

Nils Øyvind Mæhle og Karine Nyborg

Energibruk og utslipp til luft i norsk produksjon

Direkte og indirekte virkninger

Notater

Forord

Dette notatet ble opprinnelig utarbeidet i 1989 som en upublisert rapport til Statens Forurensningstilsyn. Fordi det over tid har vist seg å være en viss interesse for notatet, utgis det nå i serien Notater. Arbeidet er imidlertid ikke oppdatert eller på andre måter endret siden utgaven fra 1989. Unntaket er forfatterlisten; Nils Øyvind Mæhles navn hadde beklageligvis falt ut i den opprinnelige versjonen.

ENERGIBRUK OG UTSLIPP TIL LUFT I NORSK PRODUKSJON

Direkte og indirekte virkninger

Av Karine Nyborg
Gruppe for miljøøkonomi
Statistisk Sentralbyrå

INNHOLD:

| | |
|---|----|
| I. Sammendrag | 2 |
| II. Innledning | 3 |
| III. Metode | 3 |
| III.1. Kryssløpsanalyse | 3 |
| III.2. MODIS V | 6 |
| III.3. Noen sentrale begreper | 6 |
| III.4. Metoden som er brukt | 8 |
| IV. Resultatene | 10 |
| IV.1. Kryssløpskorrigert utslipp til luft | 10 |
| IV.2. Kryssløpskorrigert energibruk | 14 |
| Referanser | 18 |
| Vedlegg | 19 |

Tabelloversikt:

| | |
|--|----|
| Tabell 1: Direkte utslipp til luft | 12 |
| Tabell 2: Kryssløpskorrigert utslipp til luft, ikke inkludert utslipp ved produksjon av importerte varer | 13 |
| Tabell 3: Kryssløpskorrigert utslipp til luft, inkludert utslipp fra produksjon av importerte varer | 14 |
| Tabell 4: Direkte energibruk | 15 |
| Tabell 5: Kryssløpskorrigert energibruk, ikke inkludert energibruk i importerte varer | 16 |
| Tabell 6: Kryssløpskorrigert energibruk, inkludert energibruk i importerte varer | 17 |

I. SAMMENDRAG

Beregningene i denne analysen gir en oversikt over hvor store utslipp til luft av SO₂, NO_x og CO₂, samt hvor stor energibruk en økning i sluttanvendelsen av ulike varegrupper gir. Tallene framkommer ved at en tar hensyn til at det også brukes energi og skapes utslipp under produksjon av vareinnsats. Det oppgis både tall der utslipp og energibruk via importerte varer er utelatt, og tall der disse virkningene er tatt med. Utslipp og energibruk fra import er beregnet ut fra at disse varene produseres på samme måte i utlandet som i Norge.

Bildet av hvilke produkter som er mest forurensende eller energikrevende i produksjonen ser ikke ut til å endre seg vesentlig når en tar hensyn til utslipp og energibruk via produksjon av vareinnsatsen. Det finnes enkelte unntak, men i hovedtrekk er rekkefølgen når det gjelder nivå uendret. Dette betyr ikke at de indirekte utslippene og energibruken (virkningene via vareinnsatsen) er små. Tvert imot er de betydelige, men varegrupper med store indirekte utslipp og/eller energibruk er svært ofte produsert i sektorer som også har store direkte utslipp/energibruk.

Tallene viser meget store nivåforskjeller avhengig av om virkninger via importen regnes med eller ikke. Dette avspeiler at Norge er et land med stor utenrikshandel i forhold til egen produksjon.

De direkte og kryssløpskorrigerte tallene (direkte pluss indirekte) er ikke uten videre sammenliknbare, av årsaker som er beskrevet nærmere nedenfor. En grov sammenlikning kan likevel gi en pekepinn om betydningen av de indirekte virkningene i forhold til de direkte innen hver varegruppe. Det er svært stor forskjell mellom varegruppene når det gjelder størrelsen av de indirekte utslippene (energi-bruken) i forhold til de direkte utslippene (energi-bruken) i den tilsvarende produksjonssektoren. Enkelte sektorer, f.eks. grafisk produksjon, har lave direkte utslipp og lavt direkte energiforbruk, mens de kryssløpskorrigerte tallene for den tilhørende varegruppen er svært mange ganger høyere. På den andre siden har vi for eksempel innenriks sjøfart, som har meget høyt direkte energiforbruk og utslipp, men som sett i forhold til dette har svært små virkninger via vareinnsatsen.

II. INNLEDNING.

Ved produksjon av en vare inngår normalt mange forskjellige innsatsfaktorer. For å finne ut hvor ressurskrevende produksjonen av det enkelte sluttprodukt er, må en også ta hensyn til den ressursbruk som går med til produksjon av de forskjellige innsatsfaktorene. Det samme gjelder når en ønsker å si noe om hvor forurensende produksjonen av et bestemt sluttprodukt er.

Formålet med denne analysen er å kartlegge

- 1) Utslipp til luft av SO₂, NO_x, og CO₂ ved produksjon av ulike varegrupper, inkludert utslipp som skjer under produksjon av vareinnsatsen.
- 2) Energibruk ved produksjon av de samme varegruppene, inkludert energibruk ved produksjon av vareinnsatsen.

Statistisk Sentralbyrå offentliggjør hvert år oversikter over energibruk og utslipp til luft fordelt på produksjonssektorer. Dersom disse tallene brukes som indikatorer for hvor forurensende/energikrevende produksjonen av en bestemt varegruppe er, kan en lett få misvisende resultater, fordi utslipp/energibruk ved produksjon av vareinnsatsen ikke kommer med. I denne analysen har vi forsøkt å finne ut mer om hvor viktige disse indirekte virkningene er.

Beregningene i analysen er foretatt ved hjelp av modellen MODIS V, som er en makroøkonomisk modell bygd opp rundt en kryssløps-kjerne. MODIS V er ikke primært laget for denne typen beregninger, noe som har lagt enkelte begrensninger på analysen.

Resultatene fra analysen er gitt i et nokså stort tallmateriale. Mange av tallene kan ikke direkte sammenliknes med hverandre, noe som gjør det vanskeligere å få en god oversikt over hva resultatene innebærer. Det anbefales å konsentrere seg om følgende to innfallsvinkler ved lesing av tabellene:

- * Hvilken varegruppe fører til høyest utslipp/energibruk når vi tar hensyn til virkningene via vareinnsatsen? Får vi en annen rekkefølge over hvilke varegrupper som gir høyest energibruks- eller utslippsnivå enn vi skulle vente ut fra produksjonssektorenes direkte utslipp/energibruk?
- * Er det noen varegrupper der virkningene via vareinnsatsen (indirekte virkninger) ser ut til å være spesielt store i forhold til de direkte utslippene/energibruken i den tilsvarende produksjonssektoren?

III. METODE

III.1. Kryssløpsanalyse

For å svare på problemstillingen i innledningen ovenfor, kreves det kjennskap til hvilke innsatsfaktorer som brukes i produksjonen av en vare, og hvordan disse i sin tur produseres. Slike opplysninger kan systematiseres ved hjelp av det verktøyet som økonomer kaller kryssløpsanalyse.

a) Sektor-sektor-kryssløp

En enkel kryssløpsmodell kan framstilles ved en tabell som viser hvordan produksjonen i hver enkelt produksjonssektor blir brukt til enten sluttleveranser (konsum, realinvesteringer, eksport eller lager) eller vareinnsats i egen eller andre sektorer. Videre kan en lese ut av tabellen hvordan produksjonen i hver enkelt sektor er framkommet (hvilke sektorer som har levert vareinnsats og hvor mye, hvor mye kapital, arbeidsinnsats og importert vareinnsats som brukes).

Figur 1. Kryssløpstabell.

| Mottakende sektorer | Krysslleveringer | | | | | Sluttleleveringer | | | | SUM |
|------------------------|--|--|--|--|--|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | sektor nr. 1 2 .. jn | | | | | C | I | A | L | |
| Leverende sektorer | | | | | | | | | | |
| 1 | allX1 . | | | | | . | . | . | . | . |
| 2 | . | | | | | . | . | . | . | . |
| ... | . | | | | | . | . | . | . | . |
| i | ... a _{ij} X _j ... | | | | | C _i | I _i | A _i | L _i | X _i |
| ... | . | | | | | . | . | . | . | . |
| n | . | | | | | . | . | . | . | . |
| Import | ... b _j X _j ... | | | | | B _c | B _I | B _A | B _L | B |
| Arbeid+kapital | ... E _j ... | | | | | . | . | . | . | E |
| SUM | ... X _j ... | | | | | C | I | A | L | |

Symbolforklaring: C=konsum, I=brutto realinvestering, A=eksport, L=lager, B=import, X=bruttoproduksjon, E=bruttoprodukt. Fotskrift viser hvilken sektor eller sluttleveringskategori variabelen knytter seg til. a_{ij} er en kryssløpskoeffisient som angir hvor mye vareinnsats som leveres fra sektor i til sektor j, målt som andel av bruttoproduksjonen i sektor j. b_j er en tilsvarende koeffisient som angir hvor mye importert vareinnsats som brukes i sektor j, som andel av sektorens bruttoproduksjon.

