

Omskrivning af IO systemets energiligninger, Okt12

Resumé:

Der opstilles en model, hvor energiligningerne omformuleres. IO ligningerne for leverancer fra råstofudvinding er omskrevet. Samtidig er dele af energi-eksporten, fE3, endogeniseret.

jnr

Nøgleord: Input-output, energi

Modelgruppepapirer er interne arbejdsrapporter. De konklusioner, der drages i papirerne, er ikke endelige og kan være ændret inden opstillingen af nye modelversioner. Det henstilles derfor, at der kun citeres fra modelgruppepapirerne efter aftale med Danmarks Statistik.

1. Indledning

I nærværende papir opstilles en model, hvor ligningerne for energiproduktion omskrives. Der er lavet forslag til ændringer i flere ligninger. Fælles for dem er, at de alle relaterer sig til leverancer fra råstofproduktionen, *e*-branchen. Forslagene gennemgås.

Siden overgangen fra modelversionen fra april 2008, Apr08, til modelversionen fra december 2009, Dec09, har der været inkonsistenser i IO ligningerne vedrørende produktion og handel med energivarer. Ligningerne for import og eksport af energi har været uafhængige af den indenlandske produktion. Handlen med udlandet kan dog tænkes at følge produktionen, da en øget produktion må formodes, enten at blive afsat i udlandet eller indenlandsk. Hvis udlandet afsætter den øgede produktion vil eksporten øges, hvis produktionen afsættes indenlandsk, burde man se et fald i importen af de tilsvarende produkter. De foreslåede ligninger retter delvist op på dette.

2. Forslag til ligningsændringer

Eksporten af energi, *fE3*, endogeniseres og formuleres så eksporten vil øges, hvis produktion af råstoffer øges. Eksporten indeholder stadig en eksogen komponent, *fE3x*.

Tidligere var *fE3* eksogen. Den foreslåede formulering indebærer, at en del af *fE3* endogeniseres, jf. ligning (1), som opstiller forslaget til den nye formulering for af ligningen for energieksport, *fE3*.

$$fE3 = (pe3x_{-1} * fE3x + pxe_{e3-1} * fXe_{e3})/pe3_{-1} \quad (1)$$

Hvor *fXe_{e3}* er defineret residualt ud fra den samlede råstofproduktion, *Xe*, og alle io-celler, der beskriver efterspørgslen efter produktion af *Xe* med undtagelse af eksporten til SITC gruppe 3, *E3*. Tidligere var denne formulering kun gældende for eksporten i løbende priser, og eftersom *fE3* var eksogen, var der ikke noget, der bandt ændringer i løbende priser, *E3*, sammen med fastprisændringer, *fE3*.

IO cellerne for leverance fra råstofudvinding til forsyning, *xe_xne*, og leverancer fra råstofudvinding til olieraffinaderider, *xe_xng*, foreslås også omformuleret. Tidligere var disse IO celler beskrevet ved en standardformulering for IO celler, nemlig inflatering af foregående års værdi med rækkens prisudvikling og søjlens mængdeudvikling, jf. ligning (2).

$$Xe_x < i > = Xe_x < i >_{-1} * \frac{fVe < i >}{fVe < i >_{-1}} * \frac{pxe}{pxe_{-1}} \quad (2)$$

Det foreslås at ligningerne gør leverancerne fra *e*-erhvervet til fast andel af produktionen, *Xe*, jf. ligning (3).

$$Xe_x < i > = bxe < i > * Xe \quad (3)$$

hvor $i = ng$ og ne .

Fordelen ved formuleringen i ligning (3) er, at anvendelsen af råstoffer i de to brancher nu afhænger direkte af produktionen. I standardformuleringen fra ligning (2) vil hverken udviklingen i energiforbruget, fVe , eller prisen, pxe , påvirkes af ændringer i produktionen af råstoffer, så cellen vil også være uændret når der sker ændringer i produktionen.

