjensidig. Denne kritikken, som er riktig i prinsippet, vil vi ta opp i et seinere kapittel. For øyeblikket er vi ikke interessert i når nyttekostnadsbrøken måtte være et gyldig kriterium for rangering av prosjekter, men utelukkende i ulikhetene mellom ulike definisjoner av den.

Til å begynne med lanseres en definisjon som forkastes, dels fordi den gir "lite ekstra informasjon" i forhold til nåverdien, og dels fordi den ikke kan brukes når prosjekter utelukker hverandre. Denne definisjonen plasserer alle nytteelementer over brøksstreken, og alle kostnadselementer under. Dette sies å være den generelle definisjonen av nyttekostnadsbrøken. Det er imidlertid ikke tilfelle, for både alminnelig praksis og tilgjengelig teori tilsier at det som skal stå under brøkstreken ikke er alle kostnader, men kostnadene som det er gitt en samlet budsjettramme for. Utvalget tar altså feil i at en slik definisjon er utbredt, men gjør rett i å forkaste den etter en kort drøfting. Heller ikke vi vil ta opp denne "nyttekostnadsbrøken" til nærmere drøfting.

Deretter lanseres følgende "reviderte" nyttekostnadsbrøk:

$$(8) \qquad H = \frac{NNV}{\text{nåverdi av alle utbetalinger knyttet til prosjektet}}$$

Her er H nyttekostnadsbrøken etter Hervikutvalgets definisjon, og NNV er prosjektets netto nåverdi. En rimelig presisering av NNV for samferdselsprosjekter er at NNV er identisk med det som står over brøkstreken i (1), og som vi har kalt nåverdien til prosjektet. Med "nåverdi av alle utbetalinger knyttet til prosjektet" mener utvalget åpenbart alle utbetalinger fra det offentlige over det budsjettet som det finnes en restriksjon på. Alt etter omstendigheten kan det for eksempel være investeringsbudsjettet til en etat, det samlede budsjettet til etaten, det offentliges samlede budsjett eller noe annet. Dersom det er det samlede budsjettet til etaten, skulle H bli identisk med V1.

I "boks 2.1 Eksempel på bruk av lønnsomhetskriterier" på side 28 angir imidlertid komiteen først at det eksisterer en restriksjon for hvor mye "vi har til rådighet for investeringen", men plasserer *både* investeringutgiften og den neddiskonterte årlige vedlikeholdsutgiften under brøkstreken. Dette skaper tvil om komiteen har forstått sitt eget kriterium. Det kan virke som komiteen mener at den forbedringen de har oppnådd med sin revisjon, ligger i å ta hele nåverdien inn over brøkstreken, ikke i å presisere hva som skal stå under brøkstreken. Som vi har sett, kan man imidlertid få ekvivalente kriterier hva enten man setter netto nytte som i (7) eller NNV som i (1) over brøkstreken.

Siden utvalgets drøfting ikke omfatter spørsmålet om moms (det drøftes andre steder i innstillingen), er (8), sjøl i den mest velvillige tolkning, ikke helt presis. I en velvillig tolkning er (8) likevel svært lik V1.

2.4 Jernbaneverkets definisjon

Jernbaneverket gjennomfører for tida sine nyttekostnadsanalyser med utgangspunkt i metodehåndboka fra 1992 (NSB banedivisjonen 1992), supplert med ECON (1994). Metodehåndboka er ganske snau når det gjelder nyttekostnadsbrøken. Det sies at telleren representerer summen av prosjektets nettonytter, mens nevneren er investeringene, slik at brøken sier oss hvor mye nytte hver investert krone gir. I Jernbaneverkets notasjon har vi:

$$(9) \qquad J1 \equiv \frac{n-u}{i}$$

der n er nåverdien av prosjektets positive virkninger, u nåverdien av de negative virkningene eller utgiftene, og i nåverdien av investeringene.

Det sies at avgifter prinsipielt ikke skal inngå i analysene, men at avgifter som er inkludert i markedsprisene for varer og tjenester, for eksempel i prisen som betales for byggingen, ikke skal skrelles vekk. Dette er svært uklart, men vi kan vel kanskje forstå det dithen at investeringen under brøkstreken inkluderer moms, og det samme gjør trafikkdelens driftskostnader og banedivisjonens vedlikeholdskostnader. En slik tolkning er bl.a. brukt i utredningen om Gamlebytunnelen (NSB 1996). Med den samme notasjon som vi har brukt for vegvesenet, vil vi da ha:

$$(10) \qquad J1 = \frac{N + R^* - \Delta D}{I} = \frac{(N - \Delta B) + (\Delta B - \Delta D) + R^*}{I}$$

der ΔD nå står for trafikkdelens driftskostnader pluss kjørevegdelens vedlikeholdskostnader, og ΔB står for billettinntektene. (ΔB – ΔD) inkluderer nå det bedriftsøkonomiske resultatet for trafikkdelen. Det offentlige utenom jernbanen har ingen nytte av prosjektene ifølge (10). Hvis vår presisering av definisjonen (9) er riktig, antas det derfor implisitt at ressursene som brukes i prosjektet trekkes fra andre virksomheter som svarer moms.

I nyttekostnadsanalysen av Ringeriksbanen (NSB 1995, avsnitt 8.4) er restverdien R* behandlet som et fratrekk fra investeringskostnadene I. Vi kjenner ikke til om dette har vært vanlig i andre analyser, men dersom dette er vanlig praksis i jernbaneprosjekter, vil vi ha en modifisert definisjon av jernbanens nyttekostnadsbrøk, J2:

$$(11) \qquad J2 = \frac{(N - \Delta B) + (\Delta B - \Delta D)}{I - R^*}$$

Som det vil framgå av teorien for nyttekostnadsbrøken, er J2 åpenbart et feilaktig kriterium for rangering av prosjekter. Årsaka er at nåverdien av den framtidige restverdien ikke vil bety noe tilskudd til Jernbaneverkets begrensede budsjetter i den analyseperioden vi ser på. Restverdien er imidlertid så liten at det knapt spiller noen rolle.

Vi vender oss nå til ECON (1994), som inngår i Jernbaneverkets metodegrunnlag og modifiserer håndboka fra 1992 på noen punkter. Behandlingen av skatter og avgifter er imidlertid ikke et slikt punkt. Det sies (s.34) at "Alle skatter og generelle avgifter som må betales ved investeringer og drift skal belastes prosjektet, prinsipielt fordi markedsprisene viser den alternative verdien av varer og tjenester i andre anvendelser." Dermed er uklarheten i håndboka fra 1992 løst til fordel for den tolkningen vi har gitt ovenfor. ECON innfører imidlertid en endring i nyttekostnadsbrøken, idet nåverdien av endringer i drifts- og vedlikeholdskostnadene for kjørevegen flyttes ned under brøkstreken. Begrunnelsen er at det ikke er sentralt for staten om utgiftene kommer som investeringer eller framtidige driftskostnader.