Tabellen leses på følgende måte: Linjen for sektor i viser vareinnsatsen sektoren har levert til andre sektorer og de ulike sluttleveringene sektoren har produsert. Dette utgjør til sammen sektorens bruttoproduksjonsverdi. Kolonnen for sektor j viser hvordan bruttoproduktet for sektor j er framkommet ved hjelp av vareinnsats fra de ulike sektorene, importert vareinnsats og innsats fra arbeid og kapital.

Ved å forutsette at kryssløpskoeffisientene er konstante og stabile over tid, kan en bruke kryssløpstabellen både til å si noe om gjennomsnittlig ressursbruk i produksjonen av en varegruppe, og til å si noe om hva som skjer når en sluttleveranse skal økes marginalt.

En kryssløpsmodell som den i figur 1 kan settes opp som et likningssystem som løses ved hjelp av matriseregning. Hvis man har et sett med faste utslipps- og energikoeffisienter som er knyttet til bruttoproduksjonen i hver sektor, kan man forholdsvis enkelt regne ut hvor store utslipp og hvor stor energibruk det fører til når hver enkelt sluttlevering øker. Dette er en metode som har vært brukt til tilsvarende studier tidligere. Se for eksempel Førstund og Strøm (1980), s.213-240, (utslipp) og Longva (1977) (energibruk).

b) Sektor-vare-kryssløp

I figur 1 er produksjonssektorene og varegruppene som inngår i sluttleveransene delt inn på samme måte: Hvis vi antar at sektor j er bygg- og anleggssektoren, er alle varer i sluttleveringskategorien I produsert i sektor j, bygg og anlegg. I virkelighetens verden er det problematisk å dele inn alle varegrupper etter rigide sektorgrenser på denne måten. En bedrift kan f.eks. produsere mange forskjellige varer, og en varetype kan bli produsert av forskjellige bedrifter.

I det norske nasjonalregnskapet, og i MODIS V, som denne analysen bygger på, er det derfor ikke slik at alle varer i varegruppe j nødvendigvis er produsert i sektor j. En kjenner tilgangen av varene og anvendelsen av varene, men så lenge en vare produseres i mer enn en sektor, kan vi ikke si hvem som har levert til hvilke anvendelser. Vi må i så fall eventuelt gjøre spesielle forutsetninger om dette. Dette gjør at en ikke kan beskrive systemet ved en enkel tabell som i figur 1, og heller ikke løse likningssystemet ved matriseregning på samme enkle måte som nevnt over.

Kryssløpsstrukturen i MODIS V kan forklares ved hjelp av to separate tabeller: En for tilgang og en for anvendelse. En behøver her ikke gjøre den forutsetningen som lå implisitt i sektor-sektor-kryssløpet, nemlig at produksjon av vare j er identisk med produksjon fra sektor j .

Figur 2: Sektor-vare-tabell. Tilgang.

| Tilgang fra | Vare | | | | Sum varer =brutto-produksjon |
|--|------|---|-------|---|------------------------------|
| | 1 | 2 | | n | |
| Produksjonssektor 1 2 . . m | | | | | X |
| Import | | | | | B |
| Sum tilgang av varer og tjenester | | | | | X + B |

Linjene for produksjonssektorer viser hvordan hver sektor kan produsere hver av de ulike varegruppene 1,...,n. Kolonnene for hver varegruppe viser motsatt i hvilke sektorer varene er produsert.

Figur 3: Vare-sektor-tabell. Anvendelse.

| | Produksjonssektor | | | | Sluttanvendelse | | | | Sum anvendelse |
|----------------------------------|-------------------|---|-------|---|-----------------|---|------|---|----------------|
| | 1 | 2 | | m | 1 | 2 | | s | |
| Vare 1 2 . . n | | | | | | | | | |
| Sum varer | Vareinnsats | | | | C + I + A | | | | X + B |
| Arbeidsinnsats Kapitalinnsats | | | | | | | | | |
| Bruttoproduksjon | | X | | | | | | | |

Linjene for varegrupper i anvendelsestabellen viser hvordan de ulike varegruppene anvendes til vareinnsats i produksjonssektorene og til sluttanvendelse. Kolonnene for produksjonssektor viser hvordan hver sektor mottar vareinnsats av ulike varegrupper (NB: Ikke sektorer!) og dette sammen med innsats fra arbeid og kapital utgjør bruttoproduksjonen.

Som nevnt er kryssløpet i MODIS V basert på et vare-sektor-kryssløp og ikke sektor-sektor-kryssløp. Tidligere versjoner av MODIS har også vært tilgjengelig med en sektor-sektor-basert kryssløps-

matrise. Det vil si at en har laget en variant av modellen der det ble gjort bestemte forutsetninger om "hvem som leverer til hvilken bruk". En sektor-sektor-basert kryssløpsmodell gjør det vesentlig enklere å regne ut kryssløpskorrigerte tall for f.eks. utslipp og energibruk. Sammenligningen mellom direkte og kryssløpskorrigerte tall blir også enklere.

Opprinnelig var det meningen at denne analysen skulle utføres ved hjelp av en sektor-sektor-kryssløpsmatrise. Det viste seg imidlertid at det for tiden ikke eksisterer noen operasjonell versjon av MODIS med de nødvendige forutsetningene for å sette opp en slik matrise.

Det er ikke utelukket at en slik modellversjon vil bli utarbeidet på et senere tidspunkt. Dersom dette blir gjort, vil det være mulig å utføre en analyse som denne på en vesentlig mindre ressurskrevende måte, noe som f.eks. kunne ha gjort det mulig å ta ut mer detaljerte resultater.

III.2. MODIS V

Beregningene i denne analysen er utført ved hjelp av Statistisk Sentralbyrås modell MODIS V. Dette er en makroøkonomisk modell som er bygd opp rundt en vare-sektor-kryssløps-kjerne, der produksjonsstruktur og leveringer til og fra ulike sektorer er beskrevet. Det er antatt at kryssløpskoeffisientene er konstante. Det innebærer bl.a. at ressursbruken når produksjonen øker med en krone er lik gjennomsnittlig ressursbruk pr. krone. En forutsetter altså at en kan se bort fra stordriftsfordeler- eller ulemper, og at produksjonsmåten for en liten økning i produksjonsvolum vil være omtrent den samme som for hele resten av produksjonen.

Modellen spesifiserer 53 varegrupper og 44 produksjonssektorer. I denne analysen er det i praksis bare kryssløpsdelen av modellen som er brukt. Alle etterspørselskomponenter er eksogent bestemt.

Produksjonen i de fleste sektorene er bestemt fra etterspørselssiden, mens enkelte sektorer (jordbruk, skogbruk, fiske og fangst) har eksogent bestemt produksjon. I MODIS V er elektrisitetsproduksjonen eksogen, slik at all økning i dette forbruket må dekkes ved import. Modellen er for vår analyse modifisert på dette punktet, slik at innenlandsk elektrisitetsproduksjon øker når etterspørselen øker.

Importen er i stor grad bestemt ved faste importandeler i de forskjellige gruppene av anvendelser, og i tillegg blir etterspørselsøkninger dekket ved import når innenlandsk produksjon er eksogen.

En sektor-sektor-basert kryssløpsmodell ville gjort det mulig å ta ut en enkelt kryssløpsmatrise som så kunne brukes til å beregne kryssløpskorrigerte tall for en hvilken som helst sluttanvendelse. I mangel av en slik matrise har vi vært nødt til å benytte en langt mer ressurskrevende metode. For hver enkelt varegruppe det foreligger resultater for, er modellen kjørt gjennom (dvs. modellen er løst numerisk ved hjelp av EDB) en gang. Vi måtte også ta en ny modellkjøring for hver varegruppe hver gang vi ønsket å forandre modellspesifikasjonen. Dette har i sterk grad begrenset hvor detaljerte resultater som er blitt tilgjengelig.

Før jeg går over til å beskrive metoden nærmere, kan det imidlertid være nyttig å gjennomgå en del sentrale begreper og definisjoner.

III.3. Noen sentrale begreper

a) Eksogene og endogene variable

En eksogen variabel er bestemt utenfor modellen og påvirkes ikke av endringer i de andre variablene i modellen.

En endogen variabel får sin verdi bestemt i modellen, og kan påvirkes av endringer i de eksogene variable.

b) Sluttanvendelse og sluttleveringer.

I kryssløpsanalyse brukes ofte begrepet "sluttleveringer" fra en sektor. Fordi vi bruker en modell der vare- og sektorinndelingen ikke samsvarer, er det viktig å ha klart for seg om vi snakker om "leveringer fra produksjonssektor j" eller "produkter i varegruppe j". Begrepet "sluttleveringer" vil her

bli brukt hvis det er snakk om leveringer fra en produksjonssektor som går til konsum, investeringer, eksport eller lager, mens "sluttanvendelser" blir brukt dersom det er snakk om bruken av bestemte varegrupper til konsum, investeringer, eksport og lager.

c) Bruttoproduksjon / sluttleveringer.

