



# SNOW-modellen for Norge

Dokumentasjon av framskrivningsmodellen for norsk økonomi og utslipp

TALL

SOM FORTELLER

NOTATER / DOCUMENTS

2019 / 1

Orvika Rosnes, Brita Bye og Taran Fæhn

I serien Notater publiseres dokumentasjon, metodebeskrivelser, modellbeskrivelser og standarder.

© Statistisk sentralbyrå  
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen  
skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde.

Publisert 11. januar 2019

ISBN 978-82-537-9863-9 (elektronisk)

<b>Standardtegn i tabeller</b>	<b>Symbol</b>
Tall kan ikke forekomme	.
Oppgave mangler	..
Oppgave mangler foreløpig	...
Tall kan ikke offentliggjøres	:
Null	-
Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
Foreløpig tall	*
Brudd i den loddrette serien	—
Brudd i den vannrette serien	
Desimaltegn	,

## Forord

SNOW (Statistics Norway's World model) er en "familie" numeriske generelle likevektsmodeller som har samme kjerne. I en gren av modellene – SNOW-NO (Statistics Norway's World model – Norway) – er Norge modellert som en liten åpen økonomi, mens resten av verden er modellert eksogent. Dette notatet dokumenterer den rekursivt dynamiske versjonen av SNOW-NO som brukes av Finansdepartementet i framskrivninger av norsk økonomi og norske utslipp fra et kalibrert basisår. Denne modellversjonen ble levert Finansdepartementet som del av modellkontrakten om SNOW-NO, og er blant annet brukt i arbeidet med Perspektivmeldingen 2017 og Nasjonalbudsjettet for 2019.

Statistisk sentralbyrå, 10. desember 2018

Brita Bye

## Forkortelser

---

CES	Constant Elasticity of Substitution
CET	Constant Elasticity of Transformation
SNOW	Statistics Norway's World model
SNOW-NO	Statistics Norway's World model – Norway

---

## Sammendrag

Dette notatet dokumenterer den rekursivt dynamiske versjonen av SNOW-modellen for norsk økonomi (SNOW-NO). Denne versjonen av SNOW-NO kan brukes til å framskrive norsk økonomi fra et kalibrert basisår til en tenkt likevekt i hvert år framover ved å gi anslag på eksogene variable og parametere.

SNOW er en modell som er utviklet for langsiktige studier av klimapolitikk og utslippsutvikling. Derfor er det i modelleringen lagt vekt på egenskaper som er viktige for klimapolitikk og utslipp, slik som sektorinndeling, spesifisering av skatter og avgifter, substitusjonsmuligheter osv. Modellen inkluderer utslipp av drivhusgasser (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFK, PFK og SF<sub>6</sub>), utslipp fra langtransportert forurensning som omfattes av Gøteborg-protokollen (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> og NMVOC) og utslipp av svevestøv (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>).

## Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>Forkortelser</b> .....	<b>4</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Hovedtrekk ved SNOW-NO</b> .....	<b>7</b>
2.1. Produksjon .....	7
2.2. Husholdninger .....	11
2.3. Offentlig sektor .....	12
2.4. Utenrikshandel .....	13
2.5. Realkapitalutvikling og rentenivå .....	14
2.6. Utslipp .....	14
2.7. Prising av klimagassutslipp .....	15
<b>3. Skatter og avgifter i SNOW</b> .....	<b>17</b>
3.1. Skatter og avgifter som er med i kryssløpstabellen .....	17
3.2. Skatter som er utenfor kryssløpstabellen .....	21
<b>4. SNOW i GAMS</b> .....	<b>22</b>
4.1. Rutiner for input og resultatrapportering i Excel .....	22
4.2. Eksogene antakelser i dynamisk rekursiv simulering .....	22
4.3. Variabelliste .....	25
4.4. Resultatfiler .....	26
<b>Referanser</b> .....	<b>30</b>
<b>Vedlegg A: Næringer og varer for sluttforbruk i SNOW</b> .....	<b>31</b>
<b>Vedlegg B: Næringer i SNOW med tilhørende NR-koder</b> .....	<b>34</b>
<b>Vedlegg C: Elastisiteter</b> .....	<b>38</b>
<b>Vedlegg D: En stilisert framstilling av den rekursivt dynamiske modellen</b> .....	<b>39</b>

## 1. Innledning

Generelle likevektsmodeller knytter sektorene i økonomien sammen gjennom kryssløpet, faktormarkedene og budsjettbetingelsene. SNOW-modellene<sup>1</sup> er en “familie” numeriske generelle likevektsmodeller som har samme kjerne. I en gren av modellene – SNOW-NO<sup>2</sup> – er Norge modellert som en liten åpen økonomi, mens resten av verden er modellert eksogent. Denne rekursivt dynamiske versjonen av SNOW-NO kan brukes til å framskrive norsk økonomi fra et kalibrert basisår til en tenkt likevekt i hvert år framover ved å gi anslag på eksogene variable og parametere.

Modellens datagrunnlag er nasjonalregnskapet (ved kryssløpstabeller) og utslippsregnskap.<sup>3,4</sup> Modellen er utviklet i GAMS/MPSGE (GAMS, 2014; Rutherford, 1999).

En stilisert algebraisk framstilling av en generell likevektsmodell, og hvordan en rekursivt dynamisk modell determineres, er gitt i vedlegg D.

## 2. Hovedtrekk ved SNOW-NO

SNOW-NO framstiller økonomien som bestående av husholdninger, bedrifter i ulike private, statlige og kommunale næringer og en offentlig sektor. Husholdningene og bedriftene er modellert som representative aktører. Husholdningen mottar alle inntekter fra primærfaktorene arbeidskraft, kapital og naturressurser. Offentlig sektor mottar alle skatteinntektene og betaler ut subsidier til næringer og overføringer til husholdningen. Økonomien er liten og åpen med omfattende handel med utlandet. Den rekursive modellen er en serie statiske modeller der hvert enkelt år blir knyttet sammen via husholdningenes sparebeslutninger (se kap. 2.2) og bedriftenes investeringsbeslutninger (se kap. 2.5).

### 2.1. Produksjon

Det er én representativ bedrift i hver næring som minimerer kostnadene i hver periode. Totalt er det 46 næringer; hver næring produserer én vare (se liste over næringer i Tabell 9 i vedlegg A, samt en detaljert oversikt over næringer i vedlegg B).

Produksjonsteknologiene har konstant skalautbytte og er modellert som CES-funksjoner<sup>5</sup> der kapital, arbeidskraft og ulike innsatsvarer (inkl. energivarer) til en viss grad er substituerbare med hverandre (se Figur 1). Etterspørselen etter innsatsfaktorer følger av kostnadsminimeringen i bedriftene. Det er mulig å spesifisere ulike substitusjonselastisiteter<sup>6</sup> på alle nivåer i CES-funksjonen, og modellbruker kan sette de substitusjonselastisitetene som anses relevante. Nåværende verdier for substitusjonselastisiteter er gitt i vedlegg C.

Arbeidskraft og kapital kan flyttes mellom innenlandske sektorer. Kapitalen består av tre arter (bygg og anlegg; maskiner og utstyr; transportmidler), se Figur 1.

---

<sup>1</sup> SNOW: Statistics Norway's World model

<sup>2</sup> SNOW-NO: Statistics Norway's World model – Norway.

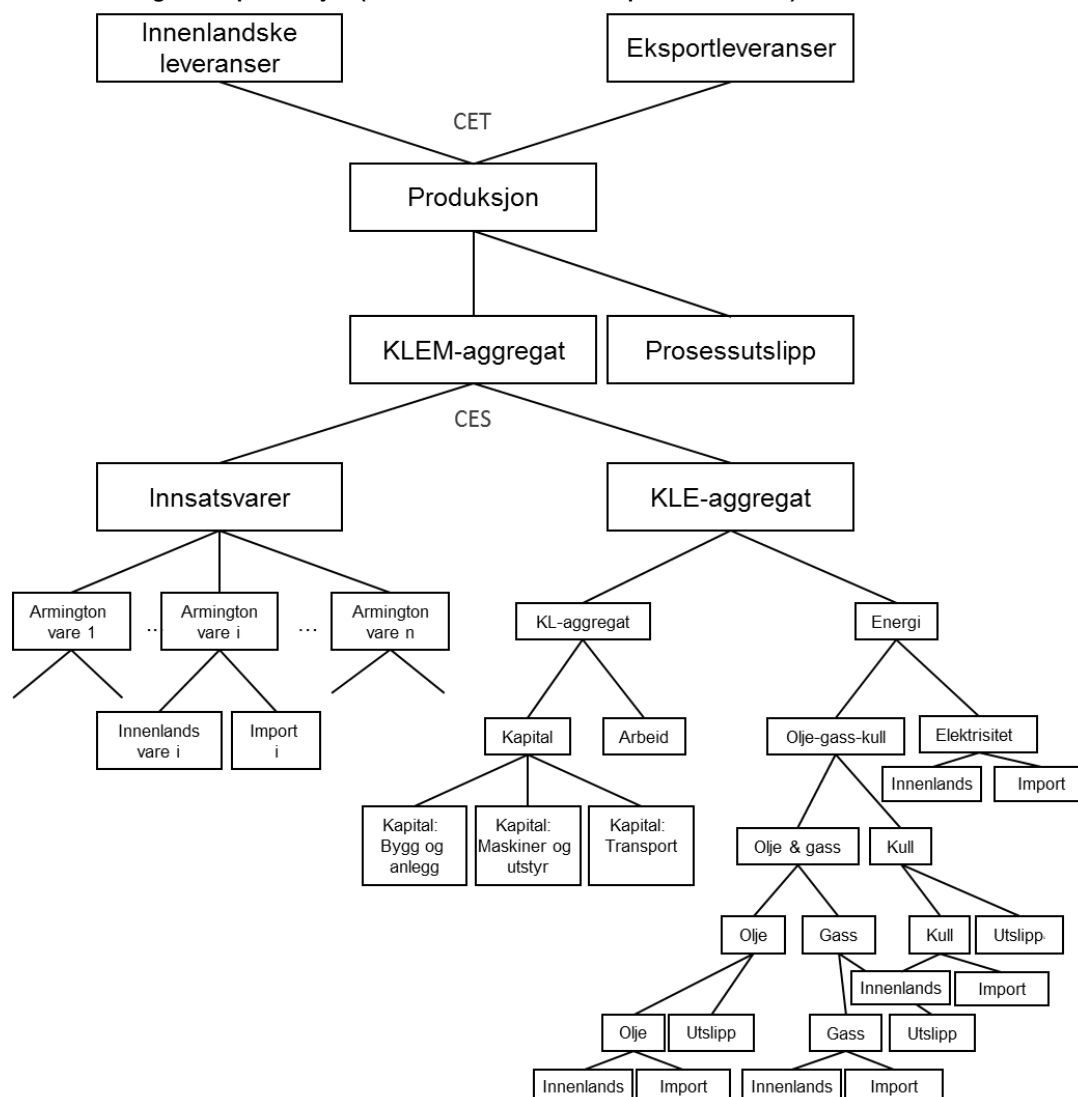
<sup>3</sup> Se <https://www.ssb.no/en/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/tables/supply-and-use-and-input-output>

<sup>4</sup> Se <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn>

<sup>5</sup> CES: Constant Elasticity of Substitution, se Varian (1992).

<sup>6</sup> Modellbrukerens valg av substitusjonselastisitet i de ulike leddene bestemmer hvor substituerbare varene er. Elastisitet på 0 betyr ingen substitusjonsmulighet (Leontief).

Figur 1 CES-teknologien for produksjon (unntatt varer med sektorspesifikk ressurs)



Kapitaltilgangen er gitt i basisåret og utvikles deretter i takt med de innenlandske investeringene, som igjen bestemmes av sparingen til konsumenten i hver periode. Total tilgang på arbeidskraft er eksogent gitt i hver periode.<sup>7</sup>

Alle varer består av substituerbare importerte og hjemmeproduerte varianter. Dette er også representert som CES-aggregater av variantene (se Armington-varer i Figur 1). Denne Armington-modelleringen (Armington, 1969) ligger til grunn for handelen. Heterogeniteten mellom hjemmeproduert og importert variant avhenger av substitusjonselastisiteten. På tilsvarende måte består produksjonen av en variant for eksport og en for hjemmemarkedet, forbundet i et CET<sup>8</sup>-aggregat.

Verdensmarkedspriser er eksogent gitt. Faktorpriser og priser på leveranser innenlands er alle bestemt av likevekten i det innenlandske markedet. Alle prisene er realpriser, da modellen har konsumprisindeksen som numeraire.

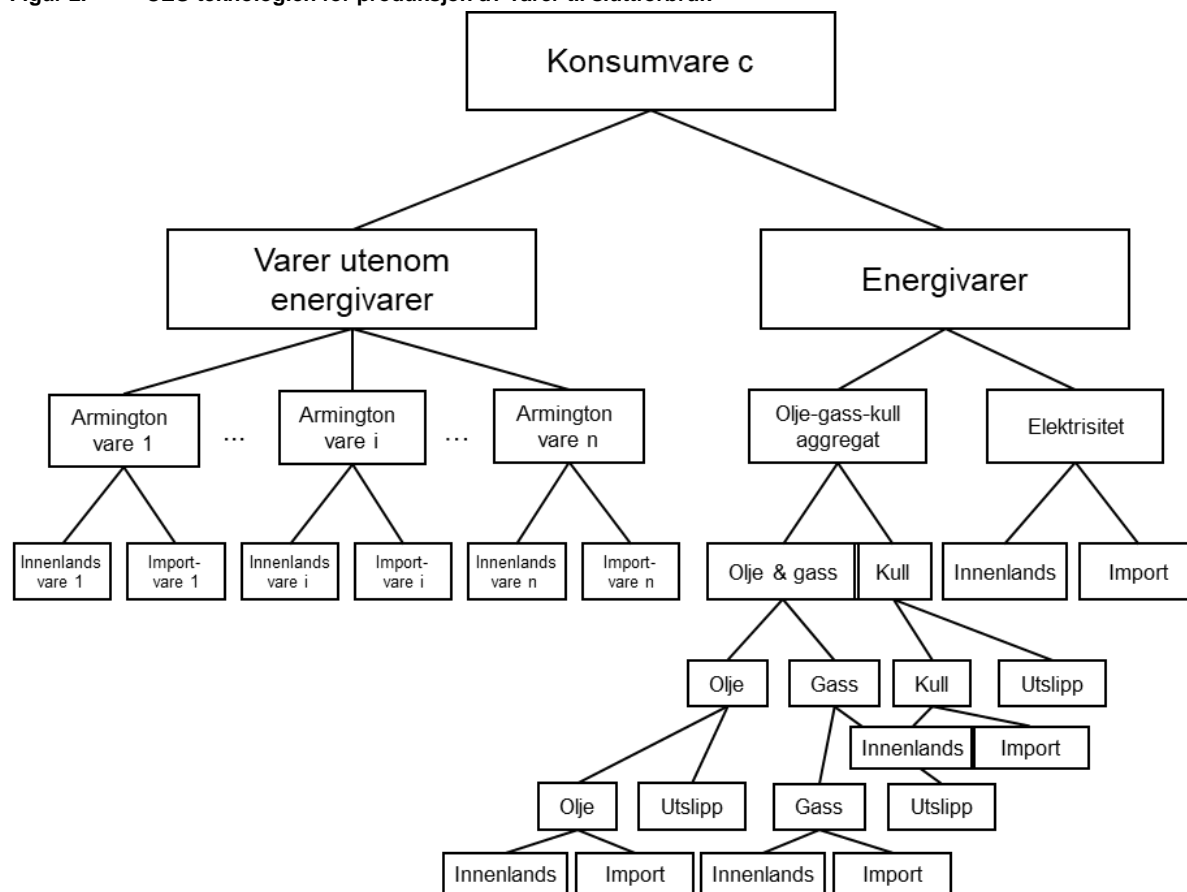
Figur 2 viser hvordan leveranser fra de ulike næringene blir aggregert til varer for sluttforbruk. Denne strukturen gjelder for alle konsumvarer  $c$  (liste over konsumvarer er gitt i Tabell 10 i vedlegg A). Sluttforbruket blir beskrevet nærmere i avsnitt 2.2.

