

Taran Fæhn:

Perspektivmeldingene,

klimagassutslipp og

SNOW

(SSBs generelle likevektsmodell)



Statistisk sentralbyrå
Statistics Norway

Perspektivmeldingene

- drøfter politiske valgmuligheter

for fremtiden, basert på

fremskrivninger

= et scenario for økonomien som er sannsynlig

- men der politikken holdes uendret «business-as-usual» scenario
- flere tiår frem i tid: 2030 – 2050 – 2070
- grunnlaget for å tenke alternativ politikk



Planla PM i mai (ett år før tiden) - ble forleden utsatt på ubestemt tid.....

Eksempel på utslippsfremskrivning fra Perspektivmeldingen i 2017

Tabell 4.2 Utslipp av klimagasser i Norge etter sektor. Mill. tonn CO₂-ekvivalenter

	1990	2005	2015	2020	2030
Utslipp av klimagasser.....	51,7	55,1	53,9	51,8	48,3
Kvotepliktig utslipp		27,5	26,6	26,3	25,2
– Olje- og gassproduksjon		12,9	14,0	13,9	12,8
– Industri og bergverk.....		13,6	10,8	11,1	11,0
– Andre kilder ¹		1,0	1,8	1,3	1,4
Ikke-kvotepliktig utslipp		27,6	27,3	25,5	23,1
– Transport ²		14,9	15,6	14,9	13,5
Herunder: Veitrafikk.....		9,7	10,3	9,7	8,4
– Jordbruk.....		4,6	4,5	4,3	4,4
– Andre kilder ³		8,1	7,2	6,2	5,2
Opptak i skog.....	-10,5	-24,7	-24,4 ⁴	-23,4	-21,2
Utslipp av klimagasser medregnet skog.....	41,3	30,4	29,5	28,4	27,1
Memo:					
Fastlands-Norge	43,5	39,8	38,8	36,7	34,4

¹ Inkluderer kvotepliktig energiforsyning og luftfart.

² Inkluderer veitrafikk, sjøfart, fiske, ikke-kvotepliktig luftfart, anleggsmaskiner og andre mobile kilder.

³ Inkluderer ikke-kvotepliktig industri, petroleumsvirksomhet og energiforsyning, samt oppvarming og andre kilder.

⁴ Anslag basert på fremskrivingene.

Kilder: Statistisk sentralbyrå, Miljødirektoratet, NIBIO og Finansdepartementet.

Hvordan ser krystallkulen ut?



Bilde:Ya-webdsin

Består av ligninger, parametre og modellsimuleringer



SNOW (Statistics Norway's World model):

- En generell likevekts (CGE)-modell

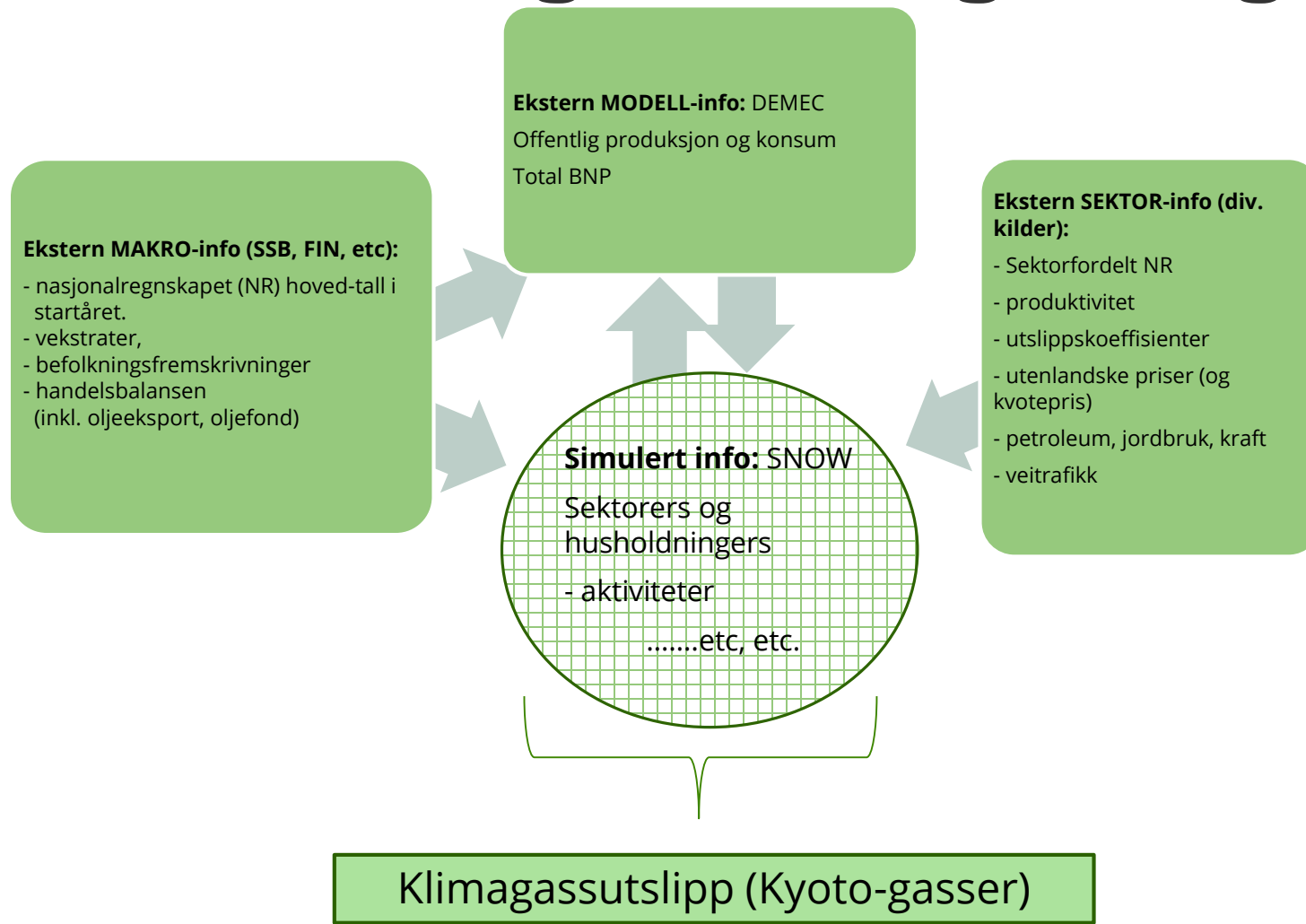
DEMEC:

- En likevektsmodell med vekt på offentlige finanser

Andre kilder (tilbake- og fremadskuende eksperter):

- Befolkningsfremskrivningene (SSB)
- Veimodell (Miljødirektoratet/SSB)
- Petroleumsaktivitet (Oljedirektoratet)
- Jordbruk (Miljødirektoratet/NIBIO)
- Kraftproduksjon og kraftintensiv industri (NVE)

Modellsimuleringer danner grunnlaget



Hvordan nyttiggjøre seg eksperters detaljkunnskap?

