



Innhold:
*Spesialnummer
om energi*

SOSIALØKONOMEN

EFI SØKER

Sosial-/Siviløkonom

Elektrisitetsforsyningens Forskningsinstitutt (EFI) er et bransjeinstitutt for elforsyningen og elkraftindustrien tilknyttet NTNF-systemet.

EFI har nå opprettet en faggruppe for elforbruk som har som hovedoppgave å arbeide med teknisk-økonomiske analyser av elektrisitet brukt til forskjellige formål. For særlig å styrke den økonomiske siden ved dette arbeidet søker vi

En sosial-/siviløkonom som medarbeider innen gruppen.

En vesentlig del av arbeidet vil bestå i utvikling av forbruksmodeller. Kombinasjoner av tekniske modeller forankret i det fysiske system og etterspørselsmodeller avledet av økonomisk teori er sentrale problemstillinger. Gruppen vil gjennomføre belastnings- og forbruksanalyser av forskjellige slag, bearbeide energistatistikk og arbeide med prissettingsspørsmål.

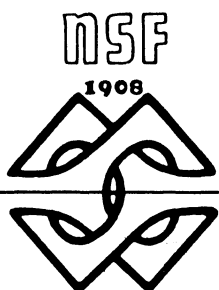
Søkere bør ha interesse for arbeid innen nevnte felter og gjerne erfaring i bruk av moderne regnetekniske hjelpemidler. Den som ansettes kommer til å arbeide sammen med sivilingeniører og søkere bør være åpne for tverrfaglig samarbeid.

Vi kan tilby interessant og selvstendig arbeid, hyggelige arbeidsforhold og muligheter til god kontakt med elforsyningen.

Nærmere opplysninger om stillingen fås ved henvendelse til EFI, telefon 075/32 520.

Søknad bes sendt innen 15. desember 1978 til

ELEKTRISITETSFORSYNINGENS FORSKNINGSINSTITUTT
7034 Trondheim-NTH.



SOSIALØKONOMEN

Nr. 9 1978 årgang 32

INNHold

Redaksjon:

Michael Hoel
Tor Kobberstad
Knut Arild Larsen
Leif Asbjørn Nygaard

Redaksjonsutvalg:

Tormod Andreassen
Kjell Fiskvik
Nils Terje Furunes
Kristen Knudsen
Jan Erik Korsæth
Ole Jørgen Mørkved
Tore Sager
Steinar Strøm
Aina Uhde
Per Halvor Vale
Stein Østre

SOSIALØKONOMEN

ISSN 0038-1624

Utgitt av

Norske Sosialøkonomers
Forening

Formann:

Odd Skuggen

Utkommer med 10 nummer
pr. år, den 15. hver måned
unntatt juli og august

Sekretariat:

Storgt. 26 IV

OSLO 1

Telefon 20 22 64

Abonnementpris kr. 100,—

pr. år. Enkeltnummer kr 11,—

Introduksjon 3

JON BLAALID:

Hva vet vi om energiforbruket? 6

STEINAR STRØM:

Prognose over elektrisitetsetterspørselen fra norske
husholdninger 1977-1990 11

STEINAR STRØM:

Isolasjon av hus som alternativ til kraftutbygging eller
hvilke priser skal en benytte i samfunnsøkonomiske
investeringskalkyler? 15

SVEIN LONGVA OG ØYSTEIN OLSEN:

MSG og energi 20

ASBJØRN RØDSETH:

Oljepriser og økonomiske kriser 24

LARS BERGMAN:

Makroøkonomiske effekter av energisparpolitikk 31

FINN R. FØRSUND:

Energiforbruk og økonomisk vekst 37

OTTO CHR. HIORTH:

Energietterspørsel i transportsektoren 42

ANNONSEPRISER (EKSKL. MOMS):

1/1 side 1 150,—
3/4 side 900,—
1/2 side 600,—
1/3 side 450,—
1/4 side 350,—

Farvetillegg: kr. 600,— pr. ekstra
farve.

Tillegg for utfallende format: 10 %.

Bilagspriser oppgis på forespørsel.

Prisene er eksklusive klisjearbeid.

Tidsfrist: Innen 5. i utgivelsesmå-
neden.

Klisjeraster: Omslag 40 linjer.
Innmat 48 linjer.

Omslag: 154 gr. kunsttrykk.

Innmat: 90 gr. Silverstar.

Trykt i offsett.

Reklametrykk A.s, Bergen

AIESEC – et reelt alternativ?

I en tid med ansettelsesstopp og førtidspensjoneringsprosjekter i store deler av norsk næringsliv, settes det i disse dager igang en storstilet kampanje for å skaffe tilveie praktikantplasser i norske bedrifter for utenlandske økonomistudenter.

Det er AIESEC – den internasjonale sammenslutning av økonomistudenter på høyskole- og universitetsnivå – som i år for 30. gang henvender seg til det næringsliv de senere selv skal ta inn i. Over 81 000 studenter har i tidens løp blitt utvekslet gjennom AIESEC's utvekslingsprogram, og organisasjonen spenner idag over 56 medlemsland i 5 verdensdeler. Utvekslingen skjer på gjensidig byttebasis slik at for enhver jobb som skaffes her, kan 1 norsk student sendes ut.

Men hva gjør så AIESEC's tilbud bedre enn alle andre av denne typen utvekslingsprogrammer, og hvorfor kan de gjøre seg noen forhåpninger om positiv respons på sine forespørsler?

Vi rettet spørsmålet til formannen i AIESEC-Norges Nasjonalkomite, Trygve K. Norman.

- AIESEC benytter et meget avansert dataprogram som sikrer at den best kvalifiserte kandidat får jobben. Dette gir firmaet svært god anledning til å stille strenge kvalitetsmessige krav og få dem innfridd. Firmaet har alltid siste ord og vil få seg forelagt den aktuelle students papirer før de forplikter seg til noe som helst. Vi mener vårt tilbud er et reelt alternativ fordi vi legger vekt på å skaffe meget godt kvalifisert arbeidskraft til en rimelig penge; en kombinasjon en ellers vil ha vanskelig for å finne idag.
- Men hva kan et firma sette en slik praktikant til? Er ikke ofte språket et problem?
- Det er klart at ikke alle kan trylle frem en meningsfylt jobb sånn uten videre. Vi forstår dette og forsøker derfor å hjelpe med idéer og løsninger som tilsvarende firmaer med hell har prøvet tidligere. Jeg kan for eksempel nevne at markedsutredninger om praktikantens hjemland, kritisk gjennomgåelse av interne rutiner eller andre selvstendige prosjekter har vært prøvet med meget gode erfaringer. Nettopp på områder hvor en utredning er nødvendig, men ingen av de ansatte kan avses til oppgaven, vil en korttidsansatt praktikant kunne løse problemet. Når det gjelder språkvanskeligheter, krever vi meget god kjennskap til engelsk for alle praktikanter som vil hit, om da ikke firmaet spesifiserer noe annet. Såvidt meg bekjent har vi få eksempler hvor dette har vært noe problem.
- Hva med alle praktiske detaljer såsom arbeidstillatelse, skattefritak osv. Ordner AIESEC dette også?
- Ja, vi tar hånd om alt dette slik at firmaet kun trenger å tenke på jobben. I de store byene tar vi oss også av praktikanten i fritiden slik at dette ikke skal føles som noen byrde for firmaet.
- Du nevnte tidligere at dette var arbeidskraft for en billig penge. Hvor billig?
- Utgangspunktet er at lønnen skal dekke bo- og leveomkostninger samt et lite bidrag til lommepenger. Reisen betaler praktikanten selv. Vi her i Norge har satt en minimumslønn til kr. 2 800,- pr. mnd. etter at eventuell skatt er trukket fra, men vi har en anbefalt gjennomsnittslønn på kr. 3 300,-.
- Til slutt; det er altså kun mulig å få en slik AIESEC-praktikant i sommerferien?
- Nei, absolutt ikke. Vi har studenter som kan jobbe alt fra 6 uker til 18 måneder, og begynnelsesdato og slutt-dato bestemmer firmaet selv.
- Noen sluttkommentarer?
- Ja, hvis jeg kunne få oppfordre alle til å tenke på hvilken betydning de tillegger det å ha erfaring fra arbeid i utlandet. Mener en at slikt teller, bør en ta konsekvensen av det og dermed gi en norsk student sjansen til å reise ut. En skal dessuten ikke glemme at en gjennom AIESEC får tilgang til en tallrik og høyt kvalifisert søkergruppe som forhåpentligvis vil kunne løse akkurat det problemet en måtte stri med.

Og dermed kaster vi ballen videre, og skulle det være behov for nærmere opplysninger, så skriv til:

AIESEC-Norge

NHH
Helleveien 30
5000 BERGEN

Spesialnummer om energi

Artiklene i dette spesialnummeret om energi er basert på enkelte av foredragene holdt på Norske Sosialøkonomers Forenings kurs om energiøkonomi på Holms Holtell, Geilo, 17.-19. april i år.

Det er to forhold som i den senere tid har økt interessen for energispørsmål.

For det første er omfanget av kraftutbyggingen i Norge blitt så stort at en har gått langt over grensen for hva som er samfunnsøkonomisk optimalt. Prisene på elektrisitet ligger langt under hva det koster å produsere og distribuere ny kraft (langtidsgrensekostnaden, LGK). Prisene den kraftintensive industri betaler er i dag knapt 30 pst av LGK. Husholdningene betaler kraftpriser som er ca. 45 pst av LGK. Dette betyr at det er overinvestert i kraftforsyningen. Siden det er små løpende driftsutgifter forbundet med kraftproduksjonen, vil det være meningsløst å la de eksisterende anlegg ikke bli fullt utnyttet. Det vil derfor ikke være optimalt å la kraftprisene momentant bli satt opp til LGK-nivåene. Gitt de feilinvesteringer som er foretatt er det ikke el-prisene det er noe i veien med, men elektrisitetsproduksjonens omfang. Den optimale

beslutningen vil være å ta en pause i kraftutbyggingen inntil betalingsviljen for kraft har økt slik at kraftprisene gradvis kan nå opp til LGK-nivåene. Etter at pausen er over vil en kunne oppnå en avkastning på investeringer i kraftforsyningen som er på linje med den avkastning en kan få i andre anvendelser av de ressurser som nå benyttes til å ekspandere kraftforsyningen.

Det er ovenfor antatt at avkastningen i disse alternative anvendelsene er 10 pst pr. år på investert kapital. Hvis en forutsetter at avkastningen er lavere, f.eks. 7,5 pst pr. år, blir LGK også lavere. (En ser da bort fra miljøkostnader som nå i alt for liten grad er tatt med i energimyndighetenes beregninger av LGK. Siden disse miljøkostnadene ofte er evigvarende vil en lavere kalkulasjonsrente øke miljøkostnadene. Den endelige virkning på den «korrekte» LGK av en redusert kalkulasjonsrente er dermed ikke entydig.) Ved en kalkulasjonsrente på 7,5 pst blir forholdet mellom kraftpriser og LGK at den kraftintensive industri betaler i gjennomsnitt rundt 35 pst av LGK og husholdningene betaler ca. 60 pst av LGK. Selv ved å forutsette en kalkulasjonsrente på 7,5 pst pr.

år er det altså blitt foretatt betydelige overinvesteringer i den norske kraftforsyningen. Det vil ta tid å få rettet opp dette. Et første skritt på riktig veg er iallfall å dempe betydelig ned den iver norske energimyndigheter i det siste har lagt for dagen i retning av å bygge ut nye vassdrag.

Dette er noe av bakgrunnen for de fire første artiklene.

I artikkelen av Blaallid presenteres det data over energiforbruk og energipriser i Norge. Det konkluderes bl.a. med at oljeprisen har steget sterkt i forhold til elektrisitetsprisen. I perioden 1970-1977 har det vært en sterk overgang fra olje til elektrisitet i husholdningen og i tjenesteytende næringer.

I de følgende to artikler tar Strøm opp prognoser over elektrisitetsforbruket i husholdningene og kalkulasjon av investeringsprosjekter når prisene på elektrisitet ligger markert under LGK-nivåene. I prognoseartikkelen er inntektsforutsetningene basert på den sterkt dempete forbruksvekst som er annonsert i regjeringens «Tillegg til langtidsprogrammet 1978-81». Denne sterkt dempete forbruksveksten, kombinert med prisøkninger på elektrisitet, fører til praktisk talt nullvekst i husholdningens elektri-

sitetsforbruk i de kommende år. I artikkelen om isolasjon av hus vises det at hvis en feilaktig benytter en pris på elektrisitet lik LGK, når den faktiske pris ikke er lik LGK, vil en komme til å sette igang elektrisitetssparende tiltak utover det som er optimalt. I beregningen av lønnsomheten av kraftutbyggingsprosjekter antar utbyggerne implisitt nå at kraften kan selges til priser lik LGK. Siden dette ikke vil være mulig uten en stans i kraftutbyggingen, vil den fortsatte kraftutbyggingen føre til økende overinvesteringer i kraftforsyningen. Hvis en attpå til feilaktig antar i kalkyler av f.eks. elektrisitetssparende tiltak at prisene er lik LGK, vil gapet mellom pris og LGK stadig bli større og større.

Longva og Olsen presenterer et prosjekt som tar sikte på å utvikle MSG-modellen (en mange-sektorvekst-modell benyttet av Statistisk Sentralbyrå, Finansdepartementet m. fl. til fremskrivning av den norske økonomien) til en energimodell som sikrer konsistens mellom studier av energispørsmål og andre makroøkonomiske problemstillinger. I første omgang har en valgt å konsentrere arbeidet om en bedre representasjon av produksjon og forbruk av elektrisitet i modellen.

Energimodellen vil kunne oversette faste verdistørrelser til fysiske størrelser. Den vil ta vare på de substitusjonsmuligheter det åpenbart er til stede mellom energi og andre innsatsfaktorer i produksjon og forbruk. Et av målene ved prosjektet er å gjøre modellen til et instrument i planleggingen av kraftforsyningen i Norge. Det betyr at modellen kan brukes bl.a. til å beregne lengden av den optimale pausen i kraftutbyggingen og til den optimale utbyggingstakt senere for kraftforsyningen.

Det andre forholdet som har økt interessen for energispørsmål i den senere tid er knyttet til den firdoblingen av oljeprisen som fant sted i 1973/74. Hvilke virkninger har en slik kraftig økning i en råstoffpris på den makroøkonomiske stabiliteten i de land som forbruker, men ikke produserer råolje? Hva vil

konsekvensene bli for enkeltsektorer som bruker mye energi som f.eks. transport? Vil veksten i et lands nasjonalprodukt bli drastisk svekket hvis veksten i energiforbruket får en kraftig reduksjon? Disse spørsmålene blir tatt opp i de fire siste artiklene i dette temanummeret.

Rødseth tar opp det første spørsmålet. Problemene som en økt råstoffpris skaper for et i-land er av samme slaget som det problem en eksogent gitt etterspørsels-svikt ville ha skapt. Hvis priser og lønninger er fleksible og hvis sysselsettingen skal være uendret, vil en økt pris på et importert råstoff føre til reduksjoner i realdisponibel inntekt, priser, lønninger og renten. Industrilandet vil forverre sin betalingsbalanse. Hvis lønningene er stive nedover, vil det ikke være mulig å oppnå en ny likevekt med full sysselsetting uten at andre størrelser i økonomien, som det offentlige har kontroll over, gir etter. Tradisjonell keynesiansk tankegang tilsier at i industri-land med lønnsstivhet nedover burde en i 1973/74 ha reagert på de økte oljepriser med å øke pengemengden. De viktigste industrilanda gjorde det stikk motsatte. Konsekvensene ble bl.a. den store arbeidsløsheten som fremdelen herjer i industrilandene. En av årsakene til at i-landene valgte en slik politikk kan ligge i monetaristenes gjennombrudd for forslaget om en stabil vekst i pengemengden på 3–5 pst. Forslaget er diktet ut fra målsettingen om lav prisstigning. Flere i-land reduserte dessuten den innenlandske etterspørselen for dermed å redusere de importoverskott som den økte oljeprisen forårsaket. Hensynet til den fulle sysselsetting har dermed i disse i-land måttet vike for hensynet til en lav prisstigning og balanse i handelen med andre land. Siden mange land har tenkt og handlet slik har målsettingen om balansen i handelen med andre land bare forverret forholdene.

Energidebatten i Sverige har vært langt mer heftig enn i de fleste andre land. Det var et energipoli-

tisk konfliktspørsmål som førte til at regjeringen Fälldin måtte gå av i oktober i år. Konflikten har som kjent vært knyttet til bruk av kjernekraft. En begrensning av veksten i elektrisitetsforbruket vil ikke gjøre det unødvendig med kjernekraft, men føre til at det blir behov for færre nye kjernekraftverk. I tillegg har økningen i oljeprisen gitt et ikke-oljeproduserende land som Sverige problemer med betalingsbalansen m.m. Av disse to grunnene har en i flere politiske miljø i Sverige vært opptatt av å få dempet veksten i energiforbruket, samt å få vite konsekvensen av en slik politikk. Bergmanns artikkel er ment å være et bidrag til svaret på dette siste problemet. Bergmans problemstilling er å drøfte konsekvensene på veksten i nasjonalprodukt, privat forbruk m.m. av å begrense veksten i det totale energiforbruket til 2 pst pr. år fram til 1985 og til 0 pst pr. år for årene deretter. Virkningene på nasjonalproduktet og det private forbruket av en slik drastisk endring av energipolitikken er relativt beskjedne. Nasjonalproduktet i år 2000 blir fra 1–3 pst lavere i forhold til en utvikling av den svenske økonomien hvor energiforbruket vokser med 2,5–4,5 pst pr. år fra 1980–2000. Årsaken til at konsekvensene blir så små ligger først og fremst i at det ved reduksjon av veksten i energiforbruket frigjøres ressurser fra de sektorer som nå produserer og bruker mye energi og som kan benyttes i andre sektorer. Produktivitetsforskjellene er så små sektorene imellom at overføringstapene blir små som følge av ressursoverføringen. Virkningene på sammensetningen av det private forbruket er langt sterkere.

Ved hjelp av en enklere (mer aggregert) modell finner Førsumd konklusjoner tilsvarende Bergmanns. Førsumd trekker den hovedkonklusjon av både for Norge og Sverige vil en reduksjon i energiforbrukets vekstrate med hele 5 pst poeng pr. år ha en svært beskjeden virkning på vekstratene for nasjonalproduktet og privat konsum. Dette er en konklusjon i samsvar

med Bergman. Årsakene til at virkningene blir så små er også de samme som nevnt ovenfor. Prisen på energi (inklusive avgifter) må imidlertid økes meget sterkt for å få til den fastsatte reduksjonen i energiforbrukets vekstrate. Førsunds modell er lett å handtere i forhold til Bergmans modell, og den kan raskt gi svar som ikke er langt fra de svar en ville ha fått i en mer fullstendig modell.

Bergmans og Førsunds bidrag avliver den myte at det er en stram sammenheng mellom veksten i nasjonalproduktet og veksten i energiforbruket. I Norge, hvor ressursene brukt i ekspansjonen av kraftforsyningen har en lavere avkastning enn i andre anvendelser, vil en reduksjon i veksten i elektrisitets-

forbruket til og med øke den økonomiske veksten.

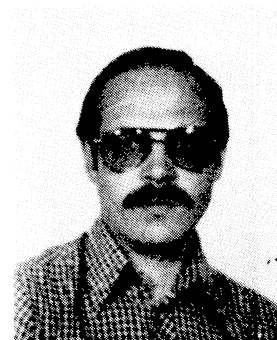
Hiorth tar opp energietterspørselen i transportsektoren og de faktorer som bestemmer den. Energiforbruket i de innenlandske transporter utgjør idag 14 pst av det samlede energiforbruk i landet. Praktisk talt alt er dekket ved mineraloljer. De to største energibrukere innen transport er person- og lastebiler. I 1976 la disse to aktivitetene beslag på 68 pst. av transportsektorens energiforbruk. På grunn av den reduserte økonomiske veksten, metningen innen personbilholdet, svakere vekst i transportgenerende anlegg, forskyvning fra vareproduksjon mot tjenesteproduksjon, m.m., er det å vente at transportetterspørselen og dermed transpor-

tens energiforbruk vil vokse langsommere i åra som kommer. Høyere energipriser vil begrense den totale transportetterspørsel bl.a. gjennom lokaliseringssmessige tilpasninger. Høyere energipriser vil dessuten forskyve transportfordelingen bort fra de mest energikrevende transportmidler, stimulere til bedre kapasitetsutnytting, m.m. Alt i alt regner en med at på kort sikt vil energiforbruket bli redusert med 2,5 pst ved en 10 pst økning i energiprisen, alt annet likt. På lang sikt er prissfølsomheten sterkere. En elastisitet på - 0,75 pst er antatt å være et rimelig anslag.

Steinar Strøm.

Hva vet vi om energiforbruket?

AV
PLANLEGGER JON BLAALID
STATISTISK SENTRALBYRÅ



I foredraget kommer forfatteren inn på problemene med å beregne et mål på totalt energiforbruk. Det vises at misforståelser kan oppstå ved ukritisk bruk av slike beregninger. Hovedtrekkene av energiforbruket i Norge etter 1970 gjennomgås. Fra 1970 til 1977 har det vært en meget sterk overgang fra olje til elektrisitet, spesielt i husholdninger og i tjenesteytende næringer.

1. Innledning.

For en del forbrukergrupper har vi manglende kjennskap til hvor mye energi gruppen bruker og hva den bruker energien til. Sviktende datagrunnlag vil nødvendigvis gi utslag i lite pålitelige analyser av gruppens energiforbruk. Samtidig vil fremskrivninger av vedkommende forbrukergruppes energiforbruk bli usikre.

I en rekke tilfelle har også bruken av forskjellig typer energidata ført til en rekke misforståelser, skinnuenighet m.v. Jeg vil i dette innlegget gå nærmere inn på hva vi har av datakilder, hvordan dataene bør brukes og si en del om hvordan den faktiske utviklingen av energiforbruket ha vært i 70-årene.

2. Energivarebalanse.

For å få en samlet oppstilling av tilgangen på og forbruket av energi kan en stille opp en såkalt energivarebalanse, se tabell 1. Denne er stilt opp som en matrise og opplegget er stort sett det samme for de fleste land. Energivarebalansen som er gjengitt i tabell 1 er noe forenklet i forhold til de en vanligvis bruker, men hovedtrekkene skulle gå klart frem. I kolonnene er de ulike energibærerne angitt, linjene gir tilgang og forbruk av energibærerne. Netto sluttforbruk, linje 11, kan vi grovt si er leveransene fra energisektoren til resten av landet av energibærere som brukes til å fremstille energi.

Energivarebalansen består altså av materialbalanser for hver av energibærerne. Disse materialbalansene er stilt sammen slik at en får et relativt greit

overblikk over tilgangen på og forbruket av de ulike energibærerne i et land ved hjelp av kun én tabell. F.eks. ser vi umiddelbart av tabellen at Norge produserer kull, betydelig mengder råolje og elektrisk kraft. Forbruket er stort sett konsentrert om olje og elektrisitet. Dersom en har tilgang til energivarebalanser for en rekke land, f.eks. i en FN-publikasjon, vil en rask gjennomlesning gi et inntrykk av de ulike landenes produksjon og forbruk av energi.

Datakildene for slike energivarebalanser er vanligvis en rekke ulike primærstatistikker som f.eks. elektrisitetsstatistikken, industristatistikken, salgsstatistikken for petroleumprodukter, utenrikshandelsstatistikken. For Norge er det spesielt viktig å være oppmerksom på at handelsflåtens forbruk som regel ikke er med i slike tabeller. Dermed kan en sammenligning av Norge med andre land gi et skjevt bilde av forholdene. Dette har særlig betydning i tabeller over energiforbruk i forhold til nasjonalprodukt.

3. Energibalanser.

Som det fremgår av tabell 1 er de ulike energibærerne målt i henholdsvis tonn, kubikkmeter og kilowattimer. Det lar seg dermed ikke gjøre å sammenligne de ulike energibærerne direkte i tabellen. Energivarebalansen gir heller ingen opplysning om totalt energiforbruk. Dersom vi vil beregne et tall for totalt energiforbruk må de ulike energibærerne regnes om i en felles enhet. Ved slike omregninger oppstår en rekke problemer av prinsipiell og fortolkningsmessig art.

Det fins ingen alment akseptert metode for å regne om de ulike energibærerne til en felles enhet. Det kan også diskuteres hvilken mening det har å summere energi brukt til f.eks. koking og transport. Til tross for disse motforestillingene, er det allikevel sterk

Jon Blaalid tok sosialøkonomisk embetseksamen i 1973. Siden har han arbeidet i Byrået – særlig med energispørsmål og med oljevirkosomheten på kontinentalsokkelen.

Tabell 1. Energivarebalanse 1976.

		Kull	Koks	Ved og torv	Råolje	Petroleums- produkter	Gass	Elektrisitet
		1000 t	1000 t	1000 m ³	1000 t	1000 t	mill. Nm ³	mill. kWh
1.	Produksjon	525	283	665	13 799	7 919	957	82 133
2.	Import	453	650	4	8 076	2 328	—	240
3.	Eksport	96	—	—	13 624	2 464	—	6 877
4.	Bunkers	—	—	—	—	615	—	—
5.	Lagerendr., stat. feil og svinn	÷ 124	23	—	114	+ 47	÷ 13	÷ 26
6(=1+2÷3÷4+5)	Total innenlandsk tilgang	758	956	669	8 365	7 215	944	75 470
7.	Omvandling til andre energibærere ..	393	75	—	8 365	265	—	—
8.	Forbruk i energi- sektoren	1	—	—	—	81	574	1 011
9.	Ikke-energiforbruk	—	—	—	—	349	72	—
10.	Overføringstap	—	—	—	—	—	—	7 374
11(6÷7÷8÷9÷10)	Netto sluttforbruk	364	881	669	—	6 520	298	67 085
11.1	Industri og bergverk ...	329	781	126	—	1 797	283	39 230
11.2	Transport	—	—	—	—	2 375	—	554
11.3	Andre forbrukergrupper	35	100	543	—	2 348	15	27 301

Kilde: Statistisk ukehefte.

etterspørsel etter tall for totalt energiforbruk, elektrisitetens andel av totalt energiforbruk osv.

I dag brukes – nasjonalt og internasjonalt – 8–10 ulike metoder for å veie sammen de ulike energibærerne. Det første spørsmålet som reiser seg er hvilket nivå en skal måle energiforbruket på. I noen sammenhenger måles totalt energiforbruk på tilgangssiden, i andre sammenhenger måles totalt energiforbruk på sluttforbrukssiden. Videre er det et spørsmål om hvilke vektorer de ulike energibærerne skal få. Jeg vil her gi en oversikt over de mest kjente metodene:

a) En kan regne om elektrisiteten til olje-ekvivalenter ved å se på hvor mye olje som går med til å produsere 1 kWh elektrisitet i et oljefyrt kraftverk. Dette er en nokså vanlig brukt metode i store deler av verden. Denne er imidlertid ubrukbar for et land som Norge. Dette skyldes at vi har hatt tilgang på billig vannkraft. Dersom vi ikke hadde hatt denne billige vannkraften, ville vi utvilsomt hatt et helt annet forbruksmønster. Vi ville neppe brukt elektrisitet produsert i oljefyrt kraftverk til oppvarming. Det er mer rimelig å anta at vi ville brukt oljen direkte i sentraloppvarmingsanlegg i våre hus. Slik denne metoden regner om elektrisitet til olje vil det gi et galt inntrykk for et land som Norge. Dette skyldes at det er meget stor forskjell på tapene når olje omdannes til elektrisitet for deretter å transporteres til et hus for oppvarming, sammenliknet med tapene ved å bruke oljen direkte til oppvarming i et hus.