<sup>7</sup> En modell med endogent arbeidstilbud er under utvikling.

<sup>8</sup> CET: Constant Elasticity of Transformation



Figur 2. CES-teknologien for produksjon av varer til sluttforbruk



### Modellering av petroleumsnæringen

Figur 3 viser produksjonsstrukturen for sektoren *Utvinning av olje og gass (CRU)*<sup>9</sup>, som skiller seg fra øvrige sektorer ved å ha en sektorspesifikk olje- og gassressurs som er eksogent gitt.

### Kalibreringen av petroleumsressursen

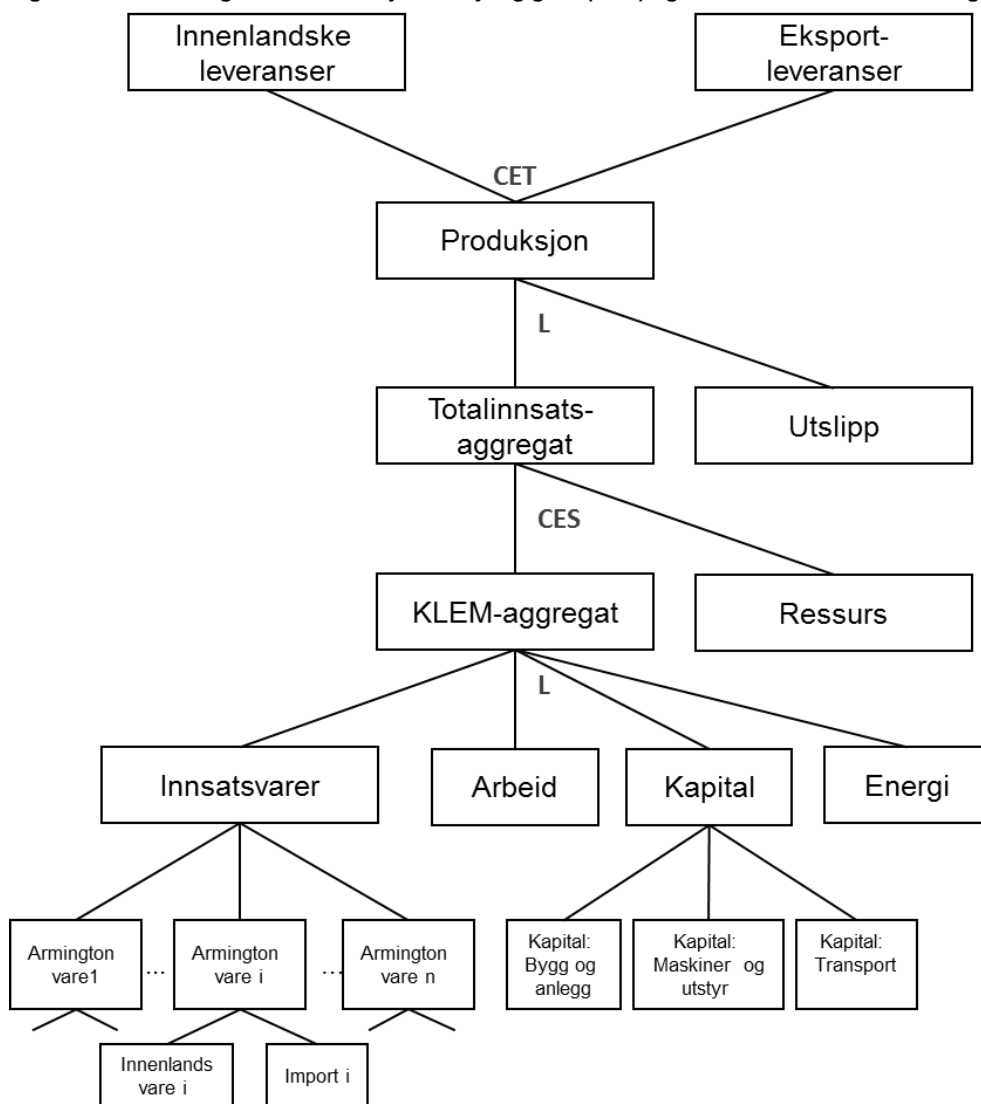
Kryssløpstabeller gir oss ingen informasjon om verdien av ressursinnsatsen. Verdien av ressursinnsatsen i basisåret er kalibrert ved å definere overskuddet etter normalskatt som ressursverdi.<sup>10</sup>

Det er mulig å endre tilgangen på denne ressursen i framtiden (i referansebanen eller i scenarier) vha. vekstparameteren  $grR$  (se avsnitt 4.2).

<sup>9</sup> CRU inneholder utvinning av råolje og naturgass og tjenester tilknyttet denne.

<sup>10</sup> Likevekten karakteriseres ved at det ikke er renprofitt. I de andre næringene antar vi derfor at overskuddet tilfaller kapitaleiere, og fordeler overskuddet proporsjonalt på de tre kapitalartene.

Figur 3. CES-teknologien for Produksjon av olje og gass (CRU) og andre ressursbaserte næringer



### ***Substitusjonselastisiteter i petroleumsnæringen***

I modellversjonen som ble benyttet for Perspektivmeldingen 2017 er alle substitusjonselastisitetene i produktfunksjonen for petroleumssektoren lik 0 (dvs. såkalt Leontief). Det betyr at produksjonen står i et fast forhold til ressursmengden.

I basisversjonen av SNOW, som brukes av SSB, er det ikke antatt et fast forhold mellom ressursmengden og produksjonen i petroleumsnæringen. Substitusjonselastisiteten innenfor KLEM-aggregatet er lik null og substitusjonselastisiteten mellom produktet og prosessutslippene er null for petroleumsnæringen, mens substitusjonselastisiteten mellom ressursen og KLEM-aggregatet er positiv. Denne substitusjonselastisiteten mellom ressursen og de andre innsatsfaktorene kan man kalibrere ved å benytte sammenhengen mellom substitusjonselastisiteten, tilbudselastisiteten for oljeproduksjon og faktorandelene i basisåret (se Rutherford (2002), kap. 6). For eksempel med tilbudselastisiteten lik 1 og faktorandeler fra dataene gir dette substitusjonselastisitet på 2,5 mellom ressurstilgangen av olje og andre innsatsfaktorer.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Det er stor spredning i empiriske anslag for tilbudselastisitet for oljeproduksjon, se litteraturgjennomgangen i Fæhn mfl. (2017).

### **Ressursrentebeskatning**

Ressursrentebeskatningen er modellert ved å knytte en effektiv skattesats til petroleumsressursen. Det er viktig å huske på at skattesatsen er beregnet på grunnlag av verdier i 2013 (innbetalt særskatt på petroleum og verdien av ressursinnsats); endres disse, endres også den effektive skattesatsen.

### **Modellering av andre ressursbaserte næringer**

I modellversjonen som ble benyttet i Perspektivmeldingen 2017 er også næringene *Jordbruk, jakt og viltstell* (AGR) og *Elektrisitet* (ELE)<sup>12</sup> modellert på samme måte som *Utvinning av råolje og naturgass* (CRU), se Figur 3, ved at det er ingen substitusjonsmuligheter mellom de ulike innsatsfaktorene, og ressurstilgangen kan brukes til å styre utviklingen av næringen.<sup>13</sup>

## **2.2. Husholdninger**

Husholdningen mottar alle inntekter fra primærfaktorene arbeidskraft, kapital og naturressurser (olje og gass). Konsum i nåværende periode og framtidig konsum (sparing) er knyttet sammen i en CES-funksjon, se Figur 4. Substitusjonselastisiteten mellom nåværende og framtidig konsum er lik 1, som impliserer faste budsjettandeler for konsum og sparing.<sup>14</sup>

Sammensetningen av konsumet i nåværende periode følger av konsumentens optimering, gitt samlet konsumutgift og relative konsumvarepriser i nåværende periode. Samlet konsum fordeler seg på *boligtjenester*, *transporttjenester* og *andre varer og tjenester* som er substituerbare vareaggregater, se det nest øverste trinnet i CES-strukturen i figur 4. I *boligtjenester* kan bygninger og energi til en viss grad erstatte hverandre: f.eks. ved å investere mer i bygningen kan energiforbruket reduseres. For energi i boligtjenester er elektrisitet og andre energibærere substitutter, og på trinnet under er andre energibærere (gass, fyringsolje, ved, fjernvarme, mfl.) substituerbare. I *transporttjenester* er privat og kollektivtransport substitutter. I privat transport er det en viss substitusjonsmulighet mellom kjøretøy og drivstoff: drivstoffbruken kan reduseres ved å investere i en mer energieffektiv bil. I kollektivtransport kan de ulike transportmidlene (vei-, bane-, fly- og båttransport) erstatte hverandre til en viss grad.<sup>15</sup> Det nederste nivået på figur 4 viser de enkelte konsumvarene i modellen (se liste over varer for sluttforbruket i Tabell 10 i vedlegg A).

Varenes andeler i aggregatene er i utgangspunktet bestemt av basisårsdata, men påvirkes av endringer i relative priser (som følge av politikkenringer eller andre sjokk i økonomien).

---

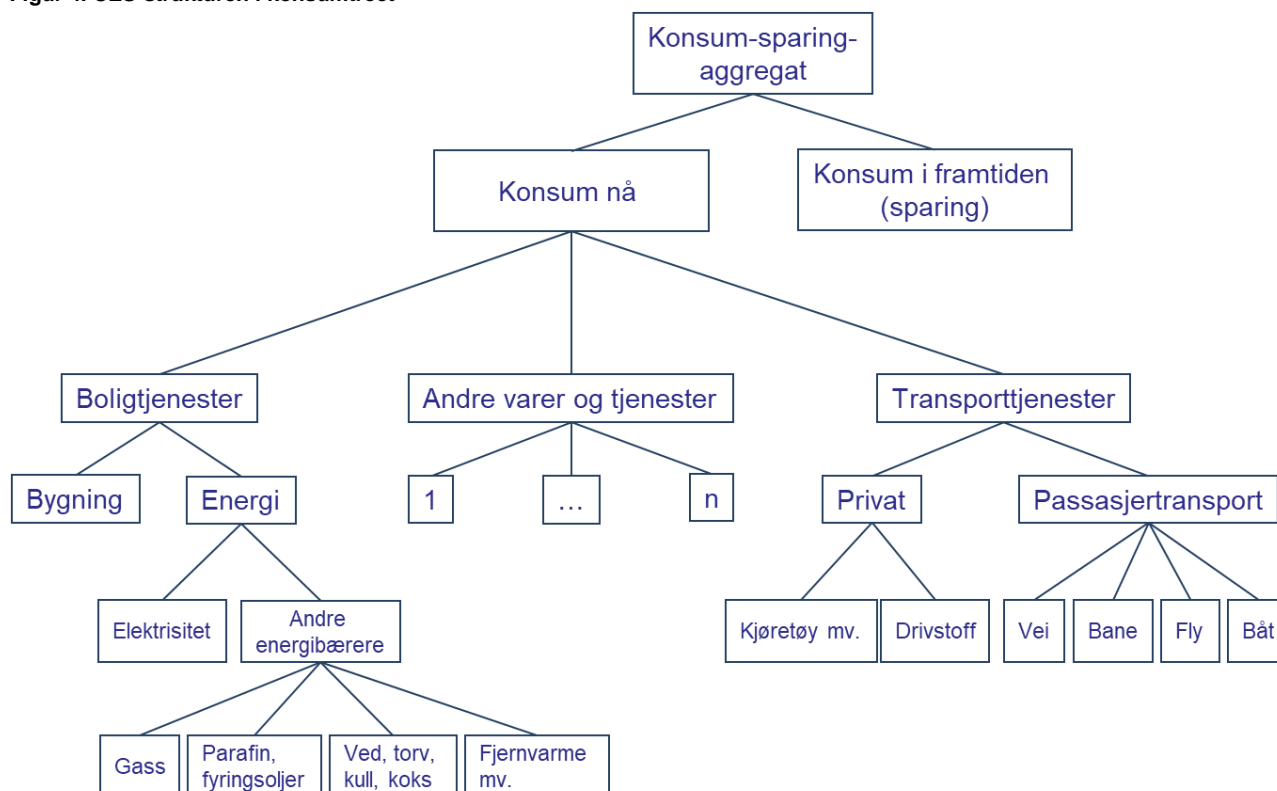
<sup>12</sup> *Elektrisitet* inneholder både produksjon av elektrisitet og overføring og distribusjon av og handel med elektrisitet (se vedlegg B).

<sup>13</sup> I basisversjonen av SNOW som brukes i SSB har også disse næringene substitusjonsmuligheter mellom ressurstilgangen og andre innsatsfaktorer, dvs. utviklingen i produksjonen er ikke proporsjonal med ressurstilgangen.