For å gjengi ECONs definisjon i vår notasjon, må vi skille mellom drifts- og vedlikeholdsutgifter i trafikkdelen og kjørevegsdelen av NSB (nåværende NSB BA og Jernbaneverket). Vi setter:

$$(12) \qquad \Delta D = \Delta D_{NSB} + \Delta D_{JBV}$$

og definerer ECON-varianten av Jernbaneverkets nyttekostnadsbrøk, J3, som

$$(13) \qquad J3 \equiv \frac{(N - \Delta B) + (\Delta B - \Delta D_{NSB}) + R^*}{I + \Delta D_{JBV}}$$

ECON er inne på at prosjektet kan måtte medføre et annet nivå på behovet for tilskudd til NSB BA. Dette kan skje hvis leddet (ΔB - ΔD_{NSB}) er forskjellig fra null og prosjektet vedrører produktslag som er gjenstand for offentlige kjøp. Dersom det kan antas å eksistere en restriksjon på hvor mye staten kan gi til jernbaneformål totalt sett, vil det da være aktuelt å ha også dette leddet under brøkstreken. Her oppstår det et spørsmål om hvilket perspektiv som anlegges når prosjektene rangeres. Hvis perspektivet er Jernbaneverkets, vil (13) være tilfredstillende. Hvis perspektivet utvides til valg mellom jernbaneprosjekter hvorav noen er investeringsprosjekter i kjørevegen, andre i materiell eller endringer i driftsopplegget, og en antar at NSB BA ikke vil kunne møte økt underskudd på annen måte enn ved økt offentlig kjøp, vil det være riktig å flytte leddet (ΔB - ΔD_{NSB}) ned under brøkstreken.

2.5 TØIs analyser for Kystverket

I Minken et al (1996) skisseres hva som må gjøres for å skaffe et metodisk verktøy til nyttekostnadsanalyser i Kystverket. Gjennomgående anbefales det å legge vegvesenets metode til grunn, men om nyttekostnadsbrøken heter det (s.8): "Vegdirektoratets nye nyttekostnadsbrøk er i det minste uvant for de fleste, og det kan være hensiktsmessig å fravike vegside-praksis her."

I de konkrete analysene (Minken et al. 1994, Madslien og Minken 1995, Skarstad 1995, Eriksen 1996 og Eriksen og Jean-Hansen 1997) tas endringer i driftskostnader for Kystverket med under brøkstreken der slike endringer finns, hvilket bare er tilfelle for Stad skipstunnel. Endringer i kostnader for andre offentlige instanser, som kommuner og havnevesen, står over brøkstreken i disse analysene.

I analysa av Stad skipstunnel er investeringskostnadene regnet eksklusiv moms. Det er imidlertid brukt en skyggepris på offentlige midler på 0,25, hvilket betyr at nåverdien av investeringer og drift er multiplisert med 1,25 – både i nåverdiberegningen og i utregningen av nyttekostnadsbrøken.

I de øvrige analysene er det ikke brukt noen skyggepris på offentlige midler. Det er ikke sagt om de oppgitte investeringskostnadene inkluderer moms eller ikke. TØIs praksis er derfor ikke helt konsistent.

Antar vi at TØIs praksis har stabilisert seg på å ikke fjerne momsen fra Kystverkets og andre offentlige etaters utgifter, verken over eller under brøkstreken, vil deres praksis tilsvare J3 i (13). Det er ikke behov for å gi en annen og ny definisjon.

3 Teori om nyttekostnadsbrøken

3.1 Løsningen av et lineært programmeringsproblem

La nå $\mathbf{b} = (b_1,\ldots,b_n)$ være neddiskontert netto nytte av n prosjekter som det skal prioriteres mellom i en etat. For prosjekt nr. j er altså b_j det som står over brøkstreken i en nyttekostnadsbrøk av typen V2 eller J3. La $\mathbf{c} = (c_1,\ldots,c_n)$ være nåverdien av de utbetalingene over etatens budsjett som prosjektene gir opphav til. Vi antar at det

finns en gitt skranke a for nåverdien av etatens budsjetter i den perioden vi ser på. Dette er imidlertid en problematisk forutsetning som vi skal komme tilbake til. De n prosjektene er delelige, dvs. at dersom vi gjennomfører bare en brøkdel av prosjektet, målt i budsjettutgifter, vil vi likevel oppnå den samme brøkdelen av prosjektets netto nytte. Dette er også en problematisk forutsetning, men som vi skal se, betyr den mindre og mindre jo større antallet av prosjekter, n, er. Vi lar $\mathbf{x} = (x_1,\ldots,x_n)$ være andelene av hvert av prosjektene som gjennomføres. For alle x_j er altså $x_j \in [0,1]$. Endelig lar vi prosjektene være uavhengige av hverandre, dvs. at **b** og **c** er gitt vektorer, og ikke funksjoner av **x**. Dette er den tredje problematiske forutsetningen. Vi kan uten problemer gå ut fra at alle elementene i **b** og **c** er større eller lik null.

Vi formulerer nå et lineært programmeringsproblem LP1 som bygger på disse forutsetningene. Vi veit ikke ennå om løsningen av dette problemet vil innebære å få størst mulig nåverdi ut av valget av prosjektandelene **x** under de gitte betingelsene, men vi skal seinere vise at det er tilfelle.

$$\text{(LP1)} \qquad \underset{\mathbf{x}}{\text{maks}} \sum_{j=1}^{n} b_j x_j \quad \text{gitt} \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \le a \text{ og } x_j \in [0,1]\ \forall j$$

Løsningen på problemet LP1 er å velge prosjekter etter fallende "nyttekostnadsbrøk" b_j/c_j inntil budsjettet er oppfylt. La oss si at vi har nummerert prosjektene slik at $b_1/c_1 \ge b_2/c_2 \ge \ldots \ge b_n/c_n$. Tar vi inn prosjektene i rekkefølge 1, 2, 3,...osv. vil vi komme til et prosjekt nr. r som er slik at summen av de r – 1 første c-ene er mindre enn budsjettet a, mens summen av de r første c-ene er større enn a. Mer formelt kan løsningen da skrives:

$$\text{(14)} \qquad x_j = \begin{cases} 1 & \text{for } j = 1,\ldots,r-1 \\ \dfrac{a - \sum_{j=1}^{r-1} c_j}{c_r} & \text{for } j = r \\ 0 & \text{for } j = r+1,\ldots,n \end{cases}$$

Bevis (antydningsvis): Anta at i motsetning til (14) finns det i den optimale løsningen et prosjekt blant de n - r siste som har høyere nyttekostnadsbrøk b_j/c_j enn et av de r utvalgte prosjektene. Bytter vi ut for en krone av det prosjektet som ikke er valgt ut mot en krone av det utvalgte med lavere nyttekostnadsbrøk, vil målfunksjonen øke. Den optimale løsningen må derfor ha høyere nyttekostnadsbrøker på de prosjektene som er valgt ut enn på dem som ikke er det.

