

# Reduksjon av klimagassutslipp i Norge – beregninger for Lavutslippsutvalget

Turid Åvitsland

*SSB har fått en konkret tiltakspakke fra Lavutslippsutvalget (LUU) med antakelser om kostnader, effektiviseringer (gevinster) og utslippsreduksjoner som følge av påbud om innføring av ny og mindre forurensende teknologi. SSB har så ved hjelp av likevektsmodellen MSG-6 beregnet makroøkonomiske effekter i norsk økonomi og effekter på klimagassutslipp i Norge gitt denne informasjonen fra LUU. En viktig antakelse gjort av LUU er at tiltakene fases inn i løpet av en lang tidsperiode. SSBs beregninger viser at effektene på bruttonasjonalproduktet (BNP), privat konsum og bruttorealinvesteringer er små sett i forhold til situasjonen uten implementering av LUUs tiltak. Det er større effekter på næringsnivå. Som følge av påbudet om innføring av ny og mindre forurensende teknologi, reduseres klimagassutslippene fra om lag 67 til 20 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2050.*

## Innledning

Statistisk sentralbyrå (SSB) har, etter oppdrag fra LUU, gjennomført modellberegninger av makroøkonomiske effekter i norsk økonomi og effekter på utslipp i Norge av en konkret tiltakspakke utarbeidet av LUU. Denne artikkelen beskriver disse beregningene, se Åvitsland (2006) for en mer detaljert omtale. Oppdraget har også bestått i å beregne effekter på utslipp i utlandet. Disse beregningene er beskrevet i Bruvolls artikkel i denne utgaven av Økonomiske analyser. LUUs tiltakspakke består av 14 tiltak med tilhørende antakelser om kostnader, effektiviseringer (gevinster) og utslippsreduksjoner, se tabell 1. LUU antar også at tiltakene skal fases inn i løpet av en lang tidsperiode, se tabell 1. SSBs modellberegninger vil være svært avhengig av disse antakelsene. Det har imidlertid ikke vært en del av SSBs prosjekt å vurdere hvor realistiske antakelsene til LUU er. Modellberegningene er med andre ord foretatt gitt LUUs tiltakspakke. Dette betyr at SSBs beregninger ikke svarer på spørsmålet om hvor mye det vil koste å redusere klimagassutslippene med 50 til 80 prosent innen 2050, men indikerer makroøkonomiske effekter i norsk økonomi og effekter på utslipp som følge av LUUs tiltakspakke.

Til beregningene er SSBs generelle likevektsmodell MSG-6 blitt benyttet. Denne modellen gir en empirisk beskrivelse av sentrale trekk ved norsk økonomi på lang sikt, se f.eks. Holmøy, Strøm og Åvitsland (1999). Ett viktig kjennetegn ved modellen er at den tar hensyn til tilpasningen i mange markeder samtidig og samspillet mellom disse markedene. Ett annet viktig

kjennetegn er at det er likevekt (tilbud er lik etterspørsel) i alle markeder i ethvert år. Spesielt betyr dette at det ikke er arbeidsledighet i modellen. En nærmere omtale av modellen er gitt i Boks om Hovedtrekk ved MSG-6.

Gitt informasjonen fra LUU når det gjelder *beregningsoppgavet til SSB* må en tenke at tiltakene representerer påbud om innføring av ny og mindre forurensende teknologi, og at bedrifter og husholdninger bærer kostnadene selv eller får gevinstene selv som følge av påbudet om den nye teknologien. LUUs antakelser om kostnader, effektiviseringer (gevinster) og utslippsreduksjoner representerer direkte effekter knyttet til ny og mindre forurensende teknologi. Gitt disse tallene vil SSBs modellberegninger veie LUUs kostnader, som vil ha en negativ effekt på bruttonasjonalproduktet (BNP), og LUUs effektiviseringer (gevinster), som vil ha en positiv effekt på BNP, mot hverandre og resultere i redusert eller økt BNP og konsum i husholdningene. I tillegg vil beregningene kunne indikere noe om konsekvenser for næringsstruktur og sammensetning av husholdningenes konsum. F.eks. vil økte kostnader i en forurensningsintensiv næring (pga. påbud om bruk av ny teknologi) føre til at produksjon og sysselsetting flyttes fra denne næringen til andre næringer. På samme måte vil LUUs spesifiserte effektiviseringer i en næring innebære lavere kostnader og føre til at produksjon og sysselsetting flyttes fra andre næringer til denne.

## LUUs tiltakspakke

Tabell 1 viser LUUs 14 tiltak med tilhørende antakelser om kostnader, effektiviseringer (gevinster) og utslippsreduksjoner, samt antakelser om innføring av tiltakene.

Turid Åvitsland er forsker ved Gruppe for økonomisk vekst og effektivitet (Turid.Avitsland@ssb.no).

**Tabell 1. Lavutslippsutvalgets tiltakspakke med tilhørende kostnader, effektiviseringer (gevinster), utslippsreduksjoner og innfasinger**