<sup>14</sup> En nærmere beskrivelse av bestemmelsen av konsum og sparing i denne rekursive modellen er gitt vedlegg D.

<sup>15</sup> Disse varene representerer kjøp av transporttjenester fra tilbydere av transporttjenester, mao. kjøp av billetter til buss, tog, fly og båt (inkl. skatter og avgifter). Transporttjenester produseres av transportnæringer (se omtale i avsnitt 2.2). Endringer i f.eks. etterspørsel etter busstjenester gjenspeiles i endringer i drivstoffbruk i næringer som tilbyr busstjenester.

Figur 4. CES-strukturen i konsumtreet



### 2.3. Offentlig sektor

Produksjon i offentlig forvaltning skjer i fire næringer i modellen<sup>16</sup> (se vedlegg B for en detaljert liste over hvilke nasjonalregnskapsnæringer de består av):

- OSS Statsforvaltning (adm., undervisning, helse, omsorg, kultur)
- OSK Kommuneforvaltning (adm., undervisning, helse, omsorg, vann, kultur)
- OSG Forsvaret
- AVK Avfall (kommunal)

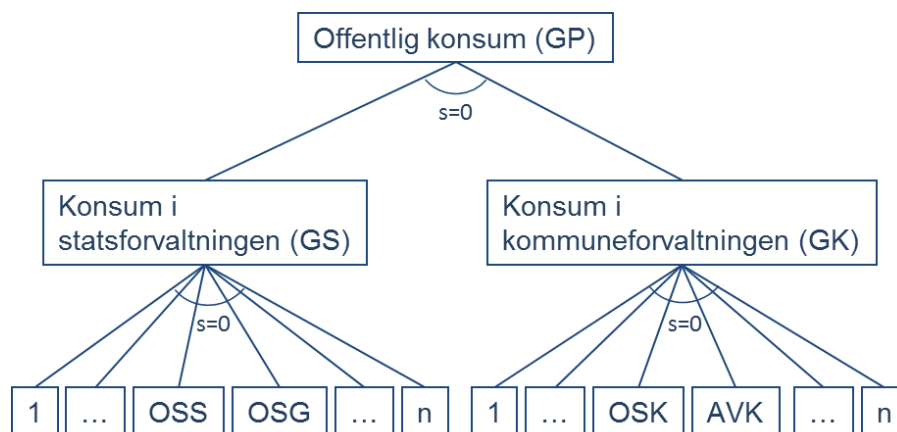
Disse produserer hvert sitt «produkt» etter samme CES-funksjon som alle andre næringer, med produktinnsats, arbeidskraft og kapital som innsatsfaktorer (se Figur 1). Kostnadsandelene er bestemt av basisårsdata i kryssløpstabeller. Alle substitusjonselastisitetene er satt til 0 (Leontief-struktur), som innebærer at produksjonen er proporsjonal med bruken av innsatsfaktorer.

#### Offentlig budsjettbetingelse

Samlet offentlig konsum GP består av varene *Konsum i statsforvaltningen* (GS) og *Konsum i kommuneforvaltningen* (GK) som igjen produseres vha. innsatsvarer levert av alle andre næringer, se Figur 5. Produksjon i næringene OSS og OSK utgjør en stor del av konsumet i hhv. statsforvaltningen og kommuneforvaltningen.

<sup>16</sup> Merk at *Privat undervisning, helse og omsorg* (OSP), *Privat avfallshåndtering* (AVP) og *Privat vannforsyning* (WTR) er separate næringer.

Figur 5. Offentlig konsum



Det er antatt at samlet offentlig konsum (GP) vokser med en eksogen vekstrate (grGscale):

$$GP_t = grGscale_t$$

I tillegg til konsum etterspør offentlig sektor investeringer (IG) som følger samme eksogene vekstrate. Offentlig sektor mottar alle skatter og avgifter samt inntekter fra Statens Pensjonsfond Utland (SPU). Det som ikke trengs for å dekke offentlig konsum og investeringer (som er eksogent bestemt), overføres til husholdningene. Budsjettbetingelsen til offentlig sektor er dermed:

$$GP + IG = \text{Offentlige inntekter (fra skatter og SPU)} \\ \text{minus overføringer til husholdningene.}$$

Nivået på overføringene til husholdninger justeres med en endogen skattevariabel (TAU) slik at det offentlige inntekter akkurat dekker utgiftene.

### Statens Pensjonsfond Utland (SPU)

Inntektene fra SPU er lagt inn som ekstra inntektsstrømmer (i tillegg til skatteinntektene) til det offentlige i den rekursive modellen.

- Hvert år får det offentlige en ekstraintekt som er lik overføringen fra SPU (*fromSPU*), bestemt av handlingsregelen.
- Innbetalingen til fondet (*toSPU*) må også spesifiseres (siden det offentlige mottar alle skatteinntekter automatisk i MPSGE).

*toSPU* og *fromSPU* er notert i «utenlandsk valuta» (PFX) og inngår driftsbalansen. Det er også mulig å spesifisere handlingsregelen direkte i SNOW:

$$SPU_{t+1} = (1 + \alpha_t) \times SPU_t + toSPU_t - \beta_t \times SPU_t$$

der  $\alpha$  er avkastningen til SPU,  $\beta$  er uttaket i et gitt år og  $SPU_t$  er verdien av fondet i begynnelsen av år  $t$ . I en slik versjon er det også mulig å bestemme hvilke (endogene) skatteinntekter som skal overføres til SPU (f.eks. ressursrente-beskatningen fra petroleumsvirksomheten).

## 2.4. Utenrikshandel

Økonomien er liten og åpen med omfattende handel med utlandet. I SNOW-NO er utlandet eksogent modellert, og alle verdensmarkedspriser er gitt. Konsumentens

budsjettbetingelse og likevekt i de innenlandske markedene impliserer en gitt driftsbalanse overfor utlandet.<sup>17</sup>

I tillegg til nettoeksport av varer og tjenester inngår også handel med utslippskvoter fra EU ETS, innbetalingene til og uttak fra SPU, utviklingshjelp og andre internasjonale kapitalbevegelser i driftsbalansen.

## 2.5. Realkapitalutvikling og rentenivå

I den rekursive modellen drives realinvesteringene av sparingen. Sparingen er endogen, og står i et gitt forhold til konsumet i inneværende periode, se Figur 4. Sparingen blir omgjort til ny realkapital i perioden etter.<sup>18-19</sup> Kapitalen er ikke sektorspesifikk, og den nye realkapitalen flyter til de sektorene og kapitalartene (bygninger, maskiner eller transport) som gir høyest avkastning. Kapitalavkastningsraten (rentenivået) bestemmes da endogent av likevekten i realkapitalmarkedet.

I denne modellen er det også mulig å anta at faktorprisen på kapital (rentenivået) er eksogent gitt fra utlandet. Modellbrukeren kan velge mellom to ulike måter å modellere dette på:

- Perfekt internasjonal kapitalmobilitet, der kapitalen hjemme og ute er perfekte substitutter.
- Imperfekt internasjonal kapitalmobilitet, der kapitalen hjemme og ute er imperfekte substitutter, modellert ved CES- og CET-funksjoner.

## 2.6. Utslipp

Modellen inkluderer utslipp av drivhusgasser (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFK, PFK og SF<sub>6</sub>), utslipp fra langtransportert forurensning som omfattes av Gøteborg-protokollen (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> og NMVOC) og utslipp av svevestøv (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>). Vi skiller mellom utslipp fra industrielle prosesser og fra energibruk.

### Utslipp knyttet til energibruk (forbrenning)

Energirelaterte utslipp er knyttet til bruken av en energivare:

$$\text{Utslipp fra bruk av energivare } i \text{ i næring } g = \\ \text{Bruk av energivare } i \text{ i næring } g \times \text{utslippskoeffisient av energivare } i.$$

Det er først og fremst de fossile brenslene (varer levert av næringene OIL, COA, GAS) som forårsaker utslipp (se Figur 1). OIL leverer hovedtyngden av de fossile brenslene som brukes som innsatsvarer i produksjon og i husholdninger (bensin/diesel/fyringsolje). GAS er *Produksjon og distribusjon av gass gjennom ledningsnettet*, noe som er lite utbredt i Norge. GAS inkluderer også fjernvarme (*Damp- og varmtvannsforsyning*). Kull som brensel er lite utbredt i Norge (det brukes en del kull i industriprosesser, men dette forårsaker prosessutslipp, se nedenfor).

<sup>17</sup> Modellbrukeren kan justere overskuddet/underskuddet på handelsbalansen i den rekursive banen, se avsnitt 4.2.

<sup>18</sup> Strengt tatt inngår ikke kapitalbeholdningene i modellen, kun kapitaltjenester.

<sup>19</sup> Investeringene i basisåret (som vi har i datagrunnlaget) er ikke nødvendigvis lik behovet for ny realkapital i steady state. Vi forsøker ikke å få disse beløpene (målt i kroner) til å stemme, men antar at bedrifters investeringer (ny realkapital) vokser i takt med sparingen i framtiden. *For å kalibrere investeringene* i basisåret antar vi at økonomien er i steady state, og regner ut nødvendig ny realkapital. Realinvesteringene i hver kapitalart  $fc$  i år  $t$  skal dekke kapitalslitet i år  $t-1$  og etterspørselen etter ny realkapital som følger av den gitte vekstraten for kapital,  $\gamma_K$ :

$I_{(t,fc)} = K_{(t-1,fc)} (\delta + \gamma_K)$  der  $K_{t-1}$  er mengden realkapital i år  $t-1$  og  $\delta$  er depresieringsrate.

I tillegg til fossile brensler vil også biobrensler (produsert av FRS, LUM, PPP), avfall (produsert av AVK og AVP), jernverkgass<sup>20</sup> (produsert av I\_S) og brenngass<sup>21</sup> (produsert av CRP<sup>22</sup>) forårsake utslipp.

### Prosessutslipp

Prosessutslipp er knyttet til industrielle prosesser (se også Figur 1):

$$\text{Prosessutslipp fra produksjon av vare } g = \text{Produksjonsnivå av vare } g \times \text{utslippskoeffisient for prosessutslipp.}$$

Det er først og fremst produksjonen i kjemisk industri, sement-, aluminiums- og jern- og stålindustrien (CRP, NMM, NFM, I\_S) som medfører prosessutslipp.

Mesteparten av utslippene fra Utvinning av olje og gass (CRU) skyldes energibruk, først og fremst bruk av naturgass i turbiner. Denne gassbruken fremkommer imidlertid *ikke* i kryssløpstabellen, verken som produksjon eller som internleveranse. Derfor modellerer vi utslippene som prosessutslipp, dvs. knyttet til produksjonsnivået. Det er ikke urimelig: det trengs en viss mengde energi for å utvinne oljen og gassen, og det er ingen teknologiske substitusjonsmuligheter på plattformene som ikke er elektrifisert.

### Utslippskoeffisienter

Alle utslippene er modellert i faste forhold til aktiviteten de tilhører: *prosessutslipp* er knyttet til produksjonsnivået i næringen (med substitusjonselastisitet lik 0), mens *energirelaterte utslipp* er knyttet til bruken av energivarer (med substitusjonselastisitet lik 0). Utslippskoeffisientene er eksogene, og i utgangspunktet bestemt av basisårsverdier, men kan endres ved å endre på produktivitetsparametere  $effI(i,g)$  og  $effEp(g)$ , se nærmere beskrivelse i avsnitt 4.2 samt Figur 7 og Figur 8.

## 2.7. Prising av klimagassutslipp

### Avgifter

Dagens avgifter på utslipp er med i modellens datagrunnlag, se nærmere beskrivelse i kapittel 3. Avgifter på CO<sub>2</sub>-utslipp er modellert separat, mens avgifter på andre utslipp inngår i totale skatter og avgifter (enten på innsatsvarer eller på produksjon). De effektive CO<sub>2</sub>-avgiftssatsene varierer fra sektor til sektor, både fordi det er ulike avgiftsregler for samme brensel i ulike brukersektorer, og fordi leveransen har ulik brenselssammensetning fra brukersektor til brukersektor og dermed ulikt karboninnhold.

### EU ETS

Bedriftene som er en del av EUs kvotehandelssystem (EU ETS) må kjøpe utslippskvoter tilsvarende sine CO<sub>2</sub>-utslipp. I nasjonalregnskapet, som basisårskalibreringen er basert på, inngår de *faktiske utgiftene* for kjøpte kvoter (dvs. innkjøpte kvoter  $\times$  kvotepris = (utslipp – gratiskvoter)  $\times$  kvotepris) som en del av næringskatter. Dette betyr at kvoteprisen ( $ETS\_p\_exo(g)$ ) som fremkommer i basisåret er veid ned med andelen av kvoten som kjøpes på kvotemarkedet (jo mer gratiskvoter, jo lavere beregnet pris). I tillegg er det som regel bare deler av utslippene i en næring som er kvotepliktige, mens i modellen er hele næringen definert enten i eller utenfor EU ETS.

<sup>20</sup> Jernverkgass er et biprodukt under produksjon av jern/jernmalm. Det brukes til å varme blåseluft, og også som brensel i blant annet jern- og stålindustri. Det kan også brukes av andre industribedrifter.

<sup>21</sup> Brenngass er et biprodukt fra etylenproduksjon, og produseres med LPG som innsatsvare. Den produseres og brukes i et begrenset antall bedrifter.

<sup>22</sup> CRP (kjemisk industri) er slått sammen med OIL (raffinerier) i den offentlige versjonen av modellen.

Dette gir ulike beregnede utslippspriser i ulike kvotepliktige næringer i 2013 (i NOK/tonn CO<sub>2</sub>), se Tabell 1. Tabellen viser også utslippene i disse sektorene.

**Tabell 1. Beregnende utslippspriser og CO<sub>2</sub>-utslipp i ulike kvotepliktige næringer i basisåret (2013)**

Næring	SNOW-kode	Utslippspris (NOK/tonn CO <sub>2</sub> )	CO <sub>2</sub> -utslipp (mill. tonn CO <sub>2</sub> )
Crude oil and gas	CRU	15.7	13.2
Refined oil products & Chemical industry	OIL	10.5	4.9
Non-metal minerals	NMM	2.1	1.9
Iron and steel	I_S	7.2	1.8
Non-ferrous metals	NFM	3.5	2.0
Electricity	ELE	1.6	0.6
Gas distributions	GAS	1.8	1.1
Trade	TRD	1.7	0.6
Avfall (privat)	AVP	14.2	0.1

CO<sub>2</sub>-utslippene kan stamme fra energibruk (forbrenning) eller fra prosesser. Vi fordeler også utgiftene til kvotekjøp på energirelaterte utslipp og prosessutslipp proporsjonalt med de respektive utslippene (unntaket er oljeutvinning, der alle utslippene modelleres som prosessutslipp, se ovenfor). Kvotekjøpsutgifter knyttet til energirelaterte utslipp i en næring  $g$  ( $ETS_{pay\_en}(i,g)$ ) fordeles i tillegg per energibærer  $i$  ( $i$  = kull, raffinerte oljeprodukter, gass, avfall), basert på utslippsandelene til de enkelte energibærerne i basisåret.