- Det er klimautslipp overalt
- Trenger detaljert økonomisk og teknologisk informasjon fra omtrent alle samfunnsområder
- Kjenner startåret (nasjonal- og utslippsregnskap mm) , ikke fremtiden

3 fremgangsmåter i SNOW:

- A) La ekspertinfo overstyre modellen ved å ta *den* som gitt og **la parametere gi etter** slik at SNOW treffer informasjonen
- B) Bygge mekanismer ekspertene lener seg på inn i modellen (**endogenisere mekanismene**)
- C) **Kople modeller** av enkeltområder sammen – uttaler seg om hver sine ting og leverer til hverandre

I praksis: Alle tre kombineres

Littegrann historie om SSBs CGE-modeller

CGE-modeller i SSB siden Leif Johansen (60- og 70-tallet) - MSG

Grodde frem fra forskningsvirksomheten rundt NR

Fokus på **skatter, næringspolitikk, handel** – og mer og mer på **klima- og energipolitikk**

SSB pionér i å knytte utslipp til økonomisk aktivitet (Alfsen, Bye og Holmøy; 1996)

Siden 90-tallet også mye brukt for framskrivninger i Finansdepartementet

For ca 5 år siden: SNOW og DEMEC erstattet MSG

Arbeidsdeling DEMEC og SNOW

- SNOW disaggregerer produksjonsdelen
- DEMEC disaggregerer offentlig sektor

Hvorfor CGE-modeller som SNOW i fremskrivninger?

- a) Disaggregert
- b) Generell
- c) Langsiktig
- d) Aktører som handler til sitt eget beste og responderer på hverandre

a) Disaggregert

Klimagassutslipp overalt men varierer fra sektor til sektor

→ fleksibel sektorsammensetning er avgjørende

- SNOW: 46 sektorer (og produkter)
- Selv da, for aggregert?
 - Metallproduksjon er 2-delt, men NR har flere enn 40
 - Elektrisitet er 1 produkt (ok), men det innebærer også bare 1 teknologi (gjennnitt)
 - 1 husholdning (konsument og arbeidskraftstype)
- Det koster å disaggregere – ikke pga. maskinkapasitet, men databehov/mange forutsetninger og eksogene estimer/ekspertvurderinger

SNOWs 46 sektorer:

1	Agriculture	24	Transport equipment nec
2	Forestry	25	Machinery and equipment, incl. electronic equipment
3	Fishing	26	Manufactures nec
4	Coal	27	Electricity
5	Crude oil & gas	28	Gas manufacture & distribution
6	Minerals nec	29	Water
7	Food products – meat	30	Construction
8	Vegetable oils and fats	31	Trade
9	Dairy products	32	Transport nec
10	Food products nec	33	Water transport
11	Beverages and tobacco products	34	Air transport
12	Textiles	35	Communication
13	Wearing apparel	36	Financial services nec
14	Leather products	37	Insurance
15	Wood products	38	Business services nec
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)

b) Generell

- ser hele økonomien under ett

Det holder ikke å se hver sektor og aktør for seg

De påvirker hverandres muligheter og atferd

- etterspør de samme ressursene (arbeidskraft, energi)
- tilbud og etterspørsel samvirker
- handelbalanserestriksjoner som økonomien som helhet må holde seg innenfor
- politikk påvirker manges atferd samtidig

c) Langsiktig - mange tiår strukturendringer kan forgå - flytting av ressurser

Ny kapital, næringsstruktur, konsummønstre

Simulerer trender

- retter ut konjunkturer
- ser bort fra midlertidige ulikevekter

Kan ikke si så mye om veien mot ny likevekt

- midlertidig ledighet, omskolering, sløsing, kapasitetspress
- hva det koster å endre næringsstruktur, flytte ressurser

Fremskriver *langsiktig mulighetsområde* for økonomien

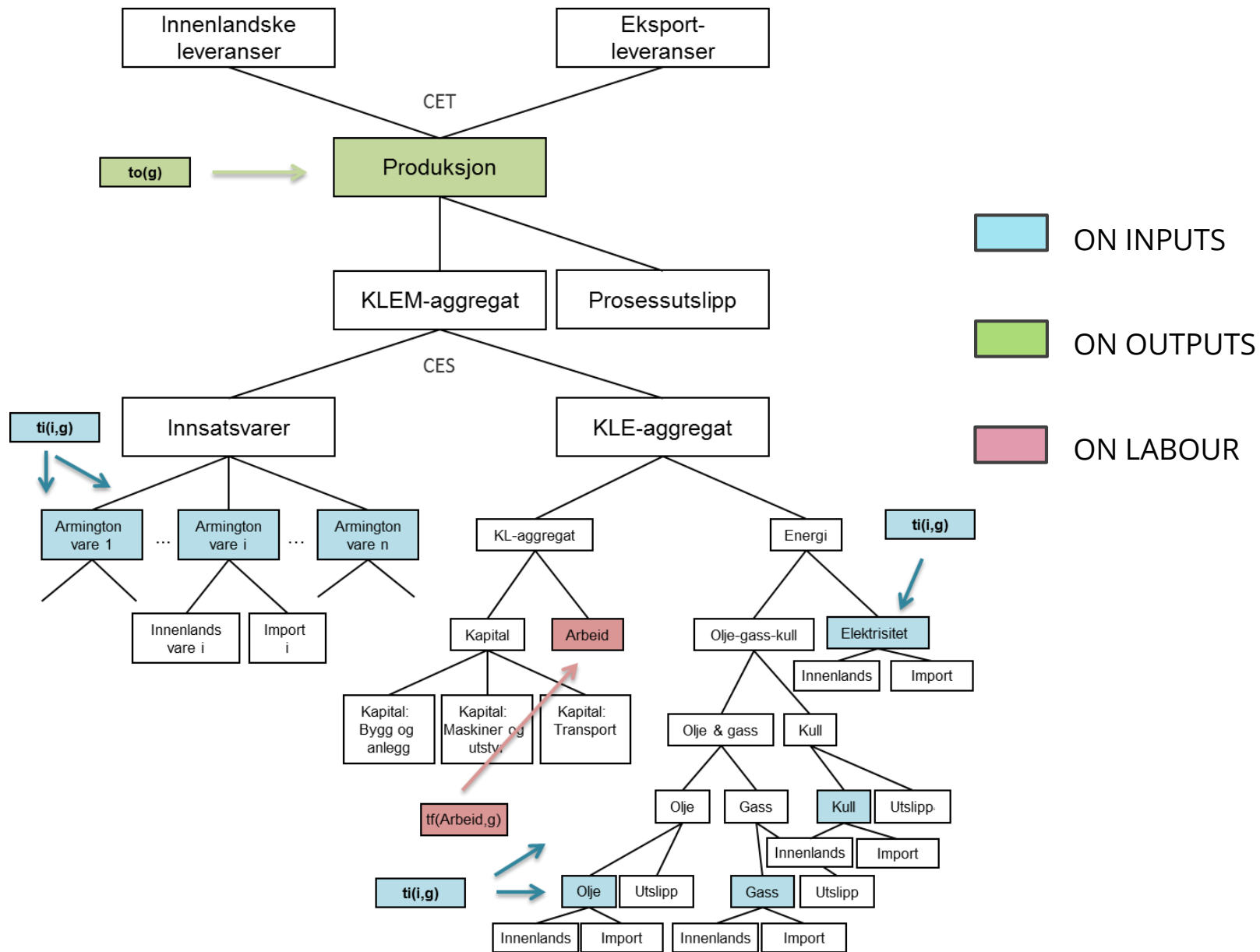
d) Aktørene responderer på endringer

- Produsenter
 - som søker mest mulig profitt
- Konsumenter
 - som maksimerer nytte
- Myndigheter
 - som bestemmer skatter, subsidier, overføringer og restriksjoner
 - Tjener ingenting – går alltid i balanse
- Utlendinger
 - som ikke har modellert atferd, men
 - påvirker oss som konkurrenter, leverandører, etterspørrere