| Tiltak   | Årlig marginalkostnad, kr/tCO <sub>2</sub> -ekvivalent eller kr/kWh, 2004-priser | Effektivisering i 2050  | Utslippsreduksjon i 2050, mtCO <sub>2</sub> -ekv. | Innfasing, utslippsreduksjon (mtCO <sub>2</sub> -ekv.) i forhold til basialternativ hvis ikke annet er oppgitt |          |          |
|--|--|---|---|--|----------|----------|
|  |  |   |   | 2020   | 2035     | 2050     |
| 1. CO <sub>2</sub> -fangst fra gasskraftverk og lagring (ikke utnyttelse)            | 0,12 kr/kWh  |   | Rensegrad lik 85 prosent.                         | Implementert fullt ut fra første produksjonsår   |          |          |
| 2. Bygging av vind- og småkraftverk  | 0,30 kr/kWh  |   | Ren teknologi, utbygging ca. 21 TWh               | 6,8 TWh  | 12,6 TWh | 21,3 TWh |
| 3. Elektrifisering av elektrisitetsproduserende turbiner på sokkelen                 | Bruk av 8 TWh i 2050   |   | 3,1 mtCO <sub>2</sub> -ekv.                       | Jevn innfasing   |          |          |
| 4. CO <sub>2</sub> -fangst fra prosessutslipp og lagring (ikke utnyttelse)           | 270 kr/tCO <sub>2</sub> -ekv.  |   | 3 mtCO <sub>2</sub> -ekv.                         | Jevn innfasing   |          |          |
| 5. Prosessomlegginger  | 270 kr/tCO <sub>2</sub> -ekv.  |   | 2 mtCO <sub>2</sub> -ekv.                         | Jevn innfasing   |          |          |
| 6. CO <sub>2</sub> -nøytral fyring (overgang til biobrensel) for næringer og boliger | 0 kr/tCO <sub>2</sub> -ekv.  |   | 3,1 mtCO <sub>2</sub> -ekv.                       | 0,8  | 2,3      | 3,1      |
| 7. Energieffektivisering i boliger   | 0,03 kr/kWh (gjelder kun elektrisitet og ikke brensel)                           | Energibruk 30 prosent lavere enn i basialternativ i 2050          |   | Jevn innfasing   |          |          |
| 8. Energieffektivisering i næringsbygg   | 0,03 kr/kWh (gjelder kun elektrisitet og ikke brensel)                           | Energibruk 15-20 prosent lavere enn i basialternativ i 2050       |   | Jevn innfasing   |          |          |
| 9. Lavutslippskjøretøy (hybridbiler og el.biler)                                     | 504 kr/tCO <sub>2</sub> -ekv.  |   | 8 mtCO <sub>2</sub> -ekv.                         | 2  | 7        | 8        |
| 10. Overgang til biodrivstoff  | 353 kr/tCO <sub>2</sub> -ekv.  |   | 5 mtCO <sub>2</sub> -ekv.                         | 1  | 4        | 5        |
| 11. Effektivisering av transportarbeidet   | 0 kr/tCO <sub>2</sub> -ekv.  | Transportoljeforbruk 5 prosent lavere enn i basialternativ i 2050 |   | Jevn innfasing   |          |          |
| 12. Lavutslippsfartøy (gassdrift)  | 887 kr/tCO <sub>2</sub> -ekv.  |   | 2 mtCO <sub>2</sub> -ekv.                         | 1  | 1,4      | 2,0      |
| 13. Metan-gjenvinning fra gjødselkjellere  | 50 kr/tCO <sub>2</sub> -ekv.   |   | 1 mtCO <sub>2</sub> -ekv.                         | Jevn innfasing   |          |          |
| 14. Nye og bedre metanuttak  | 9 kr/tCO <sub>2</sub> -ekv.  |   | 0,7 mtCO <sub>2</sub> -ekv.                       | Jevn innfasing   |          |          |

Kilde: Lavutslippsutvalget.

Disse kostnadene, effektiviseringene (gevinster) og utslippsreduksjonene er i hovedsak basert på Institutt for energiteknikk (2006), se også Miljøverndepartementet (2006). Informasjonen i tabell 1 kan imidlertid avvike fra Institutt for energiteknikk (2006) og Miljøverndepartementet (2006) siden det er ikke oppdatert informasjon som ligger til grunn for SSBs beregninger. Gitt informasjon fra LUU når det gjelder *beregningene til SSB*, må en tenke seg at tiltakene representerer påbud om innføring av ny og mindre forurensende teknologi, og at bedrifter og husholdninger bærer kostnadene selv eller får gevinstene selv som følge av påbudet om den nye teknologien. Dette betyr imidlertid *ikke* at LUU ser for seg at tiltakene skal implementeres på denne måten i virkeligheten. Hvordan de skal implementeres i virkeligheten er i stor grad et åpent spørsmål.

LUU antar at den nye teknologien fases inn i løpet av en lang tidsperiode, fra 2006 til 2050. Kostnadene knyttet til tiltakene representerer endrede årlige driftskostnader og endrede årlige investeringskostnader beregnet ved hjelp av annuitetsmetoden. Jeg tolker årlige investeringskostnader beregnet ved hjelp av annuitetsmetoden dit hen at de representerer kapital-kostnader. Kostnader knyttet til forskning og utvikling, herunder kostnader knyttet til utprøving av ny teknologi i stor skala, er ikke inkludert i tallene i tabell 1. Tiltakene er ikke kostnadseffektive, dvs. at marginal-kostnaden knyttet til utslippsreduksjon ikke er den samme for de ulike tiltakene.

Tre av disse tiltakene skiller seg ut siden de innebærer effektiviseringer (også kalt produktivitetsøkninger)

<sup>1</sup> I informasjonen mottatt fra LUU kalles dette tiltaket "reduksjon og effektivisering av transportarbeidet", men jeg kaller det kun for "effektivisering av transportarbeidet" på grunn av måten det er implementert i beregningene, se Åvitsland (2006) for mer detaljer.

som isolert sett vil føre til økt BNP: «Energieffektivisering i boliger», «energieffektivisering i næringsbygg» og «effektivisering av transportarbeidet<sup>1</sup>». Sagt på en annen måte innebærer disse tre tiltakene at det trengs mindre elektrisitet og/eller brensel for å oppnå samme oppvarming av boliger, effekt av elektrisk husholdningsutstyr og lys i boliger, som før, det trengs mindre fyringsoljer og elektrisitet for å oppnå samme oppvarming av bygninger som før, og det trengs mindre transportoljer og bensin for å få transportert den samme mengden varer og samme antall personer som før. Dette er en gevinst for bedrifter og husholdninger.

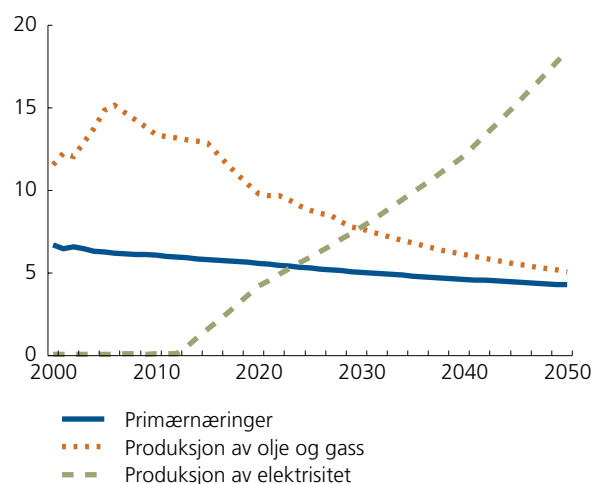
Tiltaket «effektivisering av transportarbeidet» og «CO<sub>2</sub>-nøytral fyring» skiller seg også ut ved at LUU antar at kostnaden er lik 0.