Det er mulig å gi et mer stringent bevis ved hjelp av Simplex-metoden. De som vil gjøre det, kan for eksempel følge oppskriften på Simplex-metoden i Sydsæter og Øksendal (1989) avsnitt 11.7 -11.8. Anta at prosjektene er nummerert etter fallende nyttekostnadsbrøk. I første iterasjon bruker du kolonnen med $-b_1$ som første element som pivoteringskolonne. For å velge pivoteringselement må du ta stilling til hva som

er minst av a/c_1 og 1. Anta at 1 er minst og bruk det som pivoteringselement. Dette er det samme som å anta at $a > c_1$. I neste iterasjon bruker du kolonnen med $-b_2$ som første element som pivoteringskolonne. For å velge pivoteringselement må du nå ta stilling til om $(a - c_1)/c_2$ er større enn 1, eller m.a.o. om $a - c_1 > c_2$. Du må altså ta stilling til om det er nok igjen av budsjettet til å få plass til hele c_2. Hvis det er tilfelle, velges 1 som pivoteringselement, og i neste iterasjon velges kolonnen med $-b_3$ som første element som pivoteringskolonne. Og så videre til budsjettet er så oppbrukt at $a - c_1 - c_2 - \ldots - c_{r-1} < c_r$. Da brukes $(a - c_1 - c_2 - \ldots - c_{r-1})/c_r$ som pivoteringselement, og gjennomføringen av denne iterasjonen vil vise at prosessen er fullført og optimum funnet i r iterasjoner. Dette optimumspunktet vil da være (14).

3.2 Maksimering av samlet nåverdi gitt en budsjettrestriksjon

Vi ser i dette avsnittet bort fra at på grunn av skatter og avgifter kan det være forskjell på utgiftene som inngår i budsjettrestriksjonen og de virkelige kostnadene. For øvrig beholder vi forutsetningene fra forrige avsnitt. Samlet nåverdi av de utvalgte prosjektene kan da åpenbart skrives som NV:

$$(15) \qquad NV = \sum_{j=1}^{n} (b_j - c_j) x_j$$

Dette er den størrelsen vi ønsker å gjøre størst mulig, gitt budsjettrestriksjonen. På det punktet hersker det ingen diskusjon. I motsetning til problemet i forrige avsnitt kan det tenkes at noen av leddene i målfunksjonen er negative, men dette spiller generelt ingen rolle for løsningen. (Om ønskelig kan prosjekter med negativ nåverdi fjernes fra målfunksjonen på forhånd, da de under våre forutsetninger om uavhengighet mellom prosjektene aldri kan inngå i løsningen).

Vårt nye problem – det problemet vi egentlig er interessert i – kan igjen formuleres som et lineært programmeringsproblem, LP2:

$$(\text{LP2}) \qquad \underset{x}{\text{maks}} \sum_{j=1}^{n} (b_j - c_j) x_j \quad \text{gitt} \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \le a \text{ og } x_j \in [0,1] \ \forall j$$

Løsninga på problemet LP2 består bare i å anvende løsninga på LP1 for det tilfellet da b_j er blitt omdøpt til $(b_j - c_j)$. Vi skal altså ta inn prosjektene etter fallende nyttekostnadsbrøk $(b_j - c_j)/c_j$. Men siden

$$(16) \qquad \frac{b_j - c_j}{c_j} = \frac{b_j}{c_j} - 1$$

blir løsningen av LP2 nøyaktig lik løsningen av LP1. Det prosjektet som har størst nyttekostnadsbrøk b_j/c_j vil også ha størst nyttekostnadsbrøk $(b_j - c_j)/c_j$. Det spiller altså ingen rolle om vi velger prosjekter ved hjelp av nyttekostnadsbrøken som gir løsningen på LP1 eller ved hjelp av nyttekostnadsbrøken som er løsningen på problemet LP2.

3.3 Behandlingen av skatter og avgifter

I tråd med definisjonen av t_J i (2) kan vi definere skatte- og avgiftsandelen av budsjettutgiftene ved hvert prosjekt som

$$(17) \qquad t_j \equiv \frac{c_j - c_j^*}{c_j^*}$$

Forutsatt at de virkelige samfunnsøkonomiske kostnadene ved prosjektene er uten skatter og avgifter, kan vi da formulere problemet med å maksimere samlet nåverdi ved prosjektvalget slik:

$$(\text{LP3}) \qquad \underset{x}{\text{maks}} \sum_{j=1}^{n} (b_j - c_j^*) x_j \quad \text{gitt} \sum_{j=1}^{n} (1 + t_j) c_j^* x_j \le a \text{ og } x_j \in [0,1] \ \forall j$$

Løsningen på problemet er igjen åpenbar: anvend LP1 som mal. Den riktige nyttekostnadsbrøken i dette tilfellet blir:

$$(18) \qquad \frac{b_j - c_j^*}{(1 + t_j) c_j^*} = \frac{b_j + t_j c_j^*}{c_j} - 1$$

Som vi allerede har vist i forbindelse med vegvesenets V1 og V2, kan vi like gjerne sløyfe leddet "– 1" på høyresida i (18). Rangering og prioritering påvirkes ikke av det.

3.4 Konklusjon på den teoretiske behandlingen

Når prosjektene er delelige og uavhengige, og det eksisterer en budsjettskranke for utgiftene til etaten som skal prioritere mellom prosjektene, og denne skranken kan formuleres som en skranke på nåverdien av de årlige utgiftene, maksimerer man den samlede nåverdien av prosjektene ved å velge dem etter nyttekostnadsbrøken, der nåverdien av endringen i etatens utgifter på grunn av prosjektet skal stå under brøkstreken. Hvorvidt utgiftene som står under brøkstreken også tas med over brøkstreken eller ikke, er likegyldig. Alle andre framgangsmåter og definisjoner av nyttekostnadsbrøken enn de som følger disse reglene, blir under de gitte forutsetnin-

gene feilaktige, og gir ikke maksimal samlet nåverdi ved valget. Hvis forutsetningene holder, er det altså direkte feilaktig å velge prosjektene etter fallende nåverdi eller andre kriterier. Dette er det teoretiske grunnlaget for nyttekostnadsbrøken som valgkriterium, og så lenge forutsetningene holder, er det verken noe usunt, mistenkelig eller vilkårlig ved nyttekostnadsbrøken.

3.5 Innarbeiding av skyggeprisen på offentlige midler

Det kan argumenteres for at den riktige framgangsmåten når en vil inkludere en skyggepris på offentlige midler, er å justere nettonytta over brøkstreken. En legger altså til over brøkstreken den ekstrakostnaden som oppstår ved at offentlige etater *utenom den etaten som skal rangere prosjektene* må ut med flere skattekroner. Når det gjelder budsjettvirkningen for den etaten som rangerer budsjettene, lar man imidlertid utgiftene under brøkstreken stå som de er, men hever i stedet lønnsomhetskravet, slik at en krone brukt på prosjektet fra denne etatens side, minst skal kaste av seg en krone pluss skyggeprisen på offentlige midler.