Normalt vil en produksjonssektor produsere både sluttleveringer og vareinnsats. Sluttleveringene blir derfor lik bruttoproduksjonen i sektoren minus leveringer til vareinnsats. Å eksogent øke produksjonen i en sektor vil ikke gi de samme resultatene som å øke sluttleveringene fra sektoren. Når sluttleveringene i sektor j øker med f.eks. 1 mill. kroner, vil sektoren normalt øke sin bruttoproduksjon med mer enn 1 mill. kroner. Økningen i sluttleveringene krever nemlig økt vareinnsats, og en del av denne vareinnsatsen produserer sektor j selv. I tillegg vil sektoren kjøpe mer vareinnsats fra andre sektorer, noe som kan føre til at de andre sektorene etterspør mer vareinnsats fra sektor j.

Den samme distinksjonen gjelder for varegrupper: Produksjon av varegruppe j er normalt ikke lik sluttanvendelse av varegruppe j, fordi noe av produksjonen brukes til vareinnsats.

I denne analysen studeres virkninger av at sluttanvendelsen av en varegruppe øker. For offentlig sektor er det vareinnsats i produksjonen som er økt. Dette gjør at tall for offentlig og private sektorer ikke uten videre kan sammenliknes.

d) Direkte og kryssløpskorrigerte størrelser.

I kryssløpsanalyse brukes ofte begrepene "direkte" og "kryssløpskorrigerte" størrelser. Direkte energibruk er definert i forhold til produksjonssektorer, og er lik det fysiske energiinnholdet som går inn i sektoren. Direkte utslipp er lik det som slippes ut fra en bestemt produksjonssektor.

Kryssløpskorrigert energibruk er definert i forhold til varer eller sluttleveringskategorier, og er lik direkte pluss indirekte energibruk i produksjon av varen. Indirekte energibruk vil her si energibruk ved produksjon av all vareinnsats som går inn i produksjonen av varen/ sluttleveringskategorien. Kryssløpskorrigerte utslipp defineres på tilsvarende måte.

Det vil ofte være av interesse å sammenlikne direkte og kryssløpskorrigerte størrelser (her: utslipp og energibruk). I vårt tilfelle vanskeliggjøres en slik sammenlikning: De første relateres til produksjonssektorer, mens de sistnevnte må relateres til varegrupper eller sluttleveringskategorier, og i MODIS V er ikke sektor- og varegruppeinndelingen den samme. Derfor vil direkte og kryssløpskorrigerte tall i denne analysen ikke referere seg til nøyaktig samme sektorinndeling, og bare gi en omtrentlig pekepinn om betydningen av de indirekte virkningene for hver varegruppe.

e) Marginale og gjennomsnittlige størrelser

Metoden som er brukt i denne analysen går ut på å endre en eller flere eksogene variable i modellen og se hvordan det påvirker de andre variablene. Resultatet gir oss derfor svar på spørsmålet "hva skjer med utslipp og energibruk når vi øker en sluttanvendelse (evt. vareinnsats) litt" og ikke "hvor store er gjennomsnittlige utslipp og energibruk i produksjonen av en varegruppe". I praksis kan denne forskjellen bety mye. For eksempel kan det hende at en produksjonsøkning skjer med topp moderne og effektiv teknologi, mens mye av produksjonen for øvrig foregår ved gammeldagse, energikrevende metoder. Det kan også være at det ikke finnes ledig produksjonskapasitet, slik at en etterspørselsøkning bare fører til økt import og dermed ingen økte innenlandske utslipp, selv om produksjonen av varen er forurensende.

Modellen vi har brukt er i hovedsak lineær, med faste kryssløpskoeffisienter. En antar altså at forskjellen på marginale og gjennomsnittlige størrelser er så liten at det gir en god tilnærming å si at de er like. I de fleste sammenhenger vil derfor resultatene i denne analysen kunne tolkes både som gjennomsnittlige og marginale størrelser.

Det er likevel ett viktig unntak, og det gjelder de sektorene der produksjonen er eksogen i modellen. I vår versjon av modellen er dette jordbruk, skogbruk, fiske og fangst. Produksjonen i disse sektorene er eksogen ut fra en vurdering om at det er avtaler med myndighetene, og ikke etterspørselen, som styrer produksjonen, slik at en etterspørselsøkning (i alle fall på kort sikt) vil

måtte dekkes av import (evt. også av lager). En etterspørselsøkning etter disse sektorenes produkter - enten til sluttleveranser eller vareinnsats - vil derfor ikke gi noen produksjonsøkning og heller ikke noen økning i forurensning eller energibruk. Dette gir selvsagt ikke noe godt bilde på gjennomsnittlig utslipp og energibruk i disse sektorene. Ved å tolke resultatene som gjennomsnittstall vil vi dessuten få for lave kryssløpskorrigerte utslipps- og energitall for de varegruppene der det inngår vesentlige leveranser fra primærnæringene.

Dette er et problem som oppstår fordi det ikke kan tas ut noen sektor-sektor-kryssløpsmatrise fra modellen. Direkte bruk av en slik kryssløpsmatrise ville gitt gjennomsnittstall også for sektorer med eksogen produksjon. Når vi inkluderer utslipp og energibruk som stammer fra import, faller dette problemet imidlertid bort.

III.4. Metoden som er brukt.

Tilrettelegging og kjøring av MODIS V er utført ved Seksjon for nasjonalregnskap i SSB.

MODIS V (med endogen elektrisitetsproduksjon) er først kjørt på data fra 1987 (grunnlagskjøringen). Deretter har vi økt sluttanvendelsen av en bestemt varegruppe med en milliard 1987-kroner, og kjørt gjennom modellen på nytt. Den nye kjøringen viser økt produksjon både av den aktuelle varegruppen og av de produktene som inngår som vareinnsats. Ved å anta at det på kort sikt er et fast forhold mellom bruttoproduksjon og utslipp i hver produksjonssektor, har vi fått anslag for endringen i utslipp. Den utslippsøkning som direkte og indirekte kreves for å øke sluttanvendelsen av denne varegruppen med en milliard kroner, er da gitt ved differansen mellom totale utslipp etter økningen i sluttanvendelse og totale utslipp i grunnlagskjøringen.

Denne prosessen er gjentatt for hver av de aktuelle varegruppene. For energibruk er samme metode brukt. Vi har også her antatt et fast forhold mellom bruttoproduksjonen i hver enkelt sektor og energibruk i sektoren.

Utslipp og energibruk som skrives seg fra produksjonen av importert vareinnsats vil ikke komme med i en analyse som beskrevet over. For å kunne si noe om betydningen av dette, har vi kjørt modellen to ganger for hver varegruppe som er undersøkt. Den første modellkjøringen er som allerede beskrevet. I den andre kjøringen er endring i all konkurrerende import satt eksogent lik null. En etterspørselsøkning som ellers ville gitt økt import, vil da i stedet komme til uttrykk i innenlandsk produksjonsøkning. Dette gjelder også for de sektorene som normalt har eksogent gitt produksjon i MODIS V, bl.a. jordbruk og fiske. Vi får altså tall for virkningene på energibruk og utslipp til luft hvis importerte varer i stedet hadde vært produsert i Norge, eller for å si det på en annen måte: Vi får med utslipp og energibruk fra import, beregnet ut fra at denne produseres i utlandet med samme produksjonsteknologi som i Norge. Hvis produksjonsstrukturen i utlandet er svært forskjellig fra den norske, kan dette gi et dårlig bilde på faktisk utslipp og energibruk ved produksjon av importert vareinnsats.

For den ikke-konkurrerende importen er det ikke beregnet utslipp og energibruk, da vi ikke har nok data om produksjonen av disse varene. Ikke-konkurrerende import utgjorde i 1987 omtrent 30 prosent av all import. Nær to tredjedeler av den ikke-konkurrerende importen bestod imidlertid av postene "nordmenns konsum i utlandet" og "skipsfartens driftsutgifter i utlandet", poster som neppe vil være av avgjørende betydning for vår analyse. Ikke-konkurrerende import av matvarer, råvarer og ferdigvarer utgjorde i 1987 omtrent 5 prosent av all import.

Det er også viktig å presisere at all konkurrerende import er eksogenisert, ikke bare import av innsatsfaktorer, da det ikke er mulig å få til dette innenfor modellen. Fordi norsk import har en størrelsesorden som tilsvarer omtrent 40 prosent av bruttonasjonalproduktet, blir resultatene svært forskjellige avhengig av om importen er med eller ikke.

Resultatene fra de to modellvariantene (endogen og eksogen import) kan oppsummeres på følgende måte: Den første varianten gir opplysninger om hvor stor endring i innenlandske utslipp og energibruk som oppstår når sluttanvendelsen av en varegruppe øker. Den andre varianten gir tall for innenlandske utslipp og energibruk ved en tilsvarende økning i sluttanvendelse, dersom all økning i import i stedet var blitt produsert i Norge. Dette gir høyere tall av to grunner: For det første importeres det ikke lenger varer direkte til sluttanvendelse, og for det andre importeres det ikke til vareinnsats. Det er altså ikke bare utslipp og energibruk i importert vareinnsats vi får med

oss, men også utslipp og energibruk ved produksjon av varer til sluttanvendelse som tidligere ble importert.