### Tilfellet uten gjennomføring av LUUs tiltak: basisalternativet

For å kunne si noe om effekter i norsk økonomi og effekter på utslipp av LUUs tiltakspakke er det behov for en beskrivelse av hvordan norsk økonomi og utslipp vil se ut *uten* at LUUs tiltak er gjennomført. Denne beskrivelsen kalles basisalternativet, og gir en mulig utviklingsbane fra 1999 til 2050. Basisalternativet bygger på mange antakelser om utviklingen framover. Disse antakelsene er, etter ønske fra LUU, i hovedsak basert på Finansdepartementet (2004), se også Åvitsland (2006). Det antas at olje- og gassprisen vokser raskere enn andre verdensmarkedspriser i basisalternativet. Det antas også at det ikke er noen generell CO<sub>2</sub>-avgift eller kvoter knyttet til CO<sub>2</sub>-utslipp i basisalternativet. Antakelsene er lagt inn i SSBs modell, og basisalternativet blir så beregnet.

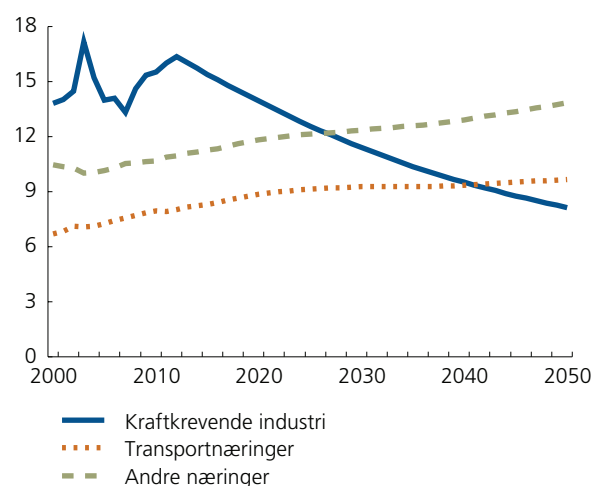
En viktig antakelse gjort av LUU i dette basisalternativet er at kraftkrevende industri (dvs. produksjon av treforedlingsprodukter, produksjon av kjemiske råvarer og produksjon av metaller) ikke vil oppleve samme vekst som andre næringer framover. LUU mener en slik utvikling er realistisk siden de gunstige kraftkontraktene til kraftkrevende industri er i ferd med å løpe ut, samtidig som det ikke er annonsert nye støtte tiltak overfor denne næringen. Nærmere bestemt antar LUU at bruken av elektrisitet til produksjon av treforedlingsprodukter og produksjon av kjemiske råvarer skal holdes lik 1999-nivået i alle år fram til 2050, mens bruken av elektrisitet til produksjon av metaller antas å være nesten halvert i 2050 i forhold til 1999-nivået. Dette fører til lavere klimagassutslipp i 2050 i basisalternativet enn hva tilfellet ville vært med en mindre svak utvikling for kraftkrevende industri. Dette skyldes at kraftkrevende industri er karakterisert ved relativt høye utslipp av klimagasser per enhet produsert, og at den lavere etterspørselen etter elektrisitet fører til lavere produksjon av gasskraft og dermed lavere utslipp av klimagasser derfra. Omstillingskostnader knyttet til nedleggelse av bedrifter i disse næringene (eller andre næringer) er ikke tatt hensyn til i SSBs beregninger.

Figur 1. Klimagassutslipp for ulike næringer. Basisalternativ. CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Mill. tonn



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 2. Klimagassutslipp for ulike næringer. Basisalternativ. CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Mill. tonn

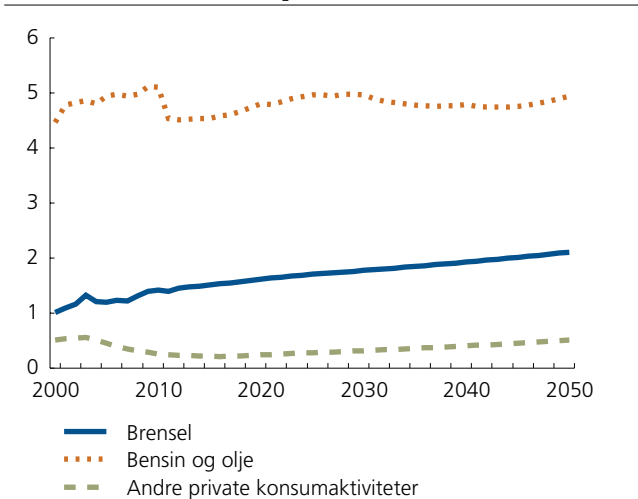


Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 1, 2 og 3 viser utviklingen i utslippene av klimagasser fra ulike næringer og fra ulike konsumvarer i basisalternativet.

Når det gjelder produksjonssiden, er klimagassutslipp særlig knyttet til jordbruk (del av primærnæringer i figur 1), produksjon av olje og gass, kraftkrevende industri, transportnæringer og til oljeraffinering og produksjon av kjemiske og mineralske produkter (del av andre næringer i figur 2). Utslippene fra andre næringer i figur 2 inkluderer også utslipp fra disse næringenes eget transport. I tillegg er det knyttet store klimagassutslipp til produksjon av gasskraft (del av produksjon av elektrisitet i figur 1). Når det gjelder utslipp fra husholdningenes konsum, er disse særlig knyttet til bensin og olje og til brensel.

**Figur 3. Klimagassutslipp for ulike private konsumaktiviteter. Basisalternativ. CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Mill. tonn**



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Når det gjelder utviklingen i klimagasser over tid, viser figur 1 at utslippene fra produksjon av olje og gass reduseres over tid. Dette skyldes redusert fremtidig produksjon av olje og gass. Utslippene fra primærnæringer reduseres også over tid, noe som blant annet skyldes lavere fremtidig produksjon innen jordbruk (denne produksjonen er eksogen i modellen) og antakelse om produktivitetsovervekninger knyttet til noen av produksjonsfaktorene. På grunn av den nevnte svake utviklingen for kraftkrevende industri reduseres også utslippene fra denne næringen over tid. Utslippene fra transportnæringer og fra gruppen kalt gjenværende næringer øker over tid på grunn av generell økonomisk vekst.

