

Økonomisk vekst og energivækst*

Enligt den offisielle målsetting for den svenske energipolitikken fram til 1985 skal vekstraten i energikonsumet reduseres fra 7 til 2 prosent. Effekten på veksten i bruttonasjonalproduktet, privat konsum og energipris analyseres ved hjelp av en enkel vekstmodell. Resultaten er i samsvar med Bergman og Carlings og viser at effekterna på BNP og konsum blir små.

Det er en forholdsvis banal observasjon at energi er en helt nødvendig innsatsfaktor for økonomisk aktivitet; i og for seg for all aktivitet i bokstavelig forstand. Mens andre biologiske vesener minimerer sitt energiforbruk i økologisk likevekt, kjennetegnes framveksten av moderne industrisamfunn ved stadig større energiforbruk. Det faktum at de sosio-økonomiske systemer i de såkalte utviklede land vil bryte mer eller mindre sammen uten kontinuerlig tilførsel av energi ble brakt til folks bevissthet ved oljekrisen vinteren 1973—74.

Den store interessen for energispørsmål for tiden henger sammen med denne krisen og det etterfølgende permanente resultat at oljeprisene er omtrent 5-doblet siden før -73. Folks interesse for dommedagsprofetier m h t ressursknapphet hadde utviklet seg samtidig. Mer energi trengs for å få fram marginale forekomster av metaller etc. samtidig som en energibærer som olje er en tømbar ressurs.

Hvis vi ser på perioden 1974—75 viser det seg at det ikke er en så stram sam-

menheng mellom energiforbruk og BNP som mange tror. For de fleste europeiske OECD-land gikk totalt energiforbruk betydelig tilbake, mens BNP stagnerte eller gikk svakt fram. Unntak her er Norge og Jugoslavia. Energiintensiteten av BNP sank således i de fleste land. Nærmere undersøkelse viser at nedgangen hovedsakelig skyldes den relativt sterke produksjonsnedgang for energiforbrukende industrisektorer (og milde vintre). Industri står for drøye 40 prosent av totalt energiforbruk i de europeiske OECD-land.

Bruk av modeller

I lavvekstperioden etter oljeforsyningskrisen har modellanalyser av forskjellige sider ved energiproblematikken vært en høyvekst-industri. I den flora av til dels meget omfattende og kompliserte modeller som tilbys, kan det være vanskelig å orientere seg for den som ikke er modell-ekspert. En modellpakkes suksess i praktisk politikk vil avhenge av hvor godt den kan inpasses i den administrative/politiske prosess. Et modellsystem må ikke være noe orakel som mer ritualmessig konsulteres av beslutningsfatterne, som tolker svarene slik at de kan fortsette å gjøre det de ellers ville ha gjort.

Bruken av et modellsystem bør være basert på en klar forståelse for hva slags sammenhenger modellen inneholder og — ikke minst — ikke inneholder. Hva er

FINN FØRSUND är docent i Sosialøkonomi vid universitetet i Oslo. Hans vetenskapliga verksamhet omfattar produktionsteori, miljöekonomi och energifrågor och han arbetar för närvarande med en studie av strukturutveckling och effektivitet inom industrin

* Artikkelen er basert på mitt innlegg som opponent på Lars Bergmans doktorsavhandling Bergman [1977] og på et arbeid for Styrmedelsgruppen under Energikommisjonen.

de sentrale økonomiske forutsetninger, hvilken rolle spiller anslag på variable eller parametre som foretas på forhånd, etc.

En måte å få denne forståelsen på er å formulere sterkt aggregerte modeller for de mest sentrale problemstillinger som er aktuelle. Slike grovmodeller skal raskt og billig gi et omtrentlig bilde av aktuelle variasjonsområder eller mulighetsområder for sentrale variable på aggregert form. Utbygging av disaggregerte kompliserte modellene kan foretas med referanse til de oversiktlige økonomiske mekanismer og sammenhenger som er spesifisert i grovmodellen, slik at ikke-eksperter kan beholde oversikten uten å beherske detaljene eller "modellteknologien" (se Johansen [1960] og Utne [1975]).

I en grovmodell skal det være enkelt å endre på inndelingen av variable som skal forklares av modellen og variable som er gitt, dvs inndelingen i endogene og eksogene variable. Det er derfor naturlig å bruke en grovmodell som et første trinn i en analyse til å sortere ut interessante felter for mer detaljerte analyser.