Denne metoden gir oss tre tallsett for hhv. utslipps- og energitall. Det er for det første de direkte virkningene, dvs. utslipp og energibruk uten indirekte virkninger via vareinnsatsen. Disse tallene relaterer seg til produksjonssektorer, og følger direkte fra SSBs utslippsoversikter og energiregnskap og nasjonalregnskapet. Tallsett nummer to gir kryssløpskorrigerte tall (direkte pluss indirekte virkninger) uten å inkludere virkninger via importert vareinnsats. Tallsett nummer tre gir kryssløpskorrigerte virkninger dersom all produksjonsøkning foregikk innenlands, dog uten å inkludere utslipp og energibruk fra varegrupper som overhodet ikke produseres i Norge. De to siste tallsettene refererer seg til varegrupper.

Teknisk sett er sluttanvendelsen økt ved at lagerbeholdningen er økt eksogent. Lagerbeholdningen av hver vare som inngår i en varegruppe er økt så mye at dens relative andel av total sluttanvendelse av varegruppen er uendret. Noen grupper har preg av tjenester, og en kan ikke lagre tjenester. Også for disse gruppene finnes det imidlertid en lager-variabel i MODIS V. Denne variabelen kan betraktes som en variabel for uspesifisert sluttanvendelse.

For offentlige sektorer måtte vi bruke en litt annen framgangsmåte. Offentlig produksjon er grunnleggende forskjellig fra privat produksjon, fordi verdien av produktene i de fleste tilfeller ikke kan måles ved priser og kvantum i et marked. I nasjonalregnskapet er offentlig bruttoproduksjon definert som lønnskostnader pluss kapitalslit pluss vareinnsats. Det er vanskelig å finne en variabel som kan økes eksogent og som er direkte sammenliknbar med sluttanvendelse av privatproduserte varer.

Dette vanskeliggjør dessverre sammenligningen mellom offentlig og privat sektor i resultattabellene. For offentlige sektorer er det vareinnsats i produksjonen som er øket med en milliard kroner. En økning i bruttoproduksjonen med 1 mill. kr. i offentlige sektorer ville gitt tall på omtrent 1/5 av de størrelsene som er oppgitt i tabellen. Dette blir heller ikke helt sammenliknbart med de øvrige resultatene (se avsnitt III.3.c). En analyse med mulighet for mer detaljerte resultater kunne kanskje gitt et noe mer dekkende bilde av indirekte utslipp fra offentlig sektor, fordi en hadde hatt mer materiale å foreta en skjønsmessig sammenlikning på grunnlag av.

MODIS V spesifiserer bare noen få energivarer, og inneholder ikke data for utslipp til luft. Vi har derfor som nevnt knyttet både energibruk og utslipp til bruttoproduksjonen i hver enkelt produksjonssektor via faste koeffisienter. Utslippskoeffisientene er laget ved hjelp av tall fra SSBs utslippsoversikter fra 1986, da det foreløpig ikke foreligger nyere tall. Utslippstallene er dividert på tall for bruttoproduksjonen i hver sektor i 1986, målt i faste 1987-kroner. Energikoeffisientene er laget ved å ta tall fra Statistisk Sentralbyrås energiregnskap for 1987 og dividere disse med bruttoproduksjonen samme år i hver enkelt sektor.

For offentlig sektor er energi- og utslippskoeffisientene laget på basis av vareinnsats i stedet for bruttoproduksjon.

Den bruken av energivarer som beregnes av selve MODIS-modellen (bensin, mellomdestillater og elektrisitet) er på samme måte som modellen for øvrig basert på faste kryssløpskoeffisienter. Den energibruken som framkommer via de faste energikoeffisientene skulle derfor (bortsett fra aggregeringsnivået) være i samsvar med energibruken beregnet direkte av MODIS. I dette notatet er bare tall basert på de faste energikoeffisientene presentert.

I enkelte sektorer er produksjonen eksogen, og dette byr på problemer når man ønsker å tolke resultatene som gjennomsnittsstørrelser. Når vi for eksempel øker sluttanvendelsen av nærings- og nytelsesmidler, vil vi ikke få noen indirekte virkninger fra landbruket (så lenge indirekte virkninger i importen ikke er med). Når importen eksogeniseres, får vi med de indirekte effektene fra landbruket, men vi får samtidig også med effektene fra alle andre importerte varer. Dette betyr at vi ikke får noe godt bilde på hvor utslipps- eller energiintensiv en vare er i innenlandsk produksjon dersom produksjonen av den har store leveranser fra landbruk, skogbruk, fiske og fangst. Dette gir seg nok særlig utslag for nærings- og nytelsesmidler.

Dette problemet fører også til at resultatene viser null endring i utslipp/energi bruk ved en økning av sluttanvendelse av jordbruksvarer når virkninger via import ikke er med. For å få et anslag på

hvor mye forurensning/energibruk i Norge som forårsakes av produksjon av jordbruksvarer, har vi laget en ekstra modellkjøring. Landbruksproduksjonen er i denne kjøringen endogen, dvs. at en etterspørselsøkning gir økt produksjon, men ingen økt import av jordbruksvarer. Innsatsfaktorer fra andre sektorer importeres fortsatt. Imidlertid kan ikke resultatene fra denne kjøringen direkte sammenliknes med de andre resultatene, siden modellspesifikasjonen er endret. Utslipp og energibruk fra jordbruket i denne kjøringen vil ligge "for høyt" sammenliknet med de andre kjøringene (der importen er eksogen). I prinsippet ligger denne modellvarianten et sted "midt i mellom" de to variantene som er kjørt for alle varegruppene: Den skiller seg fra den første ved at ingen jordbruksvarer importeres i stedet for at alle importeres, men den skiller seg fra den andre ved at både jordbrukssektoren selv og innsatsfaktor-leverende sektorer importerer endel vareinnsats.

IV. RESULTATENE

På grunn av den ressurskrevende metoden som er benyttet, foreligger det ikke resultater for alle sektorer/varegrupper som inngår i MODIS V. En del sektorer/varegrupper er slått sammen. Utsagn av typen "innenriks sjøfart har høyest kryssløpskorrigerte utslipp" innebærer at denne gruppen har høyest kryssløpskorrigerte utslipp sammenliknet med de varegrupper som er betraktet i analysen. Videre menes det at denne sektoren har høyest utslipp i forhold til bruttoproduksjonen eller relatert til økning i sluttanvendelse. Alle tall nedenfor er oppgitt pr. mill. kroner bruttoproduksjon eller pr. mill. kroner økning i sluttanvendelse av produktene, evt. vareinnsats i produksjonen. Hvis en vil si noe om hvilke sektorer som bidrar mest til forurensningen i Norge, må en også se på sektorens størrelse. En sektor med lave utslipp pr. krone bruttoproduksjon kan godt gi høye utslipp til luft, bare bruttoproduksjonen er stor nok. (Se SSBs utslippsoversikter og energiregnskap.)

Merk at tall for offentlig sektor ikke er direkte sammenliknbare med resten av tallene.

Opprinnelig var det meningen å presentere resultater også for utenriks sjøfart. Egenskaper ved modellen gjorde imidlertid at disse resultatene ble svært misvisende, og de er derfor ikke tatt med her.

Tall for direkte utslipp og energibruk i produksjonssektorene pr. million 1987-kroner bruttoproduksjonsverdi er også gjengitt, basert på SSBs utslippsoversikter og energiregnskap og tall fra Nasjonalregnskapet. Dette er tall som i motsetning til de kryssløpskorrigerte tallene ikke inkluderer den forurensning og energibruk som inngår via vareinnsatsen. Som tidligere nevnt kan ikke de direkte utslipps- og energitallene og kryssløpskorrigerte tall uten videre sammenliknes, fordi vi har brukt en modell der det ikke er noen enkel sammenheng mellom vare- og sektorinndeling. Likevel kan vi få en viss pekepinn om betydningen av energibruken og forurensningen som inngår via vareinnsatsen ved å se tallsettene i sammenheng.

IV.1. Kryssløpskorrigert utslipp til luft

Rekkefølgen av varegrupper ordnet etter nivå på kryssløpskorrigerte utslipp følger i stor grad det samme mønsteret som produksjonssektorer ordnet etter direkte utslipp. Det finnes enkelte unntak, men i hovedsak gjelder dette for alle de forurensningskomponenter som er tatt med her. Bildet av hvilke sektorer/varegrupper som gir størst utslipp til luft endrer seg altså ikke vesentlig når vi tar med de indirekte virkningene. (Husk likevel forbeholdet om at varegruppe j ikke nødvendigvis bare produseres i sektor j.) Dette betyr ikke at de indirekte virkningene er ubetydelige. De er tvert imot store, men vi ser ofte at store direkte utslipp i en sektor også følges av store indirekte utslipp for den tilsvarende varegruppen. De direkte utslippene fra de aller mest forurensende sektorene er dessuten så høye at de fullstendig overskygger alle indirekte effekter.

Generelt ser vi at utslippene blir svært mye større når utslipp fra import tas med. Dette gjelder alle sektorer/varegrupper. Det ser ikke ut til at rekkefølgen for hvilke varegrupper som gir mest utslipp endrer seg i særlig grad når importen telles med. Her må det likevel tas forbehold om at utslipp via ikke-konkurrerende import ikke er beregnet.

a) Utslipp av karbondioksid

Innenriks sjøfart er den sektoren/varegruppen som har størst utslipp av CO₂, både direkte og kryssløpskorrigert, og uansett om utslipp fra produksjon av importert vareinnsats inkluderes eller

ikke. (Utslipp fra utenriks sjøfart er ikke med i analysen.) Sektoren/varegruppen metaller kommer som nr.2 og kjemiske og mineralske produkter som nr. 3 i alle tre tilfeller. Produksjon av metaller og kjemiske og mineralske produkter gir store indirekte utslipp såvel som direkte. Indirekte utslipp fra sjøfarten er relativt små, men de direkte utslippene er så høye at også kryssløpskorrigerte utslipp ligger langt over nivået for andre grupper.

