




ARTIKLER

95



**ENERGIBRUK I
NORGE**

Av
Petter Longva

ENERGY USE IN NORWAY

OSLO 1977

ARTIKLER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ NR. 95

**ENERGIBRUK I
NORGE**

Av
Petter Longva

ENERGY USE IN NORWAY

OSLO 1977

ISBN 82-537-0733-9

FØREORD

Denne artikkelen viser korleis data og modellar frå Byrået kan brukast til analyse av energispørsmål. Artikkelen gir mellom anna ei oversikt over kor mykje energi som direkte og indirekte har gått med til å produsere varene som privat og offentleg konsum, investeringar og eksport er samansette av.

Utrekningane er gjort ved hjelp av MODIS IV, ein modell som Byrået har utarbeidd særleg med sikte på arbeidet med nasjonalbudsjettet. Modellen inneheld ei detaljert oversikt over vare- og tenestestraumane i økonomien. Den interessa som energispørsmål har fått dei siste åra, har gjort det nærliggande å sjå nærare på om modellane til Byrået kan nyttast i analysar av energibruk. Dette arbeidet er det første steget i ei slik retning.

Statistisk Sentralbyrå, Oslo, 20. juni 1977

Odd Aukrust

PREFACE

This article shows how data and models from the Bureau can be used for analysis of energy questions. The article gives among other things a survey of how much energy that has been used directly and indirectly to produce the commodities, of which private and general consumption, investments and exports consist.

The estimates have been done through MODIS IV, a model, which the Bureau has worked out especially regarding the work with the national budget. The model gives a detailed survey of the flow of commodities in the economy. The interest by which the energy questions have profited the last years, has made it obvious to investigate further whether the Bureau's models can be helpful in analysis of energy use (or not). This work is the first step in such direction.

Central Bureau of Statistics, Oslo, 20 June 1977

Odd Aukrust

INNHALD

	Side
1. Innleiing	7
1.1. Bruk av eit kryssløpsskjema til energianalyse	9
1.2. Val av metode	13
1.3. Bruk av MODIS IV til energianalyse	15
1.4. Handsaminga av importen	16
2. Den direkte energibruken i sektorane	17
2.1. Definisjonar	17
2.2. Fordeling av forbruket av fast brensel	17
2.3. Fordeling av oljeforbruket	17
2.4. Fordeling av elektrisitetsforbruket	19
2.5. Samanveging av energiformene	20
2.6. Datainput i modellen	20
3. MODIS IV	24
3.1. Løysing av modellen	26
3.2. Energibruken og MODIS IV	27
4. Presentasjon av resultatata	29
4.1. Føresetnader	29
4.2. Resultata	30
Engelsk samandrag	41
Referansar	43
Vedlegg: Den formelle løysinga av kvantumsmodellen	45
Utkome i serien ART	49

Tabelloversikt

1. Direkte bruk av energibærarane kol, olje og elektrisitet målt i fysiske einingar	21
2. Tilgang på og forbruk av energi i den norske økonomien	32
3. Import/eksportbalanse for energi	32
4. Import og eksport av energi gjennom varene	33
5. Energiintensitet for hovudkategoriar av sluttleveringar	33
6. Kryssløpskorrigerte energikoeffisientar	35

Figuroversikt

1. Energiflytskjema for brød	8
2. Eit enkelt kryssløpsskjema	9
3. Fordeling av energiforbruket etter hovudkategoriar av sluttlevering	31

Nemningar brukt i artikkelen

$$PJ (= \text{petajoule}) = 10^{15} \text{ J}$$

$$TJ (= \text{terajoule}) = 10^{12} \text{ J}$$

$$GJ (= \text{gigajoule}) = 10^9 \text{ J}$$

$$MJ (= \text{megajoule}) = 10^6 \text{ J}$$

$$IJ = 1W \cdot s (= 1 \text{ wattsekund})$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Ws} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ GWh} = 3,6 \text{ TJ}$$

CONTENTS

	Page
1. Introduction	7
1.1. Use of an input-output scheme for energy analysis	9
1.2. Choice of method	13
1.3. Use of MODIS IV for energy analysis	15
1.4. The treatment of imports	16
2. Direct energy use in the sectors	17
2.1. Definitions	17
2.2. Allocation of solid fuel use	17
2.3. Allocation of oil product use	17
2.4. Allocation of electricity use	19
2.5. Aggregation of the energy forms	20
2.6. Data input to the model	20
3. MODIS IV	24
3.1. The model solution	26
3.2. Energy use and MODIS IV	27
4. Presentation of results	29
4.1. General assumptions	29
4.2. The results	30
English summary	41
References	43
Appendix: The formal solution of the quantity model	45
Issued in the series Artikler fra Statistisk Sentral- byrå	49

List of tables

1. Direct use of the energy carriers; coal, oil and electricity ...	21
2. Input and use of energy in the Norwegian economy	32
3. Import/export balance for energy	32
4. Import and export of energy through commodities	33
5. Energy intensity for main categories of final delivery	33
6. Energy intensities based on inverted input-output coefficients .	35

List of figures

1. Energy flow scheme for bread	8
2. A simple input-output scheme	9
3. Distribution of energy use between final demand categories	31

Terms used in the article

PJ (= petajoule) = 10^{15} J

TJ (= terajoule) = 10^{12} J

GJ (= gigajoule) = 10^9 J

MJ (= magajoule) = 10^6 J

1J = 1W·s (= 1 wattsecond)

1 kWh = $3.6 \cdot 10^6$ Ws = $3.6 \cdot 10^6$ J

1 GWh = 3.6 TJ

1. INNLEIING

"Selv om vi kan frigjøre oss fra våre ressursbegrensinger på de fleste områder, gjenstår energiproblemet. Ja, utvidelsen av våre muligheter på de fleste felter vil nettopp være betinget av øket energitilgang - og avgang". (NOU 1974:55; Norges ressursituasjon i global sammenheng, s. 32.)

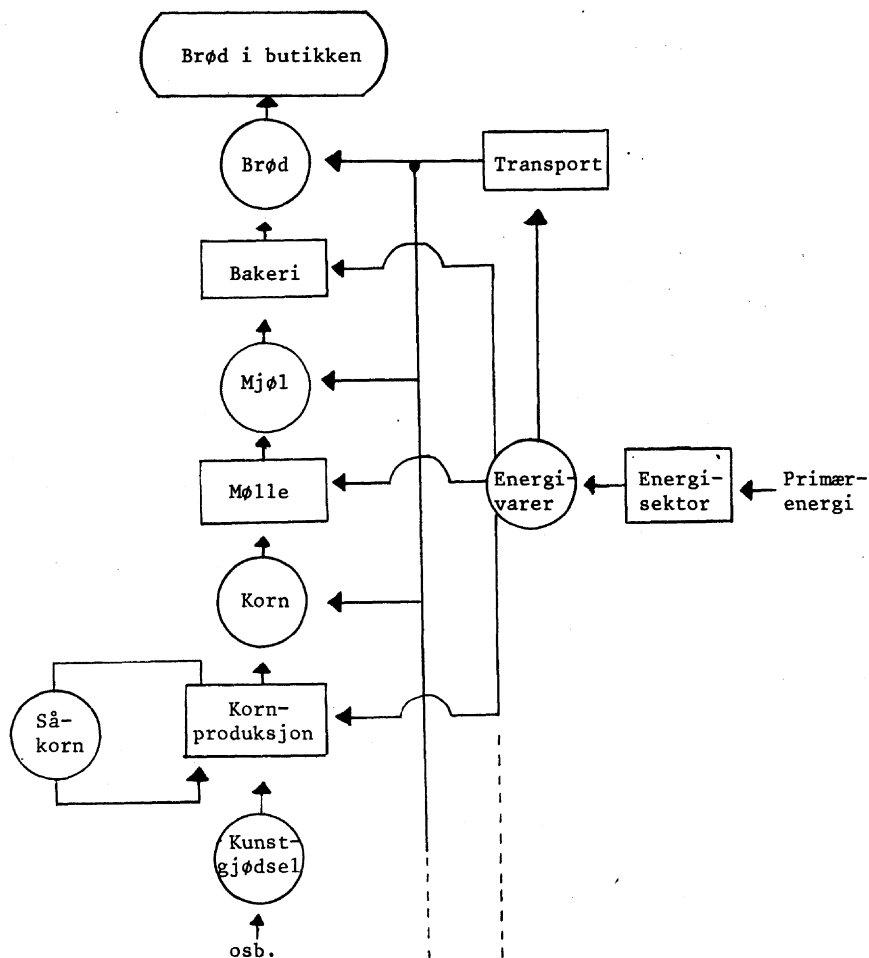
Energi går på ein eller annan måte inn i alle produksjonsprosessar og er såleis ein av dei viktigaste naturressursane. Dersom ein annan ressurs blir knapp, kan det som oftast kompenseras ved å setje meir energi inn i prosessen: Ein utnyttar malm med dårlegare gehalt, grev i djupare gruver, bruker kunstgjødsel osv. Dersom det blir knapt med energi, har det større konsekvensar enn om det skjer med andre råvarer. Det meste av energien blir produsert ved hjelp av ikkje-fornybare ressursar (kol, olje og uran). Ein må ta i bruk forekomstane som er dyrare å vinne ut, slik at energiutbyttet blir mindre og mindre i høve til den energien ein må bruke til utvinninga. Utvinninga inneber også ein aukande ulykkesrisiko: gruveulykker, arbeidsulykker og oljesøl ved oljeutvinning til havs og radioaktive utslepp frå atomreaktorar. Ved utnytting av kjernekraft har ein også problem med å ta vare på langliva radioaktivt avfall: ein reknar t.d. med at plutonium må oppbevarast i minst ein kvart million år før det kan sleppast ut i naturen. På grunn av det fallande utbyttet og den aukande risikoen, blir forvaltninga av energiresursane særleg viktig.

Avstenginga av oljetilførselene vinteren 1973/74 førte til ei aukande interesse for energispørsmål, særleg for direkte sparing av energi ved betre isolering, nedsett romtemperatur, betre produksjonsteknikk osv. Nokre har også meint at vi bør leggje om livsstilen slik at vi bruker mindre energiintensive varer, dvs. varer der ein treng mindre energi i produksjonen. Dette har skapt behov for å finne ut kor mykje energi som har gått med gjennom heile produksjonsprosessen til f.eks. 1 tonn stål eller 1 brød.

For å finne fram til energibruken til ei vare, må ein følgje varen gjennom heile distribusjons- og produksjonsprosessen. Ein må ta med innsatsvarene i kvart produksjonsledd. Som eit eksempel på ein slik sektoranalyse kan vi sjå på hovuddraga i ein tenkt analyse for brød.

I dette eksemplet vil ein støyte på problem som er typiske for energianalysar. Det første er korleis ein skal dele energibruken når ein prosess har fleire produkt: Butikken sel vanlegvis også andre varer enn brød. Korleis skal ein fordele energibruken til romoppvarming, kjøling og frysing på dei ymse varene? Dei same problema vil ein møte i større eller mindre grad i dei fleste sektorane.

Figur 1. Energiflytskjema for brød



Det andre viktige problemet er kvar ein skal setje grensa for det systemet ein vil analysere. Eit ytterpunkt er at ein vil analysere sjølve produksjonsprosessen og berre tek med den direkte energibruken der. Det andre ytterpunktet er at ein i prinsippet vil ha med den totale energibruken til vara medrekna innsatsvarer og kapital slit i alle ledd bakover i produksjonsprosessen.

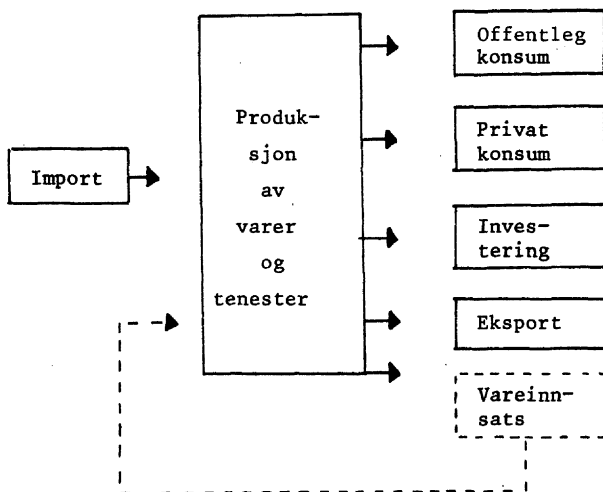
Figur 1 viser eit særleg enkelt eksempel; vareinnsats utanom energi og råvarer (t.d. emballasje) er sløyfa for oversikts skuld. Ein slik sektoranalyse kan fort bli nokså komplisert, og med det store talet på

varer og tenester ein har i økonomien, blir det eit nærast uoverkomeleg arbeid å rekne ut dette for alle varer. Ein slik metode krev også at ein bruker eit og same sett av reglar for å fordele energibruken i alle utrekningane for å unngå dobbeltteljingar og utelatingar av energistraumar. Det ville vere svært vanskeleg å halde orden på utrekningane, og det ville nærast vere slump om ein etterpå kunne summere energibruken til alle varene og få det lik total energibruk i produksjonen. For å få ein samanhengande (konsistent) analyse, må ein bruke metodar som i prinsippet løyser dette problemet for alle varene på ein gong. Eit kryssløpsskjema gir dei samhengane ein har mellom sektorane i samfunnet gjennom vare- og tenesteleveringane. Utan å gå inn på prisdanninga, og utan å gi kvar enkelt etterspørjar "ansvaret" for energiforbruket kan ein bruke eit kryssløpsskjema til å fordele energiforbruket i produksjonssektorane på varene og på komponentane i sluttleveringane (privat og offentleg konsuminvesteringar og eksport).

1.1. Bruk av eit kryssløpsskjema til energianalyse

Eit kryssløpsskjema kan i si enklaste form settast opp slik:

Figur 2. Eit enkelt kryssløpsskjema



Den dobbeltstillinga som vareinnsatsen har (både som "mottaker" og "leverandør" av varer) gjer at ein ikkje kan rekne seg bakover frå kor mykje sluttlevering ein vil ha til nødvendig produksjon. Ein må setje opp eit likningssystem og løyse det.

Dersom ein ser bort frå import og slår saman offentleg og privat konsum, investering og eksport til det ein kan kalle sluttleveringar, kan likningssystemet skrivast slik (vi går førebels ut frå at alt kan målast i eit sett av fysiske einingar):

$$(1.1) \quad X_i = \sum_j X_{ij} + S_i, \quad i = 1, \dots, n$$

der

X_i = produksjon av vare i.

X_{ij} = innsats av vare i i sektor j.

S_i = sluttlevering av vare i.

Ein går ut frå at ein har n produksjonssektorar som kvar produserer ei av dei n varene, slik at ein har ein-til-ein samsvar mellom varer og produksjonssektorar. Likningssystemet (1.1) seier at for kvar vare er produksjonen lik leveringar til andre produksjonssektorar pluss sluttleveringar. (Ein har då sett bort frå lager.)

Ved å setje $\frac{X_{ij}}{X_j} = A_{ij}$, kan systemet skrivast:

$$(1.2) \quad X_i - \sum_j A_{ij} X_j = S_i, \quad i = 1, \dots, n.$$

A_{ij} er det ein kallar fabrikkasjonskoeffisientar, dei seier kor mykje som trengst av vare i for å produsere ei eining av vare j.

I ein kryssløpsmodell går ein som oftast ut frå at A_{ij} er konstante, (1.2) er då eit lineært likningssett med n likningar og n ukjende. På matriseform blir systemet:

$$(1.3) \quad X - AX = S$$

der

$$X = (X_1, \dots, X_n)'$$

$$S = (S_1, \dots, S_n)'$$

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ A_{n1} & \cdot & \dots & A_{nn} \end{bmatrix}$$

Ved omforming og invertering blir resultatet:

$$(I - A) X = S$$

$$(1.4) \quad X = (I - A)^{-1} S,$$

der (i, j) -elementet i $(I - A)^{-1}$ gir kor mykje som direkte og indirekte trengst av vare i til ei eining sluttlevering av vare j .

