

Multiplikatoreksperimenter i EMMA -isoleret og sammenkoblet med ADAM

Resumé:

I papiret dokumenteres nogle standard multiplikatoreksperimenter for EMMA isoleret og for ADAM-EMMA sammenkoblet. Den anvendte EMMA modelversion er EMMA02b, mens den anvendte ADAM version er ADAM feb02.

LNI28802.WPD

Nøgleord: EMMA, ADAM-EMMA, fremskrivninger, modelegenskaber

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

Dette papir har til formål at dokumentere nogle standard multiplikatoreksperimenter i henholdsvis EMMA isoleret og ADAM-EMMA sammenkoblet. I dokumentationen er illustreret diverse multiplikatoreksperimenter for hver af de to kørsler (ADAM-EMMA sammenkoblet og EMMA isoleret), og derved tydeliggøres forskellen imellem dem. Den anvendte EMMA modelversion er EMMA02b, mens den anvendte ADAM modelversion er ADAM feb02. I papiret vil der blive refereret til ADAM-EMMA sammenkoblet som "samlet model", mens "begge modeller" refererer til hhv. EMMA isoleret og ADAM_EMMA sammenkoblet.

2. Multiplikatoreksperimenter

I det efterfølgende gennemgås en række standard multiplikatoreksperimenter bestående af:

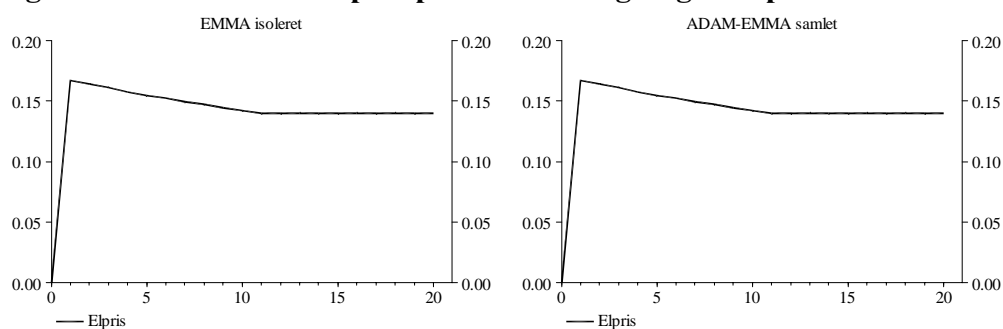
- 2.1 Olieprisstigning på 1 procent (begge modeller)
- 2.2 Kulprisstigning på 1 procent (begge modeller)
- 2.3 Stigning i energieffektiviteten på 1 procent (begge modeller)
- 2.4 Udvidelse i vindmøllekapaciteten på 1000 MW (begge modeller)
- 2.5 Stigning i den økonomiske aktivitet på 1 procent (kun EMMA)
- 2.6 Stigning i eksporten på 1 procent (kun ADAM-EMMA)

I eksperimenterne ses primært på udviklingen i centrale EMMA variabler, men enkelte ADAM variabler er også medtaget. Blandt EMMA-variabler er valgt at se på effekten på elprisen, den samlede energiefterspørgsel (ialt og fordelt på 3 hovedtyper), husholdningernes energiefterspørgsel (ialt og fordelt på 3 hovedtyper) og emissioner (SO₂, NO_x og CO₂). Af ADAM-variabler er valgt at se på effekten på forsyningsbalancen, privatforbruget og produktionen. I papiret analyseres effekten på ADAM-variablerne i begrænset omfang da fokus er sat på EMMA.

2.1 En stigning i olieprisen på 1 procent

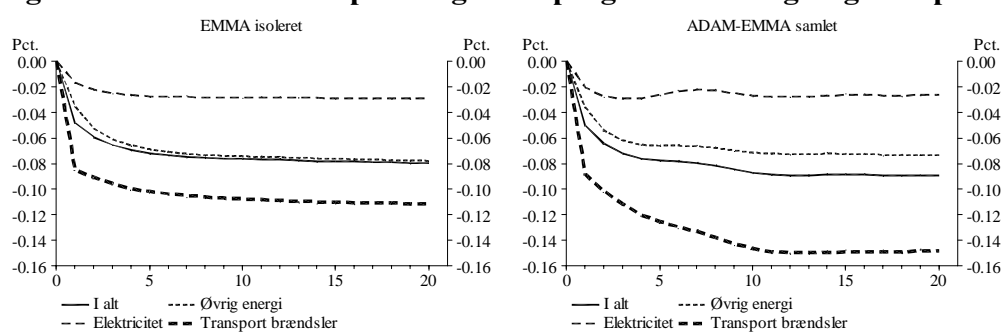
Eksperimentet er lavet ved fra et givet tidspunkt at lade den grundlæggende pris på olie, $pnoli$, stige med 1 procent. Eksperimentet kan ses som en simpel analyse af stigende verdensmarkedspris på olie.

Figur 1.1 Effekten på elprisen af en stigning i olieprisen

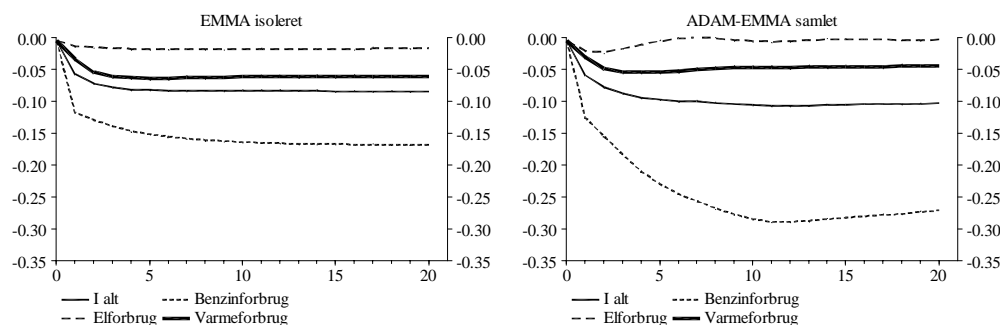


I figur 1.1 er vist udviklingen i el-prisen, $pqxe$, der stiger med ca. 0.14 procent på lang sigt, når prisen på olieprodukter øges. Det skyldes, at prisen på elektricitet bl.a. afhænger af prisen på flydende brændsel, $pqjfnee$, der bruges i forsyningserhvervet. Når udviklingen i el-prisen ser ud som den gør, (dvs. er lidt større på kort sigt end på lang sigt) skyldes det antagelserne i den konkrete fremskrivning, hvor brændselssammensætningen i forsyningserhvervet ændres med tiden. Flydende brændsel (olie) vil ifølge fremskrivningen udgøre en lidt mindre andel af det samlede brændsel anvendt i forsyningserhvervet i fremtiden. Derfor vil en højere oliepris få aftagende betydning for elprisen i takt med, at der anvendes mindre olie til elproduktionen.

