

## Investeringer i ADAM-EMMA

### Resumé:

Papiret diskuterer hvorledes ekstra investeringer, knyttet til forbedrede energieffektiviteter i EMMA, kan overføres til ADAM ved kørsel af de to modeller i sammenhæng.

Når ADAM køres sammen med EMMA kan der være brug for at indføje ekstra investeringer for at kunne retfærdiggøre de anvendte rende i EMMA's energiligninger, samt udviklingen i sammensætningen af de anvendte teknologier i el- og varmforsyningen.

---

JAN16802.WPD

Nøgleord:

*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 papiret diskuteres hvordan ekstra investeringer kan indføres i ADAM-EMMA sammenkoblingen som følge af ændrede priser og effektiviteter. Det beskrives hvordan priser og effektiviteter fører til substitution mellem produktionsfaktorerne, ligesom estimationen af koefficienterne til korrigerende af bygnings- og maskininvesteringers effektivitetstrende gennemgås.

Derudover undersøges hvordan ekstra investeringer, implementeret i EMMA, som følge af ændrede teknologiske effektiviteter, påvirker investeringerne i ADAM.

## 2. Energiefterspørgsel og investeringer.

### 2.1 Energiefterspørgslen.

Energiefterspørgslen bestemmes af de to faktorerers pris og effektivitet (Karlsson XXXX). Ideen i papiret er at eksogent bestemte ekstrainvesteringer i bygninger og maskiner kan implementeres som en dalende effektivitet i ADAM's maskin- og bygningsinvesteringer. En øget pris behøver således ikke at blive modsvaret af en faldende efterspørgsel, hvis stigningen følges af en tilsvarende øget effektivitet. Effektivitetsforbedringerne er vægtet med 1 minus priselasticiteten og har dermed relativt størst indflydelse ved uelastisk efterspørgsel.

Forbruget af energi i ADAM, givet uændret pris, ændres med 1 minus priselasticiteten, hvorfor det stiger ved effektivitetsforbedringer. Den efterspurgte transportmængde kan derfor ikke opfattes som en fast, nødvendig mængde, hvilket er en væsentlig forskel til tekniske modeller, som beskrevet af Karlsson (XXXX).

### 2.2 Ændrede investeringer.

Ekstra investeringer fra EMMA antages at kunne overføres til ADAM via dennes effektivitet i investeringer i bygninger og maskiner. Investeringer i energibesparende apparater føres ind som maskininvesteringer, mens mere effektiv isolering og nye vinduer mm. føres ind som bygningsinvesteringer. *Ne* erhvervets ekstra investeringer føres ind som bygningsinvesteringer, fx opførelsen af et nyt kraftværk.

Investeringer i bygninger og maskiner, som begge er endogene i ADAM, hvormed substitutionen mellem investeringstyper indgår når deres effektivitet ændres.<sup>1</sup> Investeringsbeslutningerne kan fx påvirkes ved at omkostningerne til en given effektivitetsudvikling øges. Herefter vil der substitueres mellem inputs, således at øgede investeringskrav til maskiner, for given udvikling, kan medføre ændrede investeringer i fx bygninger eller arbejdere.

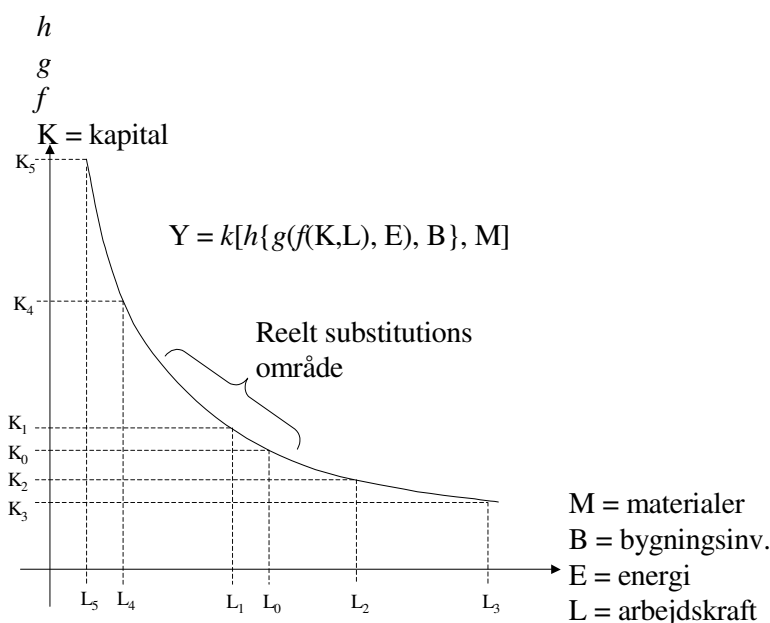
I ADAM antages konstant skalaafkast og fem forskellige inputs i produktionen (kapital, arbejdskraft, materialer, bygningskapital og energi). Inputmængder

---

<sup>1</sup> Effektiviteten af investeringerne.

bestemmes af faktorenes omkostninger og effektivitet,<sup>2</sup> og den optimale kombination bestemmes vha. en nestet struktur, hvor den enkelte faktor vurderes i forhold til grupper af faktorer. Den nestede struktur estimeres under hensyntagen til hvilke faktorer der kan substituere hinanden, og kan opfattes som omkostningsminimerende substitutionsbevægelser i et isoquantdiagram, hvor den enkelte faktor stilles over for grupper af mulige substitutter. Figur 2.2.1 viser substitutionen, hvor det reelle substitutionsområde er afgrænset, som følge af at faktorblokken optimeres på de samlede omkostninger. Det følger heraf at jo større ændringerne i omkostningerne til en faktor er, jo større bliver substitutionen, idet prisforholdet ændres relativt meget. I modsat retning trækker, at jo

**Figur 2.2.1 Faktorsubstitution i ADAM.**

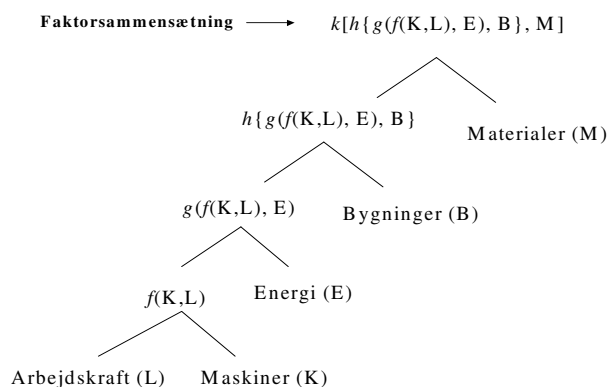


Kilde: Thomsen (XXXX).

større den relative beholdning af en faktor er, jo sværere bliver det at substituere over mod denne, mens det bliver lettere at erstatte den med et andet input. Den nestede struktur for substitution mellem faktorer er vist i figur 2.2.2. Den optimale sammensætning findes ved at forholdet mellem arbejdskraft og kapital først estimeres, hvorefter denne optimale kombination optimeres i forhold til energi. Processen forsætter indtil alle faktorer er inddraget.

<sup>2</sup> Se Karlsson (XXXX) for yderligere beskrivelse af faktorblokken, samt nestet struktur. Ligeledes henvises til ADAM-håndbogen.

Figur 2.2.2 ADAMs nestede struktur i faktorblokken.



Kilde: Karlsson (XXXX)

### 3. Ændring i investeringer ved ændret investeringseffektivitet.

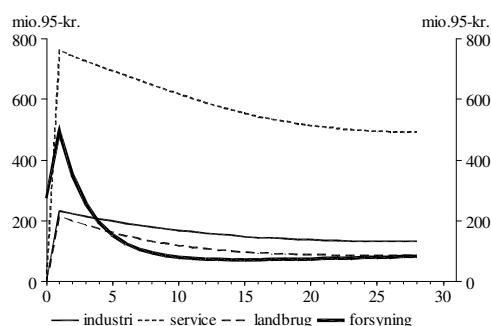
I dette afsnit undersøges hvor store ændringer i effektiviteten af bygnings- og maskininvesteringerne i ADAM der skal til at genere ekstra investeringer på 1 mia. 1995-kr. Der kigges på aggregerede sektorer.

Erhvervenes investeringer i bygninger og maskiner påvirkes, som tidligere omtalt, af effektiviteten. En ændret effektivitet kan derfor medføre øgede investeringer i den pågældende faktor. Dette er simuleret eksplicit med udgangspunkt i hvor meget effektiviteten skal ændres, for at investeringerne øges med 1 mia. 1995-kr.

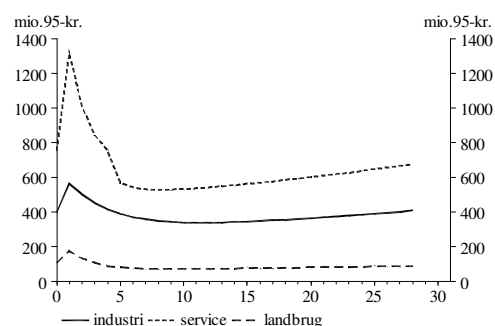
Eksperimentet blev foretaget ved først at sænke effektiviteten i bygnings- hhv. maskineffektiviteten med 1% og derefter beregne hvor store ekstra investeringer dette medførte. Resultatet blev omregnet til de koefficienter som effektiviteten skal sænkes med, for at genere 1 mia. ekstra investeringer i den pågældende faktor.<sup>3</sup> Påvirkningen af investeringerne ved en 1% effektivitetsændring ses i figur 3.1 og 3.2, mens de udregnede koefficienter er vist i tabel 3.1, hvor de korrigerede effektivitetskoefficienter er de der sikre ekstra investeringer på 1 mia. 1995-kr.