- b) I en rekke internasjonale sammenhenger brukes imidlertid metoden som beskrevet i pkt. a). NVE har derfor beregnet en spesiell koeffisient for omregning av elektrisitet til olje i slike sammenhenger. Denne er basert på hypoteser om hvordan vårt energiforbruk ville sett ut hvis vi ikke hadde hatt tilgang på billig vannkraft. Disse hypotesene er selvsagt høyst tvilsomme, men det er nødvendig å foreta en eller annen slags form for beregning når tall for Norge skal gis etter metode a). Beregningene som NVE har foretatt gir et langt mere reelt bilde av totalt energiforbruk i Norge kontra andre land enn det en ville fått ved automatisk å bruke metode a).
- c) En vanlig fremgangsmåte på forbrukssiden er å veie de ulike energibærerne med det teoretiske energiinnholdet. Det teoretiske energiinnholdet kan vi grovt si angir hvor mye varme en kan få ut av de ulike energibærerne i et laboratorium.
- d) Metode c) tar ikke hensyn til at de ulike energibærerne har forskjellig virkningsgrad eller effektivitet når de brukes. Metode d) tar derfor hensyn til dette ved å gi grove anslag på effektiviteten av de enkelte energibærerne i de ulike forbrukergruppene. Vi kan grovt si at en forsøker å måle hvor mye energi forbrukerne faktisk får ut (nyttiggjør) av de ulike energibærerne.

De fire metodene som er nevnt ovenfor gir høyst forskjellige tall for totalt energiforbruk og de ulike energibærernes andel av totalt energiforbruk. Som et

Tabell 2. *Elektrisitetsbalanser for årene 1970–76. GWH.*

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Produksjon av elektrisk kraft	57 606	63 563	67 615	73 036	76 700	77 486	82 133
+ Import	808	452	120	66	63	83	240
÷ Eksport	1 644	3 373	4 767	5 259	5 607	5 703	6 877
= Bruttoforbruk innenlands	56 770	60 642	62 968	67 843	71 156	71 866	75 496
÷ Eget forbruk i kraftstasjonene, tap i linjenettet ...	5 268	5 710	6 034	6 793	6 797	7 051	7 981
÷ Pumpekraftforbruk	43	50	33	37	67	122	148
= Netto forbruk innenlands	51 459	54 882	56 901	61 013	64 292	64 693	67 367
Av dette:							
Fastkraft i alt	50 902	52 862	54 344	58 763	61 268	61 445	64 838
Industri	31 915	33 393	33 857	36 903 ¹⁾	38 295	36 951	37 765
Treforedling	3 604	3 250	3 301	3 246 ¹⁾	3 351	2 918	2 924
Kraftintensiv industri	23 188	24 919	24 842	26 550 ¹⁾	27 439	26 211	26 517
Bergverk og industri ellers	5 123	5 224	5 714	7 107 ¹⁾	7 505	7 822	8 324
Anleggskraft	—	—	—	¹⁾ 366	312	341	416
Tjenesteyting	3 420	3 806	4 167	4 489	4 888	5 476	6 319
Husholdninger og jordbruk	15 077	15 162	15 809	16 484	17 246	18 145	19 784
Transport	490	501	511	521	527	532	554
Elektrokjeler i alt	557	2 020	2 557	2 250	3 024	3 249	2 529

¹⁾ Definisjonsendringer p.g.a. omlegging av statistikken.

Kilde: Elektrisitetsstatistikken (NOS).

eksempel på hva dette betyr kan jeg nevne at Regjeringen i St.meld. nr. 100, 1973/74 har som mål å begrense energiforbruket til en årlig økning på 3,3%–3,4% frem til 1985. Omtrent på samme tid som denne stortingsmeldingen ble lagt frem, la den svenske regjeringen frem en melding hvor målet var å begrense energiforbruket til 2% pr. år. Rent umiddelbart ser det da ut som om svenskene hadde større ambisjoner enn oss til å begrense veksten i energiforbruket. Imidlertid bygger de to målsettinger på helt ulike metode for å veie sammen energibærerne. Det viste seg at de svenske 2% omtrent tilsvarte 3,4% når samme målemetode som i St. meld. nr. 100 ble brukt på de svenske tallene. Dette viser klart hvor raskt det kan oppstå misforståelser når tall som er beregnet med ulike metoder presenteres samtidig uten å angi metodene. Da St.meld. nr. 100 ble behandlet i Stortinget ble de svenske og norske prosentvise økningene sammenlignet, og det ble trukket en rekke konklusjoner ut fra disse sammenligningene uten at noen i Stortinget var oppmerksom på at det egentlig var helt ulike målemetoder bak disse tallene.

Etter min oppfatning bør en ikke legge så stor vekt på et enkelt tall (totalt energiforbruk). For det første er det åpenbart at selve målemetoden har stor innvirkning på resultatet, for det andre er det relativt lite informasjon i dette tallet alene. Istedenfor å konsentrere all oppmerksomheten om det totale energiforbruket, bør en ved presentasjonen av energifremskrivninger publisere den fremtidige energivarebalansen. Debatten vil da muligens «teknisk sett»

bli noe vanskeligere, men det kan jo være en fordel at den blir meningsfylt.

4. Utviklingen av energiforbruket i 1970-årene.

Tabell 1 viser tydelig at elektrisitet og petroleumsprodukter er de helt dominerende energibærerne i vårt energiforbruk. Jeg tillater meg derfor i denne sammenheng å se bort fra fast brensel og gass. Tabellene 2, 3 og 4 gir oversikt over utviklingen i forbruket av elektrisitet fra 1970 til 1976, og salget av olje fra 1970 til 1977. En del av hovedtrekkene er fremstilt i figurene 1–6, og jeg vil kommentere figurene nærmere. Figur 1 viser utviklingen i totalforbruket av elektrisitet hittil i 70-årene. Figur 2 viser salget av utvalgte petroleumsprodukter til industri, bergverk, husholdning og jordbruk samt tjenesteyting i samme periode. Petroleumsproduktene i figur 2 er valgt slik at de stort sett vil konkurrere med bruk av elektrisitet, se figur 1. Bensin og diesel til transport er dermed ikke med i figur 2.

Figurene viser en klar overgang fra olje til elektrisitet når hele perioden 1970–1977 sees under ett. Salget av olje var vesentlig lavere i 1977 enn i 1970, mens elektrisitetsforbruket har steget noenlunde jevnt med tilsammen omlag 15 TWh i perioden. Samlet energiforbruk, hvor også transport er med, økte med 1–3% pr. år i perioden (noe avhengig av hvordan totalt energiforbruk beregnes).

Figurene 1 og 2 viser elektrisitet- og oljeforbruket på et aggregert nivå. Jeg vil derfor se noe nærmere på

Tabell 3. *Salget av utvalgte petroleumsprodukter¹⁾ til industri og bergverk, husholdninger og jordbruk samt tjenesteyting. Mill. liter.*

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Industri og bergverk ..	2 445	2 290	2 318	2 086	1 955	1 753	2 039	2 182
Husholdn. og jordbruk ²⁾	1 267	1 238	1 307	1 303	954	1 094	1 183	1 159
Tjenesteyting ²⁾	485	474	490	457	352	363	430	486
I alt	4 197	4 002	4 115	3 846	3 261	3 210	3 652	3 827

¹⁾ Til industrien: Fyringsolje nr. 1 og 2, spesialdestilater, tung fyringsolje.

Til husholdninger, jordbruk og tjenesteyting: Parafin, fyringsolje nr. 1 og 2, spesialdestilater og tung fyringsolje.

²⁾ Tallene før 1973 er beregnet.

Kilde: Salgsstatistikken for petroleumsprodukter.

Tabell 4. *Salg av bilbensin og autodiesel. Mill. liter.*

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Salg	1 847	1 945	2 029	2 176	2 016	2 251	2 419	2 571
Prosentvis endring fra foregående år	—	5,3	4,3	7,2	7,4	11,7	7,5	6,3

Kilde: Salgsstatistikken for petroleumsprodukter.

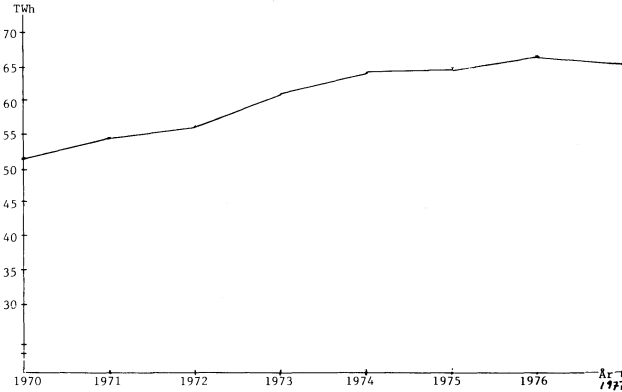
utviklingen i enkelte av forbruksgruppene. Figurene 3 og 4 viser forbruket av elektrisitet og salget av olje til husholdninger og jordbruk. Her er overgangen enda mer markert enn på totalen. Oljekrisen i 1973/74 gjorde selvsagt betydelig utslag på salgstallene for olje, men selv i 1977 er altså salget av olje til husholdninger og jordbruk vesentlig lavere enn i 1970. Elektrisitetsforbruket derimot har økt meget sterkt i perioden (5 TWh). Noe avhengig av hvilken vekt vi legger på henholdsvis elektrisitet og olje, har totalforbruket av energi i husholdning og jordbruk økt med omlag 2% pr. år fra 1970–1976.

Figurene 5 og 6 viser elektrisitetsforbruket og oljesalget til tjenesteyting. Denne forbrukergruppen omfatter blant annet skoler, undervisningsbygg, butikker, kontorbygg etc. Oljesalget til denne forbrukergruppen lå i 1977 omtrent på samme nivå som i 1970. I denne perioden økte elektrisitetsforbruket meget sterkt, med hele 11% pr. år i gjennomsnitt. Dette gir omlag en fordobling av elektrisitetsforbruket i løpet av 7–8 år.

Det er betydelig dataproblemer både for husholdninger og jordbruk og for tjenesteytende næringer. I husholdninger og jordbruk kan vi blant annet ikke

skille husholdninger fra jordbruk, vi vet også relativt lite om hvordan de enkelte husholdningene bruker energi. Vi vet enda mindre om tjenesteyting, her kjenner vi riktignok totalforbruket, men vi vet ingenting om forbruket i de enkelte sektorene som utgjør tjenesteytende virksomhet. Når vi samtidig vet at tjenesteytende virksomhet er sammensatt av en rekke høyst ulike aktiviteter blir det naturligvis svært vanskelig å f.eks. fremskrive energiforbruket i denne næringen.

Fig. 1. *Totalt netto forbruk av elektrisk kraft. TWh*



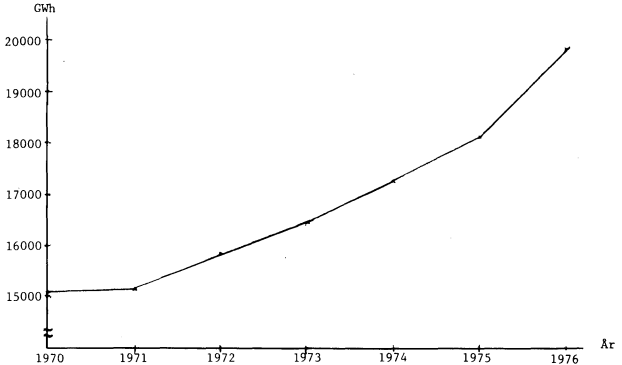
Kilde: Tabell 2.

Fig. 2. *Salg av utvalgte petroleumsprodukter til industri og bergverk, husholdninger og jordbruk samt tjenesteyting. Mill. l.*



Kilde: Tabell 3.

Fig. 3. *Forbruk av elektrisitet i husholdninger og jordbruk. GWh.*



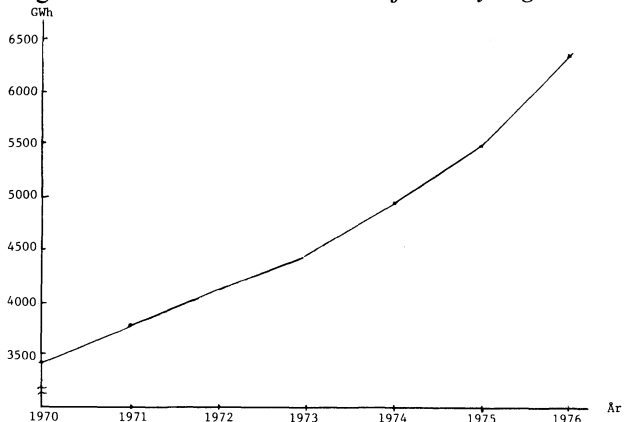
Kilde: Tabell 2.

Fig. 4. Husholdningers og jordbrukets kjøp av utvalgte petroleumsprodukter. Mill. l.



Kilde: Tabell 3.

Fig. 5. Forbruk av elektrisitet i tjenesteyting. GWh.



Kilde: Tabell 2.

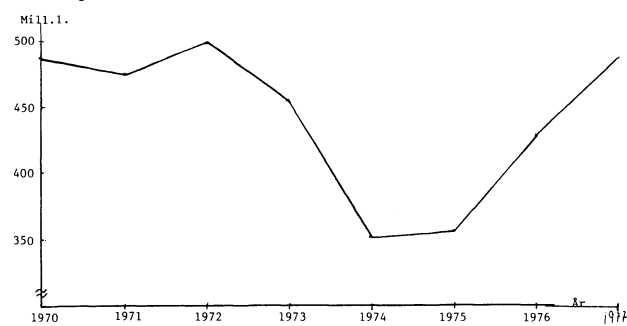
5. Avslutningen.

Jeg vil til slutt kort vise utviklingen i energiprisene og temperaturen. Trass i at dette er sentrale størrelser i energidebatten har jeg inntrykk av at de fleste vet relativt lite om hvordan utviklingen egentlig har vært.

Av tabell 7 ser vi at elektrisitetsprisen har steget noenlunde jevnt med konsumprisindeksen. Prisen på fyringsolje nr. 1 til husholdninger fikk en meget kraftig økning i forbindelse med oljekrisen. Til tross for en viss tilnærming mellom oljeprisen og elektrisitetsprisen i 1975, ser vi at det relative forholdet mellom prisen på olje og elektrisitet i 1977 omtrent var som under oljekrisen i 1974. Vi skal her være oppmerksom på at dette er en særegen utvikling for Norge. I de fleste land førte prisstigningen på olje også til en prisøkning på elektrisitet fordi en del av elektrisiteten var produsert i oljefyrt kraftverk. I Norge, hvor vi så og si bare har vannkraft, har vi altså fått en meget sterk prisforrykning mellom elektrisitet og olje.

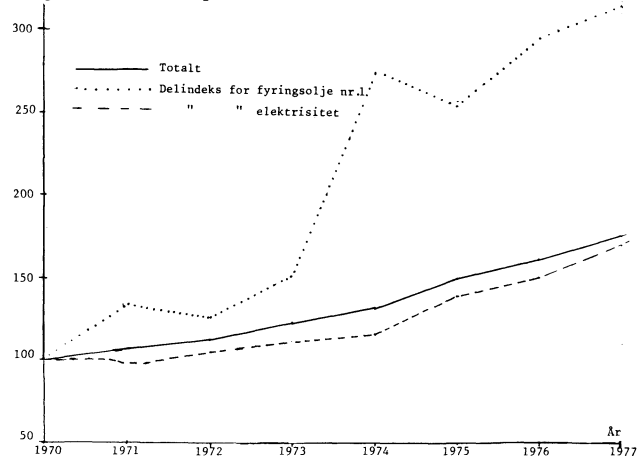
Ett sentralt spørsmål er nå selvfølgelig om prisforholdet mellom olje og elektrisitet er blitt slik at vi kan få en fullstendig overgang fra olje til elektrisitet. Figurene 1–6 viser at vi allerede har fått en meget sterk overgang og det er vel ingen utopi at vi kan komme til å få en full overgang til elektrisitet i det stasjonære forbruket. Vi bør huske på at det ikke er mer enn noen

Fig. 6. Tjenesteytende næringers kjøp av petroleumsprodukter. Mill. l.



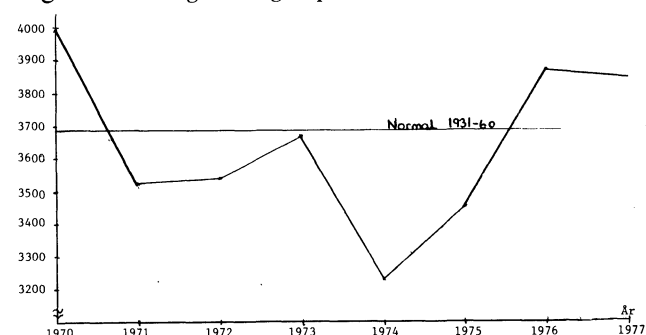
Kilde: Tabell 3.

Fig. 7. Konsumprisindeksen.



Kilde: Statistisk Sentralbyrå.

Fig. 8. Antall graddager på landsbasis.



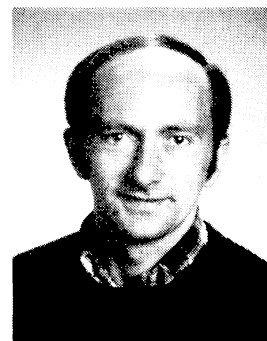
Kilde: Statistisk Sentralbyrå.

Beregnet av Statistisk Sentralbyrå med utgangspunkt i data fra Meteorologisk Institutt.

få tiår siden at kull og koks og annet fast brensel var svært mye brukt i Norge til oppvarming. I løpet av noen få år falt praktisk talt all bruk av disse energiformene til oppvarming bort. Det er interessant å merke seg at dersom vi får en full overgang fra olje til elektrisitet i løpet av, la oss si 5–10 år, så vil vi overhodet ikke ha noen som helst slags sjanse til å bygge oss ut av den voldsomme kraftkrisen vi da vil komme opp i.

Prognose over elektrisitetsetter-spørselen fra norske husholdninger 1977–1990

AV
DOSENT STEINAR STRØM
SOSIALØKONOMISK INSTITUTT
UNIVERSITETET I OSLO



1. Problemstillinger.

Problemstillingen er å gi en prognose over framtidig etterspørsel etter kraft fra norske husholdninger. Kraftprognosenes oppgave er å være bestemmende for omfanget av den framtidige kraftproduksjonen.

Det bør derfor være samsvar mellom prognosene og den samfunnsøkonomiske lønnsomhet av eventuelt å ekspandere den samlede kraftproduksjonen. Hvis en i utgangspunktet har en passe stor kraftproduksjon, vil bruk av framtidige priser lik kostnadene for å produsere ny kraft i prognosene sørge for et slikt samsvar. Hvis kraftforsyningen dimensjoneres etter en slik prognose, vil derfor omfanget av den totale kraftproduksjon fortsette å være passe stort. (Det er da underforstått at anslagene på økonomiske forhold som ikke bestemmes på kraftmarkedet, men virker inn på det, slår til.)

De priser en kan oppnå i dagens norske kraftmarked ligger vesentlig under kostnadene ved en økning av den totale kraftproduksjonen. Av et alment akseptert kriterium for å avgjøre samfunnsøkonomisk lønnsomhet, følger da at omfanget av kraftproduksjonen i dag er for stort. Oppgaven framover blir derfor ikke å bygge ut mer kraft, men å sørge for at en utnytter mer effektivt de kraftmengder en allerede har. På grunn av den økonomiske veksten kan det eksistere et framtidig tidspunkt hvor det igjen kan bli aktuelt å øke omfanget av kraftproduksjonen. Fram til dette tidspunktet vil det være optimalt med en pause i kraftutbyggingen, samtidig som kraftprisene økes gradvis til nivåene for langtidsgrensekostnadene. Ved hjelp av en likevektsmodell for den norske økonomien kan en regne ut hvor lang pausen blir. Beregninger på en mange-sektor-vekstmodell for Norge indikerer at pausen kan bli fra 6–12 år.

Selv om totalomfanget av produksjonen ikke bør øke vesentlig i de nærmeste år, kan sammensetningen av kraftforbruket endre seg i disse årene. Vil f.eks. husholdningsforbruket ekspandere i en slik opptrap-

pingstid for kraftprisene? Vil altså husholdningene kunne avta kraftmengder som andre med mindre betalingsevne ikke lenger vil bruke? Dette vil prognosen for husholdningenes etterspørsel kunne gi svar på.

Hvis en skal fortsette den kraftutbyggingsstrategi en hittil har fulgt, har det ingen hensikt å lage prognoser hvor økonomiske størrelser som priser og inntekt bringes inn. En bestemmer seg da for en framtidig kraftproduksjon løst fra økonomiske lønnsomhetsbetraktninger. Det vil imidlertid her bli forutsatt at en i kraftforsyningen fra nå av vil følge en strategi som tar sikte på å husholdere med de kraftmengder en allerede har utbygget inntil markedets betalingsvilje har steget såpass at det er mulig å oppnå kraftpriser lik kostnadene for å produsere ny kraft. I denne artikkelen vil vi forutsette at utbyggingspausen kan gjøres så kort som 6–7 år. I en annen artikkel i dette nummeret av Sosialøkonomen ser vi på virkningene av alternative lengder på pausene, dvs. på 6–7 og 11–12 år. Mer presist vil vi i denne artikkelen forutsette at den totale kraftproduksjonen øker fram til 1985 kun med de kraftmengder som følger av en fullføring av de kraftverk som i dag er under arbeid. I 1985 forutsettes altså prisene på kraft til *alle* brukere å kunne bli lik kostnadene ved å produsere ny kraft.

For husholdningsforbruket vil det si at fram til 1985 forutsettes prisen på elektrisitet å stige med 70 pst. utover den generelle inflasjonen. Iflg. Skålandsutvalgets innstilling («Om tiltak for energiøkonomiseringer» NOU, nr. 49, 1975) var langtidsgrensekostnaden for kraft levert helt fram til forbruker 95 pst. over gjennomsnittsprisen i 1974. Fram til 1977 har kraftprisen i forhold til konsumprisindeksen steget med bare 7 pst. Langtidsgrensekostnaden er fremdeles langt høyere enn gjennomsnittsprisen på kraft. I den korte tida som har fulgt etter dette har dels kraftprisene steget i forhold til konsumprisindeksen og dels er det blitt hevdet at langtidsgrensekostnaden er lavere enn hva Skålandsutvalget beregnet. I en annen artikkel i dette nummeret av Sosialøkonomen er kraftprisen satt til godt under 15 øre/kWh og langtidsgrensekostnaden til ca. 25 øre/kWh. En må dermed øke kraftprisen med minst 70 pst. for å få den lik

Steinar Strøm tok sosialøkonomisk embetseksamen 1968. Han har siden vært ansatt på Sosialøkonomisk institutt, fra 1976 som dosent. De viktigste arbeidsfeltene har vært energiøkonomi og økonomiske analyser av forurensningsproblemer.

langtidsgrensekostnaden. Jeg tar derfor *ikke* for hardt i når jeg øker prisen med 70 pst.

En strategi som tar sikte på å få til en passe stor kraftproduksjon i 1985, og hvor alle brukere betaler langtidsgrensekostnaden i 1985, vil innebære at kraftmengder blir frigjort spesielt fra noen av de kraft-intensive brukere som nå betaler svært lite for kraften. Dette betyr at det kan bli rom for ekspansjon av husholdningsforbruket i perioden fram til det tidspunkt hvor det igjen kan bli aktuelt å øke kraftproduksjonen. Hvis prognosen som følger nedenfor viser at husholdningsetterspørselen ikke kommer til å stige sterkt nok, kan dette bety at enten må ekspansjonen av totalomfanget av kraftproduksjonen utsettes enda lenger enn til 1985 eller så må andre brukere enn husholdningene være villige til å avta de kraftmengder som andre kraftbrukere stiller til disposisjon i denne prisopptrappingsperioden.

For å kunne gi prognoser over kraftetterspørsel må en ha et modellgrunnlag samt ha informasjon om tidsutviklingen framover for de størrelser som ikke blir bestemt innenfor modellen. I en analyse av deler av kraftmarkedet er elektrisitetsprisen en slik utenfra gitt størrelse. Utviklingen i denne prisen fram til 1985 er bestemt ut fra forutsetningene gjort ovenfor. Fra 1985 av forutsettes det at kraftprisene vil stige i takt med hva det koster å utvide omfanget av kraftproduksjonen. Informasjon om forhold av betydning for de variable som bestemmes utenfor modellen er hentet fra den siste revisjon av regjeringens langtidsprogram for perioden 1978–1982. Som kjent er det der forutsatt en svært lav vekst i det totale private forbruk fram til 1985. På grunn av denne lave veksten i disponible realinntekter må en vente at veksten i husholdningens elektrisitetsetterspørsel også blir svært lav. Prognosen som blir presentert i avsnitt 4 nedenfor bekrefter denne forventningen. Fram til 1985 blir det praktisk talt null-vekst i de private husholdningers etterspørsel etter kraft.

2. Modellgrunnlaget.

Modellen er avledet fra spesifiserte atferdsforutsetninger. Modellgrunnlaget som prognosen her hviler på er utledet og drøftet i «Elektrisitetsetterspørselen i norske hushold» av A. Rødseth og S. Strøm i *Statsøkonomisk Tidsskrift* nr. 1, 1977. Modellen vil ikke bli gjennomgått i detalj her. Interesserte henvises til den nevnte artikkelen.

Modellen består av 6 relasjoner.

$$(1) \quad q_1 = F_1 \left(\frac{P_1}{M}, \frac{P_2}{M}, \frac{P_3}{M}, \frac{P_4}{M}, G, R \right)$$

q_1 er en gjennomsnittsinnybyggers etterspørsel etter energi til stasjonære formål. Relasjon (1) er avledet fra en kjøpsavveining den representative husholdning gjør innenfor et gitt budsjett. Prisene på *alle* konsumgoder og total konsumutgift inngår derfor som forklaringsvariable i alle etterspørselsrelasjoner.

ne. «Alle konsumgoder» er i vår modell aggregert til fire goder. $P_1 - P_4$ er prisene på disse godene. Gode nr. 1 er energi til stasjonære formål. Gode nr. 2 er bruk av eget transportmiddel, gode nr. 4 er bruk av offentlig transportmiddel og gode nr. 3 er alt annet privat forbruk. Prisene er Paasche indekser. M er total forbruksutgift pr. innbygger og i løpende priser. G er graddagstallet (av spesiell betydning for husoppvarming) og R er biltettheten i samfunnet (av spesiell betydning for bruken av eget transportmiddel).

$$(2) \quad \frac{q_{el}}{q_1} = F_2 \left(\frac{A_{el}}{A}, \frac{P_{ol}}{P_{el}}, \frac{M}{P}, G \right)$$

Relasjon (2) bestemmer hvor stor andel (q_{el}/q_1) av det samlede energiforbruket som dekkes av elektrisitet. Forholdet mellom prisen på fyringsolje og elektrisitet (P_{ol}/P_{el}) har betydning for valg av oppvarmingsmåte. På kort sikt legger leilighetenes tekniske utforming en bremse på hvor fritt en kan velge oppvarmingsteknologi. A_{el}/A som uttrykker den del av boligmassen som oppvarmes med elektrisitet alene, er ment å fange opp dette forholdet.

