

Modellering af bygge- og anlægssektorens materialeforbrug

Faglig rapport fra DMU nr. 163

Mette Wier
Afdeling for Systemanalyse

Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser
Juli 1996

Datablad

Titel:	Modellering af bygge- og anlægssektorens materialeforbrug.
Forfatter:	Mette Wier
Afdelingsnavn:	Afdeling for Systemanalyse
Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 163
Udgiver:	Miljø- og Energiministeriet Danmarks Miljøundersøgelser [®]
Udgivelsesår:	Juli 1996
Layout:	Lene Olsen
Tegninger:	Sinnet Jensen
Abstract:	Rapporten er en dokumentation af arbejdet med opstilling og estimering af en konsekvensanalysemodel for forbrug af byggematerialer.
Bedes citeret:	Wier, M. (1996): Modellering af bygge- og anlægssektorens materialeforbrug. Danmarks Miljøundersøgelser. 122 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 163. Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Emneord:	Konsekvensanalyse, byggematerialer, miljøkonsekvenser, inputefterspørgsel.
ISBN:	87-7772-263-9
ISSN:	0905-815X
Papirkvalitet:	
Tryk:	
Oplag:	100 ex.
Sideantal:	
Pris:	kr. 75,- (inkl. 25% moms, ekskl. forsendelse)
Købes hos:	Danmarks Miljøundersøgelser Afdeling for Systemanalyse Frederiksborgvej 399 Postboks 358 4000 Roskilde Tlf. 46 30 12 00 - Fax 46 30 11 14 Miljøbutikken Information og bøger Læderstræde 1 1201 København K Tlf. 33927692 (Information) Tlf. 33939292 (Bøger)

Indholdsfortegnelse

Forord	4
Indledning	5
1 Bygge- og anlægssektoren	7
1.1 Sektoren i samfundsøkonomisk belysning	8
1.2 Byggematerialer	8
1.3 Disaggregering af bygge- og anlægssektoren	12
2 Miljøkonsekvenser	18
3 Hvor stabile er inputkoefficienterne ?	22
3.1 Teknologi	22
3.2 Test af stabilitet af mængde- og værdiandele	22
4 Systemestimation af inputefterspørgslen	24
4.1 Teknologibeskrivelse	28
4.1.1 Translogfunktionen	28
4.1.2 Generaliseret Leontief	30
4.2 Modellspecifikation og estimation	33
4.3 Resultater	41
4.3.1 Translogfunktionen	41
4.3.1.1 Estimationsresultater	41
4.3.1.2 Det dynamiske forløb	60
4.3.1.3 Test af specialtilfældet Cobb-Douglas	64
4.3.1.4 Test af den generaliserede uligevægtsmodel	65
4.3.1.5 Test af cointegration	67
4.3.1.6 Modeller med 4 og 5 inputs	69
4.3.2 Generaliseret Leontief	71
4.3.2.1 Estimationsresultater	71
4.3.2.2 Det dynamiske forløb	88
4.3.2.3 Test af specialtilfældet Leontief	90
4.3.2.4 Test af cointegration	91
4.4 Opsamling	93
5 Konklusioner	96
Litteraturliste	97
Bilag I	103
Bilag II	105
Bilag III	107
Bilag IV	113
Bilag V	118
Bilag VI	121
Danmarks Miljøundersøgelser	122

Forord

Denne rapport er en dokumentation af arbejdet med at opstille og estimere en model for bygge- og anlægssektorens materialeforbrug. Bygge- og anlægsaktiviteten har væsentlig miljømæssig betydning på samfundsplan, særligt hvad angår energi, affald og visse miljøfremmede stoffer. Sektoren er i Miljøministeriets handlingsplan for renere teknologi udpeget som særskilt indsatsområde.

Valg af byggematerialer er en central variabel for sektorens miljøbelastning, og der er behov for en model til vurdering af, hvilke parametre der betinger udviklingen i materialeforbruget og hvilke miljøkonsekvenser denne udvikling har.

Modellen kan anvendes som eftermodel til den nationaløkonomiske model ADAM og indeholder også miljøeffekter som følge af materialeforbruget i den anden ende. Det samlede modelsystem kan beregne miljøkonsekvenser af nationaløkonomiske variable af betydning for bygge- og anlægsaktiviteter (rente, indkomst, priser, offentligt støttet byggeri etc.), hvilket illustreres i DMU-rapport nr. 164 "BASIS - En model for forbrug af byggematerialer og dets miljøkonsekvenser". Nærværende rapport er først og fremmest en dokumentation af modelsystemets økonomiske del.

Arbejdet er udført som led i projektet "Et input-output baseret modelsystem til konsekvensvurdering af miljøpolitiske indgreb". Projektet er udført som PhD-studium og finansieret af Statens Samfundsvidenskabelige Forskningsråd.

Indledning

I løbet af de seneste 10 år er makroøkonomiske modeller blevet et ofte benyttet værktøj til at analysere miljøspørgsmål. Valget af denne modeltype er begrundet i ønsket om at kunne håndtere forbindelsen mellem samfundsøkonomi og miljøtilstand i en og samme model, samt at kunne beskrive denne forbindelse på en simpel og overordnet måde. De fleste studier fokuserer på energirelaterede problemer som drivhuseffekt og forsurening. Modeltypen kan dog udemærket vise sig egnet til at belyse andre typer miljøbelastning, blot de er karakteriserede ved at være nogenlunde entydigt knyttede til en vare eller erhverv på makroplan. Hermed menes, at belastningen i miljøet kan forbindes med forbrug eller produktion af en given vare på forholdvist aggregeret niveau.

Formålet med denne rapport er at undersøge efterspørgslen efter byggematerialer på makroplan, dvs bygge- og anlægssektorens forbrug af materialegrupper som beton, tegl, træ, plast, metal mv. Hver af disse grupper har bestemte miljøegenskaber og kan i et vist omfang erstatte hinanden. Bygge- og anlægssektoren er valgt fordi det er en sektor med stort råstofforbrug og som følge deraf en lang række afledte miljøskadelige effekter, både hvad angår forbrug af naturressourcer (grus, sten, ler, jord, energi), fremstilling af byggematerialerne og affaldsgenerering.

Såfremt efterspørgslen efter byggematerialer viser sig at være afhængig af makroøkonomiske variable som f.eks priser, produktion og produktivitet er der tale om varegrupper, der er meningsfulde at modellere på både miljøside og økonomiside. Næste trin vil være at bestemme forholdet mellem forbruget af de forskellige materialer og deres miljøbelastning. Er dette forhold kvantificeret, kan en model for det samlede system opstilles, hvori miljøkonsekvenserne af ændringer i de makroøkonomiske variable bestemmes. Herved kan effekten på miljøet af f.eks et fald i renten eller ændringer i de relative priser på byggematerialerne (f.eks. gennem en afgift) analyseres.

En kvantificering på miljøside vil kun blive ført delvist igennem her, idet sigtet er at modellere efterspørgslen efter materialerne i bygge- og anlægssektoren. Hovedparten af rapporten er dokumentation af estimation af denne efterspørgsel, mens koblingen til økonomien iøvrigt og til miljøside kun er behandlet summarisk. I DMU rapport nr. 164 "BASIS - En model for forbrug af byggematerialer og dets miljøkonsekvenser" vil disse dele blive behandlet grundigere. I nærværende rapport gives blot en kortfattet beskrivelse af bygge- og anlægssektorens samfundsøkonomiske rolle, samt identificering af dens miljøeffekter, idet disse emner kun inddrages med det formål at understøtte modelleringen, f.eks. ved valg af materialer, dummier mv.

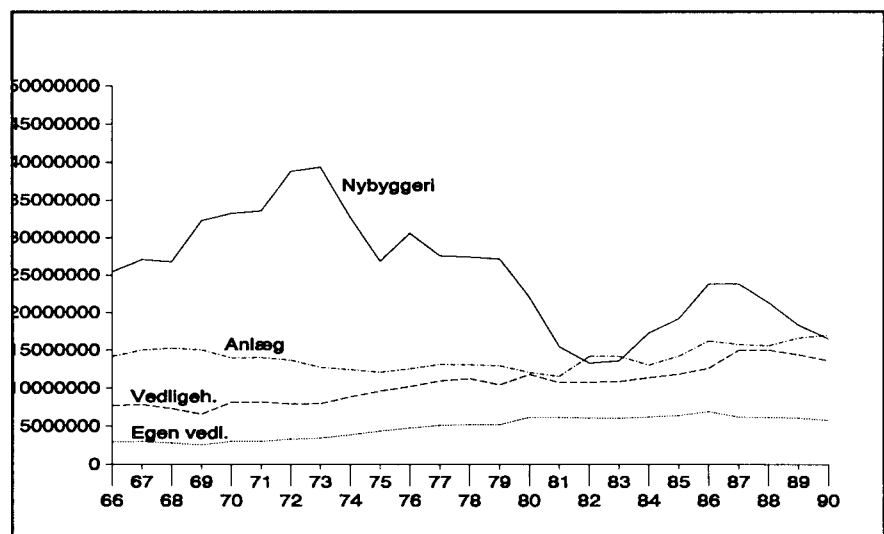
Modellen kan benyttes som eftermodel til ADAM. Dvs, at produktionen i bygge- og anlægserhvervet bestemmes i ADAM, mens erhvervets forbrug af materialer bestemmes efterfølgende. Det er ikke tanken, at der skal ske en tilbagekobling til ADAM-modellen, da substitutionen mellem forskellige byggematerialer vurderes at have marginal samfundsøkonomisk betydning - den miljømæssige betydning er derimod anderledes væsentlig.

Rapporten består af 4 dele. Indledningsvist beskrives bygge- og anlægssektoren og dens forbrug af materialer. Herefter følger en kortlægning af miljøkonsekvenser forbundet med byggeri og anlæg. I kapitel 3 testes to simple modeller, med henblik på at screene samtlige byggematerialer for relativ prisfølsomhed og trendmæssig udvikling. I kapitel 4 testes to mere udbyggede dynamiske modeller, hvori variable som priser og teknologisk udvikling antages at kunne forklare forbruget af enkelte centrale materialer i et samlet system. Kapitel 5 rummer konklusioner.

1 Bygge- og anlægssektoren

1.1 Sektoren i samfundsøkonomisk belysning

Produktionsværdien i bygge og anlægsektoren er femdoblet fra 1966-1990. Størstedelen af denne vækst skyldes erhvervets prisudvikling, idet udviklingen målt i faste (1980-) priser blot er en stigning på 5%. Denne udvikling dækker dog over store udsving i løbet af perioden, som det fremgår af nedenstående figur. Her er udviklingen i output i faste priser for fire delerhverv under bygge- og anlægsektoren vist. Byggekriserne i begyndelsen af 70'erne og 80'erne afspejler sig tydeligt i udviklingen for nybyggeri, hvor der yderligere kan iagttages et fald i slutningen af perioden. Vedligeholdelse og egen vedligeholdelse har udviklet sig jævnt stigende, dog med faldende/stagnerende tendens i slutningen af 80'erne. Anlægsvirksomhed viste generelt faldende tendens frem til 1981, herefter generelt stigende i takt med store anlægsarbejder som naturgasprojektet iværksat i begyndelsen af 80'erne, Storebæltsbrobyggeriet fra slutningen af 80'erne og udbygning af fjernvarme- og hybridnet op gennem 80'erne.



Kilde: Danmarks Statistik

Figur 1. Udvikling i produktionsværdi (1980 priser) for bygge- og anlægserhvervene

Samfundsøkonomisk tegnede bygge- og anlægssektoren sig i 1990 for ca. 6% af den nationale bruttofaktorindkomst, ca. 7% af beskæftigelsen og ca. 9% af landets samlede import. Der har været svagt faldende beskæftigelsesintensitet og stigende kapitalintensitet i perioden 1966-90.

Aktiviteten i sektoren er dels bestemt af markedsøkonomiske faktorer som rente og indkomst, dels af politiske tiltag. Bygge- og anlægsinvesteringerne bestemmes på en række delmarkeder, der

kort vil blive skitseret i det følgende. På boligmarkedet afhænger efterspørgslen efter ejerboliger blandt andet af rente, inflation, indkomst og prisen på boliger, og er som sådan en særdeles konjunkturfølsom variabel. Udbuddet er karakteriseret ved at være uelastisk på kort sigt. Ændringer i boligudbuddet (investeringer i nye boliger), afhænger dels af afkastet af disse (der bl.a. afhænger af boligpriserne), dels af offentligt fastsatte kvoter for finansieringstøtte til andelsboliger og almennyttigt byggeri. Prisen på boliger tilpasser sig udbud og efterspørgsel og sikrer ligevægt på boligmarkedet.

Erhvervenes investeringer i bygninger og anlæg er også konjunkturfølsomme, idet de kan afhænge af realrente, beskatningsregler, produktion i erhvervene mv. De offentlige anlægsinvesteringer er derimod politisk bestemte. Der er i visse tilfælde tale om samfundsøkonomisk meget store projekter indenfor energiforsyning, veje eller brokonstruktioner, der påvirker de samlede anlægsinvesteringer signifikant. Den offentlige sektor spiller også på andre måder en vigtig rolle for bygge- og anlægsektorens aktivitet, idet vedligeholdelse af boligmassen influeres af offentlige tiltag som istandsættelse og renovering af etageejendomme i byerne, tilskud til private forbedringsarbejder, tilskud til energibesparende foranstaltninger mv.

Offentlig lovgivning påvirker herudover boligmarkedet gennem restriktioner på lejemarkedet, først og fremmest reglen om omkostningsbestemt husleje. I det såkaldte Ølgaard-udvalgs betænkninger (se f.eks. *Betænkning afgivet d. 31 maj 1988 af Udvalget til belysning af udviklingen på boligmarkedet de kommende år*, Boligministeriet, 1988) redegøres for, at denne ordning i praksis har fungeret som indførelse af effektive maksimalpriser, idet den omkostningsbestemte husleje er lavere end den der faktisk kunne opnås uden restriktioner. Det gælder dog ikke nyere udlejningsbyggeri, der har været så dyrt at opføre, at den omkostningsbestemte pris er alt for høj til efterspørgslen. Men for de tidligere årgange er prisen så lav, at der er en betydelig overefterspørgsel, der kommer til udtryk i ventelister. Forholdene på lejemarkedet påvirker ejermarkedet, idet de lave lejepriser sænker ejerboligefterspørgslen, hvilket igen påvirker nybyggeriet, der har vist faldende tendenser siden starten af 70'erne, jf. senere. Ligeledes påvirker tiltag på ejermarkedet lejemarkedet, idet forringelse af ejernes økonomiske situation gennem ændrede beskatningsregler forøger efterspørgslen efter lejeboliger. På denne måde er det regulerede lejemarked og det frie ejermarked indbyrdes afhængige.

1.2 Byggematerialer

Bygge- og anlægsektorens forbrug af materialer bestemmes i dette studie som køb fra erhverv, der fremstiller byggematerialer. Der er altså tale om monetære størrelser, der dog efterfølgende kan

omregnes til fysiske mængder med henblik på at fastlægge den ressourcemæssige belastning.

Studiet baserer sig datamæssigt på input-output tabellerne 1966-90 fra Danmarks Statistik, hvorfra både inden- og udenlandske leverancer til bygge- og anlægssektoren hentes. I disse tabeller omfatter bygge- og anlægssektoren byggeri, vedligeholdelse og nedrivning af bygninger, samt anlæg og reparation af veje, jernbaner, flyvepladser og vand- og kloakanlæg. Der er med andre ord tale om en særdeles bred sektor.

Byggematerialerne udgjorde i 1990 37% af bygge- og anlægssektorens samlede forbrug af råvarer og tjenester - hvor de resterende 63% hovedsaglig fordeler sig på fragt, handel, forretningsservice mv. Der opereres i nationalregnskabets 117-sektor-inddeling med 15 byggematerialeleverende erhverv. Disse kan aggregeres videre til 12 grupper, der stadig besidder stor materiale-mæssig homogenitet. Inddelingen er gengivet i nedenstående tabel 1.

Table 1. Inddeling af byggematerialegrupperne

National-regnskabsnr.	Erhverv	Materialeprodukt
12.000 33.100	Skovbrug Træforarbejdning excl.møbler	Træ
35.130- +35.600	Fremst. af basisplast og fremst. af plastvarer	Plast
35.210	Farve- og lakfabrikker	Farve/lak
35.400	Asfalt og tagpapfabrikker	Asfalt/tagpap
36.100	Fremst. af porcelæn og keramik	Porcelæn og keramik
36.200	Glasvarer og glasbearbejdning	Glas
36.910	Teglværker	Tegl
36.920	Cementfab., kalk- og mørtelværker	Cement
36.993	Betonvarefabrikker, stenhuggerier	Beton
36.998	Fremst. af isoleringsmaterialer	Isolering
38.138	Fremst. af byggematerialer af metal	Byggemat. af metal (forkortes Met-B)
37.101 37.102 37.201 37.202	Jern- og stålværker Jernstøberier Metalværker Metalstøberier	Andre metalprodukter (forkortes Met-A)

Hver af de 12 materialegrupper har bestemte egenskaber mht. byggeteknik, holdbarhed, vedligeholdelse, og kan til en vis grad erstatte hinanden (jf Mst(1990)). Det gælder bl.a tegl, cement, tagpap og plastfolie, der er substitutter mht. tagbeklædning, eller tegl, beton, træ, stål og gips, der kan erstatte hinanden ved konstruktion af inder- og ydervægge. Træ, klinker, plast og beton er

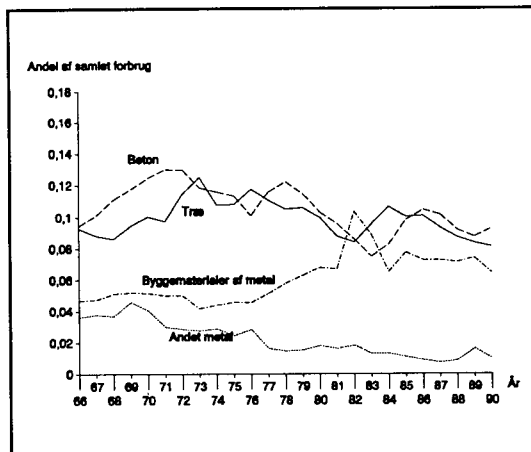
alle udbredte gulvbelægninger og både stål, beton og træ benyttes til bærende konstruktioner. Også ved produktion af rør, vinduesprofiler, kabler, lister, paneler, mv. er der udbredte substitutionsmuligheder, fortrinsvist mellem plast, beton, træ og aluminium og stål.

Metal er opdelt i to grupper, nemlig byggematerialer af metal (met-B) og andet metal (met-A). De to grupper besidder stor miljømæssig homogenitet og kunne derfor meget vel beskrives samlet. Imidlertid er produkterne forholdsvis forskellige, og der er grund til at formode at efterspørgslen efter disse to grupper bør beskrives hver for sig. Byggematerialer af metal er master, tårne, store konstruktioner til broer eller bærende dele i byggeri, vinduer, døre, rør, VVS varer mv. Andet metal er derimod plader, bånd, stænger, rør mv, der bl.a. benyttes til væg- og tagbeklædning. De to produktgrupper er udviklet til forskellige formål og har forskellige substitutionsmuligheder overfor de øvrige materialer. Da der både kan argumenteres for en samlet og en opdelt modellering, vil der gøres forsøg med begge dele i de følgende estimationer.