Når ein skal bruke kryssløp til energianalyse, går ein ut frå at det i produksjonen av kvar vare har gått med ei viss (ukjent) mengde energi. E_i er den energimengda som har gått med til å produsere ei eining av vare i ; det som vi heretter anten vil kalle energibruken pr. eining av vare i , eller energiintensiteten til vare i .

Likningssystemet som definerer E-ane blir sett opp med grunnlag i det ein kankalle eit "energibevaringsprinsipp": Energibruken til innsatsvarene pluss den energimengda som sektoren vinn ut av naturen blir sett lik energibruken til produktet:

$$(1.5) \quad \sum_i E_i X_{ij} + P_j = E_j X_j, \quad j = 1, \dots, n;$$

der

$$P_j = \text{bruk av primærenergi i sektor } j.$$

$$E_i = \text{energiintensiteten til vare } i.$$

Primærenergi er den energimengda som blir vunnen ut av naturen. Det er ikkje sjølvsagt kva ein skal meine med primærenergi, det er eit konvensjonelt spørsmål om ein skal rekne med teoretisk potensiell energi i magasinet eller elektrisitet målt ved generatoren, om ein skal ta oljesøl under utvinninga med som energibruk osb. Det vil til vanleg berre vere nokre få sektorar som har verdiar for P_i ulik null. Sjølv om mange

sektorar har egne kraftverk, blir desse ført under elektrisitetsproduksjon dersom dei er så store at dei betyr noko.

Ved å dividere (1.5) med X_j , får vi:

$$(1.6) \quad E_j - \sum_i E_i \frac{X_{ij}}{X_j} = \frac{P_j}{X_j}$$

På matriseform blir likninga:

$$(1.7) \quad (I - A') E = p$$

der

$$P = \left(\frac{P_1}{X_1}, \frac{P_2}{X_2}, \dots, \frac{P_n}{X_n} \right)$$

Vanlegvis kan likningssystemet løysast, og resultatet blir då:

$$(1.8) \quad E = (I - A')^{-1} \cdot P$$

Her vil $(I - A')^{-1} = ((I - A)^{-1})'$, slik at den inverterte matrisa i (1.8) er den transponerte av matrisa i (1.4). Ved dei fleste bruksmåtar av (1.4), må ein gå ut frå at A er konstant sjølv om X-ane endrar seg. Dersom ein ser på likningssystemet (1.8) som eit augneblinksbilete som fordeler energibruken i produksjonen på sluttleveringane, treng ein ikkje gjere den føresetnaden. Dersom ein vil seie noko om kva som vil skje med energibruken om ein endrar sluttleveringane, må ein gjere dei same føresetnadene for (1.8).

Vi vil sjå på E-ane som ein sum av to komponentar, det direkte energiinnhaldet og den indirekte energibruken til vara: $E = E^D + E^I$.

Det direkte energiinnhaldet, E^D , er brennverdien i vara slik han kan målast t.d. i eit kalorimeter. Den indirekte energibruken, E^I , er resten, slik storleikane er definerte av likningane (1.5). I analysen er E^D sett lik null for andre varer enn dei som er definerte som energibeararar (sjå innleiinga til kap. 2.).

Ved å setje $E = E^D + E^I$ inn i (1.8), får vi:

$$(1.9) \quad (I - A') E^I + (I - A') E^D = p$$

Ved å flytte over og invertere, får vi:

$$(1.10) \quad E^I = (I - A')^{-1} (p - (I - A') E^D)$$

$p - (I - A^1) E^D$ kan målast direkte som energiinnhaldet i dei energibeararane som går inn i ein sektor, minus energiinnhaldet i dei energibeararane som går ut av ein sektor, og blir heretter sett lik p^* . Løysinga blir då:

$$(1.11) \quad E^I = (I - A^1)^{-1} p^* .$$

1.2. Val av metode

I denne modellen er alle varetraumer tenkt målt i eit sett av fysiske einingar. I alle realistiske kryssløpsmodellar er varetraumane målt i verdieiningar på grunn av problem når ein skal slå saman mikrovarene til varegrupper i kryssløpet. Ein viktig føresetnad for oppstillinga er at energibruk pr. måleining (kroner eller fysisk eining) er fast for kvar vare. I eit verdikryssløp vil det vere to ting som kan gjere dette til eit urimeleg utgangspunkt:

- a) Prisdiskriminering: Mottakar-sektorar betalar ulik pris, dvs. dei får ulike varemengder pr. krone. Eit eksempel: Kraftkrevande industri betalar berre om lag ein fjerdedel pr. kWh i høve til hushald og småindustri.
- b) Aggregering: "Kryssløpsvara" er samansett av mikrovarer med ulikt direkte energiinnhald pr. krone. Dersom samansetninga er lik for alle mottakarsektorane, er ikkje dette noko problem; men i dei fleste tilfelle vil samansetninga variere.

På grunn av feilkjeldene i samband med prisdiskriminering og aggregering, syner det seg at valet av metode er viktig.

Som bakgrunn for metodedrøftinga vil eg gå gjennom metoden som er brukt i to tidlegare kryssløpsanalysar av energibruk. Desse to arbeida er typiske for kvar si retning i litteraturen.

Wrights metode¹⁾ er eit eksempel på ein direkte bruk av teorien uten å ta omsyn til prisdiskriminerings- og aggregeringsproblem. Wright byggjer på eit verdikryssløp og bruker likning (1.8) direkte:

$$(1.8) \quad E = (I - A^1)^{-1} \cdot p$$

p er mengda med energi som kvar sektor vinn ut frå naturen, og det er berre for nokre få sektorar at vektoren har element ulik null. Dei andre får energien gjennom verdistraumane frå energisektorane. Dette fører til

1) Omtala i Wright [4].

at metoden er sårbar for pris- og aggregeringsproblem, og ein ser det av resultatane: dei er svært forskjellige frå det andre analyser gir. Ein kan til og med få at $E < E^D$, dvs. at E^I blir negativ ved denne metoden.

Herendeen har utvikla ein metode¹⁾ for å unngå dei verste utslaga av prisdiskriminering. Dei linjene i A som gjeld energisektorane (stort sett dei som vinn ut energi frå naturen) er endra ved at ein skiftar ut verdistraumane med straumar målt i energieiningar, slik at ein rettar for prisdiskriminering i dei sektorane der dette skaper dei største vanskanane.

Dersom ein kallar den matrisa ein får ved å skifte ut linjene for energisektorane for A^* , kan den likninga som Herendeens metode gir skrivast som:

$$(1.12) \quad E = (I - A^{*'})^{-1} \cdot p.$$

Den metoden som er brukt i denne analysen, er utvikla av to grunнар:

- a) Herendeens metode er ressurskrevande, i og med at ein må byggje ein modell spesielt for dette føremålet. Det er eit hovudkrav til metoden at MODIS skulle kunne brukast relativt uendra.
- b) I tillegg til prisdiskrimineringsproblema, vil metoden ta omsyn til aggregeringsproblema sjølv i ein stor kryssløpsmodell blir varekategoriane lite einsarta. Dette gjeld også energivarene, der dette problemet skaper dei største problema for analysen: Høgspenning og lågspenning kraft er to ulike varer med ulike produksjonskostnader; det ein møter er ein kombinasjon av prisdiskriminerings- og aggregeringsproblem. Oljeprodukta er ei kryssløpsvare der forskjellar i forholdet mellom energiinnhald og verdi stort sett kjem av problem i samband med samanslåinga av dei ymse kvalitetane til ei vare.

Formelt kan metoden settast opp ut frå likning (1.11):

$$(1.13) \quad E = E^I + E^D = (I - A')^{-1} p^* + E^D$$

Sett i samband med Herendeens metode kan ein skrive:

$$p^* = p - (I - A^{*'}) E^D$$

Ved å skrive

$$E = (I - A')^{-1} (p - (I - A^{*'}) E^D) + (I - A^{*'})^{-1} (I - A^{*'}) E^D$$

1) Omtala i Herendeen [7].

ser vi at metoden reint formelt er eit kompromiss mellom Wrights metode og Herendeens metode, der første leddet er den indirekte energibruken $(p - (I - A^{*1}) E^D)$ fordelt etter Wrights metode og andre leddet er den direkte energibruken $((I - A^{*1})^{-1} E^D)$ fordelt etter Herendeens metode.

Ved å sjå på korleis dei tre metodane fordeler energistraumane ut av ein energisektor, kjem ein kanskje litt nærare ei forståing for kva metodane inneber: Vi går ut frå at sektoren har eit totalforbruk (direkte og indirekte) av energi på a . Sektoren produserer varer som har eit direkte (målbart) energiinnhald på b . Sektor nr. i tek mot varer med ein andel på α_i av verdien og ein andel på β_i av energiinnhaldet. Etter det "energi-bevaringsprinsippet" som er nemnt i samband med likning (1.5), skal energimengda på a fordelast på varestraumane ut av sektoren.

Wright's metode fordeler a ved hjelp av verdiandelane slik at sektor i får $\alpha_i a$

Herendeens metode fordeler a etter det direkte energiinnhaldet, og sektor i får $\beta_i a$.

Metoden i denne analysen fordeler b direkte slik det er målt og resten $(a-b)$ etter verdi: sektor i får $\alpha_i (a-b) + \beta_i \cdot b$.

Når $\beta_i b > \alpha_i a$, vil Wrights metode gi at $E < E^D$ som nemnt før.

Om ein går ut frå at $\alpha_i > \beta_i$ får vi:

$$\begin{aligned} \beta_i a &< \beta_i a + (\alpha_i - \beta_i) (a-b) = \alpha_i (a-b) + \beta_i b \\ &= \alpha_i a - (\alpha_i - \beta_i) b < \alpha_i a. \end{aligned}$$

Når $\alpha_i < \beta_i$ snur ulikheta andre vegen. Vi ser her at metoden brukt i denne artikkelen ligg midt i mellom dei to andre på denne måten. Storleiken på a blir bestemt i eit simultant system, og det er forskjellige system for dei tre metodane, slik at ein kan ikkje seie noko generelt om at koefisientane i denne analysen vil liggje mellom dei koeffisientane ein ville ha fått ved å bruke Wrights og Herendeens metode. Det er likevel grunn til å tru at avviket mellom A og A^* er så lite at dette er tilfelle.

1.3. Bruk av MODIS IV til energianalyse

Til å utføre analysen har eg brukt ei spesialutgåve av kvantumsmodellen i MODIS IV, ein makroøkonomisk modell som Statistisk Sentralbyrå har utvikla og held ved like. I denne spesialutgåva er alle importaktivitetar og private produksjonsaktivitetar (lineære) funksjonar av sluttleveringane: offentleg konsum (og produksjon), privat konsum, realinvesteringar og eksport. MODIS er svært disaggregert, noko som er både ein

føremon og ei ulempe. Det er ein føremon m.a. fordi ein får meir detaljerte resultat med ein disaggregert modell, ei ulempe fordi datagrunnlaget for å fordele forbruket av olje og elektrisitet ikkje er godt nok til å utnytte disaggregeringa.

MODIS byggjer nokså direkte på nasjonalrekneskapen, og når ein reknar med modellen, held ein stort sett forholda mellom innsatsfaktorar og produkt faste. Eg brukar mengdekryssløpet i MODIS som ein open modell, dvs. alle sluttleveringane er bestemt utafør modellen (eksogene) og produksjonen blir bestemt som ein funksjon av dei. Modellen vil t.d. gi kor mykje ei endring på 100 mill. i etterspørselen etter bustadhus vil slå ut i kvar produksjonssektor i økonomien når ein reknar med alle indirekte leveringar mellom sektorane.

Dersom ein vil bruke denne teknikken til å lage prognosar, er ein avhengig av at koeffisientane i modellen er stabile. Med prisar og produksjonsteknikk som endrar seg over tida, er det rimeleg å tru at koeffisientane endrar seg gradvis. Dette gjer at ein bør vere forsiktig med å bruke resultatata frå denne analysen til energiprognosar.

1.4. Handsaminga av importen

Hittil har eg i framstillinga sett bort frå at ein del av dei varene vi bruker kjem frå import. Importen går både til vareinnsats og direkte til sluttforbruk. Vi kjenner lite til korleis desse varene blir produsert og dette skaper problem for energianalysen, dersom vi ikkje berre er interesserte i det innalandske energiforbruket. Dersom ein er interessert i den faktiske energibruken til å produsere varene, skulle ein idéelt ha opplysningar frå tilsvarande analysar i dei landa vi handlar med. Dette er uråd, og ein må nøye seg med å finne ut kor mykje energi som ville gått med om varene skulle produserast i Norge. I modellutrekninga byggjer vi inn dette ved å setje importandelane i modellen lik null for den konkurrerande importen, og ved å bruke "nærslakta" varer for den ikkje-konkurrerande importen (bilar, sydfruktar osv.).

Dersom føremålet er å få oversikt over den faktiske energibruken til å produsere dei varene vi bruker, vil denne metoden truleg alt i alt undervurdere energibruken. Det er særleg to moment som dreg i den leia:

- a) Den norske energiproduksjonen gir mykje mindre tap enn produksjonen i dei fleste andre land p.g.a. den høge prosenten med vasskraft. Med varmekraft vil elektrisitetsforsyninga bruke 11-14 kWh for å levere 4 kWh. I det norske systemet bruker ein mindre enn 5 kWh for å levere den same mengda med elektrisitet.

- b) Metoden tek ikkje omsyn til den ekstra transporten som importen til vanleg fører med seg.

Den metoden som er brukt ville vere den mest nærliggande dersom føremålet for analysen var å kartleggje energibruken i det norske produksjonssystemet (og ikkje i den norske varebruken).

2. DEN DIREKTE ENERGIBRUKEN I SEKTORANE

2.1. Definisjonar

Dei primære energikjeldene for denne analysen er kolutvinning, oljeutvinning og produksjon av vasskraft (primær elektrisitet). Energi som er framstilt frå andre energikjelder, t.d. naturgass, ved og torv er ikkje med i analysen av di dei betyr lite i norsk energiforsyning (2-4 prosent). Som nemnt i kapittel 1 gjer min metode det påkrevd å dele varene inn i energiberarar og andre varer. Energiberarane er, grovt rekna, dei varene som på ein eller annan måte blir brukt til å framstille energi: Jordoljeprodukt som blir brukt til brennstoff (heretter kalla olje), smørjeolje, kol, koks og elektrisitet. Ein reknar også med bruk av desse varene til anna enn brennstoff: t.d. kol brukt som katalysator, anodemasse osv. Den maksimale energimengda som kan vinnast ut, blir kalla brennverdien eller det fysiske energiinnhaldet. Direkte energibruk i ein sektor er lik brennverdien i dei energiberarane som går inn i, minus brennverdien i dei som går ut av sektoren. Direkte energikoeffisientar i ein sektor (aktivitet) er direkte energibruk dividert med sektornivået (aktivitetsnivået), dvs. vareleveringar minus vareinnsats, og svarer til p^* i kapittel 1.

2.2. Fordeling av forbruket av fast brensel

Tala for kol og koks er tekne direkte frå industristatistikken. Etter energibalansen for 1974 er det berre privat konsum som får nemnande leveringar av kol og koks utanom industrisektorane, og talet er teke derifrå.