Det er antatt at når den disponible realinntekten (total konsumutgift M deflatert med konsumprisindeksen P) øker, vil flere foretrekke den mer bekvemme og tidsbesparende fyringsmåten som eloppvarming er.

$$(3) \quad \left\{ a) P_{1,t} = \frac{P_{ol}^t q_{ol}^t + P_{el}^t q_{el}^t}{P_{ol}^o q_{ol}^t + P_{el}^o q_{ol}^t}; b) q_1 = q_{el} + q_{ol} \right\}$$

(3a) definerer Paasche-prisindeksen $P_{1,t}$. (3b) definerer en oppdeling av energi i elektrisitet og fyringsolje (egentlig all øvrig energi brukt til stasjonære formål). P_{ol}^o og P_{el}^o er priser i et sammenlikningsår. Vektene i prisindeksene er tidsavhengige. De kan beregnes ved hjelp av (3b) og (2).

$$(4) \quad \Delta A_{el,t} = F_3 \left(\frac{P_{ol,t-1}}{P_{el,t-1}}, \frac{M_{t-1}}{P_{t-1}} \right) \cdot \Delta A_t$$

Relasjon (4) forklarer hva som bestemmer husholdningenes oppvarmingsteknologi. Tilveksten av de leiligheter som kan varmes opp med elektrisitet alene, $\Delta A_{el,t}$, er proporsjonal med tilveksten totalt av leiligheter, ΔA_t . Proporsjonalitetsfaktoren er avhengig av forholdet mellom olje og elektrisitetspris et år i forvegen. Vi antar altså at byggetiden er ett år. Også her antar vi at en realinntektsvekst vil føre til økt bruk av elektrisk oppvarming.

$$(5) \quad A_{el,t} = A_{el,t-1} + \Delta A_{el,t}$$

Relasjon (5) og (4) gjør at en kan beregne tidsutviklingen for den del av boligmassen, $A_{el,t}$, som har kapasitet til å varme opp leilighetene med elektrisitet alene. (4) og (5) gjør at modellen blir dynamisk.

Tabell 1. Forutsetninger om tidsutvikling for de variable som bestemmes utenfor modellen. Årlige vekstrater i prosent (med to unntak).

Tidsperioder	Konsum- prisinivå P pst.pr.år	Pris på bruk av eget trspm P ₂ pst.pr.år	Pris på alle andre goder P ₃ pst.pr.år	Pris på bruk av off. trspm P ₄ pst.pr.år	Total priv forbruk pr. innbygger i faste priser M/P pst.pr.år	Elektrisi- tetspris i forhold til konsum prisinivå Pel/P pst.pr.år	Oljepris i forhold til konsum prisinivå Pol/P pst.pr.år	Middel- folke- mengden F pst.pr.år	Tilvekst av nye boliger ΔA Antall	Bil- tetthet R pst.pr.år	Graddags- tallet G
1977 – 1985	5	5,6	4,5	5,6	1,3	7	0	0,4	30 000	3,5	Lik gjennom- snittet etter
1985 – 1990	5	5,1	4,9	5,1	3,7	0	0	0,3	30 000	3,5	1949.
Kilder	Egne beregninger som er i overensstemmelse med tillegget til regjeringens siste langtidsprogram					Egne forutsetninger		I henhold til siste langtidsprogram.			Egen foruts.

(6) $Q_{el} = q_{el}F$

q_{el} er som nevnt foran elektrisitetsforbruket pr. innbygger. F er middelfolkemengden. Q_{el} er således totalforbruket i norske husholdninger.

Følgende variable blir bestemt av modellen: $q_{1,t}$, $q_{el,t}$, $P_{1,t}$, $\Delta A_{el,t}$, $A_{el,t}$ og $Q_{el,t}$.

Følgende variable bestemmes utenfor modellen: P_t , $P_{2,t}$, $P_{3,t}$, $P_{4,7}$, M_t , G_t , R_t , A_t , ΔA_t , $P_{ol,t}$, $P_{el,t}$, F_t , ($P_{3,t}$ blir egentlig beregnet og slik at det er samsvar mellom Paasche-prisindeksene $P_{1,t}$, $P_{2,t}$, $P_{3,t}$, $P_{4,t}$ og P_t).

3. Forutsetninger om tidsutviklingen for de variable som bestemmes utenfor modellen.

Når en kjenner tidsutviklingen for de variable som bestemmes utenfor modellen, kan en regne ut tidsutviklingen for de variable modellen selv bestemmer. Vi skal lage en prognose for elektrisitetsforbruket fram til 1990. Vi trenger derfor å gjøre forutsetninger om tidsutviklingen for modellens eksogene variable fram til dette tidspunktet. Tabell 1 gir en framstilling av de forutsetninger som er benyttet. Nivåene på de variable i 1977 er kjent fra offentlig statistikk.

Det generelle konsumprisinivå har ingen betydning for modellen. Det er bare forholdet mellom prisene som spiller noen rolle. Det er derfor vilkårlig hva vi setter det generelle konsumprisinivå til. Prisutviklingen for bruk av eget og offentlige transportmidler er i samsvar med de beregninger som gjelder utviklingen i totalt privat forbruk.

Pris på alle andre goder er beregnet slik at det blir samsvar mellom P og P_1 – P_4 . Veksten i det totale private forbruket i faste priser er basert på beregninger som er i samsvar med de, riktignok numerisk

sparsomme, opplysninger som er gitt i tillegget til regjeringens langtidsprogram.

Elektrisitetsprisen i forhold til konsumprisindeksen er forutsatt å stige med 7 pst. pr. år fram til 1985. Hvis det ikke skjer noen ny kraftutbygging innen 1985, vil denne prisøkningen sørge for at el-prisene blir lik kostnadene for å produsere ny kraft i 1985 regnet til 1977-priser. Fra 1985–1990 forutsettes elektrisitetsprisen å stige i takt med kostnaden for å produsere ny kraft. Det er antatt at denne vil følge oljeprisen (jfr. at et alternativ til vannkraft er varmekraft) og at oljeprisene ikke stiger noe utover den alminnelige inflasjon. Denne forutsetningen er også gjort for perioden 1977–85. Signaler i den senere tid tyder på at denne moderate prisutviklingen kan inntreffe. At den moderate prisutviklingen kommer til å fortsette etter 1985 kan kanskje synes mer tvilsom.

4. Prognose-resultater.

I tabell 2 er samlet de viktigste resultatene.

Tabell 2. Prognoser for perioden 1977–1990. Årlig vekstrate i prosent.

Periode	Energi- pris p_1 Vekst Pst.pr.år	Energi- forbruk pr. innbygger q_1 Vekst Pst.pr.år	Elektri- sitets- andelen q_{el}/q_1 Vekst Pst.pr.år	Elektri- sitets- forbruk pr.inn- bygger, q_{el} Vekst Pst.pr.år	Elektri- sitets- forbruk totalt Q_{el} Vekst Pst.pr.år
1977–1985	7,9	÷0,7	0,5	÷0,2	0,1
1985–1990	5,8	3,6	0,6	4,5	4,8

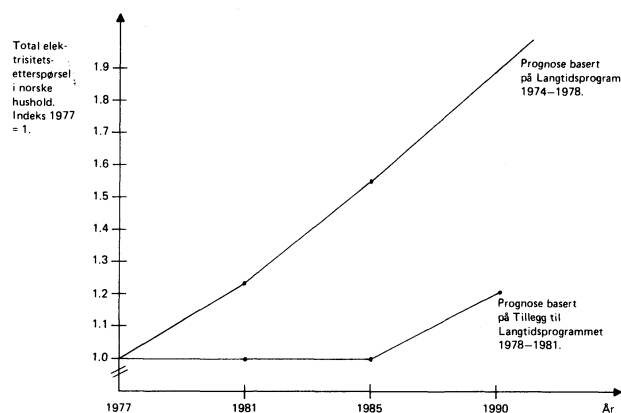
Den kraftige prisøkningen på elektrisitet kombinert med lav realinntektsvekst fører til at energi- og elektrisitetsetterspørselen pr. innbygger faller svakt i perioden 1977–1985. Elektrisitetsandelen går svakt opp til tross for at elektrisitetsprisen stiger i forhold til oljeprisen. Oljeprishoppet i 1973 førte til at den del av boligmassen som har kapasitet til å varmes opp med elektrisitet alene økte vesentlig. (I vår modell økte A_{el}/A fra 0.30 i 1973 til 0.38 i 1977. Inntektsveksten forklarer noe, men langt fra alt av denne oppgangen. Oljeprishoppet fra 1973 til 1974 har en betydelig del av æren for denne oppgangen.) Denne økte el-andelen samt inntektsveksten i perioden 1977–85 sørger for at elektrisitetsandelen går svakt opp i perioden 1977–85.

Elektrisitetsforbruket totalt er i vår prognose beregnet å øke i perioden 1977–85, men bare med 0.1 pst. pr. år. Dette er så godt som nullvekst.

Pris- og inntektsforutsetningene fører til at elektrisitetsforbruket totalt vil stige langt sterkere etter 1985.

I figur 1 er framstilt prognosen for elektrisitetsforbruket totalt i norske hushold. Til sammenlikning er tatt med en prognose basert på langtidsprogrammet for forrige periode, 1974–1977. Denne prognosen er nærmere drøftet i den nevnte artikkelen i Statsøkonomisk Tidsskrift. Veksten i total forbruksutgift var 3.6–3.7 pst. pr. år for hele perioden 1977–1990 i denne prognosen. Elprisen ble også økt i forhold til andre priser, men ikke i så sterk grad som i den laveste prognosen i figur 1. Forskjellen mellom de to prognosene skyldes derfor dels den lavere veksten i total forbruksutgift og dels den kraftigere økningen i elprisen. Reduksjonen i vekstanslaget på total forbruksutgift spiller størst rolle.

Det bør understrekes at prognosene er minst pålitelige for den siste del av prognoseperioden.



Figur 1.

5. Konklusjon.

Prisøkningen på elektrisitet i perioden 1977–1985 er ment å føre til at i 1985 kan det norske kraftmarkedet være villig til å betale det det koster å produsere ny kraft. Fram til 1985 er det forutsatt at omfanget av kraftproduksjonen holdes uendret. Hvis noen brukergrupper vil bruke mer kraft i denne perioden, må det skje på bekostning av andre.

Kombinasjonen av lav reell inntektsvekst og sterk vekst i el-prisene fører til at prognosen for elektrisitetsforbruket i alle norske husholdninger viser praktisk talt null-vekst fram til 1985. I og med at strategien fram til 1985 høyst sannsynlig må føre til at el-etterspørselen fra kraftintensive bedrifter blir kraftig redusert, er dette prognoseresultatet en indikasjon på at enten er perioden 1977–1985 for kort til at målsettingen om pris lik langtidsgrensekostnad kan nås, eller så må andre avtakere enn husholdninger være villige til å ta imot de kraftmengder de kraftintensive bedrifter stiller til disposisjon.

Isolasjon av hus som alternativ til kraftutbygging eller hvilke priser skal en benytte i samfunnsøkonomiske investeringskalkyler?

AV
DOSENT STEINAR STRØM
SOSIALØKONOMISK INSTITUTT
UNIVERSITETET I OSLO

1. Problemstillingen.

I en Sintef-rapport utarbeidet av professor Hans Granum, NTH, 1978: «Boligen og energiforbruket», står følgende om hvilke priser en skal benytte i investeringskalkyler:

«For privatøkonomiske vurderinger er det rimelig å ta utgangspunkt i dagens energipris, som i prinsippet er kjent. . . For samfunnsøkonomiske vurderinger synes det å være enighet om at langtidsgrensekostnad for energi er den som bør brukes. (Det er internasjonal enighet om dette bl.a. i den internasjonale byggforskningsorganisasjon CIB, som i februar 1978 gjennom sin komité Energy Conservation in the Built Environment har gitt en enstemmig anbefaling om dette.)»

Som kjent er prisene på kraftmarkedet langt under hva det koster å bygge ut og levere ny kraft (langtidsgrensekostnaden). Det kan derfor ha store konsekvenser for kalkylenes resultater hvilke priser en bruker. Det er ikke bare byggforskere som hevder at en ut fra samfunnsøkonomiske vurderinger bør verdsette spart energi til dagens langtidsgrensekostnader og ikke til dagens priser. Til og med i dokumenter fra Finansdepartementet er det i den senere tid blitt hevdet et liknende syn. Det vil i denne artikkelen bli gjort rede for hvorfor dette synspunktet er galt og hvilke konsekvenser bruk av uriktige priser har på beslutninger bl.a. innen byggesektoren.

2. Hvilke priser skal en benytte i samfunnsøkonomiske investeringskalkyler?

Svaret på spørsmålet i overskriften er at en skal benytte priser på produkter og innsatsfaktorer lik det en kan få for varene og tjenestene i beste alternative anvendelse. Kalkyleprisene skal være likevekts- eller klareringspriser.

I mange tilfeller er disse kalkyleprisene lik de faktiske og observerbare markedsprisene. Det finnes unntak. I tilfeller hvor en har rasjonering med regulerte priser og ingen omsetning av rasjoneringskvoter

og/eller ledige ressurser, vil kalkyleprisene avvike fra de observerbare markedspriser.

I tilfeller hvor en f.eks. har skjult eller åpen ledighet av arbeidskraft er den faktiske lønn høyere enn den lønn en skal bruke i investeringskalkyler.

Det norske kredittmarked er og har vært regulert. Kredittrasjoneringen har vært effektiv. Rentene har vært regulerte. Noe marked for omsetning av lånetilsagn er og har ikke vært i funksjon. Kalkulasjonsrenten en skal benytte i samfunnsøkonomiske investeringskalkyler vil dermed være høyere enn observerbare realrenter på finansmarkedene. Inntil nylig har myndighetene anbefalt at det benyttes en kalkulasjonsrente på 10 pst. pr. år i samfunnsøkonomiske investeringskalkyler. Det har i den senere tid vært hevdet at en lavere kalkulasjonsrente, f.eks. på 7.5 pst. pr. år, mer er i samsvar med realkapitalens marginalavkastning og det omfang investeringene har i Norge.

Som kjent er prisene på kraftmarkedet langt under hva det koster å bygge ut og levere ny kraft (langtidsgrensekostnaden). Det vil føre for langt her å gjøre rede for hvordan dette misforholdet har kunnet oppstå. For kraft levert kraftintensiv industri er prisen i gjennomsnitt i 1978 i underkant av 5 øre/kwh. Langtidsgrensekostnaden for kraft levert helt frem til forbrukspunktet er ca 14 øre/kwh. For husholdninger er gjennomsnittsprisen ca 11 øre/kwh, eksklusiv moms. Langtidsgrensekostnaden er ca. 25 øre/kwh. Det er da forutsatt en kalkulasjonsrente på 10 pst. Denne forutsetningen opprettholdes i resten av denne artikkelen. Ved en kalkulasjonsrente på 7.5 pst. blir langtidsgrensekostnadene ca 2 øre lavere pr kwh.

På bakgrunn av dette har flere hevdet at prisene bør økes slik at de blir lik langtidsgrensekostnadene.

Det er derfor grunn til å minne om følgende:

Pris i forhold til langtidsgrensekostnad er et investeringskriterium. Siden prisene er lavere enn langtidsgrensekostnadene, er omfanget av kraft-produksjonen for stort. Det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å ta en pause i kraftutbyggingen inntil kraftmar-

kedets betalingsvillighet har økt gjennom f.eks. økonomisk vekst. Heves prisene momentant til nivåene for langtidsgrensekostnadene, vil en ikke få omsatt all den kraft som nå produseres. Ressurser som ikke har noen alternativ anvendelse vil bli liggende utnyttet. Det finnes selvfølgelig den mulighet at en momentant kan eksportere kraft til andre land og til priser lik norske langtidsgrensekostnader. En slik momentan og drastisk prisøkning vil gi en svært, svært stor reduksjon i krafttettspørselen fra norske avtakere, spesielt fra kraftintensiv industri. Den eksporten av kraft som skal til for å gi markedsklarering til priser lik langtidsgrensekostnad blir følgelig svært stor. Sett på bakgrunn bl.a. av den kraftutbygging som har vært foretatt i våre naboland, vil jeg hevde at noen storstilt eksport av kraft fra Norge ikke er aktuelt, iallfall ikke for det relativt korte tidsrom det kan bli tale om. De innenlandske faktiske priser er følgelig klareringspriser. Prisene kan ikke være stort høyere enn det de er. Det at prisene er lavere enn langtidsgrensekostnadene betyr ikke at det er prisene det er noe i veien med, men at kraftproduksjonen har fått et for stort omfang.

Som nevnt i avsnitt 1 har flere ikke bare foreslått å øke prisene momentant på kraften, men at en bør verdsette kraften momentant til priser lik langtidsgrensekostnadene i samfunnsøkonomiske investeringskalkyler. Kalkyler som benytter faktiske priser, blir beskyldt for å være privatøkonomiske kalkyler. Dette er selvfølgelig galt. Benytter en kraftpriser lik langtidsgrensekostnader istedetfor faktiske priser, opererer en med priser som ikke er klareringspriser. Hvis en i dagens Norge hadde stilt alle kraftforbrukerne overfor priser lik langtidsgrensekostnader, ville en som nevnt ha fått et dramatisk stort tilbudsoverskudd av kraft. Det ville ha oppstått en «ledighet» i utnyttningen av våre allerede utbygde vannkraftressurser. Dette hadde vært å sløse med ressursene, akkurat som det er ressurs-sløseri ikke å utnytte fullt ut den arbeidskraft som vil arbeide. Investeringskalkyler som ikke benytter klareringspriser vil dermed føre til ressursløsning; for det er vel meningen at kalkylene skal være mer enn bare en lek ved skrivebordet.

Nå vil flere kunne hevde at prisene på kraft om en stund vil bli lik langtidsgrensekostnadene. Dette er et utsagn om at de fremtidige faktiske priser vil utvikle seg slik at prisene på kraft stiger opp mot langtidsgrensekostnadene. Hvis noe slikt ventes å inntreffe, skal det selvfølgelig med i kalkylene. En pause i kraftutbyggingen og f.eks. fortsatt økonomisk vekst vil kunne føre til at det eksisterer et tidspunkt i fremtiden hvor dagens kraftproduksjon kan bli omsatt til pris lik langtidsgrensekostnad. Spørsmålet er så om og hvor fort noe slikt skjer. Det kan se ut på signaler fra myndighetene at en er villig til å bremse kraftutbyggingen og gradvis få økt kraftprisene. Det vil neppe være mulig å få alle skjevheter rettet opp før innen 6–12 år.

Tabell 1. Isolasjon av yttervegg av tre. Isolasjonsmateriale er mineralull av produktgruppe A.

	Oslo			Lillehammer		
	10	15	20	10	15	20
Isolasjonstykkelse i cm	10	15	20	10	15	20
Nettovarmetap, NV; kwh/m ²	24,7	12,4	8,3	32,1	17,1	12,0
Isolasjonskostnad, I ₀ ; kr/m ²	240	269	287	240	269	287

Jeg skal i neste avsnitt vise at det har praktiske konsekvenser for isolering av hus om en momentant benytter pris lik langtidsgrensekostnad i kalkylene eller om en bruker faktiske priser som beveger seg mot langtidsgrensekostnad over tida.

3. Isolering av hus.

Jeg skal ta for meg isolering av yttervegg av tre.

Ved isolering står en overfor et optimumsproblem. Jo mer en isolerer, jo dyrere blir huset, men jo mindre blir varmetapet. Varmegjennomgangen vil være avhengig av isolasjonsmaterialets art og mengde, samt bygningens lokalisering. På et kaldt sted vil varmegjennomgangen være større, alt annet likt, enn på et mindre kaldt sted.

Kostnadene ved isolasjon regnet i kr/m² består av to komponenter:

- Utgifter til isolasjonsmateriale regnet i kr/m²
- Varmetap regnet i kr/m²

Jo høyere energiprisen er, jo høyere er varmetapet regnet i kr.

La C være kostnadene ved isolasjon regnet i kr/m². La I_0 være utgiftene til isolasjonsmateriale regnet i kr/m² og la NV være nettovarmetap regnet i kwh/m². I det følgende vil jeg innskrenke valgområdet for en husbygger ved at jeg antar en gitt innetemperatur i boligen, nemlig 20°C. I en mer perfekt tilpasning bør isolasjon og innetemperatur kunne bli valgt simultant. De forskjellige rom kan dermed bli isolert forskjellig og isolasjonens art og tykkelse vil kunne variere fra husbygger til husbygger. I den byggøkonomiske litteratur jeg har hentet eksempler fra er det ikke vanlig å åpne opp for slike individuelle valg av innetemperatur.

Fra den nevnte Sintef-rapporten har jeg hentet tallene i tabell 1.

Isolasjonskostnadene er basert på innhentede priser fra byggmestre i Trondheimsområdet. Det er antatt at disse prisene er ens over hele landet.

En isolasjonstykkelse på 10 cm er det som har vært vanlig i 1970-årene. 15 cm er den isolasjonstykkelse som de nye byggeforskriftene fra 1978 foreskriver. 20 cm er hva Granum i den nevnte Sintef-rapporten sier «kan bli mye brukt i fremtiden».

La $p_{e,t}$ være energipris, inklusive installasjonskostnader av oppvarmingsutstyr, på tidspunkt t og regnet i kr/kwh.

Granum sier i Sintef-rapporten at de faktiske priser i 1978 er:

- basert på elektrisitet 0.15 kr/kwh
- basert på petroleum 0.18 kr/kwh.

En pris på elektrisitet, inklusive installasjonskostnader, på 0.15 kr/kwh er noe høy. Elektrisitetsprisen, eksklusiv moms, er som nevnt ca 0.11 kr/kwh. Det er mulig at installasjonskostnadene er så høye som 0.04 kr/kwh, men det betviles. Det er mulig at prisen er inklusiv moms. Momsen på elektrisitet varierer i Norge fra sted til sted, noen steder er den over 20 pst., andre steder er den under 20 pst. Den varierende momssats er ment å motvirke regionale skjevheter i el-prisene. I samfunnsøkonomiske kostnads-nytteanalyser skal prisene som benyttes være eksklusiv moms, idet dette i prinsippet er en generell forbruk-savgift pålagt alle varer. Varer og tjenester som er pålagt en momssats forskjellig fra 20 pst. kan i kostnads-nytteanalysen bli oppfattet som om det er pålagt en særavgift eller et subsidium. Det er på denne bakgrunn noe problematisk å beregne en elektrisitetspris som er renset for en generell avgift på 20 pst. 0.11 kr/kwh i 1978 er imidlertid ikke et urimelig anslag. 0.15 kr/kwh er dermed for høyt. Det er heller ikke helt korrekt å ta hensyn til installasjonskostnadene ved å plusse på el-prisene for alle år fremover.

Isolasjon av hus vil gi den største varmegjenvinning når det er kaldest ute. Dette er også det tidspunkt på året hvor elektrisitetsforbruket er høyest. Isolasjon av hus vil dermed kunne spare en marginal utbygging som skal til for å dekke toppbelastningen. Denne kostnaden vil være lik langtidsgrensekostnaden i et optimalt tilpasset system. I den norske elforsyningen vil det imidlertid være billigere å dekke dette kraftbehovet ved å ta kraft fra de som nå får kraften billig, istedet for å bygge ut ny kraft. 0.15 kr/kwh er som nevnt i overkant av hva husholdningene nå betaler for elektrisitet. Den faktiske el-pris er imidlertid også ideelt sett lavere enn dette, siden andre forbrukere, som den kraftkrevende industri, får kraften langt billigere enn husholdningene. Nå kan en ikke ta et veiet gjennomsnitt av disse el-prisene i og med at den elektrisitet kraftintensiv industri får er en annen vare (høyere spenning, lavere distribusjonskostnad osv.) enn den husholdningen får. Den effektive pris husholdningene skulle belastes er imidlertid lavere enn den de faktisk betaler. Dette har vi ikke tatt hensyn til, men satt den faktiske el-prisen i dag lik det Granum har anslått den til. Idet jeg ikke vil blande inn for mange korreksjoner i kalkylene, aksepterer jeg i denne artikkelen derfor Granums tall for el-prisen i 1978, altså 0.15 kr/kwh. Konklusjonene nedenfor er dermed belastet med den feilkilde at isolasjonen blir for tjukk i forhold til hva som ideelt sett hadde vært optimalt.

Langtidsgrensekostnaden for elektrisitet i 1978 blir av Granum anslått til 0.20 kr/kwh. Langtidsgrensekostnaden for kraft levert som varme inne i huset er høyere enn 0.20 kr/kwh. Med en kalkulasjonsrente på 10 pst. pr. år er det nærmere ca 0.25 kr/kwh enn 0.20 kr/kwh.

Valg av isolasjonens tykkelse antas å bli bestemt slik:

Velg den isolasjonstykkelse som gjør total-kostnadene minst mulig:

$$\text{minimaliserer } C = I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{P_{e,t}}{(1+r)^t} NV$$

m.h.p. isolasjonstykkelse. Isolasjonstykkelsen kan anta verdien 10 cm, 15 cm og 20 cm.

I kalkylen i Sintef-rapporten setter Granum prisen idag på elektrisitet lik langtidsgrensekostnaden som iflg. hans anslag er 0.20 kr/kwh. Det forutsettes at denne energiprisen vokser med 3 pst. pr. år i forhold til «alle andre priser». Dette anslaget på utviklingen av energipriser er hentet fra en WAES rapport. r er en realrente og lik den samfunnsøkonomiske kalkulasjonsrente. Den er satt til 10 pst. pr. år. Boligens levetid er satt til 30 år.

Opp mot denne beregningen setter jeg to alternativ.

I alternativ 1 settes energiprisen i dag lik den faktiske elpris (eller det Granum har anslått til faktisk elpris) på 0.15 kr/kwh. Det forutsettes videre at det er mulig å få økt relativt hurtig denne prisen i forhold til andre priser slik at allerede etter 6 år har den relle elprisen nådd opp til Granums anslag på langtidsgrensekostnaden på 0.20 kr/kwh. Deretter forutsettes elprisen å vokse med 3 pst. i forhold til prisnivået generelt. Forøvrig benyttes samme forutsetninger som hos Granum. Alternativ 1 gir dermed en rendyrket korrigering av den feil Granum og andre gjør; nemlig å benytte langtidsgrensekostnad momentant istedetfor markedsklareringspriser.

I alternativ 2 er det benyttet et mer realistisk anslag på energiprisutviklingen fremover og på nivået for langtidsgrensekostnaden. Det er også forutsatt at folk vil velge den oppvarmingsmåte som er billigst. Siden oljeprisen i 1978 var 0.18 kr/kwh og siden elprisen over tid vil bevege seg mot en langtidsgrensekostnad som er høyere enn 0.18 kr/kwh, vil det eksistere et fremtidig tidspunkt hvor en vil dekke sin oppvarming med oljefyring.