For produksjon av vannkraft er det i basisalternativet antatt at den gjennomsnittlige produksjonskapasiteten øker med 18 TWh fra 1999 til 2050. Dette er ikke nok til å dekke etterspørselen etter elektrisitet, noe som fører til at elektrisitetsprisen blir presset opp, og produksjon av gasskraft blir lønnsom. Økt produksjon av gasskraft (uten CO<sub>2</sub>-fangst) over tid forklarer hvorfor klimagassutslippene fra elektrisitetsproduksjon øker over tid.

Når det gjelder husholdningenes konsum, øker utslippene over tid, men ikke så mye som en skulle tro gitt økningen i husholdningskonsumet. Dette skyldes endret sammensetning av husholdningskonsumet, dvs. overgang fra varer som er forbundet med store utslipp av klimagasser til varer som er forbundet med mindre utslipp av klimagasser. Slike overganger skyldes blant annet det faktum at oljeprisen antas å vokse raskere enn andre verdensmarkedspriser i basisalternativet.

De totale utslippene av klimagasser øker fra 53,6 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 1999 til 66,9 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2050, dvs. en prosentvis økning på 24,8 prosent. Sammenliknet med utslippsni-

vået fastsatt i Kyoto-protokollen (50,3 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) er utslippsnivået i 2050 i basisalternativet 33 prosent høyere.

### Tilfellet med gjennomføring av LUUs tiltak: lavutslippsbanen

SSBs modell er så brukt til å lage en beskrivelse av hvordan norsk økonomi og utslipp vil se ut gitt at LUUs konkrete tiltakspakke gjennomføres. Denne beskrivelsen kalles lavutslippsbanen og er helt lik basisalternativet, med unntak av at LUUs tiltakspakke er fasett inn i økonomien fra 2006 til 2050. I tillegg er handel med elektrisitet endogen i lavutslippsbanen, se Boks om Hovedtrekk ved MSG-6. Det er nødvendig å «oversette» LUUs tiltakspakke til modellens «språk». Dette er gjort på følgende måte:

LUUs kostnader er i hovedsak implementert i modellen ved å redusere produktiviteten knyttet til realkapital. Dette betyr med andre ord at bedriftene trenger mer realkapital per enhet produsert. En kan tenke på dette som om f.eks. prosessindustrien trenger mer bygninger og anlegg per enhet produsert for å kunne sette i gang med CO<sub>2</sub>-fangst. Kostnader knyttet til «energieffektivisering i boliger» og «energieffektivisering i næringsbygg» er implementert i modellen ved å redusere produktiviteten knyttet til arbeidskraft i bygge- og anleggsnæringen. Dette innebærer at det trengs mer arbeidskraft per produsert enhet, og prisen på nyinvesteringer i boliger og bygninger øker. Siden det i modellen generelt er mulig med substitusjon vekk fra den produksjonsfaktoren som får redusert produktivitet, er LUUs kostnader noe undervurdert i beregningene. Kostnader knyttet til tiltakene «lavutslippskjøretøy» og «overgang til biodrivstoff» er implementert i modellen ved å øke importprisen på biler.

LUU antar at tiltakene fases inn i økonomien i løpet av en lang tidsperiode (fra 2006 til 2050). Dette må tolkes som at den eksisterende realkapitalbeholdningen i basisalternativet får lov til å deprimere (slites vekk) før den blir erstattet av ny realkapital kjennetegnet ved en mindre forurensende teknologi. Bruttorealinvesteringene vil dermed i hvert år være litt høyere enn i basisalternativet. Hvis tiltakene var blitt innført fullt ut i økonomien i nær framtid, ville effekten på brutto-realinvesteringene vært høyere. Over tid vil den eksisterende realkapitalbeholdningen i basisalternativet være byttet ut med en realkapitalbeholdning kjennetegnet ved en mindre forurensende teknologi. Når det gjelder tiltaket «CO<sub>2</sub>-fangst fra gasskraftverk og lagring» gjelder tiltaket fullt ut fra første produksjonsår.

LUUs effektiviseringer knyttet til produksjonssiden, dvs. tiltakene «energieffektivisering i næringsbygg» og «effektivisering av transportarbeidet», er implementert i modellen ved å øke produktivetsparametre knyttet til elektrisitet, fyringsoljer og transportoljer for de næringene som er dekket av tiltakene. Denne produktivetsøkningen kommer i tillegg til den produkti-



vitetsøkningen som allerede ligger inne i basisalternativet for mange av de berørte næringene. LUUs effektivisering knyttet til husholdningene, dvs. tiltaket «energieffektivisering i boliger», er implementert i modellen på en meget forenklet måte siden det ikke er noen eksplisitte produktivetsparametre knyttet til husholdningenes konsum i modellen. Nærmere bestemt antar jeg at det trengs mindre elektrisitet i fysiske enheter for å oppnå det samme konsumet av elektrisitet i faste priser som før. Effekten av dette vil være at ressurser frigjøres fra gasskraftproduksjon og kan brukes til produksjon av andre varer og tjenester istedet og dermed gi rom for økt husholdningskonsum. Tiltaket om energieffektivisering i boliger er i modellen kun knyttet til elektrisitet og ikke til brensel.

LUUs utslippsreduksjoner er implementert i modellen ved å redusere teknologiparametre knyttet til utslipp slik at den totale utslippskoeffisienten blir lavere. For noen av LUUs tiltak er imidlertid en slik måte å implementere tiltaket på uheldig. Dette gjelder først og fremst «CO<sub>2</sub>-nøytral fyring», «lavutslippskjøretøy» og «overgang til biodrivstoff», og «lavutslippsfartøy». For disse tiltakene burde utslippsreduksjonen funnet sted ved hhv. overgang fra fyringsoljer til biobrensel, fra bensin/diesel til elektrisitet og biodrivstoff og fra transportoljer til gass. Dette er imidlertid ikke mulig i den nåværende modellen siden verken biobrensel, hybridbiler, el.-biler, biodrivstoff eller gass-skip er variable i modellen. Teknologikoeffisientene knyttet til utslipp fra fyringsoljer og bensin/diesel/transportoljer er dermed justert ned i stedet. Dette innebærer at jeg i modellen får tatt hensyn til LUUs antatte utslippsreduksjoner, men modellens fremskrivninger av de nevnte produksjonsfaktorene vil være feil.