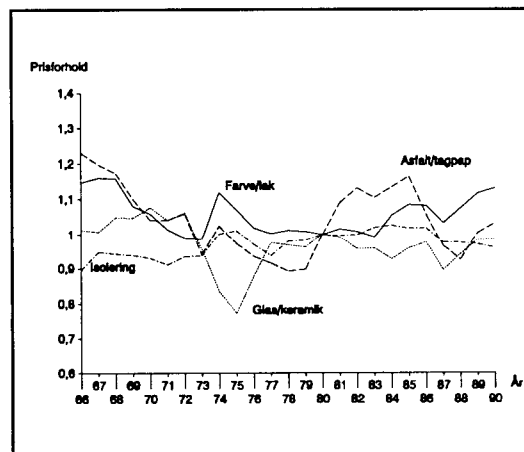
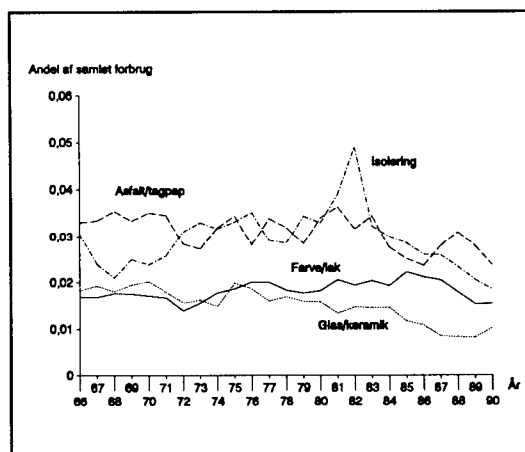
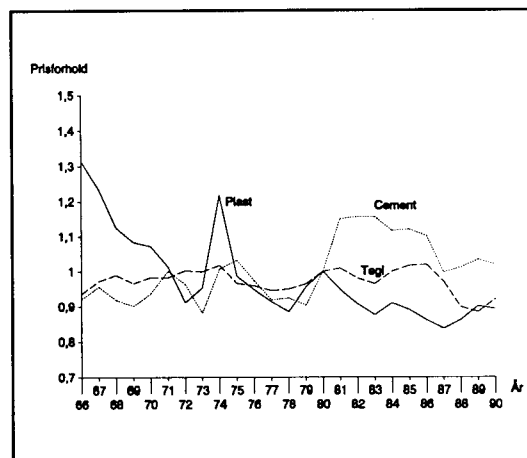
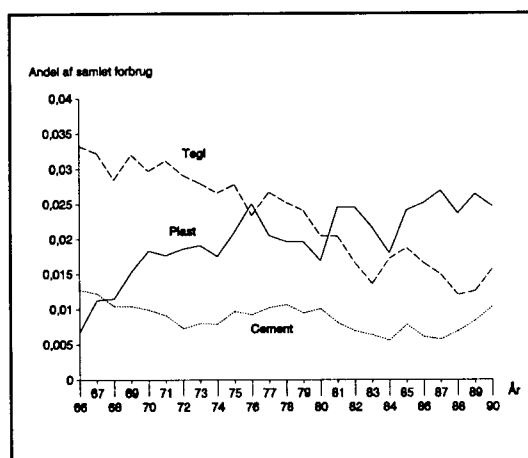
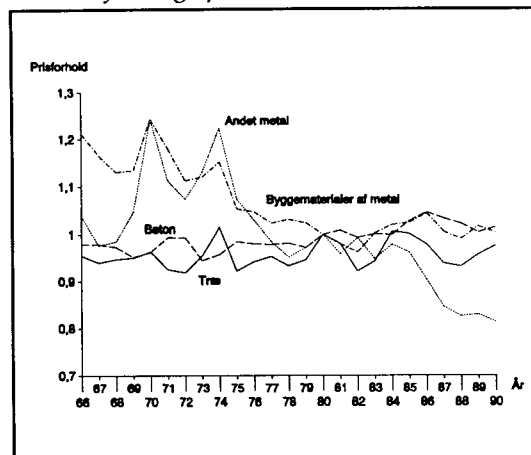
Input-output statistikken opererer med 117 erhverv og er i makroøkonomisk modelsammenhæng særdeles detaljeret. Selvom tabel 1's inddeling af byggematerialer er nogenlunde homogen materialemæssigt set, er den alligevel ofte for aggregeret til mange miljøanalyser i den forstand, at det er svært at operere med miljømæssigt entydige varegrupper. Indenfor hver gruppe findes ofte væsentligt forskellige produkter. Et eksempel er plast, der omfatter mange forskellige plasttyper. Et andet er maling, der både kan være et acryl- eller alkydprodukt. Substitution på dette niveau kan ikke beskrives i modellen, der må holde sig til de overordnede vare- og erhvervsgrupper. Det kan imidlertid også på dette niveau være miljømæssigt interessant at følge grupperne, som det vil blive illustreret i kapitel 2.

Den mængdemæssige udvikling af materialerne (opgjort som andele af det samlede forbrug af varer og tjenester) er illustreret i nedenstående figur 2 (venstre side). Materialeforbruget er opgjort i faste priser (1980-priser) og skal altså ikke fortolkes som fysiske mængder. Kurverne indikerer blot den mængdemæssige *udvikling*. 1980-værdierne afspejler, hvad materialerne kostede i forhold til hinanden dette år. Det interessante i mængdemæssig sammenhæng er altså bevægelserne snarere end niveauet for kurverne. I figur 2 er også de tilsvarende priser illustreret (højre del), dvs de enkelte materialegruppers prisindeks relativt til prisindekset for det samlede materialeforbrug. Udviklingen er indekseret således at forholdet i basisåret (1980) er lig 1. Det er af overskuelighedsgrunde valgt at fordele varegrupperne på seks figurer, hvor de store - indbyrdes substituerbare - materialegrupper er repræsenteret i øverste figurer og de mindre grupper i de to nederste.

Byggematerialernes andel af det samlede materialeforbrug, 1980-priser



Prisen på byggematerialerne i f.t. det samlede materialeforbrug, 1980-priser materialeforbrugs pris, 1980=1



Figur 2. Udvikling i mængde- og prisandele, 1966-90

Det er tydeligt at der er sket væsentlige ændringer i inputsammensætningen. Andet metal har fulgt en nedadgående trend, mens byggematerialer af metal har stigende andel. Beton og træ

ser ud til at følge indbyrdes samme udvikling, blot er beton lagged 1-2 år i forhold til træ. Begge materials andele falder ved byggekriserne i begyndelsen af 70'erne og 80'erne. For de mindre materialegrupper vedkommende har tegl haft faldende andel, plast produkterne stigende andel, mens de øvrige ikke har nogen entydig trend. Isolering har en bemærkelsesværdig udvikling, idet der sker en voldsom stigning i årene efter den anden oliekrise i 1978.

Der ses faldende relative priser for byggematerialer af metal, andet metal og plast, mens beton, træ og isolering viser svagt stigende relative priser. Der ses dog store udsving for visse af disse grupper, særlig plast og metal. For de øvrige materialer er det vanskeligt at finde generelle tendenser. Store prisudsving ses for glas og keramik, asfalt og tagpap, samt cement.

Hvis efterspørgslen efter materialerne er egenprisfølsomt, vil mængderne stige når priserne falder og omvendt. I bilag 1 er pris- og mængdeudviklingen for hvert materiale gengivet (begge udviklinger indekseret, 1980=1). Heraf ses, at der for visse materialer, nemlig plast, cement, byggematerialerne af metal, asfalt og tagpap, samt glas og keramik ses modsatrettede tendenser i relative priser og andele. For træ, beton, metaller, tegl og isolering er det derimod vanskeligt at få øje på sådanne bevægelser.

1.3 Disaggregering af bygge- og anlægssektoren

Bygge- og anlægssektoren består af flere relativt forskellige delsektorer. Danmarks Statistik har fra slutningen af 80'erne og fremover opgjort bygge- og anlægssektorens inputforbrug for fire delerhverv, nemlig nybyggeri, vedligeholdelse, husholdningernes egen vedligeholdelse (kun køb af materialer) og anlægsvirksomhed. Indtil da har inputforbruget kun været opgjort for sektoren som helhed, således at der desværre udelukkende eksisterer tidsrækker for inputforbrug på dette relativt høje aggregeringsniveau.

Disse databegrænsninger gør det nødvendigt at arbejde med modellering af hele sektorens inputforbrug i det følgende. En anden grund er, at ADAM modellens bygge- og anlægssektor, som byggematerialemodellen bør kunne agere eftermodel til, optræder på helt aggregeret niveau. Da ADAM modellen kun fremskriver produktionsværdien for erhvervet som helhed, vil en model baseret på aktiviteten fordelt på de fire delerhverv ikke være oplagt¹.

¹ Det skal dog nævnes at en fremskrivning af delerhvervenes produktionsværdier evt. kunne beregnes ud fra ADAMs aggregerede fremskrivninger, idet man kunne opdele bygge- og anlægssektorens produktionsværdi på delerhvervene ex-post. En måde at gøre dette på kunne være en egentlig opsplittingsmodel, hvor sektorens samlede output fordeles ud på delerhvervene. Det kunne gøres ved et sæt af estimerede relationer hvor delerhvervenes output gives som funktion af f.eks. erhvervets samlede produktion, tiden, renteniveau, prisen på boliger eller andre centrale variable for udviklingen i delerhvervenes aktivitet. En anden mulighed er at tage udgangspunkt i ADAMs investeringer i byggeri. Imidlertid svarer denne opdeling ikke helt til input-outputsystemets opdeling, idet ADAM kun skelner mellem investeringer i ...fortsættes

Man er altså tvunget til at arbejde på det aggregerede sektorniveau. Ulempen ved dette er, at de 4 delerhverv er så forskellige på produksiden, at der med rimelighed kunne forventes at være behov for forskellige modeller til bestemmelse af inputforbruget. Forskellige modeller fra de enkelte delerhverv ville åbne mulighed for introduktion af dummier og forklarende variable, der kun er relevante på dette niveau, f.eks. konjunkturafhængige udsving i produktionen, offentlig lovgivning eller teknologiske skift i delerhverv, der er domineret af få store virksomheder.

Skift i inputsammensætningen kan både forekomme sfa. skift i de relative inputpriser mm. og sfa. skift i outputsammensætningen. Sidstnævnte effekt er ikke dækket af den teori, der ligger bag estimationen i det følgende - her antages at hver sektor kun producerer en vare. Det er problematisk hvis en stor del af forskydningerne i materialeforbruget skyldes forskydninger i sammensætningen af del-erhverv. De variable, der kan forklare udviklingen i inputmixet (relative inputpriser, produktivitet mv.) kan jo ikke nødvendigvis forklare udviklingen i outputmixet - den afhænger fortrinsvist af variable på efterspørgselssiden, som skitseret indledningsvist i dette kapitel.

I det følgende undersøges de forskellige delerhverv og deres inputforbrug nærmere, med henblik på at vurdere hvor heterogen sektoren er. Nedenstående figur viser delerhvervenes køb af materialer i 1990. Materialerne er ikke jævnt fordelt på de fire aktiviteter. Anlægssektoren benytter fortrinsvist asfalt, beton, byggematerialer af metal, egenvedligeholdelse bruger især træ, plast og maling, mens nybyggeri og vedligeholdelse særligt efterspørger beton og byggematerialer af metal og træ. Der vil derfor ske en ændring i materialesammensætningen for bygge- og anlægs-branchen som helhed, alene som følge af ændringer i fordelingen på del-erhverv². Der ses dog at være en generel tendens til at forbruget af beton, byggematerialer af metal og træ er stort i alle delerhverv, mens forbruget af de øvrige materialer er relativt lille. Heraf udgør plast generelt den største post. Samtidig kan disse materialer (beton, metal, træ og plast) til en vis grad erstatte hinanden (jf. afsnit 1.2), således at en inputefterspørgselsanalyse bør koncentreres her.

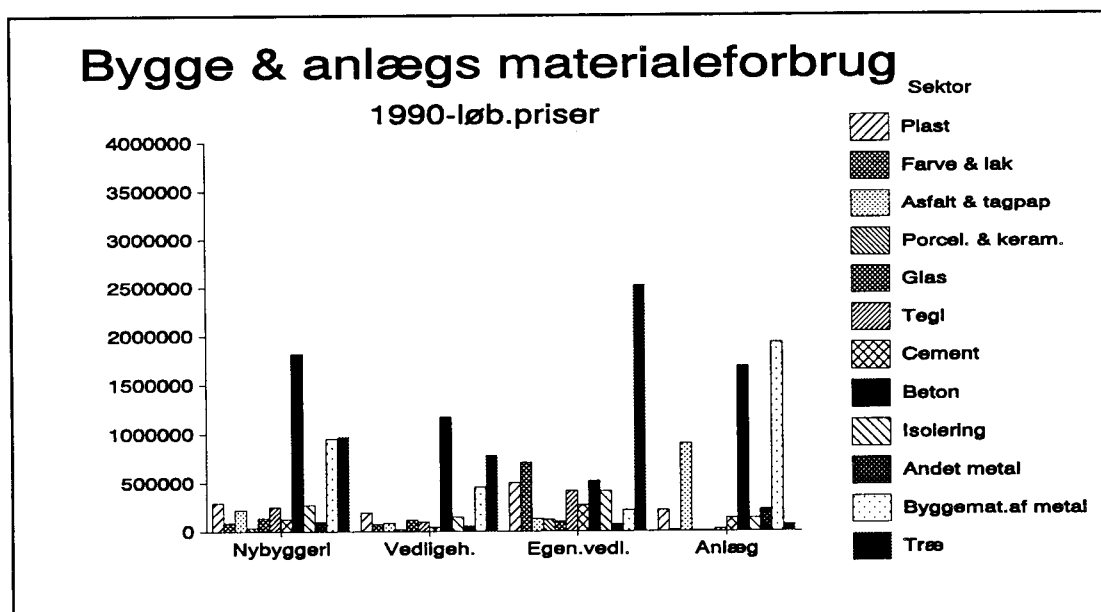
For at få en ide om, hvad skift i outputsammensætningen har betydet for skift i inputsammenhængen vil der i det følgende

boligbyggeri og erhvervenes bygge- og anlægsinvesteringer. Opdelingen går således på tværs af de fire delerhverv. Det er muligt at erhvervsbyggeriet kunne trækkes ud af erhvervenes samlede bygge- og anlægsinvesteringer på en fornuftig måde og lægges til boligbyggeriet. Vedligeholdelse kunne herefter beregnes residualt med f.eks. faste andele for vedligehold og egen vedligehold. Da der imidlertid som nævnt også er andre datamæssige grunde til ikke at bygge en model op på delerhvervene, skal ideen ikke forfølges videre her.

²Ydermere kan der indenfor del-erhvervene ske skift i outputsammensætningen, f.eks. fra en type byggeri til en anden. Forskellige typer er karakteriseret ved forskelligt forbrug af byggematerialer. Det kan bl.a. bekræftes af undersøgelserne i MST(1993). Boligbyggeri er f.eks. karakteriseret ved flere vinduer og døre pr. kvadratmeter sammenlignet med erhvervsbyggeri, flere indervægge samt højere brug af materialer som tegl, cement og træ fremfor eternit, tagpap, stål, gips, plast og aluminium.

blive foretaget nogle analyser med de tilgængelige data. Herved kan det endvidere vurderes, hvorvidt en model med konstant inputkoefficienter i hvert af de fire delerhverv ville kunne forklare udviklingen på inputsiden.

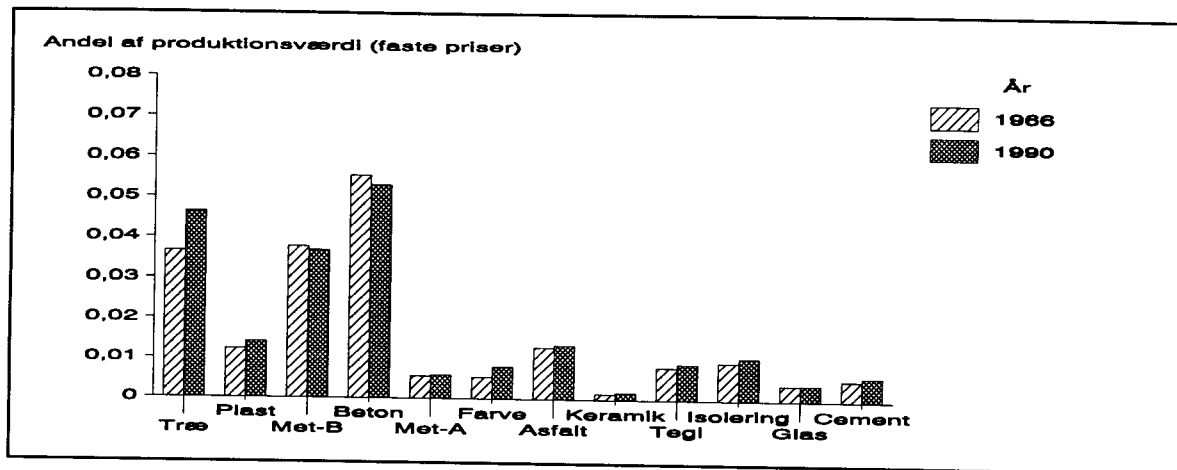
Det beregnes hvorledes inputforbruget ville have været i 1966, såfremt der havde været fast inputmix i hver af delerhvervene, dvs, såfremt man i 1966 producerede med samme teknologi (i hvert delerhverv) som man gjorde i 1990. Dvs, at de ændringer der kan iagttages, udelukkende skyldes skift i outputmix. Nedenstående figur 4 illustrerer udviklingen. Søjlerne viser forbruget per produceret enhed i faste priser (mængdeandele) for hvert af byggematerialerne i hhv. 1966 (første søjle) og 1990 (anden søjle) for bygge- og anlægssektoren som helhed. I 1990 drejer det sig om de faktiske tal, mens inputforbruget for 1966 som sagt er beregnet ved at antage 1990-inputmix i hvert af delerhvervene og alene lade outputmixet ændre sig. Der er med andre ord tale om en beregning af et teoretisk inputforbrug i 1966, såfremt der blev produceret med 1990 teknologi.



Figur 3. Bygge- og anlægserhvervenes materialforbrug, 1990, årets priser

Generelt ville skiftet i outputmixet have betydet at bygge- og anlægssektoren havde oplevet stigende intensitet mht. plast, træ, farve, keramik, tegl, isolering og asfalt i løbet af perioden, såfremt der ikke var sket nogen skift i inputsammensætningen indenfor de 4 delerhverv. Tilsvarende ville sektoren have oplevet faldende intensitet mht. forbrug af byggematerialer af metal og beton.

Figurerne i bilag 2 er en grafisk detaljering af figur 4 ovenfor, idet denne figurs ændringer i inputforbruget er delt ud på delerhverv. De viser det teoretiske forbrug af input i hvert delerhverv per



Figur 4. Bygge- og anlægssektorens materialeforbrug i 1966 og 1990 under antagelse af 1990 teknologi

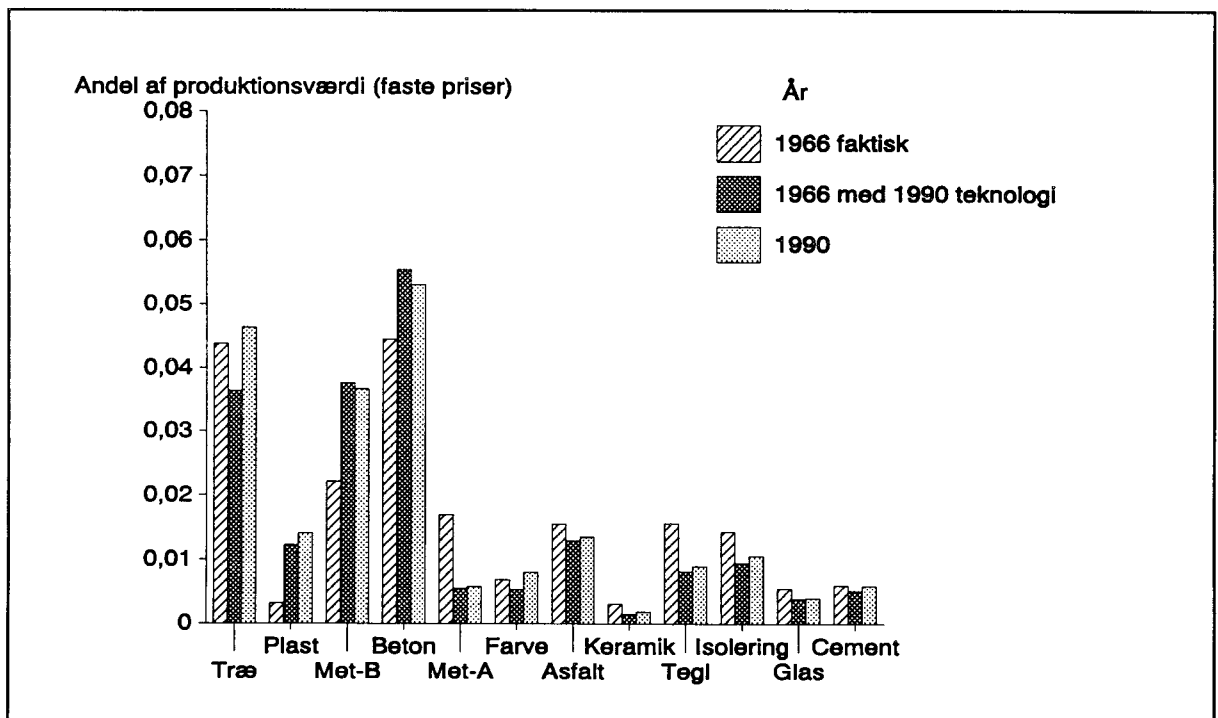
produceret enhed i hele sektoren i 1966, holdt op mod det faktiske forbrug i 1990. Bilagsfigurerne viser, hvorledes udviklingen i aktiviteten i hvert af de fire delerhverv ville have påvirket input-sammensætningen i 1966, såfremt produktionen var foregået med faste inputkoefficienter i hvert delerhverv.