I alternativ 2 er det dermed forutsatt at energiprisen i 1978 er lik den «faktiske» elprisen og lik 0.15 kr/kwh. Langtidsgrensekostnaden økes imidlertid til det mer realistiske nivå 0.25 kr/kwh. En overgangstid på 6 år er dermed sannsynligvis for snau. Det antas en overgangstid på 11 år, slik at den reelle kraftpris kan bli lik langtidsgrensekostnaden fra 1990 av. I denne overgangstiden skal alle elpriser, også de som kraftintensiv industri betaler, økes opp til langtidsgrensekostnadsnivået samtidig som det er stans i kraftutbyggingen. En slik omstilling vil ta tid. Jo lettere det

Tabell 2. Isolasjon av yttervegg av tre under ulike forutsetninger om energipris. Kostnader i kr. pr. m².

Isolasjonstykkelse i cm. ¹⁾	Oslo			Lillehammer		
	10 cm	15 cm	20 cm	10 cm	15 cm	20 cm
Isolasjonskostnad i kr/m ² . <i>Granums forslag</i> . Pris lik langtidsgrensekostnad fra 1978 av.	302,52	300,42	308,03	321,33	312,32	317,40
Isolasjonskostnad i kr/m ² . <i>Alternativ 1</i> . Faktisk el. pris fra 1978. Lav langtidsgrensekostnad og ikke oljefyr.	291,43	294,82	304,28	306,83	304,60	311,98
Isolasjonskostnad i kr/m ² . <i>Alternativ 2</i> . Faktisk el. pris fra 1978. Høy langtidsgrensekostnad. El. oppvarming til 1981. Oljefyr på 1980-tallet. «Realistisk alternativ».	287,20	292,70	302,86	301,34	301,67	309,93

¹⁾ 10 cm var den vanlige isolasjon i 1970-årene. 15 cm er isolasjonstykkelse iflg. nye byggeforskrifter fra 1978.

er å få overført ressurser fra en næring til en annen, jo kortere kan overgangsperioden bli. Den er neppe kortere enn 6 år (alternativ 1), men mest realistisk er vel 10–12 år. Dette betyr at fra 1978 og til 1989 vokser elprisen med 4.8 pst pr. år i forhold til det generelle prisnivå.

Det er flere signaler som tyder på at oljeprisen for de nærmeste år vil vokse i takt med det generelle prisnivå. Dette er også forutsatt i meldinger fra Finansdepartementet, f.eks. i «Tillegg til Langtidssprogrammet 1978–1981». I flere internasjonale studier forventes imidlertid oljeprisen å vokse sterkere enn andre priser i slutten av dette århundret. Det er derfor forutsatt at oljeprisen holder seg konstant (i forhold til det generelle prisnivå) fram til 1985. Fra da av vokser oljeprisen med 3 pst. pr. år i forhold til det generelle prisnivå. Elprisen vil etter dette være lavere enn oljeprisen fram til 1981. For resten av 1980-årene vil oljeprisen være lavere enn elprisen. Ut på 1990-tallet vil oljeprisen nå opp til nivået for elprisen på 0.25 kr/kwh. Deretter vil elprisen forutsettes å vokse i takt med oljeprisen. Fram til 1981 benytter folk el til husoppvarming. Fra 1981 av blir oljeoppvarming lønnsomt og fra tidlig på 1990-tallet skulle folk være indifferent mellom oppvarmingsmåtene. Forøvrig er forutsetningene de samme som i Granums beregning.

Det er ikke tatt hensyn til at isolasjon av hus (det er jo her tale om alle nybygg, ikke bare et enkelt) vil redusere etterspørselen totalt av elektrisitet og dermed redusere prisen på elektrisitet i forhold til hva den ellers ville ha blitt. Overgangsperioden vil dermed ha blitt lengre enn de 6 år som er forutsatt i alternativ 1 og de 11 år som er forutsatt i alternativ 2. Ideelt sett skal en i samfunnsøkonomiske investeringskalkyler ta hensyn til endringer i relative priser som prosjektet medfører. Siden isolasjon av boliger og forretningsbygg kan ha stor virkning på den totale elektrisitetsetterspørselen og dermed på den øvrige økonomien, kan en ikke se bort fra at problemstillingen egentlig burde vært behandlet innenfor en likevektsmodell knyttet til hele eller en stor del av den

norske økonomien. Virkningene på elprisen av isolasjon av hus er altså ikke tatt med. Dette er en feilkilde og fører til at beregningene nedenfor overdriver isolasjonstykkelsen.

Som nevnt foran benytter både Granum og jeg en kalkulasjonsrente på 10 pst. En lavere kalkulasjonsrente, f.eks. 7,5 pst., vil føre til to effekter som trekker i hver sin retning. For det første vil de framtidige varmetapskostnadene få større vekt. Dette trekker i retning av økt isolasjon i dag. For det andre vil langtidsgrensekostnaden for elektrisitet bli mindre og dermed også den prisøkning på el som skal til for å bringe prisen opp til langtidsgrensekostnaden. Dette trekker i retning av redusert isolasjon i dag.

En levetid av boligen på 30 år kan virke kort. En lengre levetid vil gjøre det lønnsomt med økt isolasjon i dag. Med en kalkulasjonsrente på 10 pst. er imidlertid virkningen av en økt levetid fra 30 år til f.eks. 40 år ikke særlig utslagsgivende.

4. Konklusjon

Av tabell 2 ser vi at iflg. Granums forslag er den optimale isolasjon 15 cm både i Oslo og på det noe kaldere stedet Lillehammer. Ved å gjøre kalkylen mer korrekt, men ikke å innføre nye forutsetninger, ser vi at alternativ 1 gir en redusert optimal isolasjon i Oslo på 10 cm. Isolasjonen i Lillehammer blir den samme. I den mer realistiske kalkylen, alternativ 2, er den kostnadsminimaliserende isolasjon 10 cm både i Oslo og Lillehammer. Vi ser forøvrig at kostnadskurven er relativt flat rundt minimumspunktet i Granums tilfelle. Alternativ 1 og 2 gjør at minimumspunktet blir skarpere bestemt. I Granums tilfelle betyr det altså kostnadmessig mindre om en velger feil og benytter 10 eller 20 cm istedetfor 15 cm. I alternativ 1 betyr det mer om en avviker fra det kostnadsminimerende isolasjonslag. Det samme gjelder for Oslo i alternativ 2, men for Lillehammer i alternativ 2 betyr det mindre om en istedetfor en optimal isolasjon på 10 cm velger en isolasjon på 15 cm.

Kalkylen viser at det har praktiske konsekvenser om en i dagens Norge feilaktig benytter pris lik langtidsgrensekostnader momentant istedetfor faktiske priser og endringer i relative priser over tid.

Konsekvensene er mer alvorlige enn at det velges for tjukk isolasjon. Hvis en i alle drifts- og investeringskalkyler, feilaktig, benyttet momentant en pris på kraft lik langtidsgrensekostnad, ville etterspørselen etter kraft bli langt mindre enn om en hadde benyttet faktiske priser. Den faktiske elprisen ville da måtte gå ned i forhold til det generelle prisnivå for å skaffe markedsklarering. Selv med en pause i kraftutbyggingen ville gapet mellom pris og langtidsgrensekostnad øke. Hvis det heller ikke blir tatt en pause i kraftutbyggingen, vil langtidsgrensekostnaden øke. Gapet ville da blitt enda større. Det ville ha gått lengre tid før pris kunne bli lik langtidsgrensekostnaden og altså før en hadde kommet i en langtidslukevektssituasjon.

I en langtidslukevekt vil en måtte simultant bestemme el-produksjonens omfang, tilhørende lang-

og korttidsgrensekostnader og de priser som skal til for å klarere markedet. Som nå ville prisene bli minst lik korttidsgrensekostnadene og i motsetning til nå også lik langtidsgrensekostnaden. Det er en umulig oppgave å gjøre som nå hvor en først og uavhengig av etterspørsel og priser bestemmer el-produksjonens omfang, beregner så langtidsgrensekostnaden for så å drøfte eller til og med foreslå at pris skal settes lik langtidsgrensekostnaden. Pris oppfattet som en klareringspris kan bare bli lik langtidsgrensekostnaden i en langtidslukevekt. Der er vi ikke nå. Bruk av feilaktige priser i kalkylene hvor elbruk inngår vil føre til at det vil ta lengre tid før en når frem til langtidslukevektsløsningen. En får ikke elprisen opp ved fiktivt å sette den opp i investeringskalkyler. Det er ikke elprisene det er noe i veien med, men elproduksjonens omfang. Det er først ved å ta en pause i kraftutbyggingen en gradvis kan få økt elprisene i forhold til andre priser og slik at en innen en rimelig tid kan nå opp til nivået for langtidsgrensekostnadene.

FINANS- OG TOLLDEPARTEMENTET.

Sosialøkonomer/siviløkonomer til Økonomiavdelingen.

Økonomiavdelingen har ansvaret for å koordinere opplegget og gjennomføringen av den økonomiske politikken, herunder utarbeiding av Nasjonalbudsjettet og Revidert nasjonalbudsjett.

Fungering som førstekonsulent/konsulent ved Nasjonalbudsjettkontoret.

Kontoret har hovedansvaret for koordinering av arbeidet med årlige nasjonalbudsjett og reviderte nasjonalbudsjett. Samordning av nasjonalbudsjett og langtidsprogram. Analyse og vurdering av konjunkturutviklingen gjennom året. Medvirkning i internasjonalt samarbeid vedrørende konjunkturutviklingen.

Det vil bli lagt vekt på teoretiske kunnskaper og analytiske evner.

Nærmere opplysninger ved henvendelse til avdelingsdirektør Thorvald Moe i telefon 11 98 10 eller byråsjef Jan Halvorsen i telefon 11 98 17.
Lønnstrinn 23/18–21.

Engasjement som førstesekretær ved Utredningskontoret.

Kontoret har ansvaret for videreutvikling av metoder og hjelpemidler for analyse av økonomisk politikk, herunder makro-økonomiske modeller m.v. Førstesekretæren skal delta i løpende utredningsarbeid og bistå ved bruk av den makroøkonomiske modellen MODIS m.v. Det vil bli lagt vekt på teoretiske kunnskaper og analytiske evner.

Nærmere opplysninger ved henvendelse til byråsjef Jan M. Gregersen i telefon 11 98 21 eller byråsjef Jan Fredrik Qvigstad i telefon 11 98 26.
Lønnstrinn 14–19.

Søknader innen 22. desember til
FINANS. OG TOLLDEPARTEMENTET
Adminstrasjonskontoret,
Postboks 8008
Dep., Oslo 1.

MSG og energi

AV

FORSKER SVEIN LONGVA OG KONSULENT ØYSTEIN OLSEN
STATISTISK SENTRALBYRÅ



1. Bakgrunn og formål

I samarbeid med NVE og personer ved Sosialøkonomisk Institutt arbeider Statistisk Sentralbyrå med å utforme et makroøkonomisk modellverktøy for energistudier. Formålet med prosjektet er å utvikle de modeller som i dag brukes i den makroøkonomiske planlegging, til også å dekke energispørsmål på en tilfredsstillende måte. I første fase av prosjektet er det meningen å konsentrere interessen om de mer langsiktige aspekter av samspillet mellom energi og økonomisk styring og utvikling, senere kan det bli aktuelt å ta opp mer kort- og mellomtsiktige problemstillinger. Dette siktemålet gjør MSG-modellen til et naturlig utgangspunkt ved bygging av en energimodell. Deler av prosjektarbeidet vil imidlertid bli lagt opp slik at resultatene senere kan utnyttes også i MODIS ved bruk av denne modellen til energianalyser.

Ved å videreutvikle MSG til en energimodell sikres konsistensen mellom studier av energispørsmål og andre makroøkonomiske problemstillinger. En slik integrering av energiplanlegging og tradisjonell makroøkonomisk planlegging er et gjennomgående siktemål med prosjektet. Det er derfor ikke meningen å bygge en helt ny modelltype for langtidsanalyser. Hovedtrekkene i MSG vil bli beholdt samtidig som modellen bygges om på de punkter som er nødvendig for å gi energi en tilfredsstillende behandling.

I utviklingen av energimodellen har vi i første omgang valgt å konsentrere arbeidet om en bedre representasjon av produksjon og forbruk av *elektrisitet*. Ved utarbeiding av planer for elektrisitetsforsyningen har det hittil vært benyttet relativt enkle prognosemetoder hvor hovedelementet har vært forutsetninger om proporsjonalitet mellom produksjon og elektrisitetsforbruk i hver sektor. Konsumprognoser har vært tilsvarende enkle. En del av ringvirk-

Svein Longva tok sosialøkonomisk embetseksamen 1967, Ansett som konsulent i Statistisk Sentralbyrå 1968, forsker 1973, leder av Gruppe for modellutvikling.

Øystein Olsen tok sosialøkonomisk embetseksamen 1977 og har siden vært ansatt som konsulent i Statistisk Sentralbyrå, Gruppe for modellutvikling.

ningene i økonomien er blitt tatt hensyn til ved at produksjonsutviklingen for de ulike næringer er basert på Langtidsprogram og beregningsresultater fra MSG-modellen. Et sentralt punkt i energiprojektet i denne første fasen er å forbedre det modellmessige grunnlaget for konsistens mellom planer for elektrisitetssektoren og utviklingslinjer i den øvrige samfunnsøkonomien. Vi vil også prøve å spesifisere de makroøkonomiske styringsmuligheter i energiplanleggingen.

2. Modellrammen.

Både i Langtidsmodellutvalgets innstilling (NOU 1976:8) og i andre utredninger er det anbefalt at utvikling av et analyseapparat til bruk i den overordnede energiplanleggingen bør knyttes til eksisterende makroøkonomiske modeller. Samtidig er det klart at modeller av typen MSG (og MODIS) først og fremst er egnet til å gi et forsøksvis konsistent *totalbilde* av samfunnsøkonomien hvor sentrale indirekte virkninger er tatt vare på. De vil i en viss forstand gi rammebetingelser som de som har ansvaret for gjennomføringen av konkrete sektorplaner, skal arbeide etter. Når en derfor eksplisitt søker å trekke sektorplanlegging inn i det tradisjonelle makroøkonomiske modellsystem for planlegging stiller dette spesielle krav til analyseapparatet. Begrepsdannelsen for energistrømmer samt de relasjoner som beskriver produksjon og forbruk av energivarer krever spesiell oppmerksomhet. MSG vil derfor måtte endres på vesentlige punkter for å gi energi en tilfredsstillende behandling.

Ved en kobling av en sektoranalyse til et makroøkonomisk modellapparat vil en felles begrepsdannelsen være av avgjørende betydning. Nasjonalregnskapet er i dag det begreps- og datamessige grunnlag for makroøkonomisk styring og planlegging. En utvikling av de modeller som bygger på dette datagrunnlaget, i retning av energianalyser krever derfor at energivarestrømmene spesifiseres slik at regnskapet er egnet som datagrunnlag og utgangspunkt også når energisektoren stilles i fokus. I nasjonalregnskapet og i de økonomiske modeller brukes varestrømmer målt i faste verdier som mengdebegrep. For at det

Sosialøkonomen nr. 9 1978

skal være mulig å «kommunisere» med de som har ansvaret for den faktiske implementering av sektorplaner, må disse verditallene entydig kunne «oversettes» til fysiske størrelser. Videre er det slik at en enhet av en vare, deriblant ulike typer energi, målt i faste verdier må ha samme mengdemessige meningsinnhold (dvs. ressursinnhold) i alle markeder for at samspillet mellom sektorene skal bli korrekt representert i den økonomiske modellen. Dette stiller også krav til entydighet mellom faste verditall og fysiske målte størrelser.

I det følgende vil vi kort redegjøre for de endringer av begrepsmessig og relasjonsmessig art i MSG som er nødvendig for å lage en formålstjenlig energimodell. Samtidig vil oversikten gi en beskrivelse av de sentrale blokker i modellen.

2.1 Vare- og sektorinndelingen.

Det forhold at en ønsker å konstruere en «energi-modell» setter selvfølgelig spesielle krav til vare- og sektorinndelingen. Det er ønskelig at alle viktige energibærere blir spesifisert som egne varer i modellen, og at de næringsgruppene som produserer og distribuerer disse varene skilles ut som egne sektorer. Videre må det tas hensyn til de krav energi som innsatsfaktor i produksjonen og konsumet setter til sektorinndelingen. Dette synspunkt ligger for eksempel til grunn for behovet for å etablere «rene» kraftintensive sektorer i modellen.

Brukserfaringer med MSG, samt systemtekniske årsaker, tilsier en aggrering på enkelte punkter sammenlignet med MSG's nåværende sektorinndeling. Alt i alt betyr dette at energimodellen, i alle fall i første fase, vil få i underkant av 30 produksjonssektorer og vel 30 varer.

2.2 Behandlingen av produksjon og distribusjon av elektrisitet.

I første fase i modellarbeidet tar vi som nevnt sikte på en bedre spesifikasjon av de relasjoner som beskriver produksjon og forbruk av elektrisk kraft. Målet er at modellverktøyet i denne omgang skal kunne nyttes bl.a. til å lage prognoser for elektrisitetsforsyningssektoren. For at analyseapparatet skal kunne brukes til dette formål, må som nevnt de faste verdistørrelsene i modellen kunne oversettes til fysiske størrelser. I modellens produkt- og nyttefunksjoner bør også elektrisitet målt i faste verdier kunne gis en mengdemessig relatering. I begge tilfeller synes kWt å være et nærliggende mål. I nasjonalregnskapet (og i MSG og MODIS) er *basisverdi* det grunnleggende verdibegrep for varestrømmer; disse verdiene er framkommet ved at avgifter, subsidier og handelsavanser er trukket ut av kjøperverdiene. For elektrisitet vil avvik mellom basisverdien og det fysiske målet kunne skyldes to forhold:

- a) at distribusjonskostnadene (inklusive overføringstap) pr. kWt varierer mellom ulike mottakere
- b) at det eksisterer prisdiskriminering i markedet for elektrisk kraft.

Både a) og b) er karakteristiske trekk ved omsetningen av elektrisitet. Sagt på en populær måte har en krone elektrisitet ikke det samme mengdemessige innhold i alle anvendelser; vridninger mellom anvendelseskategorier over tid vil medføre at det ikke vil være proporsjonalitet mellom kWt og basisverdien på tilgangssiden.

For å komme fram til et verdibegrep for elektrisk kraft som også er korrigert for de nevnte forhold, vil vi i energimodellen dele elektrisitetsforsyningssektoren i nasjonalregnskapet i to:

- i) en sektor for *produksjon* av elektrisitet
- ii) en sektor for *distribusjon* av elektrisitet

i) vil bestå av selve kraftstasjonene, mens en med «distribusjon» i denne sammenheng skal forstå overføring, transformering og fordeling av elektrisitet; altså «transporten» av elektrisiteten helt fram til de ulike forbrukere. i) og ii) behøver ikke nødvendigvis spesifiseres som to selvstendige sektorer i modellen; det vesentlige i denne sammenheng er at produksjonen av de to varer blir representert med hver sin produksjonsstruktur i modellen. I tillegg til arbeidskraft, kapital og vareinnsats vil totalt overføringstap bli ført som en innsatsfaktor i produksjonen av distribusjonstjenester.

Hvis en nå også «renser» elektrisitetsleveransene for prisdiskriminering kommer en fram til et verdibegrep for elektrisitet som er tilnærmet proporsjonalt med kWt. I modellen kan prisdiskriminering representeres ved et sett av fiktive avgifter.

Å korrigere for de to forholdene a) og b) krever en videre oppsplitting av verditall i nasjonalregnskapet. Dette innebærer betydelige datamessige problemer; dvs. det er vanskelig å finne ut hvor mye av forskjellen mellom den pris en forbruker betaler og «prisen (kostnaden) ved kraftstasjonsvegg» som skyldes henholdsvis a) og b). Skillet er vesentlig fordi «distribusjonstjenester» krever ressursinnsats, mens «prisdiskriminering» pr. forutsetning er av fiskal art.

2.3 Produksjonsstrukturer

Den nåværende MSG-modellen er bygd opp omkring en kryssløpskjerne hvor bruttoproduktet og vareleveranser til og fra hver sektor er knyttet sammen i faste forhold. Arbeidskraft og realkapital forutsettes derimot å være innbyrdes substituerbare produksjonsfaktorer. Et sentralt element i arbeidet med energimodellen er å utvide disse substitusjonsmulighetene til også å gjelde andre grupper av innsatsfaktorer. Dette synes spesielt viktig når modellen rettes inn mot konkret, fysisk planlegging; internasjonale studier tyder nemlig på betydelige muligheter til substitusjon (på lang sikt) mellom energi og andre innsats-

faktorer som arbeidskraft, kapital og øvrig vareinnsats. Det vil også være viktig å få spesifisert hvordan ulike energivarer kan erstatte hverandre i en produksjonsprosess. Ser vi på en vilkårlig valgt sektor kan vi skissemessig la

- A_X representere produksjonen
- N stå for arbeidskraftinnsats
- K stå for innsats av realkapital
- A_E stå for energiinnsats
- A_M stå for innsats av andre varer

De spesifiserte variable vil være aggregater av underliggende enkeltstørrelse (varer eller primærfaktorer) i modellen. I første fase av modellprosjektet vil vi la alle enkeltstrømmer i en sektor som danner et aggregat, stå i et fast forhold til hverandre, med et mulig unntak for energi der aggregeringsfunksjonen bør være mer fleksibel.

Mellom aggregatene vil vi imidlertid generelt tillate muligheter for substitusjon, ved at det i hver sektor spesifiseres en produktfunksjon av nyklassisk type:

$$(*) A_X = f(A_E, A_M, N, K)$$

Under visse adferdsmessige forutsetninger kan en fra en produktfunksjon av typen (*) avlede en korresponderende kostnadsfunksjon; som gir en implisitt beskrivelse av produksjonsstrukturen i sektoren. Både løsningsteknisk og med tanke på estimering vil det kunne være en fordel med bruk av kostnadsfunksjoner i modellstrukturen. En slik spesifisering vil derfor bli utprøvd for de fleste produksjonssektorer i energimodellen. Det tas sikte på å benytte relativt generelle funksjonsformer, i den forstand at både skalaegenskaper og de ulike substitusjonsforhold vil bli gjenstand for estimering.

Ut fra et energisynspunkt er det for enkelte sektorer ønskelig med en mer detaljert og teknologisk orientert behandling av produksjonsstrukturen enn det vanlige nyklassiske funksjonsformer kan uttrykke. Dette gjelder både produksjonssektorene for de viktigste energivarene og de største brukerne av disse produktene, for eksempel den kraftintensive industrien. For disse sektorene tar en sikte på å utnytte kjennskap til produksjonsteknologi – eksisterende og framtidige – utover den informasjon sektorbaserte tidrekker i eksisterende statistikk kan gi. Det vil følgelig bli nødvendig å knytte kontakt med tekniske miljøer og institusjoner. Det vil ikke være hensiktsmessig å integrere disse sektormodellene fullstendig i selve hovedmodellen; modellene kan imidlertid brukes som en sjekk på om de sterkt forenklede forutsetninger modellen legger til grunn for enkeltsektorer er rimelige og de kan eventuelt utnyttes i en iterasjonsprosess.

2.4 Konsummodellen.

Konsummodellen i MSG inneholder ni konsumaggregater eller -grupper, hvor enkeltvarene i hvert ag-

gregat står i et fast forhold til hverandre. En av konsumgruppene er «bolig, lys og brensel». En slik gruppering er uheldig i en modell som skal være spesielt innrettet på energianalyser. Dette aggregatet vil derfor bli delt i tre; i en gruppe for bolig, en for lys (elektrisitet) til husholdningsapparater og en for varme (brensel). På samme måte som i MSG vil sammenknytningen mellom konsumaggregatene representeres ved et sett av etterspørselsfunksjoner, som har relative priser og totalt konsumutgift som forklaringsvariable.

For de fleste av konsumgruppene i energimodellen vil en trolig opprettholde forutsetningen om fast varesammensetning. Unntaket er to sektorer som er særlig interessante fra et energisynspunkt, nemlig transportsektoren og brenselsektoren. For disse gruppene vil mer fleksible aggregeringsfunksjoner bli lagt til grunn; ved at det gis muligheter til substitusjon mellom de enkelte varene. Konsumgruppen «varme» kan for eksempel framskaffes i husholdningene ved ulike (og ikke-proporsjonale) kombinasjoner av elektrisitet, fyringsolje og fast brensel. Et slikt «hierarki» av aggregater og forbindelsen dem imellom er analogt med utformingen av produksjonsstrukturen.

3. Anvendelse av energimodellen

3.1 Generelle synspunkter

Som tidligere nevnt har vi til hensikt å konstruere en makromodell som er relativt disaggregert også når det gjelder gruppering utenom energisektoren. I likhet med alle slike modeller vil dens styrke først og fremst ligge i at den gir et konsistent totalbilde av økonomien, og at den kan brukes til å skissere alternative utviklingsbaner som følge av ulike forutsetninger om eksogene variable.

I energimodellen vil det være av spesiell interesse å studere virkninger av ulike former for energipolitikk; på energisektoren spesielt og på den øvrige samfunnsøkonomien. Dette krever at modellen blir relativt virkemiddelorientert og operasjonell i den forstand at de virkemidler myndighetene disponerer til «energipolitikk» er representert eller lar seg oversette til parametre i modellen. I modellen vil vi f.eks. legge til grunn at myndighetene direkte eller via elektrisitetsavgiften kan fastlegge prisen på elektrisk kraft. Det vil derfor bli mulig å bruke modellen til å analysere virkningen av økt elektrisitetspris på elektrisitetsforbruket, på sentrale makroøkonomiske størrelser og på næringsstrukturen.

3.2 Optimal utbyggingstakt

Et mulig kriterium for å vurdere investeringsnivået i elektrisitetsforsyningssektoren er å sammenligne den pris kjøperne betaler for elektrisitet med langtidsgrensekostnaden (kostnader ved å foreta en marginal økning i elektrisitetsproduksjonen). Omfanget av elektrisitetsproduksjonen kan sies å være optimalt hvis prisen er akkurat lik grensekostnaden. I det nevnte NOU 1976:8 er det antydnet hvordan MSG kan

utnytte kostnadsberegninger i NVE på en slik måte at utviklingsbanen for økonomien og spesielt i kraftsektoren tilfredsstiller dette kriteriet. Prisen på elektrisitet forutsettes gitt eksogent i modellen, som så brukes til å beregne en forventet etterspørsel etter elektrisk kraft. Til den produksjon som skal til for å dekke denne etterspørsel svaret et bestemt nivå på langtidsgrensekostnad. Denne størrelse kan beregnes i NVE og sammenlignes med den eksogent gitte prisen. Ved hjelp av en iterasjonsprosess kan en så generere en utviklingsbane for økonomien og spesielt en investerings- og prisutvikling for elektrisk kraft som (tilnærmet) tilfredsstiller det nevnte optimumskriterium.

3.3 Begrensninger ved analyseapparatet

I en disaggregert makroøkonomisk modell vil det alltid være samspillet mellom sektorene som er det sentrale element, adferd og teknologi innen sektorene må tross alt gis en sterk forenklet representasjon. Detaljerte sektormodeller vil derfor være et viktig og nødvendig supplement og korrektiv til makromodelen. Et eksempel på dette vil være studier av tiltak for energioptimalisering. De viktigste virkningene på økonomien og på energisektoren vil kunne studeres i energimodellen, fordi energiprisen(e) trolig er det sentrale virkemiddel i denne sammenheng. Men det vil kreve spesielle sektorstudier for å analysere hvordan en omlegging i produksjonsprosessene og i boliger i retning av lavere energibruk konkret kan gjennomføres.