2.3. Fordeling av oljeforbruket¹⁾

Dei to hovudkjeldene for denne fordelinga er

- a) Salget av petroleumprodukter 1974 ("petroleumsstatistikken"), Statistisk ukehefte nr. 7, 1975. For tidlegare år er dei offentleggjorde i Statistisk ukehefte nr. 47, 1974.

1) Detaljane i fordelinga på sektorane finst i P. Longva [11].

- b) Industristatistikken 1974, ei spesialutkøyring med sektorane grupperte etter nasjonalrekneskapsspesifikasjon og dei ymse produkta aggregerte saman i tonn.

Petroleumsstatistikken er basert på omsetninga i engrosleddet, dvs. distribusjonen til oljesekskapa, og dei kan vanskeleg kontrollere kven som til slutt bruker vara. Døme: Vegtransport får tilrekna alle produkt som blir selt vidare via bensinstasjonar, også fyringsolje selt på kanner. Petroleumsstatistikken gir totalsal og sal fordelt på grove grupper, og industristatistikken dekker den produksjonen og det forbruket dei ymse sektorane i industri/bergverk har. Petroleumsstatistikken blir brukt som totalramme for oljeforbruket. Fordelinga på underpostane blir stort sett bestemt frå andre kjelder der dei finst. Residualpostar er husoppvarming for fyringsoljane og privat bilkøyring for bensin. Utariks sjøfart og luftfart er bestemt uavhengig av petroleumsstatistikken.

Industristatistikken får berre verdital frå ein stor del av bedriftene, og ein må rekne ut mengder ut i frå kva prisar resten av sektoren betaler. For nokre sektorar utgjør den utrekna delen ganske mykje og generelt er mengdetal meir usikre enn verdital, men samanlikna med resten av analysen er dette pålitelege tal. Avviket mellom totalen i Industristatistikken og totalen for industri i petroleumsstatistikken er 7-8 prosent i 1974. Det kan for ein stor del forklarast ved andre kjøp enn direkte frå norske oljeselskap (direkte import og kjøp på bensinstasjonar). Energivarebalanse for Norge 1974 er oppsett på grunnlag av petroleumsstatistikken og blir for det meste brukt som ein kontroll på totalane for å unngå dobbelteljingar o.l.

For primærnæringane finst det nokre spreidde haldepunkt i primærstatistikken. I tillegg er det lagt ein del arbeid i å spørje ut folk i bransjeorganisasjonar og på fagkontor i Statistisk Sentralbyrå og Statsadministrasjonen. Sektorane i bergverk og industri, utanom raffinering, byggjer på industristatistikken med nokre få og små korreksjonar. Tala for raffineringsindustrien er fortrulege, for sektoren hadde i 1974 berre 2 bedrifter. Energibalansen for 1974 inneheld likevel nok tal til at eg kan greie meg utan tal andre stader frå. Tilgangs- og produksjonstala stemmer ikkje, for produkta veg meir enn innsatsfaktorane.

Ved å bruke talet for tilgang av råolje, og dra frå summen av produkta (korrigert for import/eksport), får ein eit anslag på forbruket. Anslaga for bygg og anlegg byggjer på petroleumsstatistikken. Ingen av kjeldene gir nok detaljar når det gjeld landtransport, og anslaga byggjer på tal for utkøyrd distanse etter type bil og andre opplysningar frå Samferdselsstatistikken 1973-1974, Bil- og veistatistikk 1975 og eit upublisert notat

fra Transportøkonomisk institutt. Forbruket i innariks sjøfart blir bestemt ved å dra ut fiske frå summen av fiske og sjøfart i petroleumsstatistikken. (Fiske er utrekna uavhengig.) For utariks sjøfart er det brukt tal frå Rederforbundet.

For luftfart brukar eg tal som er utrekna etter opplysningar frå Luftfartsdirektoratet. Dersom ein samanliknar sum verdital i nasjonalrekneskapan for sektorar i kommunar og stat med dei tilsvarande mengdetala i petroleumsstatistikken, gir dette om lag same implisitt pris. Eg fordeler totalen i tonn frå petroleumsstatistikken etter verdien iflg. nasjonalrekneskapan. Ved å samanlikne tabell 2e i St.meld. 12 (74-75) med petroleumsstatistikken for 1973, kjem eg fram til eit totalanslag på 240 000 t for bruk av oljeprodukt i forsvaret. Posten "kontor m.v." i petroleumsstatistikken reknar eg med tilsvarar om lag kontoroppvarming, lys og liknande i tenesteytande næringar, og fordeler etter talet på tilsette. Residualane i denne fordelinga er privat bilkøyning og husoppvarming. Dette blir såleis særleg usikre tal, men kontrollrekning viser at tala stemmer så bra med tal frå Forbruksundersøkinga 1974 som ein kan vente med dei grove metodane som er brukt.

2.4. Fordeling av elektrisitetsforbruket¹⁾

Dei to hovudkjeldene for denne delen av analysen, er Energivarebalanse 1974 og Elektrisitetsstatistikk 1974. Desse statistikkane gir berre fordelinga på hovudgrupper av brukarar, og ein må bruke tilleggsopplysningar for å få ei vidare oppsplitting. Den tredje kjelda, Industristatistikken 1974, gir mengdetal for gruppa industri/bergverk med finare oppdeling. Slik som for oljeprodukta er ein stor prosent av mengdene utrekna etter verdi. For mesteparten av dei andre sektorane har ein få opplysningar ut over Elektrisitetsstatistikken og må bruke nokså grove metodar.

For sektorane i industri og bergverk bruker eg tal frå industristatistikken. Totalen i industristatistikken er større enn totalen for industri i Elektrisitetsstatistikken, og for å sy dei to kjeldene saman, er differansen overført til privat tenesteyting. Elektrisitetsstatistikken har berre tal for summen av forbruket i hushald og jordbruk. Forbrukt mengde i jordbruket er utrekna etter verdital frå Budsjettnemnda for jordbruket. Resten går til hushald. For dei tenesteytande næringane er talgrunlaget svakt, og totalane for privat og offentleg tenesteyting i Elektrisitetsstatistikken blir i hovudsak fordelt etter talet på sysselsette.

1) Detaljane i fordelinga finst i P. Longva [11].

2.5. Samanveging av energiformene

For å vege saman dei ymse energiformene har eg brukt teoretisk energiinnhald som vektor:

Oljeprodukt:	41.87	TJ/1 000 t (koeffisienten for råolje)
Fast brensel:	28.05	TJ/1 000 t (koeffisienten for kol)
Elektrisitet:	3.60	TJ/GWh.

For å forenkle opplegget, har eg brukt ein koeffisient for alle oljeprodukta. Det villesjølvstg vere betre å fordele alle produkta for seg, og vege dei saman med kvar sitt teoretiske energiinnhald. Dette var uråd av datatekniske grunnar. Ein kunna ha brukt eit gjennomsnitt av koeffisientane for oljeprodukta, men det ville ha gitt eit komplisert reknestykke for å finne ut kor mykje "tap" som skulle reknast til raffineringssektoren. Forskjellane mellom koeffisientane er små (under 5 prosent) og andre feil i analysen er truleg større. Alt i alt har eg funne det best å bruke ein koeffisient, koeffisienten for råolje.

For fast brensel, kol og koks, har eg brukt koeffisienten for kol. Også her er koeffisientane nokså like, og feilen ein gjer, er truleg liten.

2.6. Datainput i modellen

Tabell 1 gir kor mykje kvar sektor blir tilrekna av direkte energibruk.

TABELL 1.
 DIREKTE BRUK AV ENERGIBERARANE KOL, OLJE OG ELEKTRISITET
 MÅLT I FYSISKE EININGAR 1974

	KOL 1000 T	OLJE 1000 T	ELEKTR- ISITET GWH
JORDBRUK, PLANTEPRODUKSJON	0.	178.0	0.
JORDBRUK, HUSDYRPRODUKSJON, JAKT OG VILTSTELL	0.	0.	1090.0
JORDBRUKETS EGNE INVESTERINGSARB., KJØREINNT. OG TJENESTER I TILKN. TIL JORDBRUK	0.	0.	0.
SKOGBRUK	0.	17.0	0.
FISKE OG FANGST	0.	283.0	0.
MALM- OG KULLGRUVER	2.5	61.9	647.0
UTV. AV RØLJE OG NATURGASS (INKL. PROSJEK- TERING OG BORING FOR EGEN REGNING)	0.	16.4	0.
ANNEN BERGVERKSDRIFT	0.0	25.9	131.6
SLAKTING OG ANNEN PROD. AV KJØTTVARER OG KJØTTHERMETIKK	0.0	24.7	197.8
PRODUKSJON AV MEIERIVARER	0.7	60.9	184.7
KONSERVERING AV FRUKT OG GRØNNSAKER	0.	4.2	17.6
PRODUKSJON AV FISKEVARER	0.2	15.0	256.4
PRODUKSJON AV FISKEHERMETIKK	0.1	9.3	25.0
PRODUKSJON AV FISKEOLJER OG FISKEMJØL	0.0	115.1	64.6
PRODUKSJON AV VEGETABILSKE OLJER	0.	10.7	30.4
RAFFINERING OG HERDING AV ANIMALSKE OLJER	0.	31.1	119.5
PRODUKSJON AV MARGARIN	0.	1.7	14.9
PRODUKSJON AV KORNVARER	0.	4.9	71.6
PRODUKSJON AV BAKERVARER	0.0	10.1	147.6
PRODUKSJON AV SJOKOLADE OG SUKKERVARER	0.0	3.2	36.5
PRODUKSJON AV NÆRINGSMIDLER ELLERS	0.	16.4	17.6
PRODUKSJON AV DYREFOR	0.	10.2	42.5
PRODUKSJON AV BRENNEVIN OG VIN	0.	4.3	4.0
BRYGGING AV ØL	0.	11.0	106.5
PRODUKSJON AV MINERALVANN	0.	4.2	25.8
PRODUKSJON AV TOBAKKSVARER	0.1	1.6	8.9
PRODUKSJON AV GARN	0.	4.0	29.6
PRODUKSJON AV VEVNADER, BRØD OG ELASTIKK	0.	13.6	74.0
SØM AV TEKSTILVARER, UNNTATT KLÆR	0.0	1.2	16.4
PRODUKSJON AV TRIKOTASJEVARER	0.	4.0	29.8
PROD. TAUVERK, GOLVTEPPER OG TEKSTILV. ELLERS	0.0	4.1	47.4
PROD. AV YTTERTØY, SKJORTER, UNDERTØY M.M.	0.	3.7	40.7
PROD. AV HØDEPLAGG, LÆR, LÆR- OG SKINNVARER OG KLÆR AV LÆR, SKINN OG PELSSKINN	0.	3.4	27.2
PRODUKSJON AV SKOTØY	0.	0.7	7.8
SAGING OG HØVLLING	0.	21.1	205.3
PRODUKSJON AV SPONPLATER	0.	19.8	97.0
PRODUKSJON AV MONTERINGSFERDIGE TREHUS	0.	3.0	18.8
PROD. AV BYGNINGSART. OG ANDRE TREVARER	0.0	9.3	64.4
PRODUKSJON AV MØBLER OG INNREDNINGER AV TRE	0.0	7.8	102.8
PRODUKSJON AV TREMASSE	0.	24.8	1643.5
PRODUKSJON AV CELLULOSE	0.	208.3	879.2
PRODUKSJON AV PAPIR OG PAPP	0.	185.9	2198.9
PRODUKSJON AV TREFIBERPLATER	0.	26.1	269.6
PROD. EMBALLASJE OG ANDRE PAPIR- OG PAPPVARER	0.0	14.2	111.6
GRAFISK PRODUKSJON	0.0	7.2	90.9
FORLEGGING AV AVISER	0.	3.5	72.8
ANNEN FORLAGSVIRKSOMHET	0.	1.7	35.1

TABELL 1 (FRAMH.).
 DIREKTE BRUK AV ENERGIBERARANE KOL, OLJE OG ELEKTRISITET
 MÅLT I FYSISKE EININGAR 1974

	KOL 1000 T	OLJE 1000 T	ELEKTR- ISITET GWH
PRODUKSJON AV KJEMISKE GRUNNSTOFFER OG FORBINDELSER, UNNTATT KUNSTGJØDSEL	67.4	76.8	1464.5
PROD. AV KUNSTGJØDSEL OG PLANTEVERN MIDLER	0.	488.6	3651.7
PRODUKSJON AV BASISPLAST OG KUNSTFIBRE	0.	32.9	107.4
PRODUKSJON AV MALING OG LAKK	0.	13.2	12.2
PRODUKSJON AV FARMASØTTISKE PREPARATER, VASKEMIDLER OG TOALETTEPREPARATER	0.	14.0	22.8
PRODUKSJON AV SPRENGSTOFF OG AMMUNISJON	0.	5.0	49.8
ANNEN PROD. AV KJEMISK-TEKNISKE PRODUKTER	0.	9.6	36.3
RAFFINERING AV JORDOLJE	0.9	402.0	117.2
PRODUKSJON AV JORDOLJE- OG KULLPRODUKTER	166.2	46.5	308.6
PRODUKSJON OG REPARASJON AV GUMMIPRODUKTER	0.0	8.4	65.2
PRODUKSJON AV PLASTVARER	0.0	11.7	164.0
PRODUKSJON AV KERAMIKK, GLASS OG GLASSVARER	0.0	33.7	232.8
PRODUKSJON AV SEMENT OG KALK	1.9	322.2	379.8
PROD. AV TEGLVARER, BETONG OG BETONGVARER	16.2	36.2	99.6
STEINBEARB. OG ANNEN PROD. AV JORD OG STEINV.	11.0	30.0	76.6
PRODUKSJON AV JERN OG STÅL	278.4	32.8	2117.0
PRODUKSJON AV FERROLEGERINGER	759.2	7.8	6380.5
STØPING AV JERN OG STÅL	9.7	11.1	254.9
PRODUKSJON AV ALUMINIUM	2.2	52.9	12014.2
PRODUKSJON AV ANDRE IKKE-JERNHOLDIGE METALLER	34.6	75.3	1771.3
VALSING OG STØPING AV IKKE-JERNHOLDIGE MET.	0.0	3.5	130.1
PRODUKSJON AV HUSHOLDNINGSARTIKLER, HÅNDVERK-TØY, LÅSER OG BESLAG OG MØBLER AV METALL	0.1	4.6	93.1
PRODUKSJON AV METALLKONSTRUKSJONER	0.2	10.8	112.9
PRODUKSJON AV METALLEMBALLASJE, METALLDUK, -TRÅD, SPIKER OG SKRUER	0.0	7.3	167.2
PRODUKSJON AV ANDRE METALLVARER	0.2	9.1	128.1
PROD. AV KRAFTMASK., MOTORER OG JORDBR.MASK.	0.0	7.3	56.2
PRODUKSJON AV INDUSTRI- OG BERGVERKSMASKINER, BYGGE- OG ANLEGGSMASKINER	0.0	3.9	37.2
PROD. AV OLJERIGGER. PROD. OG REP. AV BORE-SKIP, BOREPL.FORMER, PROD.PL.FORMER OG DELER	0.0	2.8	56.9
PRODUKSJON AV KONTOR- OG HUSHOLDNINGSMASKINER	0.	2.7	55.3
REPARASJON AV MASKINER, OLJERIGGER O.L.	0.0	4.0	15.8
PRODUKSJON AV ANDRE MASKINER	0.3	9.6	94.5
PROD. AV EL.MOTORER OG MATERIELL FOR EL.PROD.	0.	6.3	58.3
PROD. AV SIGNAL-, RADIO- OG ANNET TELEMAT.	0.	4.3	37.1
PROD. AV ELEKTRISKE HUSHOLDNINGSAPPARATER	0.1	2.4	28.8
PRODUKSJON AV ELEKTRISK KABEL OG LEDNING	0.	4.2	39.9
ANNEN PROD. AV EL. APPARATER OG MATERIELL	0.0	2.3	24.3
BYGGING AV SKIP	0.3	26.2	263.7
BYGGING AV BÅTER	0.1	4.8	30.4
PROD. AV SKIPS-, BRTMOTORER OG SPESIALDELER	0.1	5.9	39.9
PROD. OG REP. AV JERNBANE- OG SPORVOGNSMAT.	0.0	6.0	36.3
PROD. AV MOTORKJØRETØYER, MOTORSYKLER, SYKLER OG TRANSPORTMIDLER ELLERS, PROD. AV FLY	0.	8.7	100.3
PROD. AV INSTRUMENTER, GULL- OG SØLVVARER, SPORTSARTIKLER OG ANDRE INDUSTRIPRODUKTER	0.0	2.2	35.0
ELEKTRISITETS- OG VANNFORSYNING M.V.	25.0	8.0	7015.0
BYGGE- OG ANLEGGSVIRKSOMHET	0.	92.0	312.0
BORING ETTER OLJE OG GASS SOM SÆRSKILT VIRKSOMHET PÅ KONTRAKTSBASIS	0.	0.	0.
VAREHANDEL M.V.	0.	184.0	1994.0
HOTELL- OG RESTAURANTDRIFT	0.	10.0	300.0