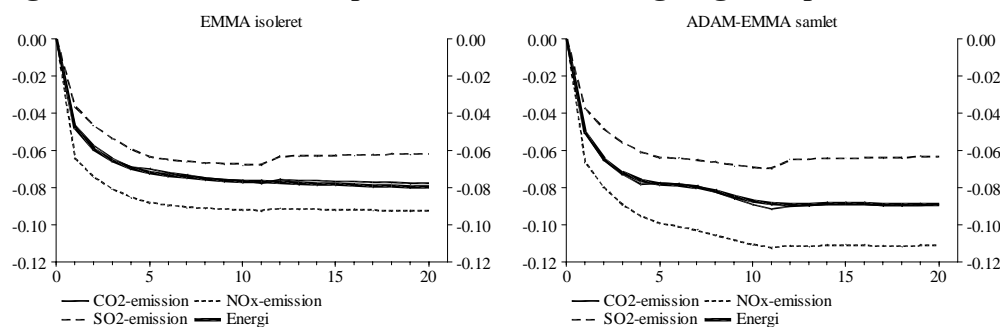
Figur 1.2 Effekten på energiefterspørgslen af en stigning i olieprisen



Når el-prisen såvel som prisen på øvrig energi, $qJodk$, stiger (prisen på øvrig energi afhænger direkte af prisen på olie), betyder det, at energiefterspørgslen generelt, $qJzdk$, falder. Men da el-prisen stiger mindre end olieprisen, falder efterspørgslen efter elektricitet, $qJedk$, mindre end efterspørgslen efter øvrig energi. Det ses i figur 1.2. Efterspørgslen efter transportbrændsler, $qJtdk$, er ikke udpræget følsom overfor ændringer i olieprisen, omend effekten på efterspørgslen er lidt større i den samlede model end i den isolerede EMMA model.

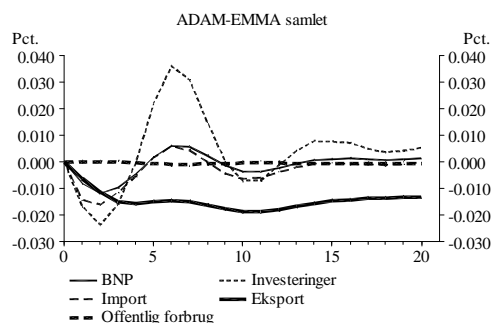
Figur 1.3 Effekten på husholdningerne af en stigning i olieprisen

Som det ses af ovenstående figur 1.3, falder energiforbruget i husholdningerne, $qJzc$, når prisen på olie hæves. Det er primært benzinformbruget, $qJtc$, der falder, og det ses, at benzinformbruget er noget mere følsomt i den samlede model end i EMMA isoleret. Det skyldes, at olieprisstigningen slår igennem på usercost på biler i ADAM, og derved mindskes bilkøbet. Effekten på benzinefterspørgslen er efterfølgende større i den samlede model. Forbruget af elektricitet, $qJexvc$, falder mindst, som det er tilfældet i erhvervene, grundet den lille priselastisitet på el. Det aggregerede energiforbrug falder med ca. 0.09 % på lang sigt. Udviklingen i varmfeforbruget, $qJvc$, er stort set ens for de 2 kørsler.

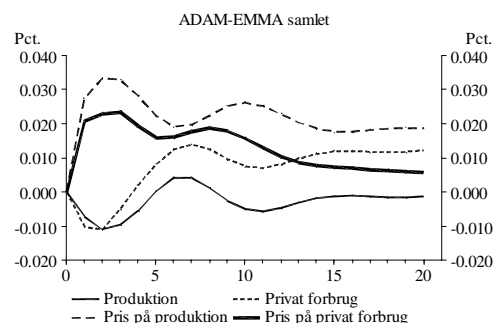
Figur 1.4 Effekten på emissioner af en stigning i olieprisen

Som det ses i figur 1.4 falder emissionsmængden, når prisen på olieprodukter stiger. Transportenergi emitterer relativt meget NO_x , og da prisen på transportenergi stiger, og dermed reducerer anvendelsen af transportenergi, medfører det et kraftigt fald i NO_x . Det større fald af NO_x emission i den samlede model kan henføres til det tilsvarende større fald i efterspørgslen efter transportbrændsler. Når SO_2 emissionen ikke falder så meget, hænger det sammen med, at SO_2 er kvotereguleret i forsynings erhvervet, og stort set kun emitteres derfra.

Figur 1.5 Effekten på forsyningsbalancen af en stigning i olieprisen



Figur 1.6 Effekten på privatforbruget og aktiviteten i økonomien af en stigning i olieprisen



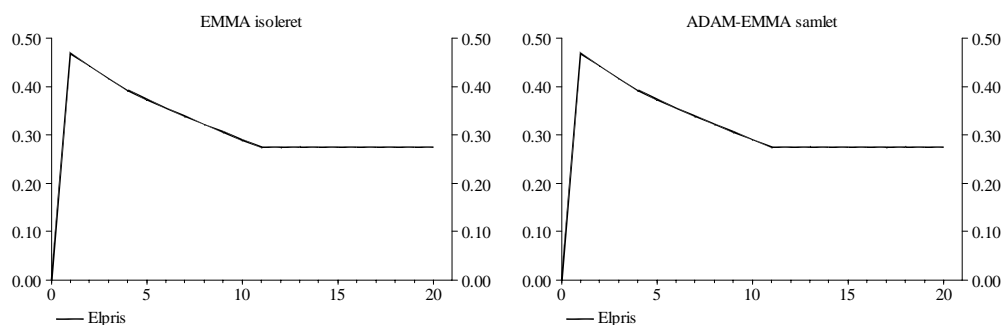
Den moderate olieprisstigning får kun beskeden indflydelse på forsyningsbalancen og aktiviteten i økonomien. For en gennemgang af de generelle effekter på ADAM-variabler i økonomien henvises til modelgruppepapiret tmk07602¹. Den væsentligste effekt -i EMMA sammenhæng- er den negative effekt, som olieprisstigningen har på bilkøbet og derved benzinefterspørgslen.