I energiprosjektets første fase, hvor det arbeides med å forbedre representasjonen av elektrisitetsstrømmene i modellen, vil analyseapparatet naturlig være best egnet til å studere problemstillinger innenfor kraftsektoren. Etter hvert som modellverktøyet bygges ut ytterligere på energisiden, vil den kunne være egnet til å analysere et bredere spekter av energiokonomiske problemstillinger.

Det bør også påpekes at de fleste særtrekk ved MSG vil leve videre i energimodellen. For energianalyser er det særlig problematisk at den økonomiske vekst i hovedsak er gitt utenfor modellen, ved at total sysselsetting og realkapital samt rater for teknisk framgang er eksogene størrelser. Videre innebærer eksportens betydning for norsk økonomi at de energiplaner som utformes ved hjelp av modellen vil være forbundet med betydelig usikkerhet. Den kraftintensive industrien i Norge bruker ca. 40 prosent av total tilgang av elektrisitet. Samtidig eksporterer for eksempel aluminiumsindustrien nesten alt den produserer. De eksogene forutsetningene om eksportmuligheter som må gis i modellen vil derfor i meget sterk grad påvirke utviklingen i kraftforbruket. Det arbeides i dag med forbedring av MSG-modellen på flere punkter. Resultater fra disse prosjektene vil, etter hvert som de fullføres, kunne utnyttes i energimodellen. Hvorvidt dette vil resultere i at energimodellen vil avløse MSG som verktøy i den makroøkonomiske planleggingen er det for tidlig å ha noen bestemt oppfatning om.

Amanuensis i økonomiske fag

Ved Nordland Distriktshøgskole er det ledig stilling som amanuensis i økonomiske fag.

Den som tilsettes vil i første rekke arbeide med undervisning og forskning/utredning innen fagfeltet bedriftsøkonomi og tilgrensende fagområder.

Det er en fordel om søker i tillegg til solid økonomiskteoretisk bakgrunn har tilleggsutdanning/praksis i, eller faglig interesse av organisasjonsteoretiske problemstillinger. Det forutsettes at den som tilsettes viser interesse for og deltar i faglig utviklings- og forskningsarbeid.

Stillingen lønnes etter ltr. 20–24 i Statens regulativ. Fra lønnen går lovfestet innskott i Statens pensjonskasse. Den som tilsettes kan søke personlig opprykk til førsteamanuensisstilling i ltr. 25, og det er adgang å ta forbehold om å trekke sin søknad tilbake dersom opprykk ikke blir innvilget.

Stillingsbeskrivelse og nærmere opplysninger om stillingen fås ved henvendelse til høgskolen.

For øvrig vises til Kirke- og undervisningsdepartementets regler om fremgangsmåten ved besettelse av undervisningsstillinger ved distriktshøgskolen.

Høgskolen er behjelpelig med å skaffe bolig.

Søknad, bilagt vitnemål, attester og publikasjoner som ønskes tatt med ved kompetansevurderingen, sendes i 4 eksemplarer innen 24. nov 1978 til



**NORDLAND
DISTRIKTSHØGSKOLE**

Postboks 309
8001 Bodø
Telefon (081) 25 040

Oljeprisar og økonomiske kriser.

AV
UNIVERSITETSSTIPENDIAT ASBJØRN RØDSETH
SOSIALØKONOMISK INSTITUTT
UNIVERSITETET I OSLO



1. Innleiing.

Oljekrisa vinteren 1973/74 vil for ettertida markera innleiinga til det lengste og kraftigaste tilbakeslaget i verdsøkonomien sidan 1945. Historikarane vil komma til å diskutera i kor stor grad oljekrisa og den firedoblinga av prisen på råolje som da fann stad, var årsaka til den etterfølgjande økonomiske krisa. Eg har ikkje tilstrekkeleg oversyn til å gje noko svar på heile dette spørsmålet. Det eg kan gjera, er å seia noko om korleis ei brå endring i ein råvarepris kan tenkjast å skapa ei økonomisk krise og kva for økonomisk politikk som eventuelt kan motverka denne.

I konjunkturteorien har økonomane, i alle fall etter Keynes, lagt hovedvekta på svingningar i etterspørselen som forklaring på svingningane i aktivitetsnivået i verdsøkonomien. At ei plutselig endring i ein råvarepris – somme har nytta uttrykket tilbodsprissjokk – kan føra til eit verdsomspennande økonomisk tilbakeslag, er såleis ei realtivt ny problemstilling. Det eg nå vil gjera er først å diskutera denne problemstillinga innanfor ein modell som eg har gjort så enkel som råd. Denne gjev oss ei referanseramme for diskusjonen av enkelte av dei kompliserande faktorane som vi finn i praksis. Til slutt vil eg drøfta den spesielle plassen som Norge har i dette bildet.

2. Ein enkel modell.

(Ein matematisk formulert versjon finst i appendix 1.)

La oss tenkja oss at det finst berre to land, eit oljeland og eit industriland. Oljelandet produserer olje og ingenting anna. Det etterspør eit gitt kvantum industrivarer og bestemmer bytteforholdet mellom olje og industrivarer.

Industrilandet på den andre sida har ingen olje. Det produserer varer med arbeid og olje som innsatsfaktorar. Produktfunksjonen er ei limitasjonslov med proposjonalitet for olje og avtakande utbytte for arbeidskrafta. Produsentane maksimerer profitten som

prisfaste kvantumstilpassarar. Innbyggjarane i industrilandet etterspør industrivarer. Denne etterspørselen avheng av realdisponibel inntekt i landet og av rentenivået. Realdisponibel inntekt er her det same som bruttonasjonalproduktet eller differensen mellom det kvantumet varer som er produsert og verdien av den olja som blir importert målt i varer.

Innbyggjarane i i-landet etterspør også pengar. Etterspørselen etter realkasse avheng av rentenivået og av transaksjonsvolumet, som blir målt ved produktmengden. Dei tilbyr dessutan ein konstant mengde arbeidskraft.

Handelsbalansen vil nå vera lik differensen mellom oljelandet sin import av varer og i-landet sin import av olje. Vi kan måla denne med same måleeininga som vareproduksjonen.

La oss anta at den økonomien vi har skissert, i utgangspunktet er i likevekt, dvs. at tilbod er lik etterspørsel både for varer, arbeidskraft og pengar. Derimot treng det ikkje å vera likevekt på handelsbalansen. Vi skal heile tida gå ut frå at oljelandet tilbyr så mykje olje som i-landet etterspør til det gitte bytteforholdet.

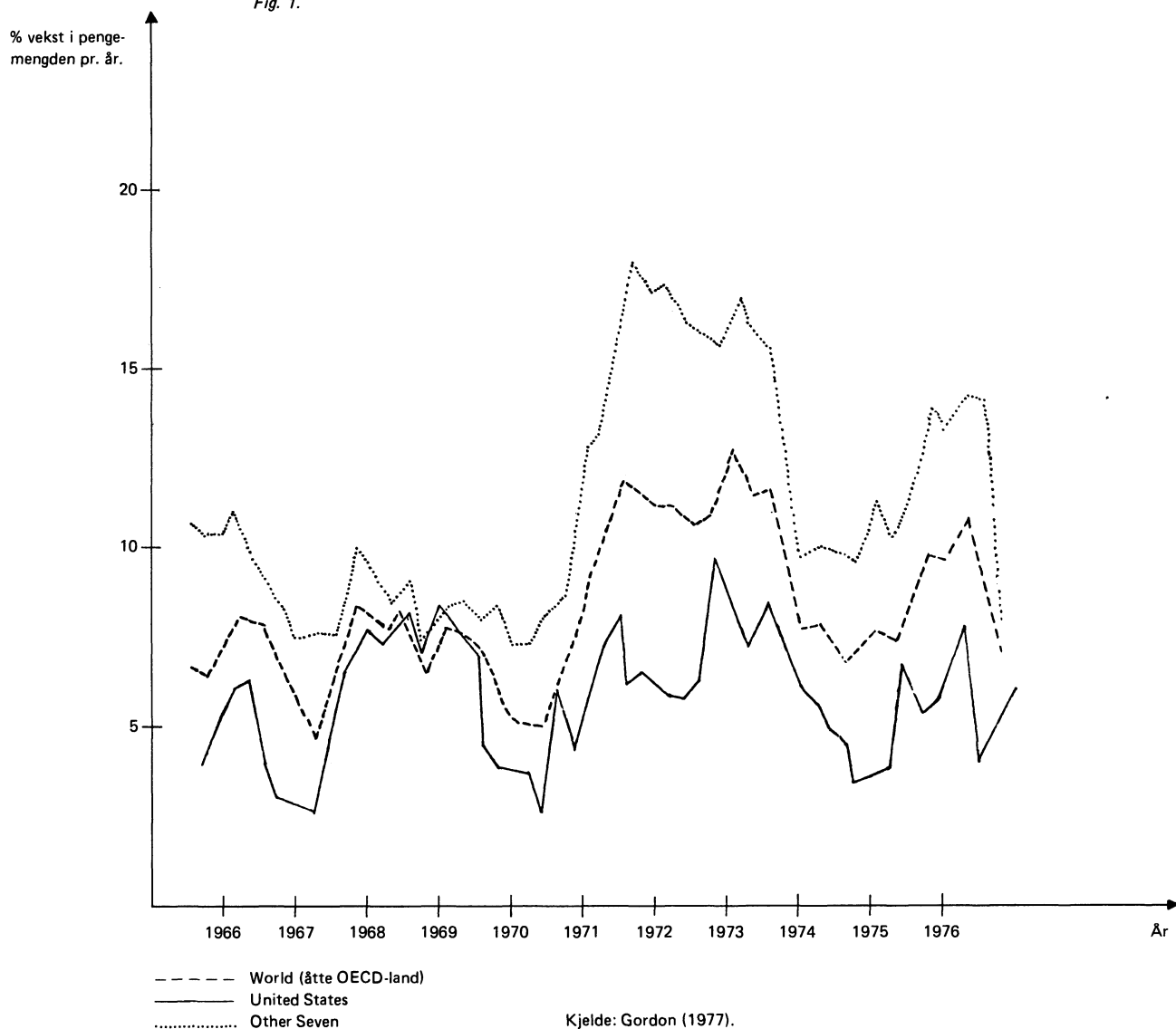
Sett nå at bytteforholdet mellom olje og industrivarer blir endra, slik at kvart tonn olje må betalast med meir industrivarer enn før (eller med tilsvarende fordringar). Sett at det offentlege i i-landet held alle handlingsparametrane sine konstante, også pengemengden. Korleis vil nå det nye likevektspunktet sjå ut i forhold til utgangssituasjonen?

Sidan vi framleis skal ha full sysselsetting, må produksjonen av i-varer, og dermed oljeforbruket, bli det same som før. Men sidan bytteforholdet, sett frå i-landet sitt synspunkt, er blitt forverra, må disponibel realinntekt i i-landet gå ned. Dette vil trekkja i retning av ein redusert etterspørsel etter varer. Sidan produksjonen skal vera konstant, må da renta bli endra slik at den totale etterspørselen blir den same trass i nedgangen i realinntekt. Normalt tyder dette at renta må gå ned.

Ein nedgang i rentenivået vil, for eit gitt transaksjonsvolum, medføra ein større etterspørsel etter realkasse. Sidan det offentlege held den nominelle pengemengden konstant, kan etterspørselen etter realkasse berre tilfredsstillast ved at prisnivået går ned.

Asbjørn Rødseth tok sosialøkonomisk embetseksamen i 1976, var etterpå ei tid ved Industriøkonomisk institutt, og er nå universitetsstipendiat ved Sosialøkonomisk institutt. Han har tidlegare arbeiddd både med energiøkonomi og makroøkonomisk teori.

Fig. 1.



Skal dei profittmaksimerande produsentane framleis vera i likevekt, må også lønsnivået gå ned.

Nå står det berre att å gjera greie for verknaden på handelsbalansen. Kvantum av varer eksportert og olje importert vil vera konstante. Men på grunn av endringa av bytteforholdet blir det altså ei forverring av handelsbalansen sett frå i-landet si side.

Kva er det som kan hindra at eit slikt nytt likevektspunkt som det vi har skissert blir nådd? Det viser seg at akkurat dei same forholda som skaper problem ved eksogene etterspørselssjokk også er dei som kan laga vanskar når vi har eit tilbodsprissjokk.

a) Prisane og lønningane er stive nedover.

Vi såg at for å gjenskapa likevekt må prisnivået og lønningane i i-landet gå ned. Sett nå at arbeidsløna blir halden konstant. Dersom bedriftene stadig skal vera villige til å sysselsetja alle arbeidarane, må vareprisen gå opp på grunn av dei auka kostnadene til olje.

På den andre sida må, som før, renta gå ned for at etterspørselen etter varer skal haldast oppe. Likevekt i pengemarknaden krev da at prisnivået skal gå ned. Sidan prisnivået ikkje kan gå både opp og ned på same tid, har vi dermed vist at likevekt ikkje kan oppnåast med konstant nominalløn. Det vi kan få er ein situasjon med ulikevekt i arbeidsmarknaden, dvs. arbeidsløyse. Industriproduksjonen og vareprisen vil bli redusert i forhold til utgangssituasjonen. Oljeimporten vil bli redusert i fysisk kvantum. Forverringa av handelsbalansen for i-landet vil dermed bli mindre enn i tilfellet med fleksible prisar.

Når vi viste at vi ikkje kan få likevekt med konstant nominalløn, gjorde vi bruk av forutsettinga om at den nominelle pengemengden er konstant. Løyser vi på denne forutsettinga, vil det igjen la seg gjera å få likevekt. Vi kan ta utgangspunkt i det prisnivået som trengst for at produsentane skal vera villige til å sysselsetja alle arbeidarane, og det rentenivået som trengst for at den tilsvarande produksjonen skal bli

avsatt. Til dette prisnivået og denne renta vil det svare ein bestemt etterspørsel etter pengar. Nå kan sentralbanken tilby akkurat denne pengemengden. Dermed vil vi kunne få likevekt igjen, men altså med eit høgare prisnivå enn før.

Som vi ser, kjem arbeidsløysa av at det oppstår eit misforhold mellom det nominelle lønsnivået og den nominelle pengemengden i industrilandet. Ut frå tradisjonell keynesiansk tankegang burde sentralbankane i i-landa ha reagert på hevinga av oljeprisen med å la pengemengden auka raskare enn før. Figur 1 viser at veksten i pengemengden i dei viktigaste industrilanda blei kraftig redusert i 1973 og låg på eit relativt lågt nivå i 1974. Dette kan vera grunnen til at oljekrisa blei følgt av eit økonomisk tilbakeslag.

Det står att å forklara kvifor sentralbankane ikkje var villige til å la pengemengden auka meir. Det ligg nær å tenkja på det gjennombrotet som vi har sett for monetaristisk tenkning blant økonomane (utanom Norge) i 70-åra. Milton Friedman's velkjende regel om at ein stabil vekst i pengemengden på mellom 3 og 5 prosent pr. år, er det beste for økonomien, har opplagt hatt sin verknad i USA og truleg også i ein del av dei andre store industrilanda. Når det gjeld USA, er det uheldige i å følgja rådet frå Friedman samstundes med at oljeprisen blei heva, drøfta av Franco Modigliani i hans «Presidential Address to the American Economic Association» (Modigliani (1976)).

Hittil har vi resonert ut frå at nominalløna er gitt. Ein auke av pengemengden fører da til ein nedgang i realløna. Dersom også realløna er stiv nedover, kan problemet ikkje løysast på denne måten. Faktisk finst det da ikkje andre tiltak som kan halda oppe sysselsettinga enn at skattlegginga av lønstakarane blir redusert på ein slik måte at dei blir villige til å godta lågare realløn før skatt.

Den analysen som vi nå har gjennomført, kan også gjennomførast for det tilfellet at både prisane og dei nominelle lønningane er stive nedover. Konklusjonen blir også da at i-landet kan unngå arbeidsløysen ved å auka pengemengden tilstrekkeleg.

b) Uansett pengepolitikk blir etterspørselen for liten til at det blir arbeid nok for alle.

Som tidlegarae forklart, må renta gå ned for at etterspørselen etter i-varer skal venda tilbake til det same nivået som før hevinga av oljeprisen. Teoretisk kan det tenkast at enda om rentenivået fall ned til null, ville etterspørselen ikkje nå opp til det gamle nivået igjen. Dessutan kan det tenkast at forhold i pengemarknaden medfører at det finst ei nedre grense for kor lågt renta kan komma som er større enn null. Dette er den velkjende likviditetsfella.

Mange har tvilt på at likviditetsfella kunne forekomma i praksis. Men som følge av oljekrisa blei det skapt ein situasjon som gjer ho meir sannsynleg enn elles. Som vi veit, kan også oljelanda etterspørja va-

lutaen til fleire i-land. Likviditetsfella krev at til ein viss, låg rentesats er etterspørjarane av pengar villige til å halda all formue i kasse. Det var rimeleg å venta at oljelanda, som brått fekk mykje større midlar å plassera til å begynna med ville vera usikre og lite villige til å gje store langsiktige lån, spesielt dersom renta skulle bli lågare enn før. Ein mindre auke av pengemengden i industrilanda ville da absorberast fullstendig av oljelanda. Først når oljelanda hadde fått plassert heile den finansielle formua i i-land valuta, ville vi kunna få ein nedgang i rentenivået. Men det kunne krevja ei mangedobling av pengemengden, og da har vi noko som i alle fall liknar på ei likviditetsfelle. Dette kunne vera ein av grunnane til at sentralbankane ikkje let pengemengden auka meir enn dei gjorde.

Sett på ein annan måte, kan vi seia at oljelanda i 1974 var meir interesserte i å skaffa seg større likviditet enn å gje dei langsiktige låna til investeringsformål som trengtest for å halda vareetterspørselen oppe. Dette samsvarer med det bildet som IMF gav av situasjonen i sin Annual Report 1974.

Når vi er i ei likviditetsfelle, trengst det, som kjent, ein ekspansiv finanspolitikk for å auka etterspørselen igjen etter eit fall i disponibel inntekt. Faktisk verkar ei heving av oljeprisen, under dei forutsettingane vi har gjort, på akkurat same måten som ei heving av inntektsskatten i i-landet (i realverdi). Einaste skilnaden er at «skatten» ved heving av oljeprisane går til utlandet i staden for regjeringa. Dette blei påpeika av R.N. Cooper (1976), som rekna ut at hevinga av oljeprisen i USA svarte til ein auke i inntektsskatten på 10 prosent. Ved å redusera skattebeløpet med 10 prosent skulle ein dermed kunna få den same etterspørselen etter varer som før. På grunn av at dei ikkje hadde eigen produksjon av olje, måtte mange europeiske land ha redusert skattane enda meir. Ser vi på kva som faktisk blei gjort, hevdar OECD (1977) at finanspolitikken i dei viktigaste OECD-landa jamnt over var kontraktiv i 1973 og 1974, ekspansiv i 1975 og kontraktiv i 1976. (Jfr. særleg figuren s. 45.)

c) Industrilandet vil ikkje godta underskottet på handelsbalansen.

Industrilandet vil kanskje ikke godta å gjera seg avhengig av kreditt frå oljelandet. Det har da ikkje noko anna å gjera enn å redusera etterspørselnivået og dermed produksjonen. Men dersom oljeforbruket er proporsjonalt med produksjonsvolumet, trengst det ein formidabel reduksjon av produksjonen for at det skal merkast på handelsbalansen. Sett at denne var i likevekt i utgangspunktet og at bytteforholdet varer/olje blei firedobla. Produksjonsvolumet måtte da reduserast med 75 prosent for at det igjen skulle bli balanse i handelen. Ein 20-prosent reduksjon av underskottet ville krevja ein nedgang i aktiviteten på 15 prosent.

Tabell 1: Driftsbalansen for grupper av land. (Milliardar US\$).

Gruppe	1967-72 Gj.snitt	1973	1974	1975	1976
Viktigaste oljeeksportland	0,7	6	67	35	41
Industriland	10,2	12	÷ 10	19	÷ 1
Andre land:					
Meir utvikla	÷ 1,7	1	÷ 14	÷ 15	÷ 14
Mindre utvikla	÷ 8,1	÷ 11	÷ 30	÷ 38	÷ 26
Sum	1,1	8	14	—	—

Kjelde: IMF. Annual Report 1977.

3. Komplikasjonar.

Den enkle modellen var tilstrekkeleg til å visa på prinsippielt grunnlag korleis stigninga i oljeprisane kunne slå ut i ei økonomisk krise. Vi skal nå kort gå gjennom enkelte konsekvensar av å løysa litt på dei strenge forutsettingane i kapittel 2. Spesielt skal vi sjå på dei komplikasjonane som blir om vi tillet substitusjon, om vi lar det vera fleire land og om oljeprisane blir fastlagde i ein bestemt valuta (dollar) i staden for som eit bytteforhold. Vi skal også sjå på ein del lang-siktige verknader som ikkje kan komma med i ein statisk modell.

a) Substitusjon.

Også på kort sikt kan i-landa ha eit visst høve til substitusjon mellom ulike energibærarar og mellom varer med ulikt energiinnhald. Full sysselsetting vil bli mindre etter at oljeprisen har gått opp. Dermed vil også underskottet på handelsbalansen bli mindre enn om det er proposjonalitet. Underskottet til i-landa kan faktisk bli redusert. Da må talverdien av etterspørselastisiteten for olje vera større enn ein. Men på kort sikt vil nok denne elastisiteten vera langt mindre enn ein. Tilbakeslag i økonomien kan da komma av alle dei tre grunnane som var med i kapittel 2.

Ved substitusjon vil grenseproduktiviteten av olje bli lik bytteforholdet olje/varer. Forutset vi at grenseproduktiviteten berre avheng av innsatsen av olje og arbeidskraft, vil det framleis berre vera ein verdi av oljeforbruket som svarer til full sysselsetting. Til denne innsatsen av olje og arbeid svarer også eit bestemt produksjonsvolum. Generelle etterspørselsregulerande tiltak kan derfor ikkje redusera oljeforbruket utan at dei også skaper arbeidsløyse. Derimot kan i-landet innføra ein særskatt på olje, slik at bytteforholdet olje/energi blir enda høgare for industrien enn det oljelanda har fastlagt. Bedriftene vil da nytta relativt mindre olje i forhold til arbeidskraft. Til full sysselsetting svarar det derfor eit mindre forbruk av olje og eit lågare produksjonsvolum enn før.

Marginalt vil verdien av nedgangen i oljeforbruket, og dermed betringa av handelsbalansen, vera lik nedgangen i produksjonsverdien. Ein liten særskatt kan derfor få ein relativt stor verknad på handelsbalansen. Verknaden på realløna vil vera avhengig av om arbeid og olje er komplementære eller alternative produksjonsfaktorar. Ved komplementaritet, som vel er mest rimeleg på kort sikt, vil grenseproduktiviteten av arbeid og dermed realløna gå ned når oljeforbruket går ned. Denne reallønsnedgangen kan eventuelt kompensera med lågare inntektsskatt.

Ved komplementaritet kan det visast (jfr. appendiks 2) at ei gitt betring av handelsbalansen vil krevja ein større nedgang i produksjonsvolumet om det blir nytta generelle etterspørselsregulerande tiltak (som skaper arbeidsløyse) enn om det blir nytta ein særskatt. Vi kan derfor hevda at særskatten er det mest effektive verkemidlet av dei to.

Ser vi igjen på kva som faktisk blei gjort, finn vi i OECD (1977) at både Canada og USA ved offentlege tiltak (subsidiar, prisregulering) i første omgang prøvde å redusera utslaget på den innanlandske oljeprisen av den internasjonale prisstigninga. Dei andre OECD landa tilpassa seg meir passivt til det nye prisnivået.

b) Fleire land

Vi må her ta opp to forhold som ikkje er med i den enkle modellen: For det eine at vi har fleire industriland som kan føra ein uavhengig politikk, og for det andre at ein del land både har ein stor industri og produserer olje.

Vi såg at på kort sikt, når det er noko nær ein limitasjonssamanheng mellom oljeforbruk og produksjonsvolum, vil ein politikk som tar sikte på å betra handelsbalansen ved å redusera produksjonsvolumet vera lite effektiv. Men det enkelte industrilandet kan alltid redusera underskottet ved å redusera importen frå andre i-land. Her kan ein liten reduksjon av etterspørselsnivået gje eit kraftig utslag på handelsbalansen.

Tabell 2: Indeks for bytteforholdet.

	Endring fra året før			
	1973	1974	1975	1976
Industriland	÷2	÷11	3	÷1
Råvareproduserande land				
Meir utvikla	10	÷14	÷6	÷2
Viktige oljeeksportørar	14	138	÷5	5
U-land utan olje	10	÷8	÷13	4
Norge (utan skip)	3	4	3	÷5

Kjelder: IMF Annual Report 1977 og Økonomisk utsyn.

Sett nå at det finst eitt land med kapitalistisk økonomi som er villig til å halda full sysselsetting uansett kor stort underskott landet får på handelsbalansen. Dersom det ikkje finst spesielle handelshindringar mellom i-landa, kan vi da få ein ny likevekstssituasjon der alle land har full sysselsetting, men der eitt enkelt land har overtatt heile underskottet i forhold til oljelanda. I praksis vil vi få ei fordeling av underskotta som reflekterer dei preferansane som dei enkelte landa har når det gjeld sysselsetting, handelsbalanse, forbruk og investeringar. Skilnaden mellom Vest-Tyskland på den eine sida og Norge og Sverige på den andre, har her fått omtale av mange. Men det kan vera vel så interessant å sjå på skilnaden mellom i-land og u-land. Av tabell 1 går det fram at i-landa som gruppe i 1975 hadde eit overskott på driftsbalansen som meir enn kompenserte for underskottet i 1974. I 1976 hadde i-landa igjen balanse. Vi ser at utviklingslanda totalt absorberer heile det overskottet som oljelanda har.

Problemet med manglande balanse i internasjonal handel blir ein god del mindre enn det den enkle modellen tilseier ved at mange oljerike land som følgje av hevinga av oljeprisane også auka etterspørselen sin kraftig. Land som Iran, Irak, Libya, Algerie og Nigeria har ganske raskt klart å nytta heile inntektsveksten til å kjøpa meir varer. Men så finst det som kjent nokre få land med eit lite folketal og enorme oljeinntekter) Saudi-Arabia, Kuwait, Dei arabiske emirata) som neppe vil klara å nytta oljeinntektene til kjøp av varer og tenestar på lang tid ennå. Innan dei kjem så langt, vil dei også ha ein kapital som gjev store renteinntekter.

c) Oljeprisen blir fastlagd i US\$

Formelt har OPEC fastlagd oljeprisen i amerikanske dollar og ikkje som eit bytteforhold. Sett at det i den enkle modellen vår var den nominelle prisen på olje som var eksogen. Industrilandet kunne da unngå alle problem ved å auka pengemengden proposjonalt med oljeprisen. Dermed ville også prisane og løn-

ningane stiga like mykje og alle reelle forhold ville vera uendra.