Det er tydeligt, at ved de materialer, der i høj grad benyttes indenfor byggeri som beton og byggematerialer af metal, ville der have været faldende forbrug per produceret enhed i sektoren som helhed, pga. aktivitetsfaldet i nybyggeriet. Den samtidige aktivitetsstigning i de øvrige delerhverv - og dermed det stigende forbrug af de samme materialer - kunne ikke have kompenseret fuldt ud for denne tendens. Det samlede forbrug ville således være faldet, såfremt der havde været 1990 teknologi i hele perioden.

Nybyggeri bruger også træ intensivt, men for dette materiale er nedgangen mere end opvejet af den stigende aktivitet indenfor vedligeholdelse og egen vedligeholdelse, således at det samlede forbrug af træ per produceret enhed ville været steget i perioden. Et produkt som asfalt/tagpap, der især benyttes indenfor anlægsvirksomhed, ville under konstant 1990 teknologi have haft stigende mængdeandel i hele sektoren, pga. anlægsvirksomheds voksende betydning på outputsiden. Isolering, farve og plast, der benyttes intensivt i egen vedligeholdelse og vedligeholdelse, ville også have haft stigende mængdeandele, hvilket igen afspejler udviklingen på outputsiden, hvor vedligeholdelseserhvervene har udgjort en stadig større del af den samlede produktion. Hvordan har den faktiske udvikling i inputforbruget så været - har skiftene i outputsammensætningen helt eller delvist kunnet forklare skiftene i inputsammensætningen? Nedenfor ses de faktiske værdier for inputforbrug per produceret enhed og ialt i 1966 og 1990 sammen med de teoretiske 1966 værdier fra figur 4. For materialerne plast og træ har den faktiske udvikling gået i samme retning som den teoretiske. For alle andre materialer har udviklingen været omvendt. Ved byggematerialer af metal og

beton ses at den faktiske udvikling fra 1966 til 1990 har betydet stigende inputkoefficienter, hvorimod antagelsen om 1990 teknologi ville have indebåret faldende input koefficienter. Udviklingen i bygge- og anlægssektoren outputsammensætning kan således hverken helt eller delvist forklare udviklingen i inputforbruget, der er gået i modsat retning af den faktiske. Tilsvarende har udviklingen ved de øvrige materialer faktisk været faldende forbrug per produceret enhed, mens udviklingen under 1990-teknologi i hele perioden ville have indebåret stigende inputkoefficienter. Danmarks Statistik vil som omtalt indledningsvist i dette afsnit fremover opgøre inputforbruget fordelt på de 4 delerhverv, og en alternativ model kunne være faste inputkoefficienter for hvert delerhverv for sidste tilgængelige år, således at skift i inputforbruget alene gives ud fra skift i outputmix. Figur 5 viser imidlertid, hvor tvivlsom en sådan model ville være - udviklingen i outputmixet kan generelt ikke forklare udviklingen i inputmix. Der er foregået en betydelig substitution i alle delerhverv og det virker oplagt at forsøge at beskrive denne. Der arbejdes i resten af rapporten udelukkende på det aggregerede sektorniveau, på hvilket der afprøves diverse modeller for efterspørgslen efter materialeinputs.

En forudsætning for at dette kan lade sig gøre med udgangspunkt i traditionel producentteori er, at udviklingen i de relative priser kan forklare ændringerne i inputforbruget. Som beskrevet i afsnit 1.2 er der flere tilfælde, hvor det i princippet er muligt.



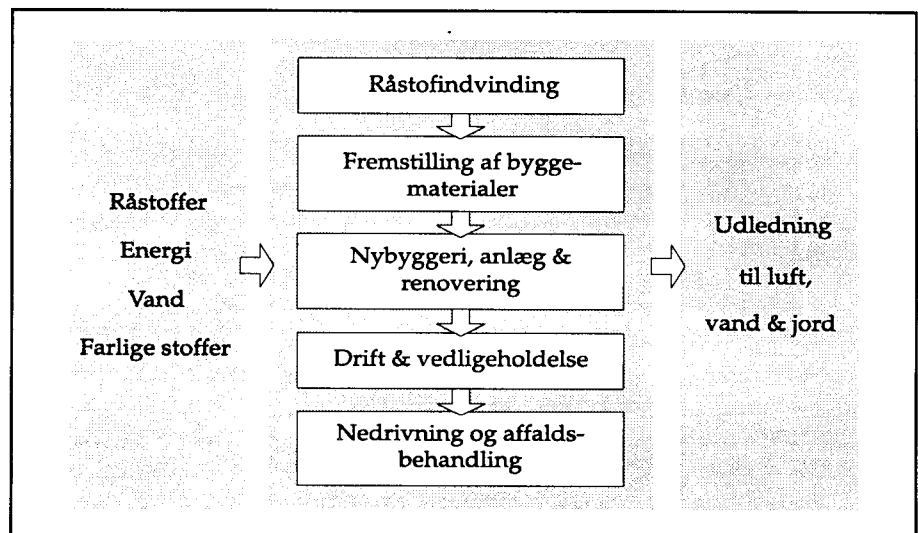
Figur 5. Bygge- og anlægssektorens materialeforbrug i 1966 og 1990

Stigende relative priser (dvs. prisen på inputtet relativt til prisindexet for det samlede materialeforbrug) kan således principielt forklare de faldende mængdeandele for tegl og cement, mens faldende relative priser for plast og byggematerialer af metal kan forklare disse inputs stigende mængdeandele. Der ses også modsatte pris - og mængdebevægelse ved glas og keramik, samt asfalt og tagpap. For de øvrige materialer virker det umiddelbart vanskeligere, i hvert fald når der ses på andele på dette niveau, dvs andele af hele materialeinputtet i produktionen. Som vi skal se i kapitel 3, udvikler mængdeandele og relative priser sig noget anderledes, når en mindre gruppe på 3-4 materialer (og andele heraf) betragtes.

2 Miljøkonsekvenser

Bygge- og anlægssektoren har direkte og indirekte betydelige miljøeffekter på samfundsplan. Byggematerialerne er alle bærere af forskellige miljøproblemer. Dels kræves råstoffer i form af ler, grus, sten, olie mv til fremstillingen, dels er selve bearbejdningen (brændings- og smelteprocesserne) særdeles energikrævende. Således udgør energiforbruget til produktion af byggematerialer og i selve byggeriet ca. 11% af det totale energiforbrug fra erhvervene. De store mængder genererer samtidig store affaldsmængder, der er et miljømæssigt problem pga. kravene til transport, forbrænding og deponering. Den samlede affaldsmængde målt i tons udgør ca. 25% af hele økonomiens affaldsproduktion.

Endelig optræder en række farlige stoffer i f.eks brug af opløsningsmidler i metalindustrien, brug af asbest og giftige stoffer til overfladebehandling og imprægnering af træ eller brug af CFC til opblæsningsmidler mv. Den meget problematiske plasttype PVC, hvis additiver mistænkes for kræftfremkaldende og østrogenlignende effekter, hidrører fra over halvdelen af vedkommende fra brug af bygge- og anlægsaktiviteter. Figur 4 nedenfor illustrerer miljøpåvirkningerne i de forskellige faser af byggeriet, hvor aktiviteterne dels foranlediger forbrug af naturressourcer, dels emission til det omgivende miljø.



Figur 6. Byggeriets livscyklus

De økonomiske aktiviteter omfattet af miljøvurderingen i denne rapport er råstofudvinding, fremstilling af byggematerialer, byggeri og anlæg, reovering, vedligeholdelse og nedrivning. Aktiviteterne fordeler sig datamæssigt på et større antal erhverv, som tilsammen dækker stort set alle faser i livscyklens. Der sættes fokus på miljøkonsekvenser fra samtlige produktionsmæssige aktiviteter, mens miljøkonsekvenser fra drift og benyttelse af

boligerne (f.eks energi- og vandforbrug) ikke er taget i betragtning. Det ligger udenfor dette projekts rammer at vurdere miljøeffekterne i denne fase som følge af forbrug af alternative byggematerialer. I stedet fokuseres som sagt på miljøeffekter i udvindings- bearbejdnings- fremstillings- og affaldsbehandlingsfaserne.

Livscyklusbetragtningen er interessant ved byggeri og anlæg, også selvom tidshorizonten er ekstremt lang for disse produkter. Det vanskeliggør dog analysen, idet der til ethvert tidspunkt vil tages udgangspunkt i nutidens miljøkonsekvenser og miljøteknologier ved vurdering miljøeffekterne. F.eks kan et givet materiale være problematisk at håndtere affaldsmæssigt idag, hvorfor det foretrækkes at benytte andre materialer til byggeri. Imidlertid kan der være fremkommet nye affaldsbehandlingsteknologier eller miljøtilstanden kan have ændret sig, således at hvad der før var miljøskadeligt nu er mindre (eller mere) problematisk når byggeriet engang skal rives ned.

Nedenstående tabeller 2a og 2b giver en oversigt over miljøkonsekvenserne. Hvor det er muligt er effekterne kvantificeret.

Table 2a. Miljøkonsekvenser af byggematerialer, 1990/91

MATERIALE	Energiforbrug * (Tj/mio. 1980-kr.)		CO ₂ ** (1000 tons/mio. 1980-kr.)		SO ₂ ** (tons/mio. 1980-kr.)		NO _x ** (tons/mio. 1980-kr.)		Produktionsværdi 1990 1000 1980-kr.
	Di- rekte	Direkte og indirekte	Di- rekte	Direkte og indirekte	Di- rekte	Direkte og indirekte	Di- rekte	Direkte og indirekte	
Beton	1,06	4,43	0,08	0,38	0,20	1,89	0,20	1,07	3.114.940
Træ	1,24	2,54	0,05	0,13	0,33	0,73	0,26	0,70	4.868.660
Tegl	10,65	11,77	0,88	0,97	4,04	4,47	2,04	2,37	446.420
Plast	0,70	1,98	0,06	1,17	0,31	0,80	0,24	0,68	8.713.130
Asfalt/ tagpap	2,12	4,73	0,16	0,38	0,58	1,58	0,39	1,07	1.196.550
Cement	16,86	18,37	1,57	1,70	2,43	2,59	3,59	4,07	827.630
Glas	2,30	3,88	0,16	0,28	0,41	0,89	0,45	0,90	830.070
Isolering	3,61	5,60	0,31	0,48	1,56	2,34	0,90	1,54	1.361.400
Keramik/- Porcelæn	1,06	1,87	0,08	0,14	0,28	0,55	0,24	0,51	273.260
Farve/lak	0,42	2,53	0,03	0,21	0,15	0,97	0,14	0,87	1.137.660
Metal	1,12	2,65	0,09	0,22	0,44	1,00	0,34	0,85	9.159.930

Noter til tabel:

* Kilde: Egne beregninger på basis af Danmarks Statistiks input-output tabeller og energibalancer. Energi til transport er inkluderet.

** Kilde: Egne beregninger på basis af Corinair databasen og Danmarks Statistiks energibalancer

De mest energiintensive materialer er tegl, cement og isoleringsmaterialer. Betragtes den globale direkte og indirekte energiintensitet, hvilket vil sige de inden- og udenlandske energimængder, der kræves i det materialeproducerende erhverv og dets underleverandører til at producere for 1 million kroner af materialet, får

man i store træk samme billede. Herudover bliver dog også beton, glas og træ væsentlig mere energiintensive. Da visse af disse erhverv, først og fremmest beton-, træ- og isoleringsproduktion har forholdsvis høje produktionsværdier, tegner de sig for en samfundsmæssig betydelig energibelastning.

Emission af tungmetaller forekommer i mange tilfælde og er særligt et problem ved materialer hvor genanvendelse er vanskelig, som f.eks. plast, glas og maling. Det skyldes, at tungmetallerne først og fremmest udgør en miljøbelastning ved affaldsbehandlingen, hvad enten der er tale om forbrændning eller deponering.

Tabel 2b. Miljøkonsekvenser af byggematerialer, 1990/91

MATERIALE	Ressourceforbrug	Proces-emission	Forbrug i tons	Affald i tons **	Genanvendelsesprocent ***	Problematiske stoffer i affaldet
Beton	Cement, sand, grus/sten	Tungmetaller fra flyveaske	4.600.000	600-800.000	80-95%	(Chrom, bly)
Træ	Træ, vand	Støv, emission fra opl.midler	1.400.000	300-400.000	0-5%	Tungmetaller, opløsningsmidler mv. fra overfladebehandling
Tegl	Ler, sand kalk	61,9 tons CO ₂ /mio 1980-kr. 0,36 tons SO ₂ /mio 1980-kr.	350.000	60-90.000	60-95%	
Plast	Olieprodukter, sand	Klor/dioxiner	100-150.000 heraf PVC 40-50.000	9.000	0-5%	Tungmetaller, blødgørere, klor/dioxin, flammehæmmere
Asfalt/tagpap	Olie, grus	Støv	2.600.000	500-700.000	60-90%	
Cement	Kalk, ler, vand	1.230 tons CO ₂ /mio 1980-kr.	1.600.000	na.	na.	(Chrom, bly)
Glas	Kvartssand, kalk		50.000	na.	0-10%	(Bly), arsen, cadmium
Isolering	Sand, kalk, sten, olie		270-280.000	na.	0%	CFC, formaldehyd mv.
Keramik/-Porcelæn			65.000	na.	0%	Cadmium, bly, cobalt mv.
Farve/lak	Olie	Emission fra opl. midler	110.000	na.	0%	Tungmetaller, oliedestillater, arom. kulbrinter
Metal	Malm, aluminium, kobber	Støv, tungmetaller og emission fra opl.midler	2.200.000	100-200.000	90-97%	Opløsningsmidler, formaldehyd, ammoniak, tungmetaller, mv.

Noter til tabel:

() = mindre omfang

* Kilde: Miljøstyrelsen(1994). Tallene er fra 1991. Forbrug er defineret som dansk produktion plus import minus eksport.

** Kilde: Miljøstyrelsen(1990), Miljøstyrelsen(1995), Rendan(1992,1993,1994) og Miljøstyrelsens affaldsdatabase ISAG. Affaldstallene er fra 1990-93 og dækker affald fra både byggeri, anlæg, nedrivning og vedligeholdelse. Affald fra de erhverv, der fremstiller byggematerialerne er ikke omfattet. Opgørelserne af beton, tegl og asfalt er udtræk fra ISAG-databasen.

*** Kilde: Miljøstyrelsen (1994). Tallene er fra 1991.

Beton, asfalt, træ og cement er langt de mest betydende inputs mht. materialeforbruget i fysiske mængder. Det afspejles også i affaldsmængderne, hvor de tre førstnævnte materialegrupper tegner sig for store andele. Cement har derimod mindre betydning i affaldssammenhæng, da størstedelen af denne vare benyttes til betonproduktion og derfor til en vis grad figurerer mængdemæssigt som betonaffald.

Den samlede affaldsproduktion er steget en del de seneste år, nemlig fra ca. 1,7 mio. tons i midten af 80'erne til ca. 2,4 mio. tons i starten af 90'erne. Af disse mængder er anlægsaktiviteterne ansvarlig for knap halvdelen i starten af 90'erne. Blandt de samlede affaldsmængder stammer 16% fra nybyggeri og anlæg, 39% fra vedligeholdelse og 45% fra nedrivning (jf. Miljøstyrelsen, 1990). Imidlertid er de stigende affaldsmængder ikke et ressourcemæssigt problem i samme størrelsesorden som tidligere. Det skyldes den øgede genanvendelse, der i løbet af samme periode har reduceret de deponerede affaldsmængder fra 1,4 mio. tons til 400.000-600.000 tons. Udbredt genanvendelse ses ved metal (særlig jern, stål og kobber), beton, tegl og asfalt. På længere sigt vil op til 50% af konstruktionstræet i byggeri kunne genanvendes (Miljøprojekt, nr. 54, Miljøstyrelsen, 1994).

Som det er fremgået tidligere i dette kapitel, genereres miljøeffekterne i forskellige faser af byggeriets livscyklus, dvs at de enkelte effekter er en følge af aktivitet i forskellige økonomiske sektorer. Ønsker man specielt at betragte energimæssige konsekvenser, bør blikket rettes mod de materialeproducerende og resourceudvinnende erhverv. Emissionssiden analyseres bedst ved at fokusere på produktion af byggematerialer og affaldsbehandling. Er det affald, der er mest interessant, bør man se på vedligeholdelse og nedrivning, der klart giver anledning til de største mængder.

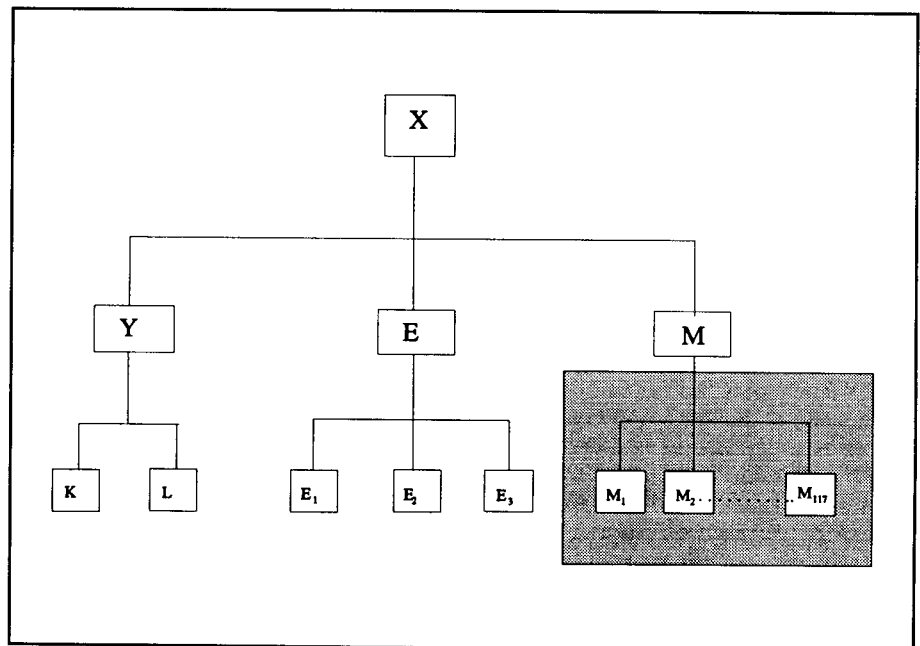
Endelig skal det tilføjes, at hvert af materialerne også har forskellige miljøeffekter i drifts- og anvendelsesfasen, der som nævnt ikke er inddraget i rapporten. De kræver dels forskellig grad af vedligeholdelse (som igen kræver energi, materialer mv), dels har de forskellige isoleringsmæssige egenskaber. Materialerne adskiller sig også mht. levetider og dermed affaldsskabelse over tid. Det er imidlertid udover denne rapportes sigte at beskrive disse aspekter nærmere.