Når det gjelder næringsstruktur, sammensetning av husholdningenes konsum og effekter på BNP og husholdningenes konsum, er det imidlertid viktig å huske på at begrensningene i modellen vil påvirke resultatene i større eller mindre grad. Hvis en f.eks. tenker seg at biobrensel skal produseres innenlands, vil dette ha konsekvenser for næringsstrukturen, og hvis en tenker seg at biobrensel skal importeres, får dette effekter i modellen ved at denne økningen i import må finansieres ved økt eksport eller redusert import av andre varer. I tillegg ville innenlandsk etterspørsel etter fyringsolje bli redusert og påvirke næringen raffinering av jordolje. Men dette er altså ikke tatt hensyn til i beregningene.

Lavutslippsbanen er gjort provenynøytral (dvs. at netto skatteinntekter til det offentlige i lavutslippsbanen er satt lik tilsvarende størrelse i basisalternativet hvert år) ved endringer i såkalte lump sum skatter. Dette innebærer at jeg ikke har fokusert på hvordan et eventuelt underskudd i det offentlige skatteinntekter skal finansieres, realistisk sett, eller hvordan et eventuelt overskudd skal brukes.

**Tabell 2. Lavutslippsbanen. Prosentvis endring fra basisalternativet, 2020, 2035 and 2050**

| Faste 1999-priser:                         | 2020  | 2035  | 2050  |
|--|-------|-------|-------|
| Bruttonasjonalprodukt                      | 0,1   | 0,1   | 0,1   |
| Privat konsum                              | 0,0   | -0,2  | -0,1  |
| Bruttorealinvesteringer                    | 0,6   | 0,7   | 0,6   |
| Realkapital                                | 0,4   | 0,5   | 0,5   |
| Eksport:                                   | 0,0   | 0,0   | 0,1   |
| Olje og gass                               | 0,9   | 3,4   | 15,1  |
| Andre varer                                | -0,7  | -1,2  | -1,6  |
| Import                                     | -0,1  | -0,4  | -0,2  |
| Lønnskostnader per timeverk                | 0,1   | 0,0   | 0,1   |
| Prisindeks privat konsum                   | 0,2   | 0,5   | 0,5   |
| Sysselsetting, timeverk                    | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| Offentlig sektor                           | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| Industri                                   | -0,1  | -0,2  | -0,3  |
| Resten                                     | 0,0   | 0,0   | 0,1   |
| Klimagasser, CO <sub>2</sub> -ekvivalenter | -23,4 | -54,0 | -70,1 |

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

### Resultater: Sammenlikning av lavutslippsbanen med basisalternativet

I tabell 2 er lavutslippsbanen sammenliknet med basisalternativet ved hjelp av prosentvise endringer i ulike variable. Som vi ser av tabellen, har tiltakspakken effekter i ethvert år. I fremstillingen nedenfor fokuserer jeg imidlertid på resultatene på lang sikt, dvs. 2050. Alle tiltakene er da faset inn fullt ut. Beregningene viser at BNP øker med 0,1 prosent i 2050, sett i forhold til basisalternativet og målt i faste 1999-priser. BNP øker på grunn av tiltakene «energieffektivisering i boliger», «energieffektivisering i næringsbygg» og «effektivisering av transportarbeidet». Den positive effekten på BNP av disse tiltakene oppveier de negative effektene knyttet til LUUs oppgitte kostnader for alle tiltakene. Generelt er antakelser om økning i produksjonsfaktorenes produktivitet viktig for å forklare økning i BNP. «Energieffektivisering i boliger» og «energieffektivisering i næringsbygg», samt «effektivisering av transportarbeidet», er ensbetydende med økt produktivitet knyttet til produksjonsfaktoren energi (dvs. elektrisitet og også fyringsoljer for næringsbygg) og produksjonsfaktoren transportoljer. LUUs antakelser om denne økningen i produktivitet, som blir lagt eksogent inn i modellen, vil altså dominere resultatene og oppveie de negative effektene på BNP av LUUs oppgitte kostnader. Hvis en beregner effekten på BNP av alle tiltakene til LUU *unntatt* de tre nevnte tiltakene som innebærer økt produktivitet, er resultatet en nedgang på 0,2 prosent (i 2050 og sammenliknet med basisalternativet). Uansett er dette små endringer i BNP.

Mesteparten av økningen i BNP (på 0,1 prosent) anvendes til økte bruttorealinvesteringer (altså økte investeringer i bygninger og anlegg, maskiner og transportmidler). Disse øker med 0,6 prosent i 2050, sett i forhold til basisalternativet. Denne økningen skyldes først og fremst at mange av tiltakene innebærer at det trengs mer realkapital per produsert enhet. Som nevnt, kan en f.eks. tenke på dette som at det trengs mer bygninger og anlegg i prosessindustrien for å

kunne foreta CO<sub>2</sub>-fangst. Denne økningen i bygninger og anlegg har altså ikke noe med økt produksjon i prosessindustrien å gjøre, men med muligheten til å foreta CO<sub>2</sub>-fangst.

I tillegg viser beregningene at importen går ned og at eksporten går noe opp i 2050, hhv. -0,2 og 0,1 prosent. Husholdningenes konsum er i modellen lik det som er igjen av BNP og import (samlet tilgang) etter at etterspørselen etter bruttorealinvesteringer, offentlig konsum og eksport er tilfredsstillt. Gitt de nevnte endringene i BNP, bruttorealinvesteringer, import og eksport (offentlig konsum er tilnærmet uendret), betyr dette at husholdningenes konsum reduseres med 0,1 prosent. I beregningen hvor de tre tiltakene som innebærer økt produktivitet er utelatt, går husholdningenes konsum ned med 0,7 prosent (i 2050, sammenliknet med basisalternativet).

