

SNOW – generell likevektsmodell for norsk økonomi

NFR workshop: Modellering av energisystemet

25. april 2017

Orvika Rosnes

Energimodeller i SSB

- Partielle likevektsmodeller
 - LIBEMOD (energimarkedsmodell med hovedvekt på kraft- og gassmarkeder i Europa)
 - FRISBEE (globale energimarkeder med detaljert inndeling av norsk sokkel)
- Generelle likevektsmodeller (CGE-modeller)
 - Fra MSG til SNOW
 - Ny plattform: Modelleringspråk (GAMS/MPSGE) og sektorinndeling
 - Ellers ganske likt – standard CGE-modeller
 - MSG har lang historie med referansebaner, justeringer i og utenfor modellen
- SNOW – generell likevektsmodell for Norge i verden
 - En familie av modeller
 - SNOW-NO: hovedfokus på Norge, resten av verden eksogen
 - SNOW-W: hele verden endogen
 - Ulike aggregeringer mulig (både for industrier og land/regioner)
 - Utviklet for analyser av energi- og klimapolitikk
 - Data
 - Nasjonalregnskap, utslippsregnskap (2013)
 - Alt måles i penger
 - Sektorinndeling som i GTAP (Global Trade Analysis Project)
 - Kan bruke internasjonale databaser, koble til andre land

Hva er en CGE-modell?

- Modell for hele økonomien
 - Alt henger sammen gjennom:
 - Næringer bruker samme ressurser i produksjonen (arbeidskraft, kapital, energi)
 - Kryssløpsleveranser mellom næringer
 - Substitusjon i etterspørselen
 - Maksimerende aktører tilpasser seg til rammebetingelsene
 - Viktig i klimapolitikkanalyser fordi tiltak (og mange tiltak på én gang) gir tilbakevirkninger
 - Disaggregert modell – ikke bare et makrobilde
 - SNoW har 46 næringer, 20 konsumgoder
 - Ikke detaljert nok på alt – gjennomsnittsteknologier
 - «Raffinerte oljeprodukter» er en aggregert vare (ikke bensin, diesel,...)
 - Olje- og gassutvinning i samme sektor
 - Elektrisitet er én sektor, dominert av vannkraft
 - Jo flere detaljer, jo flere forutsetninger må gjøres eksogent
 - Langsiktig likevekt
 - Ser bort fra tilpasningskostnader (og tilpasningstid) når ressurser skal flyttes
 - Før eller siden må offentlig sektor balansere sine budsjetter
 - Tiltak som koster må fortrenge andre tiltak eller skattefinansieres
 - Samfunnsøkonomiske effekter
 - Summen av effektene for hver enkelt (når alle teller likt)
- ≠ Sektoranalyser, partielle markedsanalyser, studier av energisystemer

SNOW – a CGE model for Norway

- Small open economy, rest of the world exogenous
 - Static (annual) or recursive dynamic
- Based on GTAP data structure, modified to fit Norwegian National Accounts
 - 46 sectors, data for 2013
- Representative consumer maximises welfare
 - Income from labour, capital and natural resources
 - Consumer preferences represented by nested CES-functions
- Government collects taxes and provides government goods
- Production technologies represented by nested CES-functions
 - Labour and capital mobile between sectors
 - Resource-based goods limited by the resource, but production endogenous
 - Crude oil, gas, coal, electricity, (agriculture)
- Trade: Domestic and imported goods are imperfect substitutes (Armington); CET export functions
- Policies and measures: taxes, subsidies and transfers
- Emissions from energy use and from industrial processes in each sector
 - GHGs (CO₂, CH₄, N₂O, HFK, PFK, SF₆)
 - Acidifying gases and ozone precursors (SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃, PM₁₀, PM_{2.5})
- **Determines:**
 - Production, consumption, import, export of different goods, factor and resource use, relative prices, emissions
 - ... for given resources (labour, capital, natural resources), policies (taxes) and technologies
 - ... in a long-term equilibrium (no adjustment costs)

46 industries in SNOW

| | | | |
|----|------------------------------------|----|--|
| 1 | Agriculture | 24 | Transport equipment n.e.c. |
| 2 | Forestry | 25 | Machinery and equipment, incl. electronic equipment |
| 3 | Fishing | 26 | Manufactures n.e.c. |
| 4 | Coal | 27 | Electricity |
| 5 | Crude oil & gas | 28 | Gas manufacture & distribution |
| 6 | Minerals n.e.c. | 29 | Water |
| 7 | Food products – meat | 30 | Construction |
| 8 | Vegetable oils and fats | 31 | Trade |
| 9 | Dairy products | 32 | Transport n.e.c. |
| 10 | Food products n.e.c. | 33 | Water transport |
| 11 | Beverages and tobacco products | 34 | Air transport |
| 12 | Textiles | 35 | Communication |
| 13 | Wearing apparel | 36 | Financial services n.e.c. |
| 14 | Leather products | 37 | Insurance |
| 15 | Wood products | 38 | Business services n.e.c. |
| 16 | Paper products, publishing | 39 | Recreational and other services |
| 17 | Petroleum and coal products | 40 | Defence |
| 18 | Chemical, rubber, plastic products | 41 | Dwellings |
| 19 | Mineral products nec | 42 | Public Administration (Central): Education, Health, etc. |
| 20 | Ferrous metals | 43 | Public Administration (Local): Education, Health, etc. |
| 21 | Metals nec | 44 | Private education, health, etc. |
| 22 | Metal products | 45 | Waste (public) |
| 23 | Motor vehicles and parts | 46 | Waste (private) |