Når dette ikkje har hendt, heng det vel mykje saman med at alle har rekna med at OPEC stort sett ville auka oljeprisane i takt med vareprisane. Tabell 2 viser da også at bytteforholdet for dei oljeeksporterande landa har endra seg lite i forhold til 1974.

d) Dynamiske verknader.

Etter som tida går, avtar sjølvsagt dei problema som stigninga i oljeprisane førte med seg. Grunnane er mange: Olje kan i stadig større grad substituerast med andre produksjonsfaktorar. Oljelanda blir meir villige til å gje langsiktige lån. Dei aukar etterspørselen etter varer. Prisar og lønningar blir meir fleksible. I motsatt retning drar dei store rentebetalningane som etter kvart vil gå frå u-land til oljeland (eventuelt omvegen om i-landa).

Når det gjeld inflasjonsraten, kunne oljekrisa tenkjast å få langsiktige verknader ved at stigninga i vareprisane, som følgde av oljeprisstigninga, kunne skapa forventningar om ytterlegare stigning i prisane. Oljekrisa kom i ein situasjon da politikarane i mange land på førehand var sterkt opptekne av å redusera inflasjonen. Dette kan vera ein del av grunnen til at mange land førte ein forholdsvis kontraktiv politikk i 1974. Valet kan ha stått mellom arbeidsløyse i ein kort periode eller ein større inflasjonsrate i mange år framover.

4. Situasjonen for Norge.

For Norge medførte oljekrisa at den forventade verdien av oljereservane våre med eitt slag steig kraftig. Dette skapte igjen forventningar om ein rask vekst i disponible inntekter og i offentleg forbruk. Vi kunne likevel ikkje unngå å bli ramma av det internasjonale tilbakeslaget i 1975.

Oljekrisa hadde også negative langsiktige verknader, som det ikkje var så lett å få auga på med ein gang. Norsk næringsliv har i ganske stor grad vore

knytta til aktivitetar som er komplementære til forbruket av råolje. Eg tenkjer da først og fremst på skipsfarten og skipsbyggingsindustrien. Men også ferrolegeringsindustrien og stålindustrien må, for ein del, reknast med, fordi bygginga av skip har så mykje å seia for etterspørselen etter desse produkta. Som ein direkte følgje av den reduserte etterspørselen etter olje har verdien av den kapitalen som var nedlagt i desse norske næringane fallt drastisk, for mange einingar til null. Dette er eit tap som må trekkjast frå den kapitalgevinsten som vi fekk ved at oljereservane steig i verdi. Vi må også trekkja i frå den delen av gevinsten som fall på utanlandske oljeselskap. Likevel er nok nettoresultatet positivt for Norge, i alle fall når vi ser på forventta verdiar.

Men saka har fleire sider. Tapa medførte reduserte inntekter for Norge etter kvart som gamle kontraktar gjekk ut. Inntektene frå olja derimot har vi ennå ikkje vore i stand til å ta ut. Her ligg rota til ein del av dagens norske problem: Underskottet i utanrikshandelen og det manglande samsvaret mellom forventningar og realitetar når det gjeld veksten i realinntekt.

Nokre vil kanskje sakna verdistigninga på vasskrafta vår i framstillinga over. Svaret er at denne verdistigninga er til lita hjelp så lenge vi nyttar krafta på den same måten som før. Skal vi få glede av verdistigninga, må vi også stilla eit høgare krav enn før til avkastninga der elektrisk kraft blir brukt.

5. Avsluttande merknader

Av det som eg har sagt, følgjer at det kunne vera god grunn til å venta eit økonomisk tilbakeslag etter oljekrisa. Neste spørsmål er kor lenge eit slikt tilbakeslag kunne ventast å vara. Sidan dei mekanismene som kan gjera slutt på tilbakeslaget, er dei same som ved andre slags kriser, skulle det ikkje vera nokon grunn til at det siste tilbakeslaget skulle vera lenger enn andre tilbakeslag i etterkrigstida. Aktiviteten i verdsøkonomien tok seg da også opp igjen i 1976. Når det for tida ikkje er større vekst, bør ein sjå seg om etter andre forklaringar enn oljekrisa. Ei anna sak er at for Norge kan nok oljekrisa ha hatt verknader som vi ennå slit med.

På valutamarknaden har nok oljekrisa hatt verknader som vil vara ved i lang tid ennå. Nokre få oljeland har lagt seg opp svært store beholdningar og likvidar. Endringar i den plasseringspolitikken som eitt enkelt av desse landa driv kan få store konsekvensar både for valutakursane og reservebeholdningane til sentralbankane. På den måten er det kanskje blitt meir risiko og uvisse i den internasjonale valutamarknaden.

Til slutt: Kva om OPEC bryt saman og oljeprisane fell til det gamle nivået att? Det er lett å sjå at dei argumenta vi brukte for å visa at prisstigninga kunne føra til krise, er asymmetriske, dvs. at eit prisfall ikkje skapar dei same problema i verdsøkonomien.

Men for dei landa som byggjer økonomien for ein stor del på produksjon av olje, men som i dag har balanse eller underskott i utanriksøkonomien, vil vanskane sjølvstøtt bli store. Skipsflåten vil da vera ein god ting å ha for Norge. Slik sett kan Garantiinstituttet vera ein billeg forsikringspremie. Kanskje vi også burde investera i andre former for kapital som har ei avkastning som er negativt korrelert med oljeprisen. Det var kanhende dette motivet som fekk Iran til å kjøpa aksjar i tyske bilindustri.

Appendiks 1.

Ein sterk forenkla modell for verknaden av ein auke i oljeprisane.

Variablar:

Y	= produksjonen av industrivarer
X	= produksjonen av olje
N	= sysselsettinga i i-landet
P	= prisen på i-varer
Q	= prisen på olje
q	= Q/P = bytteforholdet olje/i-varer
W	= arbeidsløna i i-landet
Y_1^D	= vareetterspørselen i i-landet
Y^D	= vareetterspørselen i oljelandet
M	= pengemengden i i-landet
r	= rentenivået
$A-B$	= eksportoverskottet for i-landet

Relasjonar:

$$(1) \quad Y = \Phi(X, N) = \min \left[\frac{1}{\alpha} X, \Phi(N) \right]$$

$$\Phi'(N) > 0, \quad \Phi''(N) < 0$$

Vilkåra for maksimum profit:

$$(2) \quad X = \alpha Y$$

$$(3) \quad P(1-\alpha q)\Phi'(N) = W$$

Etterspørselsfunksjonane for varer:

$$(4) \quad Y^D = f(Y(1-\alpha q), r) \quad 0 < f_Y < 1, f_r < 0$$

$$(5) \quad Y^D = \bar{Y}_2 \text{ eksogent gitt etterspørsel frå oljelandet}$$

Etterspørselen etter pengar:

$$(6) \quad M/P = m(r, Y)$$

Definisjon av bytteforholdet:

$$(7) \quad q = Q/P$$

Likevektsvilkåra i vare- og arbeidsmarknaden:

$$(8) \quad Y^D + Y^D = Y$$

$$(9) \quad N = \bar{N} = \text{eksogent tilbod av arbeid}$$

Handelsbalansen:

$$(10) \quad A - B = \bar{Y}_2 - qX$$

Appendiks 2.

Substitusjon.

Modellen er den same som i appendiks 1, bortsett frå at tilpassingsvilkåra for produsenten nå må skrivast:

$$(2) \quad \Phi'_X(X, N) = q + t$$

$$(3) \quad \Phi'_N(X, N) = \frac{w}{p}$$

og etterspørselsfunksjonen

$$(4) \quad Y^D = f(Y - (q + t)X, r)$$

t = oljeskatten uttrykt i vareeiningar.

Vi forutset at begge grenseproduktiviteteane er positive men avtakande, og at produktfunksjonen er strengt kvasikonkav.

For $N = \bar{N}$ har vi av (2):

$$dX = \frac{1}{\Phi''_{XX}} dt$$

og av (1) og (2):

$$(*) \quad dY = \Phi'_X dX = (q + t)dX.$$

Sett nå at det (t.d. på grunn av stive lønningar) lar seg gjera å skapa arbeidsløyse ved å redusera det generelle etterspørselsnivået. Utan endring av oljeskatten har vi da av (2):

$$\Phi''_{XX} dX + \Phi''_{XN} dN = 0$$

og av (1):

$$dY = \Phi'_X dX + \Phi'_N dN$$

Saman gir dette:

$$(**) \quad dY = [\Phi'_X - \Phi'_N \frac{\Phi''_{XX}}{\Phi''_{XN}}] dX$$

Uttrykket i hakeparentesen er her alltid positivt når $\Phi''_{XN} > 0$. Ein nedgang i oljeforbruket (betring av handelsbalansen) vil da krevja ein nedgang i produksjonsvolumet større enn den som er gitt ved (*). Dersom $\Phi''_{XN} < 0$, kan det tilsynelatende tenkjast at oljeforbruket kan reduserast ved at etterspørselen blir auka (forutsatt at det finst ledig arbeidskraft). Dette kan skje ved at produksjonsauken medfører prisstigning og redusert realløn. Dermed blir arbeidskraft relativt billigare i høve til olje. I praksis har likevel dette tilfellet lita interesse.

REFERANSAR:

- Cooper, R.N. (1976): «The Global Impact of the Oil Price Rise», i «*World Monetary Disorder*» Praeger, New York.
- Gordon, R.J. (1977): «World Inflation and Monetary Accommodation in Eight Countries». *Brookings Papers on Economic Activity* No. 2.
- International Monetary Fund: *Annual Reports*.
- Modigliani, F. (1976): «The Monetarist Controversy of Should We Forsake Stabilization Policies?». *American Economic Review*.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (1977): «*Towards Full Employment and Price Stability*». (McCracken-rapporten), Paris.

Makroekonomiska effekter av energisparpolitik

AV
EKON. DR. LARS BERGMAN
HANDELSHOGSKOLAN I STOCKHOLM



1. Huvudpunkterna i den svenska energipolitiska debatten.

Under efterkrigstidens första två decennier var energipolitiken ett föga kontroversiellt ämne i Sverige. Några år in på 1970-talet ändrades emellertid detta förhållande. I oljekrisens kölvatten och under inverkan av den allt intensivare debatten om energianvändningens miljöeffekter och, framför allt, kärnkraftens säkerhetsproblem kom de energipolitiska problemen allt mer i samhällsdebattens brännpunkt.

En översyn och omorientering av den svenska energipolitiken inleddes. Det första konkreta resultatet av denna process var den proposition som regeringen lade fram under våren 1975¹. I allt väsentligt godtogs de framlagda förslagen av riksdagen. Därmed hade man fastlagt vissa riktlinjer för den framtida energipolitiken och samtidigt givit startsignalen till ett omfattande utredningsarbete om energiförsörjningens olika aspekter. Efter regeringsskiftet 1976 intensifierades utredningsarbetet i och med Energi-kommissionens tillkomst. Denna har nu presenterat sitt slutbetänkande² och under hösten 1978 skall riksdagen åter ta ställning till den framtida energipolitikens inriktning. Regeringen har ännu inte presenterat de konkreta förslag som riksdagen då har att ta ställning till. Emellertid kan man utgå från att förslagen, bland annat, kommer att beröra följande delproblem:

1. Antalet kärnkraftverk.

Utbyggnaden av kärnkraften är utan tvekan den mest kontroversiella frågan i den svenska energipolitiska debatten. Energikommissionen har utrett en rad alternativ, från total avveckling av all kärnkraft före 1980 till en långtgående satsning på fortsatt kärnkraftsutbyggnad.

¹ Regeringens proposition 1975:30, Energihushållning m.m.

² SOU 1978:17, Energi.

Lars Bergman ble utdannet som siviløkonom ved Handelshøgskolan i Stockholm i 1970 og har siden vært ansatt der det meste av tiden. Han er i dag gjesteforsker ved International Institute for Applied Systems Analysis i Østerrike. Han ble ekon.dr. i 1977 på emnet «Energy and Economic Growth in Sweden». Hans viktigste arbeidsfelt har vært energioøkonomiske problemstillinger.

2. Oljeberoendet.

Den snabba ökningen av oljeanvändningen under efterkrigstiden fram till 1972 har medfört att oljan nu svarar för mer än 70% av den totala energitillförseln i Sverige. Det synes råda enighet om att såväl miljöhänsyn som beredskapsskäl motiverar åtgärder som syftar till reducerat oljeberoende.

3. Handlingsfrihet.

Begreppet «Handlingsfrihet» är den svenska energidebattens honörsord även om dess innebörd ingalunda är entydig. I allmänna termer representerar emellertid detta begrepp en strävan att undvika sådana beslut som, vid en senare tidpunkt då ökade kunskaper vunnits, påtagligt begränsar mängden «ekonomiskt rimliga» alternativ. Exempelvis vill man bevara kompetensen på kärnkraftsteknikens område även om kärnkraftutbyggnadens bromsas de närmaste åren.

4. Energianvändningens storlek.

I 1975 års regeringsproposition angavs att man skulle försöka uppnå en begränsning av energianvändningens ökningstakt till 2% per år mellan 1973 och 1985. Vidare skulle man allvarligt pröva möjligheten att hålla energianvändningens nivå konstant från 1990-talets början.³ Detta mål godtogs av riksdagen och någon revision är inte trolig i samband med den förnyade prövningen av energipolitiken.

2. Syfte och metodik.

De energipolitiska åtgärdernas effekter begränsas i allmänhet inte till effekter på energiproduktion och energianvändning. Via förändringar i energipriser och resursanvändning i energisektorn påverkas produktion och sysselsättning i andra delar av samhällsekonomin. Arten och storleken av dessa effekter beror givetvis på den typ av åtgärder som genomförs

³ Mellan 1950 och 1972 ökade den totala energianvändningen i Sverige med i genomsnitt 5% per år. Motsvarande tal för olje- och elanvändningen var 9% respektive 7%.

liksom på det tidsperspektiv man betraktar. Exempelvis skulle en omedelbar avveckling av kärnkraften påverka ekonomin i sin helhet på ett annat sätt än en gradvis, väl annonserad skärpning av energibeskattningen.

Valet av metod i en konsekvensanalys av den framtida energipolitiken beror således på vilken aspekt man i första hand riktar uppmärksamheten mot.

Syftet med denna uppsats är att diskutera makroekonomiska effekter av en politik som syftar till att uppnå konstant energianvändningsnivå vid 1990-talets början. Utgångspunkten är att de energipolitiska ambitionerna genomförs med hjälp av en värdeskatt på all energiförbrukning. Energibeskattningen avpassas så att energianvändningen växer med 2% per år fram till 1985, och förblir konstant därefter. Det totala skatteuttaget anpassas så att den offentliga sektorns storlek inte påverkas.

Framställningen baseras på resultat som erhållits med en numeriskt formulerad modell. Denna är av samma typ som den MSG-modell som används inom den norska långtidsplaneringen.⁴ Några viktiga skillnader mellan MSG och den här använda modellen bör dock noteras.

I MSG är energianvändningen per producerad enhet i de olika produktionssektorerna bestämd utanför modellen. Detsamma gäller för nettoexporten. I den här använda modellen finns ett substitutionsförhållande mellan kapital, arbetskraft och energi⁵. Producenterna antas välja faktorkombination så att kostnaden per producerad enhet minimeras. Vidare innehåller modellen explicita export- och importfunktioner⁶. Emellertid är varken produktions- eller utrikeshandelsfunktionernas specifikation eller parametervärden bestämda genom ekonometrisk analys av observerade data.

I stället har funktionsformerna postulerats och de ingående parametrarnas numeriska värden har anta-

⁴ Denna modell presenterades i sin ursprungliga version i professor Johansens avhandling «A Multisectoral Study of Economic Growth», Amsterdam 1959.

⁵ Låt X beteckna bruttoproduktion, K kapitalinsats, N arbetskraftsinsats och X_o insats av energi. Produktionsteknologin i sektor i kan då beskrivas på följande sätt:

$$F_i = K_i^{\alpha_i} N_i^{1-\alpha_i}$$

$$X_i = A_i \{ \gamma_i F_i^{\theta_i} + (1-\gamma_i) X_{oi}^{\theta_i} \}^{1/\theta_i}$$

A_i , α_i , γ_i och θ_i är konstanter. Användningen av andra producerade insatsvaror är proportionell mot bruttoproduktionen.

⁶ Låt Z beteckna export, M import, P inhemskt pris, VP^w världsmarknadspris uttryckt i inhemsk valuta. Index i anger varugrupp och O en variabls värde i utgångsläget. Följande samband gäller i modellen:

$$Z_i = Z_i^o (P_i/VP_i^w)^{\varepsilon_i} e^{\sigma_i t}$$

$$M_i = M_i^o / X_i^o (P_i/VP_i^w)^{\mu_i} X_i$$

Symbolerna ε_i , μ_i och σ_i är konstanter. De sistnämnda är ett uttryck för världshandelns tillväxt.

Tabell 1. Sektorindelning och valda parametervärden i den använda modellen.

Sektor	Insats av energi per producerad enhet i utgångsläget (MWh/Mkr)	Substitutions-elasticitet mellan energi och ett aggregat av kapital och arbetskraft	Exportpris-elasticitet	Importpris-elasticitet
Energi	0.42	.25	—	.5
Areella				
näringar . . .	.042	.25	÷ 1.0	.5
Basindustri . .	.051	.25	÷ 3.0	.5
Tillverknings-industri . . .	.015	.25	÷ 1.5	.5
Transporter . .	.035	.25	÷ 1.0	.5
Handel och tjänster	.025	.25	÷ 1.0	.5
Bostadssektor	.146	.25	—	—
Offentlig sektor	.029	.25	—	—

gits. I Tabell 1 redovisas dels den använda modellens sektorindelning, dels de antaganden som gjorts om vissa parametrar.

Mot denna bakgrund kan man knappast säga att den använda modellen är en modell av den svenska ekonomin. Ett riktigare synsätt är att modellen avbildar en hypotetisk ekonomi som i vissa väsentliga hänseenden liknar den svenska. Modellresultaten bör således inte uppfattas som prognoser för den svenska ekonomins utveckling. Emellertid har modellekonomin så stora likheter med den svenska ekonomin att modellresultaten kan läggas till grund för vissa slutsatser om de makroekonomiska effekter som i ett längre perspektiv uppstår om den svenska energibeskattningen utformas så att energianvändningens tillväxt upphör.

3. Energipolitik i en liten, öppen ekonomi.

Liksom Norge kan Sverige karaktäriseras som en liten, öppen ekonomi. Drygt 20% av Sveriges BNP exporteras. Andå svarar svenska producenter i allmänhet för en låg andel av utbudet på världsmarknaden. Det betyder att även måttliga avvikelser mellan inhemska produktionskostnader och världsmarknadspriser, uttryckta i samma valuta, på sikt⁷ kan leda till betydande förändringar i exporterade och importerade kvantiteter. Dette förhållande i förening med den konkurrensutsatta sektorns relativa storlek gör den inhemska näringslivsstrukturen förhållande-

⁷ På kort sikt kan sådana avvikelser fångas upp av räntabilitetsvariationer i den konkurrensutsatta sektorn.

vis känslig för åtgärder som påverkar den inhemska kostnadsutvecklingen.

Mot denna bakgrund kan man tänka sig att en oberoende svensk energipolitik, som genomförs med hjälp av allmän energibeskattnig, på sikt leder till överföring av resurser från den energiintensiva processindustrin till verkstadsindustrin och tjänstesektorerna. En sådan resursöverföring kan dels medföra allokering förluster som visar sig i långsammare tillväxt av BNP och konsumtionsutrymme, dels en sektoriell och regional omflyttning av arbetskraften. Storleken av dessa effekter beror främst på följande faktorer:

- i) Substituerbarheten mellan energi och andra produktionsfaktorer. Ju högre denna substituerbarhet är, desto lägre blir produktionskostnadsökningar vid en given energiprisstegring.
- ii) Export- och importefterfrågans priskänslighet. Ju lägre denna priskänslighet är för en given varugrupp, desto mindre effekt får en given produktionskostnadsökning på den inhemska produktionsvolymen av varugruppen i fråga.

Det är också uppenbart att energipolitikens inverkan på ekonomins utveckling beror på hur kraftfulla energipolitiska åtgärder som vidtas. Detta hänger i sin tur samman med hur stor reduktion i energianvändningen som politiken skall åstadkomma. Det första steget i vår analys måste således vara att skissera ekonomins, och energianvändningens, utveckling «vid oförändrad energipolitik», dvs utan politiska restriktioner på energianvändningens tillväxt. Därefter studeras vilka avvikelser från denna utvecklingsbana som uppstår när energibeskattnigen skärps så att energianvändningen stagnerar.

4. Utvecklingen vid oförändrad energipolitik.

Under perioden 1950–72 ökade energianvändningen i Sverige med drygt 5% per år medan motsvarande siffra för BNP var 3.6%. Den svenska ekonomin blev följdaktligen allt mer «energiintensiv» under denna period. En faktor bakom denna utveckling var energiprisutvecklingen. Således minskade de reala energipriserna med i genomsnitt 2.9% per år under den aktuella perioden, vilket i första hand berodde på de fallande reala oljepriserna.

Även om osäkerheten om oljeprisutvecklingen, som bekant, är betydande, är det knappast realistisk att räkna med fallande reala oljepriser de närmaste decennierna. I de nedan redovisade kalkylerna har de reala oljepriserna antagits stiga med 2% per år fram till 1990 och med 5% per år mellan 1990 och 2000. Antagandet är relativt godtyckligt, men sammanfaller i stort med de bedömningar som gjordes inom Energikommissionen liksom inom det s k WAES-projektet.⁸

⁸ Workshop on Alternative Energy Strategies. Projektet redovisas i «Energy Global Prospects 1985–2000», Boston, 1977.

Tabell 2. Den beräknade utvecklingen 1980 – 2000 för valda makroekonomiska variabler. Årlig procentuell förändring.

	«Basfallet»	«Snabb tillväxt»
BNP	2,0	3,6
Utrymme för privat konsumtion	2,8	4,4
Energianvändning	2,3	4,2
Industriysselsättning ¹⁾ (timmar)	÷ 2,6	÷ 1,3

¹⁾ Sysselsättning i sektor 2 och 3 i Tabell 1.

Övriga antaganden bakom modellsimuleringarna gäller den tekniska utvecklingen, ekonomins totala kapitalbildning och tillgången på arbetskraft. Vidare krävs antaganden om världshandelns tillväxt liksom om världsmarknadsprisutvecklingen för andra produkter än olja. I kalkylerna har bruttoparkvoten antagits vara konstant över tiden och genomgående har världshandelns volym antagits växa med 4% per år fram till år 2000 medan de reala världsmarknadspriserna antagits vara oförändrade (utom för olja). På övriga produkter har ekonomidepartementets bedömningar⁹ i möjligaste mån lagts till grund för kalkylerna. I Tabell 2 redovisas den beräknade utvecklingen för några makroekonomiska variabler 1980–2000 i två olika fall. «Basfallet» bygger på de ovan angivna förutsättningarna medan den tekniska utvecklingen i fallet «Snabb tillväxt» anpassats så att BNP-tillväxten blir 3.6% per år, dvs den genomsnittliga takt som uppnåddes mellan 1950 och 1972. Som framgår av tabellen innebär basfallet en avsevärt långsammare tillväxt än den som gällde för den svenska ekonomin under efterkrigstidens första decennier. Därmed blir även energianvändningens tillväxt avsevärt lägre än de 5% per år som, i genomsnitt, gällde 1950–1972. Av detta skäl utgör en energipolitik som syftar till nolltillväxt i energianvändningen från 1985 ett mindre ingrepp i ekonomins utveckling än man i allmänhet föreställde sig vid utarbetande av 1975 års regeringssproposition om energipolitiken.

Emellertid innebär även fallet med «snabb tillväxt» en uppbromsning av energianvändningens ökningstakt. Detta beror dels på de stigande oljepriserna, dels på den växande tjänsteandelen i BNP, vilket delvis återspeglas i den minskande industriysselsättningen. Den i båda fallen ökande konsumtionsandelen i BNP hänger samman med en långsiktig förbättring av bytesförhållandet. Mot bakgrund av godtyckligheten i antagandena om världshandelns och världsmarknadsprisernas utveckling bör emellertid detta resultat tas med en nypa salt.

⁹ Det betyder att den s k restfaktorn, som är ett mått på den tekniska utvecklingen, antagits växa med mellan 1% och 3% per år i näringslivets olika sektorer. Tillgången på arbetskraft antas minska långsamt och den offentliga sektorn antas växa med 2.5% per år.

Tabell 3. *Det beräknade värdet på valda makroekonomiska variabler år 2000 under olika antaganden om den tekniska utvecklingen och den förda energipolitiken. (1980 = 100).*

	Basfallet		Snabb tillväxt	
	Utan restriktion på energianvändningen	Med restriktion på energianvändningen	Utan restriktion på energianvändningen	Med restriktion på energianvändningen
BNP	148	147	202	196
Utrymme för privat konsumtion	174	174	243	238
Industrisysselsättning (tim.) ..	60	58	77	58
Energianvändning	163	110	231	110

5. Energipolitikens effekter på den ekonomiska utvecklingen.

Vi antar nu att man 1980 börjar genomföra en politik som syftar till att begränsa energianvändningens årliga ökning till 2% fram till 1985 och 0% därefter. Politiken genomförs uteslutande med hjälp av en värdeskatt på all inhemsk energianvändning. Samtidigt anpassas andra skatter och avgifter så att den offentliga sektorns storlek inte påverkas av energiskatteintäkterna.

5.1 Effekter på BNP och konsumtionsutrymme.

De makroekonomiska effekterna av denna politik kan inledningsvis belysas med de modellresultat som redovisas i Tabell 3.

Mot bakgrund av dessa resultat synes en energipolitik av det slag som här diskuteras ha en relativt begränsad inverkan på den ekonomiska utvecklingen. Allokeringsförlusterna motsvarar i basfallet mindre än 1% av BNP år 2000, medan motsvarande siffra är 3% i fallet med snabb tillväxt. Uttryckt i arbetstid motsvarar detta produktionsbortfall ca 45 minuter per vecka år 2000 i basfallet. I fallet med snabb tillväxt måste veckoarbetstiden förlängas med 1 timme år 2000 för att motverka energisparpolitikens inverkan på BNP.

Som framgick av Tabell 1 baseras de här presenterade kalkylerna bland annat på antagandet att substitutionselasticiteten mellan energi och ett aggregat av kapital och arbetskraft är 0.25 i alla sektorer. Om man i stället antar att dessa parametrar har värdet 0.10, dvs att produktionsteknologin är mer rigid med avseende på energianvändningen, motsvarar, vid basfallsantaganden, produktionsbortfallet år 2000 ca 2% av BNP. För att kompensera detta produktionsbortfall måste veckoarbetstiden år 2000 vara ca 100 minuter längre än i fallet utan restriktion på energianvändningens ökning.