ECON (1994) har tilsynelatende et annet forslag: "Vi antar at det er hensiktsmessig å foreta en samlet korrigering etter en beregning av de direkte konsekvensene for de offentlige finansene. Kostnaden ved skattefinansiering vil da fremkomme som en kostnadspost og gi et fradrag i nytten av prosjektet. I N/K-brøken bør fortsatt investeringskostnadene samt evt. også behov for statlige tilskudd i driftsperioden stå i nevneren". Men dette forslaget er ekvivalent med den framgangsmåten vi har argumentert for. Kaller vi skyggeprisen på offentlige midler λ, vårt forslag A og ECONs forslag E, og tar utgangspunkt i V2 når vi innarbeider skyggeprisen, kan vi overbevise oss om det på følgende måte:

$$
\begin{aligned}
A &= \frac{(N-\Delta B)+(1+\lambda)[(\Delta B-(1-a)I-M^*)+(t_I I+t_{\Delta D}\Delta D+t_{\Delta F}\Delta F)]+R^*}{aI+\Delta D+s\Delta F} \\
&= \frac{(N-\Delta B)+(1+\lambda)[(\Delta B-(1-a)I-M^*)+(t_I I+t_{\Delta D}\Delta D+t_{\Delta F}\Delta F)]+R^*}{aI+\Delta D+s\Delta F}-\lambda+\lambda \\
&= \frac{(N-\Delta B)+(1+\lambda)[(\Delta B-(1-a)I-M^*)+(t_I I+t_{\Delta D}\Delta D+t_{\Delta F}\Delta F)]+R^*-\lambda(aI+\Delta D+s\Delta F)}{aI+\Delta D+s\Delta F}+\lambda \\
&= E+\lambda
\end{aligned}
$$

A større eller lik 1 + λ er derfor ekvivalent med E større eller lik 1.

3.6 Er det endringen i driftsutgiftene eller driftsutgiftene som helhet som skal inngå i nyttekostnadsbrøken?

Vi tar opp dette spørsmålet, som ikke angår hovedproblemene i dette notatet, fordi det har vært diskutert. Anta at budsjettskranken a inkluderer *hele* driftsbudsjettet så vel som investeringsbudsjettet. På venstre side i budsjett-ulikheten i for eksempel

LP3 må vi da inkludere et "driftsprosjekt" som går ut på å drive eksisterende anlegg og tjenester. Dette prosjektet vil ikke ha noen netto nytte i forhold til nullalternativet, og behøver derfor strengt tatt ikke å figurere i målfunksjonen. Ved å trekke ifra "driftsprosjektet" på begge sider av budsjett-ulikheten får vi en ny budsjettskranke der driftsutgifter bare inngår i den grad de representerer endringer fra nullalternativet. Hvis vi tolker budsjettrestriksjonen i LP3 slik, er det åpenbart at driftsutgiftene som helhet ikke inngår i nyttekostnadsbrøken.

Men sjøl om vi ikke trekker fra "driftsprosjektet" på begge sider av budsjett-ulikheten, vil det ikke inngå i andre nyttekostnadsbrøker enn sin egen, og den er null fordi det står null netto nytte over brøkstreken. Det er derfor uten interesse for nyttekostnadsbrøken til det enkelte investeringsprosjekt hvor store de ordinære driftsutgiftene er, og størrelsen på dem kommer bare inn som bestemmende ledd for budsjettskranken a.

4 Sammenlikning, drøfting og vurdering av definisjonene

Når Hervikutvalgets definisjon grovt sett kan sies å sammenfalle med vegvesenets V1 og TØIs definisjon med Jernbaneverkets J3, samtidig som Jernbaneverkets J2 kan forkastes fordi nevneren ikke gjenspeiler etatens utgifter over budsjettet i analyseperioden, står vi igjen med

1. V1 (ifølge (1)),
2. V2 (ifølge (7)),
3. J1 (ifølge (10)) og
4. J3 (ifølge (13)).

Vi har allerede etablert at V1 og V2 er ekvivalente. Hensynet til tradisjonen, nemlig at skillet mellom lønnsomhet og ulønnsomhet går ved tallet 1, tilsier at V2 bør foretrekkes av reint pedagogiske grunner.

Drøftingen av V2 viste at den bygde på et teoretisk sunt underliggende prinsipp, nemlig at det er budsjettvirkningen for den etaten som skal prioritere mellom prosjektene, som står under brøkstreken, mens nytte og kostnader for alle andre etater og berørte grupper står i telleren. Etter at Jernbaneverket og NSB er skilt organisatorisk, kan J3 sies å følge samme underliggende prinsipp. Forskjellen mellom V2 og J3 på den ene sida og J1 på den andre, er altså at driftskostnadsendringene for henholdsvis vegvesenet og Jernbaneverket er inkludert i nevneren på V2 og J3, mens J1 måler netto nytte pr. krone investert i Jernbaneverket. Det sistnevnte er hensiktsmessig hvis der dreier seg om å prioritere innen en investeringsplan med gitt ramme, i en situasjon hvor det er umulig å overføre midler mellom investering og drift, og der driftsmidler i årene som kommer kan antas å utvikle seg i takt med behovet, uten at det er gitt en spesiell ramme.

Vi vil anta at både vegvesenet og Jernbaneverket i årene som kommer vil ha en relativt fri adgang til å overføre midler mellom investering og drift, og at begge etatene

må holde seg innafor totalrammer gitt i samferdselsplanen. Dette taler for at det er V2 og J3 som er de mest relevante lønnsomhetskriteriene. Imidlertid er det åpenbart et nærere samband mellom Jernbaneverket og NSB enn mellom vegvesenet og operatører på vegsida. Dette gjør at budsjettbetingelser som NSB er underlagt, ikke er uten betydning ved prioritering mellom investeringer i jernbanens kjøreveg. Mye taler derfor for å modifisere J3 ved å flytte også NSBs budsjettvirkninger ned under brøkstreken, slik ECON var inne på. Dersom tilskuddet til NSB og budsjettet til Jernbaneverket bestemmes simultant når jernbaneplanen utarbeides, er det rimelig å se på budsjettrestriksjonene for NSB og Jernbaneverket som en samlet restriksjon. Hvis derimot tilskuddet til NSB er gitt uavhengig av planene og investeringene for øvrig, har vi egentlig to budsjettrestriksjoner å ta hensyn til under rangeringen av prosjekter. Det gir et mer komplisert rangeringskriterium.

Sammenlikner vi tilslutt V2 og J3, ser vi at forskjellen ligger i antakelsene om hvor resursene til prosjektene hentes fra. V2 antar at de nyproduseres for prosjektet, og har derfor momsinntektene fra prosjektet som en inntekt, mens J3 antar at de hentes fra annen momsbelagt virksomhet. Her kan det være at virkeligheten er ulik fra prosjekt til prosjekt, og det lar seg ikke gjøre å bestemme seg for at det ene eller det andre er rett uten å foreta empiriske undersøkelser.

V2 er et riktig kriterium under forutsetningene som ligger til grunn for problemet LP3, mens J3 er et riktig kriterium under forutsetningene som ligger til grunn for LP2.