TABELL 1 (FRAMH.).
 DIREKTE BRUK AV ENERGIBERARANE KOL, OLJE OG ELEKTRISITET
 MÅLT I FYSISKE EININGAR 1974

	KOL 1000 T	OLJE 1000 T	ELEKTRISITET GWH
TRANSPORT JERNBANE, SPORVEI OG FORSTADSBANE	0.	35.0	527.0
RUTEBILTRANSPORT	0.	81.0	0.
DROSJE OG TURBILTRANSPORT	0.	35.0	0.
ANNEN LANDTRANSPORT	0.	281.0	0.
OLJE- OG GASSTRANSPORT MED RØR	0.	0.	0.
UTENRIKS SJØFART	0.	12000.0	0.
INNENRIKS SJØFART	0.	379.0	0.
HJELPEVIRKSOMHET FOR SJØFART	0.	0.	0.
LUFTRANSPORT	0.	349.0	0.
TJENESTER I TILKN. TIL TRANSPORT OG LAGRING	0.	6.0	103.0
POST	0.	6.0	153.0
TELEKOMMUNIKASJONER	0.	5.0	137.0
BANKVIRKSOMHET	0.	7.0	195.0
ANNEN KREDITT- OG FINANSVIRKSOMHET OG TJENESTER I TILKN. TIL BANKFINANSIERINGSVIRKSOMHET	0.	1.0	32.0
FORSIKRINGSVIRKSOMHET	0.	3.0	94.0
BOLIGER	0.	0.	38.0
UTLEIE AV ANDRE BYGG OG EIENDOMSDRIFT ELLERS FORRETNINGSMESSIG TJENESTEYTING	0.	0.	6.0
RENOVASJON OG RENGJØRING	0.	11.0	331.0
UNDERVISNINGS- OG FORSKNINGSVIRKSOMHET	0.	0.	43.0
HELSE- OG VETERINERTJENESTER	0.	11.0	79.0
SOSIAL OMSORG OG VELFERDSARBEID	0.	6.0	176.0
INTERESSEORG., IDEOLOGISKE OG KULTURELLE ORG.	0.	1.0	26.0
KULTURELL TJ.YTING, UNDERHOLDNING OG SPORT	0.	0.	102.0
REPARASJON AV KJØRETØYER, HUSHOLDNINGSAPPARATER OG VARER FOR PERSONLIG BRUK	0.	0.	74.0
VASK, RENSING OG ANNEN PERS. TJENESTEYTING	0.	5.0	161.0
LØNT HUSARBEID	0.	5.0	158.0
HJELPEVIRKSOMHET FOR LANDTRANSPORT (VEIER, GATER), STATSFORVALTNINGEN	0.	0.	0.
HJELPEVIRKSOMHET FOR SJØFART, STATSFORV.	0.	1.0	0.
LUFTRANSPORT, STATSFORVALTNINGEN	0.	3.0	0.
OFF. ADM., STATS- OG TRYGDEFORVALTNINGEN	0.	39.0	325.0
FORSVAR, STATSFORVALTNINGEN	0.	240.0	380.0
UNDERVISN.- OG FORSKN.VIRKSOMHET, STATSFORV.	0.	26.0	164.0
HELSE- OG VETERINERTJ., STATS- OG TRYGDEFORV.	0.	2.0	66.0
INTERESSEORGANISASJONER, IDEOLOGISKE OG KULTURELLE ORG., STATSFORVALTNINGEN	0.	1.0	17.0
ANNEN PROD. I STATS- OG TRYGDEFORVALTNINGEN	0.	2.0	19.0
HJELPEVIRKSOMHET FOR LANDTRANSPORT (VEIER, GATER), KOMMUNEFORVALTNINGEN	0.	12.0	170.0
OFF. ADM., KOMMUNEFORVALTNINGEN	0.	26.0	188.0
RENOVASJON OG RENGJ., KOMMUNEFORVALTNINGEN	0.	47.0	29.0
UNDERVISN.- OG FORSKN.VIRKSOMH., KOMMUNEFORV.	0.	32.0	525.0
HELSE- OG VETERINERTJENESTER, KOMMUNEFORV.	0.	0.	512.0
SOSIAL OMSORG OG VELFERDSARB., KOMM.FORVALTN.	0.	12.0	196.0
INTERESSEORGANISASJONER, IDEOLOGISKE OG KULTURELLE ORGANISASJONER, KOMMUNEFORVALTNINGEN	0.	6.0	19.0
KULTURELL TJENESTEYTING, UNDERHOLDNING OG SPORT, KOMMUNEFORVALTNINGEN	0.	0.	40.0
ELEKTRISITET	0.	0.	16179.0
BRENSEL	145.0	670.0	0.
BENSIN OG OLJE	0.	719.0	0.

3. MODIS IV

MODIS IV er først og fremst konstruert for den bruken Finansdepartementet har av modellen i samband med nasjonalbudsjettet, langtidsprogrammet, og spesielle økonomiske tiltak. På grunn av dette har MODIS fleire undermodellar rundt hovudmodellen for m.a. å kunne presentere verknadene av dei ymse økonomiske tiltaka i ei form som svarar til nasjonalrekneskapen.

Hovudmodellen er bygt opp av to kryssløpsmodellar, ein prismodell og ein kvantumsmodell. Det er berre kvantumsmodellen som blir brukt i denne analysen.

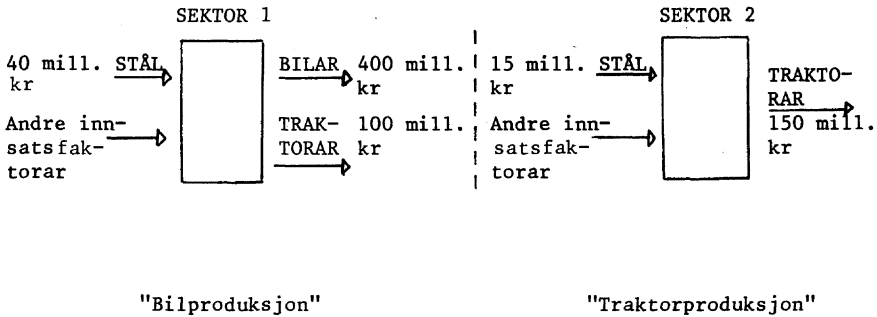
Kvantumsmodellen er ein type kryssløpsmodell som skil seg litt frå den enkle modellen eg rekna med i kapittel 1. I den modellen er omgrepa vare og sektor identiske. Varene er definerte som produksjonen i dei ymse sektorane, ei vare for kvar sektor. På den måten vil same mikro-vara vere med i fleire "kryssløpsvarer". Det finst ikkje nokon fullgod måte å løyse dette problemet på utan å endre modellspesifikasjonane.

Aktivitetsanalysen, som MODIS IV byggjer på, er fleksibel på denne måten, etter som varene og sektorane er definerte meir uavhengig av kvarandre. I ein aktivitetsmodell er sektorane grovt sett definert i høve til varene slik som i den enkle modellen, men ein er t.d. ikkje avhengig av å ha like mange varer som sektorar. Oppdeling av varer kan i mange høve vere praktisk, t.d. for å ta omsyn til skattestruktur osv. Ein deler så kvar sektor opp i aktivitetar, ein aktivitet for kvart viktig produkt. Den aktiviteten som produserer den viktigaste vara i sektoren er hovudaktivitet, dei andre er biaktivitetar. Kryssløpsstrukturen er gitt ved at kvar sektor i prinsippet leverer ei viss (ikkje-negativ) mengde av kvar vare og mottar ei viss (ikkje-negativ) mengde av kvar vare.

Ein kjenner altså leveringane til kvar sektor, men for å kunne bruke modellen, må ein vite kor mykje kvar aktivitet bruker av innsatsvarene. Etter som ein ikkje bruker data om produksjonsprosessane utenom Nasjonalrekneskapen, er ein i praksis nøydd til å velje mellom to måtar å fordele innsatsfaktorane på kvar sektor med fleire aktivitetar. Ein biaktivitet har anten sektorteknikk, dvs. at inputstrukturen er den same som i hovudaktiviteten i same sektoren, eller han har vareteknikk, dvs. same inputstruktur som i den hovudaktiviteten som produserer same vara.

Døme:

Produksjon av bilar og traktorar



Vi skal fordele innsatsen av stål i sektor 1 på bilproduksjon (hovudaktivitet) og traktorproduksjon (biaktivitet). Vi ser at traktorar produsert i sektor 2 har ein "stålcoeffisient" på 0,1, dvs. at stålverdien utgjer 10 prosent av produksjonsverdien. Ved vareteknologi skal traktorproduksjonen i sektor 1 også ha denne koeffisienten. 10 mill. kr av stålforbruket blir då tilrekna traktorproduksjonen. Resten (30 mill.kr) går til bilproduksjon som får ein stålcoeffisient på 0,075. Dersom ein bruker sektorteknologi vil både traktorproduksjonen og bilproduksjonen i sektor 1 få koeffisienten 0,08, og fordelinga av innsatsfaktorane blir stål for 8 mill. kr til traktorproduksjonen og for 32 mill. kr til bilproduksjonen.

Ved dette valet kan ein utnytte tileggskunnskap til å konstruere realistiske produksjonssamanhengar. Det er uråd å få fram fleire uavhengige produksjonssamanhengar enn ein har sektorar på denne måten, og det lønner seg ikkje å ha fleire varer enn sektorar ut frå kryssløpsom-syn. Andre omsyn (t.d. skattar og subsidiar) har likevel ført til at MODIS har fleire varer enn sektorar. Biaktivitetane i MODIS har stort sett vareteknologi der det er mogleg, dvs. dersom vara også blir produsert i ein hovudaktivitet i ein annan sektor. Sektorteknologi blir med få unntak berre brukt der ein ikkje har anna val.

MODIS har mange biaktivitetar og samanhengane er meir kompliserte enn i eksemplet, slik at utrekninga skjer ved å løyse eit liknings-system med mange likningar og ukjende. Kvar aktivitet har faste koeffisientar, dvs. eit fast høve mellom innsatsfaktorane og produktet (produkta). Aktivitetsnivået er definert som bruttoproduktet i aktiviteten, dvs. total produksjonsverdi minus totalverdien av innsatsfaktorane, målt i marknadsverdiar.

Nemninga "aktivitet" blir også brukt om import, eksport, konsum og investering i fast realkapital. I tillegg har ein fordelingsaktivitetar som t.d. blir brukt der ein ikkje kjenner fullstendig fordelinga på vareleveringane mellom sektorane. "Aktivitet" slik eg brukte ordet først, blir då kalla produksjonsaktivitet til skilje frå andre aktivitetstypar.

I modellen er det berre dei viktige biprodukta i ein sektor som har eigen aktivitet. Annan produksjon av ei vare skjer i faste forhold med produktet i hovudaktiviteten (samkopla produksjon). Dette blir kalla bivareproduksjon, og blir i praksis handsama som negativ vareinnsats. I ein aktivitetsanalytisk modell er talet på aktivitetar større enn talet på varer - same vara kan produserast i fleire aktivitetar. Ingen ting som hittil er sagt, vil kunne bestemme kvar denne produksjonen skal skje. Kryssløpsmodellar er reine etterspørselsmodellar, og modellen bestemmer aktivitetsnivåa i produksjonen ut frå etterspørselen. I MODIS deler ein denne etterspørselen mellom aktivitetane i same forhold som i basisåret (det året mesteparten av tala i modellen er frå). Ved å multiplisere med ei slik marknadsandelmatrise får ein kryssløpsmatrisa kvadratisk (vare, vare), og modellen let seg løyse med dei same metodane som den enkle modellen i kapittel 1.

3.1. Løysing av modellen

Ved å løyse eit likningssett med litt meir enn 200 likningar og det same talet med ukjende, kjem ein fram til ei matrise som gir den direkte og indirekte innsatsen frå kvar produksjonsaktivitet (-sektor) for å produsere ei eining av kvar sluttleveringsaktivitet¹⁾.

Løysinga er:

$$(3.1) \quad A_{PP} = G_i \cdot A_{SL}^* \quad , \quad i = 1, 2, 3$$

A_{PP} = vektor av aktivitetsnivå for endogene private produksjonsaktivitetar.

A_{SL}^* = vektor av aktivitetsnivå for eksogene sluttleveringsaktivitetar.

G_i = virkningstabell (svarer til $(I-A)^{-1}$ i den enkle modellen) som gir endringa i kvar av dei endogene aktivitetsnivåa som ein funksjon av dei eksogene aktivitetsnivåa.

1) Sjå vedlegg.

Denne matrisa er utrekna i tre alternativ ($i=1, 2, 3$):

- $i=1$ innalandsk produksjon.
- $i=2$ totalproduksjon¹⁾ når ein reknar som om vis sjølv skulle produsere alle varer vi no importerer.
- $i=3$ totalproduksjon ($i=2$) pluss nødvendig direkte og indirekte produksjon for å erstatte kapitalslitet med nyinvesteringar.

I utrekninga av det innalandske kryssløpet (alternativ 1), treng ein modellar som fordeler etterspørselen mellom import og innalandsk produksjon. For dei varene der vi importerer alt er dette greitt. Den konkurrerende importen er etterspørselsandelbestemt, dvs. ein viss (konstant) del av kvar etterspørselskomponent rettar seg mot import.

Som nemnt i kapittel 1, er alternativ 2 sett opp ved at ein set importandelane lik 0 for den konkurrerende importen.

I alternativ 3 er kapitalslit teke med som ein nødvendig del av produksjonsprosessen (endogenisert). Kapitalslitet blir utrekna etter realkapitalart og fordelt etter produksjonssektor. Det blir fordelt på produksjonsaktivitetane i sektoren på same måten som dei eigentlege innsatsfaktorane, ved å bruke den same transformasjonsmatrisa. På "tilgangssida" blir kapital omrekna til investering - ein reknar ut kor mykje investering som skal til for å erstatte det utslitne kapitalutstyret.

3.2. Energibruken og MODIS IV

For å knyte samanhengene med annan økonomisk litteratur kan E-ane i kapittel 1 også sjåast på som kryssløpskorrigerte energikoeffisientar i analogi med kryssløpskorrigerte arbeidskraftskoeffisientar. Tolkinga av desse koeffisientane er: dei gir den energimengda som direkte og indirekte har gått med til å produsere 1 eining (t.d. 1 mill. kr) av vara. Ved å multiplisere med verdien får vi det ein kan kalle kryssløpskorrigert energibruk. Når det elles er klart av samanhengene, blir "energibruk" og "energikoeffisientar" brukt i staden for desse nemningane.