¹Tony Maarsleth Kristensen: ADAM, februar 2002 beta-version standardmultiplikatorer

2.2 En stigning i kulprisen

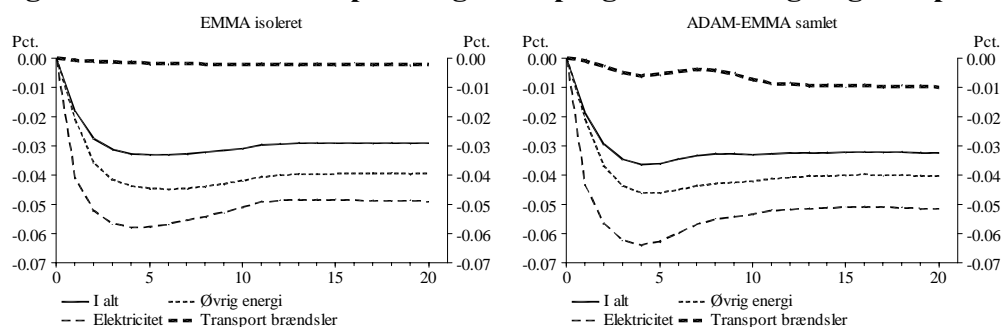
Størstedelen af den samlede anvendelse af fast brændsel (EMMA's energitype *s*) er kul, som bruges i kraftvarmeproduktionen. Eksperimentet udføres ved at hæve den generelle kulpris, $pnkul$, med en procent. Den væsentligste effekt af stigningen i kulprisen går derfor gennem større omkostninger for forsyningserhvervet og dermed højere elpris, der mindsker økonomiens elefterspørgsel.

Figur 2.1 Effekten på elprisen af en stigning i kulprisen



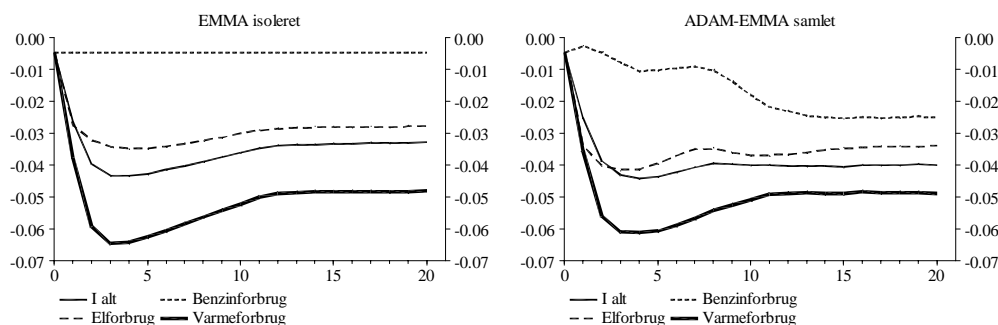
Udviklingen i el-prisen er illustreret i figur 2.1. Det ses, at kulprisstigningen har meget stor effekt på elprisen det første år, hvorefter effekten på elprisen aftager over de næste 10 år. Udviklingen skyldes den konkrete modelfremskrivning, hvor brændselssammensætningen i forsyningserhvervet er fastsat. I fremskrivningen antages således, at andelen af kul, der anvendes som brændsel i forsyningserhvervet, vil være kraftigt aftagende de næste 10-12 år. En større kulpris vil derfor slå igennem på elprisen i de første fremskrivningsår, men derefter få gradvis mindre betydning for forsyningserhvervets omkostninger -og derved for elprisen.

Figur 2.2 Effekten på energiefterspørgslen af en stigning i kulprisen



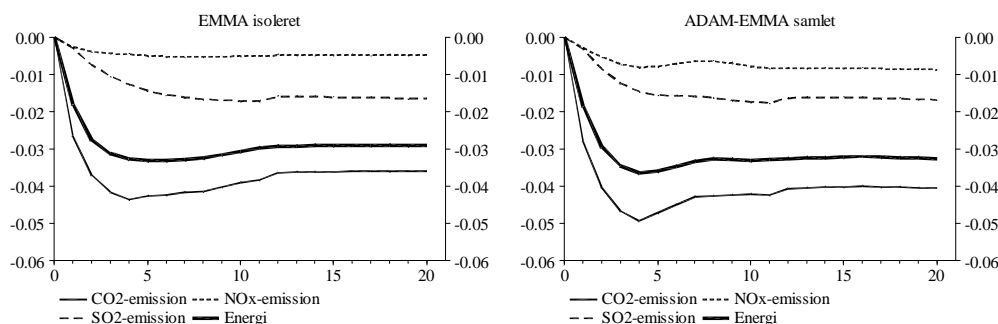
Som det ses i figur 2.2, falder den samlede energiefterspørgsel med beskedne 0.03 procent på lang sigt, når kulprisen øges. Når effekten er størst på kort sigt, skyldes det elprisens udvikling. Kulprisstigningen betyder også en reduktion af erhvervenes anvendelse af kul, men dette påvirker kun den samlede energianvendelse lidt, fordi der bruges forholdsvis lidt kul uden for forsyningserhvervet. I de større produktionserhverv som landbrug og fremstilling, er estimeret en substitution mellem el og øvrig energi, som medvirker til et mindre fald i den samlede energiefterspørgsel, når der stødes til kulprisen.

Figur 2.3 Effekten på husholdningerne af en stigning i kulprisen



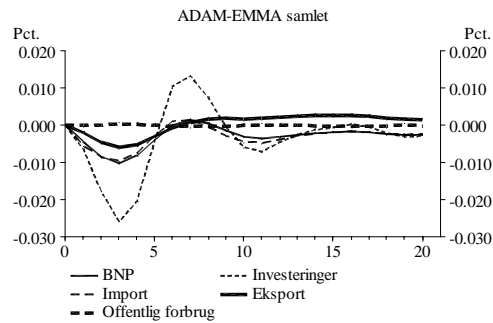
I figur 2.3 ses, hvorledes den højere kulpris -primært gennem elprisen- reducerer energiforbruget i husholdningerne. Effekten på varmforsøget er størst, fordi forbruget afhænger af både el- og kulpris, mens efterspørgslen efter el til andet forbrug (i figuren "elforbrug") kun afhænger af elprisen. I husholdningerne er varmforsøget således mere prisfølsomt -ved en stigning i kulprisen- end el-efterspørgslen er. Forskellen på benzinefterspørgslen i de 2 kørsler (EMMA isoleret og ADAM-EMMA sammenkoblet) skyldes, at varmforsøget øger omkostningerne til boligbenyttelse i ADAM, hvilket påvirker prisen på privatforbruget, $pcp4vl$, i opadgående retning. Idet prisen på privatforbruget indgår (som deflator af indkomst og formue) i udtrykket for bilforbruget, fCb , reduceres bilforbruget -og derved benzinefterspørgslen.