Sett i forhold til de direkte utslippene fra den tilsvarende produksjonssektoren, markerer de kryssløpskorrigerte utslippene for grafiske produkter seg som svært høye. Det samme - om enn i svakere grad - gjelder bygg og anlegg, og også verkstedprodukter, skip og oljeplattformer, særlig når importen inkluderes for den siste gruppens vedkommende.

b) Utslipp av nitrogenoksider

Også for denne forurensningskategorien er de direkte utslippene fra innenriks sjøfart så store at de fullstendig overskygger alle indirekte effekter. Innenriks sjøfart kommer på topp i alle tre tilfeller.

Innenriks transport utenom sjøfart kommer som en klar nummer to i direkte utslipp av nitrogenoksider. Dette gjelder også for kryssløpskorrigerte utslipp ikke inkludert utslipp fra import.

Når importen regnes med, er det imidlertid nærings- og nytelsesmidler som gir nest størst kryssløpskorrigerte utslipp. Sektoren for slike produkter lå helt nede på 10. plass i direkte NO_x-utslipp. Det gjør svært stor forskjell for denne varegruppen om importen er med eller ikke. Dette henger antakelig sammen med at landbruk og fiske har eksogen produksjon i MODIS V. Begge disse sektorene har høye direkte utslipp av NO_x. Så lenge produksjonen er eksogen, må næringsmiddelindustrien kjøpe all økning i sin bruk av landbruks- og fiskevarer fra utlandet, og derfor får vi ingen indirekte virkninger via innenlandsk produksjon av disse varegruppene. Når importen regnes med kommer de indirekte virkningene fra disse to sektorene med.

Ved første blick kan det se ut som om det er undervisning og forskning som kommer på 2. plass for de kryssløpskorrigerte tallene. Tall for offentlig sektor er imidlertid basert på en økning i vareinnsatsen, ikke sluttanvendelse, slik at tallene ikke direkte kan sammenliknes med tall for private sektorer. En økning i bruttoproduksjonen med 1 mill. kr. i offentlige sektorer ville gitt tall på omtrent 1/5 av de størrelsene som er oppgitt i tabellen. Dette blir heller ikke helt sammenliknbart med de øvrige resultatene, men det ser ikke ut til å være grunn til å tro at de to offentlige sektorene som er behandlet her har spesielt høye indirekte utslipp av nitrogenoksider.

Varehandel og grafiske produkter har ikke spesielt høyt nivå på de indirekte NO_x-utslippene, men sett i forhold til de lave direkte utslippene i de tilsvarende sektorene er de indirekte utslippene store. Det samme gjelder (i noe mindre grad) for offentlige helsetjenester og verkstedprodukter etc.

c) Utslipp av svoveldioksid

Også her har innenriks sjøfart desidert høyest direkte utslipp. På en klar andre plass kommer produksjon av metaller, med treforedlingsindustrien på tredje plass. Dette mønsteret opprettholdes når vi ser på kryssløpskorrigerte tall, både med og uten import. Metaller gir likevel langt høyere indirekte utslipp enn sjøfart, særlig når vi tar hensyn til importen. Produksjon av metaller gir bare halvparten så store direkte utslipp som innenriks sjøfart, mens kryssløpskorrigerte utslipp ved metalproduksjon har et nivå på 75 prosent av sjøfartens.

Verdt å merke seg er for øvrig grafiske produkter, som bl.a. har store innsatsfaktorleveranser fra papirindustrien: Produksjon av disse gir lave direkte SO₂-utslipp, bare varehandel ligger enda lavere. Når utslippene kryssløpskorrigeres, havner imidlertid grafiske produkter "midt på treet" på lista over de varekategorier som gir størst utslipp. De kryssløpskorrigerte tallene for grafiske produkter er svært høye i forhold til de lave direkte utslippene fra sektoren.

Verkstedprodukter, skip og oljeplattformer er en produktgruppe der indirekte utslipp av SO₂ blir viktige når importen inkluderes. Denne gruppen ligger på 11. plass i direkte SO₂-utslipp og på samme plass for kryssløpskorrigerte tall uten import. Når importen inkluderes rykker disse produktene opp på en 5. plass.

For øvrig ser det ikke ut til å være større forskyvninger i rekkefølgen av grupper for SO₂-utslippenes vedkommende. En kan likevel merke seg at varehandelen har svært høye kryssløpskorrigerte utslipp i forhold til direkte utslipp. Dette medfører likevel ikke at varehandel har store kryssløpskorrigerte utslipp i forhold til andre sektorer.

Tallene for offentlige sektorer må tolkes med et visst skjønn. Det er likevel ikke noe i tallmaterialet nedenfor som tyder på at det er spesielt høye indirekte utslipp knyttet til disse sektorene.

Tabell 1 Direkte utslipp pr. mill. faste 1987-kroner bruttoproduksjon, 1986. Målt i 1987-priser. Tall i parentes angir utslipp pr. mill. kr. vareinnsats i 1986.

| MODIS V kode | Produksjons- sektor | tonn CO ₂ | kg NO _x | kg SO ₂ |
|----------------|--------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| 21,22 | Jordbruk | 23 | 222 | 44 |
| 16,17 | Nærings- og nytelsesmidler | 12 | 36 | 78 |
| 18 | Tekstil- og bekledningsv. | 13 | 33 | 62 |
| 34 | Treforedlingsprodukter | 60 | 149 | 645 |
| 28 | Grafiske produkter | 1 | 9 | 2 |
| 27 | Kjemiske og mineralske pr. | 119 | 190 | 215 |
| 43 | Metaller | 172 | 227 | 1352 |
| 46,48,49 | Verkstedprod., skip, oljepl. | 4 | 13 | 10 |
| 55 | Bygg og anlegg | 8 | 97 | 10 |
| 81 | Varehandel | 14 | 5 | 1 |
| 88,63,86,87,79 | Private tjenester | 5 | 105 | 12 |
| 75,76 | Innenriks transport | 70 | 522 | 51 |
| 61 | Innenriks sjøfart | 570 | 12561 | 2705 |
| 77 | Helse- og veterinærtj.,priv. | 5 | 35 | 3 |
| 93 | Underv., forskn., stat og komm | 6(32) | 147(786) | |
| 14(74) | | | | |
| 94 | Helsetj., stat og komm. | 6(32) | 4(21) | |
| 9(48) | | | | |

Tabell 2 Kryssløpskorrigerte utslipp til luft i norsk produksjon. Ikke inkl. utslipp fra produksjon av importerte varer. Endringer ved en økning i sluttanvendelse av hver varegruppe på 1 mill. 1987-kroner.

| MODIS V kode | Varegruppe | tonn CO2 | kg NOx | kg SO2 |
|----------------|---------------------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| 21,22 | Jordbruksvarer | 51 ¹ | 341 ¹ | 161 ¹ |
| 16,17 | Nærings- og nytelsesmidler | 27 | 152 | 153 |
| 18 | Tekstil- og bekledningsv. | 25 | 166 | 107 |
| 34 | Treforedlingsprodukter | 97 | 338 | 942 |
| 28 | Grafiske produkter | 29 | 292 | 126 |
| 27 | Kjemiske og mineralske pr. | 171 | 427 | 350 |
| 43 | Metaller | 235 | 423 | 1779 |
| 46,48,49 | Verkstedprod., skip, oljepl. | 17 | 180 | 78 |
| 55 | Bygg og anlegg | 40 | 286 | 114 |
| 81 | Varehandel | 34 | 227 | 47 |
| 88,63,86,87,79 | Private tjenester | 20 | 210 | 42 |
| 75,76 | Innenriks transport | 88 | 741 | 94 |
| 61 | Innenriks sjøfart | 617 | 13413 | 2887 |
| 77 | Helse- og veterinærtj.,priv. | 21 | 200 | 48 |
| 93 | Underv., forskn., stat og komm. | 62 ² | 1064 ² | 154 ² |
| 94 | Helsetjenester, stat og komm. | 63 ² | 304 ² | 133 ² |

¹) Tall for jordbruksvarer er basert på en modellvariant der import av jordbruksvarer er eksogen og innenlandsk produksjon i jordbrukssektoren er endogen. De andre resultatene bygger på en modellvariant der dette forholdet er omvendt, og denne modellen gir null i alle kolonner for jordbruket. Tallene vil ligge noe høyt i forhold til andre tall i tabellen.

²) For offentlig sektor er det vareinnsatsen i produksjonen som er økt med 1 mill. faste 1987-kr. Disse tallene kan derfor ikke direkte sammenliknes med øvrige tall i tabellen. Vareinnsats utgjør ca. 20% av bruttoproduksjonen i sektor 93 og 94, slik at en proporsjonal økning av alle komponenter i sektorenes bruttoproduksjon på tilsammen 1 mill. kr. ville gitt tall i størrelsesorden 1/5 av det som oppgis i tabellen. Tallene ville fortsatt ikke vært fullt sammenliknbare med øvrige resultater i tabellen, fordi det for disse er sluttanvendelse og ikke bruttoproduksjon som er økt.