3 Hvor stabile er inputkoefficienterne?

3.1 Teknologi

I dette kapitel testes nogle helt simple modeller, nemlig hvorvidt der er stabile input koefficienter i enten mængde- eller værdiandele (af erhvervets produktionsværdi), dvs hhv. Leontief og Cobb-Douglas teknologi. Det undersøges endvidere hvorvidt der er trendvis udvikling i koefficienterne. Såfremt en af disse modeller kan beskrive udviklingen i inputforbruget tilfredsstillende, er der ingen grund til at gå videre med mere komplicerede modeller. Samtidig tjener arbejdet det formål at screene samtlige byggematerialer for deres indbyrdes prisfølsomhed og trendmæssige udvikling, mhp. udvælgelse af et begrænset antal materialer til en eventuel videremodellering.

Fælles for modellerne er, at der implicit ligger en antagelse om separabilitet mellem forbruget af de enkelte råvarer og forbruget af produktionsfaktorerne kapital, arbejdskraft og energi, idet den optimale sammensætning af råvarerne forudsættes at være uafhængig af indsatsen af disse faktorer. Den samlede model kan, med udgangspunkt i den nyeste version af ADAM modellens producentbeskrivelse, illustreres som i figuren nedenfor, hvor delmodellen beskriver det i firkanten indrammede område (for variabelnavne, se bilag 5):



Figur 7. Produktionsstruktur

Bag modellen ligger yderligere en antagelse om homothetitet, hvilket vil sige at den optimale sammensætning af hver enkelt input-aggregat (Y, E og M) er uafhængig af niveauet for forbruget af input-aggregatet, hvilket i sidste instans vil sige produktionens

niveau. Det vil sige, at sammensætningen af f.eks. de enkelte materialeinput kan bestemmes uafhængigt af niveauet for det samlede materialeinput M . Populært sagt betyder homotesitetsantagelsen at isokvanterne har samme form hele vejen op ad produktionsfunktionen. Da ADAM modellen generelt opererer med konstant skalaafkast, er betingelsen automatisk opfyldt.

Der undersøges som sagt hvorvidt bygge- og anlægsbranchens inputforbrug bedst beskrives ved Leontief eller Cobb-Douglas teknologi, dels for at teste disse to modellers evne mhp. modellering af materialefterspørgslen, dels for at få en første ide om inputtenes prislelsomhed. Under Leontief teknologien bruger producenten råvarer i faste forhold, uanset deres relative priser. Under Cobb-Douglas teknologien er substitutionselasticiteten lig 1, hvilket indebærer at producenten substituerer på en sådan måde, at der til stadighed bruges samme beløb på alle varegrupperne - stiger prisen på en vare, reduceres forbruget altså tilsvarende, således at varens samlede andel i løbende priser (budgetandele) er konstant.

Leontief teknologien er altså karakteriseret ved faste mængdeandele, dvs

$$a_i^L = X_i/Q \quad i=1, \dots, n$$

hvor X_i er råvarer leveret af erhverv i til produktion af output Q - begge størrelser målt i faste priser.

Cobb-Douglas teknologien er omvendt karakteriseret ved faste værdiandele. Produktionen Q gives ved

$$Q = A \prod_{i=1}^n X_i^{\alpha_i}, \quad \sum_i \alpha_i = 1$$

hvor A er en skalafaktor, X_i refererer til de n inputs, og α_i til de tilhørende faktorelasticiteter. Sumrestriktionen på disse indebærer, at der er konstant skalaafkast.

I optimum aflønnes faktorerne med værdien af grænseprodukterne, dvs at prisen på faktor j er lig

$$p_j = p_Q \partial Q / \partial X_j = p_Q A \frac{\alpha_j}{X_j} \prod_{i=1}^n X_i^{\alpha_i}$$

hvor p_Q er prisen på output.

Indsættes Q i dette udtryk fås

$$p_j = p_Q \frac{\alpha_j}{X_j} Q$$

der igen kan omskrives til

$$\alpha_j = \frac{p_j X_j}{p_Q Q}$$

Da α er konstant er der tale om faste budgetandele. Den konstante Cobb-Douglas input-koefficient kan altså skrives

$$a^{CD}_i = p_i X_i / p_Q Q \quad i=1, \dots, n$$

3.2 Test af stabilitet af mængde- og værdiandele

I det følgende testes hvorvidt bygge- og anlægsbranchens forbrug af inputs karakteriseres bedst ved den ene eller den anden teknologi, dvs hvorvidt mængde- eller værdiandelene er mest stabile over tid. Følgende model, der bør opfattes som en statistisk langtidsammenhæng³, opstilles:

$$(3.1) \quad \log \left(\frac{p_i X_i}{p_Q Q} \right) = \beta_0 + \beta_1 \log \left(\frac{p_i}{p_Q} \right) + \beta_T T$$

Det ses at der er Cobb-Douglas teknologi såfremt

$$\beta_1 = 0$$

idet

$$\log \left(\frac{p_i X_i}{p_Q Q} \right) = \beta_0$$

Såfremt $\beta_1 = 1$, ses at der er Leontief teknologi på langt sigt, idet

$$\begin{aligned} \log \left(\frac{p_i X_i}{p_Q Q} \right) &= \beta_0 + \log \left(\frac{p_i}{p_Q} \right) \\ \Rightarrow \log \left(\frac{X_i}{Q} \right) &= \beta_0 \end{aligned}$$

Resultaterne for test af parametrene for bygge- og anlægssektorens forbrug af input fra de byggevarereproducerende erhverv. I tabel 3 nedenfor er resultaterne fra de 12 aggregerede byggematerialeerhverv - jf. tabel 1 - vist.

³ Modellen er inspireret af Watanabe (1963), der foreslog test af følgende modeller: $\log(P_i X_i) = \gamma_0 + \gamma_1 \log(P_Q Q)$, for test af værdiandele og $\log(P_i X_i) = \mu_0 + \mu_1 \log(P_Q Q) + \mu_2 \log(P_i / P_Q)$, for test af mængdeandele. Modellen er siden benyttet af Sawyer (1989). Peter Trier, DMU foreslog samtidigt test af begge modeller i ovenstående udformning (3.1), hvor det endvidere er søgt at specificere variable med mindre trendvis udvikling.

Tabel 3. Test af stabilitet af inputkoefficienter i bygge- og anlægssektoren

Input	β_1	t-stat	((t-1)-stat)	β_T	t-stat	R ²	DM	CD-tekn $\beta_1=0$	Leontief tekn. $\beta_1=1$
Træ	1,52	1,54	0,53	0,0027	0,71	0,14	0,55	Ja	Ja
Beton	-0,58	0,36	0,99	0,0004	0,07	0,01	0,55	Ja	Ja
Isolering	4,95	3,49	2,78	-0,0077	1,05	0,40	1,09	Nej	Nej
Andet metal	2,99	3,89	2,59	-0,0482	6,25	0,90	1,53	Nej	Nej
Byggemat. metal	-0,34	0,46	1,81	0,0209	2,88	0,62	0,94	Ja	Ja
Plast	-0,94	1,91	3,94	0,0150	1,85	0,63	1,45	Ja	Nej
Farve/lak	0,98	2,95	0,04	0,0109	4,34	0,55	0,93	Nej	Ja
Asfalt/tagpap	0,75	3,08	1,02	-0,0032	1,04	0,38	1,25	Nej	Ja
Keramik	4,23	7,02	5,36	-0,0331	5,77	0,83	1,57	Ja	Nej
Glas	0,33	0,87	1,76	-0,0222	4,29	0,51	0,92	Nej	Ja
Tegl	1,74	2,34	0,99	-0,0321	8,61	0,82	1,07	Nej	Ja
Cement	-0,28	0,53	2,41	-0,0025	0,41	0,05	1,00	Ja	Nej

Noter til tabel:

* (t - 1)-stat er t-stat beregnet som forskellen mellem estimatet og 1, delt med standardafvigelsen

I alle tilfælde testes på 5% signifikansniveau. Der er 22 frihedsgrader, d.v.s. den kritiske værdi er 2,074. For 2 materialer (isolering og andet metal) var forbruget ikke tilfredsstillende beskrevet ved hverken Cobb-Douglas eller Leontief teknologi. Ved plast, keramik og cement var resultatet dog, at det ikke kan afvises at $\beta_1 = 0$, d.v.s., at en antagelse om faste værdiandele principielt forklarer udviklingen i forbruget af disse materialer. Ved farve/lak-aggregatet, glas og asfalt/tagpap kan det ikke afvises at $\beta_1 = 1$, d.v.s. at forbruget principielt kan forklares ved faste mængdeandele. Ved byggematerialer af metal, træ og beton kan hverken Leontief eller Cobb-Douglas teknologi afvises, en omstændighed der dels skyldes at priserne har ligget forholdsvist stabilt i perioden, dels at standardafvigelsen på estimatet er stor. Betragtes figur 2, fremgår det at byggematerialer af metal og tegl har trendvis udvikling i mængdeandelene, hvilket i model (3.1) forklares ved T, der indgår signifikant. Der er således kun tale om faste andele, givet trenden.

Som opsamling på kapitel 3 må man konkludere, at der kan iagttages prisfølsomhed for materialerne plast, træ, beton, byggematerialer af metal, keramik og cement, der alle kunne beskrives ved Cobb-Douglas teknologi.

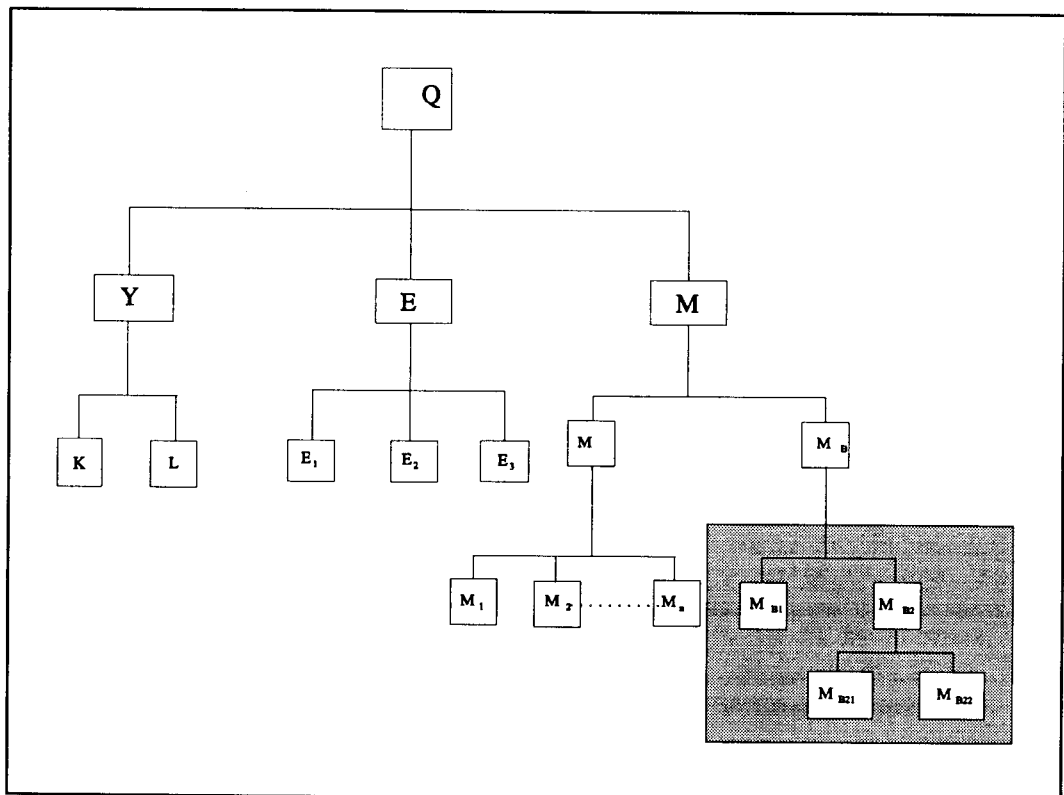
Ingen af modellerne for faste andele var tilfredsstillende for byggematerialerne som helhed. Det virker derfor rimeligt at gå videre med mere udbyggede modeller og forklare materialeforbruget herigennem. Det gøres i kapitel 4. Det vælges at betragte

en mindre gruppe af materialer, hvor udvælgelsen dels begrundes i byggetekniske vurderinger - jf. kapitel 1 - dels i dette kapitels indikation af prisfølsomme materialer.

4 Teknologibeskrivelser

I dette kapitel testes to modeller, der begge beskriver inputforbruget som følge af normal profitmaksimerende adfærd i en fuldkommen konkurrence økonomi. De adskiller sig indbyrdes ved at repræsentere forskellige antagelser om produktionsteknologi, men er begge såkaldt fleksible former (jf. nedenfor) for omkostningsfunktioner.

Der udvælges enkelte byggematerialer og gøres forsøg med forskellige kombinationsmuligheder. Der antages dels separabilitet mellem bygge- og anlægssektorens brug af de beskrevne materialer og det øvrige forbrug af varer og tjenester, dels mellem materialeforbruget under et og sektorens forbrug af produktionsfaktorerne kapital, arbejdskraft og energi. Det samlede system kan illustreres i nedenstående figur, hvor modellerne i dette kapitel søger at beskrive de i den stiplede firkant indrammede relationer. Som det ses udgør disse relationer nu en langt mindre del af produktionsbeskrivelsen i ADAM sammenlignet med modellen i kapitel 3 (se figur 7). Indenfor firkanten gøres forsøg med alternative teknologier. Udenfor firkanten følger opsætningen ADAMs producentbeskrivelse, hvor forbruget af materialeinputs ligger fast i en Leontief teknologi.



Figur 8. En alternativ produktionsstruktur

4.1 Teknologibeskrivelser

I det følgende præsenteres de 2 modeller, der anvendes til estimationerne i dette kapitel. Desuden præsenteres diverse parameterrestriktioner, der pålægges begge modeller for at sikre konsistens eller specifikke egenskaber som konstant skalaafkast, separabilitet mv. I bilag 3 gennemgås en række centrale begreber, der kan tjene til eventuel støtte til gennemlæsningen af den følgende tekst.

4.1.1 Translogfunktionen

Den Transcendentale Logaritmiske (Translog) omkostningsfunktion er en anden ordens logaritmisk Taylorapproximation til en vilkårlig omkostningsfunktion i et givet punkt. Produktionsstrukturen er repræsenteret ved følgende omkostningsfunktion

$$(4.1) \quad \log C = \log \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \log p_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \log p_i \log p_j \\ + \sum_i \gamma_{iQ} \log Q \log p_i + \alpha_Q \log Q + \frac{1}{2} \gamma_{QQ} (\log Q)^2 \\ + \alpha_T T + \frac{1}{2} \gamma_{TT} T^2 + \gamma_{TQ} T \log Q + \sum_i \gamma_{Ti} T \log p_i$$

hvor C er omkostningerne, p_i (p_j) er den i 'te (j 'te) faktorpris, Q er produktionen, T er tiden og α og γ er parametre.

Anvendes Shephards lemma ($\delta C / \delta p_i = X_i$, hvor X_i er det optimale forbrug af faktor i) og udnyttes $\delta \log \mu = (\delta \mu) / \mu$ fås budgetandelen for faktor i som

$$(4.2) \quad S_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \log p_j + \gamma_{iQ} \log Q + \gamma_{Ti} T.$$

Da andelene per definition summer til 1, gælder det at

$$\sum_i \alpha_i = 1, \sum_j \gamma_{ij} = 0, \sum_i \gamma_{iQ} = 0 \text{ og } \sum_i \gamma_{Ti} = 0.$$

Til en well behaved omkostningsfunktion hører homogenitet af første grad i priserne. Det kan vises (Bremer Rasmussen, 1992), at denne betingelse er ækvivalent med ovenstående adding-up betingelse.

Da de krydsafledede mht. priserne skal være lig hinanden (symmetribetingelse) må

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}.$$

Antages omkostningsfunktionen homothetisk er de optimale budgetandele uafhængige af produktionsniveauet. Homothecitetsantagelsen indebærer at omkostningsfunktionen kan skrives $C = c(p)g(Q)$, hvor c og g er vilkårlige funktioner, p er en vektor af faktorpriserne og Q er produktionen.

Det medfører at

$$(\delta^2 \log C)/(\delta \log P_i \delta \log Q) = 0$$

hvilket betyder at

$$\gamma_{iQ} = 0.$$

Antages funktionen yderligere homogen af μ 'te grad kan omkostningsfunktionen skrives $C = c(p)Q^\mu$. Det ses at $\delta^2 \log C / \delta (\log Q)^2 = 0$ hvorefter følgende betingelse

$$\gamma_{QQ} = 0$$

må gælde. Et specialtilfælde er homogenitet af første grad, hvilket er ensbetydende med at $C = C(p)Q$, som yderligere medfører at $\delta \log C / \delta \log Q = 1 = \alpha_Q$. Ligning (4.1) er herefter reduceret væsentligt, idet

$$(4.1)' \quad \log C = \log \alpha_0 + \sum \alpha_i \log p_i + \frac{1}{2} \sum \sum \gamma_{ij} \log p_i \log p_j + \log Q \\ + \alpha_T T + \frac{1}{2} \gamma_{TT} T^2 + \gamma_{TQ} T \log Q + \sum \gamma_{Ti} T \log p_i$$

ligesom budgetandelene nu er

$$(4.2)' \quad S_i = \alpha_i + \sum \gamma_{ij} \log p_j + \gamma_{Ti} T.$$

Cobb-Douglas produktionsfunktionen kan fås som specialtilfælde af Translog funktionen, idet den ved elimination af alle 2.ordens leddene i (4.1) reduceres til (logaritmen til) den til Cobb-Douglas produktionsfunktionens svarende omkostningsfunktion. Dvs

$$S_i = \alpha_i + \gamma_{Ti} T$$

hvor trendleddet repræsenterer faktorforvridende teknologiske fremskridt, såfremt disse tillades.

Egen- og krydspriselasticiteterne under Translog-teknologien bliver hhv.

$$e_{ii} = (\gamma_{ii} + S_i(S_i - 1))/S_i \text{ og}$$

$$e_{ij} = (\gamma_{ij} + S_i S_j)/S_j \text{ for } i \neq j$$

Den partielle Allen substitutionselasticitet er defineret som

$$AES = \frac{C \frac{\partial^2 C}{\partial p_i \partial p_j}}{\frac{\partial C}{\partial p_i} \frac{\partial C}{\partial p_j}}$$

som kan reduceres til

$$\begin{aligned} \text{AES} &= (\delta \log x_i / \delta \log p_j) (1/S_j) \\ &= e_{ij} (1/S_j) \end{aligned}$$

I Translog omkostningsfunktionen bliver den lig

$$\begin{aligned} \text{AES} &= ((\gamma_{ij} + S_i S_j) / S_i) (1/S_j) \\ &= \gamma_{ij} / S_i S_j + 1 \end{aligned}$$

Separabilitet af et input mod en gruppe øvrige indebærer som tidligere nævnt at det optimale forbrug af dette input er uafhængig af sammensætningen af de øvrige.

Matematisk kan separabilitet af faktor h overfor faktor i og j udtrykkes som at Allen substitutionselasticiteterne mellem h og i og mellem h og j er ens, dvs

$$\text{AES}_{ih} = \text{AES}_{jh}$$

Fortolkningen er, at anvendelsen af faktor i og j stiger procentuelt lige meget ved en stigning i prisen på faktor h . Under Translogteknologien betyder betingelsen specielt at

$$\frac{\gamma_{ih} + S_i S_h}{S_i S_h} = \frac{\gamma_{jh} + S_j S_h}{S_j S_h}$$

I rækkeudviklingspunktet hvor priser og trends er normeret til 1 gælder specielt

$$\begin{aligned} \frac{\gamma_{ih} + \alpha_i \alpha_h}{\alpha_i \alpha_h} &= \frac{\gamma_{jh} + \alpha_j \alpha_h}{\alpha_j \alpha_h} \\ \Rightarrow \alpha_j [\gamma_{ih} + \alpha_i \alpha_h] &= \alpha_i [\gamma_{jh} + \alpha_j \alpha_h] \\ \Rightarrow \alpha_j \gamma_{ih} &= \alpha_i \gamma_{jh} \\ \Rightarrow \frac{\gamma_{ih}}{\gamma_{jh}} &= \frac{\alpha_i}{\alpha_j} \end{aligned}$$

dvs, at separabilitetsbetingelsen kan udtrykkes ved at forholdet mellem de krydsafledede mellem det separable input (h) og de øvrige (i og j) skal være konstant og lig forholdet mellem konstantleddene for de separable inputs i budgetandelsrelationerne.