<sup>3</sup> Koefficienterne er brugt i ADAM-EMMA sammenkoblingen.

**Figur 3.1. Øgede bygningsinv. ved 1% effektivitetsændring.**



**Figur 3.2. Øgede maskininv. ved 1% effektivitetsændring.**



**Tabel 3.1. Effektivitetskoefficienter for ekstra investeringer for 1 mia. 1995-kr.**

	Industri og Virksomheder.	Handel og Service.	Landbrug.	Forsyningssektor.
Koefficient for bygningsinvesteringer.	0,00221287	0,00061032	0,00305973	0,00279569
Koefficient for maskininvesteringer.	0,00090250	0,00053415	0,00399811	0,01527982
Korrigeret bygningseffektivitetskoefficient.	0,99778713	0,99938968	0,99694027	0,99720431
Korrigeret maskineffektivitetskoefficient.	0,99909750	0,99946585	0,99600189	0,98472018

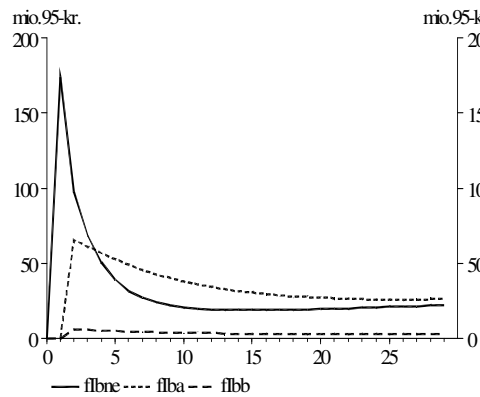
Beregningen af den nødvendige effektivitetsændring er en lineær approksimation til udviklingen i investeringerne ved ændret effektivitet. Approksimationen er rimelig da de ekstra investeringer, i alle erhverv, er tæt på 1 mia. 1995-kr., når den beregnede effektivitetsfaktor anvendes, hvilket fremgår af tabel 3.2.

**Tabel 3.2. Øgede investeringer sfa. ændret effektivitet mio. 1995-kr.**

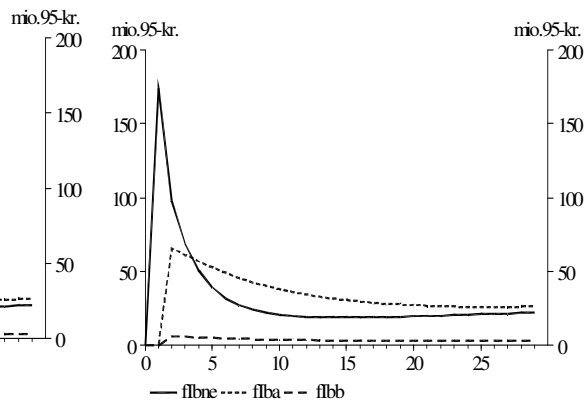
	Industri og Virksomheder.	Handel og Service.	Landbrug.	Forsyningssektor.
Bygningsinvesteringer.	1071,664	989,857	993,323	936,804
Maskininvesteringer.	1035,661	994,016	995,377	996,419

Figur 3.3 og 3.4 viser hvordan bygnings- og maskininvesteringerne fordeler sig over perioden for udvalgte erhverv. Fra graferne ses at kun *ne*-erhvervet reagerer i første

Figur 3.4. Ekstra maskininv.



Figur 3.3. Ekstra bygningsinv.



år, ligesom effekten for alle erhverv er størst i begyndelsen af perioden.

#### 4. Effektivitetens påvirkning af investeringerne.

I foregående afsnit blev det estimeret hvor meget effektiviteten af et givent kapitalgode skulle ændres for at generere ekstra investeringer for 1 mia. 1995-kr. Dette forsøg tog imidlertid ikke højde for den tidligere beskrevne substitution imellem faktorer. I dette afsnit undersøges hvorledes ændrede investeringsomkostninger påvirker valget mellem faktorer. At holde effektiviteten af en given faktor konstant, mens omkostningen realt stiger, er ækvivalent til at sænke effektiviteten. I den første type indgreb sænkes investeringseffektiviteten for at generere den ønskede ekstra investering, uden at dette medfører en forbedret energieffektivitet. I den anden type indgreb øges energieffektiviteten når ekstra investeringen indføres.

##### 4.1 Indgreb og substitution.

Indgrebene foretages i omkostninger og effektiviteter af bygnings- og maskin-kapital. Herefter vil de samlede ekstra investeringer blive sammenlignet med de krævede, ligesom investeringernes fordeling på faktorer beskrives. I denne sammenhæng kigges på bygningsinvesteringer ( $fb$ ), maskininvesteringer ( $fIm$ ), materialer ( $fVm$ ), energi ( $fVem$ ) og arbejdskraft ( $HQ$ ). Substitutionen afhænger af hvilken faktors effektivitet der ændres, da substitutionselasticiteten varierer. Derudover vil indgrebets påvirkning af den generelle økonomiske udvikling have betydning for faktorsammensætningen. Brugen af materialer er i ADAM proportional med produktionen, hvilket betyder at der i produktionen af fx et hus, ikke substitueres mod flere mursten pga. at maskinernes usercost er relativt øget. Indkomsteffekten skal derfor have in mente når indgrebenes indvirkninger vurderes, idet den absolutte faktormængde påvirkes af ændringer i produktionens størrelse, mens omkostningsændringer har betydning for den relative faktorkombination.

Ovenstående har den implikation at øgede omkostninger, givet effektiviteten, til faktor  $x$ ,<sup>4</sup> kan medføre øgede absolutte investeringer i denne faktor, mens investeringerne til de øvrige faktorer falder. Udviklingen dækker dog over faldene *reale* investeringer i alle faktorer, da de øgede nominelle investeringer ikke behøver at være tilstrækkelige til at opretholde en konstant produktion fra den berørte faktor, hvorfor det er de relative reale ændringer i faktorbeholdnin-

<sup>4</sup> I forhold til grundforløbet.

gerne, der udtrykker substitutionen.

#### *4.2 Øgede investeringskrav i industrien.*

Alle eksperimenter foretages i perioden 2002 til 2030, ligesom ændringer kun er undersøgt i denne periode. Eventuelle meget træge tilpasninger kan derfor tænkes først at "falde til ro" efter 2030, men dette forventes ikke at omfatte væsentlige størrelser. For Industri og Virksomhed (herefter Industri) er medtaget udvalgte erhverv, mens de øvrige sektorer svarer til opdelingen i EMMA-ADAM koblingen.

##### *4.2.1 Scenario 1.*

I det første scenario antages Industri og Virksomheder at anvende 36 mia. 1995-kr. ekstra til maskininvesteringer, uden at dette medfører en forbedret energieffektivitet mht. deres elforbrug. Investeringer indføres i ADAM ved hjælp af den i afsnit 3 beskrevne metode. Investeringerne efter indgrebet ses i tabel 4.2.1.1.

Fra tabellen ses at investeringer til maskiner øges, mens de falder for de øvrige faktorer. De øgede investeringer i maskiner er dog mindre end de krævede. På samme måde er produktionen fra de øvrige investeringer faldet sfa. faldet i den samlede produktionen. Substitutionseffekten mellem faktorer er lav, hvorimod "indkomsteffekten" slår igennem for alle faktorer. Substitutionseffekten ses ved at faktorenes andele af produktionsværdien ændres, hvilket antages værende en indikator for intensiteten. Maskininvesteringernes andel er faldende, når der korrigeres for ekstra investeringerne, mens energi og arbejdstimer begge stiger. Det bemærkes at ændringerne er relativt små, hvilket er forventeligt i forhold til indgrebets størrelse. Bygningers andel falder, men kan heller ikke forventes at være et reelt

alternativ for maskiner i særlig udstrækning, hvorfor indkomst- dominerer substitutionseffekt.

Substitutionen mellem arbejdskraft, kapital og energi kan specielt anes i starten af perioden, hvor både antallet af arbejdstimer og maskininvesteringerne stiger, mens energiforbruget falder. De dyrere maskiner erstattes her af flere arbejdere og derfor nedsættes energiforbruget tilsvarende. Det skal her erindres, at stigningen i maskininvesteringer ikke opvejer produktivitetstabet, hvilket ikke er tilfældet for arbejdskraft, hvis produktivitet er uændret.