Når det gjelder næringsstruktur, indikerer beregningene at bruttoproduksjonen reduseres klart for prosessindustrien (her definert som produksjon av treforedlingsprodukter, produksjon av kjemiske råvarer, produksjon av metaller og produksjon av kjemiske og mineraliske produkter), inklusive oljeraffinering, og for elektrisitetsproduksjon. Når det gjelder prosessindustrien, inklusive oljeraffinering, skyldes nedgangen (-2,2 prosent) økte kostnader pga. tiltakene «CO<sub>2</sub>-fangst fra prosessindustrien» og «prosessomlegginger», i tillegg til en økning i lønn. I tillegg er det slik at tiltakene «energieffektivisering i næringsbygg» og «effektivisering av transportarbeidet», som vil føre til lavere kostnader, ikke omfatter prosessindustrien inklusive oljeraffinering. Den prosentvise nedgangen i bruttoproduksjonen er størst for produksjon av kjemiske råvarer (-7,4 prosent), produksjon av metaller (-5,7 prosent) og oljeraffinering (-3,2 prosent). Når det gjelder nedgangen i elektrisitetsproduksjon (-19,3 prosent), skyldes denne at gasskraftproduksjon (som er lønnsom i basisalternativet) ikke lenger er lønnsom i lavutslippsbanen pga. økte kostnader som følge av tiltaket «CO<sub>2</sub>-fangst fra gasskraftverk». I lavutslippsbanen er det nemlig handel med elektrisitet med utlandet, og den gitte verdensmarkedsprisen på elektrisitet er lik langtidsgrensekostnaden knyttet til norsk produksjon av gasskraft uten CO<sub>2</sub>-fangst. Dette er en rimelig antakelse siden LUU antar at utlandet ikke gjennomfører noen nye politikktiltak på miljøområdet.

Etterspørselen etter elektrisitet blir redusert pga. tiltakene «energieffektivisering i boliger» og «energieffektivisering i næringsbygg». I 2050 er nedgangen i etterspørselen etter elektrisitet mindre enn reduksjonen i produksjon av elektrisitet, og importen øker fra 1,5 TWh til 7,5 TWh. I beregningen hvor de tre tiltakene som innebærer økt produktivitet er utelatt, er importen av elektrisitet lik 45,2 TWh i 2050. Det er imidlertid viktig å huske på at etterspørselen etter elektrisitet er underestimert i modellen siden det ikke har vært mulig å implementere bruk av elektrisitet i biler (tiltaket «lavutslippskjøretøy»).

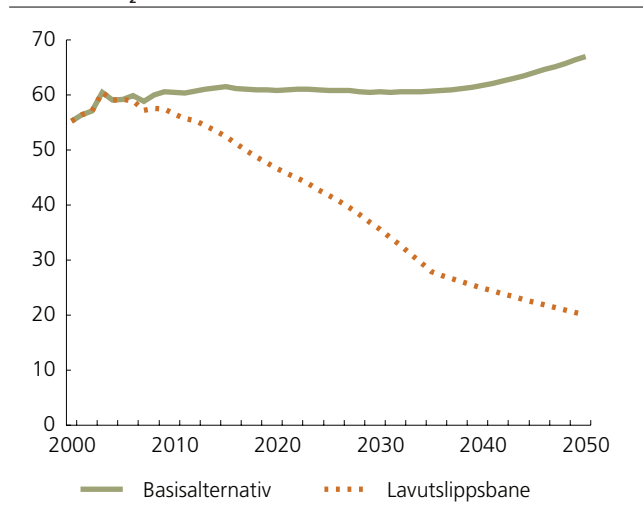
For å få tatt hensyn til kostnader knyttet til CO<sub>2</sub>-fangst fra gasskraftverk kunne produksjon av gasskraft vært eksogen i lavutslippsbanen og satt lik økningen i import av elektrisitet (det vil for eksempel si 6 TWh i 2050). Import av elektrisitet i en slik lavutslippbane ville dermed vært lik importen av elektrisitet i basisalternativet. Men dette er ikke gjort her. Kostnader knyttet til CO<sub>2</sub>-fangst fra gasskraftverk er altså ikke tatt hensyn til i beregningene.

Bruttoproduksjonen øker særlig for veitransport (+0,5 prosent) og flytransport (+1,1 prosent). Disse næringene får reduserte kostnader som følge av tiltaket «effektivisering av transportarbeidet». Også tiltaket «energieffektivisering i næringsbygg» bidrar til reduserte kostnader. For veitransport betyr dette at nedgangen i kostnader som følge av de to nevnte produktivitetsokningene ikke blir oppveid av økningen i kostnader som følge av økningen i importprisen på biler pga. de to tiltakene «lavutslippskjøretøy» og «overgang til biodrivstoff». I tillegg etterspør husholdningene transporttjenester som veitransport og flytransport istedenfor private biler som følge av den nevnte økningen i importprisen på biler. Når det gjelder sammensetningen av husholdningenes konsum, er det, som nevnt, en klar reduksjon i kjøp av biler, i tillegg til redusert konsum av bensin og oljer og tjenester knyttet til vedlikehold av biler.

En sammenlikning av lavutslippsbanen med basisalternativet viser at klimagassutslippene på lang sikt (dvs. i 2050) går ned fra 66,9 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter til 20 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter som følge av tiltakene, se figur 4. I forhold til utslippsnivået fastsatt i Kyotoprotokollen (50,3 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) utgjør dette en reduksjon i utslippene på 60,2 prosent. Når en sammenlikner utslippsnivået i 2050 i lavutslippsbanen med utslippsnivået fastsatt i Kyotoprotokollen, må en imidlertid være oppmerksom på at utviklingen i utslipp både i basisalternativet og i lavutslippsbanen vil bestemme den fremkomne prosentvise endringen. I denne forbindelse er det viktig å understreke den svake utviklingen for kraftkrevende industri i basisalternativet.

Det er også viktig å få fram at mesteparten av utslippsreduksjonen fra basisalternativet til lavutslippsbanen svarer til LUUs oppgitte utslippsreduksjoner (utslippsreduksjonen er altså bestemt for SSBs modellberegninger). Dette skyldes at LUUs tiltak må tolkes som påbud om innføring av ny og mindre forurensende teknologi, og at tiltakene dekker de største utslippskildene i norsk økonomi. Derfor er LUUs utslippsreduksjoner implementert i modellen ved å redusere teknologiparametre knyttet til utslipp fra de største utslippskildene. Det eneste som i modellberegningene kan endre LUUs utslippsreduksjoner, er økninger, reduksjoner og/eller reallokeringer i produksjon, faktorinnsats og husholdningers konsum som følge av økte kostnader og/eller økninger i produktivitet.