4.1.2 Generaliseret Leontief

Den Generaliserede Leontief omkostningsfunktion (GL) er en anden ordens approximation, der blev introduceret af Diewert i en artikel fra 1971 (Diewert(1971)).

Funktionen ser således ud

$$(4.3) \quad C = h(Q) \sum_i \sum_j \beta_{ij} p_i^{1/2} p_j^{1/2}$$

hvor h er en kontinuert stigende funktion af produktionen Q , og β er en symmetrisk matrix af dimension faktor x faktor. Da produktionen Q er separabel fra priserne, er omkostningsfunktionen homothetisk, jf. bilag 3. Hvis funktionen har konstant skalaafkast er $h(Q)=Q$. En linær trend kan inkluderes ved at antage at $\beta_{ii} = \beta_{ii} + \beta_{Ti}T$, hvor $\sum_i \beta_{Ti} = 0$. En kvadratisk trend kan inkluderes ved at antage at $\beta_{ii} = \beta_{ii} + \beta_{1Ti}T + \beta_{2Ti}T^2$, hvor $\sum_i \beta_{1Ti} = \sum_i \beta_{2Ti} = 0$.

Den optimale faktorefterspørgsel er lig

$$(4.4) \quad X_i = dC/dp_i = h(Q) \sum_j \beta_{ij} p_j^{1/2} p_i^{-1/2}$$

Som det ses, vil en stigning i p_i føre til et fald i alle prisforholdene. Såfremt koefficienterne i β er positive vil X_i falde, i overstemmelse med den substitution, der sker over mod de andre faktorer. Er β_{ij} negativ er der ikke tale om substitutter, men komplementære inputs.

Idet $S_i = p_i X_i / \sum_n p_n X_n$ fås budgetandelen for faktor i som

$$(4.5) \quad S_i = p_i^{1/2} \sum_j (\beta_{ij} p_j^{1/2}) / (\sum_n \sum_m (\beta_{nm} p_n^{1/2} p_m^{1/2}))$$

Det ses af udtrykket at adding up og prishomogenitetsbetingelsen gælder. Tilbage er symmetribetingelsen, dvs de krydsafledede mht. priserne skal være lig hinanden, således at

$$\beta_{ij} = \beta_{ji}$$

Funktionen kan opfattes som en generalisering af en almindelig Leontief funktion. Det kan ses hvis $h(Q)$ sættes lig Q og β_{ij} sættes lig 0 for alle $i \neq j$. Ligning (4.4) reduceres da til $X_i = \beta_{ii} Q$, dvs almindelig limitational Leontief teknologi med prisafhængig inputsammensætning og inputforbrug proportionalt med output.

Egen- og krydspriselasticiteterne bliver hhv.

$$e_{ii} = 1/2 [(\beta_{ii} p_i^{1/2} / \sum_k \beta_{ik} p_k^{1/2}) - 1]$$

$$e_{ij} = 1/2 [\beta_{ij} p_j^{1/2} / \sum_k \beta_{ik} p_k^{1/2}], \quad i \neq j$$

Den partielle Allen substitutionselasticitet i Generaliseret Leontief omkostningsfunktionen bliver

$$\begin{aligned} AES &= (\delta \log x_i / \delta \log p_j) (1/S_j) \\ &= e_{ij} (1/S_j) \\ &= 1/2 [\beta_{ij} p_j^{1/2} / \sum_k \beta_{ik} p_k^{1/2}] (1/S_j) \end{aligned}$$

Separabilitet af faktor h kan igen udtrykkes som

$$\begin{aligned}
 AES_{ih} &= AES_{jh} \\
 \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{\beta_{ih} p_h^{1/2}}{\sum_k \beta_{ik} p_k^{1/2}} \frac{1}{S_h} &= \frac{1}{2} \frac{\beta_{jh} p_h^{1/2}}{\sum_l \beta_{jl} p_l^{1/2}} \frac{1}{S_h} \\
 \Rightarrow \frac{\beta_{ih}}{\sum_{k \neq h} \beta_{ik} p_k^{1/2}} &= \frac{\beta_{jh}}{\sum_{l \neq h} \beta_{jl} p_l^{1/2}} \\
 \Rightarrow \frac{\beta_{ih}}{\beta_{jh}} &= \frac{\sum_{k \neq h} \beta_{ik} p_k^{1/2}}{\sum_{l \neq h} \beta_{jl} p_l^{1/2}}
 \end{aligned}$$

I rækkeudviklingspunktet hvor priserne er normeret gælder specielt

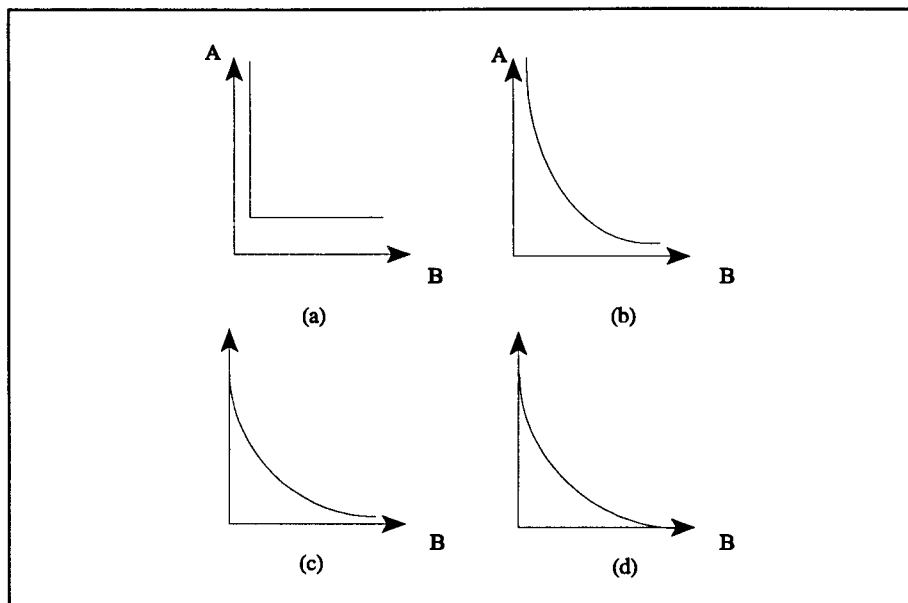
$$\frac{\beta_{ih}}{\beta_{jh}} = \frac{\sum_{k \neq h} \beta_{ik}}{\sum_{j \neq h} \beta_{jl}}$$

dvs, at separabilitetsbetingelsen kan udtrykkes ved at forholdet mellem de krydsafledede mellem det separable input (h) og de øvrige (i og j) skal være konstant og lig forholdet mellem summen af de krydsafledede for faktor i og j mht. de øvrige inputs, undtagen det separable (h).

Substitutionsmulighederne kan for en funktion med 2 inputs A og B grafisk illustreres ved de asymptoter isokvanten følger, som ses i figur 9. Akseværdien af disse asymptoter er netop β_{ij} -værdierne. I tilfældet med to produktionsfaktorer, der ikke er komplementære, (dvs $\beta_{AB} = \beta_{BA} \geq 0$) har vi fire udfald :

- a) $\beta_{AB} = 0$, illustreret i fig. a
- b) $\beta_{AB} > 0$, $\beta_{BB} > 0$, $\beta_{AA} > 0$, illustreret i fig. b
- c) $\beta_{AB} > 0$, $\beta_{BB} > 0$, $\beta_{AA} < 0$, illustreret i fig. c
- d) $\beta_{AB} > 0$, $\beta_{BB} < 0$, $\beta_{AA} < 0$, illustreret i fig. d

I tilfælde (a) er faktorerne ikke substitutter, men der produceres med fast input sammensætning. I (b) er de to inputs substitutter, men der kan ikke produceres udelukkende med det ene input, idet asymptoterne indikerer den minimale indsats af faktorerne. I tilfælde (c) kan faktor A helt undværes, mens i (d) kan de begge hver for sig udelukkes fra produktionen.



Figur 9. Substitutionsmuligheder i Generaliseret Leontief funktionen

4.2 Modelspecifikation og estimation

Der estimeres både statiske og dynamiske modeller. *Den statiske model* koncentrerer sig udelukkende om langsigtsammenhængen mellem priser, trends og de optimale budgetandele, der i Translogtilfældet er

$$(4.2)' \quad S_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \log p_j + \gamma_{Ti} T ,$$

og under Generaliseret Leontief er

$$(4.5) \quad S_i = p_i^{\beta_i} \sum_j (\beta_{ij} p_j^{\beta_{ij}}) / (\sum_n \sum_m (\beta_{nm} p_n^{\beta_{nm}} p_m^{\beta_{m}})) ,$$

hvor eventuel trend kan indgå i (4.5) ved at antage $\beta_{ii} = \beta_{ii}' + \beta_{Ti} T$.

I *den dynamiske model* tages også højde for den gradvise tilpasning til ligevægten på kort sigt. Det gøres i praksis ved at overlejlre langsigtsammenhængen med en kortsigtdynamik, ofte med en såkaldt fejlkorrektionsmodel, der specificerer ændringen i de faktiske budgetandele fra tid t-1 til tid t som

$$(4.6) \quad S_{i,t} - S_{i,t-1} = k_1 (S_{i,t}^* - S_{i,t-1}^*) + k_2 (S_{i,t-1}^* - S_{i,t-1}) ,$$

hvor k_1 og k_2 er parametre og * angiver værdien i langsigtsligevægten.

Fortolkningen af udtrykket er, at højre sides første led er første periodes tilpasning, idet det angiver den del (k_1) af tilpasningen fra foregående periodes optimale budgetandel $S_{i,t-1}^*$ til nuværende

periodes optimale andel $S_{i,t}^*$, der faktisk gennemføres. Højresidens andet led angiver tilpasningen på langt sigt, idet det angiver den del (k_2) af tilpasningen fra foregående periodes tilpasning af den faktiske budgetandel $S_{i,t-1}$ til foregåendes periodes optimale andel $S_{i,t-1}^*$, der faktisk gennemføres. Man kan sige, at k_1 angiver hastigheden af tilpasningen i første periode, mens k_2 angiver hastigheden på længere sigt, idet den beskriver nedskrivningen af tidligere uligevægte.

Løsningen til modellen er

$$(4.7) \quad S_{i,t} = k_1 S_{i,t}^* + (1-k_1) \left[k_2 \sum_{n=0}^{\infty} (1-k_2)^n S_{i,t-1-n}^* \right]$$

Af dette udtryk ses, at en vis del (k_1) af budgetandelen til tid t bestemmes i første periode, hvor kun k_1 har betydning for hastigheden i denne justering. En anden del ($1-k_1$) bestemmes derimod over en længere periode. Her beskriver k_2 tilpasningshastigheden, hvor de foregående års justeringer indgår med stadig lavere vægt - såfremt vel at mærke

$$|1-k_2| < 1,$$

som igen er ensbetydende med at

$$(4.8) \quad 0 < k_2 < 2.$$

Parameterværdierne for k_1 og k_2 angiver således det dynamiske forløb frem til langt-sigtslige vægten.

Der vælges at estimere den dynamiske model i et step. Alternativt kunne den såkaldte 2-step eller Engle-Granger metode (Engle-Granger, 1987) benyttes, hvor først langtsigtssammenhængen og herefter kortsigtodynamikken estimeres. Imidlertid har denne metode (jf. Harvey, 1990) givet dårlige resultater i små samples, idet estimaterne i langtsigtssrelationen kan blive forvredet. Engle-Granger metoden er anvendt på enkeltligninger, men parallelle resultater kunne forventes under systemestimation. Da samplet i dette studie er forholdsvis lille, skal der kun gøres forsøg med 1-step proceduren.

Langtsigtsrelationen i de dynamiske modeller testes for *co-integration*⁴. Det gøres i to trin, nemlig ved først at teste om budgetandelen og de relative priser hver for sig er integreret af første orden

⁴ En tidsserie er *integreret af a'te orden*, hvis den er stationær i a-differenser. Dvs, såfremt X_t er integreret af første orden ($X_t - I(1)$) kan den udtrykkes som $\Delta X_t = g_x + \mu_t$, hvor μ_t er en stationær proces med middelværdi nul. Tidserierne Y og X er *co-integrerede af orden a,b*, såfremt de begge er integreret af a'te orden og såfremt der eksisterer en lineær kombination af dem, der er integreret af a'te - b'te orden. Hvis de specielt er $CI(1,1)$ gælder det at der eksisterer et α , hvor $Y_t - \alpha X_t$ er en stationær serie.

vha. Dickey-Fuller⁵ teststørrelsen. Ved test af co-integration er nulhypotesen eksistens af enhedsrod. Kan den accepteres er tidsserien integreret af pågældende orden. Må den afvises, er den evt. integreret af lavere orden. Almindelig Dickey-Fuller test er kun valid hvis restleddene er ukorrelerede. Der benyttes derfor den såkaldte Augmented Dickey-Fuller test, der inddrager laggede værdier af ændringer i variabelen med henblik på at gøre restleddene ukorrelerede. Der afprøves desuden både modeller med konstantled og trend, der vælges hvis de bidrager signifikant til at forklare udviklingen.

Modellerne vil i sin formulering indebære en vis stationaritet for variablene, fordi der er tale om *prisforhold* og *budgetandele*. Der deles konsekvent igennem med andre variable på både højre og venstresiden i budgetandelsrelationerne, hvilket alt andet lige vil trække i retning af stationaritet i tidsserierne. Dette er en grundlæggende og ønskværdig egenskab mhp. at sikre estimationsmetodernes validitet. Hvis budgetandelene alligevel er integrerede af første orden, må der også være I(1) variable på højresiden for at de kan forklare udviklingen andelene. Herefter undersøges muligheden for en stationær linearkombination.

Resultaterne af test af integrationsorden af budgetandele og relative priser er gengivet i tabel 4 nedenfor, for de tre materialekombinationer, der senere viser sig at give bedst resultater under estimationerne iøvrigt (jf afsnit 4.3.1.1 for en fortegnelse over modellerne). Test af cointegration følger afsluttende i kapitlet.

I den første modelgruppe kan kun to af tre budgetandele og to af tre relative priser antages integreret af første orden. Det er budgetandelen for plast og det ene af de relative prisforhold hvor prisen på plast indgår, hvor dette ikke er opfyldt - de må antages integrerede af nul'te orden. Integration af anden orden afvises klart i alle tilfælde.

I den anden og tredje modelgruppe er alle budgetandele integrerede af første orden, mens det kun er tilfældet for to af tre prisforhold. I sidste tilfælde må hypotesen om integration af første orden afvises. Der er imidlertid ikke de store problemer ved dette, da et I(1) og I(0) prisforhold i princippet udemærket kan forklare en I(1) budgetandel.

⁵ Dickey-Fuller teststørrelsen tester eksistens af enhedsrod, dvs om ρ er lig 1 i nedenstående relation

$$X_t - X_{t-1} = (\rho - 1)X_{t-1} + \mu_t$$

(μ_t er hvid støj). Det testes her om tidsserien er integreret af første orden, dvs stationær i første ordens differencer. Nulhypotesen er $\rho = 1$. Kan det afvises, er serien muligvis integreret af lavere orden, i dette tilfælde af nul'te orden. Skal der testes integration af anden orden tages anden differencer af variabelen i ovenstående relation.

Da den samme tidsrække optræder som både forklarende variabel og responsvariabel, er begge variable (ikke uafhængigt) stokastiske, hvorved teststørrelsen ikke kan antages t-fordelt. Istedet har Dickey og Fuller beregnet fordelingen ved Monte-Carlo simulationer, hvis resultat kan findes i Fuller(1976).

Table 4. Dickey-Fuller test af integrationsorden for relative priser og budgetandele

Modelgruppe A: Plast, byggematerialer af metal og træ							
Budgetandele	$H_0 : I(2)$	Modelspec.	Konklusion	$H_0 : I(1)$	Modelspec.	Konklusion	Integrationsorden
Plast	-6,79	N ^{**} , 0 ^{***}	Afvist	-3,55	C, 0	Afvist	I(0)
Met-B	-4,47	N, 0	Afvist	-0,27	N, 0	Ikke afvist	I(1)
Træ	-6,30	N, 0	Afvist	-0,63	N, 0	Ikke afvist	I(1)
Relative priser							
$\text{Log}(P_{\text{met-B}}/P_{\text{plast}})$	-4,56	N, 0	Afvist	-2,88	C, 0	Ikke afvist	I(1)
$\text{Log}(P_{\text{træ}}/P_{\text{plast}})$	-4,39	N, 0	Afvist	-2,90	N, 0	Afvist	I(0)
$\text{Log}(P_{\text{træ}}/P_{\text{met-B}})$	-5,39	N, 1	Afvist	-1,93	N, 0	Ikke afvist	I(1)
Modelgruppe D: Byggematerialer af metal, beton og plast							
Budgetandele							
Met-B	-4,47	N, 0	Afvist	-0,27	N, 0	Ikke afvist	I(1)
Beton	-4,28	N, 0	Afvist	-0,49	N, 0	Ikke afvist	I(1)
Plast	-6,79	N, 0	Afvist	-0,34	N, 0	Ikke afvist	I(1)
Relative priser							
$\text{Log}(P_{\text{beton}}/P_{\text{met-B}})$	-5,06	N, 0	Afvist	-1,95	N, 0	Ikke afvist	I(1)
$\text{Log}(P_{\text{plast}}/P_{\text{met-B}})$	-4,56	N, 0	Afvist	-1,12	N, 0	Ikke afvist	I(1)
$\text{Log}(P_{\text{plast}}/P_{\text{beton}})$	-4,99	N, 0	Afvist	-2,26	N, 0	Afvist	I(0)
Modelgruppe E: Plast, metal og beton							
Budgetandele							
Plast	-6,98	N, 0	Afvist	-2,57	C, 0	Ikke afvist	I(1)
Metal	-4,77	N, 0	Afvist	-2,46	C, 0	Ikke afvist	I(1)
Beton	-4,65	N, 0	Afvist	-2,35	C, 0	Ikke afvist	I(1)
Relative priser							
$\text{Log}(P_{\text{metal}}/P_{\text{plast}})$	-4,65	N, 0	Afvist	-2,86	C, 0	Ikke afvist	I(1)
$\text{Log}(P_{\text{beton}}/P_{\text{plast}})$	-4,97	N, 0	Afvist	-2,16	C, 0	Ikke afvist	I(1)
$\text{Log}(P_{\text{beton}}/P_{\text{metal}})$	-5,87	N, 1	Afvist	-5,77	T, 1	Afvist	I(0)
MacKinnon 5% (N) ^{****}				-1,96			
MacKinnon 5% (C)				-2,99			
MacKinnon 5% (T)				-3,62			

Tabelnoter:

* I(x) angiver integrationsordenen.

** N angiver at hverken konstantled eller deterministisk trend er medtaget i modellen. Tilsvarende angiver C konstantled og T modeller med både trend og konstantled.

*** 0, 1 og 2 angiver om der er introduceret nul'te, første eller anden ordens laggede værdier af ændringer i variablen mhp. at sikre ukorrelerede restled.

**** Der benyttes MacKinnons kritiske værdier fra TSP-pakken, der afviger en smule fra Fullers (Fuller, 1976) kritiske værdier. MacKinnons er beregnet med finere intervaller.

Betragtes figurene i bilag 2, virker konklusionen af testen ikke overraskende for de tidsserier, der er integrerede af første orden og ej heller for $\text{log}(P_{\text{træ}}/P_{\text{plast}})$. Derimod kan det undre, at både budgetandelene for plast og $\text{log}(P_{\text{plast}}/P_{\text{beton}})$ og $\text{log}(P_{\text{beton}}/P_{\text{metal}})$ ikke kan antages integreret af første orden - serierne ser ikke særligt stationære ud. Man skal imidlertid passe på med at tillægge Dickey-Fuller testet for stor betydning, idet det især ved små tidsserier som denne vil indebære stor usikkerhed.