5 Om forståelsen for nyttekostnadsbrøkens teori i håndbøkene og i annen litteratur

I Finansdepartementet retningslinjer for nyttekostnadsanalyse fra 1979 er nyttekostnadsbrøkens teori meget godt forstått. Finansdepartementet definerer helt riktig nyttekostnadsbrøken som "nåverdien av prosjektets verdsatte positive virkninger minus nåverdien av verdsatte negative virkninger som ikke går over begrensede budsjetter, dividert med nåverdien av de verdsatte negative virkninger som skal dekkes over begrensede budsjetter."

Avsnitt 4.8 i ECON (1994) og avsnitt 5.6 og 5.7 i Statens vegvesen (1995) viser også en riktig forståelse av nyttekostnadsbrøkens teori. Det er ingen tilfeldighet at kriteriene J3 og V2 har fått en teoretisk riktig utforming.

En teoretisk begrunnelse for nyttekostnadsbrøken er ellers gitt i vedlegg 2 i Eriksen et al (1994). Der nevnes det for øvrig et eksempel fra litteraturen på at denne teorien ikke alltid er klart forstått i teoretisk litteratur om nyttekostnadsanalyse.

Gjeldende teori og praksis på dette feltet i Norge er altså tilfredsstillende, i hvert fall på samferdselssektoren. På denne bakgrunnen er det uheldig at Hervikutvalget ikke eksplisitt uttrykker at en kan bygge videre på Finansdepartementets "Programanalyser", men på laust grunnlag konstruerer opp behovet for en "revisjon". Ekstra uheldig blir det at man i eksemplet på side 28 tolker sitt eget forslag på en direkte

feilaktig måte (i og med at eksemplet angir at det er investeringene som er underlagt budsjettrestriksjonen).

Dersom det foreligger noe behov for en revisjon, er det enten knyttet til at forutsetningene for den teoretiske utledningen i kapittel 3, i noen tilfeller ikke holder, eller til pedagogiske hensyn når det gjelder vegvesenets nåværende definisjon.

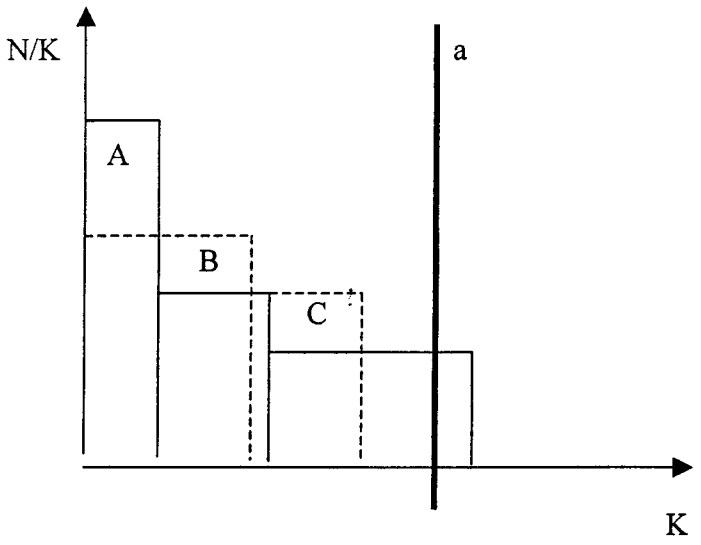
Vi skal derfor avslutte dette notatet med en drøfting av forutsetningene om deleligheit, uavhengighet og bare en budsjettrestriksjon, og drøfte kort hva som kan gjøres når disse forutsetningene svikter.

6 Når forutsetningene svikter

6.1 Hervikutvalgets kritikk av nyttekostnadsbrøken

Vi har pekt på feil og mangler ved Hervikutvalgets drøfting av nyttekostnadsbrøken. Den reviderte nyttekostnadsbrøken utvalget foreslår, bringer ikke inn noe nytt i forhold til gjeldende praksis på samferdselsområdet. Samtidig er den mer upresis enn Finansdepartementets tidligere definisjon av nyttekostnadsbrøken når det gjelder hva som skal stå under brøkstreken, og denne mangelen på presisjon har ledet til en direkte feilaktig formulering av brøken i forbindelse med et regneeksempel. Imidlertid fremmer utvalget en viktig og riktig kritikk av bruk av nyttekostnadsbrøken når det framhever at når prosjekter utelukker hverandre gjensidig, kan nyttekostnadsbrøken gi feilaktige prosjektvalg.

Utvalgets kritikk er illustrert i figur 1.



Figur 1. Prosjektvalg med prosjekter som utelukker hverandre gjensidig

I figuren har vi nyttekostnadsbrøken N/K langs den vertikale aksen og den resursen K som det eksisterer en budsjettrestriksjon på, langs den horisontale aksen. Det totale budsjettet a er avmerket med tjukk strek. Tre prosjekter er tegnet inn med heltrukken strek etter fallende nyttekostnadsbrøk. En del av det tredje prosjektet lar seg ikke gjennomføre innen budsjettet.

Så lenge hele budsjettet vil bli brukt opp når disse tre lønnsomme prosjektene er valgt, vil de samlede kostnadene ved prosjektvalget være en gitt konstant, nemlig a. Den samlede netto nytta er arealet under den heltrukne trappekurva fra den vertikale aksen til a. Å maksimere den samlede nåverdien ved prosjektvalget er altså det samme som å gjøre dette arealet størst mulig. Vi ser at uansett beliggenheten av budsjettskranken a, maksimerer vi den samlede nåverdien ved å velge de tre prosjektene etter fallende nyttekostnadsbrøk. Så langt illustrerer figuren den grunnleggende teorien om nyttekostnadsbrøken.

Vi antar nå at det eksisterer et fjerde prosjekt i tillegg til de tre heltrukne. Dette har netto nytte lik det stiplede rektanglet lengst til venstre. Prosjektet med høyest nyttekostnadsbrøk og dette fjerde stiplede prosjektet utelukker hverandre gjensidig, slik at bare ett av dem kan virkeliggjøres. *Virkeliggjør vi det stiplede prosjektet*, vil vi framleis ha plass til det heltrukne prosjektet med *nest høyest* nyttekostnadsbrøk. Dette prosjektet blir nå skjøvet mot høyre i figuren fordi vårt førstevalgt koster mer enn før. Det *andre* stiplede rektanglet, til høyre for det første, viser den nye beliggenheten til dette prosjektet. Endelig har vi råd med en liten del av det prosjektet som har minst nyttekostnadsbrøk, men en mye mindre del enn før.

Vi ser at ved å bruke nyttekostnadsbrøken til å velge mellom de to prosjektene som utelukker hverandre, vinner vi arealet A, men taper arealene B og C. Totalt sett har vi nok i vårt tilfelle tapt på å bruke nyttekostnadsbrøken i valget mellom de to utelukkende prosjektene. Når *dette* valget er gjort, skal vi imidlertid bruke nyttekostnadsbrøken på valgene ellers, uansett om vi er i det "heltrukne" eller det "stiplede" tilfellet.