Atferden til produsentene

Likninger for produsentenes atferd

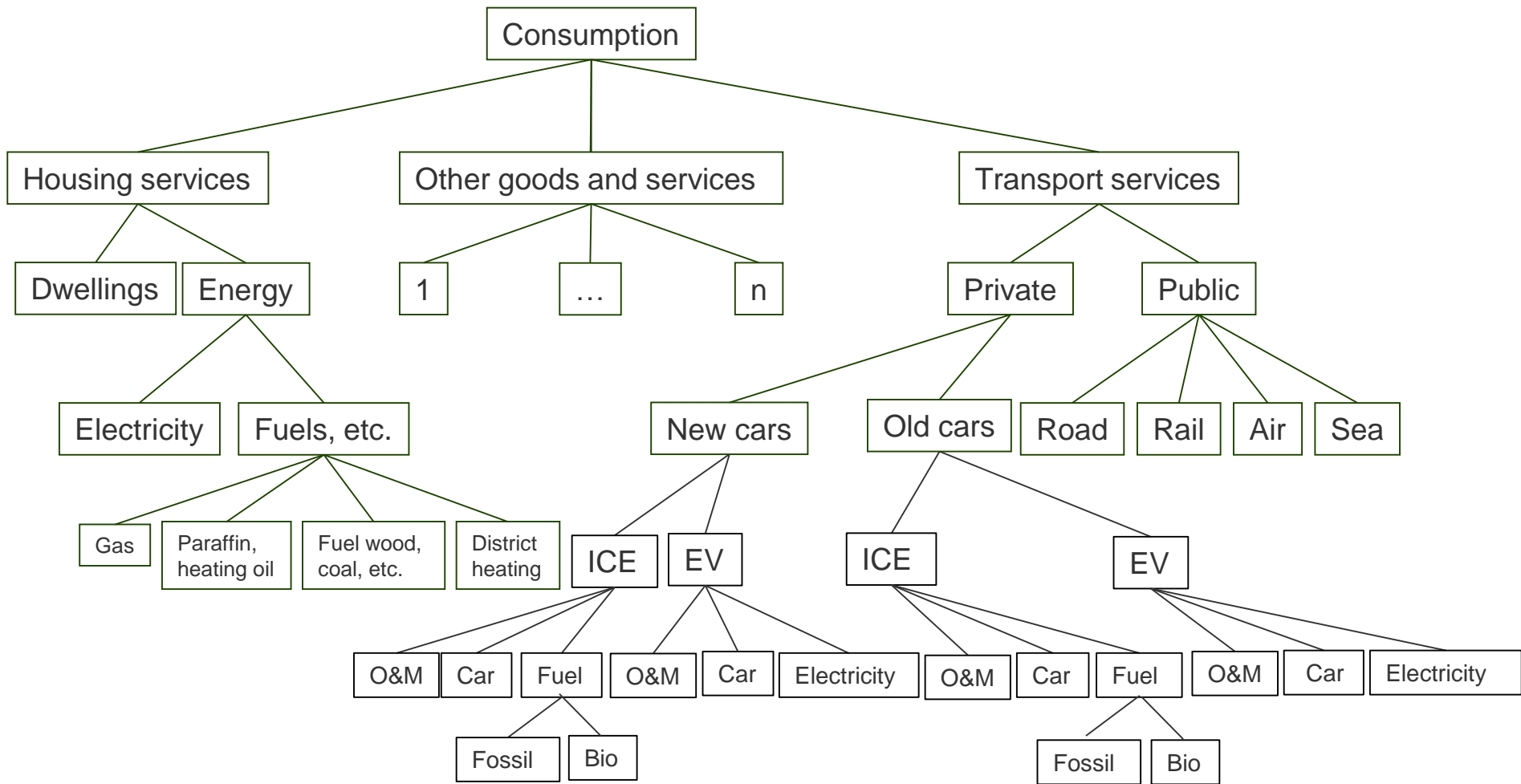
- Én representativ bedrift i hver av de 46 sektorene
- Produktet defineres ved sektoren: Ett per sektor
- Produksjonen har konstante kostnader (bort sett fra naturressursavhengige sektorer (petroleum, jordbruk, kraft))
- Produsentene kostnadsminimerer
- Kapital og arbeidskraft kan flyttes uten omstillingskostnader mellom sektorer, kapital også over landegrensene
- Produksjonsfaktorer kan (normalt) substituere hverandre - modellert som et etterspørselssystem:



Atferden til konsumentene

- Én representativ husholdning
- Mottar all nettoinntekt fra faktorene arbeidskraft, kapital og naturressurser.
- Mottar også til syvende og sist skatteinntektene som ikke brukes til å produsere offentlige varer og tjenester (overføringer)
- Maksimerer sin nytte, for
 - gitt inntekt
 - fast andel sparing av inntekten
 - optimering av hvor mye de vil arbeide og ta ut fritid
- Sammensetningen av konsumet bestemmes nokså tilsvarende produsentenes etterspørsel:

The CES consumption tree



Framskrivninger av utslipp

Eksempler på hvordan ekspertinfo brukes

- som nevnt 3 fremgangsmåter:

- A) **La parametre i SNOW gi etter** slik at vi treffer info
 - Vanligst, enklest, billigst
 - «Snur» modellen, dvs. lar ikke modellen men ekspertene bestemme
- B) **Endogenisere mekanismer** ekspertene kjenner
- C) **Kople modeller** og samkjøre med gjensidig påvirkning