**Tabel 4.2.1.1 Substitution i industrien ved ekstra investeringer på maskiner uden energieffektivitetsforbedringer (mio. 1995-kr.).**

	I alt fra 2002 til 2030.	Ændring <sup>b</sup>	Industri og Virksomheder.	Ændring <sup>b</sup>
Maskininvesteringer (fIm{j})	5178172,00	24181,13	1329101,00	26729,88
Bygningsinvesteringer (fIb{j})	3851037,00	-16317,58	282828,17	-2287,69
Materialer (fVm{j})	30839157,00	-63501,42	12378584,00	-48332,33
Energi (fVe{j})	1011634,40	-1147,97	159348,47	-499,01
Antal arbejdstimer (HQ{j}) <sup>a</sup>	121770,16	-88,71	24820,23	-30,01
Produktionsværdi (fX{j})	66800930,00	-120079,01	19311258,00	-78703,47

Anm.: Der er indført ekstra investeringer for 36 mia. 1995-kr.

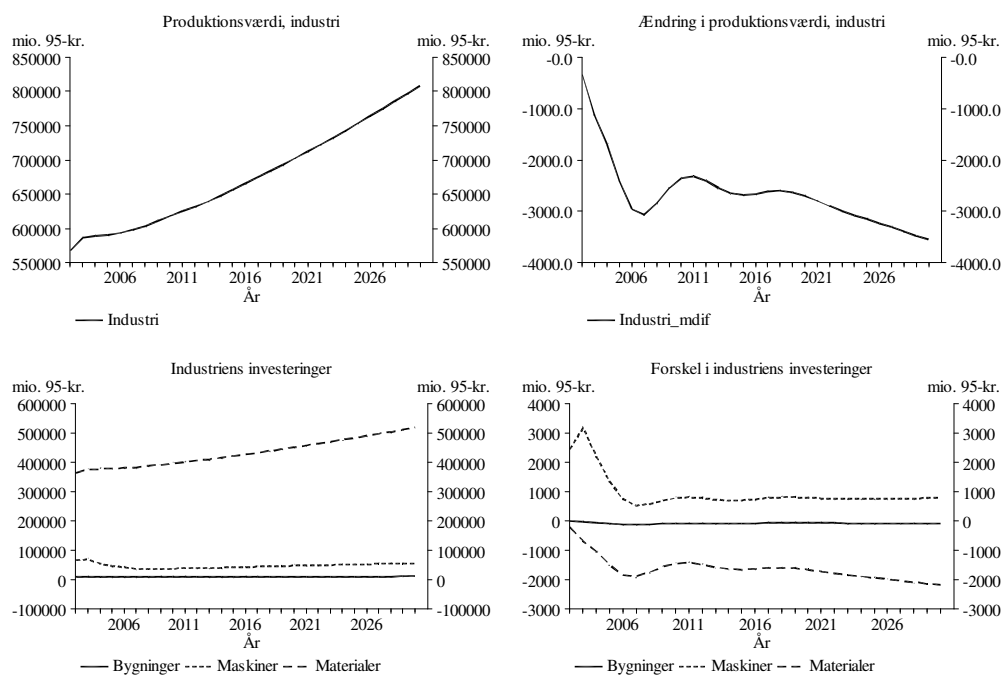
Anm.: Der er simuleret i perioden 2002 til 2030.

Anm.: For alle variabler er der summeret over de j erhverv i sektoren.

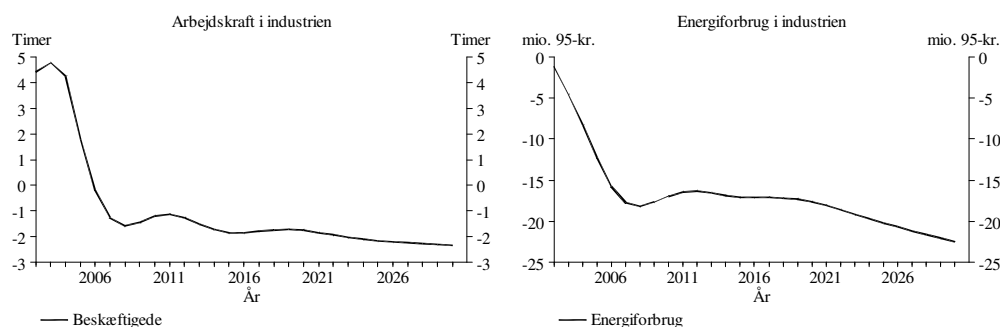
a. Målt i mio. arbejdstimer.

b. I forhold til grundforløbet.

**Figur 4.2.1.1 Øgede maskininvesteringer i industrien, uden øget energieffektivitet.**







#### 4.2.2. Scenario 2.

I scenario 2 indføres de samme ekstra investeringer som i foregående scenario, men her antages investeringerne i energibesparende apparater at føre til en forbedret effektivitet for Industri og Virksomheders anvendelse af el. Investeringerne indføres på samme mådesom i scenario 1. Substitutionseffekten vil derfor afhænge af hvor stigningen i energieffektiviteten i forhold til den øgede omkostning.

**Tabel 4.2.2.1 Substitution i industrien ved ekstra investeringer på maskiner med energieffektivitetsforbedringer (mio. 1995-kr.).**

	I alt fra 2002 til 2030.	Ændring <sup>b</sup>	Industri og Virksomheder.	Ændring <sup>b</sup>
Maskininvesteringer (fI <sub>m</sub> {j})	5176515,00	22491,76	1327756,60	25385,49
Bygningsinvesteringer (fI <sub>b</sub> {j})	3847475,00	-19877,49	282516,28	-2599,77
Materialer (fV <sub>m</sub> {j})	30831226,00	-71428,19	12372694,00	-54223,36
Energi (fV <sub>e</sub> {j})	1003852,40	-8930,12	155367,13	-4480,32
Antal arbejdstimer (HQ <sub>j</sub> ) <sup>a</sup>	121748,20	-110,69	24807,72	-42,52
Produktionsværdi (fX <sub>j</sub> )	66781000,00	-139982,77	19301761,00	-88199,86

Anm.: Der er indført ekstra investeringer for 36 mia. 1995-kr.

Anm.: Der er simuleret i perioden 2002 til 2030.

Anm.: For alle variable er der summeret over de j erhverv i sektoren.

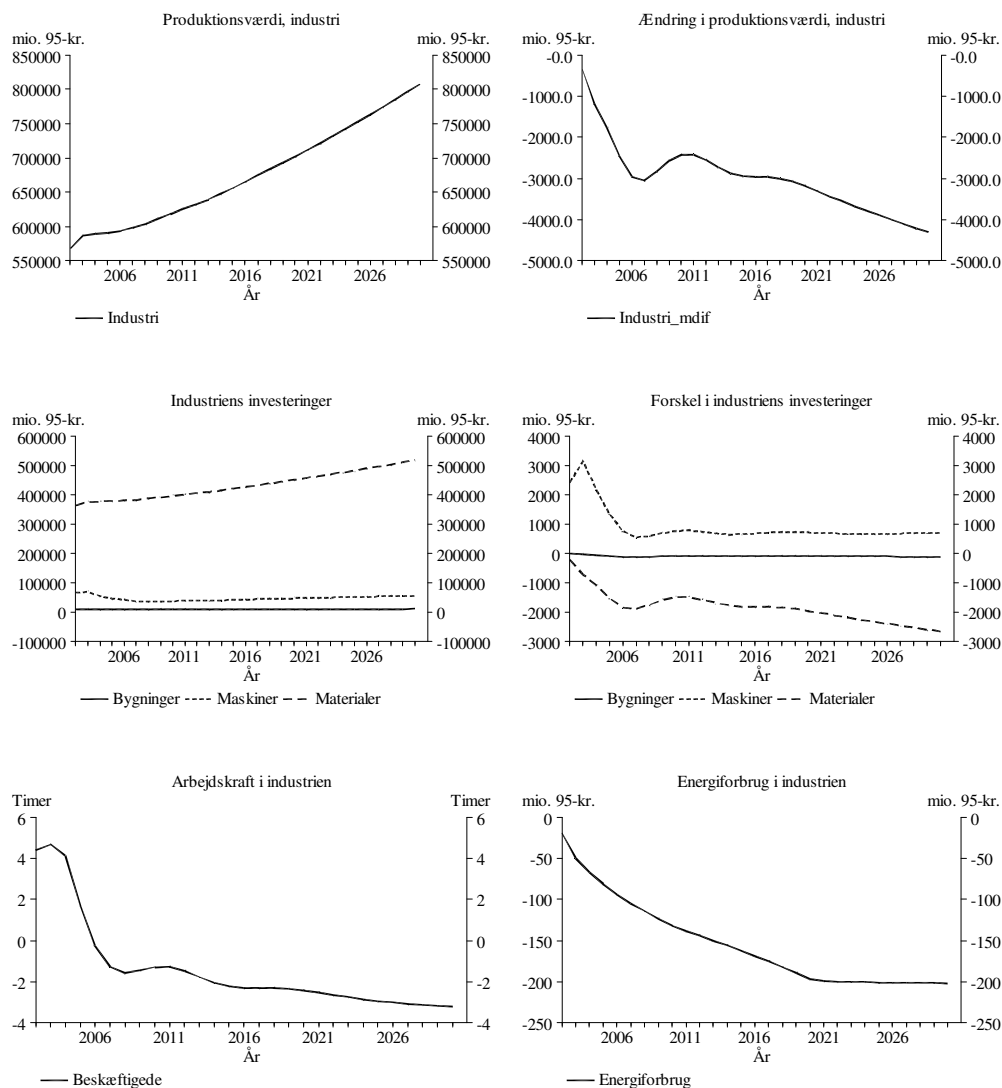
a. Målt i mio. arbejdstimer.

b. I forhold til grundforløbet.