Figur 2.4 Effekten på emissioner af en stigning i kulprisen

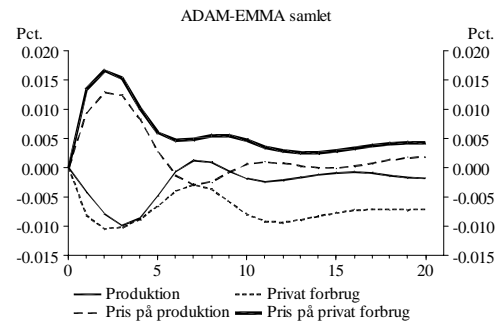


Figur 2.4 viser, hvordan emissionen af CO₂ falder relativt meget, fordi forbruget af de brændsler, der indeholder meget CO₂ falder meget. Det gælder specielt kulanvendelsen, der i forsyningsserhvervet aftager kraftigt som følge af den mindre efterspørgsel, og i den øvrige økonomi som følge af den større kulpris. Faldet i emissionerne af SO₂ og NO_x dæmpes af, at de centrale værkers emission er uændret på grund af kvotereguleringen.

Figur 2.5 Effekten på forsyningsbalancen af en stigning i kulprisen



Figur 2.6 Effekt på privatforbrug og aktivitet af en stigning i kulprisen

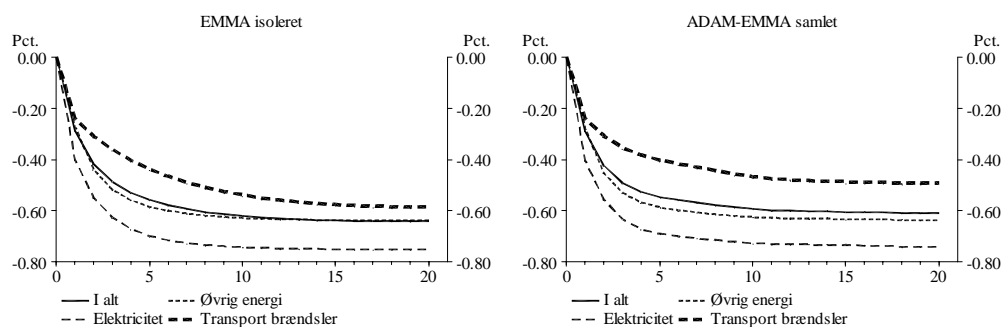


På kort sigt reducerer kulprisstigningen både import og eksport, men har positiv effekt på nettoeksporten, da importen reduceres mest. Produktionen falder generelt på kort sigt på grund af en større elpris og på grund af nedgangen i produktionen i forsyningserhvervet. Nedgangen i produktionen reducerer samtidig antallet af beskæftigede, og dermed privatforbruget, som også bliver dyrere, idet prisstigningen smitter af på det generelle prisniveau. På længere sigt stabiliseres privatforbrug og produktion på et lavere niveau, mens priserne stabiliseres på et højere niveau.

2.3 Stigning i energieffektiviteten på 1 procent

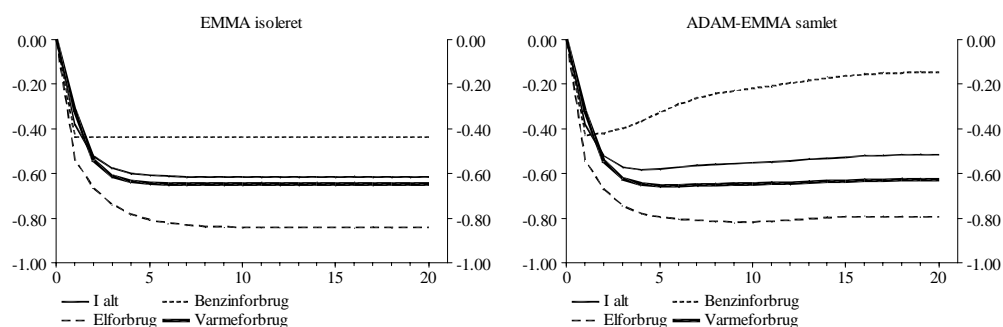
Eksperimentet er udført ved at lade energieffektiviteten, $dt_{tj} < j > < i >$ 'erne, stige med en procent. Den større effektivitet mindsker økonomiens behov for energi.

Figur 3.1 Effekten på energiefterspørgslen af en stigning i energieffektiviteten

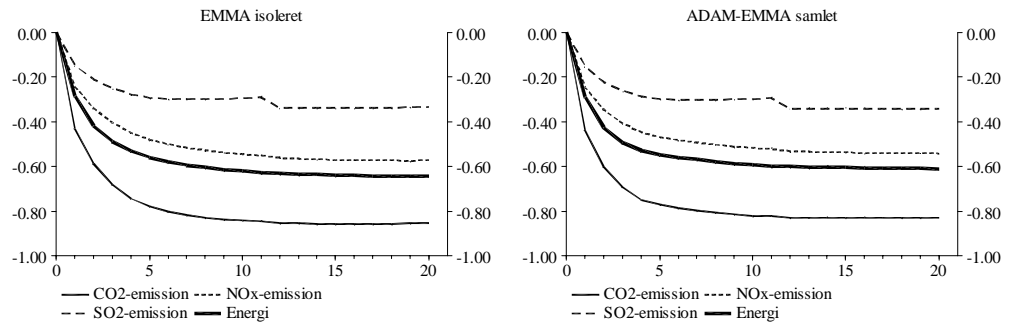


Som ventet ses i figur 3.1 et fald i økonomiens efterspørgslen efter energi. I den samlede model falder efterspørgslen efter transportbrændsler lidt mindre end det er tilfældet for den isolerede EMMA-model. Det skyldes, at benzinudgiften ($fCgpcg$) falder, (da effektivitetsforbedring betyder, at samme ydelse kræver mindre benzin, og ydelsen er derved blevet billigere), derfor reduceres usercost på biler, hvorefter efterspørgslen efter biler -og derved bilparken- stiger. Den større bilpark øger efterhånden benzinefterspørgslen, og den samlede effekt på transportbrændsler bliver mindre negativ i den samlede model, end det er tilfældet for EMMA isoleret.