Eksempel på A): La produktivetsparametre gi etter:

i) Autonomous technological change

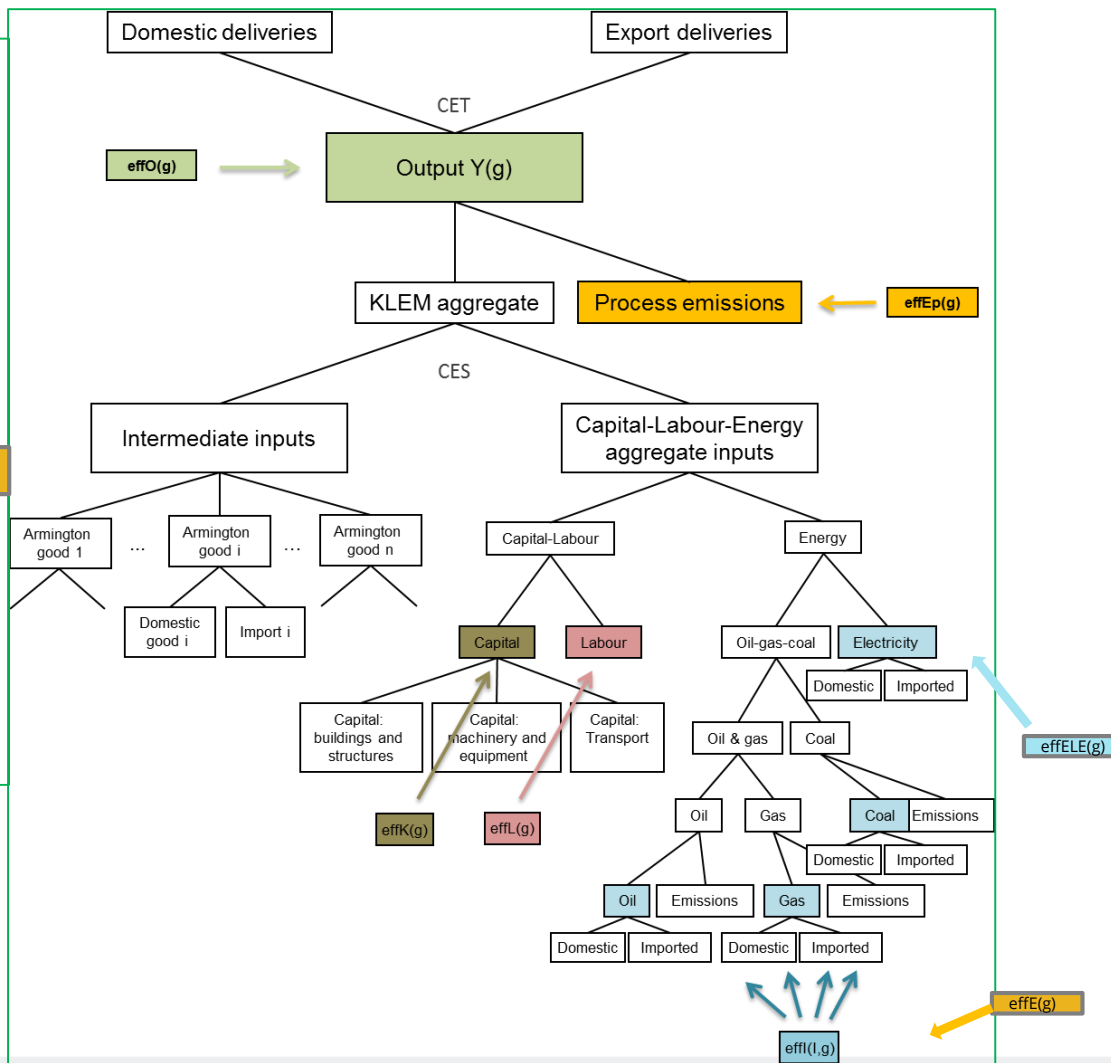
Total factor productivity

Separate efficiency parameters for L, K, energy goods

Emission coefficient parameters

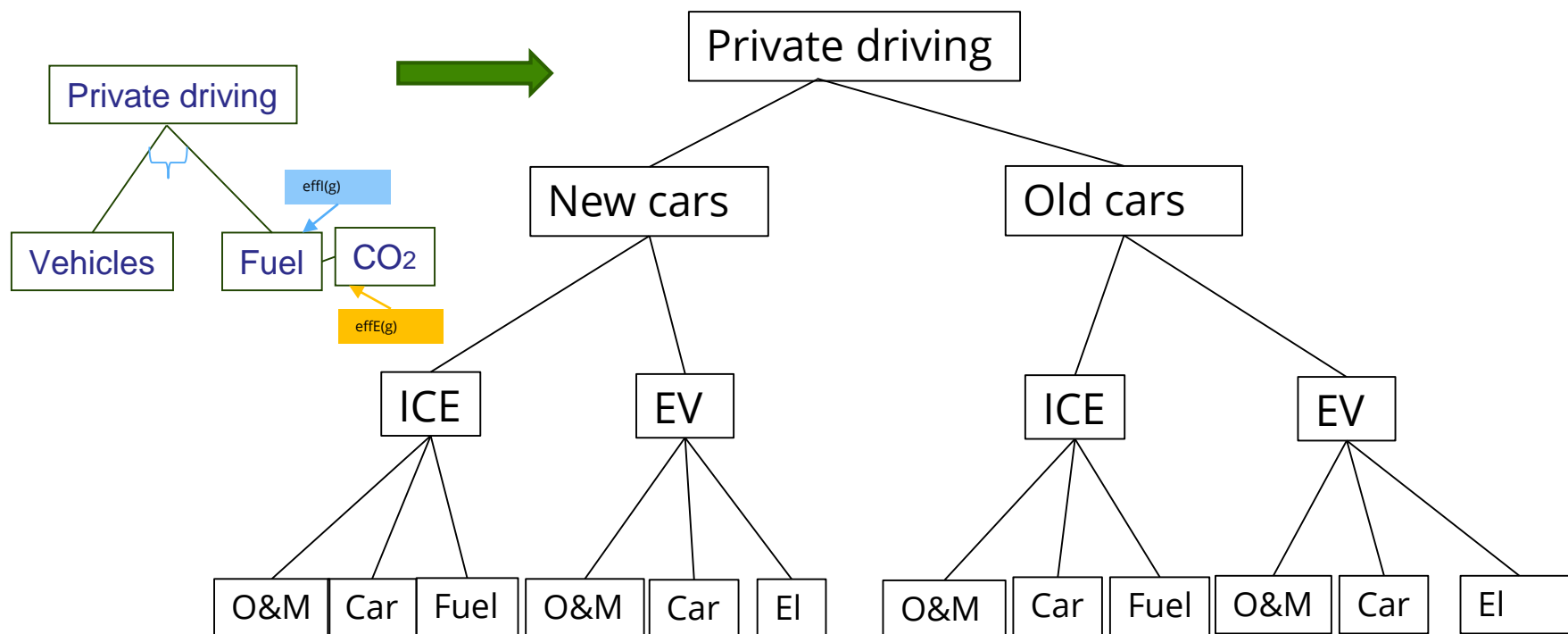
ii) Exogenous output (CRU, ELE, AGR)