Tabell 3 Kryssløpskorrigerte utslipp til luft. Inkl. utslipp fra produksjon av importerte varer, unntatt ikke-konkurrerende import. Endringer ved en økning i sluttanvendelse av hver varegruppe på 1 mill. 1987-kroner.

| MODIS V kode | Varegruppe | tonn | kg | kg |
|----------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | CO ₂ | NO _x | SO ₂ |
| 21,22 | Jordbruksvarer | 118 | 774 | 331 |
| 16,17 | Nærings- og nytelsesmidler | 90 | 950 | 325 |
| 18 | Tekstil- og bekledningsv. | 70 | 404 | 274 |
| 34 | Treforedlingsprodukter | 133 | 509 | 1131 |
| 28 | Grafiske produkter | 52 | 384 | 257 |
| 27 | Kjemiske og mineralske pr. | 234 | 694 | 590 |
| 43 | Metaller | 323 | 732 | 2239 |
| 46,48,49 | Verkstedprod., skip, oljepl. | 71 | 365 | 392 |
| 55 | Bygg og anlegg | 77 | 429 | 275 |
| 81 | Varehandel | 43 | 272 | 87 |
| 88,63,86,87,79 | Private tjenester | 33 | 305 | 87 |
| 75,76 | Innenriks transport | 101 | 807 | 148 |
| 61 | Innenriks sjøfart | 645 | 13553 | 2999 |
| 77 | Helse- og veterinærtj.,priv. | 35 | 298 | 92 |
| 93 | Underv., forskn., stat og ² komm. ² | 96 | 1211 | 284 |
| 94 | Helsetj., stat og komm. | 120 | 615 | 306 |

²) Se fotnote tabell 2

IV.2. Kryssløpskorrigert energibruk

Energikoeffisientene som er benyttet i denne analysen er som nevnt basert på SSBs energiregnskap, der forbruk av de fleste energivarene oppgis i vektenheter. Energiforbruket er her regnet om til teoretisk energiinnhold, målt i joule. Omregningsfaktorer og tabeller oppgitt i de opprinnelige enhetene er gjengitt i vedlegg 1.

Det er oppgitt tall for 11 ulike energibærere, og dessuten sum av energibruk (målt i joule) for hver sektor eller varegruppe.

Av de produksjonssektorene som er med i analysen, er det innenriks sjøfart som har størst direkte energibruk i forhold til bruttoproduksjonen. Produksjon av metaller kommer som en god nummer to, med treforedlingsprodukter på tredje plass. Dette mønsteret opprettholdes når en ser på hvilke varegrupper som gir den største kryssløpskorrigerte energibruken, så lenge importen holdes utenfor. Når en inkluderer energibruk i importerte varer, er det økning i sluttanvendelsen av metaller som gir størst økning i energibruk.

Produksjon av kjemiske og mineralske produkter krever omtrent like mye direkte energibruk som innenriks transport. De kryssløpskorrigerte tallene viser imidlertid at kjemiske og mineralske produkter gir over dobbelt så stor energibruk som transport, når "importert energibruk" regnes med.

Grafiske produkter og bygg og anlegg peker seg ut som grupper med svært høyt indirekte energiforbruk sett i forhold til den direkte energibruken i de tilsvarende produksjonssektorene. Dette gjelder også verkstedprodukter, skip og oljeplattformer når importen regnes med, i noe lavere grad når importen ikke telles med. Også jordbruksvarer, nærings- og nytelsesmidler og private tjenester har forholdsvis høyt indirekte energibruk i forhold til de tilsvarende sektorenes direkte energibruk.

Metaller er den varegruppen som relativt sett har lavest indirekte energibruk, så lenge importen holdes utenfor. Innenriks sjøfart har relativt lavt indirekte energiforbruk både med og uten import.

Tabell 4 Direkte energibruk pr mill. kroner bruttoproduksjon. For offentlig sektor pr mill. kr. vareinnsats. 1987. Teoretisk energiinnhold, GJ.

| Produksjonssektor | Bensin | Auto- diesel | El. | Fyr. olje | LPG | | |
|--------------------------------|--------|-----------------|--------------------|--------------|---------------|---------------------|------|
| Jordbruk | 17 | 169 | 119 | 83 | 0 | | |
| Nærings- og nytelsesmidler | 3 | 18 | 122 | 47 | 2 | | |
| Tekstil- og bekledning | 3 | 7 | 126 | 44 | 0 | | |
| Treforedling | 3 | 5 | 1382 | 5 | 0 | | |
| Grafisk produksjon | 7 | 3 | 65 | 8 | 2 | | |
| Kjemisk og mineralisk prod. | 6 | 29 | 266 | 76 | 18 | | |
| Prod. av metaller | 1 | 7 | 3575 | 43 | 9 | | |
| Verkstedprod., skip, oljepl. | 3 | 0 | 97 | 21 | 4 | | |
| Bygg og anlegg | 5 | 64 | 29 | 13 | 0 | | |
| Varehandel | 108 | 38 | 155 | 33 | 0 | | |
| Private tjenester | 36 | 2 | 101 | 35 | 0 | | |
| Innenriks transport | 88 | 455 | 101 | 18 | 0 | | |
| Innenriks sjøfart | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Helse-og vet.tj.,priv. | 47 | 0 | 137 | 30 | 0 | | |
| Underv., forskn., stat og komm | 0 | 0 | 1944 | 443 | 0 | | |
| Helsetj., stat og komm. | 0 | 0 | 1346 | 332 | 0 | | |
| | koks | kull | marint brennst. | para- fin | tung- olje | ved, tre- avfall | SUM |
| Jordbruk | 0 | 8 | 0 | 2 | 14 | 0 | 412 |
| Nærings- og | 0 | 5 | 0 | 0 | 79 | 1 | 279 |
| Tekstil- og | 0 | 0 | 2 | 0 | 68 | 0 | 251 |
| Treforedling | 0 | 21 | 0 | 0 | 384 | 801 | 2602 |
| Grafisk prod | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 87 |
| Kjemisk og m | 168 | 276 | 0 | 7 | 158 | 0 | 1003 |
| Prod. av met | 816 | 425 | 2 | 0 | 196 | 2 | 5075 |
| Verkstedprod | 0 | 0 | 1 | 0 | 15 | 1 | 142 |
| Bygg og anle | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 116 |
| Varehandel | 0 | 0 | 9 | 9 | 4 | 0 | 356 |
| Private tjenste | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 174 |
| Innenriks tr | 0 | 0 | 9 | 364 | 0 | 0 | 1035 |
| Innenriks sj | 0 | 0 | 5274 | 0 | 1981 | 0 | 7255 |
| Helse-og vet | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 214 |
| Underv., forsk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2387 |
| Helsetj., off | 0 | 0 | 0 | 16 | 85 | 0 | 1780 |

Tabell 5 Kryssløpskorrigert energibruk, ikke inkludert energibruk i importerte varer. Endring i energibruk ved en økning i sluttanvendelse av varegruppen på 1 mill. faste 1987-kroner. Teoretisk energiinnhold, GJ.

| Varegruppe | bensin auto- elektri- fyr. LPG | | | | | SUM | |
|---|--------------------------------|------|-----------------|-----------|------------|------|------------------|
| | koks | kull | marint brennst. | para- fin | tung- olje | | ved, tre- avfall |
| Jordbruksvarer ¹ | | | | | | | |
| Nærings- og nytelsesmidler | | | | | | | |
| Tekstil- og bekledningsv. | | | | | | | |
| Treforedlingsprodukter | | | | | | | |
| Grafiske produkter | | | | | | | |
| Kjemiske og mineralske pr. | | | | | | | |
| Metaller | | | | | | | |
| Verkstedprod., skip, oljepl. | | | | | | | |
| Bygg og anlegg | | | | | | | |
| Varehandel | | | | | | | |
| Private tjenester | | | | | | | |
| Innenriks transport | | | | | | | |
| Innenriks sjøfart | | | | | | | |
| Helse-og vet.tj.,priv. | | | | | | | |
| Underv., forskn., stat og komm ² | | | | | | | |
| Helsetj., stat og komm. | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Jordbruksvar | 33 | 21 | 30 | 18 | 89 | 10 | 1268 |
| Nærings- og | 2 | 9 | 27 | 18 | 140 | 28 | 604 |
| Tekstil- og | 5 | 1 | 38 | 23 | 102 | 3 | 503 |
| Treforedling | 14 | 33 | 31 | 21 | 560 | 1126 | 3996 |
| Grafiske pro | 5 | 7 | 75 | 49 | 79 | 88 | 722 |
| Kjemiske og | 241 | 362 | 48 | 41 | 232 | 13 | 1772 |
| Metaller | 106 | 56 | 35 | 25 | 280 | 8 | 5285 |
| Verkstedprod | 17 | 1 | 47 | 30 | 46 | 5 | 530 |
| Bygg og anle | 43 | 44 | 42 | 29 | 57 | 37 | 712 |
| Varehandel | 4 | 5 | 52 | 43 | 31 | 10 | 710 |
| Private tjen | 2 | 3 | 24 | 29 | 21 | 5 | 524 |
| Innenriks tr | 4 | 3 | 58 | 391 | 23 | 4 | 1325 |
| Innenriks sj | 8 | 6 | 5556 | 28 | 2016 | 4 | 7767 |
| Helse-og vet. ² | 4 | 4 | 48 | 29 | 29 | 4 | 578 |
| Underv., fors ² | 14 | 16 | 70 | 51 | 54 | 20 | 2952 |
| Helsetj., st ² | 15 | 21 | 55 | 72 | 147 | 14 | 2321 |

1,2) Se fotnoter tabell 2.