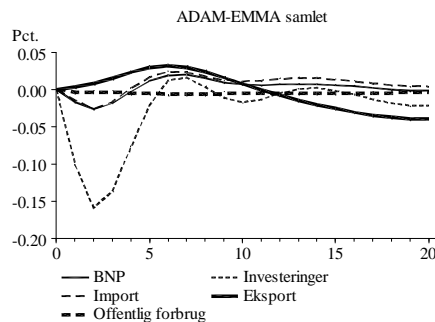
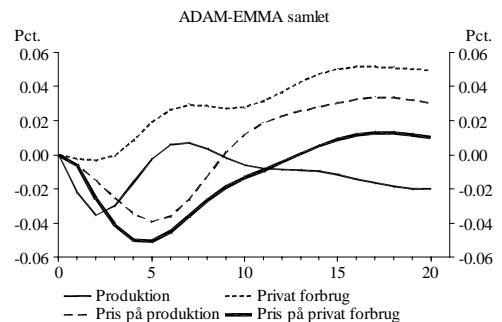
Figur 3.2 Effekten på husholdninger af en stigning i energieffektiviteten



Det ses i figur 3.2, at husholdningernes benzinefterspørgsel -over tid- falder noget mindre i den samlede model, grundet faldet i usercost på biler og den deraf afledte udvidelse af bilparken. Den større effektivitet og den afledte mindre energieferspørgsel, har ingen effekt på elprisen, da marginalomkostningerne i produktionen i forsyningserhvervet er lig de gennemsnitlige omkostninger i den konkrete fremskrivning.

Figur 3.3 Effekten på emissioner af en stigning i energieffektiviteten

I ovenstående figur 3.3 ses udviklingen i emissionerne. Faldet i energiefterspørgslen modsvares af en mindre produktion på de centrale kraftvarmeverker, hvilket reducerer CO₂-udslippet med mere end dét, energiefterspørgslen falder, fordi de centrale kraftvarmeverkernes brændsler udleder mere CO₂ end resten af forsyningssektoren gennemsnitligt gør. NO_x og SO₂ falder som følge af erhvervenes og husholdningernes reducerede energiefterspørgsel.

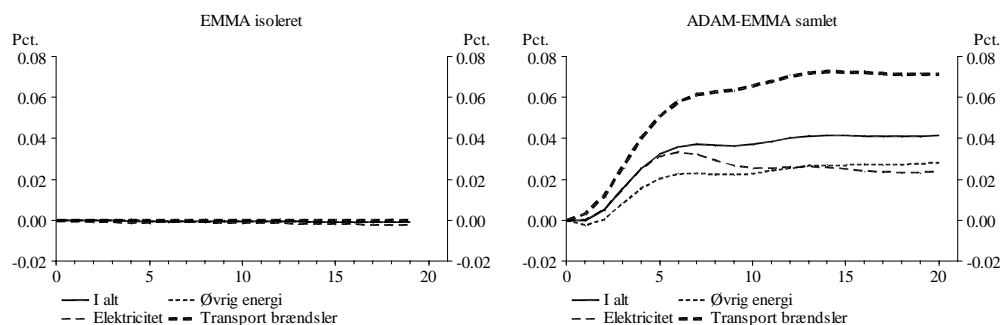
Figur 3.4 Effekten på forsyningsbalancen af en stigning i energieffektiviteten**Figur 3.5 Effekten på aktiviteten i økonomien og på priserne af en stigning i energieffektiviteten**

På kort sigt falder produktionen, når energieffektiviteten øges -jvf. figur 3.5. Det skyldes, at faldet i produktionen i forsyningserhvervet på kort sigt overstiger udvidelsen i produktionen i de øvrige erhverv. På mellemlang sigt dominerer den generelle produktionsforøgelse dog nedgangen i produktionen i forsyningserhvervet, og der sker en substitution fra andre produktionsfaktorer (arbejdskraft og maskinkapital) over mod energi. Antallet af beskæftigede falder, men samtidig er produktionen blevet billigere, og eksporten øges (figur 3.5). På længere sigt medfører den øgede eksport et behov for arbejdskraft, hvorfor lønnen presses op, og antallet af beskæftigede stiger. Eksporten falder nu på grund af de stigende lønomkostninger, og produktionen aftager følgende.

2.4 Udvidelse i vindmøllekapaciteten på 1000 MW

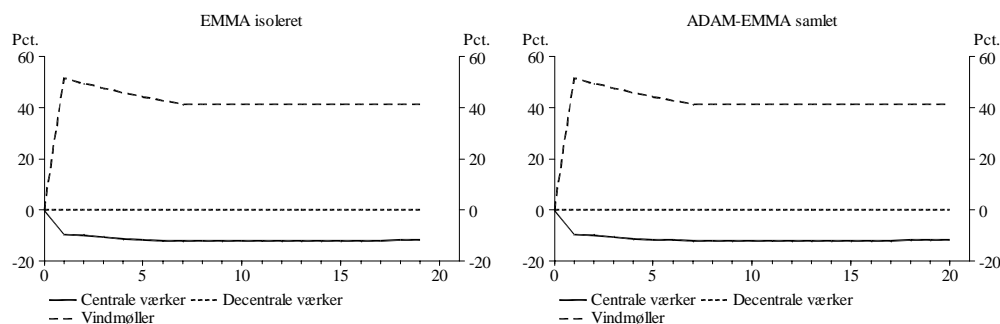
Eksperimentet med at udvide vindmøllekapaciteten, $qKvind$, med 1000 mega watt, forskyder energiproduktionen fra de centrale kraftvarmeverker over mod vindmøller. Det skyldes modellens opbygning, hvor de decentrale kraftvarmeverker og vindmøller producerer ud fra en fastsat kapacitet, og de centrale kraftvarmeverker tilpasser deres produktion herefter.