Tabell 4. *Årliga procentuella tillväxttakter för valda variabler vid olika tidpunkter under olika antaganden om den förda energipolitiken.*

	Utan restriktion på energianvändningens ökning			Med restriktion på energianvändningens ökning		
	1980	1990	2000	1980	1990	2000
BNP	2,3	1,9	1,8	2,3	1,9	1,6
Utrymme för privat konsumtion	3,7	2,6	2,2	3,7	2,6	2,1
Reallön	2,6	2,7	2,6	2,5	2,3	2,1
Kapitalavkastn.	0	÷.8	÷.8	÷.3	÷1,6	÷2,0

I modellkalkylerna har såväl den offentliga sektorns tillväxt som den aggregerade kapitalbildningen bestämts utanför modellen. Det betyder att en förändring av BNP måste «fördelas» mellan utrymme för privat konsumtion och det reala bytesbalanssaldo. Den privata konsumtionen motsvarar nästan 50% av BNP. Vid oförändrat realt bytesbalanssaldo motsvarar således en reduktion av BNP med en procentenhet cirka två procentenheter av det privata konsumtionsutrymme. Som framgår av Tabell 2 är emellertid energipolitikens effekter på det privata konsumtionsutrymme mindre än motsvarande inverkan på BNP.

Anledningen till detta är att energipolitiken leder till en reduktion av oljeimportens ökning. Eftersom oljans relativpris antagits stiga över tiden medför denna utveckling en förbättring i ekonomins bytesförhållande mot omvärlden jämfört med fallet utan restriktion på energianvändningens ökning¹⁰. Därmed behövs det en mindre exportvolym som «betalning» för importen och följaktligen kan den privata konsumtionens andel av BNP öka.

De ovan redovisade resultaten säger emellertid inte allt om energisparpolitikens effekter på den ekonomiska utvecklingen. I Tabell 4 redovisas den årliga tillväxttakten för valda variabler vid olika tidpunkter i basfallet med respektive utan restriktion på energianvändningens ökning.

Under de första åren är energisparpolitikens effekter mycket små. Emellertid växer de efter hand och mot periodens slut har den förda politiken en påtaglig kostnad i form av reducerad tillväxt. I och för sig är detta resultat ganska självklart. När en med tiden allt

¹⁰ Detta resultat beror delvis på i hur stor utsträckning som de inhemska producenterna kan övervinna energiskatten på exportpriserna, vilket i sin tur hänger samman med exportefterfrågans priselasticitet. Det i huvudtexten förda resonemanget gäller emellertid även för ett fall när exportpriselasticiteten på industriprodukter antogs vara -5 i stället för basfallets -3 och -1.5 för basrespektive tillverkningsindustrin.

Tabell 5. Förändring i årlig tillväxttakt för BNP och utrymme för privat konsumtion när energianvändningen reduceras med 1 % per år under olika antaganden om substitutionselasticiteten mellan energi och ett aggregat av kapital och arbetskraft. (Procentenheter per år).

	Substitutionselasticitet		
	.10	.25	.50
Tillväxt i BNP	.15	.05	.04
Tillväxt i privat konsumtionsutrymme	.23	.06	.03

Tabell 6. Energiskattesats (% av energipriset) och dennas förändring (procentenheter per år) år 2000 under olika antaganden om substitutionselasticiteten mellan energi och ett aggregat av kapital och arbetskraft.

	Substitutionselasticitet		
	0,10	0,25	0,50
Skattesats år 2000	871	398	137
Förändring år 2000	62	30	12

större mängd kapital kombineras med en konstant mängd energi (och en i stort sett konstant mängd arbetskraft) gör sig den avtagande avkastningens lag gällande med allt större kraft.

De ändrade aggregerade faktorproportionernas inverkan på tillväxttakten beror givetvis på substitutionsförhållandena mellan de olika produktionsfaktorerna. Detta kan belysas med ett exempel. Antag att man år 2000 skulle skärpa politiken i syfte att reducera energianvändningen under det närmaste året med 1%. I Tabell 5 redovisas effekten av denna politik på tillväxten av BNP och privat konsumtionsutrymme under olika antaganden om substitutionselasticiteten mellan energi och ett aggregat av kapital och arbetskraft.

Förskjutningen av de aggregerade faktorproportionerna kommer också till uttryck i faktorpriserna, vilket framgår av Tabell 4, liksom i energiskattesatsen. Denna måste ju hela tiden (efter 1985) anpassas så att efterfrågan på energi hålls konstant. Eftersom den, på marginalen, allt lägre avkastningen av kapital och arbetskraft motsvaras av en allt högre avkastning på energi, måste energiskatten höjas över tiden. Tabell 6 redovisar energiskattesatsen och dennas årliga förändring år 2000 under olika antaganden om substitutionsförhållandena mellan energi och ett aggregat av kapital och arbetskraft.

De resultat som redovisas i Tabell 6 kan även ges en alternativ tolkning. En begränsning av energianvändningens ökning eftersträvas ju inte därför att energianvändning i och för sig skulle vara något förkastligt. Det egentliga skälet är att man vill begränsa energianvändningens miljöeffekter, oljeberoendets

Tabell 7. Procentuella andelar av reduktionen i energianvändning år 2000 till följd av energisparpolitiken som kan hänföras till olika komponenter under olika antaganden om substitutionselasticiteten mellan energi och ett aggregat av kapital och arbetskraft.

Substitutionselasticitet	Ändrad produktionsvolym i näringslivets olika sektorer	Ändrad användning av energi per producerad enhet i näringslivets olika sektorer	Ändrad näringslivsstruktur	Ändrad direkt användning av energi i hushållssektorn
.10	24	32	6	39
.25	13	57	6	23
.50	2	79	5	13

sårbarhetsproblem etc. Om det fanns en energikälla utan dessa sidoeffekter, skulle motivet för en energipolitik av det här diskuterade slaget bortfalla.

De i Tabell 6 redovisade skattesatserna, multiplicerade med priset på energi, anger hur mycket man år 2000 på marginalen är villig att betala för en enhet energi. Siffrorna i Tabell 6 kan således betraktas som mått på «skuggpriset» på energi från en «ren och säker» energikälla».

5.2 Effekter på näringslivsstruktur och konsumtionssammansättning.

Energipolitiken inverkar emellertid inte bara på variabler som BNP och utrymmet för privat konsumtion. De kanske viktigaste effekterna av politiken kan avläsas på ekonomins struktur, valet av teknik och konsumtionens sammansättning. Dessa effekter hänger samman med det sätt på vilket energianvändningen anpassas till den förda energipolitiken. I grova drag kan man urskilja fyra olika slag av «anpassningsmekanismer» i denna process, dvs förändringen i energianvändning kan fördelas mellan följande fyra komponenter:

- i) Ändrad produktionsvolym
- ii) Ändrade produktionsfaktorkombinationer
- iii) Ändrad näringslivsstruktur
- iv) Ändrad direkt användning av energi i hushållssektorn.

Den faktiska fördelningen av en given förändring i energianvändningen till följd av skärpt energibeskattnings mellan dessa komponenter beror i hög grad på substituerbarheten mellan energi och andra produktionsfaktorer. För att belysa detta förhållande jämfördes energianvändningen år 2000 i fallet utan restriktion på energianvändningens ökning med samma variabel i fallet med sådan restriktion. Skillnaden fördelades sedan mellan de fyra olika komponenterna. Resultaten redovisas i Tabell 7.

Som framgår av tabellen har den skärpta energibeskattningen en relativt måttlig inverkan på näringslivets struktur.¹² Det betyder att den här diskuterade energipolitiken inte medför särskilt betydande omflyttningar av arbetskraft mellan olika sektorer och regioner, vilket delvis framgick redan i Tabell 3.

En väsentlig faktor bakom detta resultat är att begränsningen i energianvändningens ökning «frigör» en mängd kapital som annars skulle ha använts för att öka kapaciteten i den mycket kapitalintensiva energisektorn. Detta kapital kan i resten av näringslivet användas för att reducera energianvändningen per producerad enhet. Investeringsresurserna används således i högre grad för energibesparande åtgärder och i minskad omfattning för investeringar i energiproduktionsanläggningar. Därmed begränsas energiskattens genomslag på produktionskostnaderna i näringslivet, vilket betyder att några mer betydande strukturomvandlingsimpulser via förskjutningar i utrikeshandelsmönstret inte uppstår.

Emellertid påverkas den privata konsumtionens sammansättning ganska påtagligt av den skärpta energibeskattningen. Detta gäller särskilt i fallet med «rigid» produktionsteknologi (se Tabell 7). I detta fall leder energibeskattningen till en halvering (49%) av hushållens direkta energikonsumtion. Vidare går bostadskonsumtionen¹² ned med ca 13% jämfört med bostadskonsumtionen år 2000 i fallet utan restriktion på energianvändningens ökning. I fallet med «flexibel» produktionsteknologi (substitutionselasticiteten = .50) är motsvarande siffror 21% resp 5%. I stället

¹¹ Detta gällde även i det fall där exportpriselasticiteten på industriprodukter antogs vara -5.

¹² Som framgår av Tabell 1 är «Bostadstjänster» den mest energiintensiva varugruppen i modellekonomin.

ökar tjänstekonsumtionen samt konsumtionen av verkstadsprodukter. Jämfört med utgångsåret (1980) är emellertid såväl bostadskonsumtionen som hushållens direkta energianvändning större år 2000 i samtliga modellkalkyler.

6. Slutsatser.

I 1975 års regeringsproposition om energipolitiken framhölls att de energipolitiska ambitionerna inte fick ställas så högt att de kom i konflikt med andra sociala och ekonomiska mål. En viktig förutsättning för att dessa senare mål skall kunna realiseras är att energipolitiken inte medför alltför påtagliga effekter i form av reducerad tillväxt i BNP och utrymmet för privat konsumtion.

De här redovisade kalkylerna antyder att en politik som syftar till nolltillväxt i energianvändningen i en ekonomi av svensk typ har ganska måttliga effekter på den ekonomiska utvecklingen under en period på 10 å 15 år. Effekten blir störst på konsumtionens sammansättning. Emellertid medför politiken inte någon absolut reduktion av hushållens konsumtion av någon enskild varugrupp.¹³ Politikens effekter begränsas till en reduktion av konsumtionens ökningstakt.

Om emellertid målet om nolltillväxt i energianvändningen upprätthålls under en längre tidsperiod stagnerar den ekonomiska utvecklingen (uttryckt i termer av BNP etc). Man kan således begränsa energianvändningens ökning under en tid, t ex för att kunna utveckla nya energikällor, utan att revidera målet om fortsatt ekonomisk tillväxt. På mycket lång sikt synes detta dock inte vara möjligt.

¹³ Denna slutsats kan mycket väl behöva revideras om kalkylerna upprepas med hjälp av en mer disaggregerad modell.

Energiforbruk og økonomisk vekst

AV
DOSENT FINN R. FØRSUND
SOSIALØKONOMISK INSTITUTT
UNIVERSITETET I OSLO



1. Innledning.

En av de sentrale problemstillinger i energidebat-ten er sammenhengen mellom økonomisk vekst og veksten i energiforbruket. I alle fall til oljekrisen i 1973/74 var det vel vanlig oppfatning blant politikere og beslutningstakere på energiområdet at det var en så stram sammenheng mellom energivækst og øko-nomisk vekst at målsettinger for den økonomiske vekst var grunnlaget for energiprogno-sene. Slike sammenhenger er studert over tid for en rekke land i Darmstadter (1971) (se også Bergman (1977), Chp. 2).

Vi skal se nærmere på denne problemstillingen innenfor en meget enkel modell som bare skiller mel-lom energi og alle andre varer. Er det mulig å få noe realistisk ut av en så enkel modell? Poenget med en slik sterkt aggregert «grovmøll» er at den raskt og billig skal gi et omtrentlig bilde av aktuelle variasjonsområder for de sentrale variable. Sam-menhengene og mekanismene i modellen skal være så enkle å overskue at man ikke behøver å være ekspert for å forstå sluttresultatet, og se betydningen av sen-trale forutsetninger og parameteranslag. Modellen tallfestes for Sverige i 1974 og Norge i 1975. Alle dataene er funnet ved å bruke offentlige publikasjo-ner. (Modellen er også presentert i Førund (1977 a, b) og omvendt på svenske data).

2. En to-sektor vekstmodell for energi og andre varer.

Modellen vi skal benytte, er en sterkt forenklet MSG-modell (Johansen (1960)). Den representerer en videre forenkling av en modell presentert i Utne (1975). Modellens formelle struktur er gitt i Tab. 1. De variable vil bli definert i kommentarene til de enkelte relasjoner nedenfor.

Vi skal konsentrere oss om to bruksområder for energi; som innsatsfaktor i produksjonen av nasjo-

nalproduktet og som konsum i private husholdninger. Økonomien beskrives ved to produksjonssektorer. I den ene sektoren produseres BNP, eller mer nøyak-tig, BNP fratrukket verdien av energien som konsu-meres direkte av private husholdninger. Vi vil derfor kalle produktet i denne sektoren for makrovaren (X). Produksjonsaktiviteten beskrives aggregert ved at det må brukes bestemte mengder arbeidskraft (L), kapital (K_x) og energi (E_x) for å produsere en bestemt mengde av makrovaren. (Relasjon (1) i Tab. 1.) Det forutsettes at alle tre faktorene kan erstatte hveran-dre i produksjonen, dvs. samme mengde makrovarer kan produseres ved forskjellige kombinasjoner av innsatsfaktorene. Nøytral teknisk framgang (rate γ_x) gir produksjonsøkning over tid uten økning i innsats-faktorene, og slik at substitusjonsmulighetene mellom faktorene ikke endres.

I den andre produksjonssektoren (relasjon (2), i Tab. 1) produseres energien (E) med innsats av bare kapital (K_e). Det å se bort fra arbeidskraft her gir en akseptabel forenkling; sektoren «El.-, gas-, varme- og vattenverk» hadde i 1974 0,6% av sysselset-tingen i Sverige og 0.001 i Norge. Energi er indirekte med som innsatsfaktor i energiproduksjonen da re-sultatet kan regnes netto. Teknisk framgang øker kapitalens effektivitet med en fast prosent pr. år (rate γ_e).

De private husholdningenes forbruk av energi (E_c) representeres ved en etterspørselsfunksjon for en-ergi. De forbruksmotiverende faktorer er prisforholdet mellom energi og makrovaren (P_e/P_x) og total kon-sumutgift (C). Relasjonen spesifiseres slik at pris- og inntektselastisitetene blir konstante (relasjon (4) i Tab. 1).

Den aggregerte etterspørselsfunksjonen skal fange opp hvordan forbruket kan endres på sikt ved å endre oppvarmingsteknologi, romtemperatur, bruk av hus-holdningsmaskiner, o.l.

Disse tre relasjonene beskriver i et nøtteskall hvordan energien produseres og hvordan den brukes som innsatsfaktor i produksjon av andre varer og som direkte konsum. (I private husholdninger kan man også betrakte bruk av energi som innsats for å produ-sere visse varer og tjenester innenfor hushold-ningen.) Relasjonen gir rammen for hvordan energi-

Finn R. Førund tok sosialøkonomisk embetseksamen 1968. Han har siden vært ansatt på Sosialøkonomisk institutt ved Uni-versitetet i Oslo, fra 1976 som dosent. Han tok lisensiatgraden i 1975 på emnet «Neoclassical Production Theory». Hans viktigste arbeidsfelt har ved siden av produksjonsteori vært økonomisk analyse av forurensningsproblemer.

Tabell 1. To-sektor vekstmodell for energi og andre varer.

Nr.	Absolutt form	Vekstrateform ($x = (dX/dt)/X$, osv.)
(1)	$X = A e^{\gamma_x t} L^{a_1} K_X^{a_2} E_X^{1-a_1-a_2}$	$x = \gamma_x + a_1 l + a_2 k_x + (1-a_1-a_2)e_x$
(2)	$E = b e^{\gamma_e t} K_e$	$e = \gamma_e + k_e$
(3)	$(1-a_1-a_2)X = \frac{P_e}{P_x} T_e \cdot E_X$	$x = p_e + t_e + e_x$
(4)	$E_c = B (P_e/P_x)^{\eta_{ee}} \cdot (C/P_x)^{\eta_e}$	$e_c = \eta_{ee} p_e + \eta_e c$
(5)	$X = X_c + \dot{K} + \delta_x K_x + \delta_e K_e + Z$	$x = \frac{X_c}{X} x_c + \frac{\dot{K}}{X} i + \frac{\delta_x K_x}{X} k_x + \frac{\delta_e K_e}{X} k_e + \frac{Z}{X} z$
(6)	$\frac{C}{P_x} = \frac{P_e}{P_x} E_c + X_c$	$c = \frac{X_c}{C} x_c + \frac{P_e E_c}{C} p_e + \frac{P_e E_c}{C} e_c$
(7)	$K = K_x + K_e$	$k = \frac{K_x}{K} k_x + \frac{K_e}{K} k_e$
(8)	$E = E_x + E_e$	$e = \frac{E_x}{E} e_x + \frac{E_e}{E} e_e$

vekstraten påvirker de andre vekstrater, som f.eks. vekstraten i makrovaren.

For å få fram sammenhengene mellom vekstratene må naturlig nok grovmodellen formuleres i vekstrater. Dette er rett fram når vi har relasjonene som gjelder for hvert år. (Se Tab. 1, høyre del.)

Det er naturlig her å betrakte energivekstraten som en eksogen variabel. Poenget med grovmodellen er at vi får kartlagt hvordan endringer i denne påvirker de andre vekstratene, når det tas hensyn til den direkte virkningen i makrovarerektoren og de indirekte virkningene via husholdningenes etterspørsel og omfordeling av kapital mellom produksjonssektorene. Analysen tar utgangspunkt i et faktisk år, 1974, for Sverige og 1975 for Norge, og resultatet av grovmodellen er i form av å vise i hvilken retning økonomien vil vokse ut fra det observerte år.

De tre relasjonene beskrevet ovenfor er ennå ikke en fullstendig modell. For det første trenger vi en regel til å fordele energien på de to bruksmåter produksjon av makrovaren og direkte forbruk. Vi innfører en endogen fordeling ved å sette opp makrosektorens etterspørselsfunksjon for energi. En slik etterspørselsfunksjon kan avledes fra sektorens tilpassningsbetingelse for bruk av energi. Vi forutsetter at makrosektoren tilpasser energiforbruket slik at overskuddet blir maksimert, dvs. verdi av energiens marginalproduktivitet settes lik prisen på energi. (Relasjon (3) i Tab. 1.) Det trengs ingen allokeringsregler for arbeidskraft og kapital, da arbeidskraft bare brukes i makrosektoren, og kapitalens fordeling følger når energiproduksjonen er gitt.

Vi må også ha med en relasjon som viser anvendelsen av makrovaren til privat konsum (X_c), investeringer (K), kapitalslit ($\delta_x K_x$, $\delta_e K_e$) og en del som kalles eksogen etterspørsel (Z) og som består av offentlig konsum og eksport-import. Dessuten defineres total konsumutgift som summen av utgift til energi og ma-

krovaren for husholdninger (relasjon (6) i Tab. 1) og total kapital- og energimengde som summen av henholdsvis kapitalmengdene i makro- og energisektoren og energiforbruket i makrosektoren og i husholdningene (relasjon (7) og (8)).

Formulert i vekstrater består modellen av bare lineære relasjoner med de funksjonsformer som er spesifisert for produksjons- og etterspørselssammenhengene. Det er 8 relasjoner mellom 16 vekstrater, slik at 8 vekstrater må settes eksogent. Inndelingen i hvilke vekstrater som bestemmes på forhånd og hvilke vi får bestemt i modellen, er ganske fleksibel med et par unntak som skal nevnes senere. Den lineære struktur gjør beregningene meget enkle og oversiktlige.

For praktisk anvendelse av modellen må koeffisientene tallfestes. Det er brukt tall for Sverige som er hentet direkte fra SOU 1975:89 og Restad (1976) med visse tillem্পninger. Volumstørrelsene er i 1968-priser. På grunn av dataproblemer er henholdsvis «El., gas, varme og vatten» og Elektrisitet og vannforsyning valgt som energisektor. Det ønskelige ville være å samle hele energiproduksjonen. Nå faller f.eks. hele transportsektoren inn i makrosektoren, og boligoppvarming med olje i husholdningene kommer heller ikke inn i privat konsum av energi, men er med i konsum av makrovaren. Det totale energikonsums andel av privat konsum er anslått til 5% i 1975 i Sverige og ca 9% i Norge, mens den budsjettandel vi vil bruke i beregningene, er 1,8% for «El. m.m.» i Sverige og 2,7% i Norge.

Når det gjelder koeffisientene i den første linje i Tabl. 1; produktfunksjonen for makrovaren på vekstrateform, så er en «røff» faktorandelsmetode brukt. Ved noe skjønnsmessig vurdering er energi-, kapital- og arbeidskraft elastisitetene satt til 0.03, 0.37 og 0.60 for Sverige og 0.03, 0.21 og 0.76 for Norge. Summen av elastisitetene er holdt lik 1, dvs. vi forutsetter konstant utbytte med hensyn på skalaen.

Denne produksjonssammenheng for makrosektoren impliserer at for å erstatte en nedgang i energiens vekstrate med en prosentenhet må f.eks. kapitalens vekstrate økes med $0.03/0.37 = 0.08$ og $0.03/0.21 = 0.15$ prosentenhet for henholdsvis Sverige og Norge for å holde makrovarens vekstrate konstant. Dette er selvsagt en helt sentral sammenheng i grovmodellen vår. Resten av modellen tjener egentlig til å gjøre utslaget på vekstraten for makrovaren mindre enn denne direkte produksjonssammenheng tilsier.

Grovmodellen har med en energiskatt (T_e) som et virkemiddel. Skatten er utformet slik at de private konsumenter og makrosektoren ikke betaler samme pris for energi. Vekstraten i prisen makrosektoren betaler, er $p_e + t_e$, mens den for konsumentene er p_e . Prisen P_e er prisen på energi relativt til prisen på makrovaren, da det bare er det relative prisnivå som kan bestemmes i modellen. En negativ vekstrate i energiskatten betyr at total prisvekstrate blir mindre for makrosektorens energiforbruk enn for de private

Tabell 2. Løsningsmatrise. Norge 1975.

Endogene vekstrater	Eksogene vekstrater							
	y_x	1	t_e	i	z	e	y_e	k
x	.96	.73	÷ .005	.008	.004	.01	.03	.24
k_x	0	0	0	0	0	÷ .15	.15	1.15
k_e	0	0	0	0	0	1	÷ 1	0
x_c	1.75	1.33	÷ .088	÷ .37	÷ .17	.04	.04	.15
e_x	÷ 1.15	÷ .87	÷ .15	.27	.13	1.38	÷ .02	÷ .07
e_c	1.72	1.30	.22	÷ .41	÷ .19	.43	.03	.11
c	1.81	1.37	÷ .03	÷ .37	÷ .18	.01	.04	.15
p_e	2.11	1.60	÷ .86	÷ .26	÷ .13	÷ 1.37	.05	.31

Tabell 3. Løsningsmatrise. Sverige 1975.

Endogene vekstrater	Eksogene vekstrater							
	y_x	1	t_e	i	z	e	$y_e k$	
x	.98	.59	÷ .004	.003	.007	.01	.02	.39
k_x	0	0	0	0	0	÷ .06	.06	1.06
k_e	0	0	0	0	0	1	÷ 1	0
x_c	1.88	1.13	÷ .007	÷ .19	÷ .50	.01	.05	.54
e_x	÷ .80	÷ .48	÷ .12	.09	.25	1.19	÷ .02	÷ .22
e_c	2.16	1.30	.33	÷ .25	÷ .67	.48	.06	.59
c	1.91	1.15	÷ .02	÷ .19	÷ .51	.004	.05	.55
p_e	1.78	1.07	÷ .88	÷ .09	÷ .24	÷ 1.18	.05	.60

Tabell 4. Resultater for endogene vekstrater og verdier for de eksogene vekstrater. Norge 1975 og Sverige 1974.

Eksogene vekstrater			Endogene vekstrater		
Variabel	Norge	Sverige	Variabel	Norge	Sverige
y_x	2,5	2,0	x	4,9	3,6
1	,8	0,6	k_x	7,3	2,8
t_e	0	0	k_e	5,0	5,4
i	5,0	2,7	x_i	4,8	4,2
z	13,0	3,0	e_x	7,1	6,8
e	7,0	7,0	e_c	6,9	7,6
y_e	2,0	1,6	c	4,8	4,2
k	7,0	3,0	p_e	÷ 2,2	÷ 3,2

konsumenter. Vi kan kalle dette en subsidiering av energi til produksjonsformål i makrosektoren.

Valget av eksogene vekstrater og anslagene på dem fremgår av Tabell 4. De observerte verdier er tatt som utgangspunkt, med unntak av energivekstraten for Norge, hvor den er satt høyere. Den er satt lik den observerte i Sverige for sammenlikningens skyld. Vi har satt at makrosektoren og de private konsumenter i utgangssituasjonen står overfor den samme vekstrate i relativ energipris, dvs. $t_e = 0$. Ut fra modellens struktur følger det at i den type beregning vi gjør, så må vekstratene i kapitalbeholdning og investering

være eksogene og verdiene lik de observerte. For de andre eksogene variable kan vi i prinsippet velge verdiene fritt. Ut fra vår problemstilling har det vært naturlig å ha vekstratene for energi, energiskatt, arbeidskraft og teknisk framgang i de to sektorer som eksogene variable.

De endogene vekstrater bestemmes nå ved å invertere koeffisientmatrisen vi får ved å tallfeste koeffisientene i vekstraterelasjonene i Tab. 1 for de endogene vekstrater, og så først multiplisere denne med koeffisientmatrisen for de eksogene variable. Den framkomne matrisen kan kalles løsningsmatrisen (Johansen, 1960), og den er vist i Tabell 2 og 3 for Norge og Sverige. Multiplikasjon av løsningsmatrisen, med vektoren av eksogene vekstrater gitt i Tab. 4 gir så løsningen for de endogene vekstrater vist i Tab. 4.

Løsningen viser som sagt hvordan økonomien vil vokse ut fra en initialsituasjon. I og med at det er valgt observerte verdier for de eksogene variable gir Tabell 4 oss en sjekk på hvor rimelig grovmodellen vår simulerer økonomiene. For Sverige er vekstraten for makrovaren 3.6%, mens den for privat konsum er 4.2%. Dette virker vel rimelig for BNP, men kanskje noe høyt for konsumet. Vi merker oss at for å kunne «svelge unna» en 7% økning i energiforbruket pr. år så vil relativprisen på energi synke med 3.2%. For Norge gir modellen sterkere vekst, 4.9% for makrovaren og 4.8% for konsumet. Dette synes å gi et

brukbart bilde av forskjeller mellom landenes økonomier. Relativ energipris synker også i Norge med 2.2%. (Husk at energivæksten er satt høyere enn observeret for Norge.)