I kapittel 1 finst ei oppstilling av korleis ein i prinsippet skal måle energibruken i sektorane. Kapittel 2 gir korleis det er gjort i praksis. Energibruken er her fordelt på sektorane i MODIS. For å kunne bruke likning (3.1), må energibruken vere fordelt på aktivitetane. Det same problemet gjeld også innsatsfaktorane elles og kapitalslitet. Ei matrise som fordeler innsatsfaktorane frå sektorspesifikasjon til aktivitetsspesifikasjon blir danna på grunnlag av dei vala ein har gjort mellom sektortechnologi og varetchnologi. Denne matrisa blir brukt til å

1) Utanom ikkje-konkurrerende import.

transformere alle desse tre typane av innsatsfaktorar¹⁾. For energien blir resultatet ein vektor²⁾

$$E_A = \begin{pmatrix} E_{A_{PP}} \\ E_{A_{SL}} \end{pmatrix}$$

der $E_{A_{PP}}$ er netto direkte energibruk pr. aktivitetsnivåeinjing i produksjonsaktivitetane.

$E_{A_{SL}}$ er netto direkte energibruk pr. aktivitetsnivåeinjing i sluttleveringsaktivitetane.

($E_{A_{PP}}$ svarer til p^M og $E_{A_{SL}}$ til E^D i kapittel 1.) I samsvar med formel

(1.13) blir likninga for energiintensitetane (dei kryssløpskorrigerte energikoeffisientane) for alternativ 1:

$$(3.2) \quad F_{A_{SL}}^{(1)} = G_1' \cdot E_{A_{PP}} + E_{A_{SL}}$$

Som nemnt ovafor kan G seiast å svare om lag til $(I-A)^{-1}$, men det er viktig å merke seg at G ikkje er kvadratisk (sjå vedlegget). Formel (3.2) gir dei "innalandske" energiintensitetane.

I utrekninga av energiintensitetar som også tek med importen bruker ein formelen

$$(3.3) \quad F_{A_{SL}}^{(2)} = G_2' \cdot E_{A_{PP}} + B \cdot F_{A_B} + E_{A_{SL}}$$

F_{A_B} gjeld den ikkje-konkurrerende importen. Først reknar ein ut koeffisientar $F_{A_{SL}}^{(2)}$ utan å ta omsyn til denne importen. Ein vel så ut norske varer som er nærslekta med desse importvarene og set opp F_{A_B} ved hjelp av koeffisientane for dei. B er ei matrise som gir etterspørselen etter ikkje-konkurrerende import for kvar sluttleveringseinjing.

Dei koeffisientane som også tek med kapitalslitet, blir sett opp på same måten, med den G -en som svarer til dette alternativet:

$$(3.4) \quad F_{A_{SL}}^{(3)} = G_3' \cdot E_{A_{PP}} + B \cdot F_{A_B} + E_{A_{SL}}$$

1) Sjå P. Longva [11].

2) Eigentleg ei matrise etter som energitypane er handsama kvar for seg.

4. PRESENTASJON AV RESULTATA

4.1. Føresetnader

Når ein skal tolke resultata, er det viktig å sjå dei i samanheng med føresetnadene som ligg til grunn for analysen. I tillegg til det som kjem fram i kapittel 1-3, vil eg ta med nokre moment som er viktige for tolkinga.

- Energibalansane frå Statistisk Sentralbyrå er i hovudsak ei oppstilling av energiforbruket på norsk territorium. For å svare til produksjonsbegrepet i MODIS, har eg mått gjere om dette til energiforbruket i norsk produksjon, dvs. drage ut bunkring av utalandske fly, bilar og båtar her i landet og ta med den norske delen av internasjonal luftfart og sjøfart. Dataproblem har gjort det uråd å gjennomføre dette fullt ut. (Dette må ikkje blandast saman med måten importen er handsama på. Det har å gjere med kor stort energiforbruk norsk luftfart t.d. skulle bli tilrekna, at sal av bunkers i Norge ikkje er det talet vi er interessert i.)

- Analysen byggjer på ein kryssløpsmodell, og ein går implisitt ut frå at gjennomsnittleg og marginal energibruk er det same. Dette er særleg urealistisk i transportsektoren. Det betyr at utsegnskrafta om kva som vil skje ved endringar i sluttleveringane, er nokså avgrensa.

- Nasjonalrekneskapen og andre primærdata som MODIS og denne analysen byggjer på, inneheld mange svake og usikre punkt. Særleg gjeld dette transportsektorane og tenesteytande sektorar.

- MODIS byggjer på førebels nasjonalrekneskap, dvs. ein rekneskap som er laga før alle tilgjengelege opplysningar for året finst. Det meste av kryssløpsstrukturen er eldre enn basisåret, og framført slik at totalane stemmer.

- Handsaminga av oljeproduksjon og oljeraffinering er av ymse grunnar eit svakt punkt i analysen. Viktigaste grunnen er sviktande datagrunnlag. Avgrensingsproblema er også store: Skal oljesøl og olje som blir liggjande att i reservoaret reknast som energikostnader ved oljeproduksjonen? (I denne analysen er dette ikkje gjort.) Korleis dette blir rekna, vil verke inn på nivået til koeffisientane, men i mindre grad på forholdet mellom dei.

● Handsaminga av importen:

a) Konkurrerande import. Her reknar ein som om vara blir produsert som den tilsvarande vara innalands. Dette kan vere urealistisk.

b) Ikkje-konkurrerande import. Etter skjønn har eg plukka ut norske varer som skulle vere så lik importvarene som råd. Her er det rom for store feil og det er grunn til å åtvare mot å setje for stor lit til koeffisientane for varer som "inneheld" mykje slik import, t.d. bilar, sukker, sydfrukter osv. For totalbiletet betyr det likevel lite, truleg under 4 prosent av total energiforbruk.

● Berre den delen av lageropplegg som er ført under "varer under arbeid" verkar inn på energikoeffisientane. Leveringar til denne kategorien er energifrie, dvs. energien blir fordelt på dei andre leveringane frå aktiviteten.

● Analysen gjeld først og fremst energibruk i det norske produksjonssystemet, og energibrukande aktivitetar som t.d. ligg i hushalda er ikkje knytte saman. Døme:

a) Energibruken til privat bilkøyning o.l. finn ein 5 stader i tabell 6:

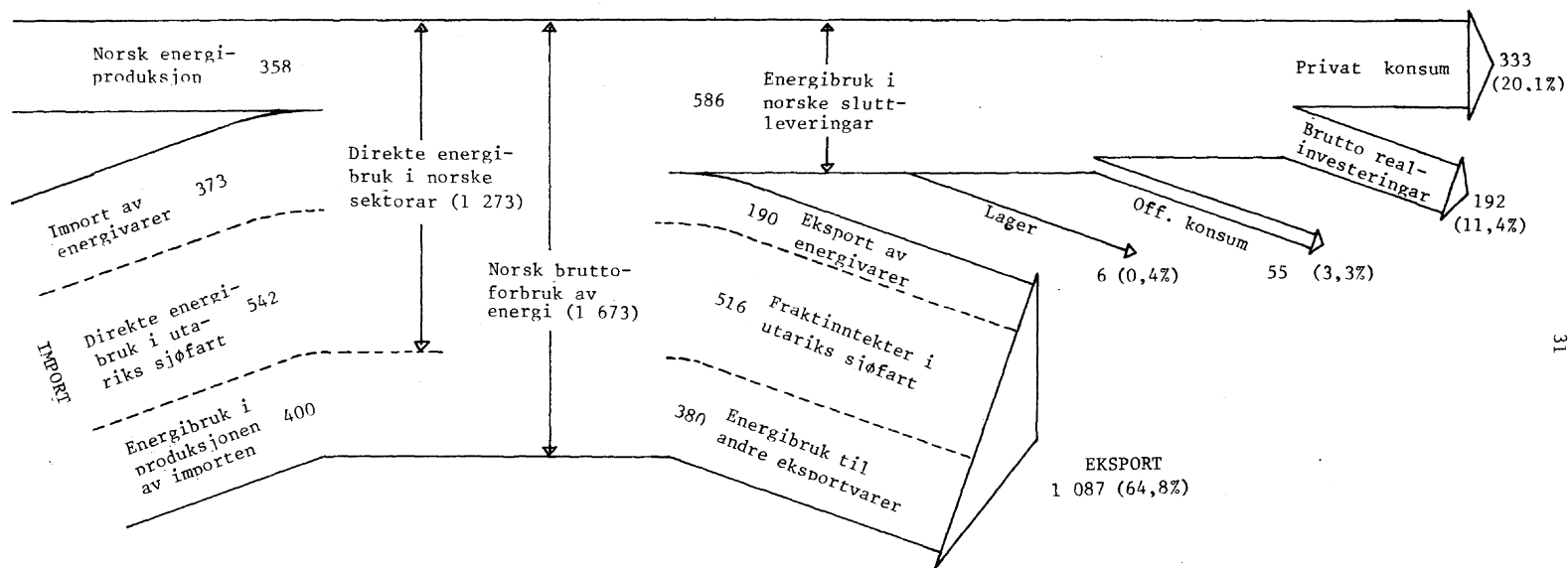
- Offentlig konsum:
 - Hjelpevirksomhet for landtransport, kommuner
 - Hjelpevirksomhet for landtransport, stat
- Privat konsum:
 - Kjøp av egne transportmidler
 - Bensin og olje
- Investeringer:
 - Veianlegg

b) Bustad og bustadoppvarming kjem også fleire stader:

- Privat konsum:
 - Bolig
 - Elektrisitet
 - Brensel
- Investeringer:
 - Boligbygg

4.2. Resultata

Figur 3 gir ei samla oppstilling av fordelinga av norsk bruttoforbruk av energi etter kvar energien kjem frå og kvar han hamnar. Dei usikre punkta er særleg energibruken i utariks sjøfart og energibruk i produksjonen av importvarene. Denne fordelinga svarer til alternativ 2 og fordeler altså ikkje kapitalslitet; det er medrekna i brutto realinvestering. Eksporten tek ein stor del av norsk bruttoforbruk av energi, men ein må ta med i biletet at mesteparten av dette svarer til importpostar som ein vanlegvis ikkje reknar med i norsk energiforbruk:



Figur 3. Fordeling av energiforbruket etter hovudkategoriar av sluttlevering.

oljeforbruket i utariks sjøfart og energiinnhaldet i importvarer utanom energivarene. Knappt 2/3 av energien går til eksport, om lag 1/5 går til privat konsum og om lag 1/9 til brutto realinvesteringar. Om ein ser bort frå eksporten, går litt over halvparten til privat konsum og litt mindre enn ein tredjepart til brutto realinvesteringar.

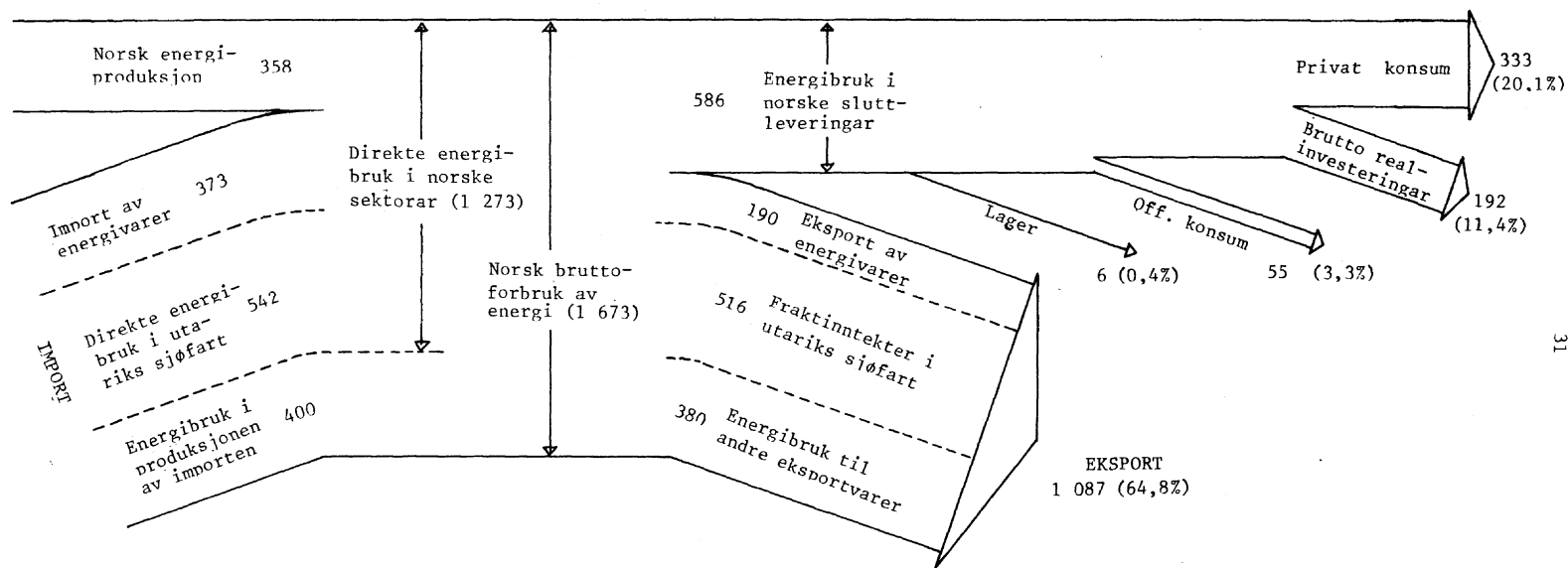
Tabell 2. Tilgang på og forbruk av energi i den norske økonomien. 1974. Absolutte tal. PJ = 10^{15} J

	Kol	Olje	Elektrisitet	Sum energi
Direkte forbruk i norsk produksjon og sluttlevering	44	952	277	1 273
Indirekte forbruk gjennom vareimport (ekskl. energivarer)	89	157	154	400
Norsk bruttoforbruk	133	1 109	431	1 673
Direkte og indirekte eksport	66	820	201	1 087
Nettoforbruk til innalandske sluttleveringar	67	289	230	586
Av dette:				
Offentleg konsum	3	34	18	55
Privat konsum	19	178	136	333
Brutto realinvesteringar	45	74	73	192
Lagerinvesteringar	0	3	3	6

Tabell 2 gir dei same opplysningane som figur 3, oppdelt etter energitype. Vi ser at ein stor del av energibruken gjennom kol går til brutto realinvesteringar (stål, for det meste skip), og at ein stor del av oljeforbruket går til eksport (bunkers i utariks sjøfart). Det er også verd å merke seg at både totalforbruket og fordelinga av olje og elektrisitet på innalandske sluttleveringar er nokså lik. (Den som er interessert i fordelinga på energitypane av enkeltpostane i tabell 6, blir vist til P. Longva [11].)

Tabell 3. Import/eksportbalanse for energi. 1974. PJ = 10^{15} J

	Kol	Olje	Elektr.	Sum
Norsk bruttoforbruk	133	1 109	431	1 673
Norsk energiproduksjon	9	72	276	357
Brutto energiimport	124	1 037	155	1 316
Direkte og indirekte energieksport	66	820	201	1 087
Importoverskott av energi	58	217	-46	229



Figur 3. Fordeling av energiforbruket etter hovudkategoriar av sluttlevering.

oljeforbruket i utariks sjøfart og energiinnhaldet i importvarer utanom energivarene. Knappt 2/3 av energien går til eksport, om lag 1/5 går til privat konsum og om lag 1/9 til brutto realinvesteringar. Om ein ser bort frå eksporten, går litt over halvparten til privat konsum og litt mindre enn ein tredjepart til brutto realinvesteringar.