Figur 4.1 Effekten på energiefterspørgslen af en udvidelse i vindmøllekapaciteten



Mens udvidelsen af vindmøllekapaciteten ikke påvirker energiefterspørgslen i den isolerede model, påvirker eksperimentet energiefterspørgslen svagt i den samlede model -se figur 4.1. El-prisen, der bestemmes af brændselssammensætningen på de centrale værker, er upåvirket af eksperimentet, eftersom det alene er produktionsens størrelse på de centrale kraftvarmeverker, der ændres.

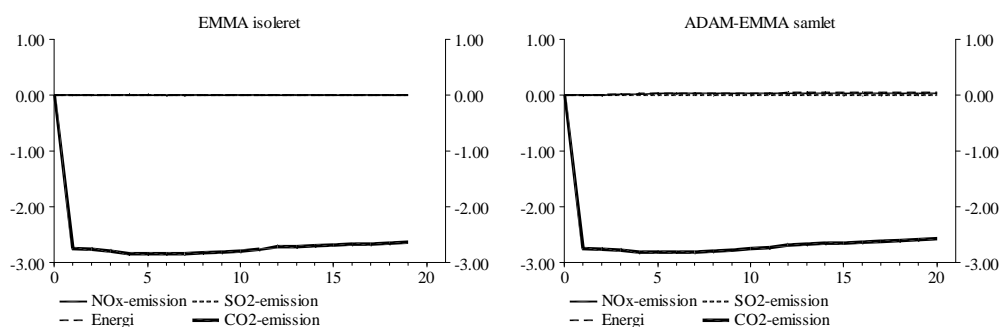
Figur 4.2 Effekten på produktionsfordelingen af en udvidelse i vindmøllekapaciteten



Udvidelsen af vindmøllekapaciteten -og dermed vindenergi produktionen, $qXvind$ - medfører en tilsvarende nedgang i produktionen på de centrale værker, $qXcene$. Dette er illustreret i figur 4.2 for begge kørsler. Energiproduktionen med vindmøller øges med ca.40 procent på lang sigt, mens produktionen på de centrale værker falder med 10-15 procent.

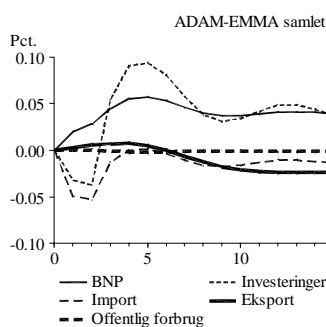
Den større vindmøllekapacitet har ingen effekt på økonomiens samlede energiproduktion, da der alene er tale om en forskydning af produktionen fra centrale kraftvarmeverker til vindkraft.

Figur 4.3 Effekten på emissioner af en udvidelse i vindmøllekapaciteten

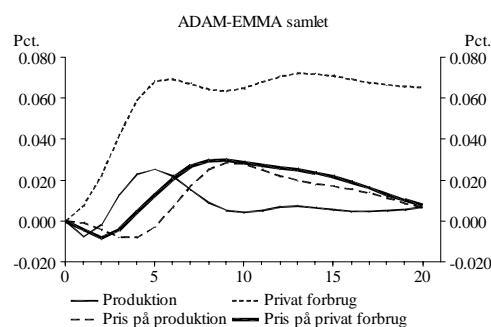


Når emissionerne af SO_2 og NO_x ikke ændres, skyldes det den tidligere nævnte kvoteregulering. De centrale kraftvarmeværker emitterer op til den fastsatte kvote, selvom produktionen i forsynings erhvervet mindskes. CO_2 , der i modellen ikke er underlagt en kvoteregulering, følger brændselsforbruget. Da vindmøller ikke emitterer, vil emissionen af CO_2 mindskes i takt med produktionen på de centrale kraftvarmeværker.

Figur 4.4 Effekten på forsyningsbalancen af en udvidelse i vindmøllekapaciteten



Figur 4.5 Effekten på aktivitet og priser af en udvidelse i vindmøllekapaciteten

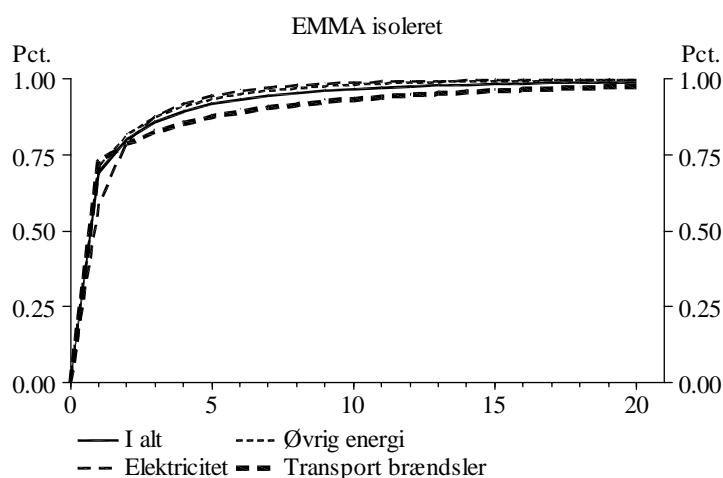


Den mindre produktion på de centrale kraftvarmeværker reducerer importen af bl.a. kul, og bidrager derved til en positiv nettoeksport. Privatforbruget stiger på kort og mellemlang sigt, hvorefter det stabiliseres. Det er disse effekter i ADAM, der fører til en øget energiefterspørgsel i den samlede model. Effekterne er illustreret i figur 4.4 og 4.5.

2.5 Stigning i den økonomiske aktivitet på 1 procent Eksperimentet er kun udført i den isolerede EMMA model

Eksperimentet er lavet ved fra et givet tidspunkt at hæve produktionsværdien i samtlige ADAM-erhverv, $fX_{<j>}$, med en procent. Husholdningernes private forbrug, fCp , bilbestanden, Kcb , og boligmassen, $fKbh$, øges tillige med 1 procent. Det benævnes også at hæve aktivitetsvariablerne. Eksperimentet øger økonomiens behov for input af bl.a. energi.