Bruk av SNOW

- Politikkanalyser
 - Hva skjer hvis... ? Virkninger av og samspill mellom ulike virkemidler
 - Hvordan oppnå noe? Virkemidler og kostnader
 - Gitte teknologier, preferanser
- Fremskrivninger
 - Hvordan vil økonomien se ut om xx år?
 - Mange forutsetninger
 - Politikk, verdensmarkedspriser osv.
 - Nye teknologier
 - Hva skal gjøres i CGE-modellen, hva kan tas utenfor?
- SNOW er spesielt utviklet for analyser av energi- og klimapolitikk
 - Detaljert beskrivelse av produsenters/konsumenters bruk av energi og substitusjonsmuligheter
 - Forurensende-/ikke-forurensende varer/teknologier
 - Detaljert utslippsmodul
 - Utslipp av 6 klimagasser + 6 øvrige
 - Koeffisienter knyttet til aktiviteter (energi- og vareinnsats, forbruk, industrielle prosesser)
 - Modellering av renseteknologier
 - Transport, jordbruk, industri og petroleumssektoren

Ulike typer virkemidler kan studeres

- Generelle eller differensierte avgifter
 - CO₂-utslipp eller alle klimagasser
 - Elektrisitetsavgift, bilavgifter, ...
 - Subsidier
- Utslippskvoter
 - Kvotepriis eller utslippstak
 - Generelle eller differensierte mellom sektorer
 - Internasjonalt marked (eksogen kvotepriis) eller nasjonalt marked (endogen kvotepriis)
 - Gratiskvoter eller auksjonering
- Direkte reguleringer av enkeltkilder
- Teknologipåbud i enkeltprosesser
- Kombinasjoner av dette

Publiserte analyser

SNOW-NO:

- Greaker, M., O. Rosnes (2015): Robuste norske klimamålsetninger, *Samfunnsøkonomen* 1, 67–77
- Bye, B., T. Fæhn, O. Rosnes (2015): Residential energy efficiency and European carbon policies: A CGE-analysis with bottom-up information on energy efficiency technologies, Discussion Papers No. 817, Statistics Norway
- Bye, B., K. Espegren, T. Fæhn, E. Rosenberg, O. Rosnes (2016): Energiteknologi og energiøkonomi: Analyser av energipolitikk i to ulike modelltradisjoner, *Samfunnsøkonomen* 6, 43–53