Det er også lagt til rette for å modellere EU ETS-kvoter som internasjonal handelsvare. Vi antar at norske aktører ikke påvirker kvoteprisen internasjonalt.

### Modellering av klimapolitikk

Det er lagt opp til analyser av ulike typer klimapolitikk. Man kan enten sette et tak på utslippene og la utslippsprisen tilpasse seg endogent, eller sette en kvotepris eksogent og la utslippene tilpasse seg. I det første tilfellet kan utslippstaket settes enten for hele økonomien, grupper av sektorer (ETS-sektorer og ikke-ETS-sektorer) eller spesifikke enkeltsektorer. Med noen tilpasninger kan man også velge om utslippstaket skal gjelde bare for CO<sub>2</sub>-utslippene eller summen av alle drivhusgassene (målt i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter).

Merk at i basisårskalibreringen inngår bare de faktiske utgiftene til kjøp av EU ETS-kvoter, noe som medfører at de beregnede kvoteprisene er lavere enn markedsprisen for kvoter. Hvis man ønsker å bruke den faktiske kvoteprisen (dvs. modellere at bedrifter står overfor den faktiske eller antatte kvoteprisen på marginen), innebærer det en økning i kvoteutgiftene for enkelt næringer.

Modellbrukeren må også spesifisere hvilke næringer som skal være del av kvotemarkedet i simuleringene. Alle næringer som hadde utgifter til kvotekjøp kan selvfølgelig spesifiseres som en del av kvotemarkedet, men i praksis hadde noen næringer veldig små utgifter til kvotekjøp (f.eks. fordi kun en liten del av næringens totale utslipp er kvotepliktig), se Tabell 1 ovenfor. Derfor er bare utvalgte næringer inkludert i kvotemarkedet i den foreliggende versjonen, se Tabell 2. CO<sub>2</sub>-utslippene i disse næringene til sammen var 23,8 mill. tonn i 2013. De faktiske kvotepliktige utslippene var 25,43 mill. tonn i 2013.

**Tabell 2 Næringer som er inkludert i kvotemarkedet i basisversjonen av SNOW**

Næring	SNOW-kode	CO <sub>2</sub> -utslipp (mill. tonn CO <sub>2</sub> )
Crude oil and gas	CRU	13.2
Refined oil products & Chemical industry	OIL	4.9
Non-Metal Minerals	NMM	1.9
Iron and steel	I_S	1.8
Non-Ferrous Metals	NFM	2.0
Sum		23.8



Tabell 3 gir en oversikt over næringer er ikke med i kvotemarkedet i framskrivningene, selv om de hadde (små) utgifter til kvotekjøp i 2013.

**Tabell 3 Næringer som ikke er inkludert i kvotemarkedet i basisversjonen av SNOW**

Næring	SNOW-kode	CO <sub>2</sub> -utslipp (mill. tonn CO <sub>2</sub> )
Electricity	ELE	0.6
Gas distributions	GAS	1.1
Trade	TRD	0.6
Waste (private)	AVP	0.1
Sum		2.4

Inndelingen i kvotepliktige/ikke-kvotepliktige sektorer i modellen kan endres etter behov.

### 3. Skatter og avgifter i SNOW

Datagrunnlaget for SNOW er nasjonalregnskapet representert ved kryssløpstabellen. I modellformuleringen må vi derfor skille mellom skatter og avgifter som er med i kryssløpstabellen og de som er utenfor (men som er en del av inntektsregnskapet).<sup>23</sup>

#### 3.1. Skatter og avgifter som er med i kryssløpstabellen

Produkt- og næringskatter og -subsidiar samt lønnskostnader inkl. arbeidsgiveravgift er med i kryssløpstabellen.

SNOW bygger på en såkalt næring-næring-kryssløpstabell. Dette betyr at hver næring kan produsere og levere én vare. Hvis det er en enkel sammenheng mellom varene og næringene (f.eks. elektrisitssektoren produserer elektrisitet), er det uproblematisk å skille ut skatter og avgifter for den enkelte næring og tilhørende vare, men hvis næringen produserer mange varer, kan vi ikke skille mellom avgiftene på dem (f.eks. både bensin og diesel produseres i raffinier).

Utgangspunktet for skattene og avgiftene er beløpene fra kryssløpstabellen, som regnes om til effektive skattesatser for hver næring/sluttbrukerkategori. Alle skattene og avgiftene inngår som prosentvise satser i MPSGE. Alle skattene er nettoskatter (skatter minus subsidiar).

Det er tre typer skatter/avgifter med i kryssløpstabellen i SNOW (se Figur 6):

- Skatt på innsatsvare  $i$  som inngår i produksjonen av vare  $g$ :  $ti(i,g)$
- Næringskatt i næring  $g$ :  $to(g)$
- Skatt på bruk av faktor  $f$  i produksjonen av vare  $g$ :  $tf(f,g)$

Parameterne  $ti(i,g)$ ,  $to(g)$  og  $tf(f,g)$  er totale skattebeløp betalt av næring  $g$ , slik de fremkommer i kryssløpstabellen. Disse regnes om til *ad valorem* skatterater, hhv.  $r_{ti}(i,g)$ ,  $r_{to}(g)$  og  $r_{tf}(f,g)$ . Det er disse skatteratene som inngår i selve modellformuleringen.

I utgangspunktet er alle skattene/avgiftene definert for alle sektorer  $g$  (som inkluderer både alle næringer og sluttforbruket). Det er datagrunnlaget som avgjør hvilke sektorer som betaler den aktuelle skatten og hvor mye.

<sup>23</sup> Se forholdet mellom realøkonomien og inntektsregnskapet her:

<https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/statistikker/nri/aar/2016-09-08?fane=tabell&sort=nummer&tabell=277547>. Den er den øverste delen av tabellen («Produksjon») som er gir datagrunnlaget for SNOW.

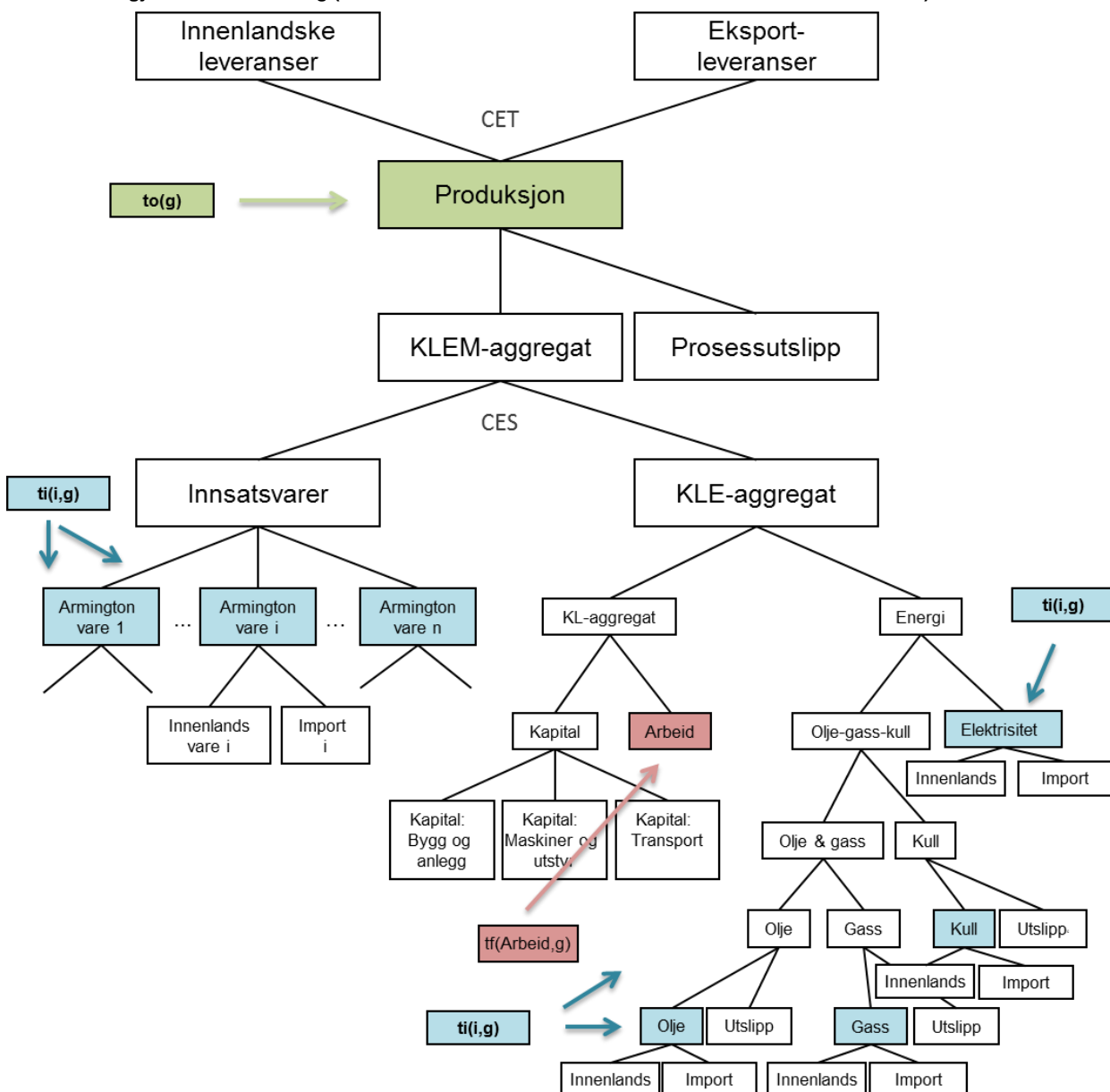
Vi har skilt ut noen viktige skatter og avgifter (spesifisert nedenfor). Disse blir spesifisert enkeltvis i datagrunnlaget, men summert til slutt og utgjør én parameter ( $rti$ ,  $rto$  eller  $rtf$ ) i modellformuleringen. For eksempel blir merverdiavgift spesifisert separat i datagrunnlaget, men inngår til slutt i de totale næringskattene for sektor  $g$ :

$$to(g) = tVAT(g) + toRest(g);$$

Til slutt blir skatteraten  $rto(g)$  beregnet fra  $to(g)$ . Eventuelle endringer i enkeltavgiftene vil likevel gjenspeiles i endret skatterate  $rto(g)$ .

Inntektene fra alle skatter og avgifter tilfaller myndighetene, som kan bruke skatteinntektene på offentlige varer og tjenester, eller som innskudd i Statens Pensjonsfond Utland (SPU). Differansen (mellom det offentliges inntekter og utgifter) overføres til den representative konsumenten som lump-sum-overføring (se avsnitt 2.3).

Figur 6 Skatter og avgifter på innsatsvarer ( $ti$ ), innsatsfaktorer ( $tf$ ) og produksjon ( $to$ ) i modellen. Produksjonsstrukturen gjelder for alle varer  $g$  (varer som brukes som innsatsvarer samt varer for sluttforbruket)



### Skatter og avgifter på innsatsvarer (særagifter)

Særagifter er alle skatter og avgifter tilordnet innsatsvarer eller konsumvarer (se  $ti$  i Figur 6). Parameter for beløpene er  $ti(i,g)$ , parameter for satsene er  $r_{ti}(i,g)$ . Følgende er skilt ut som separate skatter på innsatsvarer/konsumvarer (resterende inngår i skatter på produksjon, se nedenfor):

#### Elektrisitetsavgift

Elektrisitetsavgift ( $t_{ELE}$ ) inkluderer både avgift på elektrisk kraft og avgift på elektrisk kraft til energifondet. Elektrisitetsavgiften er knyttet til bruk av elektrisitet i hver sektor/sluttbrukerkategori  $g$ . Skatteraten legges som ad valorem rate på elektrisitetsprisen (før mva.), se Figur 6. Elektrisitetsavgift er spesifisert som egen parameter ( $t_{ELE}$ ) i datagrunnlaget, men inngår som  $r_{ti}('ELE',g)$  i modellformuleringen.

#### Veibruksavgift

Veibruksavgiften ( $t_{Fuel}$ ) er knyttet til bruk av innsatsvarer levert fra raffinerier (OIL), og avgiftsraten er lagt som en ad valorem sats på prisen på innsatsvaren OIL i næringene og i sluttforbruket (Figur 6). Siden raffineriene produserer både bensin og diesel, kan vi ikke skille mellom de ulike satsene, men identifiserer kun en gjennomsnittssats for hver sektor ( $g$ ). Denne satsen varierer, avhengig av sammensetningen av sektorens bruk av ulike petroleumsprodukter.

#### CO<sub>2</sub>-avgift på mineralske produkter

CO<sub>2</sub>-avgift på mineralske produkter ( $t_{CO2}$ ) er knyttet til bruk av innsatsvarer som leveres fra raffinerier (næring OIL). Avgiftsraten er lagt som en ad valorem sats på prisen på innsats av OIL. Vi kan ikke skille mellom ulike produkter som leveres av OIL, så avgiftsraten er en gjennomsnittssats (veid med produktmiksen til næring  $g$ ).

#### Avgift på utslipp av CO<sub>2</sub> i petroleumsvirksomhet

Mesteparten av utslippene i petroleumsvirksomheten (CRU) er knyttet til energibruk, først og fremst bruk av naturgass i turbiner. Denne gassbruken fremkommer imidlertid *ikke* i kryssløpstabellen, verken som produksjon eller som internleveranse. Derfor modellerer vi utslippene som prosessutslipp, dvs. knyttet til produksjonsnivået.

For at CO<sub>2</sub>-avgiften skal knyttes til utslippene, må også denne legges på som produktskatt, dvs. inngå i  $to('CRU')$  og  $r_{to}('CRU')$ . Det gjelder både den generelle CO<sub>2</sub>-avgiften på mineralske produkter ( $t_{CO2}$ ) og avgiften på utslipp av CO<sub>2</sub> i petroleumsvirksomheten ( $t_{CO2}CRU_{spec}$ ), og utgiftene til EU ETS kvoter.