Modellbeskrivelse

En av de sentrale problemstillinger i energidebatten er sammenhengen mellom økonomisk vekst generelt og veksten i energiforbruket. Offisielle prognoser for energiforbruk justeres eller er justert nedover i de fleste industrialiserte land. Det er naturlig at man spør seg hvilke konsekvenser dette kan ha for den økonomiske veksten som vi har vent oss til i etterkrigsperioden, og som politisk anses som nødvendig for å løse en rekke oppgaver som det er bred enighet om.

Vi skal konsentrere oss om to bruksområder for energi; som innsatsfaktor i produksjonen av nasjonalproduktet og som konsum i private husholdninger. Økonomien beskrives ved to produksjonssektorer.¹ I den ene sektoren produseres BNP, eller mer nøyaktig, BNP fratrukket verdien av energien som konsumeres direkte av private husholdninger.

Vi vil derfor kalle produktet i denne sektoren for *makrovaren*. Produksjonsaktiviteten beskrives aggregert ved at det må brukes bestemte mengder arbeidskraft, kapital og energi for å produsere en bestemt mengde av makrovaren. Det forutsettes at alle tre faktorene kan erstatte hverandre i produksjonen (substitutionselasticitet = 1), dvs samme mengde makrovare kan produseres ved forskjellige kombinasjoner av innsatsfaktorene. Nøytral teknisk framgang gir produksjonsøkning over tid uten økning i innsatsfaktorene, og slik at substitusjonsmulighetene mellom faktorene ikke endres.

I den andre produksjonssektoren produseres energien med innsats av bare kapital. Det å se bort fra arbeidskraft her gir en akseptabel forenkling. Energi er indirekte med som innsatsfaktor i energi-produksjonen da resultatet kan regnes netto. Teknisk framgang øker kapitalens effektivitet med en fast prosent pr. år.

De private husholdningenes forbruk av energi representeres av en etterspørselsfunksjon for energi. De forbruksmotiverende faktorer er prisforholdet mellom energi og makrovaren og total konsumutgift. Relasjonen spesifiseres slik at pris- og inntektselastisitetene blir konstante.

Den aggregerte etterspørselsfunksjonen skal fange opp hvordan forbruket kan endres på sikt ved å endre oppvarmings-teknologi, romtemperatur, bruk av husholdningsmaskiner, 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 produsere visse varer og tjenester innenfor husholdningen. Relasjonene gir rammen for hvordan energi-vekstraten påvirker de andre vekstrater som vekstraten i makrovaren.

Det er naturlig her å betrakte energi-vekstraten som en eksogen variabel. Poenget med grovmodellen er at vi får kartlagt hvordan endringer i energivækstraten påvirker de andre vekstratene når

¹ For en fullstendig beskrivelse av modellen, se Førsund [1977]

det tas hensyn til den direkte virkningen i makrovaresektoren og de indirekte virkningene via husholdningenes etterspørsel og omfordeling av kapital mellom produksjonssektorene. Analysen tar utgangspunkt i et faktisk år, 1974, 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 tilpassingsbetingelse for bruk av energi. Vi forutsetter at makrosektoren tilpasser energiforbruket slikt at overskuddet blir maksimert. Det trenges 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, investeringer, kapitalslit og en del som kalles eksogen etterspørsel og som består av offentlig konsum og eksport—import. Desuten defineres total konsumutgift som summen av utgift til energi og makrovaren for husholdninger og total kapital- og energimengde som summen av henholdsvis kapitalmengdene i makro- og energisektoren og energiforbruket i makrosektoren og husholdningene. Inndelingen i hvilke vekstrater som bestemmes på forhånd og hvilke vi får bestemt i modellen, er ganske fleksibel.

For praktisk anvendelse av modellen må koeffisientene tallfestes. Det er brukt tall for 1974 som er hentet direkte fra SOU 1975: 89 og Restad (1976) med visse tillempninger. Volumstørrelse er i 1968-priser.

Grovmodellen har med en energiskatt som et virkemiddel. Skatten er utformet slik at de private konsumenter og makrosektoren ikke betaler samme pris for energi. Vekstraten i energiprisen 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 konsumenters. Vi kan kalle dette en subsidiering av energi til produksjonsformål i makrosektoren.

Vi har forutsatt at makrosektoren og de private konsumenter i utgangssituasjonen står ovenfor den samme vekstrate i relativt 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.

Referenskalkyl

Løsningen av modellen (se *tabell 1*) 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 1* oss en sjekk på hvor rimelig grovmodellen vår simulerer den svenske økonomi. Vekstraten for makrovaren er 3,6 prosent, mens den for privat konsum er 4,2 prosent. (Vekstraten for det egentlige BNP er et veid gjennomsnitt av vekstratene for makrovaren, relativprisen og energi til privat konsum, og den blir her 3,63 prosent mot 3,62 prosent for makrovaren.) Dette virker vel rimelig for BNP, men kanskje noe høyt for konsumet. Vi merker oss at for å kunne "svelge unna" en 7 prosent økning i energiforbruket pr. år så vil relativprisen på energi *synke* med 3,2 prosent.