iii) Substitution parameters

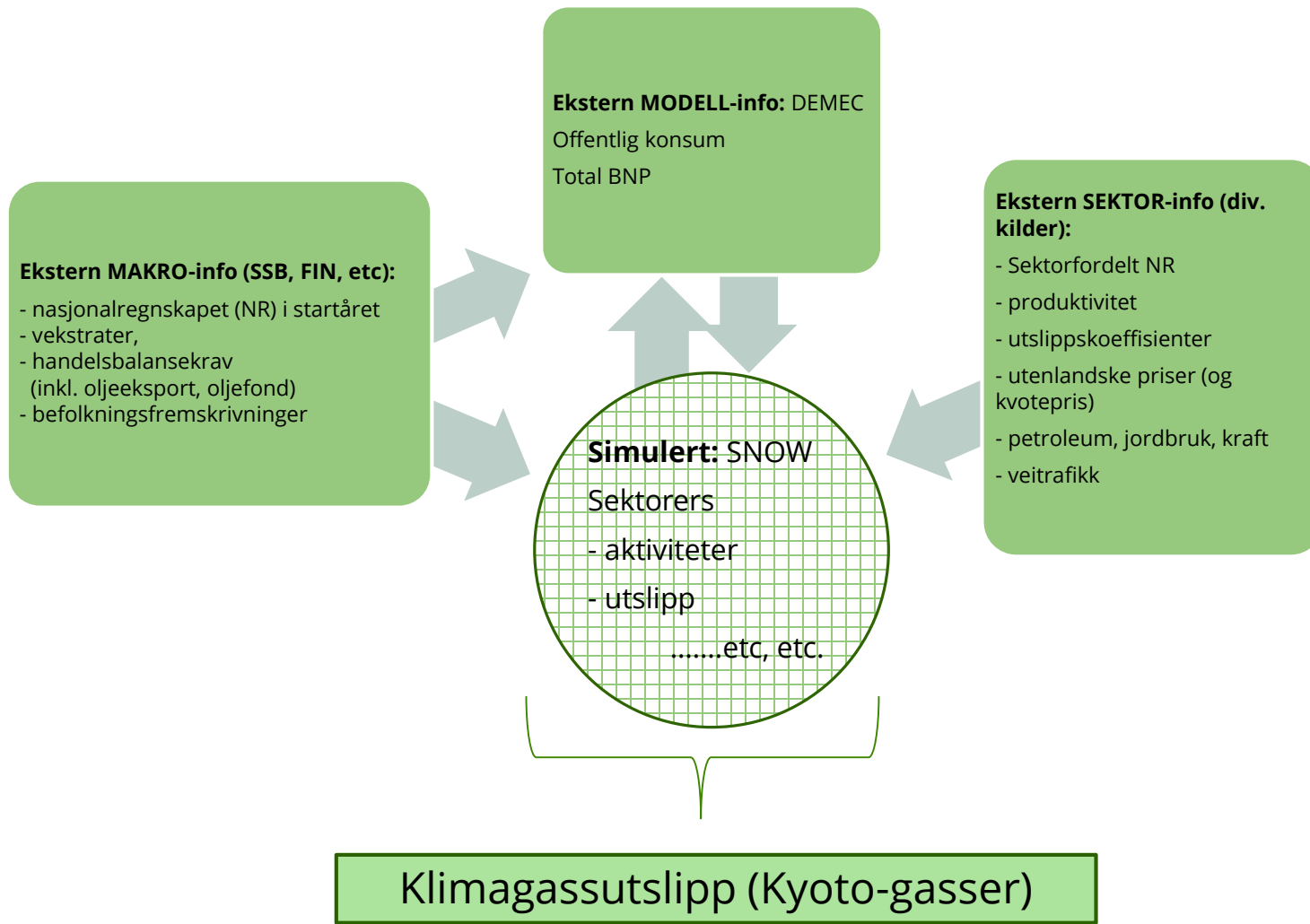


Eksempel på B): Endogenisere mekanismer:

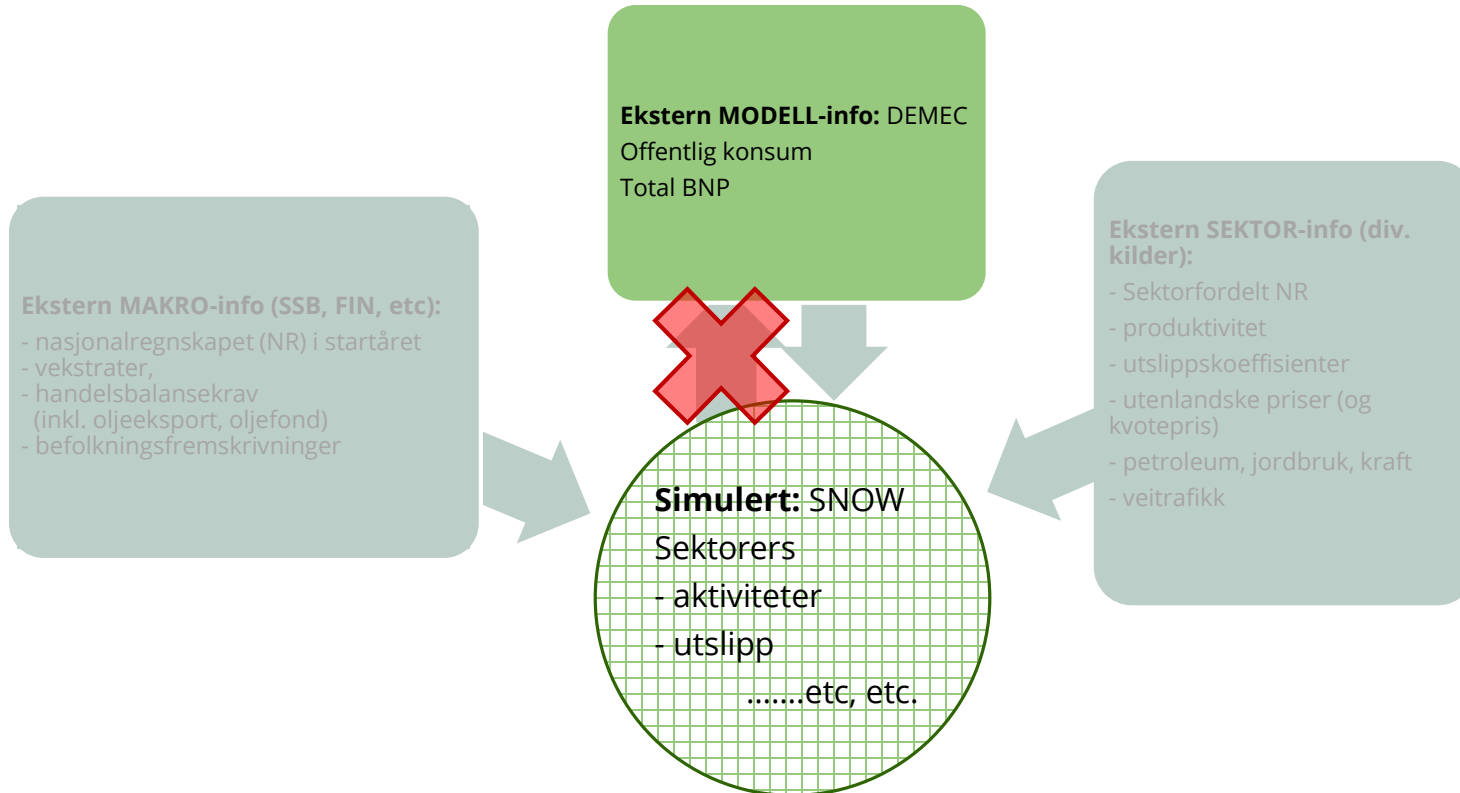
Modellering av valg av el-bil i husholdningene



Eksempel på C): Kople modellene DEMEC og SNOW



Eksempel på C): Kople modellene DEMEC og SNOW



Forenklet enveis-kopling

(NB: går lett på bekostning av full konsistens – BNP er endogen i begge)

Hva kan modeller som SNOW brukes til?