#### Utgifter til kvotekjøp i EU ETS

I nasjonalregnskapet inngår de faktiske utgiftene for kjøpte kvoter (dvs. (utslipp — gratis kvoter) × kvotepris) som en del av næringskatter for bedriftene som er en del av EUs kvotehandelssystem. Disse utgiftene blir fordelt på energi- og prosessutslipp, se omtale i avsnitt 2.7.

### Skatter på produksjon

Andre produktskatter og næringskatter og -subsidier legges på produktet (se parameter  $to(g)$  i Figur 6). Følgende avgifter er med i datagrunnlaget som skatter på produksjon (se også tabell 4):

- Merverdiavgift
- Naturressursskatt og eiendomsskatt på elektrisitetsproduksjon
- Engangsavgift på motorvogner (bare for husholdninger)

- For petroleumsnæringen (CRU) er også CO<sub>2</sub>-avgift på mineralske produkter, særavgiften på utslipp av CO<sub>2</sub> fra petroleumsnæringen samt utslippskvoter knyttet til energirelaterte utslipp inkludert her, siden nesten alle utslippene er modellert som prosessutslipp.
- Resterende produktskatter og -subsidier og produksjonsskatter og produksjonssubsidier som vi ikke uten videre klarer å knytte til leveranser fra en bestemt næring.

Skattene på produksjon spesifiseres enkeltvis i datagrunnlaget, men summeres til slutt til én parameter  $to(g)$  for nettoskatt i hver næring/sluttprodukt  $g$ . Skattesatsen  $rto(g)$  beregnes som en ad valorem skatt på næringens produksjonsverdi. Verdien av parameteren for hver næring gjenspeiler likevel at det er ulike skatter/avgifter for ulike næringer/varer, og evt. justeringer i enkeltskattene gjenspeiles i endret skattesats. Man kan på et senere tidspunkt velge å skille ut og kalibrere enkeltavgiftssatser, som for eksempel (nettoført) merverdiavgiftssats i næringene. Det er først og fremst relevant å skille ut skatter/avgifter som skal gjøres endogene (f.eks. for å studere provenytrale skift).

### Skatter/avgifter på arbeidskraft og kapital

I kryssløpstabellen inngår arbeidskraftkostnader inkl. arbeidsgiveravgift mm.:

Lønnskostnader = Lønn + Arbeidsgivers trygde- og pensjonspremier

Arbeidsgivers trygde- og pensjonspremier inneholder både arbeidsgivers faktiske og beregnede trygde- og pensjonspremier (inkl. arbeidsgiveravgift til Folketrygden).<sup>24</sup>

I modellen har vi dekomponert lønnskostnader i hver næring:

- Arbeidsgiveravgift til folketrygden
- Arbeidsgivers andre trygde- og pensjonspremier
  - Arbeidsgivers andre faktiske trygde- og pensjonspremier
  - Arbeidsgivers beregnede trygde- og pensjonspremier
- Netto lønn (ekskl. arbeidsgiveravgift og arbeidsgivers trygde- og pensjonspremier)

Arbeidsgiveravgiften og arbeidsgivers andre trygde- og pensjonspremier inngår i parametere  $tf('LAB',g)$  og skatteraten  $rtf('LAB',g)$ , se tabell 4.

Vi har også spesifisert parametere  $tf$  og  $rtf$  for kapital, men siden skatter på kapital ikke er med i kryssløpstabellen, er verdien for disse lik null. Disse parametere kan imidlertid brukes til å analysere skatteendringer (dvs. avvik fra utgangsnivået).

<sup>24</sup> *Arbeidsgivers faktiske trygde- og pensjonspremier* er de betalinger som arbeidsgiver utfører til fordel for sine ansatte, til trygdeforvaltning og private fondsbaserte ordninger (forsikringsgivere). Dette er betalinger som skal dekke lovfestede, avtalefestede, kontraktsmessige og frivillige bidrag til tjenestepensjonsordninger og ulike forsikringer mot sosiale risikoer og behov. Arbeidsgiveravgift til Folketrygden en sentral post som er skilt ut som en egen post. *Beregnete trygde- og pensjonspremier* omfatter arbeidsgivers utbetalinger til AFP, og direkte utbetalinger til ansatte eller tidligere ansatte ved sykdom, yrkesskade, uførhet og død, oppsigelse ved kollektiv avtale mv. Dette er en motpost til ikke-fondsbaserte stønader til lønnstakere. (SSB Notater 29/2012)

**Tabell 4 Oversikt over skatter og avgifter som inngår i kryssløpstabellen**

Skatteart	Parameter	Inngår i:
Skatter/avgifter på innsatsfaktorer $ti(i,g)$		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avgift på elektrisk kraft + energifondet               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Avgift på elektrisk kraft</li> <li>○ Avgift på elektrisk kraft til energifondet</li> </ul> </li> <li>• Veibruksavgift på diesel og bensin</li> <li>• CO<sub>2</sub>-avgift på mineralske produkter</li> <li>• Kvotekjøp på EU ETS (energiutslipp)</li> </ul>	tEle('ELE', g)  tFuel('OIL', g) tCO2('OIL', g) ETSpay_en(i,g)	ti('ELE', g)  ti('OIL', g) tCO2('OIL', g) ETS_p_exo(g)
Skatter/avgifter på produksjon $to(g)$		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MVA</li> <li>• Naturressursskatt og eiendomsskatt på elektrisitetsproduksjon</li> <li>• Engangsavgift på motorvogner (bare for husholdninger bare; inngår i investeringer for næringer)</li> <li>• For petroleumsvirksomhet:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ CO<sub>2</sub>-avgift på mineralske produkter</li> <li>○ Avgift på utslipp av CO<sub>2</sub> i petroleumsvirksomhet</li> </ul> </li> <li>• Kvotekjøp på EU ETS (prosessutslipp)</li> <li>• Andre produkt- og næringskatter og -avgifter</li> </ul>	tVAT(g) toRest(g) toRest(g) tCO2('OIL', 'CRU') tCO2CRUspec('CRU') ETSpay_p(g) toRest(g)	to(g) to(g) to(g) to('CRU') ETS_p_exo(g) to(g)
Skatter/avgifter på arbeidskraft $tf(f,g)$		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeidsgiveravgift til folketrygden</li> <li>• Arbeidsgivers andre trygde- og pensjonspremier o.l.               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Arbeidsgivers andre faktiske trygde- og pensjonspremier</li> <li>○ Arbeidsgivers beregnede trygde- og pensjonspremier</li> </ul> </li> </ul>	tfL1('LAB',g) tfL2('LAB',g)	tf('LAB',g) tf('LAB',g)

### 3.2. Skatter som er utenfor kryssløpstabellen

I tillegg til produkt- og næringskatter og -avgifter og arbeidsgiveravgift (som er spesifisert i kryssløpstabellen) ønsker vi å inkludere noen viktige skattestrømmer som er utenfor kryssløpstabellen i modellen for å få med provenyvirksomheter. Disse skattene knyttes til relevante størrelser i modellen, slik at endringer i skattegrunnlaget også endrer skatteprovenyet.

#### Inntektsskatt på arbeid og kapital

Skatt på alminnelig inntekt er knyttet til primærfaktorene kapital og arbeidskraft. Inntektsskatten (effektiv skattesats) er beregnet på grunnlag av skatteinntektene i 2013:

$$\begin{aligned} \text{Effektiv skattesats} &= \\ &= \frac{\text{Skatt inntekt kommune og fylke og Fellesskatt (mill.NOK)}}{\text{Alminnelig inntekt etter særfradrag (mill.NOK)}} = \frac{295\,616}{1\,242\,964} = 0.24 \end{aligned}$$

#### Særskatt på petroleum

I tillegg til arbeidskraft, kapital og vareinnsats inngår *naturressurs* i petroleumsproduksjonen. Vi modellerer ressursrentebeskatningen ved å knytte en skatt til denne ressursen.<sup>25</sup>

Vi kalibrerer denne ressursrenteskatten basert på skatter og avgifter<sup>26</sup> i 2013:

$$\begin{aligned} \text{Effektiv skattesats på ressursrenten i petroleum (rtr)} &= \\ &= \frac{\text{Betalte skatter og avgifter (mill. NOK)}}{\text{Verdien av ressursinnsats i petroleumsproduksjonen (mill. NOK)}} = \frac{206\,436}{246\,178} = 0.839 \end{aligned}$$

<sup>25</sup> Det er ikke overskudd i modellen. Verdien av ressursinnsatsen er i kalibrert ved å flytte overskuddet i ressursnæringene til ressursen. Hvis overskuddet i petroleumsnæringen gjenspeiler renprofitten som kommer fra utnyttelsen av ressursen, er ikke det en urimelig tilnærming.

<sup>26</sup> Netto innbetaling SDØE og aksjeutbytte fra Statoil er utelatt.

## 4. SNOW i GAMS

### 4.1. Rutiner for input og resultatrapportering i Excel

Modellens input-data (kryssløpstabeller, basisårsutslipp og antakelser for eksogene variable) er i Excel (f.eks. IO\_2013\_public.xlsx).

Modellresultater rapporteres i GAMS og i Excel. Modellens hovedresultater skrives til filen reportFIN.xlsx; detaljerte resultater for utslipp skrives til filen EmissionsDet.xlsx. Se avsnitt 4.4 nedenfor for detaljer.

I tillegg genereres det Excel-filer for mellomrapportering som muliggjør kontroll av datainput (byrstat.xlsx). Den inneholder BNP i basisåret (beregnet på ulike måter, for å sjekke konsistensen), produksjon, import, eksport og utslipp per sektor, både i absolutte verdier og i prosent av totalen.

For en praktisk veiledning i modellens rutiner, se Bruerveiledning for SNOW.docx.

### 4.2. Eksogene antakelser i dynamisk rekursiv simulering

Det er utviklet en dynamisk rekursiv versjon av SNOW. Denne versjonen innebærer at modellbrukeren kan spesifisere en utvikling i følgende eksogene størrelser (i IO\_2013\_public.xlsx):

- Tilgang på arbeidskraft (vekstrate fra året før)
- Ressursgrunnetaget i petroleum, elektrisitet og jordbruk (vekstrate fra året før)
- Offentlig konsum (vekstrate fra året før)
- Overføringer til og fra SPU (mrd. NOK)
- Utviklingshjelp (mrd. NOK)
- Handelsbalansen (vekstrate fra året før)
- Kvotepriiser for EU ETS (NOK/tonn CO<sub>2</sub>)

For å sørge for konsistens mellom eksogene variable og modellens resultater, må samme valutakurs brukes. Valutakursen er imidlertid endogen i modellen. Derfor må man løse modellen én gang, deretter sette inn modellens løsning for valutakursutvikling (PFX) i input-filen (ExogParams → Exchange rate), lese inn nye input-data og løse modellen på nytt.<sup>27</sup>

Modellbrukeren må også bestemme om det antas perfekt internasjonal kapitalmobilitet (kpm = 1, kipm = 0 i scen.gms) eller imperfekt internasjonal kapitalmobilitet (kpm = 0, kipm = 1 i scen.gms), se omtale i avsnitt 2.5.

#### Antakelser om produktivitetsvekst

Modellbrukeren kan også spesifisere forutsetninger for produktivitetsendringer (se Figur 7 og Figur 8):

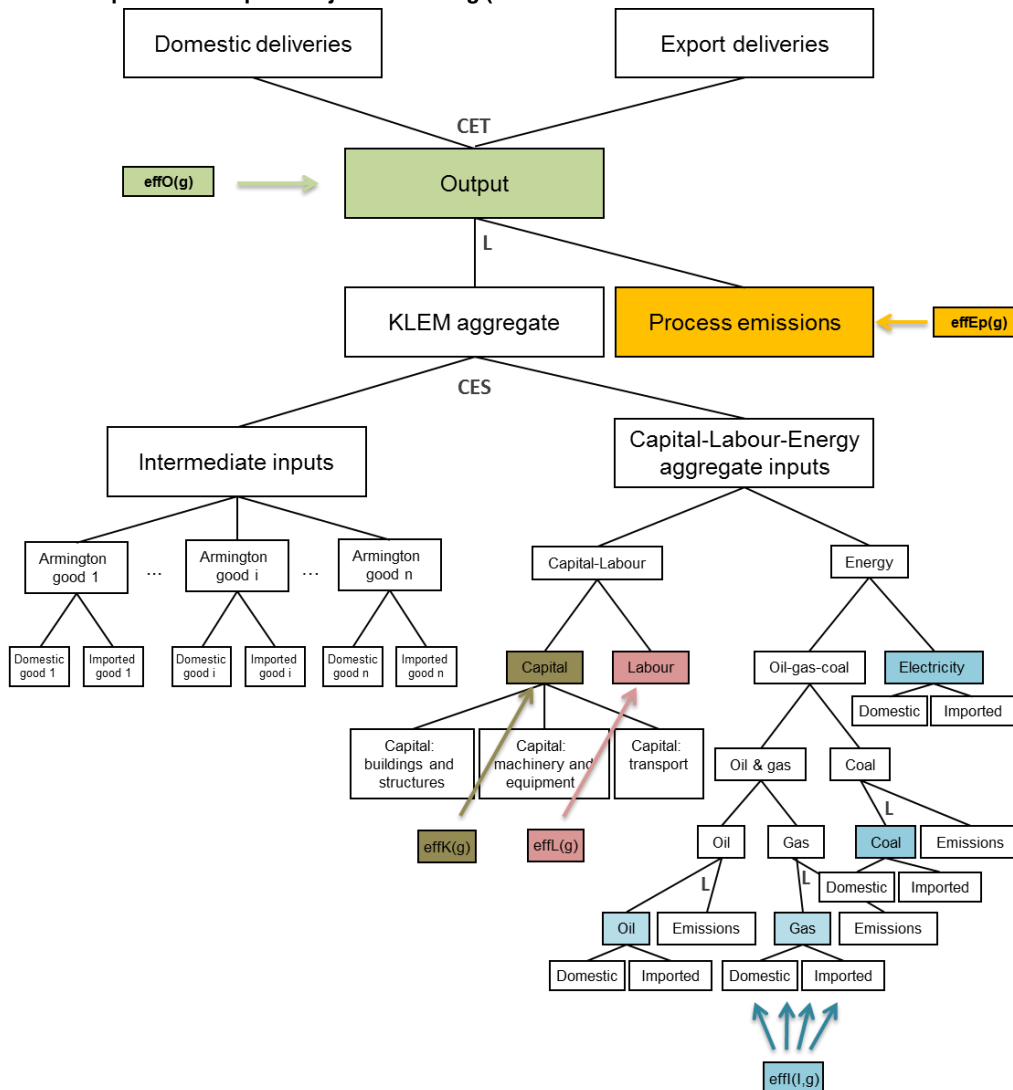
effO(g,t)	Faktor-nøytral produktivitetsendring i næring <i>g</i> i år <i>t</i>
effK(i,t)	Produktivitetsparameter for kapital i næring <i>i</i>
effL(i,t)	Produktivitetsparameter for arbeidskraft i næring <i>i</i>
effEp(i,t)	Produktivitetsparameter for prosessutslipp i næring <i>i</i>
effI(i,g,t)	Produktivitetsparameter for innsatsvare (energivare) <i>i</i> brukt i næring <i>g</i> . Denne gjelder for bruk av energivarer COA, OIL, GAS, ELE i alle næringer og konsumvarer (f.eks. drivstoff i privat transport).