Det virker ikke helt berettiget at gå videre med co-integrationstest af budgetandelene og de relative priser i alle tilfælde, fordi variablene muligvis ikke er integreret af samme orden i første modelgruppe. Alligevel vil 3 test for indikation af eventuel co-integra-

tion blive gennemført for god ordens skyld for alle modeller. Disse test bygger på diverse estimationsresultater, hvorfor de gengives efter præsentationen af disse.

Det er som tidligere nævnt en teoretisk betingelse, at omkostningsfunktionen skal være *konkav*. I modsætning til adding-up og symmetri- og separabilitetsbetingelserne lægges denne restriktion ikke ind som forudsætning i selve det estimerede modelsystem, men testes derimod ex-post ved at undersøge om matricen af Allen-elasticiteter er negativ semi-definit (jf. bilag 3).

Der er brugt TSP version 4.2. Estimationsmetoden er LSQ, der benytter sig af FIML (Full Information Maximum Likelihood) metoden. Den estimerer alle ligninger i modellen på en gang og udmærker sig ved at være asymptotisk efficient for både lineære og ikke-lineære modeller, når restleddene er normalfordelte. Det er den eneste kendte efficiente estimator for ikke lineære modeller og selv hvis restleddene ikke er normalfordelte kan estimatoren stadig være asymptotisk efficient iflg. Hall (1992).

For at lette iterationerne i TSP's estimationer er den overordnede fremgangsmåde først at estimere den statiske model i simplest mulige version og herefter den tilsvarende dynamiske, hvor variablene er initialiseret med estimaterne fra den statiske model. Næste skridt er at introducere lineære og kvadratiske trends, samt separabilitetsantagelser en efter en, for først den statiske, derefter den dynamiske model. Ved hver ændring initialiseres parameter-værdierne til estimaterne fra den foregående kørsel.

Afsluttende skal nævnes, at der testes for trends, dynamik og separabilitet ved at benytte *Standard Likelihood Ratio teststørrelsen*, hvor den bedste specifikation findes ved at teste om den ene model fører til en signifikant højere Likelihood værdi end den anden. På denne måde testes også, hvorvidt det kan afvises at teknologien ligesåvel kunne beskrives ved specialtilfældet Cobb-Douglas under Translog og specialtilfældet Leontief under Generaliseret Leontief.

Teststørrelsen er lig $-2(L(H_0)-L(H_1))$, hvor $L(H_0)$ angiver den maksimerede Likelihood funktion for modellen underlagt nulhypotesen, og $L(H_1)$ den tilsvarende for modellen under den alternative hypotese. Teststørrelsen er asymptotisk χ_m^2 fordelt

under H_0 , hvor m er antal restriktioner, der er nødvendige til at definere nulhypotesen.⁶

Testrækkefølgen er følgende: Der tages udgangspunkt i den dynamiske model og indledningsvist testes for trends, fordi eksistens af disse har meget stor indflydelse på de øvrige estimater og det derfor er vigtigt at få klargjort hvorvidt modellen bør indeholde disse eller ej. Dernæst fokuseres på de dynamiske egenskaber, som er mere tilfredsstillende end en ren statisk model, såfremt man antager at producenten ikke har mulighed for øjeblikkelig tilpasning. Det må vurderes som den mest realistiske situation.

I bygge- og anlægsbranchen eksisterer en stor mængde entreprenører og håndværksvirksomheder, der oftest er specialiserede i bestemte materialer og teknikker (opstilling af færdige elementer af beton eller stål til bærende dele, støbning af beton på byggepladsen, opbygning af teglfacader, etc) og ejer maskiner beregnet til netop denne form for bygge- eller anlægsaktivitet. Hvis prisen på et materiale, f.eks stål, stiger, vil bygherren relativt hurtigt kunne omstille sin ordre fra den ene leverandør til den anden, f.eks fra en entreprenør specialiseret i bærende dele af stål til betonenterprise. Dvs, at der ikke er nogen stor forsinkelse i tilpasningen på kapitalsiden, idet hver entreprenør besidder de nødvendige maskiner. Imidlertid ligger der en betragtelig tidsforsinkelse i hele planlægningen af byggeriet, dvs, arkitektfasen, de ingeniørmæssige beregninger vedr. stabilitet og gennemførelse af de endelige aftaler med entreprenører til de forskellige dele af byggeriet. Fra det besluttes hvordan bygningen skal opbygges, går der et eller flere år til bygherren er klar til at gå igang, og da er det for sent at tage ændrede priser med i betragtning. Derudover kan selve byggeriet, særlig indenfor større anlægsvirksomhed, strække sig over en årrække. Beslutningen om brug af materialer i et bygningsprojekt ligger således ofte år før det aktuelle forbrug af disse.

I mange tilfælde er det nødvendigt at teste de dynamiske egenskaber uafhængigt af trendene, fordi de dynamiske modeller med trends som oftest giver ateoretiske resultater og derfor slet ikke medtages i testen. Hvis kun en enkelt dynamisk model (med eller uden trend) er valid, vil denne alt andet lige blive udpeget som den foretrukne.

⁶ LR teststørrelsen er en approximation til den "sande" teststørrelse

$$\Theta = L(H_1)/L(H_0),$$

hvor H_0 er den nastede model (H_1 modellen underlagt restriktioner). Jo større Likelihood værdi H_1 har i forhold til H_0 , desto mindre bliver Θ . Den kritiske værdi af Θ kan kun findes ud fra kendskab til den eksakte fordeling af denne. Da den ikke kendes, opereres istedet med

$$-2\log\Theta = 2\log L(H_1) - 2\log L(H_0),$$

der kan vises (ved gennemførelse af rækkeudvikling) at være χ^2 fordelt. Testen er bedst egnet til store samples og restriktionerne i den nastede model skal enten være lineære eller underlagt visse betingelser. Vores sample er ikke stor og separabilitetsrestriktionen ikke lineær, men på trods af dette anvendes testet i alle situationer i denne rapport.

Endelig testes separabilitet, hvor der i de fleste modeller ikke er nogle a priori præferencer. I modelgruppe A (plast, byggematerialer af metal og træ) og modelgruppe B og G (beton, metal/byggematerialer af metal og træ) kan alle materialer erstatte hinanden på kryds og tværs, f.eks. ved fabrikation af vinduer, gulve, vægge, tage, bærende dele i mindre bygninger og rør. I gruppe F og C (plast, træ og metal/byggematerialer af metal) er situationen den, at de fleste substitutionsmuligheder ligger mellem 2 af materialerne, således at det tredje bør holdes separabelt. Imidlertid kan der argumenteres for separabilitet af alle materialer, idet de alle har udbredte erstatningsmuligheder overfor et af de tre materialer - f.eks. mellem metal og træ ved bærende dele og vægge, mellem metal og plast ved rør eller mellem træ og plast ved gulve.

For disse modelgrupper foretages som sagt ikke nogen a priori præferencer vedrørende separabilitet. På forhånd kan restriktionen formodes at forbedre estimationerne fordi den reducerer antallet af fire parametre. Separabilitet undersøges simpelthen som et alternativ, der i visse tilfælde kan føre til en brugbar specifikation i en model med iøvrigt ateoretiske resultater. Der er flere situationer i de følgende estimationer, hvor kun modeller med separabilitet havde konkav omkostningsfunktion.

For modelgrupperne D og E derimod, (plast, beton og metal/byggematerialer af metal), er der gode grunde til at antage plast separabelt. Metal og beton er udbredte substitutter ved vægge og bærende dele i byggeri, anlægsarbejder mv. Substitutionsmulighederne mellem plast og disse materialer er langt mindre væsentlige. Der gøres derfor forsøg med a priori antagelser om separabilitet af plast her ved disse materialekombinationer.

Tabel 5. Antal restriktioner og tilhørende kritisk værdi i modeller med 3 inputs

H_1	H_0	Antal restriktioner i det samlede system	$\chi_{0,95}^2$
Dynamisk (ECM)	Statisk	2	5,991
Kvadratisk trend	Lineær trend	2	5,991
Lineær trend	Ingen trend	2	5,991
Ingen separabilitet	Faktor 1 separabel	1	3,841
Translog	Med sep.	Specialtilfældet Cobb-Douglas	5,991
	Uden sep.		7,815
Gen. Leontief	Med sep.	Specialtilfældet Leontief	5,991
	Uden sep.		7,815
Dynamisk (PAM)	Statisk	1	3,841
Dynamisk (GDM)	Dynamisk (PAM)	3	7,815

Ændringen i Likelihoodværdien holdes i hvert tilfælde op mod den relevante χ^2 , der gives afhængigt af signifikansniveau og antallet af restriktioner, der testes. I de aktuelle tilfælde med tre inputs bliver de kritiske værdier som opgjort i tabel 5.

Der figurerer to former for dynamiseringer, idet det i visse tilfælde gav bedst resultat at arbejde med specialtilfældet Partial Adjustment Modellen (PAM), hvor $k_1=k_2$ (jf. senere). For at komme fra Error Correction modellen (ECM) til det statiske tilfælde pålægges to restriktioner, idet $k_1=1$ og $k_2=1$. For at komme fra PAM til det statiske tilfælde (næstnederste række) pålægges derimod kun en enkelt restriktion, idet det i forvejen gælder at $k_1=k_2$. Hertil skal blot tilføjes at $k_1=1$.

Nederste række vedrører også restriktioner i de dynamiske modeller, idet den generelle model er The Generalized Disequilibrium Model (GDM), hvor der tillades at tilpasningshastigheder er forskellige for hvert input. PAM kan betragtes som et specialtilfælde af denne. Der pålægges i PAM 3 restriktioner i forhold til GDM, nemlig dels at alle off-diagonalelementer i matricen af tilpasningsparametre er nul (2 restriktioner, jf. afsnit 4.3.1), dels at alle diagonalelementerne er ens (1 restriktion, jf. afsnit 4.3.1), dvs ialt 3 restriktioner.

Fra specifikationen med den kvadratiske trend til lineær trend pålægges en restriktion i hver af de to budgetandelsrelationer (den tredje relation gives residualt), nemlig at koefficienten til den kvadratiske trend er lig nul. For at komme videre til specialtilfældet med ingen trend pålægges yderligere to restriktioner, idet koefficienterne til de lineære trends skal være nul.

Forskellen på tilfældet med separabilitet og det uden, er en enkelt restriktion, idet separabilitet af faktor 1 kan udtrykkes som konstant forhold mellem hhv. γ_{12} og γ_{13} og β_{12} og β_{13} i relation (2') og (5) ovenfor, som vist i afsnit 4.1.1 og 4.1.2. Endelig er der i specialtilfældene Cobb-Douglas og Leontief tale om at pålægge koefficienterne til priserne den restriktion, at de skal i førstnævnte tilfælde alle skal være nul og i andet tilfælde skal de krydsafledede være nul. I tilfældet uden separabilitet giver dette 3 restriktioner i det samlede system (jf. igen (2)' og (5) i afsnit 4.1). I tilfælde med separabilitet er der i forvejen lagt restriktion på en af faktorerne, hvorfor der blot skal lægges 2 restriktioner i hele systemet.

4.3 Resultater

4.3.1 Translogfunktionen

4.3.1.1 Estimationsresultater

På baggrund af den indledende screening i kapitel 3, vælges det at gøre forsøg med et større antal kombinationer af materialerne beton, plast, træ, byggematerialer af metal og andet metal. De to sidstnævnte materialer afprøves desuden som et samlet input, idet de aggregeres til variabelen "metal". Det gøres først og fremmest fordi det ikke viser sig modelmæssigt muligt (jf. nedenfor) at beskrive forbruget af inputtet "andet metal", hvorimod forbruget af byggematerialer af metal er langt lettere at modellere. Derudover giver forbruget af den aggregerede metalvare faktisk de bedste resultater. Ud fra en miljømæssig synsvinkel er der også ræson i at lade de to inputs optræde samlet, idet metallernes miljømæssige konsekvenser er nogenlunde ensartede. Derimod kan der godt argumenteres for, at de bør holdes adskilt ud fra en adfærdsmæssig synsvinkel, da produkterne anvendes til ret forskellige formål. Byggematerialer af metal er nemlig præfabrikerede produkter som dele til broer, tårne, master og andre konstruktioner til større anlægsvirksomhed eller vinduer, døre, tanke, radiatorer, kedler, VVS varer, skruer, søm etc. Ved "andet metal" er der derimod tale om plader, bånd, stænger, rør etc, der primært benyttes til væg- og tagbeklædning, samt mindre anlægsvirksomhed.

Også cement og glas viste sig som prisfølsomme inputs i kapitel 3. Der vælges imidlertid at se bort fra begge materialer. Glas fordi det udfylder en byggemæssig funktion for sig, og kun i mindre omfang substituerer andre materialer. Cement fordi dette materiale kun bruges direkte i bygge- og anlægsektoren i højest begrænset omfang - i så tilfælde benyttes det først og fremmest ved egenvedligeholdelse. Indirekte bruges det derimod i store mængder, da det indgår som væsentlig bestanddel i beton.

Modeller med 3 inputs

Følgende modeller betragtes:

Materialer	Model	Separabilitet af
Plast, byggematerialer af metal og træ	A1	Plast
	A2	Træ
	A3	Metal-b
Beton, byggematerialer af metal og træ	B1	Beton
	B2	Træ
	B3	Metal-b
Beton, plast og træ	C1	Beton
	C2	Plast
	C3	Træ
Plast, beton og byggematerialer af metal	D1	Plast
	D2	Metal-b
	D3	Beton

.. fortsættes næste side

Metal, plast og beton	E1	Metal
	E2	Plast
	E3	Beton
Metal, plast og træ	F1	Metal
	F2	Plast
	F3	Træ
Metal, beton og træ	G1	Metal
	G2	Beton
	G3	Træ

Der bliver arbejdet med både 3, 4 og 5 inputs, hvoraf der i det følgende først fokuseres på modeller med 3 materialer. Residualplots, faktiske og fittede budgetandele er gengivet i bilag 2.

Der er endvidere som nævnt afprøvet diverse modeller med "andet metal" som input. De gav imidlertid i næsten alle tilfælde ateoretiske resultater, idet at enten kunne omkostningsfunktionen ikke opfylde konkavitetens betingelse eller også var estimaterne for tilpasningsparametrene i den dynamiske model negative eller meget høje. Det må konkluderes, at modeltypen ikke kan beskrive efterspørgslen efter "andet metal" og det vælges derfor at undlade at præsentere de få specifikationer, hvor modellen var rimelig fornuftig.

Resultaterne af de øvrige modelestimationer præsenteres i de følgende tabel 9 til 34 undtaget modeller hvor enten konkavitetens betingelse ikke var opfyldt eller hvor tilpasningsparametrene i den dynamiske model gav indlysende ubrugelige resultater. Tabellerne for A2 og A3, D2 og D3, samt E2 og E3 indeholder kun resultater for specifikationer med separabilitetsrestriktion, idet de uden denne er sammenfaldende med tabellen for hhv. A1, D1 og E1. For grupperne B, C, F og G er kun modeller med separabilitet anvendelige, hvorfor der ikke er noget overlap.

Der vælges at præsentere estimater for konstantled, egen- og krydspriselasticiteter, værdier for tilpasningsparametrene i den dynamiske model, samt ændringer i budgetandelene per tidsenhed (dS/dt i det følgende). Alternativt kunne man vælge at præsentere koefficienterne til de lineære og kvadratiske trends, der principielt angiver hhv. hastigheden og accelerationen i ændringerne. Den årlige budgetandelsændring virker imidlertid lettere fortolkelig, fordi den fortæller hvor meget koefficienternes størrelse samlet betyder for ændringerne i andelen. I tilfælde med kvadratisk trend vil denne dS/dt ændre sig i løbet af perioden, hvorfor der både præsenteres værdier for 1970 og 1990.

Herudover gives værdier for logaritmen til likelihood funktionen for hele modellen, for standardafvigelsen og R^2 for hver relation i modellen (da den sidste relations parametre er residualberegnet, benyttes istedet værdier for Root Mean Square Error af de fittede budgetandele). Endelig angives værdierne for Durbin-Watson⁷

⁷ Durbin-Watson test-størrelsen indikerer graden af autokorrelerede restled. Hvis DW ligger omkring 2 antages ingen autokorrelation. Er den under 2 tyder det på positiv 1. ordens autokorrelation, er den over 2 tyder det på negativ 1.ordens autokorrelation.

teststørrelsen, der både indeholder information om autokorrelation og eventuel co-integration.

Der arbejdes med en dummy i årene 1982,1983 og 1984, idet der i denne periode ses store skift i budgetandelene for beton, træ og byggematerialer af metal uden modsvarende bevægelse i de relative priser. De i modelmæssigt henseende eksogene faktorer er først og fremmest det lave niveau for nybyggeriet i denne periode, jf. figur 1, der alt andet lige indebærer lavere forbrug af materialer som beton, træ og byggematerialer af metal. I samme periode skete der store forandringer indenfor anlægsvirksomhed, idet iværksættelsen af naturgasnettets udbygning i begyndelsen af 80'erne, der også havde store materialemæssige konsekvenser - i starten særligt for efterspørgslen efter metalmør, dvs. materialegruppen byggematerialer af metal. Herudover har et svigtende udbud af træ på det danske marked i samme periode, haft konsekvenser for forbruget af dette input. Der vælges ikke at afprøve flere dummier, selvom disse i visse tilfælde fører til et større antal brugbare modeller. Det gøres dels fordi der ikke altid ligger gode forklaringer på disse dummier, dels fordi det ikke er hensigtsmæssigt at arbejde med et større antal forskellige dummier i modellerne. Udgangspunktet er færrest muligt dummier.

Første gruppe af materialer er plast, byggematerialer af metal (forkortet met-B) og træ, dvs modellerne A1, A2 og A3.

Tabel 5. A1: Plast, byggematerialer af metal og træ

Statisk, ingen trend										
	Konstant	Priselasticiteter, 1980			Trend (dS/dt)		L, k ₁ , k ₂	R ²	St.Err.	DW
		Plast	Met-B	Træ	1970	1990				
Plast	0,11	-1,56	0,14	1,42			L=112,11	0,38	0,014	1,35
Met-B	0,36	0,04	-0,94	0,90				0,26	0,048	0,78
Træ	0,52	0,30	0,63	-0,93				0,27	0,050	
Statisk, ingen trend, plast separabel										
Plast	0,10	-1,84	0,76	1,08			L=111,26	0,33	0,014	1,30
Met-B	0,37	0,22	-1,12	0,90				0,27	0,047	0,79
Træ	0,52	0,22	0,63	-0,85				0,27	0,050	
Dynamisk - ECM, ingen trend, plast separabel										
Plast	0,12	-0,37	0,15	0,22			L=118,28 k ₁ =0,80 k ₂ =0,39	0,40	0,011	2,00
Met-B	0,36	0,05	-0,71	0,66				0,56	0,038	1,87
Træ	0,52	0,05	0,45	-0,50				0,52	0,041	
Statisk, kvadratisk trend, plast separabel										
Plast	0,12	-0,46	0,17	0,29	0,0023	0,0009	L=118,58	0,42	0,011	1,27
Met-B	0,33	0,06	-0,77	0,71	-0,0074	0,0161		0,56	0,038	1,29
Træ	0,55	0,66	0,43	-0,49	0,0051	-0,017		0,58	0,038	
Dynamisk - PAM, ingen trend										
Plast	0,13	-0,69	-0,37	1,06			L=118,66 k ₁ =k ₂ =0,48	0,45	0,011	2,15
Met-B	0,37	-0,12	-1,14	1,27				0,54	0,039	1,72
Træ	0,50	0,27	0,95	-1,22				0,53	0,041	
...Tabel 5 fortsættes næste side										

...Tabel 5 fortsat fra forrige side									
Dynamisk PAM, ingen trend, plast separabel									
Plast	0,12	-0,93	0,40	0,52		L=118,00	0,40	0,011	2,04
Met-B	0,38	0,12	-1,35	1,23		$k_1=k_2=0,46$	0,56	0,038	1,78
Træ	0,50	0,12	0,94	-1,07			0,54	0,040	

Elasticiteterne har de rigtige fortegn og er generelt ret store. Dette vil i de følgende modellspecifikationer vise sig som en gennemgående egenskab. Træ forekommer forholdsvist krydspriselastisk i modsætning til plast og byggematerialer af metal - her ses til gengæld pænt store egenpriselasticiteter. Introduktion af både dynamik og trends fører til lavere elasticiteter, idet der hermed tages forklaringskraft fra de trendede priser. R^2 værdierne er forholdsvist lave og DW størrelsen tyder på en vis positiv autokorrelation. Standardafvigelse er ret høje, særligt ved metal, set i forhold til budgetandelens størrelse.