Framskrivninger:

- Fokus på klimagassutslipp (Perspektivmeldingene)
- Fokus på økonomisk utvikling, som næringsstruktur, skatteinngang, vekst...

Analysere effekter av politikk eller andre drivere:

Sammenlikne med en «business-as-usual»-fremskrivning (referansebane):

- **Politikk-virkemidler:** Hvordan endrer det folks atferd, velferd, økonomisk vekst, sektorsammensetning?
- **Trend-skift:** endring i antakelser om befolkningsvekst, produktivitet, internasjonale forhold
- **Nye politiske mål:** Hvordan kan de nås vha. virkemidler og dimensjonering av dem?

Scenariostudier:

- Valg av én fremskrivning kan være lite robust
- Analyser lener seg ofte på flere referansebaner og undersøker effektene av analyseskiftet i flere fremtider for å være forberedt på ulike fremtider

OPPSUMMERING

- SNOW brukes for utslippsframskrivninger (PM), økonomiske framskrivninger og for politikkanalyser
- Framskrivninger lener seg på mye ekspert-informasjon og innebærer gi-og-ta mellom SNOWs egne mekanismer og anslag fra eksterne kilder
- SNOWs rolle blir å sikre konsistens – tilpasse detaljene til hverandre slik at man får en fullstendig historie om fremtiden
- Å velge én fremtid er mer risikabelt enn et sett av scenarier

Takk!

Taran

(tfn@ssb.no)

The SNOW* family members

* Statistics **NO**rway's **WO**ld models

- A) SNOW-NO: Fit for macroeconomic, emissions and climate policy – projections and analysis
- focus on Norway as a small, open economy
 - rest of the world exogenously treated (not affected by Norwegian trends or policies)

Static:

- calibrated to a base year (currently 2013) (can be forwarded)

Recursive-dynamic:

- calibrating a baseline ahead
- give growth in resources, productivity, international prices
- capital accumulation links periods:
$$K = (1 - \delta)(K_{-1} + I_{-1})$$

- B) SNOW-GLO: Fit for international policy decisions, carbon leakage and scenario building
- a global version – every country/region endogenous and linked through trade

- C) SNOW-DYN: (will be) fit for various studies of tax policies, tax interaction and welfare implications
- forward-looking
 - intertemporal
 - endogenous labour supply (also applies to newest SNOW-NO)

International/cross-border topics:

SNOW-GLO:

- Similar structure as SNOW-NO
- Less details - e.g. only CO2, no bottom-up info,
- Static, but currently recursive version developed
- Flexible sectoral and regional resolution

GTAP DATABASE:

- NAs and trade links for almost all regions/countries
- Recently updated to 2014 (release by summer)
- Norway as separat country
- Originally built for trade and global food production topics
- More emphasis on energy and emissions data

APPLICATIONS in SSB:

- Carbon leakage and instruments for limiting carbon leakage
- Impacts of international treaties and simultaneous changes in many parts of world (EU-ETS, Efforsharing regulation, Paris Agreement, Supply-side treaty)
- Scenarios for stresstesting Norwegian economy and policies ensure consistent changes in factors external to the Norwegian economy
- International model comparisons (Energy Modelling Forum)

Which model is better!?

- They are rather complimentary.
- Intertemporal model is often considered more sophisticated in academia, and we know we are forward-looking to some extent.
- However, intertemporal model is normally more difficult to solve and thus it tends to be more simplified in details: Technologies specifications and number of sectors/commodities.
- Tradeoff:
 - More details in technologies and sectors/commodities in recursive dynamic model
 - Forward-looking and intertemporal optimization structure in intertemporal model

SNOW-NO \approx MSG

From TROLL/FAME to GAMS/MPSGE-programming

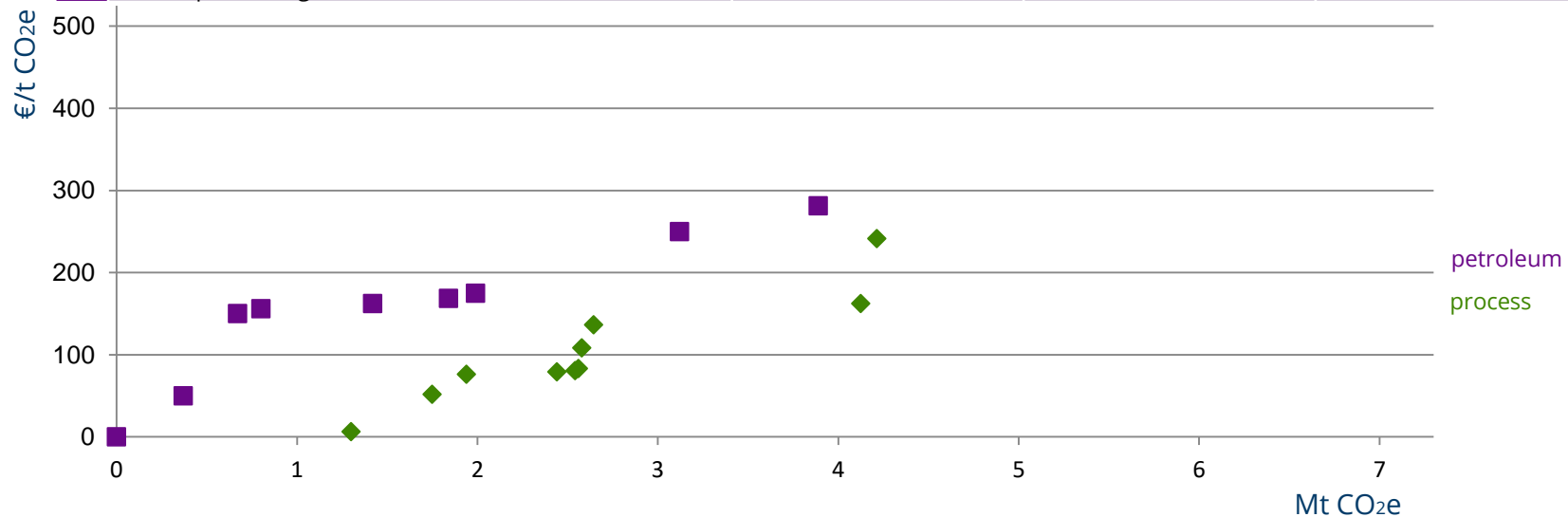
- Less vulnerable
 - Many users with high competence (recruitment/training)
 - Many technical tips and solutions online
 - Compact coding – few typos
- Better and more effective research
 - Low investment costs
 - Excel-based
 - Replicable results improve confidence
 - Easy to redesign model to new research questions and data:
Flexible aggregation and calibration