Tabell 2. Tilgang på og forbruk av energi i den norske økonomien. 1974. Absolutte tal. PJ = 10^{15} J

	Kol	Olje	Elektrisitet	Sum energi
Direkte forbruk i norsk produksjon og sluttlevering	44	952	277	1 273
Indirekte forbruk gjennom vareimport (ekskl. energivarer)	89	157	154	400
Norsk bruttoforbruk	133	1 109	431	1 673
Direkte og indirekte eksport	66	820	201	1 087
Nettoforbruk til innalandske sluttleveringar	67	289	230	586
Av dette:				
Offentleg konsum	3	34	18	55
Privat konsum	19	178	136	333
Brutto realinvesteringar	45	74	73	192
Lagerinvesteringar	0	3	3	6

Tabell 2 gir dei same opplysningane som figur 3, oppdelt etter energitype. Vi ser at ein stor del av energibruken gjennom kol går til brutto realinvesteringar (stål, for det meste skip), og at ein stor del av oljeforbruket går til eksport (bunkers i utariks sjøfart). Det er også verd å merke seg at både totalforbruket og fordelinga av olje og elektrisitet på innalandske sluttleveringar er nokså lik. (Den som er interessert i fordelinga på energitypane av enkeltpostane i tabell 6, blir vist til P. Longva [11].)

Tabell 3. Import/eksportbalanse for energi. 1974. PJ = 10^{15} J

	Kol	Olje	Elektr.	Sum
Norsk bruttoforbruk	133	1 109	431	1 673
Norsk energiproduksjon	9	72	276	357
Brutto energiimport	124	1 037	155	1 316
Direkte og indirekte energieksport	66	820	201	1 087
Importoverskott av energi	58	217	-46	229

I 1974 (før oljeproduksjonen i Nordsjøen starta for fullt) hadde vi ein netto energiimport som tilsvarear nesten 5,5 mill. t råolje dersom ein reknar om etter det teoretiske energiinnhaldet. Vår eigen energiproduksjon tilsvarte då 8,5 mill. t råolje etter same omrekningsmåten. Sjølvforsyningsgraden på energi var ca. 60 prosent (= den andelen av energiforbruket til norske sluttleveringar som er produsert med norske naturressursar, når ein korrigerer totalforbruket for import og eksport).

Tabell 4. Import og eksport av energi gjennom varene (utanom energiinnhaldet i energigiberarane). 1974. PJ = 10^{15} J

	Kol	Olje	Elektr.	Sum
Indirekte energiimport	89	157	154	400
Indirekte energieksport*	61	144	175	380
Importoverskott av energi i varebyttet* .	28	13	-21	20

* Utanom utariks sjøfart.

Det er ein vanleg påstand at dersom vi korrigerer import/eksportbalansen for den energien som har gått med til å produsere eksport- og importvarene, vil vi finne at nettoimporten av energi ikkje er så stor som det ser ut til på dei vanlege energibalansane. Vi ser at rett nok er dette rett når det gjeld elektrisitet sett isolert, men importoverskotet for dei andre energitypane meir enn veg opp dette. Det er små tal det her er snakk om, så grovt rekna kan ein seie at handelen balanserte, rekna i energi. (Dersom handelen hadde balansert i kroner, ville vi nok fått eit eksportoverskot rekna i energi med same prisar og same samansetninga av eksporten og importen som i 1974.)

Tabell 5. Energiintensitet for hovudkategoriar av sluttleveringar

	Energiintensitetar	
	m/energivarer	u/energivarer
Brutto nasjonalprodukt	8,7 ¹⁾	7,1 ¹⁾
Eksport	19,5	16,9
Investeringar	4,2	4,2
Privat konsum	4,3	1,9
Offentleg konsum	2,6	2,6 ²⁾

1) Medrekna energibruk gjennom importvarene. 2) Utanom forsvaret er verdien 2,0.

Tabell 5 viser at eksporten er svært mykje meir energiintensiv enn resten av nasjonalproduktet. Det er tre hovudgrunnar til det:

- a) Skattetrykket på eksporten er svært mykje mindre enn for dei andre sluttleveringane, m.a. er varene momsfrie og frie for særavgifter.
- b) Bearbeidingsgraden for den norske eksporten er låg. Mykje av eksporten er innsatsvarer og difor ikkje eigentlege sluttleveringar. Det er eit framtrédande trekk at lite bearbeidde varer er meir energiintensive enn ferdigvarene.
- c) Lågkonjunkturen i 1974 gav unormalt låge prisar for eksportprodukta. Dette dreg energiintensitetane oppover.

Tabell 6 gir dei eigentlege resultatane av analysen: energiintensitetane. Hovudtolkinga er: ei sluttlevering treng i gjennomsnitt x GJ energi direkte og indirekte pr. 1 000 kr.

Kva dette skal bety for offentleg konsum, er litt vanskeleg å tolke fordi offentlig konsum er ein rekneskapskonstruksjon. Når ein ser på alternativ 2, får ein:

For det private konsumet (33-konti) har eg fått til dels nokså overraskande resultat. Når ein ser bort frå elektrisitet, fyringsoljar, bensin og kol, er rangeringa etter energiintensitet slik:

- 1 Mjølkk, fløyte o.l.
- 2 Bruk av off. transportmiddel
- 3 Smør
- 4 Margarin
- 5 Ost
- 6 Poteter
- 7 Mjøl og gryn

Vi ser at jordbruksprodukta dominerer. Ein grunn til at mjøl, gryn og poteter har kome så langt opp på lista, er at MODIS ikkje skil mellom veksthusproduksjon og frilandsproduksjon av planteprodukt i jordbruket, og at vi får all planteproduksjon med ein slags gjennomsnittsteknologi.

Skattestrukturen vil også verke inn på dette biletet ved at varer som er sterkt subsidierte, t.d. mjølkk, vil bli meir energiintensive pr. krone. Subsidierringa set oss i stand til å kjøpe meir energi pr. krone, og er med på å auke energibruken i samfunnet.

Det motsette vil sjølvsagt også gjelde. Skattlagde varer blir mindre energiintensive enn dei elles ville ha vore.

I 1974 (før oljeproduksjonen i Nordsjøen starta for fullt) hadde vi ein netto energiimport som tilsvarear nesten 5,5 mill. t råolje dersom ein reknar om etter det teoretiske energiinnhaldet. Vår eigen energiproduksjon tilsvarte då 8,5 mill. t råolje etter same omrekningsmåten. Sjølvforsyningsgraden på energi var ca. 60 prosent (= den andelen av energiforbruket til norske sluttleveringar som er produsert med norske naturressursar, når ein korrigerer totalforbruket for import og eksport).

Tabell 4. Import og eksport av energi gjennom varene (utanom energiinnhaldet i energibærarane). 1974. PJ = 10¹⁵J

	Kol	Olje	Elektr.	Sum
Indirekte energiimport	89	157	154	400
Indirekte energieksp ^{rt}	61	144	175	380
Importoverskott av energi i varebytet ^{rt} .	28	13	-21	20

* Utanom utariks sjøfart.

Det er ein vanleg påstand at dersom vi korrigerer import/eksportbalansen for den energien som har gått med til å produsere eksport- og importvarene, vil vi finne at nettoimporten av energi ikkje er så stor som det ser ut til på dei vanlege energibalansane. Vi ser at rett nok er dette rett når det gjeld elektrisitet sett isolert, men importoverskotet for dei andre energitypane meir enn veg opp dette. Det er små tal det her er snakk om, så grovt rekna kan ein seie at handelen balanserte, rekna i energi. (Dersom handelen hadde balansert i kroner, ville vi nok fått eit eksportoverskot rekna i energi med same prisar og same samansetninga av eksporten og importen som i 1974.)

Tabell 5. Energiintensitet for hovudkategoriar av sluttleveringar

	Energiintensitetar	
	m/energivarer	u/energivarer
Brutto nasjonalprodukt	8,7 ¹⁾	7,1 ¹⁾
Eksport	19,5	16,9
Investeringar	4,2	4,2
Privat konsum	4,3	1,9
Offentleg konsum	2,6	2,6 ²⁾

1) Medrekna energibruk gjennom importvarene. 2) Utanom forsvaret er verdien 2,0.

Tabell 5 viser at eksporten er svært mykje meir energiintensiv enn resten av nasjonalproduktet. Det er tre hovudgrunnar til det:

- a) Skattetrykket på eksporten er svært mykje mindre enn for dei andre sluttleveringane, m.a. er varene momsfrie og frie for særavgifter.
- b) Bearbeidingsgraden for den norske eksporten er låg. Mykje av eksporten er innsatsvarer og difor ikkje eigentlege sluttleveringar. Det er eit framtrèdande trekk at lite bearbeidde varer er meir energiintensive enn ferdigvarene.
- c) Lågkonjunkturen i 1974 gav unormalt låge prisar for eksportprodukta. Dette dreg energiintensitetane oppover.

Tabell 6 gir dei eigentlege resultatane av analysen: energiintensitetane. Hovudtolkinga er: ei sluttlevering treng i gjennomsnitt x GJ energi direkte og indirekte pr. 1 000 kr.

Kva dette skal bety for offentleg konsum, er litt vanskeleg å tolke fordi offentleg konsum er ein rekneskapskonstruksjon. Når ein ser på alternativ 2, får ein:

For det private konsumet (33-konti) har eg fått til dels nokså overraskande resultat. Når ein ser bort frå elektrisitet, fyringsoljar, bensin og kol, er rangeringa etter energiintensitet slik:

- 1 Mjølkk, fløyte o.l.
- 2 Bruk av off. transportmiddel
- 3 Smør
- 4 Margarin
- 5 Ost
- 6 Poteter
- 7 Mjøl og gryn

Vi ser at jordbruksprodukta dominerer. Ein grunn til at mjøl, gryn og poteter har kome så langt opp på lista, er at MODIS ikkje skil mellom veksthusproduksjon og frilandsproduksjon av planteprodukt i jordbruket, og at vi får all planteproduksjon med ein slags gjennomsnittsteknologi.

Skattestrukturen vil også verke inn på dette biletet ved at varer som er sterkt subsidierte, t.d. mjølkk, vil bli meir energiintensive pr. krone. Subsidierringa set oss i stand til å kjøpe meir energi pr. krone, og er med på å auke energibruken i samfunnet.

Det motsette vil sjølvsagt også gjelde. Skattlagde varer blir mindre energiintensive enn dei elles ville ha vore.

TABELL 6. KRYSSLØPSKORRIGERTE ENERGIINTENSITETAR 1974	ENERGI- BRUK (ETTER ALT 2) TJ	ENERGIINTENSITETAR TJ/MILL KR		
		NORSK PRODUK- SJON (ALT 1)	NORSK OG IMPORT (ALT 2)	NORSK OG KAP.- SLIT (ALT 3)
OFFENTLIG KONSUM	54653	1.84	2.58	2.99
STATS- OG TRYKDEFORVALTNINGEN				
HJELPEVIRKSOMHET FOR LANDTRANSPORT, "	2404	1.48	3.47	4.29
HJELPEVIRKSOMHET FOR SJØFART, "	125	0.93	1.38	1.85
LUFTRANSPORT, "	69	1.63	2.07	2.56
OFFENTLIG ADMINISTRASJON, "	6356	1.40	1.95	2.19
FORSVAR, "	20393	3.72	5.22	5.71
UNDERVISNINGSVIRKSOMHET, "	2921	1.38	1.77	2.26
HELSE- OG VETERINÆRTJENESTER, "	510	0.99	1.64	2.04
INTERESSEORG. IDEOLOGISKE OG KULT. ORG., "	160	1.08	1.31	1.75
ANDRE PRODUKSJONSSEKTORER, "	615	1.97	2.45	3.12
KOMMUNEFORVALTNINGEN				
HJELPEVIRKSOMHET FOR LANDTRANSPORT, "	4034	2.56	4.44	4.90
OFFENTLIG ADMINISTRASJON, "	3766	1.50	1.88	2.32
RENOVASJON OG RENGJØRING, "	1173	8.58	9.34	9.81
UNDERVISNING OG FORSKNINGSVIRKSOMHET, "	7222	1.10	1.41	1.80
HELSE- OG VETERINÆRTJENESTER, "	2186	0.98	1.53	1.85
SOSIAL OMSORG OG VELFERDSARBEID, "	1544	1.49	1.90	2.18
INTERESSEORG. OG ANDRE ORG., "	607	2.58	3.43	3.93
KULTURELL TJ.YTING, UNDERHOLDNING SPORT	567	1.39	1.97	2.37
PRIVAT KONSUM	333350	3.27	4.83	5.50
MJØL OG GRYN M.V. VARER AV POTETER	1466	2.04	4.70	5.65
BAKERVERARER	4173	1.75	3.17	3.78
KJØTT, KJØTTVARER OG EGG	15725	2.58	4.08	4.93
FISK OG FISKEVARER	3596	3.14	4.22	5.10
KJØTT- OG FISKEHERMETIKK	1582	2.41	3.86	4.57
MJØLK, FLØTE, HERMETISK MJØLK OG MJØLKEP. ØST	11589	5.94	8.66	10.44
SMØR	3396	3.82	5.77	6.96
MARGARIN, SPISEOLJE O.L.	1211	4.32	6.42	7.77
FRISKE GRØNSAKER	2143	2.47	6.15	7.12
FRISK FRUKT	1829	2.48	4.22	5.07
TØRKET FRUKT, FRISKE BÆR OG KONSERVERT FRUKT OG GRØNSAKER	4477	1.59	4.16	4.96
POTETER	3729	1.62	3.61	4.24
KAKAO OG SJOKOLADE, DROPS O.L.	1349	3.33	4.73	5.67
SUKKER, KAFFE, TE, ISKREM OG ANDRE MATVARER	2247	1.00	2.54	3.01
SELTERS BRUS O.L.	7656	1.45	4.11	4.82
ØL	2157	1.85	3.21	3.69
VIN, BRENNEVIN OG SPRIT	1937	1.40	2.06	2.44
TOBakk	1771	0.35	1.07	1.21
BEKLEDNINGSARTIKLER	2939	0.65	1.67	1.99
TØYER OG GARN	11419	0.78	2.51	3.04
SKOTØY OG SKOREPARASJONER	2028	0.95	3.40	4.07
BOLIG	2816	0.83	2.57	3.13
ELEKTRISITET	6367	0.54	0.93	2.05
BRENSEL	69997	41.81	42.13	43.36
MØBLER, GULVTEPPER OG UTSTYRSVARER ELLERS ELEKTRISKE HUSHØLDSAPPARATER,	38034	53.59	60.10	61.24
KJØKKENREDSKAPER, GLASS OG DEKKETØY	9815	1.06	3.31	3.81
DIVERSE HUSHOLDN. ART. OG TJENESTER,	6697	0.96	4.68	5.13
FORSIKRING AV INNBO OG LØSØRE	2574	1.19	3.27	3.67