Scenariet viser, i forhold til scenario 1, en substitution imod maskiner, hvilket begrundes med deres øgede effektivitet. Den samlede produktion falder lidt, ligesom investeringerne i maskiner er marginalt mindre end før. Derimod er

faldet i de øvrige faktorer større,<sup>5</sup> dvs. at den forbedrede effektivitet af maskiner medfører substitution imod disse, på trods af de øgede investeringskrav. Figur 4.2.1 viser profilen af ændringerne i investeringerne.

**Figur 4.2.2.1 Øgede maskininvesteringer i industrien, med øget energi-effektivitet.**



### 4.2.3 Scenario 3.

I dette scenario ændres omkostningerne til bygningsinvesteringer med 8,3 mia.<sup>6</sup> uden at effektiviteten ændres.

Aggregeret set gennemføres ca. halvdelen af de krævede investeringer, hvilket dækker over faldende investeringer i alle sektorer, på nær Industrien som gennemfører 90% af de ekstra investeringer som indføres. Størst relativt fald

<sup>5</sup> Her ses bort fra materialer, da disse, som tidligere omtalt, er proportionale med produktionen.

<sup>6</sup> Investeringens størrelse er taget fra et teknisk scenario vedr. varmebesparelse baseret på Energistyrelsens basisrapport til Energi 21.

fås i maskininvesteringerne, mens andelen af mindskede investeringer stort set er ens for de andre faktorer. Substitutionen er dermed beskedent, hvorfor de faldende investeringer formentlig skyldes den mindskede aktivitet.<sup>7</sup>

I forhold til ekstra investeringer på maskiner, gennemføres en lagt større andel af ekstra investeringerne i det berørte erhverv, hvilket skyldes maskiners relativt større substitutionselasticitet sammenlignet med bygninger. Det er derfor lettere at tvinge ønskede ændringer igennem på bygnings- end på maskinkapitalen.

**Tabel 4.2.3.1 Substitution i industrien ved ekstra investeringer på bygninger uden energieffektivitetsforbedringer (mio. 1995-kr.).**

	I alt fra 2002 til 2030.	Ændring <sup>b</sup>	Industri og Virksomheder.	Ændring <sup>b</sup>
Maskininvesteringer (fIm{j})	5150534,00	-3487,09	1300050,00	-2321,05
Bygningsinvesteringer (fIb{j})	3871856,00	4500,50	292522,28	7406,45
Materialer (fVm{j})	30887023,00	-15631,25	12415688,00	-11230,53
Energi (fVe{j})	1012375,70	-406,81	159649,15	-198,31
Antal arbejdstimer (HQ{j}) <sup>a</sup>	121816,23	-42,66	24826,93	-23,31
Produktionsværdi (fX{j})	66890810,00	-30184,38	19371343,00	-18615,75

Anm.: Der er indført ekstra investeringer for 36 mia. 1995-kr.

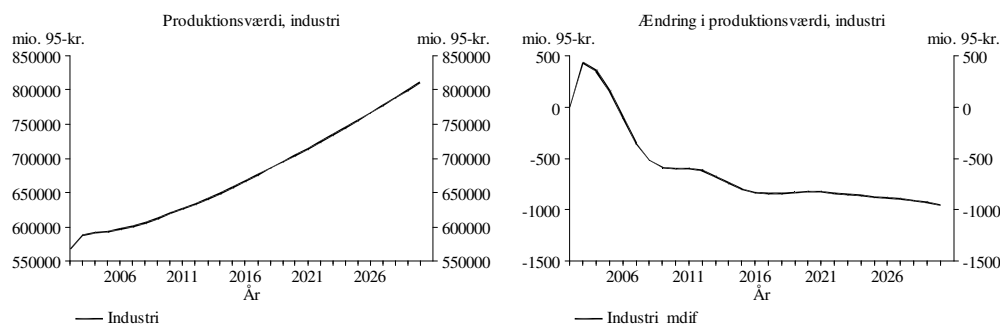
Anm.: Der er simuleret i perioden 2002 til 2030.

Anm.: For alle variabler er der summeret over de j erhverv i sektoren.

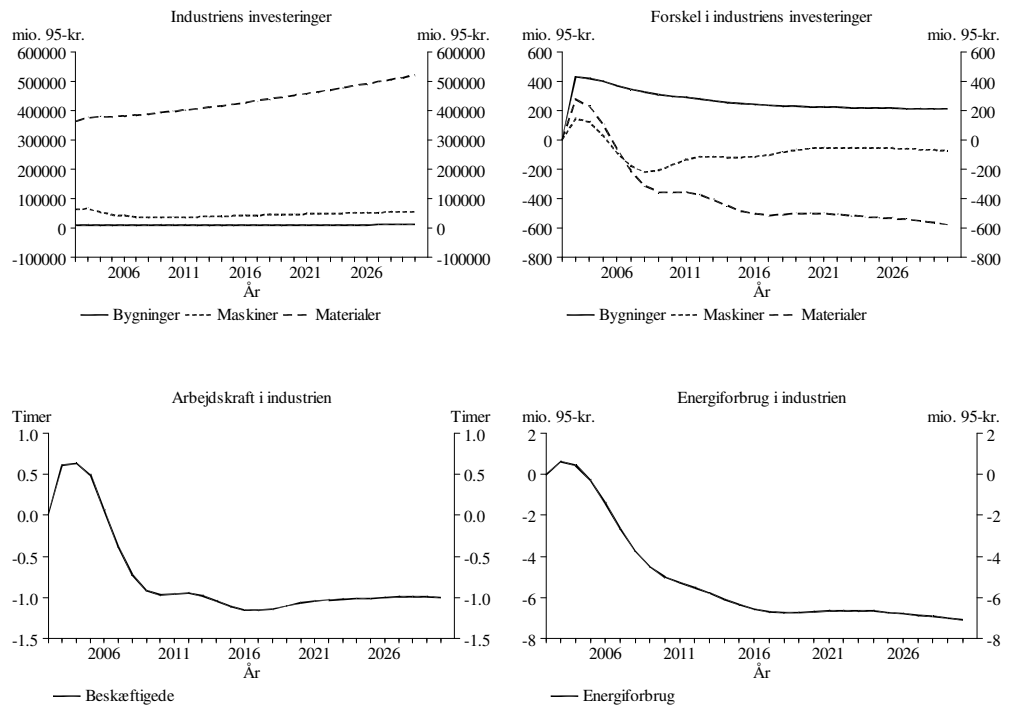
a. Målt i mio. arbejdstimer.

b. I forhold til grundforløbet.

**Figur 4.2.3.1 Øgede bygningsinv. i industrien, uden øget energieffektivitet.**



<sup>7</sup> Til sammenligning med scenario 1, blev indgrebet også udført med ekstra investeringer på 36 mia. De forholdsmæssige udviklinger er ens, hvor industrien fx investerer ekstra 33965 mia. i bygninger, mens de samlede investeringer kun stiger med 20607 mia.



#### 4.2.4 Scenario 4.

Scenariet viser effekten af øget investeringskrav på 8,3 mia., når effektiviteten samtidig forbedres markant.<sup>8</sup> Investeringerne i bygninger udgør nu kun 70% af den krævede, hvilket skyldes at den samme kapitalmængde producerer mere. Produktionen falder yderligere, hvilket også gælder investeringer i de øvrige faktorer.

<sup>8</sup> Trenden på Industri og Virksomheders efterspørgsel efter "øvrige energi" i EMMA forbedres med  $1/(100-56)\%$ , hvor den i scenario 3 kun forbedres med  $1/(100-1)\%$ .

**Tabel 4.2.4.1 Substitution i industrien ved ekstra investeringer på bygninger uden energieffektivitetsforbedringer (mio. 1995-kr.).**

	I alt fra 2002 til 2030.	Ændring <sup>b</sup>	Industri og Virksomheder.	Ændring <sup>b</sup>
Maskininvesteringer (fIm{j})	5143935,00	-10089,93	1294595,40	-7775,50
Bygningsinvesteringer (fIb{j})	3860537,00	-6815,76	290944,03	5828,27
Materialer (fVm{j})	30847751,00	-54922,4	12386437,00	-40479,32
Energi (fVe{j})	985210,20	-27572,68	139478,74	-20368,71
Antal arbejdstimer (HQ{j}) <sup>a</sup>	121711,64	-147,23	24767,91	-82,33
Produktionsværdi (fX{j})	66804580,00	-116405,88	19324950,00	-65009,71

Anm.: Der er indført ekstra investeringer for 36 mia. 1995-kr.