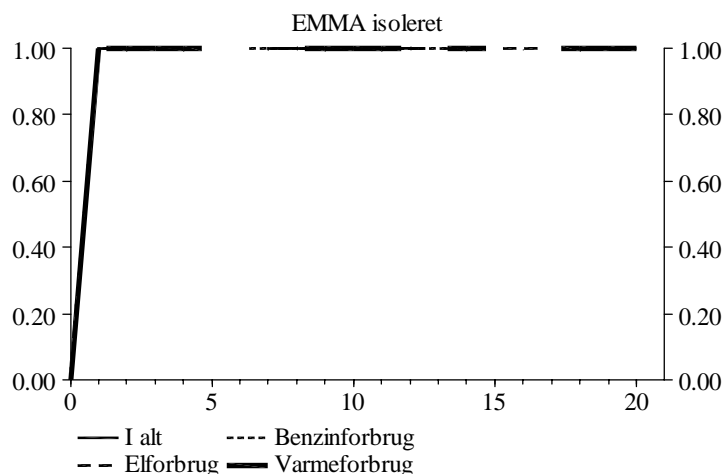
Figur 5.1 Effekt på energiforbruget af en stigning i aktivitetsvariabler på 1 procent



Figur 5.1 viser, at energityperne hver for sig og energianvendelsen i alt stiger med 1 procent på lang sigt, når der stødes til aktivitetsvariablerne. Udviklingen i energityperne over tid er nogenlunde ens. Allerede efter første år er energianvendelsen i alt steget med 0.7 procent. Den gradvise tilpasning til det lange sigt kan fortolkes som energianvendelsens snævre tilknytning til maskinkapitalen. Når produktionen i økonomien (erhvervene) stiger, tager maskinkapitalen kun en mindre del af tilpasningen på kort sigt, og istedet tager andre produktionsfaktorer -såsom arbejdskraft, materialer og energi- den største del af tilpasningen på kort sigt. Det betyder, at man skulle forvente at se overshooting på kort sigt for disse produktionsfaktorer. Når energianvendelsen alligevel ikke overshooter på kort sigt, så skyldes det energiens afhængighed af maskinkapitalen, der på grund af træghed kun tager en lille del af tilpasningen på kort sigt.

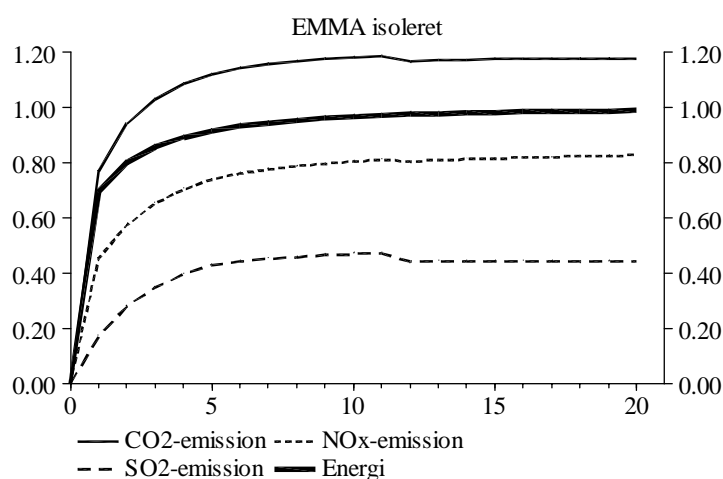
I nedenstående figur 5.2 ses, at energiforbruget i husholdningerne øjeblikkelig tilpasser sig. Dette følger af de konkrete modellinger i EMMA, hvor det er enhedsforbruget (f.eks. varmekonsum pr. m²) der beskrives.

Figur 5.2 Effekten på husholdninger af en stigning i aktivitetsvariabler på 1 procent



El-prisen er ikke afbildet, idet en stigning i aktivitetsvariablerne ingen effekt har på elprisen. Det skyldes modelleringen i den konkrete fremskrivning, hvor den marginale el efterspørgsel produceres med samme brændsel sammensætning som den gennemsnitlige produktion. Det vil sige, at de marginale omkostninger pr. el-enhed svarer til de gennemsnitlige omkostninger pr. el-enhed, og derved påvirkes el-prisen ikke af ændringer i efterspørgslen.

Figur 5.3 Effekten på emissioner af 1 procent stigning i aktivitetsvariabler



Udviklingen i emissionerne af CO₂, SO₂ og NO_x er afbildet i figur 5.3. Når SO₂ og NO_x kun stiger med hhv. 0.45 og 0.85 procent, hænger det sammen med "dødvægts-fænomener" fra bl.a. vindkraften og kvotereguleringen i forsyningssektoren. Årsagen er, at SO₂ og NO_x emissioner fra de centrale værker er underlagt kvoter, og det antages, at de ikke emitterer mere end kvoterne tillader. Større el-

og varmeproduktion øger altså kravet til f.eks. svovlrensning eller køb af mindre svovlholdige brændsler.

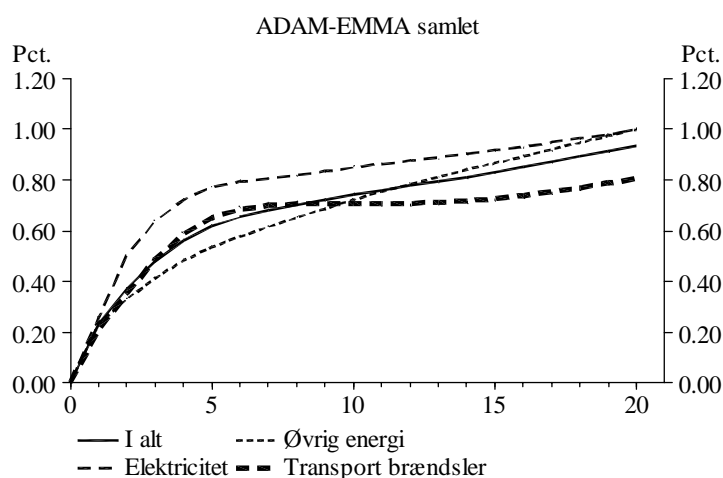
Emissionen af CO_2 er i modsætning til SO_2 og NO_x ikke kvotereguleret. Den ekstra energiproduktion, som økonomien efterspørger, produceres udelukkende på de centrale værker og ikke via vindkraft eller på de decentrale værker. Da vindkraft ikke giver anledning til emissioner, og da de decentrale værker anvender færre CO_2 emitterende brændsler end de centrale værker gør, betyder forskydningen af el- og varmeproduktionen over mod de centrale værker, at CO_2 -emissionerne stiger forholdsvis meget (mere end 1 procent).