Tabell 6 Kryssløpskorrigert energibruk inkl. energibruk i importerte varer, unntatt ikke-konkurrerende import. Endring ved økning i sluttanvendelse av varegruppen på 1 mill. 1987-kroner. Teoretisk energiinnhold, GJ.

| Varegruppe | bensin | auto- diesel | elektri- sitet | fyr. olje | LPG | | |
|--|--------|-----------------|--------------------|--------------|---------------|---------------------|------|
| Jordbruksvarer | 184 | 278 | 770 | 232 | 69 | | |
| Nærings- og nytelsesmidler | 35 | 170 | 508 | 131 | 194 | | |
| Tekstil- og bekledningsv. | 26 | 76 | 515 | 95 | 477 | | |
| Treforedlingsprodukter | 35 | 79 | 2405 | 32 | 303 | | |
| Grafiske produkter | 36 | 76 | 554 | 35 | 103 | | |
| Kjemiske og mineralske pr. | 31 | 103 | 976 | 128 | 1006 | | |
| Metaller | 19 | 76 | 5731 | 95 | 930 | | |
| Verkstedprod., skip, oljepl. | 26 | 65 | 1058 | 62 | 214 | | |
| Bygg og anlegg | 35 | 137 | 608 | 60 | 232 | | |
| Varehandel | 152 | 112 | 324 | 57 | 41 | | |
| Private tjenester | 66 | 54 | 328 | 93 | 47 | | |
| Innenriks transport | 121 | 544 | 259 | 38 | 36 | | |
| Innenriks sjøfart | 37 | 96 | 216 | 22 | 56 | | |
| Helse-og vet.tj.,priv. | 70 | 51 | 371 | 72 | 59 | | |
| Underv., forskn., stat og ² komm ² | 53 | 94 | 2318 | 485 | 175 | | |
| Helsetj., stat og komm. | 50 | 121 | 1782 | 401 | 278 | | |
| | koks | kull | marint brennst. | para- fin | tung- olje | ved, tre- avfall | SUM |
| Jordbruksvar | 83 | 54 | 145 | 70 | 171 | 38 | 2094 |
| Nærings- og | 34 | 33 | 363 | 34 | 208 | 48 | 1758 |
| Tekstil- og | 64 | 35 | 82 | 41 | 200 | 21 | 1631 |
| Treforedling | 56 | 60 | 53 | 30 | 652 | 1249 | 4954 |
| Grafiske pro | 34 | 31 | 88 | 55 | 145 | 179 | 1336 |
| Kjemiske og | 358 | 426 | 81 | 59 | 351 | 36 | 3554 |
| Metaller | 1308 | 680 | 68 | 43 | 425 | 17 | 9392 |
| Verkstedprod | 185 | 94 | 76 | 46 | 128 | 16 | 1970 |
| Bygg og anle | 121 | 94 | 64 | 40 | 116 | 58 | 1565 |
| Varehandel | 17 | 15 | 61 | 47 | 47 | 22 | 895 |
| Private tjen | 16 | 14 | 56 | 34 | 40 | 13 | 762 |
| Innenriks tr | 22 | 15 | 72 | 400 | 39 | 8 | 1554 |
| Innenriks sj | 33 | 20 | 5591 | 33 | 2043 | 8 | 8154 |
| Helse-og vet. ² | 20 | 18 | 81 | 33 | 48 | 8 | 833 |
| Underv., fors ² | 55 | 49 | 99 | 60 | 111 | 52 | 3552 |
| Helsetj., st ² | 86 | 90 | 143 | 87 | 230 | 31 | 3301 |

²) Se fotnote 2 til tabell 2.

REFERANSER

- Bragstad, Torunn (1988):** Om nasjonalregnskap. Sosialøkonomisk Institutt, Oslo.
- Cappelen, Å., I. Holm og P. Sand (1980):** MODIS IV. Virkningstabeller for 1978. Artikler 124. Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Førsund, F., og S. Strøm (1980):** Miljø og ressursøkonomi. Oslo.
- Leontief, Wassily (1986):** Input-output Economics. Second Edition. Oxford.
- Longva, Petter (1977):** Energibruk i Norge. Artikler 95. Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Miljøstatistikk 1988. SØS 68.** Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Naturressurser og miljø 1988.** Rapporter 89/1, Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Statistisk Årbok 1988.** Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Økonomiske Analyser nr. 9/89.** Statistisk Sentralbyrå, Oslo.

Takk til Nils Ø. Mæhle for nyttige kommentarer og veiledning i bruk av MODIS V.

VEDLEGG

Tabell I. Omregningsfaktorer for energiinnhold i ulike energivarer.

| Energibærer | Teoretisk energiinnhold | Enhet |
|--------------------------------------|-------------------------|----------|
| Kull, koks | 28,1 | TJ/ktonn |
| LPG | 46,0 | TJ/ktonn |
| Bensin | 44,0 | TJ/ktonn |
| Parafin | 42,7 | TJ/ktonn |
| Diesel, mar.brennst., fyringsolje | 42,3 | TJ/ktonn |
| Tungolje | 41,9 | TJ/ktonn |
| Elektrisitet | 3,6 | TJ/Gwh |
| Ved, treavfall etc. | 42,3 | PJ/Mtoe |

(Kilde: Naturressurser og miljø 1988. SSB.)

Tabell II: Kryssløpskorrigert energibruk i norsk produksjon. Ikke inkludert energibruk i importerte varer. Endring ved en økning i sluttanvendelse av hver varegruppe på 1 mrd. 1987-kroner. For off. sektor er det vareinnsats som er økt med 1 mrd.kr.

| | tonn bensin | tonn auto- diesel | Gwh elektri- sitet | tonn fyrings- olje | tonn LPG |
|------------------------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| Jordbruksvarer ¹ | 632 | 3655 | 85 | 3912 | 8966 |
| Nærings-og nyt.midl. | 261 | 1124 | 66 | 1706 | 227 |
| Tekstil,bekledning | 331 | 862 | 54 | 1342 | 643 |
| Treforedlingsprod. | 444 | 859 | 561 | 417 | 2566 |
| Grafiske prod. | 686 | 1454 | 80 | 595 | 323 |
| Kjem. og miner. prod. | 503 | 1653 | 132 | 2377 | 3628 |
| Metaller | 242 | 954 | 1290 | 1490 | 373 |
| Verkstedspod. mv. | 381 | 922 | 75 | 833 | 501 |
| Bygg og anlegg | 625 | 2690 | 70 | 956 | 597 |
| Varehandel | 3408 | 2509 | 70 | 1234 | 81 |
| Private tjenester | 1410 | 956 | 69 | 1976 | 63 |
| Innenriks transport | 2613 | 12571 | 45 | 737 | 56 |
| Innenriks sjøfart | 766 | 2068 | 2 | 387 | 104 |
| Helse- og vet.tj.,pr. ₂ | 1514 | 885 | 81 | 1485 | 48 |
| Underv.,forskp.,off. ₂ | 1051 | 1802 | 584 | 11101 | 715 |
| Helsetj.,off. ₂ | 883 | 1851 | 416 | 8621 | 359 |

Tabell II forts.

| | tonn koks | tonn kull | tonn marint brennst. | tonn parafin | tonn tung- olje | toe ved,tre- avfall mv |
|--------------------------------|--------------|--------------|----------------------------|-----------------|-----------------------|------------------------------|
| Jordbruksvarer ¹ | 1183 | 756 | 719 | 416 | 2115 | 248 |
| Nærings-og nyt. | 60 | 338 | 635 | 418 | 3347 | 670 |
| Tekstil,bekledn. | 171 | 51 | 888 | 539 | 2424 | 70 |
| Treforedlingsv. | 499 | 1185 | 738 | 490 | 13366 | 26610 |
| Grafiske prod. | 195 | 262 | 1764 | 1137 | 1878 | 2069 |
| Kjem. og miner. | 8560 | 12880 | 1144 | 969 | 5544 | 306 |
| Metaller | 3757 | 1983 | 831 | 587 | 6689 | 193 |
| Verkstedspr. mv | 591 | 37 | 1109 | 691 | 1101 | 125 |
| Bygg og anlegg | 1516 | 1553 | 987 | 670 | 1354 | 878 |
| Varehandel | 141 | 186 | 1227 | 1012 | 733 | 248 |
| Private tjen. | 88 | 121 | 578 | 690 | 509 | 123 |
| Innenriks transp. | 129 | 108 | 1368 | 9165 | 538 | 89 |
| Innenriks sjøfart | 267 | 222 | 131343 | 662 | 48115 | 90 |
| Helse-og vet.,pr. ₂ | 125 | 155 | 1125 | 675 | 694 | 85 |
| Underv.,forskp., ₂ | 505 | 566 | 1661 | 1187 | 1299 | 464 |
| Helsetj., off. ₂ | 543 | 752 | 1311 | 1676 | 3509 | 336 |

1), 2) Se fotnoter til tabell 2.