... not at the expense of analytical capacity

- SNOW can copy MSG, if desired

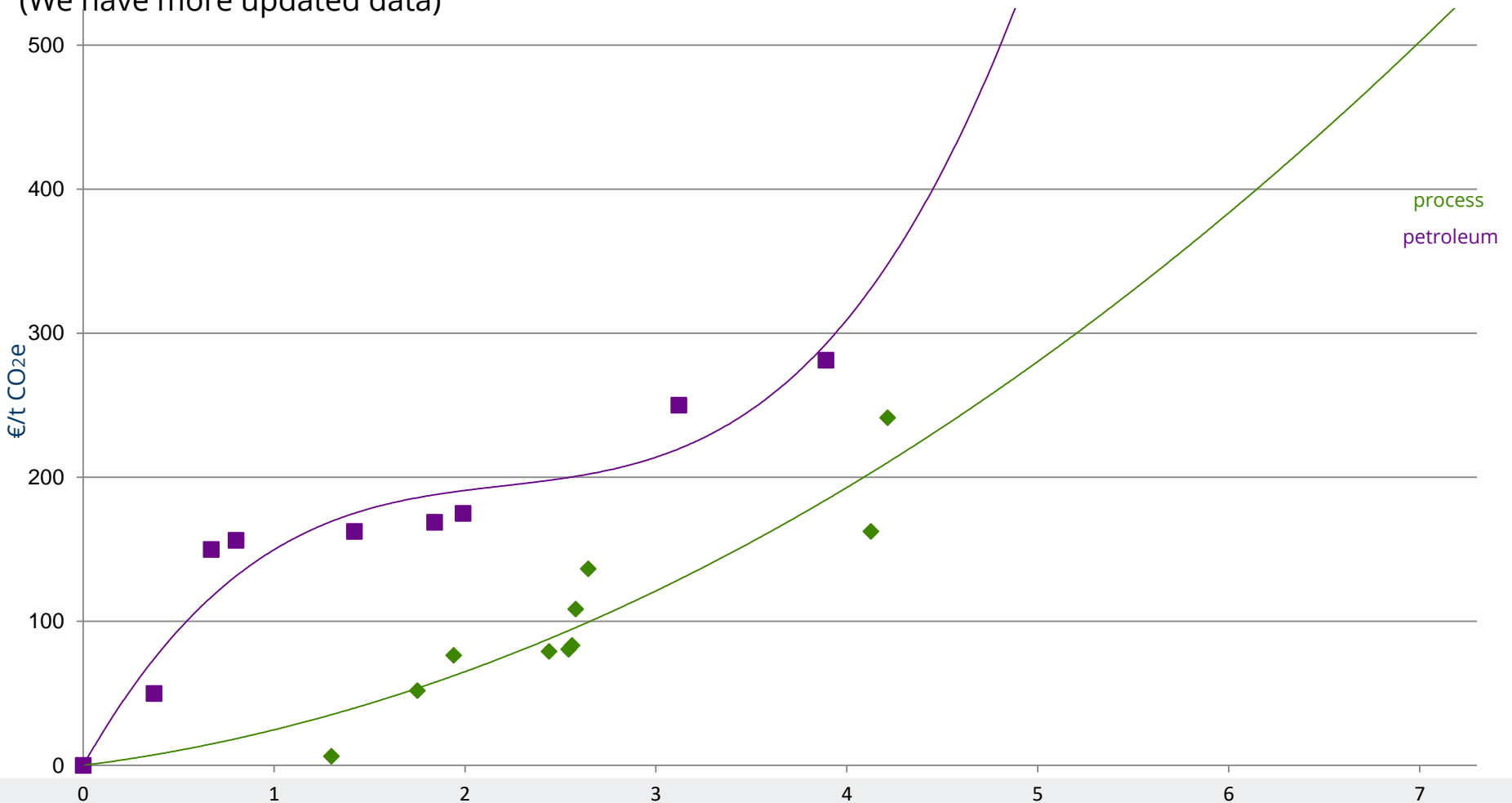
Inserting bottom-up input information (+ Petroleum extraction):

	Abatement measure	Annuity (EUR/tonne CO ₂ e)	Abatement (million tonnes CO ₂ e)	Accumulated abatement (million tonnes CO ₂ e)
a	Energy efficiency offshore	50	0.20	0.20
b	Electrification Melkøya -1	50	0.17	0.37
c	Electrification Melkøya 2	150	0.30	0.67
d	Electrification Melkøya 3	156	0.13	0.80
e	Mongstad processing CCS	163	0.62	1.42
f	Electrification North Sea south	169	0.42	1.84
G	Electrification new site	175	0.15	1.99
h	Electrification North Sea north	250	1.13	3.12
i	Kårstø processing CCS	281	0.77	3.89



Estimated marginal abatement cost (MAC) curves

(We have more updated data)



Input-output table (2013-basisåret)

Mottakere (også eksport)

Input-Output (domestic + imports) table for SNoW
Unit 1000 NOK

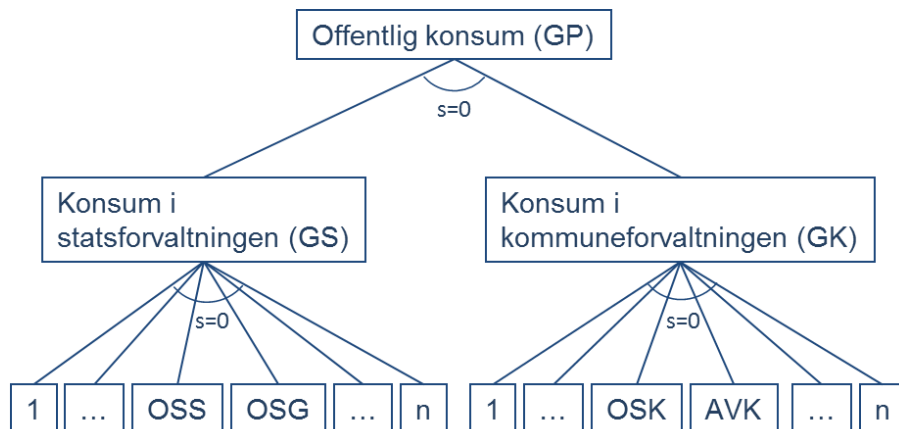
Bedrifter (sektorer).....

Husholdninger..... etc.