De to IO celler beskrevet i ligning (3) er indbygget i ligningerne for IO cellerne vedrørende import af råolie til anvendelse i raffinaderier, $M3r_xng$, samt import af kul til anvendelse i forsyningsbranchen, $M3k_xne$. Tidligere var også disse IO celler beskrevet ved standardformuleringen for IO celler, jf. ligning (4) og (5)

$$M3r_xng = M3r_xng_{-1} * \frac{fVeng}{fVeng_{-1}} * \frac{pm3k}{pm3k_{-1}} \quad (4)$$

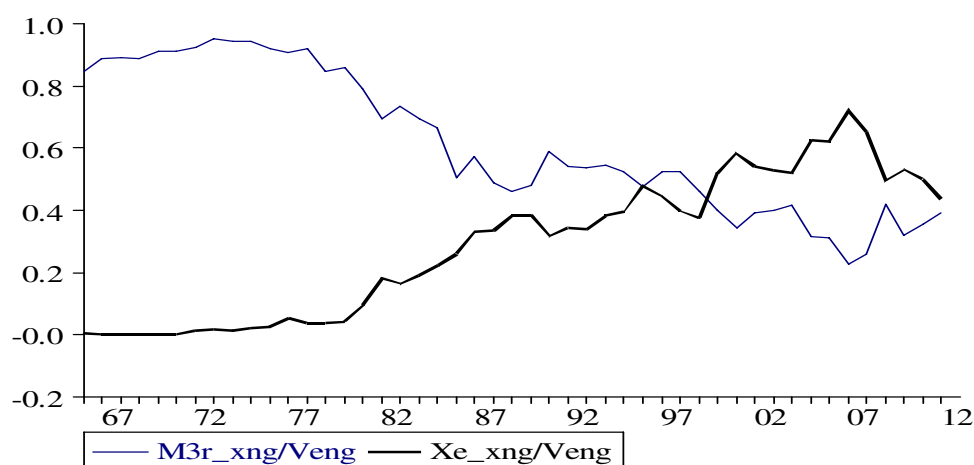
$$M3k_xne = M3k_xne_{-1} * \frac{fVene}{fVene_{-1}} * \frac{pm3k}{pm3k_{-1}} \quad (5)$$

Det foreslås i stedet, at formuleringerne udvides, så importen reduceres hvis leverancerne fra produktionen i e-erhvervet til øges, jf. ligning (6) og (7).

$$M3r_xng = (Xe_xng_{-1} * pxe/pxe_{-1} + M3r_xng_{-1} * pm3r/pm3r_{-1}) * fVeng/fVeng_{-1} - Xe_xng \quad (6)$$

$$M3k_xne = (Xe_xne_{-1} * pxe/pxe_{-1} + M3k_xne_{-1} * pm3k/pm3k_{-1}) * fVene/fVene_{-1} - Xe_xne \quad (7)$$

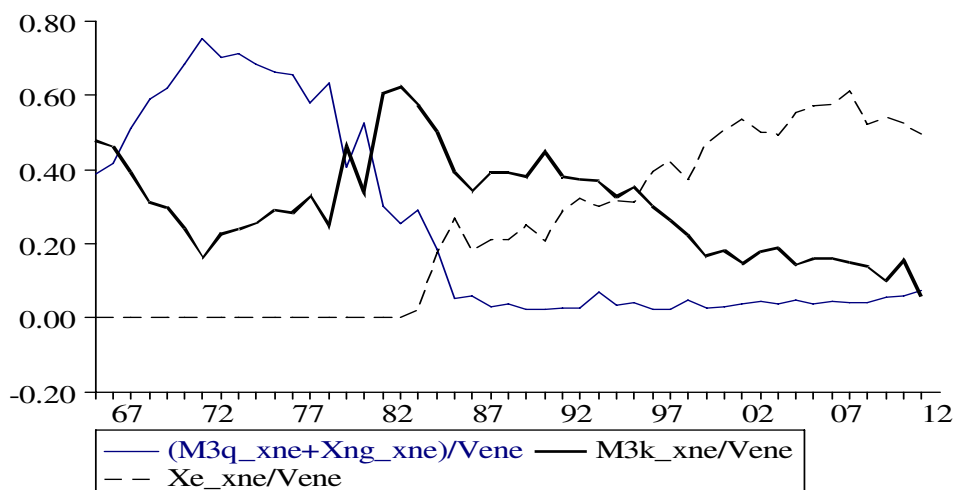
Figur 1 Veng



Figur 1 bekræfter formuleringen fra ligning (6). Når tilgangen fra e til ng går op, falder importen. Tendensen har indtil slutningen af perioden været at den indenlandske produktion erstatter importen af råolie i olieraffinaderierne.