Energivekst — økonomisk vekst

Modellen brukes i neste trinn for belysning av problemstillingen energivekst—økonomisk vekst. Ved f eks en reduk-

sjon av energiens vekstrate fra 7 prosent til 2 prosent, som var målsettingen for perioden fram til 1985 etter regjeringen Palmes proposisjon [1975: 30] om "Energihushållning m. m.", så vil vekstraten for makrovaren gå ned fra 3,62 prosent til 3,56 prosent. Nedgangen som vi skulle forvente ut fra produksjonssammenhengen i makrosektoren, er 0,15 prosentenheter, dvs over dobbelt så stor effekt. Den reduserte virkning skyldes at kapital blir reallokert til makrosektoren, vekstraten for kapital i energisektoren går ned tilsvarende som for energien og total kapitalvekstrate er eksogent gitt. Ser vi på relativprisen på energi, har vi at reduksjonen i energivekstraten endrer vekstraten for relativprisen med 5,91 prosentpoeng, dvs vekstraten for den relative energipris endres fra en negativ rate på 3,2 prosent til en *positiv* rate på 2,7 prosent. Denne endringen bidrar til å redusere vekstraten for makrovaren da energien omfordeles via etterspørselsfunksjonene til relativ fordel for konsumentene, da produktfunksjonen for makrosektoren impliserer en priselastisitet for energi til produksjonsformål på $-0,97$, mens den er $-0,4$ for de private konsumenters energietterspørsel. Konsumets vekstrate får en meget beskjeden reduksjon, fra 4,34 prosent til 4,21 prosent.

Hvis en målsetting om en reduksjon av energivekstraten fra 7 prosent til 2 prosent realiseres, gir grovmodellen som resultater at vekstratene for BNP og privat konsum får en meget beskjeden reduksjon, men at relativprisen for energi vil måtte økes merkbart for å få dette til.

Energiskattens effekter

Vi har ovan energivekstraten 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 energivekstraten som endogen variabel og å ta en av de tidligere endogene vekstrater som eksogen. Resultaten viser at ved en *samtidig* nedgang i energivekstraten og en nedgang i skattens vekstrate så kan det være mulig å holde vekstraten

Tabell 1. Eksogene vekstrater og løsninger for endogene vekstrater

Eksogene vekstrater	
Teknikkfaktor makro	2,0
Arbeidskraft	0,6
Energiskatt	0,0
Investeringar	2,7
Eksogen etterspørsel	3,0
Energi	7,0
Teknikkfaktor energi	1,6
Kapitalbeholdning	3,0
Endogene vekstrater	
Kapital makro	2,8
Kapital energi	5,4
Konsum av makrovarer	4,2
Energi i makrosektor	6,8
Energi i konsum	7,6
Totalt konsum	4,2
Relativ energipris	3,2

i makrovaren konstant. For hver enhet energivekstraten reduseres med får vi at skattevekstraten må reduseres med 3,35 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 energivekstraten i konsumet tilstrekkelig. Denne vil gå ned fra 7,6 prosent til $-0,3$ prosent ved en nedgang i energivekstraten fra 7 prosent til 2 prosent når vi samtidig lar skattesatsen vekstrate være $-16,7$ prosent. Relativprisen på energi til konsumentene vil nå vokse med 17,5 prosent. Vekstraten for konsum av makrovaren øker med 0,03 prosentenheter. Dette skyldes at mindre av makrovaren nå går til totale investeringer ved en nedgang i kapitalens vekstrate i energisektoren.

Rike muligheter

Vi ser at selv med en så liten modell som denne grovmodellen er det rike muligheter for interessante konsekvensanalyser. Modellens struktur gjør det også enkelt å prøve følsomheten av resultatene.

Modellen gir endringene ut fra et punkt. Analysen kan greitt utvides til å beregne *tidsutvikling* for de variable på absolutt form ved å dele opp tidshorison-ten 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 vekst-rater finnes som beskrevet ovenfor.

Referenser

Bergman, L., [1977], *Energy and Economic Growth in Sweden*, EFI

- Førsund, F., [1977], "Energipolitikk og økonomisk vekst", *stencil* Energikommissionen
- Johansen, L., [1960], *A Multisectoral Study of Economic Growth*, North-Holland, Amsterdam
- NOU 1976: 8, *Langtidsplanlegging og modeller*, Finansdepartementet
- 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