Det er oplagt at forsøge sig med en forsimpning af modellen, hvor de to parametre sættes lig hinanden. Herved reduceres Error Correction Modellen til den såkaldte Partial Adjustment Model. I den nederste del af tabellen er resultaterne af dette eksperiment vist og under denne restriktion er det dynamiske tilfælde uden trend brugbar både med og uden separabilitet af plast. Det er derfor denne form for dynamisering, der testes i det følgende.

Følgende tabel 6 angiver resultatet af Likelihood Ratio testet. Den alternative hypotese er den mest generelle model, hvor ingen af parametrene er pålagt restriktioner - dvs, den dynamiske model med kvadratisk trend uden separabilitet. Nul hypotesen er den nede model, dvs. den generelle model underlagt restriktioner.

Tabel 6. Likelihood Ratio test for A1

	Dynamisk, T^2	Dynamisk, T^1	Dynamisk, PAM, T^0	Statisk, T^0	Separabilitet af plast (Dyn. T^0)	Statisk, T^0 , plast separabelt
Log Likelihood	n.a.	n.a.	118,66	112,11	118,00	111,26
Difference				6,55	0,66	6,74
Difference x 2				13,10	1,32	13,48
Kritisk χ^2 værdi				3,84	3,84	3,84
Konklusion				Afvist	Ikke afvist	Afvist

Den dynamiske model med trend kommer ud med meget store k_1 værdier, hvorfor kun tilfældet uden trend testes mod det statiske alternativ. Her afvises H_0 hypotesen om den statiske specifikation, idet den dynamiske giver en signifikant bedre beskrivelse. Derimod kan det ikke afvises, at der er separabilitet, idet hypotesen

om denne egenskab ikke leder til en signifikant nedgang i Likelihood værdien.

Tabel 7. A2: Byggematerialer af metal, træ og plast

Statisk, ingen trend, byggematerialer af metal separable										
	Kon-stant	Met-B	Træ	Plast	Trend		L, k ₁ , k ₂	R ²	St.Err.	DW
					1970	1990				
Met-B	0,36	-0,92	0,77	0,16			L=111,68	0,26	0,048	0,77
Træ	0,52	0,52	-0,78	0,26				0,26	0,040	0,86
Plast	0,11	0,52	1,25	-1,77				0,35	0,014	
Statisk, lineær trend, byggematerialer af metal separable										
Met-B	0,35	-0,43	0,35	0,07	0,0033		L=115,52	0,36	0,044	0,81
Træ	0,54	0,23	-0,36	0,13	-0,0048			0,45	0,043	0,99
Plast	0,11	0,23	0,62	-0,85	0,0015			0,42	0,013	

Model A2 (tabel 7) hvor byggematerialer af metal er separable viser igen plast som det generelt mest egenprisindefølsomme materiale. R² værdierne er ret lave i versionen uden trend, højere i den med trend. DW tyder på positiv autokorrelation og dermed på behov for dynamisering af modellen. Likelihood Ratio testet i tabel 8 nedenfor viser at separabilitet af metal ikke kan afvises i den statiske model, idet Likelihoodværdien ikke er signifikant lavere.

Tabel 8. Likelihood Ratio test for A2

	Statisk, T ⁰	
	Uden separabilitet af met-B	Med separabilitet af met-B
Log Likelihood	112,11	111,68
Difference		0,43
Difference x 2		0,86
Kritisk χ^2 værdi		3,84
Konklusion		Ikke afvist

Tabel 9. A3: Træ, byggematerialer af metal og plast

Statisk, ingen trend, træ separabel										
	Konstant	Træ	Met-B	Plast	Trend		L, k ₁ , k ₂	R ²	St.Err.	DW
					1970	1990				
Træ	0,51	-1,11	0,86	0,25			L=111,45	0,27	0,050	0,93
Met-B	0,38	1,16	-1,29	0,12				0,26	0,048	0,81
Plast	0,11	1,16	0,43	-1,59				0,36	0,014	

Kun den statiske model uden trend gav holdbare resultater under model A3, hvor træ er separabel (tabel 9). Igen ses lave R^2 værdier og høje standardafvigelser ved især træ og metal. Af testet nedenfor ses klar indikation af, at denne separabilitet ikke kan afvises.

Tabel 10. Likelihood ratio test for A3

	Statisk, T^0	
	Uden separabilitet af træ	Med separabilitet af træ
Log Likelihood	112,11	111,45
Difference		0,66
Difference x 2		1,32
Kritisk χ^2 værdi		3,84
Konklusion		Ikke afvist

For gruppen som helhed er det nok blandt A1, man skal finde den foretrukne model, idet der herunder er flest specifikationer, der opfylder konkavitetsbetingelsen og giver fornuftige estimater for tilpasningsparametrene, således at Likelihood Ratio test proceduren i hvert fald delvist kan køres igennem. Samtidig peger testet her på en dynamisk model (uden trend med plast separabel), hvilket alt andet lige er at foretrække for de statiske specifikationer.

Der kunne hverken afvises separabilitet af plast, beton eller træ. Modellen er altså stort set lige god, hvadenten det er det ene eller det andet input, der antages uafhængig af sammensætningen af de øvrige to inputs. Separabilitet indebærer at de to krydspriselasticiteter er ens for det separable input, dvs at de øvrige inputs har samme mængdemæssige ændring overfor prisændringer i det separable materiale. Når det ikke giver anledning til en signifikant forringelse i modellen at pålægge denne restriktion, må det være symptom på, at elasticiteterne i forvejen er forholdsvist tæt på hinanden eller alternativt, at der er så stor varians på estimaterne, at restriktionen får begrænset betydning.

Næste gruppe af materialer er beton, byggematerialer af metal og træ. Her gav kun en enkelt model valide resultater, nemlig model B1, der antager beton separabel (tabel 11).

Tabel 11. B1: Beton, byggematerialer af metal og træ

Statisk, ingen trend, beton separabel										
	Konstant	BetonMet-B Træ			Trend (dS/dt)		L, k_1 , k_2	R^2	St.Err.	DW
					1970	1990				
Beton	0,40	-1,08	0,46	0,63			L=108,04	0,65	0,023	1,69
Met-B	0,25	0,73	-1,43	0,70				0,52	0,035	0,92
Træ	0,34	0,73	0,51	-1,24				0,09	0,036	

Kun i det statiske tilfælde uden trend giver B1 brugbare estimater. Beton har størst krydsprisfølsomhed (overfor træ/metal aggregatet), mens byggematerialer af metal har stor egenpriselasticitet. DW værdien viser positiv autokorrelation og indikerer dermed udeladt dynamik og R^2 værdien for budgetandelsrelationen for træ er meget lav.

Tredie gruppe af materialer er plast, beton og byggematerialer af metal. Også her gav kun en enkelt kombination teoretisk korrekte resultater, nemlig model C1 med beton separabel (tabel 12). Der er lave R^2 værdier, særligt ved træ, og generelt lave krydspriselasticiteter - højest ved beton.

Tabel 12. C1: Beton, plast og træ

Statisk, ingen trend, beton separabel									
	Konstant	Beton	Plast	Træ	Trend	L, k_1 , k_2	R^2	St.Err.	DW
Beton	0,48	-0,44	0,08	0,37		L=125,22	0,35	0,027	1,22
Plast	0,09	0,42	-0,188	1,46			0,41	0,014	1,30
Træ	0,43	0,42	0,30	-0,72			0,18	0,029	

Fjerde gruppe af materialer er klart den kombination, der giver det største antal brugbare modeller indtil nu (tabel 13). Det er således efterspørgslen efter materialerne plast, beton og byggematerialer af metal, der indtil videre bedst beskrives ved Translog-tilgangen.

Igen har byggematerialer af metal og plast stor egenpriselasticitet og der udvises størst krydsprisfølsomhed overfor ændringer i prisen på beton. I mange modeller ses meget lav følsomhed af metal overfor ændringer i plastprisen. Introduceres en lineær eller kvadratisk trend optræder beton og plast som komplementære inputs. Der er imidlertid igen grund til at formode komplementaritet mellem disse to materialer ud fra en byggeteknisk synsvinkel. Modellens komplementaritetsegenskab må derfor her betragtes som tvivlsomme. Det kan skyldes, at trenden går ind og overtager prisernes rolle som forklarende variabel, idet begge materialer har trendmæssig udvikling i både priser og andele - budgetandelene for plast har været generelt stigende og den relative pris faldende. Den positive trend for plast kan netop forklare den stigende plastandel og dermed tage forklaringskraft fra de faldende relative priser. For beton har der været faldende budgetandele, som forklares med en negativ trend, i stedet for stigende relative priser.

Der ses iøvrigt generelt pæne R^2 værdier, positiv autokorrelation i statiske tilfælde og ingen i dynamiske. Standardafvigelse er nogenlunde lave, særligt ved beton, set i forhold til budgetandelens størrelse.

Antages plast separabel giver kørslerne nogenlunde samme resultater, på den måde at de samme specifikationer viser sig brugbare - under separabilitetsantagelsen dog tilmed den dynamiske version med kvadratisk trend. Egenpriselasticiteterne er forholdsvist ens med og uden separabilitet. Derimod skifter nogle af krydsprielasticiteterne fortegn, idet komplementariteten mellem plast og byggematerialer naturligt nok forsvinder eftersom plast per definition har samme elasticitet mht. de to øvrige inputs, hvis det er separabelt.

Tilpasningsparametrene ligger ret tæt på hinanden og i nederste del af tabellen er vist resultater for partial adjustment modellen, hvori de antages identiske. I dette specialtilfælde er specifikationer med trends ikke længere brugbare. Generelt bliver elasticiteterne en del større, sandsynligvis fordi de dynamiske parametre ikke kan tilpasse sig materialet i samme grad under restriktionen og således overlader en del forklaringskraft til priserne.

Den foretrukne specifikation kan findes i nedenstående tabel 14. I venstre halvdel af tabellen testes først den statiske mod den dynamiske specifikation. I begge tilfælde er modellen uden trends,

Table 13. D1: Plast, beton og byggematerialer af metal

Statisk, ingen trend										
	Konstant	Plast	Beton	Met-B	Trend (dS/dt)		L, k ₁ , k ₂	R ²	St.Err.	DW
					1970	1990				
Plast	0,10	-1,50	1,30	0,20			L=118,12	0,31	0,015	1,36
Beton	0,55	0,24	-1,07	0,83				0,68	0,035	1,34
Met-B	0,34	0,06	1,32	-1,38				0,63	0,036	
Dynamisk - ECM, ingen trend										
Plast	0,11	-0,89	0,83	0,06			L=124,00 k ₁ =0,59 k ₂ =0,52	0,36	0,012	2,17
Beton	0,54	0,17	-1,18	1,01				0,78	0,030	2,13
Met-B	0,35	0,02	1,59	-1,61				0,80	0,026	
Statisk, lineær trend										
Plast	0,10	0,74	-0,55	1,30	0,0029	0,0029	L=125,62	0,38	0,014	1,09
Beton	0,54	-0,10	-0,46	0,56	-0,0056	-0,0056		0,81	0,027	1,60
Met-B	0,35	0,37	0,87	-1,24	0,0027	0,0027		0,71	0,032	
Statisk, kvadratisk trend										
Plast	0,11	-0,57	-0,64	1,21	0,0061	-0,0008	L=133,2	0,54	0,012	1,39
Beton	0,55	-0,13	-0,64	0,77	0,0003	-0,0117		0,86	0,024	2,31
Met-B	0,33	0,40	1,27	-1,68	-0,0063	-0,0008		0,82	0,025	
Statisk, ingen trend, plast separabel										
Plast	0,10	-1,77	1,07	0,69			L=117,8	0,26	0,015	1,30
Beton	0,55	0,19	-1,07	0,88				0,69	0,035	1,35
Met-B	0,35	0,19	1,36	-1,55				0,65	0,035	
Dynamisk - ECM, ingen trend, plast separabel										
Plast	0,11	-1,02	0,62	0,40			L=123,90 k ₁ =0,58 k ₂ =0,50	0,34	0,013	2,11
Beton	0,54	0,12	-1,15	1,03				0,78	0,030	2,13
Met-B	0,35	0,12	1,59	-1,71				0,81	0,026	
...Tabel 13 fortsætter næste side										

...Tabel 13 fortsat fra forrige side										
Statisk, lineær trend, plast separabel										
Plast	0,11	-0,53	0,33	0,20	0,0021	0,0021	L=124,24	0,40	0,014	1,12
Beton	0,55	0,06	-0,48	0,42	-0,0050	-0,0050		0,78	0,029	1,43
Met-B	0,34	0,06	0,68	-0,75	0,0028	0,0028		0,66	0,034	
Statisk, kvadratisk trend, plast separabel										
Plast	0,12	-0,35	0,22	0,13	0,0037	-0,00008	L=126,67	0,43	0,012	1,35
Beton	0,56	0,05	-0,77	0,73	0,0021	-0,011		0,84	0,025	2,26
Met-B	0,32	0,04	1,27	-1,31	-0,0058	0,011		0,81	0,026	
Dynamisk - ECM, kvadratisk trend, plast separabel										
Plast	0,12	-0,23	0,14	0,08	0,0037	0,0002	L=128,34	0,49	0,011	1,87
Beton	0,55	0,03	-1,05	1,02	-0,0032	-0,0095	$k_1=0,69$	0,83	0,026	2,20
Met-B	0,33	0,03	1,70	-1,73	-0,0070	0,0093	$k_2=0,78$	0,82	0,025	
Dynamisk - PAM, ingen trend										
Plast	0,11	-1,00	0,90	0,10			L=123,94	0,36	0,013	2,14
Beton	0,54	0,18	-1,23	1,05			$k_1=k_2=0,54$	0,78	0,030	2,04
Met-B	0,35	0,03	1,62	-1,66				0,80	0,027	
Dynamisk - PAM, ingen trend, plast separabel										
Plast	0,11	-1,16	0,70	0,46			L=123,84	0,34	0,013	2,08
Beton	0,54	0,14	-1,20	1,07			$k_1=k_2=0,53$	0,79	0,029	2,04
Met-B	0,35	0,14	0,63	-1,77				0,81	0,026	

da den dynamiske med trends har alt for høje k_1 værdier og derfor ikke kan bruges. Det afvises at den statiske model giver en lige så god beskrivelse af data som den dynamiske. Herefter testes separabilitet i den dynamiske model, hvilket ikke kan afvises og endelig testes den statiske model uden trend med separabilitet mod den dynamiske ditto. Konklusionen er, at den statiske model kan afvises.

Tabel 14. Likelihood Ratio test for D1

	Dynamisk, T^0 (PAM)	Statisk, T^0	Dynamisk, T^0 (PAM)		Statisk, T^0 , med separabilitet
			Uden separabilitet af plast	Med separabilitet af plast	
Log Likelihood	123,94	118,12	123,94	123,84	117,80
Difference		5,82		0,10	6,04
Difference x 2		11,64		0,20	12,08
Kritisk χ^2 værdi		3,84		3,84	5,99
Konklusion		Afvist		Ikke afvist	Afvist

Indførelse af separabilitet for byggematerialer af metal fører generelt til et lidt svagere resultat end separabilitet af plast (jf. D1.), idet kun 5 specifikationer er brugbare (tabel 15). Også her forsvinder komplementariteten mellem plast og metalbyggematerialer ved indførelse af separabilitet, ligesom elasticiteterne igen bliver større under specialtilfældet $k_1=k_2$.

Tabel 15. D2: Byggematerialer af metal, beton og plast

Statisk, ingen trend, met-B separabel										
Met-B	0,35	-1,55	1,32	0,23		L=117,58	0,66	0,034	0,99	
Beton	0,55	0,85	-1,03	0,19			0,69	0,035	1,33	
Plast	0,10	0,85	1,06	-1,91			0,24	0,016		
Dynamisk ECM, ingen trend, met-B separabel										
Met-B	0,35	-1,81	1,52	0,08		L=123,39	0,81	0,026	2,11	
Beton	0,54	1,00	-1,07	0,08		$k_1=0,55$	0,79	0,030	2,07	
Plast	0,10	1,00	0,41	-1,41		$k_2=0,50$	0,29	0,013		
Statisk, kvadratisk trend, met-B separabel										
Met-B	0,35	-1,17	1,00	0,19	0,0020	0,0023	L=125,04	0,68	0,033	0,97
Beton	0,55	0,62	-0,60	-0,02	-0,0046	-0,0046		0,79	0,028	1,53
Plast	0,11	0,62	-0,12	-0,50	0,0026	0,0026		0,39	0,014	
Statisk, kvadratisk trend, met-B separabel										
Met-B	0,33	-1,61	1,34	0,27	-0,0058	0,0114	L=128,20	0,82	0,025	1,90
Beton	0,55	0,80	-0,71	-0,09	0,00087	-0,011		0,85	0,024	2,32
Plast	0,11	0,80	-0,45	-0,35	0,0050	0,000025		0,45	0,012	
Dynamisk - PAM, ingen trend, met-B separabel										
Met-B	0,36	-1,85	1,56	0,29			L=123,36	0,81	0,026	2,04
Beton	0,54	1,03	-1,12	0,09			$k_1=k_2=0,52$	0,79	0,029	2,01
Plast	0,10	1,03	0,48	-1,52				0,29	0,013	

I nedenstående tabel testes for separabilitet af byggematerialer af metal mod den foretrukne dynamiske specifikation under D1, hvilket ikke kan afvises. Herefter testes den statiske model uden trend og med separabilitet mod den dynamiske ditto. Konklusionen er, at udeladelsen af dynamik klart afvises.

Tabel 16. Likelihood Ratio test for D2

	Dynamisk (PAM), T^0		Statisk, T^0 , med separabilitet
	Uden separabilitet af met-B	Med separabilitet af met-B	
Log Likelihood	123,94	123,36	117,58
Difference		0,58	5,78
Difference x 2		1,16	11,56
Kritisk χ^2 værdi		3,84	3,84
Konklusion		Ikke afvist	Afvist

Indførelse af separabilitet af beton (model D3) giver 6 brugbare tilfælde (tabel 17). I et enkelt tilfælde (den dynamiske model med ingen trend) ses komplementaritet mellem byggematerialer af metal og plast. Reduceres til partial adjustment modellen fås 4 brugbare modeller og det ses, som det også var tilfældet ved D1 og D2, at elasticiteterne bliver generelt større.