Relationen fra ligning (7) er forsøgt afbildet i figur 2. Figuren viser, at den indenlandske produktion af råstoffer fortrænger kulimporten, $M3k$. Desuden kan man se, at hovedparten af input i 1970'erne til forsyningssektoren kom fra import af øvrige energivarer og indenlandsk produktion af raffinerede olieprodukter. I starten af 80'erne skiftede sammensætningen af leverancerne fra oliefyring til fyring med importeret kul og fra midten af 80'erne frem er leverancerne fra indenlandsk produceret olie (og øvrige råstoffer) steget betydeligt og fylder nu ca. halvdelen af det samlede energiinput i forsyningssektoren.

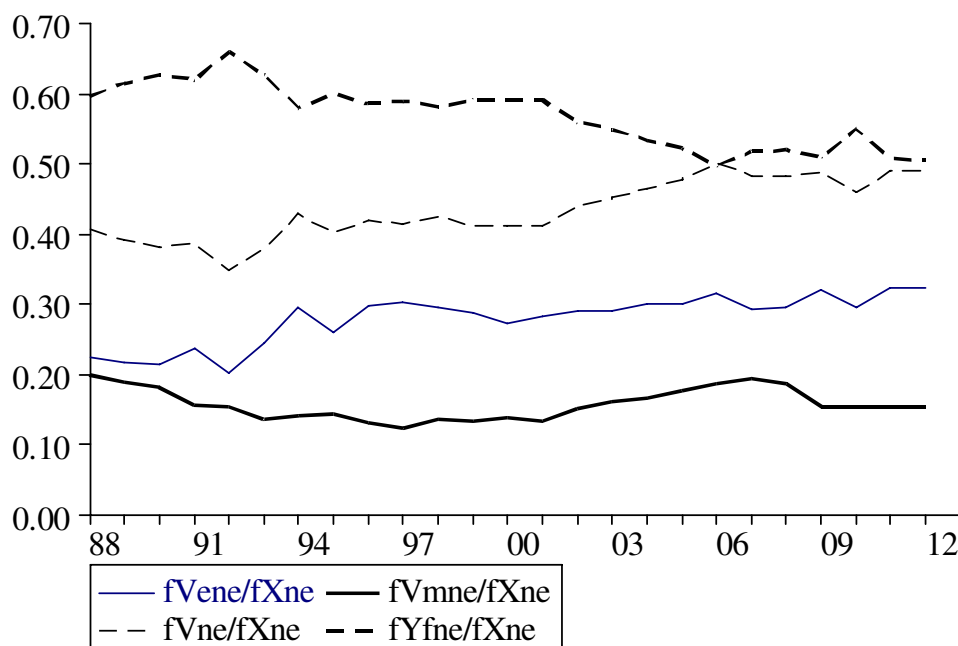
Figur 2



Det bemærkes, at man med formuleringerne fra ligning (6) og (7) principielt kan øge råstofproduktionen så meget, at importen bliver negativ, medmindre man samtidig justerer andelene, bxe 'erne. Det bør overvejes, at indbygge en mulighed for at påvirke import og eksport på baggrund af efterspørgsel og produktion i Xe . En produktion mindre end den samlede efterspørgsel burde således øge importen af energiprodukter (især råolie), hvorimod en produktionsværdi større end efterspørgslen burde forøge eksporten.

Forsyningsbranchens produktion indeholder også strøm produceret af vindmøller. Denne type produktion bruger vareinput, og derfor bør man se en samlet reduktion af varekøb (både energi og materialer), i perioden hvor den danske vindmøllepark er blevet udbygget. Denne udbygning var især mærkbar i 90'erne. Figur 3 viser varekøbets andel af produktionen i faste priser.