"Programanalyse" (Finansdepartementet 1979) foreslår beregning av "differanseprosjektet" for å finne ut hvilket av to gjensidig utelukkende prosjekter som bør velges. Fordi det som regel ikke vil være kjent hvilke prosjekter differanseprosjektet skal konkurrere med, lander man imidlertid på nyttekostnadsbrøken som praktisk kriterium. Minken (1995,1996) antar feilaktig at nyttekostnadsbrøken er et gyldig valgkriterium på begge trinn i en totrinns utvalgsprosedyre der en først velger mellom gjensidig utelukkende alternative utforminger av prosjektene, og deretter prioriterer mellom de utvalgte alternativene. Takket være Hervikutvalget har jeg blitt klar over feilen, som for øvrig ikke har særlig mye å si for hovedkonklusjonene i disse arbeidene.

6.2 Når har Hervikutvalgets kritikk betydning?

Potensielt har Hervikutvalgets kritikk meget stor betydning, fordi prosjektvalg ofte foregår i to trinn. Først velger man mellom ulike alternative utforminger av samme prosjekt. Disse alternativene utelukker hverandre gjensidig. Man kan for eksempel bygge en bru med høy kapasitet til høye kostnader, eller en mindre bru til lavere kostnader, men man kan ikke bygge begge alternativene på samme sted (i hvert fall

ikke uten at nytta av hver av dem endres vesentlig). Når valget av alternativ er fastlagt, skal prosjektet konkurrere med andre prosjekter om å komme med i for eksempel en fylkesplan.

En absolutt forutsetning for at kritikken skal ha praktisk betydning, er imidlertid eksistensen av areal B i figur 1. Hvis areal B forsvinner, forsvinner også areal C og andre tilsvarende arealer som kunne tenkes å dukke opp hvis vi hadde flere prosjekter innafor budsjettramma i figur 1. Areal B kan forsvinne på to måter: enten ved at alternativene til prosjektet med høyest nyttekostnadsbrøk koster mindre (dvs. at de *både* har lavere nyttekostnadsbrøk og lavere nåverdi), eller ved at alle de andre prosjektene i fylket (de to heltrukne rektanglene til høyre i figur 1) har høyere nyttekostnadsbrøk enn alternativene til prosjektet med høyest nyttekostnadsbrøk. Areal B forsvinner altså hvis høyre sidekant skyves mot venstre, eller grunnlinjen skyves oppover.

Reint praktisk betyr det at vi kan se bort fra Hervikutvalgets kritikk når vi har en mengde prosjekter med nesten like høye nyttekostnadsbrøker å velge mellom i trinn to av valgprosessen, eller når det blant de gjensidig utelukkende alternativene i trinn 1 av valgprosessen bare finns ett med "konkurransedyktig" nyttekostnadsbrøk, eller når alternativet med høyest nyttekostnadsbrøk også har høyest nåverdi.

Når vi ikke kan se bort fra Hervikutvalgets kritikk, vil det være hensiktsmessig å la flere enn ett alternativ overleve fra trinn 1 i valgprosessen. Prioriteringen i trinn 2 vil da bli komplisert. For hvert valg av alternativ må man foreta en rangering av alle prosjektene etter nyttekostnadsbrøken, og beregne samlet nåverdi av prosjektene. Det alternativet som gir opphav til størst samlet nåverdi av hele prosjektporteføljen, velges.

I vedlegg 2 i Eriksen et al (1994) er det gjennomført en kort drøfting av når det kan være aktuelt å fravike nyttekostnadsbrøken i tilfellet med udelelige prosjekter. Det er ikke det samme tilfellet som Hervikutvalget har framhevet og som er drøftet her, men vilkåret for å fravike nyttekostnadsbrøken blir tilsvarende. Prosjektet som kan komme inn i stedet for ett med høyere nyttekostnadsbrøk, må ha større nåverdi og større kostnader.

6.3 Udelelighet

Udelelighet innebærer at x_j bare kan anta verdiene 0 og 1 for alle j i de problemene vi formulerte i kapittel 3. Fra å være lineære programmeringsproblemer går de da over til å være 0-1 heltallsprogrammeringsproblemer. Prinsipielt vil det da kreves egne dataprogrammer og solvere for å formulere og løse dem. Den angitte løsningen (14) er ikke lenger gyldig, bl.a. fordi den bare unntaksvis vil være tillatt. (Når a minus summen av de r – 1 første prosjektene oppfyller budsjettbetingelsen med likhet, faller heltallsløsningen og den lineære løsningen sammen). Dessuten vil som regel større eller mindre grupper av de r – 1 prosjektene som velges ut i sin helhet med (14), måtte byttes ut med andre grupper av prosjekter som til sammen utfyller budsjettrestriksjonen bedre, uten at for mye av nettonytta går tapt.

Svært mange prosjekter er i virkeligheten udelelige. Du kan ikke gjennomføre ½ tunnel! På den andre sida forsvinner udeleligheten som et problem hvis bud-

sjettskranken a er en "myk" skranke, slik at vi kan tøye den litt for å ta med det r-te prosjektet i sin helhet. Muligheten til å finansiere prosjektet delvis i den inneværende planen, og med resten i neste plan, innfører en slik mykhet i budsjettskranken. Udelelighet er derfor bare et alvorlig problem når prosjektene er svært store og få i forhold til budsjettet. Paradoksalt nok er det derfor mer aktuelt for Kystverket enn for vegvesenet å forkaste nyttekostnadsbrøken og velge prosjekter med et dataprogram.

6.4 Avhengighet

Avhengighet er behandlet i Minken (1995, 1996) og Jensen og Minken (1997). Gjensidig utelukkende prosjekter er en ekstrem form for avhengighet, der eksistensen av det ene prosjekter avhenger av eksistensen av det andre.

Prosjekter kan være avhengige på etterspørselssida eller på kostnadssida. Avhengighet på etterspørselssida mellom prosjekter i et nettverk antas å være utbredt i samferdselssektoren, for eksempel i byområder eller mellom prosjekter i ulike etater langs en korridor. Det foreligger en metode som vi har kalt SPIN til å velge prosjekter i slike tilfeller (Jensen og Minken 1997). Metoden, som bygger på et heltallsprogrammeringsproblem ved navn "nettverksdesignproblemet", krever koding av et forenklet nettverk i GAMS og bruk av en heltallssolver.

Alternativt kan en gjøre som følger (Minken 1996): Lag grupper – så små som overhode mulig – av prosjekter som avhenger av hverandre. Dann alle mulige kombinasjoner av prosjektene innafor hver gruppe. (Med n prosjekter i gruppa er det 2^n kombinasjoner, derfor bør gruppene være små). Dersom det bare er en gruppe, dvs. alle prosjekter avhenger av hverandre, så eliminer de kombinasjonene som ikke rommes innen budsjettskranken. Nyttekostnadsberegn de øvrige kombinasjonen og velg kombinasjonen med størst nåverdi. Nyttekostnadsbrøken kommer altså ikke inn i bildet i dette tilfellet. Forøvrig er den heller ikke veldefinert for de avhengige prosjektene enkeltvis.