2.6 Stigning i eksporten på 3 procent

Ekperimentet er kun udført i den samlede ADAM-EMMA model

Stigning i eksporten på 3 procent (samlet model) medfører en stigning i produktion på cirka 1 procent og en stigning i privat forbrug på cirka 0.8 procent på lang sigt. Eksperimentet skal delvist modsvare eksperimentet i den isolerede model (hvor der stødes til den økonomiske aktivitet) og lønnen, *lna*, er derfor eksogeniseret.

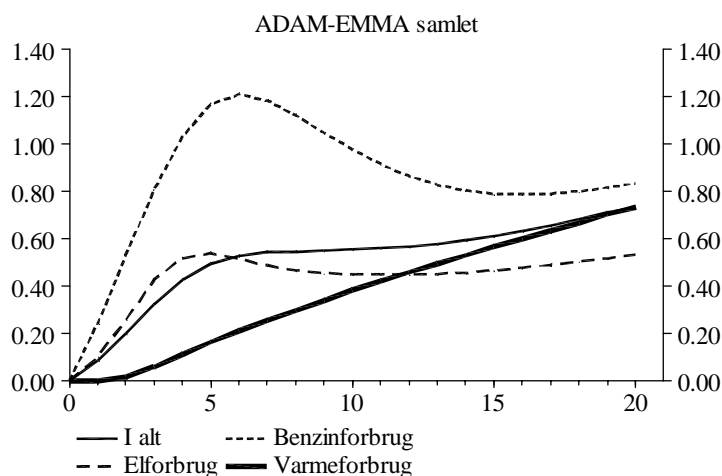
Figur 6.1 Effekt på energiforbrug af eksportstød



Det ses i figur 6.1, at eksportstødet hæver den samlede energiefterspørgsel med cirka 1 procent på lang sigt (20 år), svarende til eksemplet i den isolerede EMMA-model.

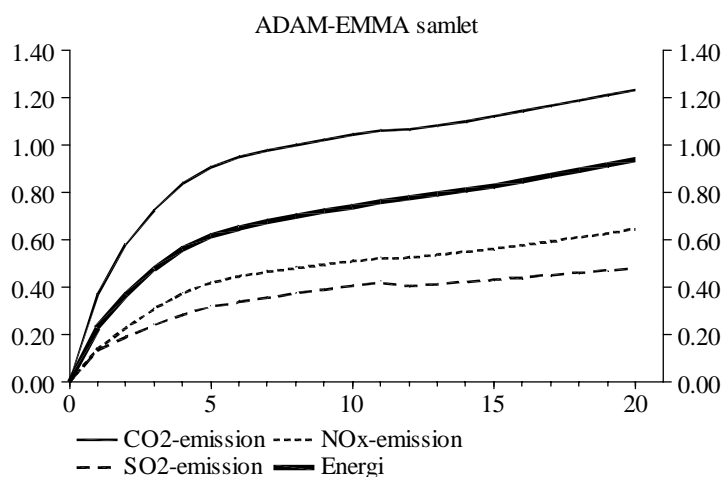
På kort og mellemlang sigt er effekten på energiefterspørgslen i den samlede model mindre, hvilket kan tilskrives, at der er tale om to forskellige eksperimenter, hvor effekten på produktionen i dette eksperiment er indirekte. Dvs. produktion og forbrug stiger med mindre end 1 procent på kort sigt.

Figur 6.2 Effekten på husholdninger af en stigning i eksporten

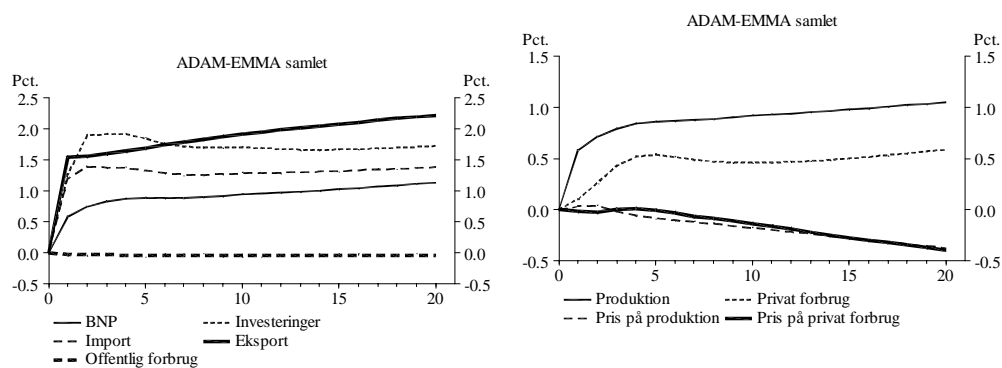


Eksportstødet øger den samlede efterspørgsel efter energi i husholdningerne med cirka 0.8 procent på lang sigt (20 år), svarende til stigningen i det samlede forbrug jvf. figur 6.2. I modsætning til eksperimentet i den isolerede model, er der gradvis tilpasning til det lange sigt, fordi forbruget påvirkes indirekte. Eksporten øger aktiviteten i økonomien, hvorefter det private forbrug stiger. Elefterspørgslen afhænger direkte af det private forbrug, og stiger derfor samtidig; boligkapitalen øges af samme grund (omend trægt), hvorefter varmemeforbruget stiger. Endelig stiger benzinefterspørgslen med godt en procent på lang sigt, svarende til, at bilparken udvides som følge af det større privatforbrug.

Figur 6.3 Effekten på emissioner af en stigning i eksporten



Figur 6.3 viser, at den større produktion øger energiefterspørgslen og derved emissionsmængden. CO₂ stiger mest, fordi den emissionstype ikke er underlagt kvotereguleringer, som det er tilfældet for SO₂ og NO_x.

Figur 6.4 Effekten på forsyningsbalancen af en stigning i eksporten

I ovenstående figur 6.4 er illustreret udviklingen for forsyningsbalancen samt produktion, privatforbrug og priser. Man bør erindre, at lønnen er eksogeniseret. Den større eksport påvirker betalingsbalancen positivt og fører til en ekspansiv effekt på beskæftigelse, BNP og import. 'Normalt', dvs. når lønnen er endogen, vil dette give anledning til løn- og prisstigninger, hvor lønstigningerne presser renten op. Men i dette specialtilfælde, hvor lønnen er eksogen, kan lønnen (og deraf priserne) ikke tilpasse sig, og istedet fås en negativ effekt på renten, *iwbz*, af betalingsbalanceoverskuddet. Renteudviklingen fører til, at priserne på privatforbrug og produktion drives ned.