Tabell III. Kryssløpskorrigert energibruk i vareproduksjon. Inkludert energibruk i importerte varer, unntatt ikke-konkurrerende import. Endring ved en økning i sluttanvendelse av hver varegruppe på 1 mrd. 1987-kroner. For off. sektor er det vareinnsats som er endret med 1 mrd. kr.

| | tonn bensin | tonn auto- diesel | Gwh elektri- sitet | tonn fyrings- olje | tonn LPG |
|-------------------------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| Jordbruksvarer | 4177 | 6571 | 214 | 5477 | 1490 |
| Nærings-og nyt.midl. | 805 | 4030 | 141 | 3098 | 4208 |
| Tekstil,bekledning | 593 | 1801 | 143 | 2236 | 10367 |
| Treforedlingsprod. | 786 | 1879 | 668 | 751 | 6594 |
| Grafiske prod. | 815 | 1807 | 154 | 822 | 2235 |
| Kjem. og miner. prod. | 702 | 2426 | 271 | 3027 | 21870 |
| Metaller | 429 | 1797 | 1592 | 2235 | 20215 |
| Verkstedspod. mv. | 589 | 1543 | 294 | 1469 | 4645 |
| Bygg og anlegg | 797 | 3229 | 169 | 1409 | 5043 |
| Varehandel | 3463 | 2658 | 90 | 1354 | 889 |
| Private tjenester | 1502 | 1273 | 91 | 2202 | 1032 |
| Innenriks transport | 2742 | 12861 | 72 | 888 | 783 |
| Innenriks sjøfart | 839 | 2259 | 60 | 519 | 1216 |
| Helse-og vet.tj., pr. ² | 1594 | 1210 | 103 | 1712 | 1292 |
| Underv., forskn., off. ² | 1198 | 2220 | 644 | 11475 | 3815 |
| Helsetj., off. ² | 1144 | 2859 | 495 | 9472 | 6049 |

Tabell III forts.

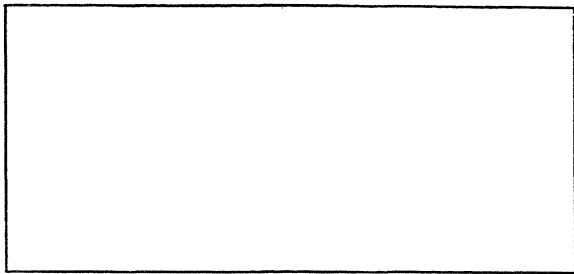
| | tonn koks | tonn kull | tonn marint brennst. | tonn parafin | tonn tung- olje | toe ved, tre- avf.mv |
|------------------------------------|--------------|--------------|----------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| Jordbruksvarer | 2948 | 1924 | 3425 | 1639 | 4086 | 904 |
| Nærings-og nyt. | 1223 | 1160 | 8583 | 786 | 4961 | 1146 |
| Tekstil,bekledn | 2282 | 1234 | 1939 | 949 | 4776 | 496 |
| Treforedlingspr | 1979 | 2144 | 1263 | 713 | 15549 | 29525 |
| Grafiske prod. | 1194 | 1091 | 2084 | 1291 | 3464 | 4243 |
| Kjem. og miner. | 12743 | 15177 | 1912 | 1372 | 8368 | 862 |
| Metaller | 46537 | 24212 | 1613 | 1010 | 10150 | 398 |
| Verkstedspod. | 6574 | 3328 | 1804 | 1086 | 3045 | 390 |
| Bygg og anlegg | 4295 | 3349 | 1515 | 939 | 2774 | 1368 |
| Varehandel | 600 | 529 | 1440 | 1092 | 1131 | 516 |
| Private tjenest | 575 | 507 | 1330 | 794 | 960 | 319 |
| Innenriks trans | 797 | 531 | 1692 | 9366 | 942 | 193 |
| Innenriks sjøfa | 1159 | 726 | 132184 | 762 | 48758 | 183 |
| Helse-og vet.tj. ² ,pr. | 722 | 642 | 1922 | 768 | 1149 | 190 |
| Underv., forskn. ² | 1961 | 1759 | 2351 | 1407 | 2640 | 1227 |
| Helsetj., off. ² | 3076 | 3196 | 3392 | 2033 | 5498 | 744 |

2) Se fotnote til tabell 2.

De sist utgitte publikasjonene i serien Notater fra Forskningsavdelingen

- 95/46 B.E. Naug: Estimering av eksportrelasjoner på disaggregerte kvartalsdata
- 95/47 K. Moum: Beregning av bruttoproduksjon og eierinntekt i boligsektoren i nasjonalregnskapet - noen metodiske synspunkter
- 95/52 T. Kornstad: Simulering av konsum og arbeidstilbud i et livsløpsperspektiv
- 95/56 A. Langørgen: Faktorer bak kommunale variasjoner i utgifter til sosialhjelp og barnevern
- 95/58 T. W. Karlsen: Energimarkedet fra 1973 og fram mot 2010
- 96/3 I. M. Smestad: Valg under usikkerhet: En analyse av eksperimentdata basert på kvalitative valgbehandlingsmodeller
- 96/8 B. Lian og K. O. Aarbu: Dokumentasjon av LOTTE-AS
- 96/9 D. Fredriksen: Datagrunnlaget for modellen MOSART, 1993
- 96/10 S. Grepperud og A. C. Bøeng: Konsekvensene av økte oljeavgifter for råoljepris og etterspørsel etter olje. Analyser i PETRO og WOM
- 96/16 K. Gerdrup: Inntektsfordeling og økonomisk vekst i norske fylker: En empirisk studie basert på data for perioden 1967-93
- 96/31 A. Bruvoll og H. Wiig: Konsekvenser av ulike håndteringsmåter for avfall
- 96/33 M. Rolland: Militærutgifter i Norges prioriterte samarbeidsland
- 96/35 A.C. Hansen: Analyse av individers preferanser over lotterier basert på en stokastisk modell for usikre utfall
- 96/36 B.H. Vatne: En dynamisk spillmodell: Dokumentasjon av dataprogrammer
- 96/44 K.-G.Lindquist og B.E.Naug: Makro-økonometriske modeller og konkurranseevne.
- 96/45 R. Golombek og S. Kverndokk (red): Modeller for elektrisitets- og gassmarkedene i Norge, Norden og Europa.
- 96/53 F.R. Aune: Konsekvenser av en nordisk avgiftsharmonisering på elektrisitetsområdet.
- 97/2 E. Berg og K. Rypdal: Historisk utvikling og fremskrivning av forbruket av noen miljøskadelige produkter
- 97/5 Å. Cappelen: SSBs arbeid med investeringsrelasjoner: erfaringer og planer
- 97/30 K.-G. Lindquist: Database for energiintensive næringer. Tall fra industristatistikken
- 97/35 A. Langørgen: Faktorer bak variasjoner i kommunal ressursbruk til pleie og omsorg
- 97/36 S. E. Førre: Registerdataene i lys av industristatistikken
- 97/37 K. Gimming: Virkninger på prisutviklingen på naturgass i Vest-Europa ved innføring av felles karbonavgift
- 97/39 E.Holmøy og Ø.Thøgersen (red.): Virkninger av strukturpolitiske reformer: Forslag til konkrete forskningsprosjekter
- 97/41 E. Holmøy: En presisering av hva som skal menes med tilbudskurven for arbeid i en generell likevektsmodell
- 97/45 A. Katz, B.M. Larsen, K.S. Eriksen og T. Jensen: Transport og makroøkonomi – en samkjøring av GODMOD-3 og MSG-6
- 97/52 J. Nordøy: Nyttan av forventningsbaserte konjunkturindekser ved predikering av konsum
- 97/68 R. Johansen: Modell for regional analyse av arbeidsmarked og demografi. Teknisk dokumentasjon
- 97/70 B. Bye: Imperfeksjoner i arbeidsmarkedet: Konsekvenser for velferdseffekter av en grønn skattereform
- 98/12 A. Langørgen: Indekser for bosettingsmønster i kommunene
- 98/22 L. Lindholt: Dynamiske oljemodeller: Intertemporal optimering og adferdssimulering
- 98/49 K. Nyborg: Energibruk og utslipp til luft i norsk produksjon. Direkte og indirekte virkninger

Notater



Tillatelse nr.
159 000/502

B Returadresse:
Statistisk sentralbyrå
Postboks 8131 Dep.
N-0033 Oslo

Statistisk sentralbyrå

Oslo:
Postboks 8131 Dep.
0033 Oslo

Telefon: 22 86 45 00
Telefaks: 22 86 49 73

Kongsvinger:
Postboks 1260
2201 Kongsvinger

Telefon: 62 88 50 00
Telefaks: 62 88 50 30

ISSN 0806-3745



Statistisk sentralbyrå
Statistics Norway