<sup>27</sup> Erfaringsmessig er det nok med én iterasjon.

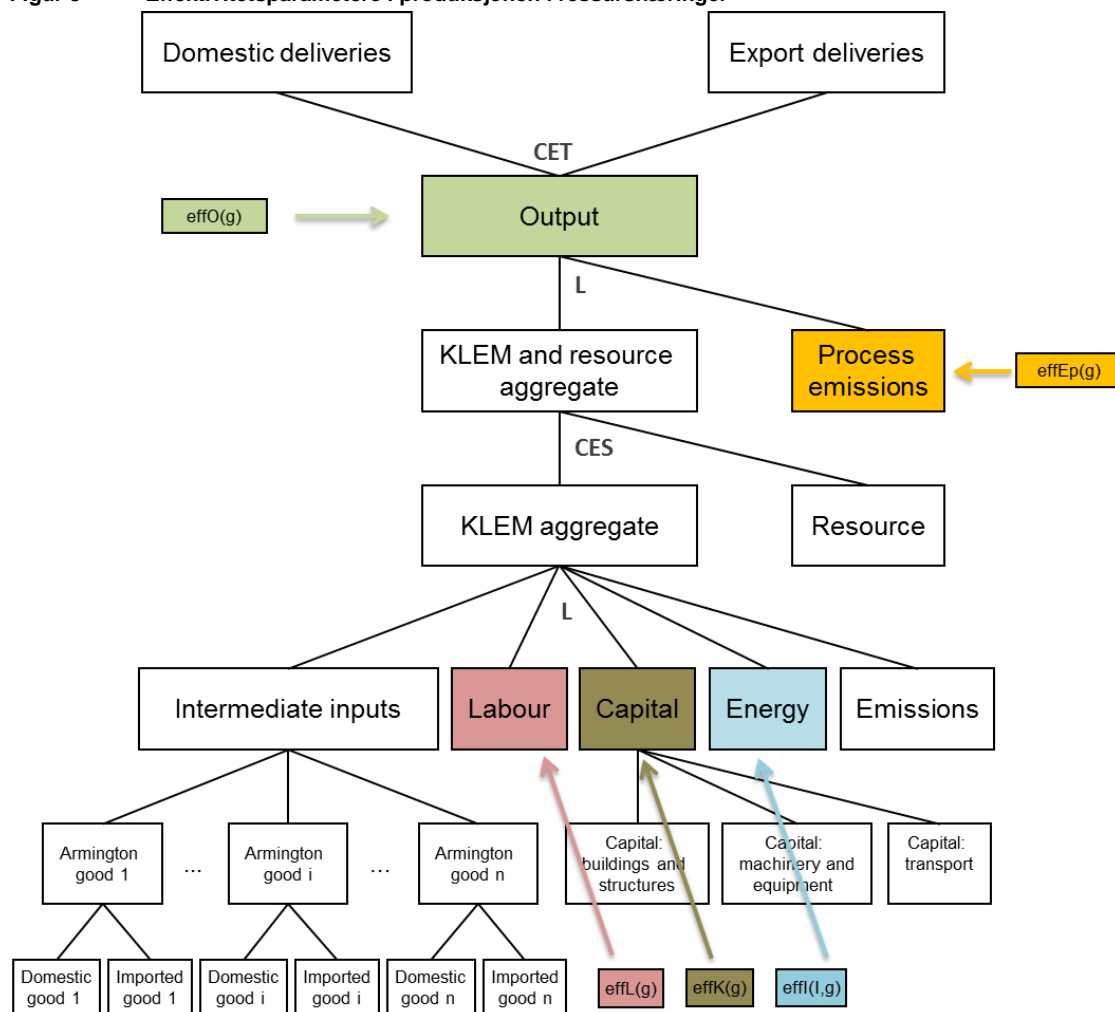
Alle de ovennevnte effektivitetsparametere har verdi = 1 i basisåret. En produktivitetsokning krever at parameteren settes til mindre enn 1 (f.eks.  $effK(i,t) = 0.95$  indikerer at det trengs 5% mindre kapital for samme produksjonsnivå). Unntaket er  $effO$ , der  $effO(g,t) > 1$  indikerer produktivitetsokning (f.eks.  $effO(g,t) = 1.05$  betyr man får 5% høyere produksjonsnivå ved samme input av innsatsvarer).

Ved å sette  $effI(i,g,t) < 1$  blir energivare  $i$  i produksjon av vare  $g$  mer produktiv – mao. trenger man mindre av denne energivaren for å produsere samme mengde  $g$ . Utslippene blir tilsvarende lavere, siden det er fast forhold mellom bruken av energivaren og utslippene (utslippskoeffisienten er gitt). Mer effektiv energivare  $i$  innebærer at etterspørselen etter den faller per enhet produsert av vare  $g$ . Indirekte gir dette etterspørselseffekter som kan motvirke førsteordenseffekten, såkalte *rebound-effekter*. Siden prisen per effektive energienhet dermed faller, vil sektor  $g$  ønske å substituere mot mer av energivaren  $i$ . Dessuten vil reduserte kostnader bidra til å øke etterspørselen etter innsatsvarer, inklusive energivare  $i$ . I tillegg vil et fall i etterspørselen etter  $i$  (all den tid de to omtalte rebound-effektene ovenfor ikke slår ut initialeffekten) gjøre at markedsprisen på energivaren faller, noe som bidrar til økt etterspørsel etter denne i resten av økonomien. Dette kan gi rebound-effekter i hele økonomien.

Figur 7 Effektivitetsparametere i produksjon alle varer  $g$  (varer som brukes som innsatsvarer samt varer for sluttforbruket)



Figur 8 Effektivitetsparametere i produksjonen i ressursnæringer





### 4.3. Variabelliste

Endogene variabler i modellen er følgende:

Variable	Explanation
<b>Quantities:</b>	
Y(g)	Production of commodity g (g includes all industries and final consumption categories)
YX(g)	Output transformation between domestic supply and exports of commodity g
A(i,g)	Intermediate demand of sector i output in sector g (Armington aggregate)
M(i)	Imports of commodity i
FS(f)	Factor supply of factor f = {LAB, KMA, KBA, KTR}
KN(fc)	New capital of different capital types fc = {KMA, KBA, KTR}
KA	Armington aggregate of domestic and imported capital (in case of imperfect capital mobility)
KX	Capital transformation to domestic and exports (in case of imperfect capital mobility)
KMP	Capital imports (in case of perfect capital mobility)
KXP	Capital exports (in case of perfect capital mobility)
QD(ghg,g)	Emissions of greenhouse gas ghg in sector g
ETSM(ghg,g)	Imports of emission allowances (if international trade of ETS quotas is included)
ETSX(ghg,g)	Exports of emission allowances (if international trade of ETS quotas is included)
C	Household material consumption
W	Household utility (composite of material consumption and savings)
GP	Public good provision
<b>Prices:</b>	
P(g)	Domestic output price of commodity g
PD(g)	Domestic supply price of commodity g
PA(i,g)	Price of intermediates (deliveries from sector i to sector g)
PM(i)	Import price of commodity i
PF(f)	Net primary factor rent of factor f
PFD(f)	Primary factor prices (after income taxation)
PR(g)	Resource rent for resource-based goods CRU, ELE, AGR
RKN	Return to new capital
PKD	Price of domestic capital (in case of imperfect capital mobility)
PKA	Price of Armington aggregate of capital (in case of imperfect capital mobility)
PFX	Price of foreign exchange
PQD(ghg,g)	Emission price of emission ghg in sector g
PQG(g)	Sectoral GHG emission allowance price in sector g
PQETS	ETS allowance supply price (if international trade of ETS quotas is included)
PQNETS	Non-ETS allowance supply price (in case of tradable emission quotas in non-ETS sectors)
PC	Consumption price index
PG	Public good price index
PW	Welfare price index
<b>Other (auxiliary):</b>	
TAU(tx)	Equal-yield tax instrument (tx = {LS, TL} for lump-sum tax or payroll tax, resp.)
SPUTR	SPU transfers (level)
TAUCO2(i,g)	Endogenous CO <sub>2</sub> tax rate (%) that corresponds to exogenous CO <sub>2</sub> tax (NOK/ton CO <sub>2</sub> )
TAUPQD(g)	Endogenous CO <sub>2</sub> price fixed to exogenous EU ETS price level

Alle variable, med unntak av de som er relatert til utslipp (QD, PQD, PQG) og variable knyttet til skranker (TAU, SPUTR, TAUCO2, TAUPQD) måles som indekser, dvs. som endring fra basisåret ( $Y = 1.02$  betyr 2% økning i produksjonen fra basisåret).

I tillegg til de endogene variablene får man ut såkalte rapporteringsvariable som måles i verdier. De viktigste er:

Variable	Explanation
ID(i,g)	Intermediate demand of commodity $i$ in industry $g$
SD(f,g)	Factor use of factor $f$ in industry $g$
EX(g)	Exports of commodity $g$
D(g)	Domestic supply of commodity $g$
IM(i)	Imports of commodity $i$
R(g)	Resource use in resource-based industries
CFC(fc)	Supply of new vintage capital, per capital type $fc$
CA	Total supply of new capital to domestic market (in case of imperfect capital mobility)
CDI	Supply of new capital from domestic sources (in case of imperfect capital mobility)
CIM	Capital imports (in case of imperfect capital mobility)
CEX	Capital exports (in case of imperfect capital mobility)

#### 4.4. Resultatfiler

Resultatene for hvert år skrives ut bl. a. til filen reportFIN.xls. Filen blir overskrevet hver gang man kjører den rekursive modellen (scen.gms). Innholdet i det som skrives ut til reportFIN.xls defineres i report-def.gms.

Hovedresultater er i arkene *OverviewVol* (volumtall) og *OverviewValue* (verditall = pris  $\times$  kvantum), se Tabell 5 og Tabell 6. Alle tall der er i mrd. NOK, unntatt valutakursen, som måles som endring fra basisåret.

De andre arkene i filen inneholder mer detaljerte resultater, se Tabell 7.

Arket *Assumptions* inneholder utvalgte eksogene antakelser som ligger til grunn for modellkjøringen, se Tabell 8 (verdiene til disse gis av modellbrukeren i IO\_2013\_public.xlsx, arkene ExogParams og Growth).

Modellens grunnenhet er mrd. kroner, målt i faste priser. Konsumprisen (PC) er numeraire.

**Tabell 5 Resultatparametere i arket *OverviewVol* (volumtall)**

<b>Parameter</b>	<b>Forklaring</b>
GDP_prod_Vol	BNP = Produksjon – Produktinnsats
GDP_fastland_Vol	BNP utenom offshore olje- og gassutvinning ('CRU') og utenriks sjøfart, dvs. omtrent BNP-Fastlands-Norge
Output_i_Vol	Bruttoproduksjon
ArmDem_Vol	Produktinnsats (Armington-aggregatet av hjemmeproduserte og importvarer)
Import_Vol	Import
Export_Vol	Eksport
NetExp_Vol	Nettoeksport
ExchangeRate	Valutakurs (indeks, basisåret = 1)
Welfare_Vol	Aggregat av privat konsum og sparing
PrivConsum_Vol	Privat konsum
PrivInv_Vol	Privat investering
GovmtConsum_Vol	Offentlig konsum
GovmtInv_Vol	Offentlig investering
Priv_i_corr_Vol	Korreksjon for negative investeringer
Gov_i_corr_Vol	Korreksjon for negative investeringer i offentlig sektor
StockCorr_Vol	Korreksjon for lagerendringer
VA_fastland_Vol	Bruttoprodukt i Fastlands-Norge (summen av bruttoprodukt i enkelt næringer)
VA_pub_fastland_Vol	Bruttoprodukt i offentlig sektor
VA_priv_fastland_Vol	Bruttoprodukt i privat sektor utenom offshore olje- og gassutvinning ('CRU') og utenriks sjøfart

**Tabell 6 Resultatparametere i arket *OverviewValue* (verdital)**

Parameter	Forklaring
GDP_prod	BNP = Produksjon (basisverdi) – Produktinnsats (kjøpverdi) + Produktskatter – Produktsubsidier
GDP_fastland	BNP utenom offshore olje- og gassutvinning ('CRU') og utenriks sjøfart, dvs. omtrent BNP-Fastlands-Norge
Output_i	Bruttoproduksjon, verdi = volum x pris
ArmDem	Produktinnsats (Armington-aggregatet av hjemmeproduserte og importvarer; verdi = volum x pris)
ImportValue	Verdien av import (volum x pris)
ExportValue	Verdien av eksport (volum x pris)
NetExpValue	Nettoeksport (verdi = volum x pris)
ExchangeRate	Valutakurs (indeks, basisåret = 1)
Welfare	Aggregat av privat konsum og investeringer; verdi, volum x pris
PrivConsum	Privat konsum (verdi, volum x pris)
PrivInv	Privat investering (verdi, volum x pris)
GovmtConsum	Offentlig konsum (verdi, volum x pris)
GovmtInv	Offentlig investering (verdi, volum x pris)
Priv_i_corr	Korreksjon for negative investeringer (verdi, volum x pris)
Gov_i_corr	Korreksjon for negative investeringer i offentlig sektor (verdi, volum x pris)
StockCorr	Korreksjon for lagerendringer (verdi, volum x pris)
TransferToHH	Overføringer til husholdninger = offentlige inntekter – (offentlig konsum + offentlige investeringer + korreksjon for negative investeringer for offentlig sektor)
CRUtax	Inntekter fra ressurskatten i olje- og gassutvinning
ToSPU	Overføringer til SPU
fromSPU	Overføringer fra SPU
NetFromSPU	Nettooverføringer fra SPU (eksogen, modellinput)
SPUTR	Nettooverføringer fra SPU (endogen, modellresultat)
DevAidFinal	Utviklingshjelp
VA_fastland	Bruttoprodukt i Fastlands-Norge (summen av bruttoprodukt i enkelt næringer; verdi = volum x pris)
VA_pub_fastland	Bruttoprodukt i offentlig sektor (verdi = volum x pris)
VA_priv_fastland	Bruttoprodukt i privat sektor utenom offshore olje- og gassutvinning ('CRU') og utenriks sjøfart (verdi = volum x pris)