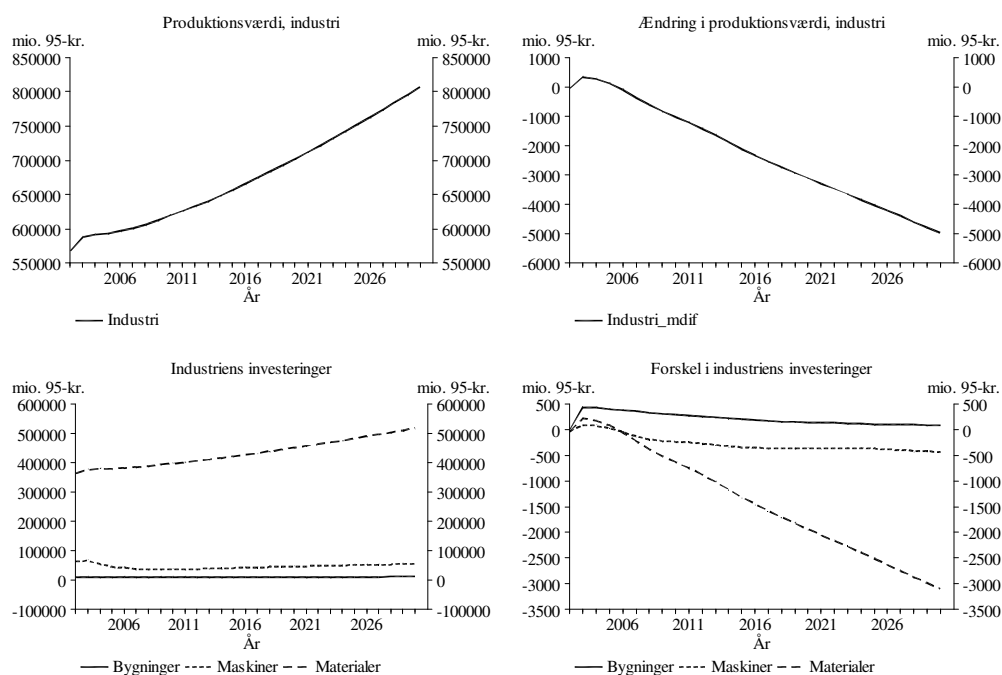
Anm.: Der er simuleret i perioden 2002 til 2030.

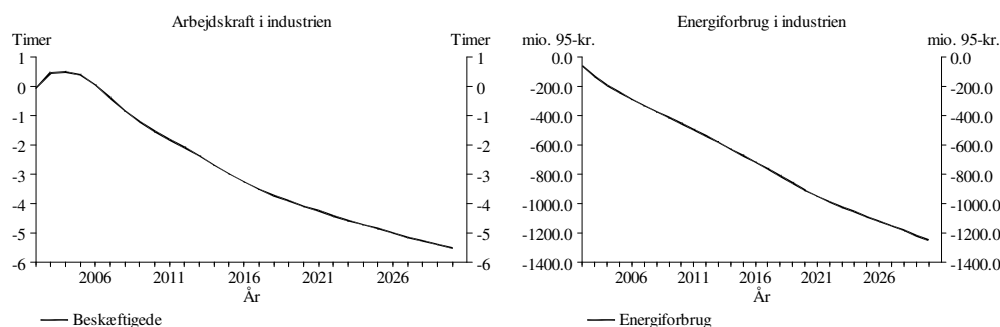
Anm.: For alle variabler er der summeret over de j erhverv i sektoren.

a. Målt i mio. arbejdstimer.

b. I forhold til grundforløbet.

**Figur 4.2.3.1 Øgede bygningsinv. i industrien, med øget effektivitet.**





### 4.3 Øgede investeringskrav i Handel og Service.

#### 4.3.1 Scenario 1.

Effekten af øget investeringskrav med 14,7 mia. i Handel og Service, uden effektivitetsforbedring, ses i tabel 4.3.1.1 der viser substitution mod en relativt større mængde arbejdskraft, i forhold til den reale maskinkapital, selvom næsten hele ekstra investeringen gennemføres. Udviklingen i investeringer, produktion og arbejdskraft er vist i figur 4.3.1.1.

**Tabel 4.3.1.1 Faktorsubstitution i Handel og Service ved ekstra investeringer på maskiner, uden effektivitetsforbedringer.**

	I alt fra 2002 til 2030.	Ændring <sup>b</sup>	Industri og Virksomheder.	Ændring <sup>b</sup>
Maskininvesteringer (fIm{j})	5275982,00	12019,96	2158306,60	13792,42
Bygningsinvesteringer (fIb{j})	3978915,00	-3722,62	1152634,40	-591,73
Materialer (fVm{j})	31131045,00	-11404,50	8580347,00	-2325,99
Energi (fVe{j})	602960,20	-143,14	126664,24	-17,01
Antal arbejdstimer (HQ{j}) <sup>a</sup>	122220,66	-4,91	46836,98	15,42
Produktionsværdi (fX{j})	67358220,00	-22730,63	126661,24	-17,01

Anm.: Der er indført ekstra investeringer for 36 mia. 1995-kr.

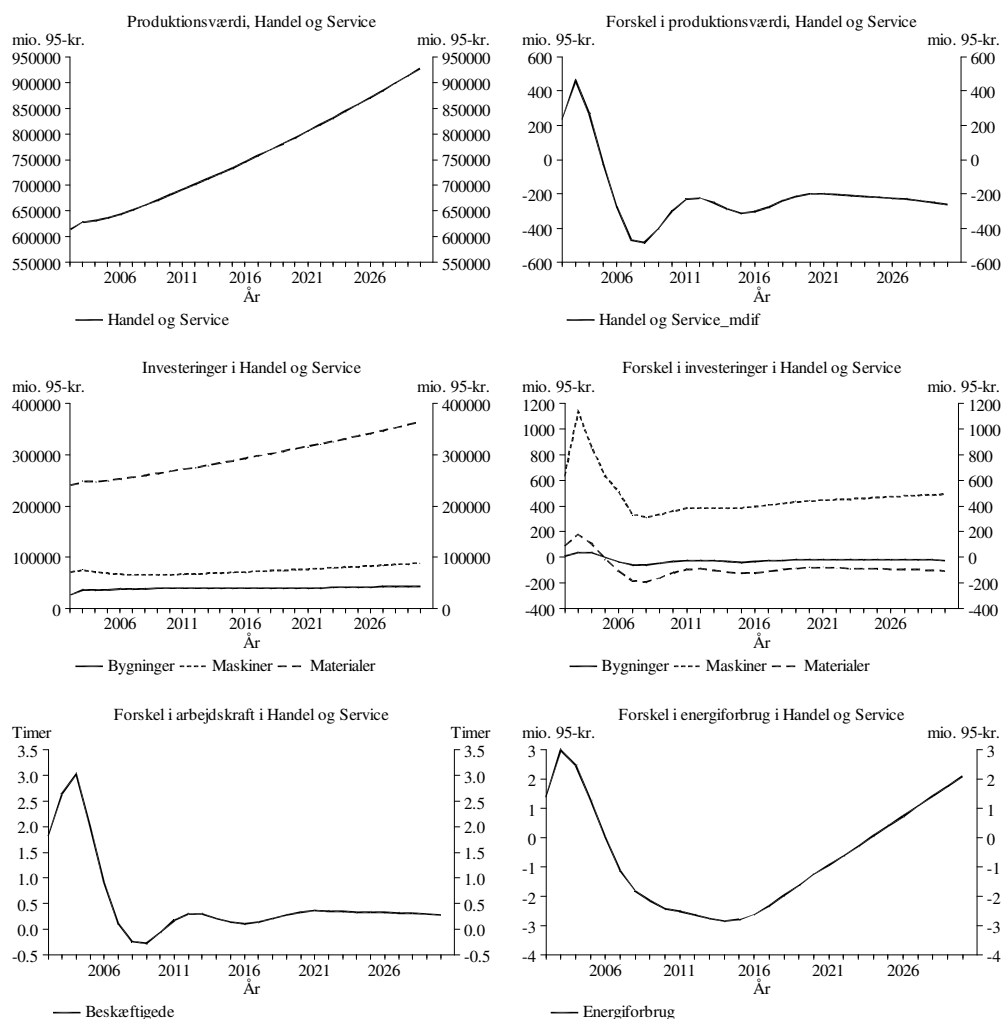
Anm.: Der er simuleret i perioden 2002 til 2030.

Anm.: For alle variabler er der summeret over de j erhverv i sektoren.

a. Målt i mio. arbejdstimer.

b. I forhold til grundforløbet.

**Figur 4.3.1.1 Øgede maskininvesteringer i Handel og Service, med øget energieffektivitet.**



#### 4.3.2 Scenario 2.

Effekten af større investeringskrav på bygninger med 8,3 mia. i Handel og Service, uden effektivitetsforbedring, ses i tabel 4.3.2.1. Næsten hele den krævede investering er gennemført og den manglende andel kan tilskrives den faldende produktion, hvilket også er tilfældet for de øvrige produktionsfaktorer. Substitutionen mellem bygninger og øvrige faktorer er således lav, ligesom påvirkningen fra Handel og Service på den øvrige økonomi er det.<sup>9</sup> Udviklingen i investeringer, produktion og arbejdskraft er vist i figur 4.3.2.1.

<sup>9</sup> Specielt i forhold til påvirkningen fra Industri og Virksomheder. Her skal det imidlertid ihukkommes at investeringsbeløbene er forskellige.