Det er løsningsmatrisen som er det sentrale når det gjelder belysning av problemstillingen energivækst – økonomisk vekst. Hvert tall i løsningsmatrisen gir virkningen på den endogene variable som er angitt i forspalten for den aktuelle linje, ved en enhets endring i den eksogene variable som angis i tabellens hode for den aktuelle kolonne. Ser vi f.eks. på den første linje i Tabell 3, er dette linjen for vekstraten for makrovaren. Hvert tall langs linjen gir virkningen på makrovarens vekstrate av en enhets endring, dvs. her 0.01, i hver eksogen vekstrate av gangen. Virkningen framkommer ved å løse hele modellen. Tallene gir den totale effekt. Ved f.eks. en reduksjon av energiens vekstrate fra 7% til 2%, som var målsettingen for perioden fram til 1985 etter Regjeringen Palmes proposisjon om «Energihushålling m.m.», så vil vekstraten for makrovaren gå ned med $0.012 \cdot 5 = 0.06$ prosentenheter. Vekstraten for makrovaren vil gå ned fra 3.62% til 3.56%. Nedgangen som vi skulle forvente ut fra produksjonssammenhengen i makrosektoren, er $0.03 \cdot 5 = 0.15$ prosentenheter, dvs. over dobbelt så stor effekt. Den reduserte virkning skyldes at kapital blir reallokert til makrosektoren. Vekstraten for kapital i energi-sektoren går ned tilsvarende som for energien, og total kapitalvekstrate er eksogent gitt. Ser vi på linjen i løsningsmatrisen i Tabell 3 for relativprisen i energi, har vi at reduksjonen i energivækstraten endrer vekstraten for relativprisen med $1.18 \cdot 5 = 5.91$ prosentpoeng, dvs. vekstraten for den relative energipris endres fra en negativ rate på 3.2% til en positiv rate på 2.7%. Denne endringen bidrar til å redusere vekstraten for makrovaren, da energien omfordales via etterspørselsfunksjonene til relativ fordel for konsumentene. Produktfunksjonen for makrosektoren impliserer en priselastisitet for energi til produksjonsformål på -0.97 , mens den er -0.4 for de private konsumenters energietterspørsel.

Bruk av løsningsmatrisen gir videre at konsumets vekstrate får en meget beskjeden reduksjon, fra 4.23% til 4.21%. Det at denne reduksjonen er lavere enn reduksjonen i makrovekstraten, skyldes her at relativprisen på energi stiger, slik at *verdien* av energikonsumet går opp. Det er pris på makrovaren som er prisdeflator, ikke prisindeks for BNP.

Ser vi på lønningsmatrisen for Norge i Tab. 2, får vi samme resultat for energiens virkning på makrovarens vekstrate. Utslaget på relativprisen på energi blir nå noe sterkere. Ved samme nedgang i energiens vekstrate på 5 prosentenheter snus vekstraten for relativprisen fra en negativ på 2.2% til en positiv på 4.6%. For Norge er både priselastisiteten og inntektselastisiteten satt noe lavere enn for Sverige, henholdsvis -0.3 mot -0.4 , og 1.3 mot 1.5 . Nedgangen i konsumets vekstrate blir noe sterkere for Norge, fra 4.8 til 4.7%.

Den hovedkonklusjon vi kan trekke for begge land, er at en reduksjon av energiens vekstrate med 5 prosentpoeng gir et svært beskjeden negativt utslag på vekstratene for nasjonalproduktet og privat konsum. Men relativprisen for energi må økes forholdsvis sterkt for å få dette til. Fra å ha en svakere prisstigning enn andre varer må energi få en markert sterkere prisstigning enn andre varer.

Vi har her energivækstraten som eksogen variabel, så vi kan ikke se hvordan energiskatten kan brukes for å klemme ned energiforbruket. Men dette lar seg lett gjøre innenfor grovmodellen ved å ta inn energivækstraten som endogen variabel og ta en av de nåværende endogene vekstrater som eksogen. Men vi kan merke oss at virkningene av endringer i vekstrater for energi og energiskatt har motsatte fortegn i løsningsmatrisen. Dette betyr at ved en *samtidig* nedgang i energivækstraten og en nedgang i skattens vekstrate kan det være mulig å holde vekstraten i makrovaren konstant. For hver enhet energivækstraten reduseres med, får vi av løsningsmatrisen at skattevekstraten må reduseres med henholdsvis $0.012/0.0036 = 3.35$ og $0.011/0.0046 = 2.41$ for Sverige og Norge for at makrovekstraten skal være konstant. Mekanismen i modellen er da at energi blir relativt billigere for produksjonsformål i makrosektoren i forhold til bruk i husholdningene. Vekstraten opprettholdes ved å klemme ned energivækstraten i konsumet tilstrekkelig. Denne vil gå ned fra 7.6% til -0.3% henholdsvis fra 6.9 til 2% for Sverige og Norge, ved en nedgang i energivækstraten fra 7% til 2%, når vi samtidig lar skattesatsens vekstrate være $3.35 \cdot 5 = -16.7$, henholdsvis $-2.41 \cdot 5 = -12.0$ prosentpoeng. Relativprisen på energi til konsumentene vil nå vokse med 17.5% for Sverige og 14.9% for Norge.

Et noe overraskende resultat av denne politikken er at konsumets vekstrate for Sverige *øker* med 0.26 prosentenheter. Dette skyldes hovedsakelig det vi nevnte ovenfor om at det er prisen på makrovaren som er prisdeflator, vi får jo en kraftig økning i vekstraten for relativprisen på energi. Men vekstraten for konsum av makrovaren øker også, med 0.03 prosentenheter. Dette skyldes at mindre av makrovaren nå går til totale investeringer ved en nedgang i kapitalens vekstrate i energisektoren. For Norge får vi en helt forskjellig virkning fordi energiens virkning på konsumets vekstrate er så mye sterkere. Vekstraten for konsumet går ned fra 4.8 til -1.7% .

3. Avsluttende merknader.

Valget av produktfunksjon for makrovaren innebærer at kapital og arbeidskraft kan erstatte energi som produksjonsfaktor. Tallfestingen av parametrene viser direkte at en nedgang i energibruk på 1% bare reduserer produksjonen med 0.03%. Det kan innvendes at selv om utgifter til energi utgjør en liten del av bearbeidingsverdien, så er det så stiv kopling mellom produkt og energi at den ikke kan erstattes så glatt

som det er forutsatt i modellen. Men selv med faste energikoeffisienter i produksjonen vil man i hver enkelt næringssektor ha substitusjonsmuligheter hvis total produksjonskapasitet ikke er fullt utnyttet. Produksjonen kan omfordres fra energiintensive bedrifter til mindre energiforbrukende enheter. Sammenlikning mellom land viser klart at det er betydelige substitusjonsmuligheter på lang sikt ved å vri hele næringsstrukturen bort fra energiintensiv virksomhet. (Se f.eks. Førsund (1977 a) for noen eksempler.)

Ved en nedgang i vekstraten for total energi er hovedkonklusjonen vi kan trekke av grovmodellen, at det negative utslaget på nasjonalproduktets vekstrate halveres i forhold til det utslaget som følger direkte av tallfestingen av makroproduktfunksjonen. Forklaringen på dette er reallokeringen av kapital fra energisektoren til makrovaresektoren.

Siden private husholdninger og den aggregerte produksjonssektor har forskjellige priselastisiteter for energi, kan en energiavgift brukes til å vri bruken av energi mellom disse enhetene. Modellanalysen viser f.eks. at makrovarens vekstrate kan holdes konstant ved en stor nok relativ prisøkning på energi til husholdningene, selv om energiens vekstrate senkes med 5 prosentpoeng:

Vi ser at selv med en så liten modell som denne grovmodellen, er det rike muligheter for interessante konsekvensanalyser. Det turde være relativt enkelt å følge modellens virkemåte. Modellens struktur gjør det også enkelt å prøve følsomheten av resultatene eller tallene i løsningsmatrisen ved endringer i koeffisientene. Elastisitetene i produktfunksjonen er sentrale parametre. En økning av energielastisiteten med 0.01 og en tilsvarende senkning av kapitalelastisiteten i modellen for Norge fører til så og si uendrete

resultater for de endogene vekstrater (forandring bare i tredje desimal). Men virkningskoeffisientene i løsningsmatrisen blir til dels vesentlig forandret. F.eks. mer enn fordobles virkningskoeffisienten for energiens vekstrate på makrovarens vekstrate. Ved en nedgang i energiens vekstrate på 5 prosentpoeng skulle vi nå ut fra produktfunksjonen forvente en reduksjon i makrovarens vekstrate på 0.2 prosentpoeng, mens modellen gir en reduksjon på 0.13 prosentpoeng.

Modellen gir endringene ut fra ett punkt. Analysen kan greit utvides til å beregne *tidsutvikling* for de variable på absolutt form ved å dele opp tidshorizonten i passende intervaller og anta at vekstratene er konstante innenfor hvert intervall. For hver ny initialsituasjon man regner seg fram til, kan et nytt sett vekstrater finnes som beskrevet ovenfor.

REFERANSER:

- Bergman, L., (1977), *Energy and Economic Growth in Sweden*, EFI Stockholm.
- Darmstadter, J. (1971): *Energy in the world economy*, RFF, Baltimore and London.
- Førsund, F. (1977a): «Energipolitikk og økonomisk vekst», bilaga 11 i *Styremedel för framtida energihushållning*, Industridepartementet, Energikommisjonen.
- Førsund, F. (1977b): «Økonomisk vekst og energivekst», *Økonomisk debatt*, nr. 7.
- Johansen, L. (1960): *A Multisectoral Study of Economic Growth*, North-Holland, Amsterdam.
- Restad, T. (1976): *Modeller för samhällsekonomisk perspektivplanering*, Stockholm.
- SOU 1975: 89 *Långtidsutredningen 1975*, Stockholm.
- Utne, A. (1975): «Electricity production and economic growth in Norway» *Sosialøkonomen*, nr. 6.

ENERGIETTERSSPØRSEL I TRANSPORTSEKTOREN forts. fra side 44.

lingen mellom ulike transportmidler som kanskje særlig bestemmes av inntekter, relative priser og teknologi, utnyttingsgraden som har sammenheng med velstandsnivå, priser og offentlige engasjement, og de rent tekniske sider ved transportavviklingen som forklares både ved teknologisk utvikling og relativ kostnadsutvikling. Av spesiell interesse er hva som vil skje med transportsektorens energiforbruk ved høyere energipriser. Vi vil her få påvirkninger gjennom alle lag av forklaringsforhold. Høyere energipriser vil f.eks, dels via høyere kostnader for transport og dels direkte

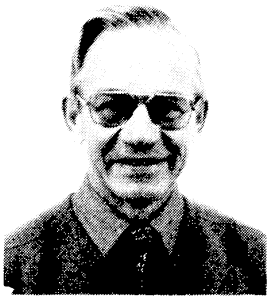
- begrense den totale transportetterspørsel, særlig på lang sikt gjennom lokaliseringmessige tilpasninger.
- forskyve transportfordelingen bort fra de mest energikrevende transportmidler
- stimulere til bedre utnyttelse av transportmidlene
- fremme utvikling og anskaffelse av mer energieffektivt transportmaterieill
- fremme mer energibesparende bruksmåter.

Den samlede virkning av alle disse effekter kommer prinsipielt til uttrykk i priselastisiteten for energi til transport. Vi kjenner ennå for lite til disse sammenhenger til at det, meg bekjent, kan gis noe tall for gjennomsnittlig priselastisitet. Men både i Norge og andre land er det gjort mange beregninger av priselastisiteter for bensin, som er det viktigste oljeprodukt for transport. De foreliggende beregninger spriker betydelig, men i et engelsk White-påper som refererer de fleste internasjonale beregninger, konkluderes det med at vi ved dagens inntekts- og biltetthetsnivå kan regne med en korttidspriselastisitet på $\div 0,25$. På lengere sikt, såvidt lang at man f.eks får tilpasset bilparkens sammensetning til høyere bensinpriser, kan det regnes med en priselastisitet på $\div 0,75$.

Den samme rapport angir ellers at det for bensin kan regnes med en inntektselastisitet på ca. 1,0. Disse tall innebærer at på kort sikt vil selv en prisoppgang på 20% for bensin ikke gi nedgang i salget hvis inntektsnivået samtidig stiger 5%.

Energiunderspørsel i transportsektoren

FORSKNINGSLEDER OTTO CHR HIORTH
TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT



Hvor mye energi brukes for transport

Av samlet innenlandsk energiforbruk brukes 14% for fremdrift av transportmidler. Bare banetransport kan i nevneverdig grad drives med elektrisitet, og 98% av sektorens energiforbruk dekkes ved mineraloljer. De innenlandske transporter legger av denne grunn beslag på en vesentlig høyere del av oljeforbruket – i 1976 29%. Denne andel har stadig steget i de senere år – i 1970 var den 24%. Dette betyr imidlertid ikke at transport også legger beslag på en like raskt stigende del av det samlede energiforbruk. Elektrisitetsforbruket har i de senere år steget vesentlig sterkere enn oljeforbruket, og transportens andel av samlet energiforbruk har bare steget fra 12% i 1970 til 14% i 1976. I tillegg kommer så energiforbruket for lasting/lossing, for drift av terminaler og signalanlegg, for interne transporter innen de enkelte bedrifter, for utenrikstransporter, og for fremstilling av transportmateriell og transportanlegg.

Som bakgrunn for disse tall bør noteres at transport også står for en meget stor del av landets økonomiske aktivitet. De samlede kostnader for innenlandske transporter, omfattende såvel fremdrift som lasting, lossing og infrastruktur – og materiellkostnader, utgjør nærmere 25% av bruttonasjonalproduktet.

Energiforbruket for innenlandske transporter har siden 1970 steget gjennomsnittlig 4,4% pr. år. Det er en noe svakere vekst enn for transportarbeidet, idet antall personkm i samme periode steg 6,3%, og antall tonnkm med 2,6% pr år, og persontransportene legger beslag på to tredjedeler av energiforbruket for transport.

Petroleumsstatistikken gir lite detaljerte tall for hvordan oljeforbruket fordeler seg på de ulike transportmidler. Den skiller heller ikke tilfredsstillende mellom innenriks- og utenrikstransporter. En beregning utført ved Transportøkonomisk institutt ga fordelingen av energiforbruket for innenlandske transporter i 1976 som vist i tabell 1.

Otto Chr. Hiorth er cand oecon fra 1943. Etter noen år i Prisdirektoratet arbeidet han 1948–59 i Statistisk Sentralbyrå med nasjonalregnskap og lønns- og sosialstatistikk. Siden 1959 har han vært forskningsleder ved Transportøkonomisk institutt.

Tabell 1: *Energiforbruket for innenlandske transporter i 1976.*

	Mill liter
Personbiler	1 297
Vare- og lastebiler	535
Busser	98
Motorsykler	17
Innenriks sjøfart	465
Jernbaner ¹⁾	85
Sporveier/forstadsbaner ¹⁾	10
Innenriks luftfart	176
Diverse	30
Ialt	2 713

¹⁾ Inkl 383 mill kWh som er omregnet etter forholdstall 1kWh = 0,2 liter olje.

Vi ser at de to største energibrukere, personbiler og lastebiler tilsammen legger beslag på 68% av transportsektorens energiforbruk. Ønsker man å redusere forbruket vesentlig, må eventuelle tiltak i første rekke rettes mot disse to transportmidler.

Også hurtigbåter og fly er meget energikrevende, sett i forhold til antall avviklede personkm.

TØI's beregninger viser ellers at 66% av energiforbruket gjelder for persontransporter og 34% gods-transporter.

Hva bestemmer transportsektorens energiforbruk.

Den etterspørsel etter energi som kommer fra transportsektoren blir bestemt av en rekke forhold som kan rangeres slik:

- Det transportomfang som ønskes (Hvor mye, hvor langt)
- Transportmønster
 - Hvordan transportavviklingen fordeles mellom ulike midler
 - Forholdet mellom kapasitetsinnsats og transportomfang

- Transportteknikk
 - Hva slags materiell som brukes
 - Hvordan materiellet brukes

Alle disse forhold blir igjen bestemt av hele det økonomiske, teknologiske og institusjonelle samfunnsmiljø, som transportene avvikles innenfor, konkretisert ved f eks prisforhold, inntekter, produktmengder, lokaliseringsmønster, offentlig styringsvilje og teknologisk nivå. Av særlig interesse i vår sammenheng er prisnivået for energi. Det påvirker alle de forhold som er nevnt ovenfor.

Det skal i det følgende knyttes noen kommentarer til hver av disse punkter.

Transportomfang.

Det har i flere ti-år vært et karakteristisk trekk ved samfunnsutviklingen at innenlandsk reisevirksomhet har steget vesentlig sterkere enn nasjonalproduktet. Fra 1965 til 1977 var den gjennomsnittlige vekst henholdsvis 7,1 og 4,6% pr. år. Godstransportarbeidet har økt i nær samme takt som nasjonalproduktet. Ved uendret teknikk og transportmønster ville disse veksttall ha gitt en øking i transportsektorens energiforbruk på 6% pr. år. Bedret energieffektivitet har imidlertid gjort veksten noe lavere.

Det er et vidt kompleks av forhold som forklarer den sterke vekst i transportomfanget. I første rekke er den et resultat av at folk i høy grad ønsker å ta ut den stigende velstand som økt mobilitet. Men utviklingen er også blitt forsterket ved de teknologiske nyvinninger og offentlige infrastrukturinvesteringer som har gjort det å reise vesentlig enklere og raskere enn tidligere. Prisutviklingen har også i lange perioder vært gunstigere enn for andre varer og tjenester. Omfanget av godstransporter øker i takt med de markedsførte varemengder, men også den økte spesialisering og arbeidsdeling, som i stor grad er mulig gjort nettopp ved bedrede transportmuligheter, har bidratt til å øke antall tonnkm.

Den økte mobilitet har materialisert seg i et lokaliseringsmønster som gir økte avstander mellom bosteder, arbeidsplasser og fritidshus, og sentralisering av serviceinstitusjoner som dagligvarebutikker, skoler og sykehus. Dessuten fortas det stadig flere reiser, særlig for ferie- og fritidsformål.

Det synes rimelig å anta at de innenlandske transporten i årene fremover vil stige noe svakere enn hittil. Ett er at den alminnelige økonomiske vekst forventes å bli lavere. Men forhold som en gradvis metning av personbilholdet, knappere fritidsreserver, svakere vekst i de sider ved de offentlige transportanlegg som virker transportgenerende (nye flyplasser, bedre vegstandard, nye hurtigbåtruter osv) og relativ forskyvning fra vareproduksjon mot tjenesteproduksjon kan virke til å bremse transporttetter-spørnelsen.

Tabell 2: *Energibehov pr. transport enhet.*

	Liter drivstoff pr.	
	1000 perskm	1000 tonnkm
Personbiler, drosjer	45	—
Busser	25	—
Lastebiler, varebiler	—	92
Motorsykler	29	—
Skip	87	36
Jernbaner ¹⁾	26	12
Sporvei/forstadsbaner ¹⁾	22	—
Fly	128	—

¹⁾ Elektrisk drift omregnet etter forholdstall 1 kWh = 0,2 liter olje.

Transportfordeling

Det er stor forskjell mellom de enkelte transportmidlers energibehov pr transportenhet. Det skyldes dels ulik teknologi i fremdriftsystem, vektforholdet mellom transportobjekt og transportmateriell, og ikke minst hastighet. Ved TØI er beregnet gjennomsnittlige spesifikke forbrukstall for 1976 (forbruk ialt dividert med transportytelser); se tabell 2.

Disse gjennomsnittstall dekker over store variasjoner og må derfor brukes varsomt. De varierer f.eks i høy grad med kapasitetsutnyttelse og transportmiddelets størrelse. For sjøfart er det eksempelvis stor forskjell mellom rene kystgodsruter, lokalrutefart og løsfart, og det er stor forskjell mellom små og store personbiler. For jernbaner kan nevnes at energiforbruk ved elektrisk drift gjennomsnittlig er 81 kWh pr 1000 perskm for fjerntogene og 262 kWh for lokale tog i distriktene (h v 16 og 52 liter olje etter det omregningsforhold som er brukt i tabellen ovenfor). For godsbiler varierer drivstoffbehovet fra gjennomsnittlig 75 liter pr 1000 tonnkm for små lastebiler til 20 liter for store trailere. For varebiler er forbruket over 200 liter pr 1000 tonnkm.

Med slike variasjoner er det klart at forskyvninger i transportmiddelfordelingen kan få store konsekvenser for det samlede energiforbruk. Særlig kan forskyvninger av persontransporter fra personbil og fly mot buss og bane, og av godstransporter fra bil mot skip og bane redusere energibehovet. Den store spredning innen hver transportgren tilsier imidlertid aktsomhet overfor generalisering. Godt utnyttede personbiler gir lavere energiforbruk pr personkm enn jernbaner med gjennomsnittlig utnyttelse, og dårlig utnyttede jernbaner (sidebaner) kan ha høyere energiforbruk pr transportenhet enn biler med gjennomsnittlig utnyttingsgrad.

En overføring av godstransporter fra bil til bane kan også gi tvilsom gevinst hvis omleggingen gir energikrevende omlasting eller lokal distribusjon med små biler.

Den utvikling vi gjennom mange år har hatt i fordelingen mellom transportmidler har ikke virket energibesparende. Andel av persontransportene som avvikles med personbil og fly har bare siden 1970 økt fra 71 til 80%, og lastebilenes andel av godstransportene er økt fra 21 til 29%.

Vi vet lite om det indirekte energiforbruk for transport, knyttet til fremstilling og vedlikehold av transportmidler og anlegg, og drift av terminaler. Det er meget mulig at det kan komme opp i 25–50% av det direkte forbruk. Mye av dette energiforbruk vil skje i utlandet. Riktige beregninger her kan endre våre oppfatninger av hva som er den energimessig gunstigste transportstruktur. Nye amerikanske beregninger har eksempelvis ført til at man der er blitt meget skeptisk til videre utbygging av tunnelbaner. For fremstilling av personbiler er oppgitt et energiforbruk tilsvarende 2–3 års drivstoffbruk for kjøring av bilen.

Kapasitetsutnyttning

Transport er generelt karakterisert ved lav kapasitetsutnyttning. Det skyldes både geografisk ubalanse i til/fra strømmen, store trafikktopper til visse tider, og stor tidsmessig spredning kombinert med ønsker om hyppige reisemuligheter den øvrige tid. Gjennomsnittlig utnyttning av transportmidlenes kapasitet ligger stort sett på nivå 1/3–1/2 for persontransporter og 1/2–2/3 for godstransporter. I og for seg er det altså mulig å avvikle det samme transportvolum som idag med halvering av materiellinnsats og energiforbruk. En slik innskrenking ville imidlertid gi en drastisk reduksjon av velferdsnivået gjennom færre reisemuligheter, køer på stasjoner og holdeplasser, forskyvninger av arbeidstid og fritid osv. Noe kan sikkert oppnås her ved forholdsvis enkle organisatoriske og institusjonelle tilretteleggingstiltak fra det offentlige. Men i hovedsak må spørsmålet om hvilken overkapasitet og tilhørende energiforbruk transportsektoren skal ha, bygge på hva overkapasitet koster, og publikums og bevilgede myndigheters vurdering av hva man vil betale for å unngå den ubekvemhet som lavt servicenivå gir.

Et spesielt problem her er at jo mer man prøver å øke utnyttingsgraden for de kollektive transportmidler, jo lavere blir servicenivået, og jo mer attraktive fremstår da de mer energikrevende personbiler.

Transportteknikk

Den energi som brukes for transport blir teknisk sett utnyttet meget dårlig. Som gjennomsnitt for de innenlandske transporter regnes det i Statistisk Sentralbyrås energibalanse med at bare 26% av energiinholdet i den tilførte energi bli brukt for fremdrift. For bensindrevne personbiler er andelen bare 12–15%. Gjennomsnittlig energiutnyttning for andre anvendelser enn transport er 85%. Mesteparten av energitapet i transportsektoren er knyttet til motorsystemet. Resten er friksjonstap i de ulike komponenter av den videre kraftoverføring.

Tabell 3: Bensinforbruk for små og store biler i bytrafikk, liter pr. mil.

	Liten bil	Stor bil
Gj. hastighet.		
10 km/t	1,72	2,76
20 »	1,14	1,81
30 »	0,95	1,49
40 »	0,85	1,33
50 »	0,80	1,24

Energiforbruket er også i vesentlig grad avhengig av transportmidlenes konstruksjon – aerodynamisk utforming, vekt, dekktyper osv. Som et grovt eksempel på hva disse forhold betyr kan refereres en svensk beregning som viser at drivstoff-forbruket for nye personbiler kan reduseres med 30% ved et sett av endringer som i forhold til dagens standard reduserer

Bilvekten	20%
Motorstørrelsen	30%
Luftmotstandskoeffisienten	20%
Rullemotstandskoeffisienten	20%
Akselerasjonsevnen	15%

Det drives for tiden en intens forskning verden over for å komme frem til mer energieffektivt transportmateriell. Fordelene ved å utvikle og bruke slikt materiell blir selvsagt større jo mer oljeprisene stiger i forhold til andre priser.

En annen utviklingslinje går på mulighetene for å få frem transportmateriell som kan bruke annet drivstoff enn hva som i dag er vanlig. Overgang fra bensin til dieselmotorer er ett slikt skritt. Særlig store forhåpninger stilles til metanol som kan lages av gass, hurtigvoksende skog eller generelt ved gjæring av biomasser. Ellers er videreutvikling av gassdrevne og batteridrevne biler ofte omtalt og, på lengre sikt, gassturbiner, stirling-motorer og hydrogendrift.

Energiforbruket er også sterkt avhengig av hvordan transportmateriellet brukes. Dårlig tenningsforgasser og luftfilterfunksjoner kan for personbiler gi et merforbruk på 10–20%. En svensk undersøkelse har vist at en alminnelig økonomitrimming av personbilene kan gi en gjennomsnittlig brenselbesparelse på 4% og på 10% for bykjøring. Kjøremåte og kjøreforhold er en annen viktig faktor. Ujevn kjøring, vekslende med lave hastigheter og raske akselerasjoner gir stort energiforbruk. En OECD undersøkelse angir følgende forbrukstall i liter pr mil for henholdsvis liten og stor personbil i bytrafikk; se tabell 3.

Etterspørselstettheter

Alle de forhold som er omtalt ovenfor, og som tilsammen bestemmer energiforbruket for transport, blir påvirket av den generelle økonomiske og teknologiske utvikling i samfunnet. Det gjelder den samlede etterspørsel etter transport, det gjelder forde-

Forts. side 41.

VALUTA- POLITIKK

En virkningsanalyse av
en valutakursendring

**Av Tom Sørensen og
Ragnar Andersen**

I INNLEDNING

Her drøftes det tidligere praktiserte valutasystem med faste pariteter og årsakene til dets sammenbrudd.

II ÅRSAKENE TIL ENDRING I VALUTAKURSEN

En kortfattet oversikt med analytisk tilsnitt over hovedårsakene til valutakursendringer.

III VIRKNINGENE

Dette er bokens hovedkapittel. Her behandles spesielt eksportprismvirkningen av en valutakursendring ut i fra en egen etablert **modell**. Modellen er spesifikt testet for eksportproduktet primær-aluminium på basis av empiriske data for tidsrommet 1965—74. En stor del av kapitlet er viet de bedriftsøkonomiske virkninger med spesiell vekt på bedriftenes finansielle forhold og investeringsprosjekter.

IV ALTERNATIVE FORMER FOR RISIKODEKNING

I dette kapitlet gis en konsentrert redegjørelse for alternative sikringsmetoder for bedriftene i den hensikt å unngå kurstap. En subjektiv vurdering av forslaget til statlig kursgarantiordning har vi også tatt med.

V ALTERNATIVER TIL DAGENS VALUTAKURSSYSTEM

Denne nye boken vil være et praktisk hjelpemiddel for økonomer i banker, eksport- og importbedrifter, departementer m.v.

Boken er på ca. 400 sider med alle datautskrifter og andre grunnlagsdata i et eget appendix-bind.

Pris: 298,-

**BEDRIFTSØKONOMENS
FORLAG A/S**
Kaj Munkes vei 41 b • Oslo 8 • Tlf: 2343 80

Framsendes og
omdeles som aviser