**Tabell 7 Resultatparametere i de ulike arkene i reportFIN.xls**

CO <sub>2</sub> _price	Kvotepris for CO <sub>2</sub> -utslipp i ulike sektorer (NOK/kg CO <sub>2</sub> -ekv.)
GHG	Utslipp av klimagasser totalt (mill. tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)
LabourUse	Sysselsetting i hver næring (volum)
Invest	Ny kapital i hver næring og kapitalart (volum)
CapUse	Kapitalbruk i hver næring (volum)
Cap&ResCost	Utgifter til kapital og ressurser i hver næring (verdi = pris x kvantum, inkl. skatter og avgifter), mrd. NOK NB! Husk at kapital i næringene CRU, COA, GAS er flyttet til ressursgrunnlaget.
WageCost	Utgifter til arbeidskraft i hver næring (verdi = pris x kvantum), inkl. skatter og avgifter, dvs. wL(1+tL), mrd. NOK
ValueAdded	Bruttoprodukt i næring i, mrd. NOK (verdi = pris x kvantum)
ValueAddedVol	Bruttoprodukt i næring i, mrd. NOK (volum)
Output	Bruttoproduksjon i næring i, mrd. NOK (verdi = pris x kvantum)
OutputVol	Bruttoproduksjon i næring i, mrd. NOK (volum)
Export	Eksport av vare i, mrd. NOK (volum)
Import	Import av vare i, mrd. NOK (volum)
PriceDom	Prisindeksen til varer levert til hjemmemarkedet (se «Innenlandske leveranser» på Figur 1)
PriceProd	Prisindeksen til produsentpris (se «Produksjon» på Figur 1)
PA	Prisindeksen til Armington-varen (se «Armington-vare i» på Figur 1)
ID_Vol	Vareinnsats, indeks
ID_NOK	Vareinnsats, mrd. NOK (volum)
GHG_total	Utslipp av klimagasser, per gass, mill. tonn CO <sub>2</sub> -ekv.
GHG_sector	Utslipp av klimagasser, per næring, mill. tonn CO <sub>2</sub> -ekv.
CO <sub>2</sub> _sector	Utslipp av CO <sub>2</sub> per næring, mill. tonn CO <sub>2</sub>
CH <sub>4</sub> _sector	Utslipp av CH <sub>4</sub> per næring, mill. tonn CO <sub>2</sub> -ekv.
N <sub>2</sub> O_sector	Utslipp av N <sub>2</sub> O per næring, mill. tonn CO <sub>2</sub> -ekv.
HFK_sector	Utslipp av HFK per næring, mill. tonn CO <sub>2</sub> -ekv.
PFK_sector	Utslipp av PFK per næring, mill. tonn CO <sub>2</sub> -ekv.
SF <sub>6</sub> _sector	Utslipp av SF <sub>6</sub> per næring, mill. tonn CO <sub>2</sub> -ekv.
CAC_total	Utslipp av langtransportert forurensning og svevestøv per utslippsart, 1000 tonn
CAC_total_g	Utslipp av langtransportert forurensning og svevestøv per utslippsart og næring, 1000 tonn
SO <sub>2</sub> _sector	Utslipp av SO <sub>2</sub> per næring, 1000 tonn
NO <sub>x</sub> _sector	Utslipp av NO <sub>x</sub> per næring, 1000 tonn
NH <sub>3</sub> _sector	Utslipp av NH <sub>3</sub> per næring, 1000 tonn
NM <sub>VOC</sub> _sector	Utslipp av NM <sub>VOC</sub> per næring, 1000 tonn
PM <sub>10</sub> _sector	Utslipp av PM <sub>10</sub> per næring, 1000 tonn
PM <sub>2.5</sub> _sector	Utslipp av PM <sub>2.5</sub> per næring, 1000 tonn

**Tabell 8 Eksogene parametere som skrives ut i arket Assumptions**

Parameter	Forklaring
GrowthGen	Årlig vekstrate for arbeidskraft (antall effektive timeverk)
GrowthGovt	Årlig vekstrate for offentlig forbruk
GrowthBOP	Årlig vekstrate for driftsbalansen
GrowthCRU	Årlig vekstrate for olje- og gassutvinning
GrowthELE	Årlig vekstrate for elektrisitetsnæringen
ExpPriceCRU	Verdensmarkedspris for olje for eksport (indeks, basisåret = 1)
ImpPriceCRU	Verdensmarkedspris for olje for import (indeks, basisåret = 1)
NetFromSPU	Nettooverføringer fra SPU
ToSPU	Overføringer til SPU
ETSprice	Kvotepris fra EU ETS, NOK/tonn CO <sub>2</sub>

## Referanser

- Andreassen, L. og G. H. Bjertnæs (2006): Tallfesting av faktoretterspørsel i MSG6. Notater 2006/7, Statistics Norway.
- Armington, P.S. (1969): A Theory of Demand for Producers Distinguished by Place of Production, IMF Staff Papers 16(1), 159–78.
- Fæhn, T., C. Hagem, L. Lindholt, S. Mæland og K.E. Rosendahl (2017): Climate policies in a fossil fuel producing country. Demand versus supply side policies. *Energy Journal* 38(1), 77-102
- GAMS (2014): GAMS Development Corporation. General Algebraic Modeling System (GAMS) Release 24.4.3. Washington, DC, USA, 2013.
- McDaniel, C.A. and E.J. Balistreri (2002): A Discussion on Armington Trade Substitution Elasticities. Office of Economics Working Paper No. 2002-01-A, U.S. International Trade Commission, Washington, DC, USA
- Narayanan, G.B., A. Aguiar, R. McDougall (2012): Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 8 Data Base. Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- Rutherford, T.F. (1999): Applied General Equilibrium Modeling with MPSGE as a GAMS Subsystem: An Overview of the Modeling Framework and Syntax. *Computational Economics* 14: 1–46.
- Rutherford, T.F. (2002): Lecture Notes on Constant Elasticity Functions. November 2002. University of Colorado.  
<http://www.gamsworld.org/mpsge/debreu/ces.pdf>
- Varian, H.R. (1992): Microeconomic Analysis. 3rd edition. W.W. Norton & Company, New York, London

## Vedlegg A: Næringer og varer for sluttforbruk i SNOW

Sektorinndelingen i SNOW tar utgangspunkt i samme struktur som GTAP-databasen<sup>28</sup>, men er tilpasset til norske data. For eksempel er det flere jordbrukssektorer i GTAP, mens disse er slått sammen til én i SNOW. På den andre siden har vi disaggregert offentlig sektor mer enn i GTAP (OSG er delt i OSG, OSS, OSK, AVK).

Tabell 9 gir oversikt over alle næringene i SNOW, mens Tabell 10 viser varer til sluttanvendelse. Vedlegg B gir en detaljert oversikt over næringer i SNOW med tilhørende NR-koder.

---

<sup>28</sup> <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/>

Tabell 9. Næringer i SNOW

Industry	SNOW code
Agriculture	AGR
Forestry	FRS
Fishing	FSH
Coal production	COA
Oil & gas extraction	CRU
Minerals nec	OMN
Food products – meat	MEA
Vegetable oils and fats	VOL
Dairy products	MIL
Food products nec	OFD
Beverages and tobacco products	B_T
Textiles	TEX
Wearing apparel	WAP
Leather products	LEA
Wood products	LUM
Paper products, publishing	PPP
Petroleum, coal products	OIL
Chemical, rubber, plastic products	CRP
Mineral products nec	NMM
Ferrous metals	I_S
Metals nec	NFM
Metal products	FMP
Motor vehicles and parts	MVH
Transport equipment nec	OTN
Machinery and equipment, incl. electronic equipment	MEE
Manufactures nec	OMF
Electricity	ELE
Gas manufacture, distribution	GAS
Water	WTR
Construction	CNS
Trade	TRD
Transport nec	OTP
Water transport	WTP
Air transport	ATP
Communication	CMN
Financial services nec	OFI
Insurance	ISR
Business services nec	OBS
Recreational and other services	ROS
Forsvaret	OSG
Dwellings	DWE
Off. sektor – stat (adm., undervisning, helse, omsorg, kultur)	OSS
Off. sektor – kommune (adm., undervisning, helse, omsorg, vann, kultur)	OSK
Privat undervisning, helse, omsorg	OSP
Avfall (kommunal)	AVK
Avfall (privat)	AVP



**Tabell 10. Sluttanvendelse i SNOW**

<b>Final consumption sector</b>	<b>SNOW code</b>
Food and non-alcoholic beverages	CFAB
Alcoholic beverages and tobacco etc.	CABT
Clothing and footwear	CCAC
Housing & water	CHAW
Electricity	CELE
Gas	CGAS
Paraffin and heating oil	CPAH
Fuel wood, coal etc.	CFAC
District heating	CDHE
Furnishings, household equipment and routine household maintenance	CFHR
Health	CHEA
Transport equipment etc	CTEQ
Petrol, diesel	CPAD
Public transport (rail)	CRAI
Public transport (road)	CROA
Public transport (air)	CAIR
Public transport (boat)	CBOA
Communication	CCOM
Recreation and culture	CRAC
Education	CEDU
Restaurants and hotels	CRAH
Miscellaneous goods and services	CRAH
Final consumption expenditure of central government	GS
Final consumption expenditure of local government	GK
Final consumption expenditure of NPISHs	GF
Gross fixed capital formation – private	I
Gross fixed capital formation – central government	IG
Gross fixed capital formation – local government	IG
Changes in stocks and statistical discrepancies	ST

## Vedlegg B: Næringer i SNOW med tilhørende NR-koder

SNOW-kode	GTAP beskrivelse	NR-kode	NR-beskrivelse
AGR	Agriculture	22010	Jordbruk, jakt og viltstell
		23010	Jordbruk, jakt og viltstell
		23016	Tjenester tilknyttet jordbruk
FRS	Forestry	23020	Skogbruk
		23024	Tjenester tilknyttet skogbruk
FSH	Fishing	22031	Fiske og fangst
		23031	Fiske og fangst
		23032	Aquakultur
COA	Coal	23050	Brytning av steinkull og brunkull
CRU	Oil & gas	23060	Utvinning av råolje og naturgass
		23091	Tjenester tilknyttet utvinning av råolje og naturgass
OMN	Minerals nec	23070	Brytning av metallholdig malm
		23080	Brytning av ikke metallholdig malm
		23099	Tjenester tilknyttet annen bergverksdrift
MEA	Food products – meat	23101	Produksjon, bearbeiding og konservering av kjøtt og kjøttvarer
VOL	Vegetable oils and fats	23104	Produksjon av vegetabiliske og animalske oljer og fettstoffer
MIL	Dairy products	23105	Produksjon av meierivarer og iskrem
OFD	Food products nec	23102	Bearbeiding og konservering av fisk, skalldyr og bløtdyr
		23103	Bearbeiding og konservering av frukt og grønnsaker
		23106	Produksjon av kornvarer, stivelse og stivelsesprodukter
		23107	Produksjon av bakeri- og pastavarer
		23108	Produksjon av andre næringsmidler
		23109	Produksjon av forvarer
B_T	Beverages and tobacco products	23110	Produksjon av drikkevarer
		23120	Produksjon av tobakksvarer
TEX	Textiles	23130	Produksjon av tekstiler
WAP	Wearing apparel	23140	Produksjon av klær
LEA	Leather products	23150	Produksjon av lær og lærvarer, skotøy
LUM	Wood products	23160	Produksjon av trelast og varer av tre unntatt møbler
PPP	Paper products, publishing	23170	Produksjon av papir og papirvarer
		23180	Trykking og tjenester tilknyttet trykking og reproduksjon av innspilte optak
		23580	Forlagsvirksomhet
OIL* (CRP*)	Petroleum, coal products and Chemical, rubber, plastic products	23190	Produksjon av kull- og raffinerte petroleumsprodukter
		23201	Produksjon av kjemiske råvarer
		23207	Produksjon av kjemiske produkter
		23208	Produksjon av basisplast og syntetisk gummi
		23210	Produksjon av farmasøytiske råvarer og preparater
23220	Produksjon av gummi- og plastprodukter		
NMM	Mineral products nec	23231	Produksjon av glass og glassprodukter
		23232	Produksjon av ildfaste produkter, byggevarer av brent leire og andre keramiske produkter
		23235	Produksjon av sement, kalk og gips
		23236	Betong, sement, gips, hogging/bearbeiding av monument/bygningsstein, A. ikke-metallholdige mineralprodukter
I_S	Ferrous metals	23241	Produksjon av jern, stål og ferrolegeringer

		23245	Støping av metaller
NFM	Metals nec	23243	Produksjon av aluminium
		23244	Produksjon av ikke-jernholdige metaller ellers
FMP	Metal products	23251	Produksjon av metallkonstruksjoner, tanker, cisterner, dampkjeler og lignende
		23259	Produksjon av andre metallvarer
MVH	Motor vehicles and parts	23290	Produksjon av motorvogner og tilhengere
OTN	Transport equipment nec	23301	Bygging av skip og båter
		23302	Bygging av oljeplattformer og moduler
		23309	Produksjon av transportmidler ellers
		23331	Reparasjon av metallprodukter, maskiner og utstyr
		23332	Installasjon av industrimaskiner og utstyr
MEE	Machinery and equipment, incl. electronic equipment	23260	Produksjon av datamaskiner, elektroniske og optiske produkter
		23270	Produksjon av elektrisk utstyr
		23280	Produksjon av maskiner og utstyr til generell bruk, INAS
OMF	Manufactures nec	23310	Produksjon av møbler
		23320	Annen industriproduksjon
ELE	Electricity	23350	Produksjon av elektrisitet
		23351	Overføring og distribusjon av og handel med elektrisitet
GAS	Gas manufacture, distribution	23352	Produksjon og distribusjon av gass gjennom ledningsnett
		23353	Damp- og varmtvannsforsyning
WTR	Water	23360	Uttak fra kilde, rensing og distribusjon av vann
CNS	Construction	22412	Oppføringer av bygninger
		23411	Utvikling av byggeprosjekter
		23412	Oppføringer av bygninger
		23420	Anleggsvirksomhet
		23430	Spesialisert bygge- og anleggsvirksomhet
TRD	Trade	23450	Handel med og reparasjoner av motorvogner
		23460	Agentur- og engroshandel, unntatt med motorvogner
		23470	Detaljhandel, unntatt med motorvogner
		23550	Overnattingsvirksomhet
		23560	Serveringsvirksomhet
		23950	Reparasjon av datamaskiner, husholdningsvarer og varer til personlig bruk
OTP	Transport nec	23491	Passasjer- og godstransport med jernbane
		23492	Drosjebiltransport
		23493	Annen landtransport med passasjerer
		23494	Godstransport på vei
		23495	Rørtransport
		23522	Tjenester tilknyttet transport ellers
		23791	Reisebyråvirksomhet, turistkontor samt tilknyttede tjenester
		23792	Reisearrangørvirksomhet og andre aktivitetsarrangører
WTP	Water transport	23501	Utenriks sjøfart, godstransport
		23502	Utenriks sjøfart, passasjertransport
		23503	Innenriks sjøfart
		23504	Supplyvirksomhet
		23521	Tjenester tilknyttet sjøtransport
ATP	Air transport	23510	Lufttransport
		23523	Tjenester tilknyttet lufttransport
CMN	Communication	23530	Post og distribusjonsvirksomhet
		23610	Telekommunikasjon
OFI	Financial services nec	23641	Sentralbankvirksomhet