**Tabel 4.3.2.1 Substitution i Handel og Service ved ekstra investeringer på bygninger, uden energieffektivitetsforbedringer.**

	I alt fra 2002 til 2030.	Ændring <sup>b</sup>	Industri og Virksomheder.	Ændring <sup>b</sup>
Maskininvesteringer (fIm{j})	5263031,00	-931,75	2144110,30	-404,04
Bygningsinvesteringer (fIb{j})	3989406,00	6769,64	1161323,40	8097,08
Materialer (fVm{j})	31141408,00	-1011,31	8581965,00	-709,24
Energi (fVe{j})	603022,50	-61,22	126673,90	-7,39
Antal arbejdstimer (HQ{j}) <sup>a</sup>	122222,83	-2,74	46818,65	-2,95
Produktionsværdi (fX{j})	67377590,00	-3324,13	21887419,00	-1801,13

Anm.: Der er indført ekstra investeringer for 36 mia. 1995-kr.

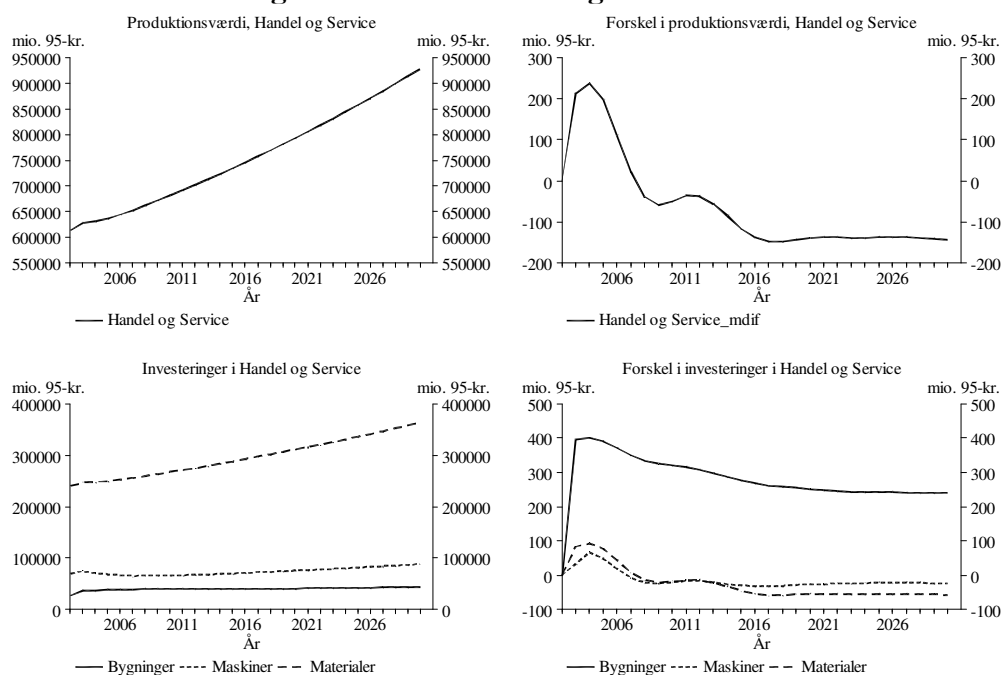
Anm.: Der er simuleret i perioden 2002 til 2030.

Anm.: For alle variabler er der summeret over de j erhverv i sektoren.

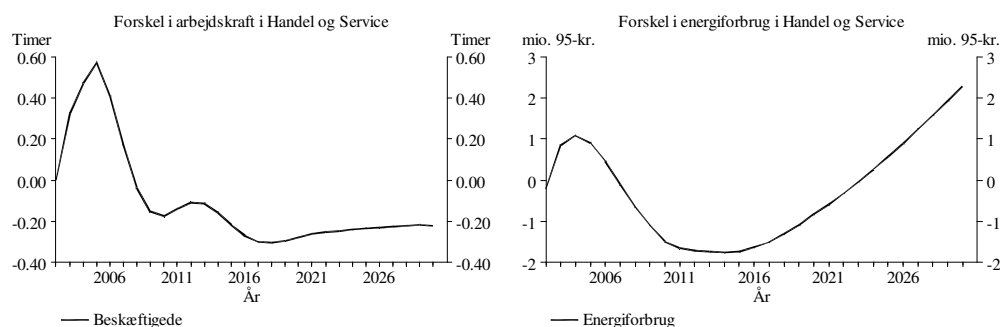
a. Målt i mio. arbejdstimer.

b. I forhold til grundforløbet.

**Figur 4.3.2.1 Øgede bygningsinvesteringer i Handel og Service, uden energieffektivitetsforbedringer.**







#### 4.3.3 Scenario 3.

Effekten af at øge investeringskravet med 14,7 mia. i Handel og Service, samtidig med en effektivitetsforbedring,<sup>10</sup> ses i tabel 4.3.3.1, der viser at i forhold til i industrien gennemføres en større procentdel af de krævede ekstrainvesteringer. Produktionsværdien falder kun marginalt i erhvervet, ligesom investeringer i bygninger og energi er faldet. Ændringen i bygninger er dog næsten 0, og forskellen i energiforbruget skyldes den lidt lavere produktion, samt det mere effektive produktionsapparat. Det er bemærkelsesværdigt at antallet af arbejdstimer stiger, hvilket indikerer at stigningen i effektiviteten ikke fuldt ud kompenserer for de øgede omkostninger, hvilket medfører substitution mod arbejdskraft. Udviklingen i investeringer, produktion og arbejdskraft er vist i figur 4.3.3.1

<sup>10</sup> #dths sænkes fra 100 til 39%, i modsætning til grundforløbet fald til 53%.

**Tabel 4.3.3.1 Substitution i Handel og Service ved ekstra investeringer på maskiner, med energieffektivitetsforbedringer.**

	I alt fra 2002 til 2030.	Ændring <sup>b</sup>	Industri og Virksomheder.	Ændring <sup>b</sup>
Maskininvesteringer (fIm{j})	5165366,00	11396,22	2120313,10	13539,34
Bygningsinvesteringer (fIb{j})	3860667,00	-6611061,89	1137795,00	-526,68
Materialer (fVm{j})	30889887,00	-112651,07	8554670,00	-2300,97
Energi (fVe{j})	595275,90	-4939,22	121566,36	-4827,57
Antal arbejdstimer (HQ{j}) <sup>a</sup>	121850,36	-8,20	46825,44	16,54
Produktionsværdi (fX{j})	66889900,00	-30712,51	20821402,00	-5746,88

Anm.: Der er indført ekstra investeringer for 36 mia. 1995-kr.

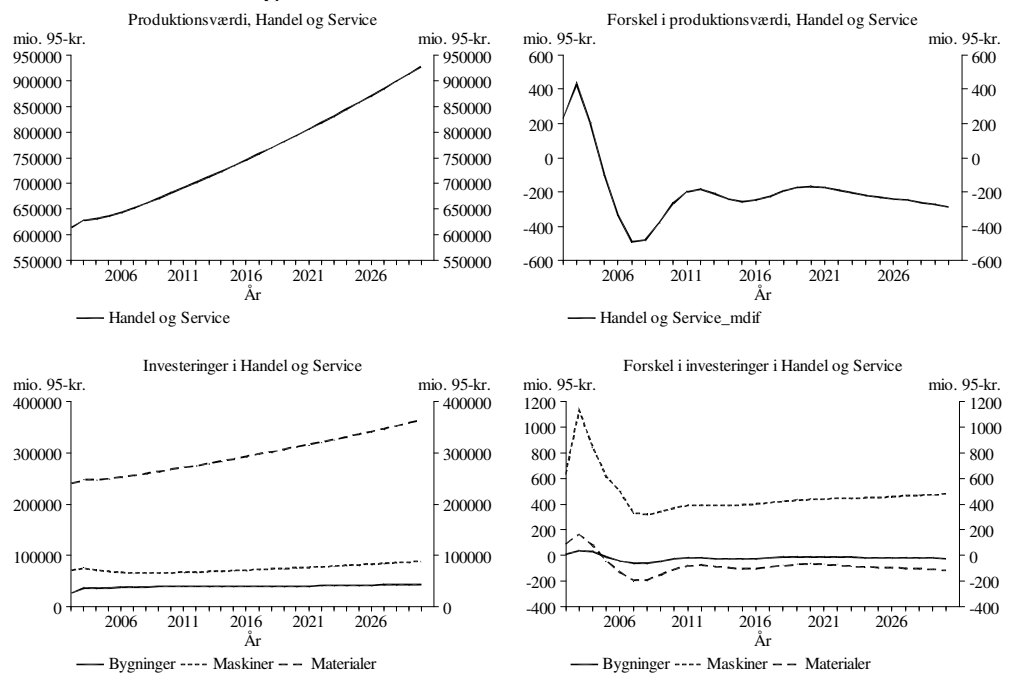
Anm.: Der er simuleret i perioden 2002 til 2030.