Mellom gruppene som er dannet vil det nå herske uavhengighet, mens kombinasjonene av prosjekter fra ei gruppe avhenger av hverandre på den mest drastiske måten: en og bare en kombinasjon *kan og må* realiseres. Men hvilken? Det kan godt tenkes at det verken er kombinasjonen med størst nåverdi eller med høyest nyttekostnadsbrøk (Minken 1995). En praktisk mulighet er da å eliminere de aller fleste kombinasjonene innen en gruppe, inkludert alle ulønnsomme kombinasjoner, og beregne alle kombinasjoner av de gjenværende og mest lovende kandidatene fra hver gruppe.

Hvis vi kan anta delelighet av kombinasjonene, kan vi for øvrig bruke retningslinjene fra avsnitt 6.2. Nøyaktig det samme gjelder for kombinasjoner som gjensidig utelukker hverandre som for alternative utforminger av ett prosjekt. Vi kan altså trygt eliminere kombinasjoner med nyttekostnadsbrøk lavere enn de aktuelle kandidatene fra de andre gruppene, og kombinasjoner som både har lavere nyttekostnadsbrøk og lavere nåverdi enn andre kombinasjoner i samme gruppe.

Med sikte på seinere forskning kan vi nå prøve å formulere det matematiske problemet som må løses hvis kombinasjonene ikke kan antas å være delelige. Vi antar altså at det er dannet K grupper av gjensidig utelukkende kombinasjoner av prosjekter. Vi indekserer disse gruppene med $k = 1,\ldots, K$. Vi indekserer samtidig kombinasjonene i

gruppe k med (k,r_k), $r_k = 1,\ldots,R_k$. Vi setter $x_{k,rk} = 0$ hvis kombinasjon nr. r_k i gruppe k ikke velges ut, og $x_{k,rk} = 1$ hvis det velges. Nytte og kostnad ved hver kombinasjon antas å være regnet ut på forhånd. Med for øvrig samme notasjon som i kapittel 3 har vi dette heltallsproblemet:

$$
\begin{aligned}
\text{(IP1)} \quad & \max_{x} \sum_{k=1}^{K} \sum_{rk=1}^{Rk} b_{k,rk} x_{k,rk} \\
& \text{gitt} \\
& \sum_{k=1}^{K} \sum_{rk=1}^{Rk} b_{k,rk} x_{k,rk} \le a \\
& \sum_{rk=1}^{Rk} x_{k,rk} = 1 \quad \forall k \\
& \text{og } x_{k,rk} \in \{0,1\} \ \forall k, rk
\end{aligned}
$$

Den første bibetingelsen er naturligvis budsjettbetingelsen. Den andre bibetingelsen sier at innen gruppe k må en og bare en kombinasjon realiseres. Problemet (IP1) har en såkalt blokkangulær struktur og likner på lineære problemer i litteraturen om dekomponerbare systemer og desentralisert planlegging (Williams 1990). Hvis en finner en grei framgangsmåte for å løse dette problemet, vil prosjektdatabasene i vegvesenet trolig kunne gi et materiale for å studere om det medfører noen feil i praksis å velge prosjektalternativer etter nyttekostnadsbrøken i en så stor etat.

6.5 Flere budsjettskranker

Med flere budsjettskranker vil nyttekostnadsbrøken ikke være et gyldig kriterium. Det er formodentlig det tilfellet Hervikutvalget tar sikte på med sin henvisning til lineær programmering. I noen tilfeller kan det være rimelig å forskyve perspektivet ved prosjektvalget slik at det omfatter flere etater, som da kan antas å ha en felles budsjettskranke. Dette var vi inne på da vi drøftet nyttekostnadsbrøken for Jernbaneverket. Også NSB BA er underlagt budsjettbetingelser, så vi har egentlig to budsjetter. Men fordi jernbanetiltak kanskje uansett bør vurderes på et nivå der trafikk og kjøreveg sees under ett, finnes det argumenter for å se de to budsjettene i sammenheng og dermed flytte økte tilskudd til NSB BA ned under brøkstreken.

Ved samferdselsplanlegging nå foreligger det faktisk to budsjetter, ett for de første fire åra og ett for de neste seks. Ingenting er gjort for å utarbeide en metode som kan plassere de aktuelle prosjektene i den ene eller andre perioden. Det er høyst aktuelt å innarbeide de to budsjettene i problemstillinger av typen LP1, LP2 eller LP3, med sikte på å komme til klarhet om en kan ta det som en tilnærmet riktig framgangsmåte å prioritere etter nyttekostnadsbrøken også i dette tilfellet, og eventuelt om prosjektene med størst lønnsomhet alltid bør gjennomføres i første periode. En vil her kunne gripe tilbake til en 20-40 år gammel litteratur om "kapitalbudsjetteringsproblemet" eller "kapitalrasjoneringsproblemer", se for eksempel Maier og van der Weide

(1976). Det vil imidlertid så vidt jeg kan se være nødvendig å innføre restriksjoner for å forhindre at ett og samme prosjekt kan innføres i begge perioder. Dette gjør problemet til et blandet heltallsproblem, og som sådant vil det få noen likhetstrekk med IP1.

Miljøhensyn har kommet sterkere inn ved prioritering mellom prosjekter i de seinere åra. Det er gode grunner til å anta at vi har et "miljøbudsjett" som ikke kan overskrides – ja, det kan til og med være inngått internasjonale avtaler om slike budsjetter. Tar vi inn en budsjettrestriksjon på for eksempel drivstoff-forbruket, vil vi måtte ha en modell med tre ulike budsjettrestriksjoner samt en del logiske restriksjoner for å prioritere mellom uavhengige prosjekter i forbindelse med samferdselsplanleggingen. Sjøl om dette neppe vil bli et praktisk redskap, er det nyttig som eksperimentelt redskap for å studere feilkildene ved den enkle bruken av nyttekostnadsbrøken som skjer i dag, og mulighetene for å generere bedre strategier.

7 Konklusjoner

Vi har sett at når forutsetningene om delelighet, uavhengighet mellom prosjektene og bare en budsjettrestriksjon er tilstede, oppnår vi størst mulig samlet nåverdi ved prosjektene gjennom å prioritere dem etter nyttekostnadsbrøken. Både vegvesenets og Jernbaneverkets nyttekostnadsbrøker er gyldige kriterier i denne sammenhengen, men vegvesenets brøk bør gjerne omformes til en brøk der 1 er skillet mellom lønnsomme og ulønnsomme prosjekter.

Finansdepartementets "Programanalyse" fra 1979 formulerer nyttekostnadsbrøken på en riktig måte. Ettersom gjeldende retningslinjer og praksisen i samferdselssektoren (den største brukeren av nyttekostnadsanalyse) må sies å være tilfredsstillende, finnes det liten grunn for Hervikutvalgets forslag til revisjon. En feil på side 28 i innstillingen, i eksemplet som skal vise bruken og begrensningene ved brøken, er uheldig.

Hervikutvalget trekker med rette fram at nyttekostnadsbrøken kan gi feil resultat når prosjekter utelukker hverandre gjensidig. Minken (1995, 1996) har ikke vært klar over dette.