Figur 3 Varekøb og BVT som andel af produktion, forsyningsbranchen (ne)



Det er ikke umiddelbart klart hvor i billedet vindmøller indgår. Man kunne forvente, at en udbygning af vindmølleparken ville reducere varekøbets andel, men det viser sig i stedet, at andelen er steget. Stigningen er hovedsagligt et resultat af et øget materialekøb og andelen af energivarer har holdt sig nogenlunde konstant fra starten af halvfemserne og frem til 2012.¹

Udover de ovenfor beskrevne ændringer fra ligning (3), (6) og (7), er der også ændret ved IO cellerne for leverancer til eksport af energi (ekskl. X_e), $\langle i \rangle_{e3}$. Ligningerne for cellerne omskrives så de nu følger den mængdemæssige udvikling i den eksogene komponent af $fE3$, $fE3x$. Tidligere var ligningerne beskrevet ved udviklingen i den samlede eksport af energivarer (som var eksogen), jf. ligning (8).

$$\langle i \rangle_{e3} = \langle i \rangle_{e3-1} * \frac{fE3}{fE3-1} * \frac{p \langle i \rangle}{p \langle i \rangle_{-1}} \quad (8)$$

I stedet er cellerne nu formuleret som givet i ligning (9).

$$\langle i \rangle_{e3} = \langle i \rangle_{e3-1} * \frac{fE3x}{fE3x-1} * \frac{p \langle i \rangle}{p \langle i \rangle_{-1}} \quad (9)$$

Hvor $i=M01, M2, M3r, M3k, M3q, M7b, M7y, M59, Ms, Xa, Xng, Xne, Xnf, Xnz, Xb, Xqs, Xqf, Xh, Xo, Xqz$.

Pointen med denne omformulering af at alle øvrige celler følger mængdeudviklingen i den resterende (eksogene) eksport komponent, $fE3x$, når Xe_{e3} er trukket ud af den samlede eksport, $fE3$.

¹ Det kan i denne forbindelse nævnes at vi selv laver opsplitningen mellem energi og materialer. NR laver kun tal for det samlede varekøb.

3. Egenskaber

I det følgende præsenteres egenskaberne ved de ovenstående forslag til ligningsændringer.

Tabel 1 sammenligner beregningsresultaterne fra Dec09 med en tilsvarende modelversion, hvor de ovennævnte de foreslåede ændringer fra kapitel 2 er indbygget. Eksperimentet er en forøgelse af fXe på 1000 mio. 2005-kr.

Tabel 1 Multiplikatorer afvigelse fra grundforløb, mio. kr., $fXe + 1000$

Dec09							
År efter stød	fXe	Xe	$fE3$	Xe_{xne}	Xe_{xng}	$M3r_{xng}$	$M3k_{xne}$
1	1000	1955,59	0	0,5	0,40	0,31	0,14
2	1000	1994,70	0	2,12	1,43	1,11	0,61
5	1000	2116,80	0	7,36	4,46	3,45	2,10
10	1000	2337,10	0	11,87	6,20	3,39	3,39
Dec09 med ændringer i energiligninger							
År efter stød	fXe	Xe	$fE3$	Xe_{xne}	Xe_{xng}	$M3r_{xng}$	$M3k_{xne}$
1	1000	1955,59	1123,96	469,29	415,08	-414,36	-468,66
2	1000	1994,70	1111,45	478,67	423,38	-420,83	-475,93
5	1000	2116,79	1165,83	507,97	449,29	-441,31	-498,44
10	1000	2337,11	1166,14	560,84	496,05	-484,97	-545,48

Ligningsændringerne betyder, at der er korrespondance mellem ændringer i produktionen og efterspørgslen. I Dec09 er der stort set ingen effekt af øget produktion på efterspørgselskomponenterne. Beregningerne fra den modificerede model (fra nederste halvdel af tabellen) virker mere intuitive, idet en forøgelse af den indenlandske produktion finder anvendelse og reducerer importen.

4. Konklusion

Der er foreslået nye ligninger for energiekporten, samt for flere IO ligninger, der beskriver anvendelsen af råstoftilgangen. De beregnede resultater virker mere intuitive med de nye formuleringer.