TABELL 6 (FRAMH.). KRYSSLØPSKORRIGERTE ENERGIINTENSITETAR 1974	ENERGI- BRUK (ETTER ALT 2) TJ	ENERGIINTENSITETAR TJ/MILL KR		
		NORSK PRODUK- SJON (ALT 1)	NORSK OG IMPORT (ALT 2)	NORSK, IMPORT OG KAP.- SLIT (ALT 3)
LEID HJELP TIL HJEMMET	18	0.02	0.03	0.03
HELSEPLEIE	9370	1.00	1.68	2.08
KJØP AV EGNE TRANSPORTMIDLER	6375	0.57	2.68	3.00
BENSIN OG OLJE	33306	19.21	20.33	21.48
ANDRE UTG. TIL EGNE TRANSPORTMIDLER	2553	0.73	2.48	2.83
BRUK AV OFF. TRANSPORTMIDLER	13505	6.03	6.78	7.95
PORTO, TELEFON OG TELEGRAMMER	1284	0.82	1.37	2.06
TV- OG RADIOMOTTAKERE	1211	0.71	1.50	1.79
SPORTSUTSTYR, LEKETØY, GRAMMOFONPL. M.V.	6765	1.28	3.82	4.34
OFF. FOREST-TV- OG RADIOLISENS, LOTTERI M.V.	1056	0.50	1.04	1.47
BØKER OG AVISER	2637	1.77	2.75	3.16
UKEBLAD OG TIDSSKRIFT, SKRIVEMATERIELL	1319	1.79	3.41	3.88
SKOLEGANG	953	2.34	3.13	3.82
KOSMETISKE PREPARATER, TANNKREM	1452	1.07	3.05	3.44
HÅRPL. SKJØNNH. PL TOALETTSÅPE M.V.	2087	1.45	3.14	3.52
REISEEFFEKTER, SMYKKER, UR OG ANDRE VARER	3226	0.58	3.42	3.88
RESTURANTER, HOTELLER, SELSKAPSREISER O.L.	5911	1.57	2.46	3.04
TJENESTER FRA FORSIKRING OG ANDRE TJ.	3204	1.33	1.81	2.15
REISETRAFIKK, NORSKE TURISTER I UTLANDET	9772	0.	4.38	4.92
NORSKE SJØFOLKS KONSUM I UTLANDET	2629	0.	4.38	4.92
INVESTERINGER	191979	1.12	4.22	4.63
ENDRING I HUSDYRBESTAND, LIVDYR	-106	3.38	5.32	6.59
BOLIGBYGG	24660	1.64	3.85	4.21
FRIIDSBYGG	1521	1.45	3.40	3.72
BOLIGBRÅKKER, KOIER, RORBUER O.L.	16	1.74	4.09	4.47
DRIFTSBYGG FOR JORDBR. SKOGBR. OG FISKE	3289	1.74	4.09	4.47
OFF. BYGG FOR UNDERV. HELSE- OG SOSIALT ARB	7661	1.71	4.03	4.41
ANDRE OFF. DRIFTSBYGG	2907	1.46	3.44	3.76
ANDRE DR. BYGG (IND. BYGG OG ANLEGG M.M.)	14738	1.53	3.59	3.93
GRUNNFORBEDRINGER I JORD- OG SKOGBRUK	661	1.27	2.97	3.25
BERGVERKS- OG INDUSTRIANLEGG	1315	1.54	3.62	3.96
ELEKTRISITETSANLEGG	5021	1.54	3.62	3.96
VEIANLEGG	7440	1.64	3.84	4.21
ANDRE OFF. ANLEGG	2211	1.61	3.79	4.15
ANDRE ANLEGG (KOMMUNIKASJONSANL.)	3746	1.52	3.56	3.89
OLJE- OG GASSRØRL. MED LANDINST. OG PUMP.	7170	0.18	4.17	4.52
OLJEBORING OG ANDRE UTGIFTER TIL OLJEL.	322	0.05	0.38	2.44
SKIP	41985	0.34	5.39	5.81
SKIPSREPARASJONER	817	-0.03	5.45	5.86
FISKEBÅTER, REDNINGS SKØYTER, BERGINGSBÅTER	1596	0.61	3.52	3.89
FLY	1078	0.07	4.30	4.70
PERSONBILER OG STASJONSGVNER	3251	0.50	2.77	3.07
BUSSER	440	0.44	3.22	3.56
LÅSTEBILER, VAREBILER, SPESIALBILER M.M.	3708	0.47	2.99	3.31
RULLENDE MATERIELL	398	1.33	3.23	3.73
LANDBRUKS- OG SKOGBRUKSMASK. OG REDSKAP	3761	0.58	4.74	5.16
FISKEREDSKAP	975	1.35	4.42	5.04
MASK. FOR BERGV. DR. IND. BYGGE- OG ANL.	17542	0.55	4.60	4.99
INVENTAR KONTORMASK. FOR BERGV. DR. IND.	1849	0.65	4.10	4.54
TEKN. UTSTYR FOR ELEKTR. OG GASSVERK	2174	0.65	4.26	4.68
MASKINER OG INVENTAR FOR TJ. YTENDE OG				
OFF. SIVILE SEKTORER	7980	0.80	3.11	3.51
OLJEBØREPLATTFORMER	7680	2.18	6.16	6.57
OLJEUTV. ANLEGG PL. FORMER AV STÅL	14169	3.08	7.40	7.85
OLJEUTV. ANLEGG PL. FORMER AV BETONG	0	3.42	6.16	6.57
OLJEUTV. ANLEGG USPES. UTG. IMPORT	0	3.42	6.16	6.57

TABELL 6 (FRAMH.) KRYSSLØPSKORRIGERTE ENERGIINTENSITETAR 1974	ENERGI- BRUK (ETTER ALT 2) TJ	ENERGIINTENSITETAR TJ/MILL KR		
		NORSK PRODUK- SJON (ALT 1)	NORSK OG IMPORT (ALT 2)	NORSK, IMPORT OG KAP.- SLIT (ALT 3)
EKSPORT	1086350	17.10	19.55	20.61
EKSPORT AV VARER IKKE NEVNT NEDENFOR	2285	1.93	3.00	3.63
ANDRE PLANTEPRODUKTER I JORDBRUK	45	4.98	6.83	8.16
ANDRE HUSDYRPRODUKTER I JORDBRUK	1119	3.39	5.35	6.62
SKOGPRODUKTER M.V.	20	0.72	0.93	1.19
FISK M.V.	492	5.67	6.69	8.10
RÅOLJE M.V.	84616	102.00	102.78	107.50
NATURGASS	0	0.	0.	0.
KULL, SVOVELKIS, KOPPERMALM OG ANNEN MALM	6090	10.87	12.36	13.34
STEIN, GRUS, SAND, IKKE-METALLISKE MIN. M.V.	654	3.43	4.06	4.63
KJØTT, KJØTTVARER OG KJØTTHERMETIKK	305	3.13	4.74	5.68
MJØLK, FLØTE M.V.	103	3.97	5.77	6.95
OST	1053	3.89	5.72	6.88
SMØR	18	5.74	8.44	10.16
KONSERVER AV FRUKT OG GRØNNSAKER	34	2.26	4.64	5.30
FISKEVARER	9629	4.78	5.90	7.06
FISKEHERMETIKK	1271	3.68	5.62	6.53
FISKEOLJER OG FISKEMJØL	9073	11.41	12.64	14.04
VEGETABILISKE OLJER	1170	0.56	4.48	5.25
RAFFINERTE OG HERDEDE ANIMALSKE OLJER	5660	7.08	14.03	15.53
MARGARIN M.V.	310	2.29	6.19	7.11
BAKERVERARER	113	2.34	4.09	4.86
SJOKOLADE OG SUKKERVERARER	125	1.90	4.18	4.92
ANDRE NÆRINGSMIDLER	439	2.31	5.99	6.86
BRENNEVIN OG VIN	126	3.14	8.50	9.27
ØL	90	3.32	4.58	5.35
TOBAKKSVARER	88	1.74	5.47	6.46
GARN	402	1.99	5.44	6.38
VEVNADER	928	2.96	5.78	6.99
TEKSTILVARER UNTATT KLÆR	200	1.23	4.21	5.02
TRIKOTASJEVARER	505	1.44	3.94	4.75
GOLVTEPPER, TAUVERK OLJEDE OG BEL. TEKST.	427	1.40	4.73	5.35
YTTERTØY, SKJORTER, UNDERTØY M.V.	139	0.88	2.61	3.18
LÆR, LÆR- OG SKINNV. KLÆR AV SKINN M.V.	381	1.87	3.75	4.46
SKOTØY	98	1.11	2.95	3.70
TRELAST	541	1.51	1.83	2.16
SPONPLATER	580	5.64	8.39	8.96
MONTERINGSFERDIGE TREHUS	280	1.49	2.66	2.96
BYGNINGSARTIKLER OG ANDRE REVARER	178	1.77	3.46	3.92
MØBLER OG INNREDNING AV TRE	648	1.87	3.49	3.98
TREMASSE	4222	7.95	8.50	9.00
CELLULOSE	8877	8.97	10.70	11.51
PAPIR OG PAPP	24100	9.35	11.85	12.77
TREFIBERPLATER	605	11.33	12.35	13.26
EMBALLASJE OG ANDRE PAPIR- OG PAPPVARER	744	3.46	6.00	6.59
FORLEGGING AV BØKER	76	2.21	3.25	3.75
UKEBLADER OG ANDRE TRYKKSAKER	58	2.19	3.25	3.75
KJEMISKE GRUNNSTOFFER	12720	17.26	22.01	22.77
KUNSTGJØDSEL OG PLANTEVERN MIDLER	28744	29.52	31.36	32.45
BASISPLAST OG KUNSTFIBRE	7472	5.52	14.46	15.12
MALING OG LAKK	876	2.46	8.14	8.65
FARMASØYTISKE PREP. VASKEM. OG TOALETTPR.	801	2.48	5.70	6.31
SPRENGSTOFF OG AMMUNISJON	919	3.74	7.28	8.33
ANDRE KJEMISK-TEKNISKE PRODUKTER	584	3.85	7.32	7.92
BENSIN	18027	65.87	67.59	72.04
FYRINGSOLJER O.L.	75106	96.96	98.89	102.81
ANDRE JORDOLJE- OG KULLPRODUKTER	2061	19.93	25.04	25.15
GUMMIPRODUKTER	636	2.32	4.46	5.27

TABELL 6 (FRAMH.) KRYSSLØPSKORRIGERTE ENERGIINTENSITETAR 1974	ENERGI- BRUK (ETTER ALT 2) TJ	ENERGIINTENSITETAR TJ/MILL KR		
		NORSK PRODUK- SJON (ALT 1)	NORSK OG IMPORT (ALT 2)	NORSK, IMPORT OG KAP.- SLIT (ALT 3)
PLASTVARER	2709	1.41	6.72	7.16
KERAMIKK, GLASS OG GLASSVARER	717	5.99	8.51	9.13
SEMENT OG KALK	3293	31.80	32.93	33.88
TEGLVARER, BETONG OG BETONGVARER	375	9.42	11.48	12.05
BEARBEIDD STEIN OG ANDRE JORD- OG STEINV	780	6.93	8.80	9.42
JERN OG STÅL	17533	13.84	20.05	20.75
FERROLEGERINGER	53932	24.47	28.06	28.48
STØPERIPRODUKTER	1374	5.34	5.52	6.04
ALUMINIUM	61141	18.85	26.39	27.09
ANDRE IKKE-JERNHOLDIGE METALLER	34262	5.94	16.94	17.76
VALSE- OG STØPEPROD. AV IKKE-JERNH. MET.	4623	5.65	13.09	13.73
HUSHOLDNINGSARTIKLER M.V.	1056	1.72	6.38	6.94
METALLKONSTRUKSJONER	1033	1.06	7.92	8.35
METALLEMB., -DUK, -TRÅD, SPIKER OG SKRUER	1133	1.54	8.47	9.06
RØRARMATUR, BELYSNINGSUTSTYR METALLVARER	1960	0.92	6.05	6.56
JORDBRUKS- OG KRAFTMASKINER	1489	1.37	6.06	6.54
INDUSTRI OG ANLEGGSMASKINER	2325	1.07	5.99	6.40
STÅLPLATTF. OG BORESKIP FOR OLJEUTV.	0	3.42	6.16	6.57
BETONGPLATTF. OG -KONSTR. FOR OLJEUTV.	0	3.42	6.16	6.57
KONTOR- OG HUSHOLDNINGSMASKINER	1672	1.39	5.97	6.52
ANDRE MASKINER M.V.	3894	1.19	5.21	5.57
EL.MOTORER OG MATERIELL FOR EL.PROD.	1498	1.25	4.49	4.96
SIGNAL-, RADIO- OG ANNET TELEMATERIELL	895	0.61	1.49	1.73
ELEKTRISKE HUSHOLDNINGSAPPARATER	1461	1.28	6.76	7.25
ELEKTRISK KABEL OG LEDNING	1277	2.61	6.82	7.23
ANDRE ELEKTRISKE APPARATER OG MATERIELL	303	2.02	5.74	6.22
BÅTER OG BÅTREPARASJONER	1295	1.61	5.59	6.04
SKIPS- OG BÅTMOTORER M.V.	1034	0.73	4.82	5.24
ANDRE MOTORKJØRETØYER, SYKLER, FLY M.V.	1514	1.50	4.31	4.71
INSTR. GULL- OG SØLVVARER, SPORTSART. M.V.	1259	1.20	4.01	4.42
ELEKTRISITET M.V.	22986	68.19	68.55	70.00
SKIP	11170	1.02	5.56	5.98
BRUTTOFRAKTER OPPTJENT I UTLANDET	15914	24.38	24.98	26.31
GODSTRANSPORT MED JERNBANE O.L.	378	3.96	4.76	6.30
LUFTTRANSPORT	1174	10.05	10.73	12.07
PASSASJERFRAKTER, LUFTFART OG JERNBANE	3844	10.05	10.73	12.07
HAVNEVESEN O.L.	223	0.70	1.10	1.59
SKIPSEKSPEDISJON, LASTING OG LOSSING	105	0.70	1.10	1.59
ANDRE TJENESTER, TRANSPORT OG LAGRING	368	1.89	2.47	2.84
POSTTJENESTER	27	2.17	2.54	2.90
TELETJENESTER	89	0.79	1.42	2.27
FORSIKRINGSTJENESTER	93	0.80	1.12	1.40
OFF. FORV., GEBYRER FYR- OG LOSVESEN	560	3.72	5.12	5.52
OFF. FORV., GEBYRER LUFTTRANSPORT	3	1.21	1.51	1.90
OFF. FORV., GEBYRER FORSVAR	32	0.91	1.32	1.73
OFF. FORV., ANDRE GEBYRER	61	1.61	2.01	2.43
ANDRE TJENESTER	125	0.91	2.57	2.91
HONORARER OG DIV. ANDRE TJENESTER	1999	1.38	2.26	2.66
SKIPSREPARASJONER M.V.	746	1.09	5.45	5.86
PROVISJONER, BRUKTE KONSUMVARER	2515	1.87	2.69	3.28
UTLEIE AV MASKINER OG UTSTYR	864	1.20	1.69	1.93
UNDERVISNING OG FORSKNING	81	2.72	3.67	4.46
REPARASJON AV MOTORKJ. SYKLER OG FLY	172	1.52	4.31	4.71
BRUTTOINNT. BORING ETTER OLJE OG GASS	128	0.25	0.38	2.44
BRUTTONASJONALPRODUKTET (MINUS LAGERINVESTERING)	1666331	6.63	8.72	9.41

Dei minst energiintensive konsumpostane er:

- 1 Leigd hjelp til heimen
- 2 Bustad (bruk av bustad - husleige)
- 3 Offentlege framsyningar, radio og TV-lisens osv.
- 4 Vin, brennevin og sprit
- 5 Porto, telefon og telegram
- 6 TV- og radiomottakarar
- 7 Tobakk
- 8 Forsikring o.a. tenester

Vi ser at dette anten er tenester eller skattlagde varer. TV- og radiomottakarar har moderate særskattar, så resultatet er litt overraskande.

Investeringane (20-konti) er nokså like innbyrdes. Ein kan grovt sett dele dei i to grupper:

- a) Bygg og anlegg med koeffisient mellom 3,5 og 4 TJ/mill.kr,
- b) Maskiner og utstyr med større variasjon og med koeffisientar opp til over 7 TJ/mill.kr for oljeinvesteringane.