Gjennom en drøfting av hva som bør gjøres når forutsetningene for bruken av nyttekostnadsbrøken ikke er tilstede, kommer vi fram til at:

- Stilt overfor gjensidig utelukkende prosjekter, kan nyttekostnadsbrøken likevel brukes når alternativet til prosjektet med høyest nyttekostnadsbrøk har lavere nyttekostnadsbrøk enn de konkurrerende, uavhengige prosjektene, eller når et alternativ er best både mht. nyttekostnadsbrøk og nåverdi,
- Udelelighet er i praksis ikke noe alvorlig problem i de store samferdselssektorene,
- Avhengighet mellom prosjektene kan gjøre det nødvendig med egne prosjektvalgsmodeller eller et mer omfattende regnearbeid, i tråd med forslagene i Minken (1995,1996) og Jensen og Minken (1997),

- Det bør gjøres forsøk med en modell (IP1) som på en formell måte tar hensyn til at prosjekter eller kombinasjoner utelukker hverandre gjensidig og er udelelige, for å se om nyttekostnadsbrøken kan sies å gi stort sett tilfredsstillende resultat i slike tilfeller,
- Det bør gjøres forsøk med modeller med to og tre budsjettrestriksjoner, både for å undersøke betydningen av restriksjoner på energiforbruk, og for å lære mer om prioriteringen mellom prosjekter i en samferdselsplan med to perioder.

Litteratur

ECON (1994): *Nytte-kostnadsanalyse av jernbaneinvesteringer*. ECON-rapport 105/94.

Eriksen, K.S. (1996): *Nyttekostnadsanalyse av utbedring av Brønnøysundet*. Transportøkonomisk institutt, Oslo. TØI-notat 1025/1996.

Eriksen, K.S., M. Killi og H. Minken (1994): *Samfunnsøkonomiske analyser*. Transportøkonomisk institutt, Oslo. TØI-rapport 242/1994. ISBN 82-7133-875-7.

Eriksen, K.S. og V. Jean-Hansen (1997): *Nyttekostnadsanalyse for utbedring av Melbu havn*. Transportøkonomisk institutt, Oslo. TØI-notat 1069/1997.

Finansdepartementet (1979): *Programanalyse*. Forlaget Tanum-Norli A/S, Oslo.

Jensen, T. og H. Minken (1997): *SPIN. Strategisk prosjektvalg i nettverk*. Transportøkonomisk institutt, Oslo. TØI-rapport 358/1997. ISBN 82-480-0010-9.

Madslien, A. og H. Minken (1995): *Nyttekostnadsanalyse av utbedring av Risøyrenna*. Transportøkonomisk institutt, Oslo. TØI-notat 1000/1995.

Maier, S.F. og J.H. vander Weide (1976): Capital budgeting in the decentralized firm. *Management Science* **23**(4) side 433-443.

Minken, H. (1995): *Interdependency between projects along a corridor*. Transportøkonomisk institutt, Oslo. Arbeidsdokument TØ/793/95.

Minken, H. (1996): *Lønnsomhetsberegning og valg av vegprosjekter som er avhengige av hverandre*. Transportøkonomisk institutt, Oslo. TØI-notat 1040/1996.

Minken, H., J.-E. Lindjord og O. Skarstad (1994): *Nytte-kostnadsanalyse av Stad skipstunnel*. Transportøkonomisk institutt, Oslo. TØI-rapport 268/1994. ISBN 82-7133-906-0.

NOU 1997:27 *Nyttekostnadsanalyser* (Hervikutvalgets innstilling).

NSB Banedivisjonen (1992): *Samfunnsøkonomisk lønnsomhetsvurdering av investeringer i jernbanens kjøreveg. Metodehåndbok for nytte-/kostnadsanalyse*.

NSB (1995): *Ringeriksbanen. Revidert hovedrapport*.

NSB (1996): *Jernbanetunnel gjennom Gamlebyen. Konsekvensutredning. Hovedrapport*.

Skarstad, O. (1995): *Nyttekostnadsanalyse av utbedring av Røsvikrenna*. Transportøkonomisk institutt, Oslo. TØI-notat 1001/1995.

Statens vegvesen (1995): *Håndbok 140. Konsekvensanalyser. Del I, prinsipper og metodegrunnlag*.

Sydsæter, K. og B. Øksendal (1989): *Lineær algebra*. Universitetsforlaget, Oslo.

Williams, H.P. (1990): *Model building in mathematical programming*. John Wiley and Sons, Chichester.

Sist utgitte TØI notater:

Tittel	TØI notat
Bilkollektivet i Oslo. Studie av en pionergruppe	1095/98
Analyse av kjøretøyparken til Østfold Energi AS	1094/98
Havnenes rolle i transportkorridorer. Kunnskapsstatus og problemstillinger	1093/98
Veileder for samfunnsøkonomiske analyser. Forprosjekt	1090/98
Trafikale konsekvenser av ulike utbyggingsmønstre i Tromsø	1088/97
Kurs for eldre førere i Vestfold. Effekter på sikkerhet og mobilitet	1086/97
Fartsgrensereduksjon i tettbygd strøk: Virkning på fart og ulykker	1085/97
RETRO En integrert persontransportmodell for Oslo og Akershus	1084/97
Evaluering av Transportdemonstrator-prosjektet	1083/97
Kjøretøyers driftskostnader	1082/97
Ulykkeskostnader for jernbanen	1081/97
Valg av transportemballasje – transportmessige konsekvenser	1080/97
Virkninger av å innføre vrakpremie på biler i 1996	1079/97
Energieffektivitet og utslipp i transport	1078/97
Erfaringer med elektronisk billettering innenfor Forsøksordningen	1077/97
OPTIMA - Optimale transportstrategier i 9 europeiske byer	1076/97
Walking and cycling as transport	1075/97
Miljøindikatorer for norske byer - bærekraftig transport	1074/97
Vegtrafikklovgivning, kontroll og sanksjoner. Potensialet for å bedre trafikksikkerheten og nyttekostnadsvurdering av ulike tiltak	1073/97
Atferdsobservasjon av syklister og bilister i kryss mellom sykkelveg og bilveg	1072/97
Miljøundersøkelser Ekeberg/Gamle Oslo 1996	1071/97
Nyttekostnadsanalyse av offentlige kjøp av jernbanetjenester	1070/97
Nyttekostnadsanalyse for utbedring av Melbu havn	1069/97
Endring i eldre aldersgruppers reisevaner	1068/97
Perspektiv på trafikkulykkene	1067/97
Forsøksordningen for utvikling av kollektivtransport Samlet oppsummering av 1991- til 1994-forsøkene	1066/97
Organiseringen av kollektivtransporten i Drammensregionen	1065/97
Virkninger av midlertidig økning i vrakpanten - Forprosjekt	1064/97
Dokumentasjon av NEMO - Versjon 1	1063/97
Markedsanalyse av transportnæringen i Indre Salten - Forstudie	1062/97
Parkeringspolitikk i fire eksempelbyer. Birmingham, Canterbury, København og Västerås	1061/97

Denne publikasjonen kan bestilles fra
Transportøkonomisk institutt. Biblioteket
Postboks 6110 Etterstad N- 0602 Oslo