		23642	Bankvirksomhet ellers
		23649	Annen finansiell tjenesteyting
ISR	Insurance	23651	Livsforsikring
		23652	Skadeforsikring
		23653	Pensjonskasser
		23660	Tjenester tilknyttet finansierings- og forsikringsvirksomhet
OBS	Business services nec	23620	Tjenester tilknyttet informasjonsteknologi
		23630	Informasjonstjenester
		23680	Omsetning og drift av fast eiendom
		23688	Boligtjenester, egen bolig, borettslag og sameie
		23690	Juridisk og regnskapsmessig tjenesteyting
		23700	Hovedkontortjenester, administrativ rådgivning
		23710	Arkitektvirksomhet og teknisk konsulentvirksomhet, og teknisk prøving og analyse
		23720	Forskning og utviklingsarbeid
		23730	Annonse- og reklamevirksomhet og markedsundersøkelser
		23740	Annen faglig, vitenskapelig og teknisk virksomhet
		23750	Veterinærtjenester
		23770	Utleie- og leasingvirksomhet
		23780	Arbeidskrafttjenester
		23800	Vaktjeneste og etterforskning
		23810	Tjenester tilknyttet eiendomsdrift
		23820	Annen forretningsmessig tjenesteyting
		23940	Aktiviteter i medlemsorganisasjoner + internasjonale organisasjoner
ROS	Recreational and other services	22970	Lønnet arbeid i private husholdninger
		23590	Film-, video- og fjernsynsprogramproduksjon, utgivelse av musikk- og lydopptak
		23600	Radio- og fjernsynskringkasting
		23900	Kunstnerisk virksomhet og underholdningsvirksomhet
		23910	Drift av biblioteker, arkiver, museer og annen kulturvirksomhet
		23920	Lotteri og totalisatorspill
		23930	Sports- og fritidsaktiviteter
		23960	Annen personlig tjenesteyting
		26900	Kunstnerisk virksomhet og underholdningsvirksomhet
		26910	Drift av biblioteker, arkiver, museer og annen kulturvirksomhet
		26930	Sports- og fritidsaktiviteter
		26940	Aktiviteter i medlemsorganisasjoner + internasjonale organisasjoner
OSG	Public Administration – Defense	24842	Forsvaret
DWE	Dwellings	22688	Boligtjenester, egen bolig, borettslag og sameie
OSS	Offentlig sektor – stat	24841	Offentlig administrasjon og forvaltning, og trygdeordninger underlagt offentlig forvaltning
		24844	Annen offentlig tjenesteyting
		24850	Undervisning
		24860	Helsetjenester
		24870	Pleie- og omsorgstjenester
		24910	Kulturell tjenesteyting
OSK	Offentlig sektor – kommune	25360	Uttak fra kilde, rensing og distribusjon av vann
		25841	Offentlig administrasjon og forvaltning, og trygdeordninger underlagt offentlig forvaltning
		25850	Undervisning
		25860	Helsetjenester
		25870	Pleie- og omsorgstjenester

		25882	Barnehager og SFO
		25910	Drift av biblioteker, arkiver, museer og annen kulturvirksomhet
OSP	Privat (undervisning, helse, omsorg)	23850	Undervisning
		23860	Helsetjenester
		23870	Pleie- og omsorgstjenester
		23882	Barnehager og SFO
		23889	Sosiale omsorgstjenester, vernede bedrifter
		26850	Undervisning
		26860	Helsetjenester
		26870	Pleie- og omsorgstjenester
AVK	Avfall (kommunal)	25370	Oppsamling og behandling av avløpsvann
		25380	Innsamling, behandling, disponering og fjerning av avfall
AVP	Avfall (privat)	23370	Oppsamling og behandling av avløpsvann
		23380	Innsamling, behandling, disponering og gjenvinning av avfall
		23390	Miljørydding, miljørensing og lignende virksomhet

\* Pga. konfidensialitetshensyn er raffinerier og kjemisk industri slått sammen til én næring.

## Vedlegg C: Elastisiteter

Tabell 11 Elastisiteter i CES-funksjoner for produksjon og handel

Parameter	Explanation	Value	
		General	Exceptions
<b>Elasticities in production function</b>			
esub_kle_m	Elasticity of substitution between aggregate intermediate inputs (M) and other inputs (KLE)	0.5	0
esub_m	Elasticity of substitution between non-energy intermediate inputs (M)	0.25	0
esub_e_va	Elasticity of substitution between capital-labour aggregate (KL) and energy aggregate (E)	0.5	0
esub_va	Elasticity of substitution between capital (K) and labour (L)	0.75	0
esub_k	Elasticity of substitution across capital types	0.25	0
esub_elec	Elasticity of substitution between electric and non-electric energy in the energy aggregate	0.5	0
esub_c_go	Elasticity of substitution between coal and the oil-gas aggregate	0.5	0
esub_g_o	Elasticity of substitution between oil and gas	0.5	0
<b>Elasticities for resource-based goods</b>			
eta_xe	Elasticity of supply for fossil fuels	0.25	0
esub_r	Elasticity of substitution between the resource and other inputs in resource-based goods	0**	0
<b>Elasticities in trade</b>			
esub_dm	Armington elasticity - domestic versus imports	4	4
Etrn	Elasticity of transformation	4	4
<b>Elasticities for emissions</b>			
	Elasticity between energy-related emissions and energy goods	0	0
	Elasticity between process emissions and output level	0	0

Kilde: Elastisitetene er basert på Andreassen og Bjertnæs (2006), McDaniel and Balistreri (2002), Narayanan mfl. (2012).

\* Merknad: unntakene er produksjon i følgende næringer: CRU, AGR, ELE; OSS, OSK, OSG, AVK, samt produksjon av alle varer for sluttforbruket.

\*\* Merknad: I modellversjonen der ressursbaserte næringer er endogene, er esub\_r positiv. Verdien for esub\_r kan regnes ut basert på tilbudselasticiteten eta\_xe. Vi bruker sammenhengen mellom tilbudselasticiteten for oljeproduksjon, substitusjonselasticiteten og faktorandelene til å beregne tilhørende substitusjonselasticitet mellom ressursen og andre innsatsfaktorer (se Rutherford, 2002). Det er stor spredning i empiriske anslag for tilbudselasticitet for oljeproduksjon, se litteraturgjennomgangen i Fæhn mfl. (2017).

Tabell 12 Elastisiteter i CES-konsumfunksjonen

Parameter	Explanation	Value
esubh_nele	Substitution between non-electric energy inputs in housing	0.5
esubh_ele	Substitution between electricity and the non-electric energy aggregate in housing	0.5
esubh_hou	Substitution between energy and other inputs in housing	0.5
esubh_trnt	Substitution between public and private transportation in final consumption	0.5
esubh_trpu	Substitution between alternative public transportation modes in final consumption	0.5
esubh_trpr	Substitution between capital and fuel in private transportation in final consumption	0.5
esubh_m	Substitution between all other consumption goods (except those transportation and housing)	0.5

## Vedlegg D: En stilisert framstilling av den rekursivt dynamiske modellen

Modellen nedenfor er en stilisert framstilling av en rekursivt dynamisk likevektsmodell. Den er svært forenklet i forhold til den numeriske modellen SNOW. Hovedhensikten med framstillingen er å vise hvordan modellen lukkes.

En viktig forenkling i denne stiliserte framstillingen i forhold til den numeriske modellen er at de representative bedriftene i hver næring er aggregert til én bedrift. Med bare én bedrift i hele økonomien er det ingen kryssleveranser av varer mellom næringer. Innsatsen i produksjonen er bare primærfaktorene arbeidskraft og kapital; her ser vi også bort fra naturressurser. Alle skatter og lumpsum-overføringer mellom husholdningen, bedriften, offentlig sektor og utlandet er utelatt. Den forutsetter at all sparing og all import skjer i husholdningen og at realinvesteringene skjer i bedriften. Den forenklete modellen ser også bort fra utslipp.

Ligninger:	Endogene variable knyttet til ligningen:
(1) $p^Y = c(w, r)$	$p^Y$
(2) $p^Y = [\varphi^{-\eta} (p^H)^{(1+\eta)} + (1-\varphi)^{-\eta} (v\bar{p}^W)^{(1+\eta)}]^{1/(1+\eta)}$	$p^H$
(3) $p = [\theta_A^{\sigma_A} (p^H)^{(1-\sigma_A)} + (1-\theta_A)^{\sigma_A} (v\bar{p}^W)^{(1-\sigma_A)}]^{1/(1-\sigma_A)}$	$v$ (og $p$ , men $p$ er numeraire)
(4) $K^D = (r/\theta p^Y)^{-\sigma} Y$	$K^D$
(5) $L^D = (w/\theta p^Y)^{-\sigma} Y$	$L^D$
(6) $M = (v\bar{p}^W/\theta_A p)^{-\sigma_A} C$	$M$
(7) $A = (v\bar{p}^W/\theta p^Y)^\eta Y$	$A$
(8) $H = Y - \bar{G} - \bar{D}$	$H$
(9) $Y + M = C + A + \bar{G} + I$	$Y$
(10) $K = (1-\delta)(K_{-1} + I_{-1})$	$K$
(11) $L = \bar{L}$	$L$
(12) $K^D = K$	$r$
(13) $L^D = L$	$w$
(14) $S = S(H, p)$	$S$
(15) $C = C(H, p)$	$C$
(16) $I = S$	$I$

Ligning (1) beskriver kostnadsminimeringen til den representative bedriften, jf. kapittel 2.1. Det er kun én næring i denne stiliserte modellframstillingen. Produksjonen er et CET-aggregat av én variant for eksport og én for hjemmemarkedet, jf. ligning (2). Ligning (3) viser konsumprisen som et Armington-aggregat bestående av en hjemmeproduisert og en importert variant. (I SNOW er det mange konsumvarer med samme struktur, og produktene benyttes også som innsatsvarer, jf. kapittel 2.1.) Ligning (4) og (5) er etterspørselen etter innsatsfaktorer (her bare kapital og arbeidskraft), slik den følger av kostnadsminimering i bedriftene, mens ligning (6) og (7) bestemmer etterspørselen etter import og eksport, slik de følger av ligning (3) og (2).

Ligning (8) er budsjettbalansen til konsumenten, som sier at all inntekt utover det gitte offentlige konsumet og en gitt finanssparing, er tilgjengelig for konsum og sparing i husholdningen, jf. kapittel 2.2. Aggregatet av konsum og sparing,  $H$ , følger residualt og blir ikke optimert i rekursivt dynamiske likevektsmodeller. Ligning (9) er likevektsbetingelsen for produktet, som sammenfaller med økosirk-betingelsen i denne stiliserte én-vare-økonomien. Det følger av ligning (8) og (9) at finanssparing i denne enkle framstillingen bestemmes av overskuddet på handelsbalansen:  $\bar{D} = A - M$ . Den innenlandske sparingen og konsumet blir fordelt i henhold til en CES-funksjon, se ligning (14) og (15), og sparingen bestemmer realinvesteringene (ligning (16)).

Ligningene (10) og (11) gir tilgjengelige ressurser (som kun er  $L$  og  $K$  i denne enkle framstillingen). Kapitaltilgangen er gitt i basisåret og utvikles deretter i takt med de innenlandske investeringene i økonomien, mens arbeidskraftstilbudet er eksogent. Endelig gir ligning (12) og (13) likevektsbetingelsene for faktorene.

Det er 17 endogene variable ( $p^Y, p^H, v, p, K^D, L^D, K^S, L^S, M, A, H, C, Y, r, w, S, D$ ), og vi velger  $p$  som numeraire for å determinere modellen (som i den numeriske). Dermed er alle priser definert i realpriser og alt måles i termer av konsumgodet.

### Variable

Alle variable med strek, samt parameterne med greske symboler, er eksogene. Fotskrift  $_{-1}$  betyr forrige periode.

$w$	lønn
$r$	kapitalavkastning = brukerpris
$c(\cdot)$	enhetskostnadsfunksjonen
$p^Y$	enhetsinntekt
$p^H$	pris på leveranser til hjemmemarkedet
$\bar{p}^W$	pris på verdensmarkedet (eksport og import), målt i utenlandsk valuta
$v$	valutakurs
$p$	konsumpris
$Y$	produksjon
$C$	konsum
$M$	import
$A$	eksport
$K^D$	kapitaletterspørsel
$L^D$	arbeidskraftetterspørsel
$\bar{K}$	kapitaltilgang
$L$	arbeidskrafttilgang
$G$	offentlige konsum
$\bar{L}$	gitt nivå på arbeidskrafttilgangen
$\bar{D}$	gitt finanssparing i utlandet
$S$	realsparing
$I$	private investeringer
$H$	CES-aggregatet av $S$ og $C$
$\varphi, \theta_A, \theta$	andelsparametre i transformasjonsfunksjonen (ligning (2) og (7)), Armington-funksjonen (ligning (3) og (6)) og produktfunksjonen (ligning (4) og (5))
$\eta, \sigma_A, \sigma$	transformasjonselastisitet, Armington-elastisitet og faktorsubstitusjonselastisitet (i de samme ligningene som ovenfor)
$\delta$	kapitalslitrte