Figur 4. Klimagassutslipp . Basisalternativ og lavutslippsbane. CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Mill. tonn



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Slike endringer vil imidlertid ikke ha stor effekt på utslippene siden det generelt er lave utslippskoeffisienter i lavutslippsbanen.

I beregningen hvor de tre tiltakene som innebærer økt produktivitet er utelatt, er utslippene av klimagasser 20,5 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2050, altså kun 0,5 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter høyere enn i lavutslippsbanen. Grunnen til at utslippene ikke er høyere når bruk av fyringsoljer øker pga. utelatelse av tiltaket «energieffektivisering i næringsbygg» er at den totale utslippskoeffisienten knyttet til fyringsoljer er redusert pga. tiltaket «CO<sub>2</sub>-nøytral fyring». Grunnen til at utslippene ikke er høyere når bruk av transportoljer øker pga. utelatelse av tiltaket «effektivisering av transportarbeidet» er at den totale utslippskoeffisienten knyttet til transportoljer er nær 0 pga. tiltakene «lavutslippskjøretøy» og «overgang til biodrivstoff». Økningen i import av elektrisitet som følge av utelatelse av tiltakene «energieffektivisering i næringsbygg» og «energieffektivisering i boliger», innebærer at klimagassutslippene blir «eksportert». Dette betyr at andre land enn Norge produserer den elektrisiteten som skal til for å tilfredsstille norsk etterspørsel, og denne produksjonen kan f.eks. stamme fra gasskraft uten CO<sub>2</sub>-fangst (husk at LUU antar at andre land ikke implementerer noen nye politikktiltak på miljøområdet).

### Avsluttende merknader

Det er mange forbehold knyttet til SSBs beregninger. For det første er beregningene foretatt gitt at tiltakspakken fra LUU blir gjennomført. Denne tiltakspakken omfatter kostnader, gevinster og utslippsreduksjoner knyttet til innføring av ny og mindre forurensende teknologi. LUUs kostnader inkluderer ikke kostnader knyttet til forskning og utvikling, herunder kostnader knyttet til utprøving av ny teknologi i stor skala. I tillegg antar LUU at den nye teknologien fases inn i løpet av en lang tidsperiode slik at ingen må bytte ut

kapitalutstyr før det er ferdig deprimert (slitt vekk). På bakgrunn av informasjon fra LUU når det gjelder beregningene til SSB, må en tenke seg at tiltakene representerer påbud om innføring av ny og mindre forurensende teknologi, og at bedrifter og husholdninger bærer kostnadene selv eller får gevinstene selv som følge av påbudet om den nye teknologien. Dette betyr imidlertid ikke at LUU ser for seg at tiltakene skal implementeres på denne måten i virkeligheten. Hvordan de skal implementeres i virkeligheten er i stor grad et åpent spørsmål. En annen måte å innføre et påbud om ny teknologi kan f.eks. være at bedrifter og konsumenter ikke betaler den fulle kostnaden selv, men blir subsidiert av det offentlige i større eller mindre grad. En slik subsidiering må i så fall bli finansiert ved f.eks. å øke skattene. I tillegg antar LUU at utlandet ikke innfører noen nye politikktiltak på miljøområdet, og at kraftkrevende industri opplever en svak utvikling i basisalternativet. En følge av den første antakelsen er f.eks. at hvis utlandet også hadde innført lavutslippskjøretøy og biodrivstoff, ville dette kunne påvirke oljeprisen og dermed få effekter på den norske, oljeproduserende økonomien. Antakelsen om en svak utvikling for kraftkrevende industri innebærer at klimagassutslippene i 2050 i basisalternativet er lavere enn hva de ville vært med en mindre svak utvikling.

Modellen som er brukt i beregningene, passer ikke spesielt godt for enkelte av tiltakene. F.eks. har det ikke vært mulig, gitt tidsrammen for prosjektet, å få tatt hensyn til økt bruk av elektrisitet i forbindelse med «lavutslippskjøretøy». I tillegg er «oversettelsen» av LUUs tiltak til modellens «språk» foretatt på en grov måte. Jeg har også valgt å se bort fra effekter på skatteinntektene til det offentlige og antatt at arbeidstilbudet er eksogent. Det å se bort fra effekter på skatteinntektene er imidlertid mindre alvorlig i det tilfellet som er analysert i denne artikkelen (nemlig påbud om innføring av ny teknologi hvor bedrifter og konsumenter betaler for dette selv eller får gevinstene selv) enn om en hadde sett på tilfellet skissert over hvor innføring av den nye teknologien subsidieres i større eller mindre grad av det offentlige (da ville det jo ikke gitt mening å se bort fra effekter på skatteinntektene). Hvis arbeidstilbudet hadde vært endogent (altså bestemt i modellen), ville en eventuell reduksjon (økning) i arbeidstilbudet som følge av LUUs tiltak, ha medført en negativ (positiv) effekt på BNP.

Med alle disse forbeholdene som et bakteppe, viser beregningene at BNP går opp med 0,1 prosent og husholdningenes konsum reduseres med 0,1 prosent i 2050 (når tiltakene er faset inn fullt ut). Dette dreier seg om små endringer. Det er små endringer i andre år også (i 2020 og 2035). Økningen i BNP skyldes «energieffektivisering i boliger», «energieffektivisering i næringsbygg» og «effektivisering av transportarbeidet». Uten disse tre tiltakene reduseres BNP og husholdningenes konsum med hhv. 0,2 og 0,7 prosent i 2050 sammenliknet med basisalternativet. Klimagass-

utslippene reduseres fra om lag 67 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i basisalternativet til 20 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i lavutslippsbanen. Siden LUUs tiltak må tolkes som påbud om ny og mindre forurensende teknologi for de største utslippskildene i norsk økonomi, kan utslippsreduksjonen hovedsakelig forklares ved LUUs antatte utslippsreduksjoner knyttet til den nye teknologien (utslippsreduksjonen som følger av modellberegningen er altså i hovedsak bestemt før modellberegningen). I tilfellet *uten* «energieffektivisering i boliger», «energieffektivisering i næringsbygg» og «effektivisering av transportarbeidet» er klimagassutslippene i 2050 om lag som i lavutslippsbanen, men importen av elektrisitet er 37,7 TWh høyere enn i lavutslippsbanen. Når det gjelder næringsstruktur, er det i lavutslippsbanen en stor prosentvis nedgang for produksjon av kjemiske råvarer (-7,4 prosent i 2050) og produksjon av metaller (-5,7 prosent i 2050) sammenliknet med basisalternativet. Dette skyldes blant annet økte kostnader på grunn av tiltakene «CO<sub>2</sub>-fangst fra prosessindustrien» og «prosessomlegginger».