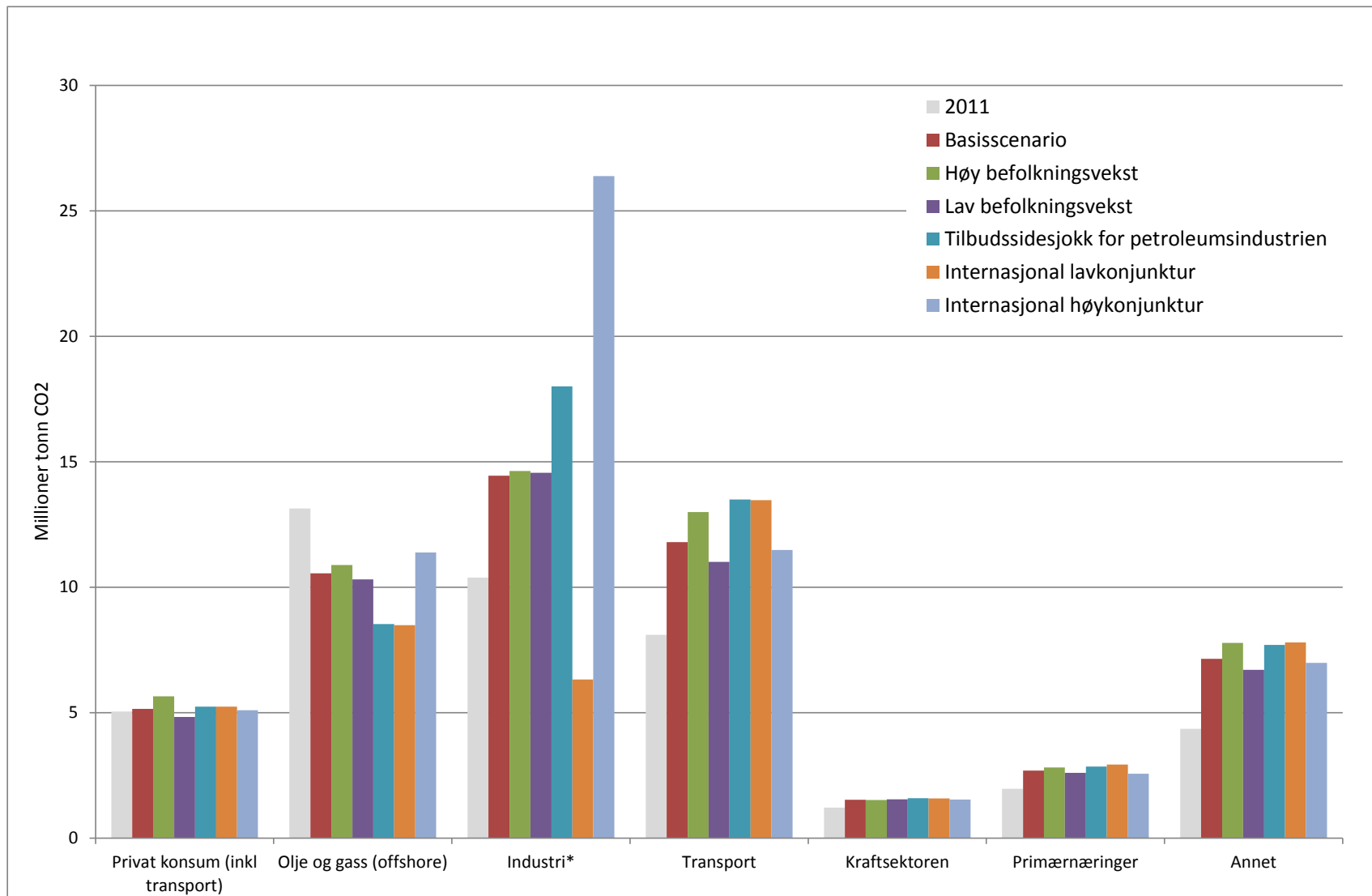
SNOW-Global:

- Böhringer, C., B. Bye, T. Fæhn, and K.E. Rosendahl (2012): Alternative designs for tariffs on embodied carbon: A global cost-effectiveness analysis, *Energy Economics* 34, 143-153.
- Böhringer, C., B. Bye, T. Fæhn, and K.E. Rosendahl (2016): Output-based rebating of carbon taxes in the neighbor's backyard: Competitiveness, leakage and welfare, forthcoming, in the *Canadian Journal of Economics*.
- Böhringer, C., B. Bye, T. Fæhn, and K.E. Rosendahl (2015): Targeted carbon tariffs: Carbon leakage and welfare effects, Discussion Papers No. 805, Statistics Norway
- Böhringer, C., B. Bye, T. Fæhn and O. Rosnes (2017): Carbon policies and competitiveness: The case of Norway, manuscript

Eksempel: Energieffektivisering i husholdninger

- Utgangspunkt i EED: 27% energieffektivisering innen 2030
 - Oppvarming i husholdninger
 - Implementerer kravet på ulike måter – reduksjon i energibruken eller energiintensiteten
- Modellerer energieffektiviseringstiltak
 - Detaljert data om energieffektiviseringstiltak fra TIMES
 - Substitusjonsmuligheter mellom energibruk og boligkapital
 - Kostnader knyttet til energieffektiviseringstiltak for husholdninger
 - Vanligvis utelatt i CGE-modeller
- Energibruken for oppvarming faller i husholdninger
 - Elektrisitetsforbruket faller mest
- Elprisen faller – ringvirkninger i hele økonomien
 - Reallokering av ressurser
 - Prosessindustrier vokser
 - Utslippene (fra prosesser) øker
- Sammenlignet med TIMES:
 - Utløser like mye energieffektiviseringstiltak i husholdninger
 - Men ulike tiltak pga. ulik modellering av teknologier
 - Ikke overgang mellom ulike teknologier *med samme energibærer* (fra panelovn til varmepumpe)
 - Får med effekter i hele økonomien

Hvor følsomme er norske utslipp i 2030 for ulik utvikling i eksogene forhold?



Videre modellutvikling

- Renseteknologier
 - Transport, jordbruk, industri og petroleumssektoren
 - Bottom-up data
- Energieffektiviseringstiltak i bygninger og industrien
- Intertemporal dynamisk modell
- Tregheter i investeringsadferd

- Disaggregere elektrisitetssektoren?
 - Fornybar vs. konvensjonell kraftproduksjon
 - Produksjon vs. distribusjon (nettinvesteringer for handel)
- Disaggregere olje- og gassnæringen?
 - Utvinning vs. relaterte tjenester
 - Olje vs. gass
 - Analyser av norsk gass til Europa
- Vurdering av parameterverdier?
 - Historiske dataserier vs. nye teknologier