GTAP Code	Bedrifter (sektorer).....							Husholdninger..... etc.				
	Agriculture	Forestry	Fishing	Coal	Oil & gas	ETC	Final consumption expenditure by households					
	agr	frs	frs	frs	coa	cru	Food and non-alcoholic beverages	Alcoholic beverages and tobacco etc.	Clothing and footwear	Housing, water, electricity, gas and other fuels	Electricity	
	0001	0002	0003	0004	0005	0005	S61A	S61B	S61C	S61D	S61D51	
Agriculture	agr	0001	1 357 285	24 124	29 688	93	69 381	12 250 000	19 315	0	0	
Forestry	frs	0002	220 405	1 502 040	1 324	21	3 892	0	0	0	0	
Fishing	frs	0003	50 285	3	4 477 502	212	46 947	911 809	0	0	0	
Coal	coa	0004	7	9	8	1	1 222	0	0	0	0	
Oil & gas	cru	0005	103 838	13 165	332 261	7 043	11 069 551	143 768	50 014	37 421	705	
Minerals nec	omn	0006	120 107	45	32 908	37	1 384 461	54 837	297	224	51	
Food products - meat	mea	0007	21 493	238	57 948	249	251 983	20 103 631	11 428	8 551	161	
Vegetable oils and fats	vol	0008	124	10	1 260	10	8 523	796 929	328	246	5	
Dairy products	mil	0009	159 224	86	35 967	83	121 815	15 524 220	4 386	3 282	62	
Food products nec	ofd	0010	6 915 133	702	13 658 355	352	317 714	30 760 129	77 941	33 025	619	
Beverages and tobacco products	b_t	0011	3 849	298	10 045	152	37 955	3 539 757	7 957 654	18 309	344	
Textiles	tex	0012	30 922	2 416	333 742	2 025	331 425	35 426	12 322	426 579	405	
Wearing apparel	wap	0013	21 238	5 038	145 664	4 895	656 294	3 689	1 282	30 394 360	18	
Leather products	lea	0014	7 015	1 711	50 318	1 644	178 904	0	0	5 107 606	0	
Wood products	lum	0015	27 832	389	99 848	183	57 214	57 300	19 932	14 914	74 198	
Paper products, publishing	ppp	0016	207 094	1 770	516 170	1 959	335 839	33 199	79 431	8 642	24 162	
Petroleum, coal products	oil	0017	3 501 292	217 541	3 211 538	31 979	15 660 638	590 535	925 950	32 373	40 208	
Chemical, rubber, plastic products	crp	0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mineral products nec	nmm	0019	59 117	3 476	122 205	1 342	2 571 096	80 461	27 987	20 943	8 216	
Ferrous metals	i_s	0020	328	71	1 048	22 025	4 883 709	1 457	508	379	7	
Metals nec	nfm	0021	6 711	4	71 601	4	4 173	516	179	134	3	
Metal products	fmp	0022	188 273	62 001	488 876	91 357	7 073 039	88 094	30 643	22 930	3 420	
Motor vehicles and parts	mvh	0023	1 189	719	2 001	51	453 463	7 291	2 536	1 898	36	
Transport equipment nec	otn	0024	97 759	84 389	1 073 181	26 561	8 487 623	133 468	46 427	34 743	904	
Machinery and equipment, incl. electronic equipment	mee	0025	203 216	141 655	1 110 892	18 874	22 009 869	128 411	44 670	33 424	675	
Manufactures nec	omf	0026	21 457	3 553	120 987	462	199 374	61 931	23 658	62 514	371	
Electricity	ele	0027	691 969	67 295	449 455	14 514	2 741 788	64 332	22 379	16 747	1 207 25 054	

Public sector:

- Exogenous public consumption (GP) split into state and municipalities (GS, GK)
- They consume all products in fixed shares, mostly products from the public sectors (administration S,K, defence, waste management)
- Balanced public budget:
GP + investments + transfers = tax income + SPU return



Trade:

- Balance of Payment vis-à-vis abroad (BoP) is exogenous (its growth rate must be defined)
- BoP = net trade + other financial transfers, incl. SPU and EU-ETS purchases
- All goods have a domestic and a foreign variety with substitutability (Armington (CES) in imports, constant elasticity of transformation (CET) in export)
- International prices given - exchange rate adjusts

SNOW-No er særlig tilpasset analyser av klima- og energipolitikk:

Detaljert utslippsmodul

- utslipp til luft av 6 Kyotogasser + 6 øvrige (SO₂, NO_x, CO nmVOC, PM, NH₃)
- knyttet som koeffisienter til detaljerte aktiviteter (vareinnsats, energiinnsats, konsumaktiviteter, prosesser, avfallsdeponier)

Virkemidler

- Generelle og differensierte avgifter – på CO₂ eller alle Kyotogasser
- Kvotepriiser – generelle eller differensierte – eksogene (EU ETS) eller nasjonale/sektorspesifikk – gratis eller aksjonerte
- Direkte reguleringer av enkeltkilder
- Teknologispåbud og standarder i enkeltprosesser
- Subsidier
- Andre avgifter (bil/bilbruksavgifter, elektrisitetsavgiften, VAT)

Mange responser

- Produksjonsnivåer responderer på profitabilitet/konkurranssevneendringer (BNP og sektorsammensetning)
- Innad i næringer og husholdninger: Substitusjonsmuligheter mellom forurensende- og ikke-forurensende transport og mellom energivarer (elektrisitet/ulike fossile brensler/fjernvarme mm).
- Nye teknologier hensyntatt vha. bottom-up informasjon om energieffektivisering/utslippsreduksjoner (El-biler)
- Legger nå også inn slik info om teknologiomlegginger knyttet til prosessutslipp:

Modellens (analysenes) viktigste svakheter

Aggregeringsnivå og gjennomsnittsteknologier:

- bare én type kraftproduksjon, gass- og oljeproduksjon er slått sammen
- bare én husholdning – ingen fordelingsstudier eller ulikheter i politikk og responser

Tilpasningskostnader utelates, som:

- arbeidsledighet, underutnytting av kapasitet,
 - sunk costs, prisrigiditeter, vaner og irrasjonalitet
 - også mange markedsimperfeksjoner er utelatt
- projiserer mulighetsområdet for økonomien heller enn reelle kostnader

Framtiden må modelleres...

- Både teknologier og atferd er ukjent – og kanskje ikke så «fundamentale» - ekspertvurderinger...
- Vanskelig å validere resultater

SNOW-NO vs. SNOW-DYN

SNOW-NO

- Recursive dynamic model
- Myopic
- Households' optimization is done for each time period
 - Consumption vs. Saving (Investment)
 - Work or leisure

SNOW-DYN

- Intertemporal model (known as Ramsey model)
- Forward looking with perfect foresight
- Households' optimization is done for the whole time periods
 - Consumption vs. Saving (Investment)
 - Work or leisure

Investment decision and capital accumulation

In SNOW-NO (recursive-dynamic model):

- Households determine saving endogenously for each time period, and that saving is equal to investment. This investment leads to new capital in next period.

In SNOW-DYN (intertemporal model):

- Households optimize saving (investment) decision over time with perfect-foresight.
- We save as much as it is worth by comparing consumption today vs. return on saving/investment (leading to future consumption).

Hvor kommer disse tallene fra?



Bilde: [CC BY-NC](#)



Består av ligninger, parametre og modellsimuleringer



SNOW (Statistics Norway's World model):

- En generell likevekts (CGE)-modell

DEMEC:

- En likevektsmodell med vekt på offentlige finanser

Andre kilder (tilbake- og fremadskuende eksperter):

- Befolkningsfremskrivningene (SSB)
- Veimodell (Miljødirektoratet/SSB)
- Petroleumsaktivitet (Oljedirektoratet)
- Jordbruk (Miljødirektoratet/NIBIO)
- Kraftproduksjon og kraftintensiv industri (NVE)

Ligninger og parametre i modellsimuleringer



SNOW (Statistics Norway's World model):

- En generell likevekts (CGE)-modell

DEMEC:

- En likevektsmodell med vekt på offentlige finanser

Andre kilder (tilbake- og fremadskuende eksperter):

- Befolkningsfremskrivningene (SSB)
- Veimodell (Miljødirektoratet/SSB)
- Petroleumsaktivitet (Oljedirektoratet)
- Jordbruk (Miljødirektoratet/NIBIO)
- Kraftproduksjon og kraftintensiv industri (NVE)