## Referanser

Finansdepartementet (2004): St.meld. nr. 8 (2004-2005). Perspektivmeldingen 2004 - utfordringer og valgmuligheter for norsk økonomi.

Holmøy, E., B. Strøm og T. Åvitsland (1999): Empirical characteristics of a static version of the MSG-6 model, Documents 99/1, Statistics Norway.

Institutt for energiteknikk (2006): Reduserte klimagassutslipp: teknologiske kiler - innspill til Lavutslippsutvalget, rapport IFE/KR/F-2006/045.

Miljøverndepartementet (2006): Et klimavennlig Norge, NOU 2006:18.

Åvitsland (2006): Reductions in greenhouse gas emissions in Norway - calculations for the Low Emission Commission, kommer i serien Rapporter, Statistisk sentralbyrå

### Hovedtrekk ved MSG-6

MSG-6 gir en relativt disaggregert beskrivelse av produksjons- og konsumstrukturen i norsk økonomi. Modellen spesifiserer 42 private og 9 offentlige produksjonsaktiviteter, samt 33 private konsumsektorer. Ved hjelp av tall fra Nasjonalregnskapet er modellen kalibrert til 1999 som basisår. Produkter og faktorer kan flyttes kostnadsfritt mellom ulike anvendelser. I modellen vil veksten i bruttonasjonalproduktet i hovedsak være drevet av veksten i arbeidskraft (her gitt eksogent fra modellbrukeren), veksten i kapital og av veksten i faktorenes produktivitet (gitt eksogent fra modellbrukeren).

Produksjonsteknologien er gitt, og det er f.eks. slik at fyringsoljer og/eller elektrisitet blir brukt til oppvarming, mens transportstyr bruker transportoljer og bensin. Det er ingen mulighet for å ta i bruk ny teknologi som CO<sub>2</sub>-nøytral fyring, el-biler, hybridbiler, biodrivstoff eller gass-skip. Generelt er det i modellen mulig med substitusjon mellom de ulike produksjonsfaktorene som består av arbeidskraft, realkapital (bygninger og anlegg, maskiner og transportmidler) og vareinnsats, herunder fyringsoljer, transportoljer og bensin, og elektrisitet til hhv. oppvarming og drift av maskiner. Det er eksogene produktivetsparametre knyttet til hver produksjonsfaktor. Produsentatferden er karakterisert ved maksimering av bedriftens verdi. Forventninger om kapitalgevinster er eksogene i denne versjonen av modellen. Produsentene står overfor gitte verdensmarkedspriser, men har noe markedsrett på hjemmemarkedet. Bedriftenes produktfunksjon er i de fleste næringer karakterisert ved avtakende skalautbytte.

Elektrisitet er en homogen vare som enten blir produsert ved hjelp av vannkraft eller gasskraft. Produksjon av elektrisitet skiller seg fra andre produksjonssektorer siden det ikke er mulig å substituere seg mellom de ulike produksjonsfaktorene. Produksjon av vannkraft er eksogen, og produksjon av gasskraft er endogen. Dette betyr at en kan ha utbygging av vannkraft i modellen selv om denne utbyggingen ikke er lønnsom. I basisalternativet er eksport og import av elektrisitet eksogene (de gitte kvantaene er imidlertid ikke store), mens elektrisitetsprisen er endogen. I lavutslippsbanen er elektrisitetsprisen eksogen og satt lik sin verdi i basisalternati-

vet, dvs. at denne prisen er tilnærmet lik langtidsgrensekostnaden til gasskraftproduksjon uten CO<sub>2</sub>-fangst. Import av elektrisitet er endogen i lavutslippsbanen (mens eksport av elektrisitet fremdeles er eksogen).

Husholdningenes konsum er i modellen lik det som er igjen av BNP og import (samlet tilgang) etter at etterspørselen etter bruttorealinvesteringer, offentlig konsum og eksport er tilfredsstillt. Når det gjelder sammensetningen av husholdningenes konsum, bestemmes denne av en representativ konsument, blant annet på bakgrunn av prisforholdet mellom de ulike varene og tjenestene. I modellen er det slik at brensel og/eller elektrisitet blir brukt til oppvarming, mens biler bruker bensin. Det er ikke mulighet for CO<sub>2</sub>-nøytral fyring, el.-biler, hybridbiler eller bruk av biodrivstoff. Det er ikke noen eksplisitte produktivetsparametre knyttet til husholdningenes konsum i modellen i utgangspunktet.

Det offentlige nettofinansinvesteringer, bruttorealinvesteringer og sysselsetting er eksogene hvert år i banene. Lumpsum skatter justerer seg slik at den eksogene banen til det offentlige nettofinansinvesteringer blir overholdt.

Overskuddet på driftsbalansen overfor utlandet er eksogent, nærmere bestemt er det gitt hvert år i banene. Dette innebærer at investeringer i realkapital blir finansiert ved lavere husholdningskonsum i stedet for ved økning i nettogjeld overfor utlandet. Det at driftsbalansen overfor utlandet er gitt innebærer også at en forverring (forbedring) av handelsbalansen, og dermed brudd på kravet om gitt driftsbalanse, krever at lønn og/eller husholdningenes konsum reduseres (økes) for å få oppfylt kravet om gitt driftsbalanse igjen.

En ettermodell beregner utslippene av klimagasser (de 6 Kyoto-gassene som LUU er opptatt av). Disse er knyttet mot næringenes bruttoproduksjon, bruk av fyringsoljer, transportoljer og vareinnsats ellers, samt husholdningenes konsum av ulike varer, herunder brensel og bensin/diesel, vha. eksogene utslippskoeffisienter og eksogene teknologiparametre.