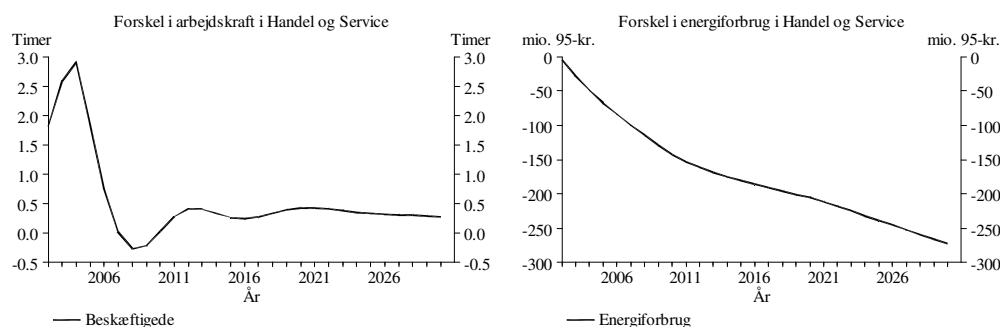
Anm.: For alle variabler er der summeret over de j erhverv i sektoren.

a. Målt i mio. arbejdstimer.

b. I forhold til grundforløbet.

**Figur 4.3.3.1 Øgede maskininvesteringer i Handel og Service, med øget energieffektivitet.**





#### 4.3.4 Scenario 4.

Bygningsinvesteringerne skal her øges med 8,3 mia., hvilket medfører en effektivitetsforbedring i perioden fra 100 til 56%, hvor den i udgangssituationen kun faldt til 77%. Udviklingen i investeringer, produktion og arbejdskraft er vist i figur 4.3.4.1

**Tabel 4.3.4.1 Substitution i Handel og Service ved ekstra investeringer på bygninger, med energieffektivitetsforbedringer.**

	I alt fra 2002 til 2030.	Ændring <sup>b</sup>	Handel og Service.	Ændring <sup>b</sup>
Maskininvesteringer (fIm{j})	5263099,00	-863,73	2144352,60	-161,78
Bygningsinvesteringer (fIb{j})	3989296,00	6660,02	1161439,30	8212,91
Materialer (fVm{j})	311420263,00	-386,25	8582486,00	-188,69
Energi (fVe{j})	599808,20	-3275,60	123451,14	-3230,13
Antal arbejdstimer (HQ{j}) <sup>a</sup>	122225,36	-0,24	46821,29	-0,27
Produktionsværdi (fX{j})	67377070,00	-3855,63	21888783,00	-413,50

Anm.: Der er indført ekstra investeringer for 36 mia. 1995-kr.

Anm.: Der er simuleret i perioden 2002 til 2030.

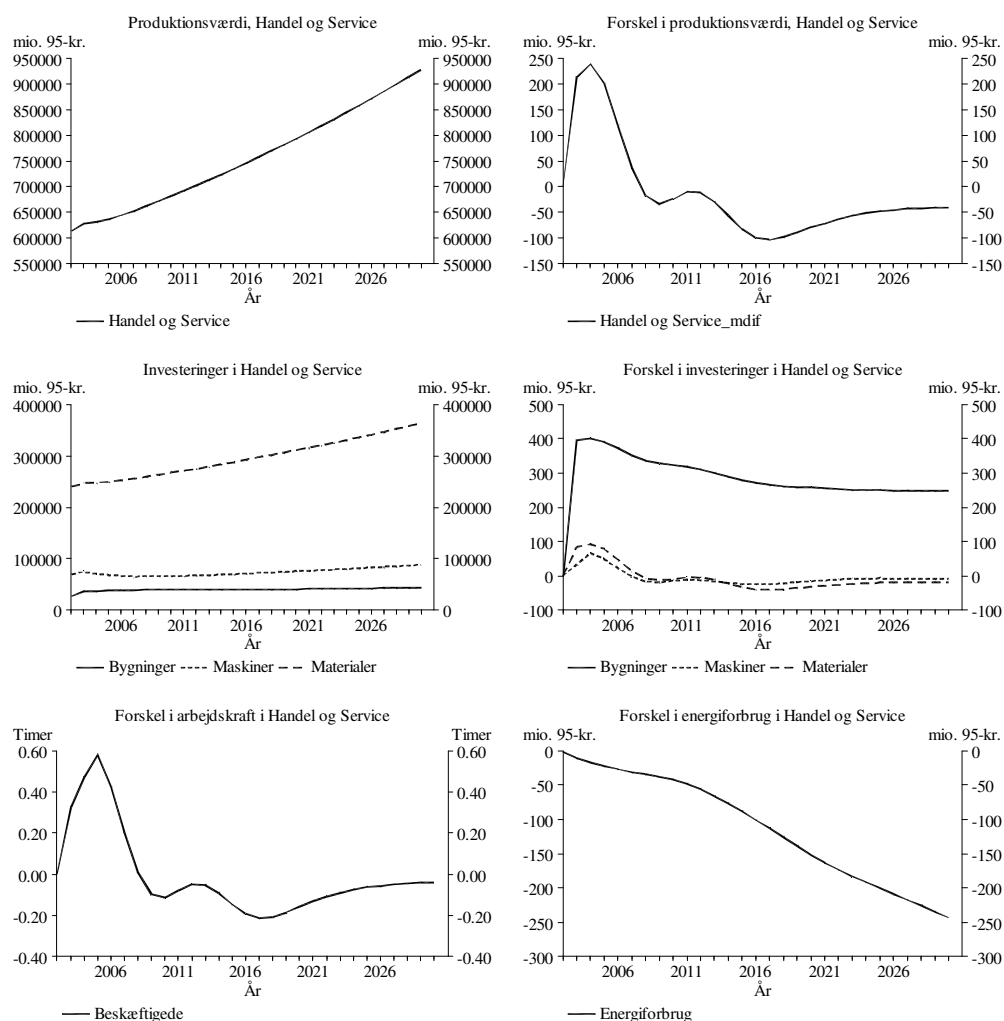
Anm.: For alle variable er der summeret over de j erhverv i sektoren.

a. Målt i mio. arbejdstimer.

b. I forhold til grundforløbet.

Tabel 4.3.4.1 viser at næsten hele den krævede bygningsinvestering foretages i Handel og service, mens den aggregerede investering er lidt mindre. De tre andre faktorer falder alle marginalt, og i relativt proportionale forhold, hvorfor der ikke er substitution mellem bygninger og øvrige faktorer i nævneværdig grad. Dette afspejles i den høje andel gennemførte bygningsinvesteringer.

**Figur 4.3.4.1 Øgede bygningsinvesteringer i Handel og Service, med øget energieffektivitet.**



#### 4.4 Øgede investeringskrav i forsyningssektoren.

##### 4.4.1 Scenario 1.

Effekten af et øget investeringskrav på 200 mia. i forsyningssektoren, med uændret energieffektivitet, ses i tabel 4.4.1.1, der viser at bygningsinvesteringerne i forsyningssektoren stiger med 30% mere end det krævede, og på trods af fald i de øvrige sektorer øges de aggregerede bygningsinvesteringer. Der er ikke nogen væsentlig substitution mellem faktorer, idet de små fald i investeringer i de øvrige faktorer, alle kan forklares med den formindskede produktion. På aggregeret niveau substitueres fra maskiner mod arbejdskraft, mens energiforbruget følger maskininvesteringerne, og begge falder med samme andel. Forsyningssektoren har således relativt dårlige substitutionsmuligheder, sammenlignet med de andre sektorer, når kravet til investeringer vokser. Dette skyldes at investeringer foretages i bygninger, hvilket også havde den ringeste substitution for de andre sektorer.

### Figur 4.4.1.1 Øgede investeringer i Forsyningssektoren, uden øget energi-

**Tabel 4.4.1.1 Substitution i industrien ved ekstra investeringer på bygninger**

**uden energieffektivitetsforbedringer (mio. 1995-kr.).**

	I alt fra 2002 til 2030.	Ændring <sup>b</sup>	Industri og Virksomheder.	Ændring <sup>b</sup>
Maskininvesteringer (fIm{j})	5234094,00	-11229,49	37555,37	-1799,47
Bygningsinvesteringer (fIb{j})	4190695,00	211026,26	360135,70	259713,15
Materialer (fVm{j})	31060462,00	-5953,71	87580,23	-2243,37
Energi (fVe{j})	817068,70	-2265,31	253484,23	-1096,82
Antal arbejdstimer (HQ{j}) <sup>a</sup>	121981,87	26,21	366,27	-8,37
Produktionsværdi (fX{j})	67183900,00	-48092,05	897564,50	-5533,35

Anm.: Der er indført ekstra investeringer for 36 mia. 1995-kr.