Eksporten (71-konti) er svært variert i energisamanheng. Utenom energivarene er desse dei mest energiintensive:

- 1 Sement og kalk
- 2 Kunstgjødsel og plantevern
- 3 Ferrolegeringar
- 4 Aluminium
- 5 Gods- og persontransport i utariks sjøfart
- 6 Kjemiske grunnstoff
- 7 Andre ikke-jernhaldige metall

I absolutte tal (totalforbruk) er rangeringa denne:

- 1 Gods og persontransport i utariks sjøfart
- 2 Aluminium
- 3 Ferrolegeringar
- 4 Andre ikkje-jernhaldige metall
- 5 Kunstgjødsel og plantevernmiddel
- 6 Papir og papp
- 7 Jern og stål

Dette er stort sett varer frå den kraftkrevande industrien.

Sluttmerknader

Denne analysen er først og fremst ein metodestudie, der ein prøver å fordele energibruken i 1974 på sluttleveringskategoriane. For å kunne seie noko meir om kva som ville skje ved endringar i etterspørselen må ein anta:

- a) faste kryssløpskoeffisientar,
- b) faste energikoeffisientar. I alle fall må ein vite korleis energikoeffisientane vil variere (trendar o.l.).

Kryssløpsstudiar av energibruken har sin store styrke i at han i prinsippet omfattar alle varer. Sektorstudiar blir som oftast meir nøyaktige, men krev meir arbeid. Ein måte å gjere ein slik analyse på, er at ein bruker sektordata for hovuddelane i ei slik analyse og kryssløpsdata til dei "lause endane" (jfr. figur 1).

ENGLISH SUMMARY

This paper presents an input-output analysis of the energy use in the Norwegian economy, using MODIS IV, a macroeconomic model built and operated by the Central Bureau of Statistics of Norway.

Chapter 1 gives a discussion of methodological problems, mainly how to allocate the energy use to production sectors. Wright [4] let all the energy input to the model go through the primary energy sectors. Value flows from the primary sectors are used to distribute energy between the other sectors of the economy. Herendeen [7] uses the same method, except that the allocators of energy are the energy flows from the primary energy sectors. Wright's method is rejected because of the problems caused by price discrimination, especially on electricity. Herendeen corrects for these problems, but others are created: His solution changes the solution of the value model. Moreover, using an existing model, his method would require changes in the model structure. This is the main reason for not using his method.

The method used in the analysis is a compromise between the approaches of Herendeen and Wright. The energy flows are allocated to the sectors by means of "energy carriers" (coal, coke, oil products and electricity). The direct energy use of each sector is defined as the input quantity minus the output quantity of each energy carrier measured in physical units (metric tons, GWh). The aggregation to one indicator of energy use is done by means of theoretical energy content (calorific value).

Chapter 2 gives a brief description of how the energy data are found and modified. Only for manufacturing and mining are the primary statistics detailed enough to give satisfactory data without much calculation. For the other sectors a large variety of methods has been used: The greatest problems arose in transportation, personal services and residential heating.

The main issue of Chapter 3 is a brief description of MODIS IV and the adaption of this model to energy analysis. MODIS IV is of the activity analysis type, i.e. each sector is split into activities, one for each (significant) product. The division of inputs between activities is based on National Accounts data assuming that a commodity is produced with the same relative amounts of inputs regardless of which sector it is produced. Energy use and depreciation are divided between activities in the same way. After this transformation the input-output

table is no longer square - there are more unknowns (activity levels) than there are equations (commodity balances). To make the matrix invertible a number of restrictions is added by assuming that each activity (including imports) producing the same commodity has a fixed market share.

Ideally, energy data for imports should be available by producing countries. Such data are very scarce, and other methods have to be used:

- a) Competitive imports. The import shares in the model are set to zero, thereby forcing it to "produce" the imports.
- b) Non-competitive imports. An iterative method is employed, where the coefficients of similar Norwegian products are used.

Depreciation is (as a separate alternative) included as an endogenous input delivered from investment sectors. In all there are three alternatives:

- 1) domestic (including domestic use of imported energy bearers),
- 2) domestic + imports,
- 3) domestic + imports + depreciation.

Chapter 4 summarizes the main results of the analysis. One conclusion is that Norway's international trade of commodities and services (excluding ocean transport) seem to be more or less in balance with regard to energy content, despite the high energy intensity of Norwegian exports compared to imports. This result is due to the (money) deficit of the trade balance. Figure 3 and tables 2-4 give the trade balance of energy in more detail. Tables 5 and 6 gives the energy intensity of all the final deliveries from the Norwegian economy in three alternatives: domestic + imports, imports and depreciation.

Referansar:

- [1] Longva, Svein: MODIS IV, Dokumentasjonsnotat nr. 2. Kvantumsmodellene. Arbeidsnotat fra Statistisk Sentralbyrå IO 75/1.
- [2] Energy Policy, juni 1974: P. F. Chapman: Energy Costs: A review of methods.
- [3] Energy Policy, sept. 1974: P. F. Chapman, G. Leach and M. Slesser: The energy cost of fuels.
- [4] Energy Policy, des. 1974: David J. Wright: Goods and services: an input-output analysis.
- [5] Energy Policy, mars 1975: P. F. Chapman: The energy costs of materials.
- [6] Energy Policy, juni 1975: R. S. Berry, T. V. Long and H. Makino: An international comparison of polymers and their alternatives.
- [7] Energy Policy, des. 1975: Clark W. Bullard III and Robert A. Herendeen: The energy cost of goods and services.
- [8] Bil- og veistatistikk 1976, Opplysningsrådet for biltrafikken, Oslo 1976.
- [9] Furunes, N. T. og S. Longva: MODIS IV Dokumentasjonsnotat nr. 6. Spesifisering og estimering av kryssløpsstrukturen. Arbeidsnotater fra Statistisk Sentralbyrå IO 76/20.
- [10] Furunes, N. T. og P. Sand: MODIS IV Dokumentasjonsnotat nr. 5. Kapitalslitmodellen. Arbeidsnotat fra Statistisk Sentralbyrå IO 76/32.
- [11] Longva, Petter: Kryssløpskorrigerte energikoeffisientar utrekna ved hjelp av MODIS IV. Arbeidsnotater frå Statistisk Sentralbyrå IO 76/38.
- [12] International Federation of Institutes for Advanced Study: Energy Analysis Workshop on Methodology and Conventions. 25th - 30th Aug. 1974. Stockholm.

Den formelle løysinga av kvantumsmodellen¹⁾

For å kunne bruke kvantumsmodellen i MODIS som ein vanleg, open modell, må spesifikasjonane endrast litt:

- a) alle private produksjons- og importaktivitetar må gjerast endogene (blir bestemt innafor modellen),
- b) alle andre aktivitetar (unntatt fordelingsaktivitetane) må gjerast eksogene (bestemt utafor modellen),
- c) innsatsfaktormengdene må knyttast til produksjonen (i faste forhold) i alle sektorane. Dette gjeld skipsfart og olje- verksemd, der MODIS IV har skilt produksjon og vareinnsats ut som eigne uavhengige aktivitetar som kvar for seg kan vere eksogene.

Dette vedlegget gir hovudtrekka av likningssystemet i kvantumsmodellen og løysinga av modellen. Systemet er forenkla, både ved at ein overser mange av problema og ved at mange av mogleheitene for brukarinngrep er utelatne. Eg går ikkje så mykje inn på korleis grunnlagsmatrisene blir danna.

A = aktivitetsnivå. Dim A = n_A , der n_A er talet på aktivitetar. Komponentane i A er lik differansen mellom totalverdien av leveringane og totalverdien av innsatsfaktorane.

Λ = aktivitetsmatrise. Dim $\Lambda = (n_X, n_A)$, der n_X er talet på varer i modellen. (i, j)-elementet i Λ kan tolkast som høvet mellom nettolevering av vare i frå aktivitet j og aktivitetsnivået i aktivitet j.

X = lagervektor. Dim X = n_X . Komponentane i X er differansen mellom tilgang og etterspørsel i modellen, dvs. netto lagerinvestering for kvar vare.

Hovedlikninga i kvantumsmodellen kan skrivast slik:

$$\Lambda A = X$$

Ved å dele opp Λ og A etter aktivitetstype, får ein:

$$\Lambda_{PP}^A A_{PP} + \Lambda_{BA}^A = -\Lambda_{SL}^A A_{SL}^X + X,$$

1) Fullstendige utrekningar finst i P. Longva [11].

der:

PP = private produksjonsaktivitetar

B = importaktivitetar

SL = sluttleveringsaktivitetar

= aktivitetar for off. produksjon, privat konsum, investeringar og eksport

* = betyr "eksogen"

Vi ser bort frå lagerendring og residualbestemt (ikkje-konkurrerende)import, og set inn

$$A_B = E_1 (B_{PP}^- A_{PP} + B_{SL}^- A_{SL}^*)$$

som er den formelle utforminga av modellen for etterspørselsandelsbestemt import, og får:

$$\Lambda_{PP} A_{PP} + \Lambda_B E_1 (B_{PP}^- A_{PP} + B_{SL}^- A_{SL}^*) = - \Lambda_{SL} A_{SL}^*$$

B_{PP}^- og B_{SL}^- er importkoeffisientar som gir importandelar for kvar vare og mottakande aktivitet. E_1 formar om frå importvare til importaktivitet (marknadsandelsmatrise). Ved å flytte over, får vi:

$$(\Lambda_{PP} + \Lambda_B E_1) A_{PP} = - (\Lambda_B E_1 B_{SL}^- + \Lambda_{SL}) A_{SL}^*$$

Dette likningssystemet (med A_{PP} som ukjende) har fleire ukjende (= talet på endogene aktivitetar) enn likningar (= talet på varer). Dette problemet blir løyst ved å gå ut frå at dei aktivitetane som produserer same vare har ein fast andel av etterspørselen mot innalandsk produksjon:

$$A_{PP} = \Pi_{A_{PP}}^0 Z$$

der

$$\Pi_{A_{PP}}^0 = \text{faste marknadsandelar (sjå s. 26)}$$

Z = hjelpevektor for inverteringa
(= hovudvareproduksjon av kvar vare)¹⁾.

1) Hovudvareproduksjonen er den delen av produksjonen av ei vare som skjer i egne aktivitetar (motsett bivareproduksjon).

Ved å setje inn, får vi så:

$$(\Lambda_{PP} + \Lambda_{B_1 E_1 B_{PP}}) \Pi_{A_{PP}}^0 Z = - (\Lambda_{B_1 E_1 B_{SL}}^- + \Lambda_{SL}) A_{SL}^*$$

$(\Lambda_{PP} + \Lambda_{B_1 E_1 B_{PP}}) \Pi_{A_{PP}}^0$ er kvadratisk (dimensjon vare x vare) og vi går ut frå at matrisa har full rang, slik at ho kan inverterast:

$$Z = - \{ (\Lambda_{PP} + \Lambda_{B_1 E_1 B_{PP}}) \Pi_{A_{PP}}^0 \}^{-1} (\Lambda_{B_1 E_1 B_{SL}}^- + \Lambda_{SL}) A_{SL}^*$$

Ved å gå tilbake til aktivitetsform, får vi:

$$A_{PP} = -\Pi_{A_{PP}}^0 \{ (\Lambda_{PP} + \Lambda_{B_1 E_1 B_{PP}}) \Pi_{A_{PP}}^0 \}^{-1} (\Lambda_{B_1 E_1 B_{SL}}^- + \Lambda_{SL}) A_{SL}^*$$

Dette kan skrivast som

$$A_{PP} = G_1 A_{SL}^*$$

der:

$$G_1 = -\Pi_{A_{PP}}^0 \{ (\Lambda_{PP} + \Lambda_{B_1 E_1 B_{PP}}) \Pi_{A_{PP}}^0 \}^{-1} (\Lambda_{B_1 E_1 B_{SL}}^- + \Lambda_{SL})$$

Ved ein heilt tilsvarende framgangsmåte kjem ein fram til løysinga for alternativ 2:

$$G_2 = -\Pi_{A_{PP}}^0 (\Lambda_{PP} \Pi_{A_{PP}}^0)^{-1} \Lambda_{SL}$$

Vi ser at her er ledda som svarer til importen vekktekne. Også her ser ein vekk frå ikkje-konkurrerende import og endogent lager. Resultatet for alternativ 3 er:¹⁾

$$G_3 = -\Pi_{A_{PP}}^0 \{ (\Lambda_{PP} - \Lambda_{1 D_{A_{PP}}}) \Pi_{A_{PP}}^0 \}^{-1} (\Lambda_{SL} - \Lambda_{1 D_{A_{PG}}})$$

$D_{A_{PP}}$ = kapitalslit pr. aktivitetsnivåeining etter investeringsaktivitet og privat produksjonsaktivitet.

$D_{A_{PG}}$ = kapitalslit pr. aktivitetsnivåeining etter investeringsaktivitet og offentlig produksjonsaktivitet.

1) Siste leddet i uttrykket må setjast inn i ei nullmatrise for å få full dimensjon.

Utkome i serien ART

Issued in the series Artikler fra Statistisk Sentralbyrå (ART)

- Nr. 86 Jan M. Hoem, Erling Berge og Britta Holmbeck: Four Papers on the Analytic Graduation of Fertility Curves *Fire artikler om analytisk glatting av fruktbarhetskurver* 1976 57 s. kr 8,00
- " 87 Vidar Ringstad: On the Estimation of Dynamic Relations from Combined Cross Section Time Series Data *Om estimering av dynamiske relasjonar frå tverrsnittstidsrekke-data* 1976 19 s. kr 5,00
- " 88 Petter Laake og Hans Kristian Langva: Estimering av total sysselsetting innen noen hovednæringer i geografiske regioner: Om estimatorenes skjevhet, varians og bruttovarians *Estimation of Employment within Geographical Regions: On the Bias, Variance and the Mean Square Error of the Estimates* 1976 57 s. kr 8,00
- " 89 Ståle Dyrvik: Ekteskap og barnetal - Ei gransking av fertilitetsutviklinga i Norge 1920-1970 *Marriages and Number of Children - An Analysis of Fertility Trend in Norway* 1976 48 s. kr 8,00
- " 90 Ståle Dyrvik: Utviklingstendensar i 1975 i Norges befolkning *Trends in the Norwegian Population* 1975 27 s. kr 7,00
- " 91 Inger Gabrielsen: Aktuelle skattetal 1976 *Current Tax Data* 1976 51 s. kr 8,00
- " 92 Olav Vannebo: Regionale forskjeller i yrkesdeltakingen 1970 *Regional Differences in Labour Force Participation* 1970 1977 67 s. kr 9,00
- " 93 Finn R. Førsund og Sigurd Tveitereid: Pris- og inntektsfordelingsvirkninger av miljøverninvesteringer i norsk bergverk og industri *Price and Income Effects of Environmental Protection Investments in Norwegian Mining and Manufacturing* 1977 87 s. kr 11,00
- " 94 Erik Garaas: En modell for analyse av skatter ved forskjellige definisjoner av inntekt *A Model for Analysis of Taxes and Alternative Definitions of Income* 1977 59 s. kr 11,00
- " 95 Petter Longva: Energibruk i Norge *Energy Use in Norway* 1977 49 s. kr 9,00
- " 96 Odd Aukrust: Inflation in the Open Economy: A Norwegian Model *Inflasjon i en åpen økonomi: En norsk modell* 1977 67 s. kr 11,00
- " 97 Idar Møglestue: Allmennlærerutdanning og yrke En analyse av tall fra Folketelling 1970 *General Teacher Training and Occupation: An Analysis of Data from Population Census* 1970 1977 66 s. kr 11,00

Publikasjonen utgis i kommisjon hos
H. Aschehoug & Co. og Universitetsforlaget, Oslo, og er til
salgs hos alle bokhandlere
Pris kr 9,00