Bilag

Forslag til ligninger:

```
( ) E3 ligninger:
FRML _D D_Xe_e3 = Xe(-1)*fxe/fxe(-1)-Xe_Xng(-1)*fveng/fveng(-1)-Xe_Xne(-
1)*fvene/fvene(-1)-Xe_xe(-1)*fvee/fvee(-1) -Xe_xa(-1)*fvea/fvea(-1)
-Xe_xnf(-1)*fvenf/fvenf(-1)-Xe_xnz(-1)*fvenz/fvenz(-1)
-Xe_xb(-1)*fveb/fveb(-1)-Xe_xqz(-1)*fveqz/fveqz(-1)-Xe_xqs(-1)*fveqs/fveqs(-1)
-Xe_xqf(-1)*fveqf/fveqf(-1)-Xe_xh(-1)*fveh/fveh(-1)-Xe_xo(-1)*fveo/fveo(-1)
-Xe_cf(-1)*fCf/fCf(-1)-Xe_cv(-1)*fCv/fCv(-1)-Xe_ce(-1)*fCe/fCe(-1)
-Xe_cg(-1)*fCg/fCg(-1)-Xe_cb(-1)*fCb/fCb(-1)-Xe_ch(-1)*fCh/fCh(-1)
-Xe_cs(-1)*fCs/fCs(-1)-Xe_ct(-1)*fCt/fCt(-1)-Xe_co(-1)*fCo/fCo(-1)
-Xe_im(-1)*fIm/fIm(-1)-Xe_ib(-1)*fIb/fIb(-1)-Xe_it(-1)*fIt/fIt(-1)
-Xe_e01(-1)*fE01/fE01(-1)-Xe_e2(-1)*fE2/fE2(-1)-Xe_e59(-1)*fE59/fE59(-1)
-Xe_e7y(-1)*fE7y/fE7y(-1)-Xe_es(-1)*fEs/fEs(-1)-fDile ;

FRML _I                      fXe_e3          = D_Xe_e3/pxe_e3(-1) $
FRML _I                      pxe_e3          = xe_e3/fxe_e3 $

( ) Fratrullet xe_e3
FRML _I pe3x = (Xa_e3+Xng_e3+Xne_e3+Xnf_e3+Xnz_e3+Xb_e3
+Xqz_e3+Xqs_e3+Xqf_e3+Xh_e3+Xo_e3+M01_e3+M2_e3+M3r_e3+M3k_e3+M3q_e3
+M59_e3+M7b_e3+M7y_e3+Ms_e3+Spp_e3+Spm_e3)/fE3x $

( ) fE3x er eksogen
FRML _I fE3 = (pe3x(-1)*fE3x+pxe_e3(-1)*fxe_e3)/pe3(-1) $

( ) IO celler
FRML _D Xe_xng = bxe_xng*Xe $
FRML _D Xe_Xne = bxe_xne*Xe $

FRML _G M3r_xng = (Xe_xng(-1)*pxe/pxe(-1)+M3r_xng(-1)*pm3r/pm3r(-
1))*fVeng/fVeng(-1) - Xe_xng $
FRML _G M3k_Xne = (Xe_xne(-1)*pxe/pxe(-1)+M3k_xne(-1)*pm3k/pm3k(-
1))*fVene/fVene(-1) - Xe_xne $

FRML _GJD M01_e3            = M01_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pm01/pm01(-1) $
FRML _GJD M2_e3            = M2_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pm2/pm2(-1) $
FRML _GJD M3r_e3            = M3r_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pm3r/pm3r(-1) $
FRML _GJD M3k_e3            = M3k_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pm3k/pm3k(-1) $
FRML _GJD M3q_e3            = M3q_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pm3q/pm3q(-1) $
FRML _GJD M7b_e3            = M7b_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pm7b/pm7b(-1) $
FRML _GJD M7y_e3            = M7y_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pm7y/pm7y(-1) $
FRML _GJD M59_e3            = M59_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pm59/pm59(-1) $
FRML _GJD Ms_e3            = Ms_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pms/pms(-1) $
FRML _GJD Xa_e3            = Xa_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pxa/pxa(-1) $
FRML _GJD Xng_e3            = Xng_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pxng/pxng(-1) $
FRML _GJD Xne_e3            = Xne_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pxne/pxne(-1) $
FRML _GJD Xnf_e3            = Xnf_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pxnf/pxnf(-1) $
FRML _GJD Xnz_e3            = Xnz_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pxnz/pxnz(-1) $
FRML _GJD Xb_e3            = Xb_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pxb/pxb(-1) $
FRML _GJD Xqs_e3            = Xqs_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pxqs/pxqs(-1) $
FRML _GJD Xqf_e3            = Xqf_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pxqf/pxqf(-1) $
FRML _GJD Xh_e3            = Xh_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pxh/pxh(-1) $
FRML _GJD Xo_e3            = Xo_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pxo/pxo(-1) $
FRML _GJD Xqz_e3            = Xqz_e3(-1)*fE3x/fE3x(-1)*pxqz/pxqz(-1)+JDPE3*fE3 $
```