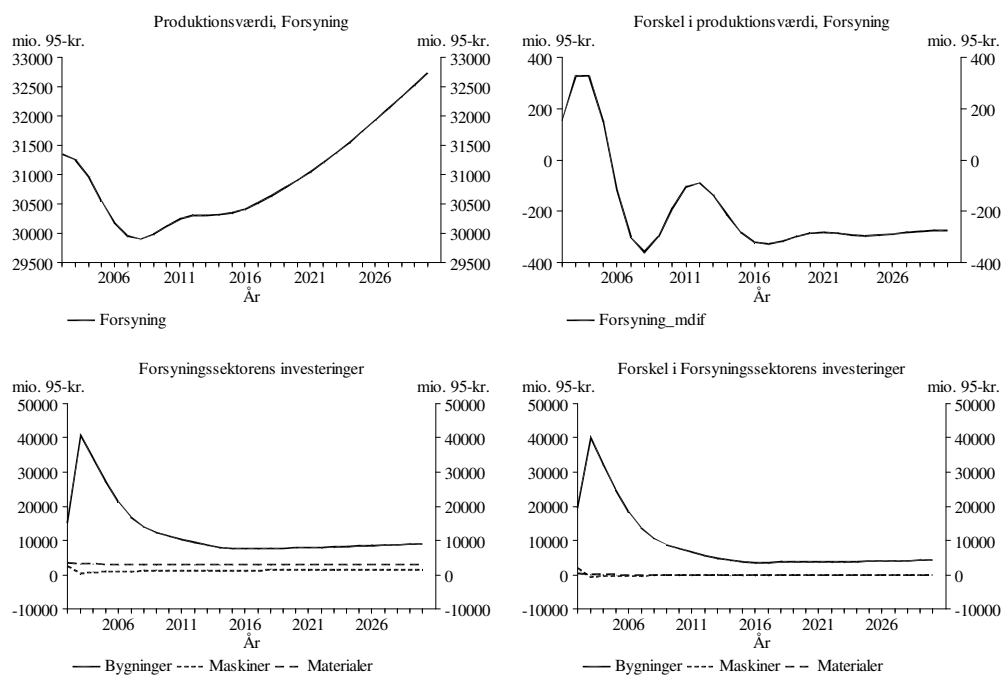
Anm.: Der er simuleret i perioden 2002 til 2030.

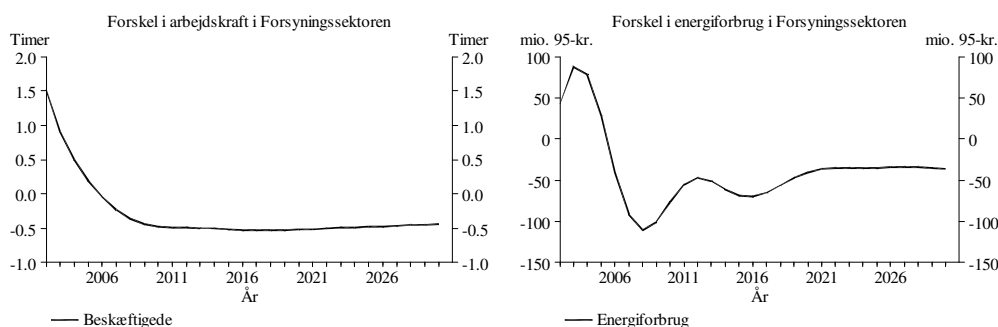
Anm.: For alle variabler er der summeret over de j erhverv i sektoren.

a. Målt i mio. arbejdstimer.

b. I forhold til grundforløbet.

#### effektivitet.





#### 4.4.2 Scenario 2.

Effekten af at hæve investeringskravet med 200 mia. i forsyningssektoren, der medfører udbyggelse af nyt forsyningssystem, ses i tabel 4.4.2.1. De aggregerede investeringer er lidt større end i scenario 1, mens de for forsyningssektoren har næsten ens udvikling. Profilen af investeringerne er ligeledes ens. Produktionen falder mindre aggregeret set, mens den er øget for forsyningssek-

**Tabel 4.4.2.1 Substitution i industrien ved ekstra investeringer på bygninger med nyt forsyningssystem (mio. 1995-kr.).**

	I alt fra 2002 til 2030.	Ændring <sup>b</sup>	Industri og Virksomheder.	Ændring <sup>b</sup>
Maskininvesteringer (fIm{j})	5241485,00	-3837,06	37330,28	-2024,53
Bygningsinvesteringer (fIb{j})	4211731,00	232061,88	357706,11	257283,59
Materialer (fVm{j})	3107412,00	7698,13	87259,53	-2564,06
Energi (fVe{j})	770500,10	-48832,87	208557,97	-46023,08
Antal arbejdstimer (HQ{j}) <sup>a</sup>	122027,75	72,09	365,05	-9,62
Produktionsværdi (fX{j})	67218140,00	-13838,20	893754,70	-9342,961

Anm.: Der er indført ekstra investeringer for 36 mia. 1995-kr.

Anm.: Der er simuleret i perioden 2002 til 2030.

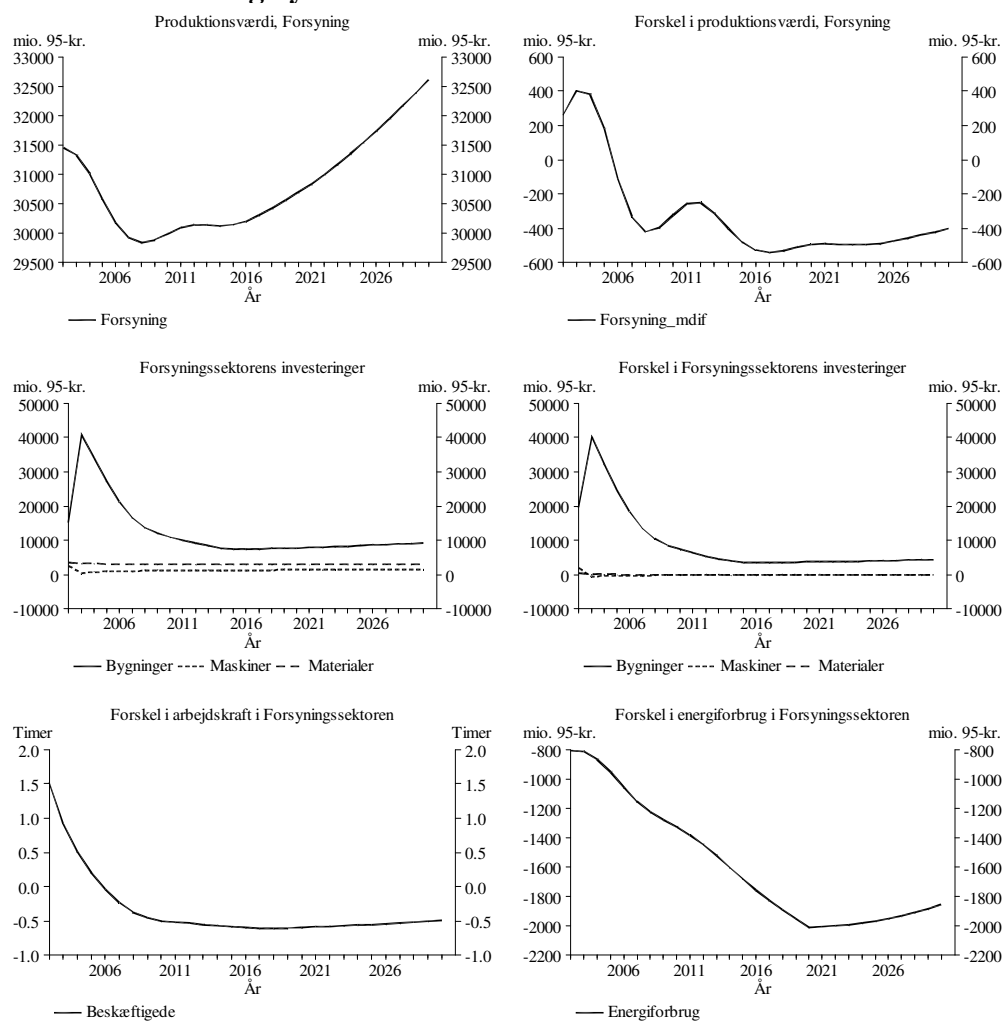
Anm.: For alle variabler er der summeret over de j erhverv i sektoren.

a. Målt i mio. arbejdstimer.

b. I forhold til grundforløbet.

toren, hvor energiforbruget også falder kraftigt. Årsagen er formentlig det forbedrede forsyningssystem, idet energiforbruget i de øvrige sektorer er uforandret i forhold til det første scenario. Substitutionseffekten er igen fraværende i forsyningssektoren, mens der igen substitueres (svagt) mod arbejdskraft i de øvrige sektorer.

**Figur 4.4.2.1 Øgede investeringer i Forsyningssektoren, med nyt forsyningsystem.**



## 5. Konklusion.

Metoden til beregning af effektivitetskoefficienten der genererer ekstra investeringer på 1 mia. konkluderes at være rimelig, idet alle erhvervs investeringer steg med ca. 1 mia. når den estimerede koefficient indføres.

Den i papiret diskuterede metode til indførelse af ekstra investeringer i ADAM som følge af energieffektivitetsforbedringer i EMMA, konkluderes at være anvendelig for de gennemgående sektorer. Specielt i Forsyningssektoren og i Handel og Service blev de indførte ekstra investeringer implementeret for både bygninger og maskiner. I Forsyningssektoren var de gennemførte investeringer tilmed større end de indførte, hvorfor indgreb i denne sektors investeringer medfører en kraftig reaktion. Industri og Virksomheder var den sektor der gennemførte den laveste andel af den indførte investering og samtidig den sektor der påvirkede den økonomiske udvikling mest. Generelt var reaktionen på bygningsinvesteringer størst, hvilket skyldes deres placering i faktorblokken og det forhold at alternativer til bygninger er ringe, mens arbejdskraft i et vist omfang kan erstatte maskiner.