Tabel 17. D3: Beton, byggematerialer af metal og plast

Statisk, ingen trend, beton separabel									
Beton	0,55	-1,07	0,83	0,24		L=118,12	0,68	0,036	1,34
Met-B	0,34	1,31	-1,37	0,06			0,63	0,036	0,95
Plast	0,10	1,31	0,19	-1,50			0,31	0,015	
Dynamisk - ECM, ingen trend, beton separabel									
Beton	0,55	-1,09	0,82	0,27		L=123,23	0,77	0,031	2,00
Met-B	0,33	1,34	-1,21	-0,13		$k_1=0,58$	0,79	0,027	1,88
Plast	0,11	1,34	-0,40	-0,94		$k_2=0,54$	0,37	0,012	
Statisk, lineær trend, beton separabel									
Beton	0,56	-0,24	0,18	0,06	-0,0064	L=124,17	0,77	0,030	1,38
Met-B	0,33	0,30	-0,47	0,16	0,0044		0,67	0,034	0,94
Plast	0,10	0,30	0,52	-0,82	0,0020		0,42	0,014	
Dynamisk - ECM, lineær trend, beton separabel									
Beton	0,56	-0,20	0,15	0,05	-0,0074	L=126,40	0,81	0,028	2,13
Met-B	0,33	0,25	-0,32	0,07	0,0057	$k_1=0,91$	0,80	0,027	2,00
Plast	0,11	0,25	0,21	-0,46	0,0017	$k_2=0,57$	0,47	0,011	
Statisk, kvadratisk trend, beton separabel									
Beton	0,57	-0,33	0,24	0,09	-0,0020 -0,0116	L=124,59	0,81	0,027	1,80
Met-B	0,31	0,44	-0,51	0,07	-0,0010 0,0118		0,77	0,028	1,42
Plast	0,11	0,44	0,21	-0,64	0,0031 -0,00020		0,42	0,012	
...Tabel 17 fortsættes næste side									
...Tabel 17 fortsat fra forrige side									
Dynamisk - ECM, kvadratisk trend, beton separabel									
Beton	0,56	-0,21	0,15	0,05	-0,0057 -0,0091	L=126,65	0,81	0,027	2,07
Met-B	0,32	0,27	-0,35	0,08	0,0029 0,0086	$k_1=0,88$	0,80	0,027	1,90
Plast	0,11	0,27	0,23	-0,50	0,0028 0,00047	$k_2=0,64$	0,48	0,011	
Dynamisk - PAM, ingen trend, beton separabel									
Beton	0,55	-1,12	0,84	0,28		L=123,21	0,77	0,030	1,94
Met-B	0,33	1,37	-1,24	-0,13		$k_1=k_2=0,56$	0,79	0,027	1,82
Plast	0,11	1,37	-0,38	-0,99			0,37	0,012	
Dynamisk - PAM, lineær trend, beton separabel									
Beton	0,56	-0,23	0,17	0,06	-0,00069	L=125,42	0,80	0,028	1,79
Met-B	0,33	0,30	-0,38	0,08	0,00509	$k_1=k_2=0,66$	0,78	0,028	1,59
Plast	0,11	0,30	0,23	-0,53	0,00179		0,47	0,011	
Dynamisk - PAM, kvadratisk trend, beton separabel									
Beton	0,56	-0,26	0,19	0,07	-0,004 -0,010	L=126,15	0,81	0,028	1,82
Met-B	0,32	0,35	-0,43	0,08	0,0011 0,010	$k_1=k_2=0,74$	0,79	0,027	1,60
Plast	0,11	0,35	0,22	-0,57	0,003 0,00014		0,48	0,011	

Separabilitetsantagelsen undersøges i nedenstående tabel, hvilket både gøres for en statisk og dynamisk model. Separabilitet af beton kan ikke afvises i den foretrukne dynamiske model, mens det statiske specialtilfælde med separabilitet godt kan afvises. Den dynamiske model uden trend og separabilitet af beton har imidlertid den tvivlsomme separabilitet mellem plast og byggematerialer af metal. Det er kun i meget få tilfælde realistisk at regne med at disse materialer følger hinanden (et enkelt eksempel er plastik

coatings til metalrør). For model D3 er det derfor ikke rimeligt at udpege en foretrukken model.

Table 18. Likelihood Ratio test for D3

	Dynamisk, T ⁰ (PAM)		Statisk, T ⁰
	Uden separabilitet af met-B	Med separabilitet af met-B	
Log Likelihood	123,94	123,21	118,12
Difference		0,73	5,09
Difference x 2		1,46	10,18
Kritisk χ^2 værdi		3,84	5,99
Konklusion		Ikke afvist	Afvist

For gruppen som helhed er det særdeles vanskeligt at pege på en foretrukken model. I ingen af de 3 tilfælde kunne separabilitet afvises i den foretrukne model, ligesom modeller med manglende dynamik var signifikant ringere. Skal der antages et enkelt materiale separabelt fra de øvrige ud fra byggetekniske overvejelser må det, som nævnt i afsnit 4.2, blive plast, idet de 2 øvrige inputs, byggematerialer af metal og beton, er udbredte substitutter ved vægge og bærende dele i byggeri, anlægsarbejder mv. Plast kan også substituere begge disse materialer ved f.eks rør, men disse materialeforskydninger er langt mindre væsentlige. Den foretrukne model for gruppen som helhed bør derfor være den dynamiske uden trend, enten uden separabilitet eller med separabilitet af plast.

Endelig har vi femte gruppe af materialer, hvor det aggregerede metalinput indgår. Det viser sig, at denne beskrivelse af metal generelt fører til bedre resultater end både modeller med byggematerialer af metal eller modeller med andet metal, idet et meget stort antal specifikationer giver konsistente modeller.

Metalaggregatet viser sig ikke som et specielt egenprisfølsomt materiale, men har f. hv. stor krydsprisfølsomhed (tabel 19). Dynamisering af modellen, samt introduktion af trends sænker elasticiteterne, som det er set i mange af de foregående modeller. I visse tilfælde bliver plast og beton ligefrem komplementære, da trendene går ind og forklarer udviklingen i budgetandelene i stedet for de trendede priser. De tilbageblevne bevægelser i budgetandelene tolkes da som komplementaritet.

Tabel 19. E1: Metal, Plast, Beton

Statisk, ingen trend										
	Konstant	Metal	Plast	Beton	ds/dt		L, k ₁ , k ₂	R ²	St.Err.	DW
					1970	1990				
Metal	0,40	-0,49	0,23	0,26			L=121,74	0,52	0,033	1,03
Plast	0,09	1,05	-2,40	1,36				0,46	0,014	1,32
Beton	0,51	0,21	0,23	-0,44				0,38	0,036	
Statisk, lineær trend										
Metal	0,40	-0,75	0,33	0,43	-0,0008		L=129,84	0,56	0,031	1,21
Plast	0,10	1,37	-1,05	-0,32	0,00291			0,68	0,011	1,44
Beton	0,50	0,34	-0,06	-0,28	-0,0021			0,56	0,031	
Dynamisk, lineær trend										
Metal	0,40	-0,15	0,09	0,06	0,0018		L=130,81 k ₁ =1,03 k ₂ =0,52 (t=4,44)	0,65	0,027	2,10
Plast	0,10	0,37	-0,56	0,19	0,0022			0,68	0,009	2,22
Beton	0,50	0,05	0,04	-0,08	-0,0040			0,60	0,030	
Statisk, kvadratisk trend										
Metal	0,38	-0,49	0,23	0,26	-0,0079	0,0107	L=137,14	0,71	0,025	1,87
Plast	0,10	0,86	-0,82	-0,05	0,0044	0,0005		0,73	0,009	1,54
Beton	0,52	0,19	-0,01	-0,18	0,0035	-0,0112		0,66	0,027	
Dynamisk, kvadratisk trend										
Metal	0,38	-0,38	0,19	0,19			L=132,83 k ₁ =0,85 k ₂ =0,81 (t=4,995)	0,68	0,026	1,93
Plast	0,10	0,71	-0,59	-0,12				0,71	0,009	1,84
Beton	0,52	0,14	-0,02	-0,11				0,65	0,028	
Statisk, kvadratisk trend, metal separabel										
Metal	0,40	-0,38	0,06	0,33			L=120,64	0,42	0,036	0,88
Plast	0,09	0,26	-1,93	1,67				0,51	0,013	1,39
Beton	0,51	0,26	0,29	-0,55				0,35	0,038	
Statisk, lineær trend, metal separabel										
Metal	0,40	-0,89	0,14	0,74	-0,0025		L=127,84	0,47	0,034	1,21
Plast	0,10	0,59	-0,78	0,19	0,0026			0,67	0,011	1,24
Beton	0,50	0,59	0,04	-0,63	-0,0001			0,49	0,033	
Statisk, kvadratisk trend, metal separabel										
Metal	0,37	-0,54	0,09	0,45	-0,0086	0,0096	L=131,30	0,66	0,0026	1,85
Plast	0,10	0,32	-0,51	0,18	0,0041	0,0004		0,68	0,009	1,43
Beton	0,52	0,32	0,04	-0,36	0,0045	-0,0100		0,65	0,028	
Dynamisk, kvadratisk trend, metal separabel										
Metal	0,38	-0,43	0,07	0,36	-0,0073	0,0089	L=132,29 k ₁ =0,89 k ₂ =0,77 (4,85)	0,66	0,027	2,00
Plast	0,10	0,26	-0,44	0,18	0,0039	0,00057		0,71	0,009	1,87
Beton	0,52	0,26	0,04	-0,30	0,0034	-0,0095		0,63	0,028	

R^2 værdierne er i alle modeller pænt høje og standardafvigelseerne nogenlunde lave for plast, højere for metal og beton. DW viser positiv autokorrelation i de statistiske modeller. Tilpasningsparametrene ligger relativt tæt på hinanden, hvorfor der er klart incitament til at afprøve PAM modellen. Da den foretrukne, jf. nedenfor, imidlertid er en statistisk model er resultaterne af dette af pladshensyn ikke gengivet.

Den foretrukne model er den statistiske med lineær trend, jf. tabel 20, øverste halvdel. Desværre indeholder denne model komplementaritet mellem plast og beton og er derfor mindre hensigtsmæssig, da der ikke er nogen grund til at prioritere denne egenskab. Det kan afvises at metal er separabelt i denne specifikation.

Tabel 20: Likelihood Ratio test for E1

	Dynamisk, T ²	Dynamisk, T ¹	Dynamisk, T ⁰	Statisk, T ¹	Statisk, T ⁰
Log Likelihood	132,83	130,81	n.a.	129,84	121,74
Difference		2,02		0,97	8,1
2 x difference		4,04		1,94	16,2
Kritisk χ^2 værdi		5,99		5,99	5,99
Konklusion		Ikke afvist		Ikke afvist	Afvist
	Statisk, T ¹				
	Uden separabilitet af metal		Med separabilitet af metal		
Log Likelihood	129,84		127,84		
Difference			2,00		
2 x difference			4,00		
Kritisk χ^2 værdi			3,84		
Konklusion			Afvist		

Tabel 21: E2: Plast, metal og beton

Statisk, ingen trend, plast separabel										
	Konstant	Plast	Metal	Beton	ds/dt		L, k ₁ , k ₂	R ²	St.Err.	DW
					1970	1990				
Plast	0,09	-2,41	1,06	1,35			L=121,74	0,46	0,014	1,32
Metal	0,40	0,23	-0,49	0,26				0,52	0,033	1,03
Beton	0,51	0,23	0,21	-0,44				0,39	0,036	
Statisk, lineær trend, plast separabel										
Plast	0,10	-1,03	0,46	0,58	0,0020		L=127,47	0,67	0,011	1,29
Metal	0,40	0,11	-0,51	0,40	-0,0011			0,47	0,034	1,00
Beton	0,50	0,11	0,32	-0,43	-0,0009			0,47	0,033	
..Tabel 21 fortsætter næste side										

..Tabel 21 fortsat fra forrige side										
Dynamisk, lineær trend, plast separabel										
Plast	0,10	-0,53	0,23	0,29	0,0020		L=130,77	0,68	0,009	2,25
Metal	0,40	0,06	-0,14	0,08	0,0018		k ₁ =1,12	0,65	0,027	2,13
Beton	0,50	0,06	0,07	-0,13	-0,0038		k ₂ =0,50 (4,48)	0,60	0,030	
Statisk, kvadratisk trend, plast separabel										
Plast	0,10	-0,63	0,26	0,37	0,00375	0,00026	L=131,13	0,68	0,009	1,42
Metal	0,37	0,07	-0,39	0,32	-0,0083	0,0104		0,66	0,027	1,78
Beton	0,52	0,07	0,23	-0,30	0,0046	-0,0107		0,64	0,028	
Dynamisk, kvadratisk trend, plast separabel										
Plast	0,10	-0,54	0,23	0,31	0,0036	0,00054	L=132,29	0,71	0,009	1,91
Metal	0,38	0,06	-0,26	0,19	-0,0066	0,0095	k ₁ =0,93	0,66	0,026	2,00
Beton	0,52	0,06	0,14	-0,20	0,0029	-0,0100	k ₂ =0,74 (4,60)	0,63	0,028	

Ved model E2 (tabel 21) er plast antaget separabelt, hvad der afvises i den foretrukne model uden separabilitet (den statiske med lineær trend), jf. tabel 22.

Tabel 22: Likelihood Ratio test for E2

	Statisk, T ¹	
	Uden separabilitet af plast	Med separabilitet af plast
Log Likelihood	129,84	127,47
Difference		2,37
2 x difference		4,74
Kritisk χ^2 værdi		3,84
Konklusion		Afvist

Tabel 23. E3: Beton, plast og metal

Statisk, ingen trend, beton separabel										
	Konstant	Beton	Plast	Metal	ds/dt		L, k ₁ , k ₂	R ²	St.Err.	DW
					1970	1990				
Beton	0,51	-0,46	0,08	0,38			L=118,89	0,47	0,034	1,35
Plast	0,09	0,47	-2,52	2,05				0,24	0,016	0,91
Metal	0,41	0,47	0,43	-0,91				0,58	0,031	
Statisk, lineær trend, beton separabel										
Beton	0,50	-0,18	0,03	0,15	-0,0024		L=128,98	0,50	0,032	1,26
Plast	0,09	0,18	-1,24	1,06	0,0023			0,69	0,010	1,41
Metal	0,40	0,18	0,25	-0,43	0,00007			0,52	0,032	

...Tabel 23 fortsætter næste side

...Tabel 23 fortsat fra forrige side										
Dynamisk, lineær trend, beton separabel										
Beton	0,50	-0,07	0,01	0,06	-0,0039		L=130,78	0,60	0,029	2,12
Plast	0,10	0,07	-0,55	0,48	-0,0023		$k_1=0,96$	0,68	0,009	2,19
Metal	0,40	0,07	0,12	-0,19	0,0016		$k_2=0,53$ (4,45)	0,64	0,027	
Statisk, kvadratisk trend, beton separabel										
Beton	0,52	-0,14	0,03	0,11	0,0036	-0,0116	L=131,70	0,65	0,028	1,91
Plast	0,10	0,16	-0,76	0,60	0,0037	0,0007		0,68	0,009	1,44
Metal	0,38	0,16	0,16	-0,32	-0,0073	0,0109		0,68	0,026	
Dynamisk, kvadratisk trend, beton separabel										
Beton	0,52	-0,08	0,02	0,06	0,0023	-0,0109	L=132,69	0,64	0,028	2,04
Plast	0,10	0,9	-0,66	0,57	0,0037	0,0009	$k_1=0,89$	0,71	0,009	1,87
Metal	0,38	0,9	0,15	-0,24	-0,0061	0,0100	$k_2=0,77$ (4,74)	0,67	0,026	

Under E3 er beton separabelt, hvad der ikke kan afvises, jf. tabel 24 nedenfor. Den foretrukne model er som ved model E1 og E2 den statiske med lineær trend. Igen viser plast høj egenprissfølsomhed, beton og metal lavere. R^2 værdierne er generelt lidt lavere og standardafvigelseerne lidt højere sammenlignet med modellen uden separabilitet.

Tabel 24. Likelihood Ratio test for E3

	Statisk, T^1		Statisk, T^0 , med separabilitet af beton
	Uden separabilitet af beton	Med separabilitet af beton	
Log Likelihood	129,84	128,98	118,89
Difference		0,86	10,09
2 x difference		1,72	20,18
Kritisk χ^2 værdi		3,84	5,99
Konklusion		Ikke afvist	Afvist

Materialekombinationen metal, plast og beton er som helhed en robust specifikation, der giver et stort antal modeller at udvælge den bedste iblandt. Netop disse tre inputs kan således med fordel beskrives vha. Translog teknologi og de adfærdsantagelser, der iøvrigt ligger i modellen. Den foretrukne specifikation er i alle tilfælde statisk med lineær trend. Det kan afvises at metal og plast er separabelt, men ikke at beton er det. Ud fra en byggeteknisk synsvinkel er det dog ikke oplagt at antage beton separabelt, idet beton og metal som ovenfor beskrevet er udbredte substitutter.

Istedet kunne man vælge den statiske model med lineær trend for gruppen som helhed, men her ses en mindre hensigtsmæssig komplementaritet mellem plast og beton - der ingen grund til at formode at disse materialer "følges ad".

En tredje mulighed er, at antage separabilitet af plast a priori, hvilket der som før nævnt er gode byggetekniske argumenter for. Hermed forsvinder komplementariteten og der landes på en dynamisk specifikation med lineær trend som den foretrukne. I denne model kan separabilitet af plast ikke afvises. Konklusionen er, at byttes der om på testrækkefølgen, således at det som udgangspunkt antages at plast er separabelt, opnår man 2 ting; dels undgår man den uheldige separabilitet af beton, dels den tvivlsomme komplementaritet mellem plast og beton. Derudover landes på en dynamisk model som den foretrukne, hvilket alt andet lige er at foretrække for den statiske. Nedenfor er den reviderede test gengivet.

Tabel 25. Likelihood Ratio test for E3, plast separabel

Plast separabel	Dynamisk, T ²	Dynamisk, T ¹	Dynamisk, T ⁰	Statisk, T ¹	Statisk, T ⁰	Dynamisk, T ¹	
						Uden separabilitet af plast	Med separabilitet af plast
Log Likelihood	132,29	130,77	n.a.	127,47	121,74	130,81	130,77
Difference		1,52		3,3	9,03		0,04
2 x difference		3,04		6,6	18,06		0,08
Kritisk χ^2 værdi		5,99		5,99	9,49		3,84
Konklusion		Ikke afvist		Afvist	Afvist		Ikke afvist

Sjette gruppe af materialer er metal, plast og beton. Resultaterne er her mindre gode, og kun specifikationer med separabilitet giver brugbare resultater. Det betyder at det ikke er muligt at teste denne antagelse.

Tabel 26. F1: Metal, plast og træ

Statisk, ingen trend, metal separabel										
	Konstant	Metal	Plast	Træ	ds/dt		L, k ₁ , k ₂	R ²	St.Err.	DW
					1970	1990				
Metal	0,42	-0,09	0,02	0,07			L=116,44	0,12	0,046	0,63
Plast	0,10	0,06	-2,03	1,96				0,58	0,012	1,41
Træ	0,48	0,06	0,41	-0,47				0,00	0,050	
Statisk, lineær trend, metal separabel										
Metal	0,43	-1,03	0,18	0,85	-0,0035		L=121,43	0,19	0,044	0,84
Plast	0,10	0,78	-1,05	0,27	0,0023			0,70	0,010	1,39
Træ	0,47	0,78	0,06	-0,83	0,0012			0,06	0,045	
...Tabel 26 fortsætter næste side										

...Tabel 26 fortsat fra forrige side										
Statisk, kvadratisk trend, metal separabel										
Metal	0,39	-0,81	0,14	0,67	-0,0142	0,0128	L=126,49	0,50	0,034	1,41
Plast	0,11	0,52	-0,34	-0,18	0,0040	0,0013		0,71	0,009	1,46
Træ	0,50	0,52	-0,04	-0,48	0,0102	-0,0141		0,42	0,036	

Model F1 (tabel 26) fanger den generelle tendens til høj egenprisfølsomhed for plast, lavere for metal og træ. Krydspriselasticiteterne er meget lave i tilfældet uden trend. Introduktion af trends får de fleste elasticiteter til at stige en del. Samtidig er R^2 værdierne for metal og træ ekstremt lave og standardafvigelseerne forholdsvis høje. Der er positiv autokorrelation som tegn på udeladt dynamik. Den foretrukne model er den statiske med kvadratiske trend, som det fremgår af tabel 27.

Tabel 27. Likelihood Ratio test for F1

Metal separabel	Statisk, T^2	Statisk, T^1	Statisk, T^0
Log Likelihood	126,49	121,43	116,44
Difference		5,06	10,05
2 x difference		10,12	20,10
Kritisk χ^2 værdi		5,99	9,49
Konklusion		Afvist	Afvist

Antages plast separabel (tabel 28) er kun statiske modeller med trends valide, og af disse er modellen med kvadratisk trend den bedste. R^2 værdien for træ er ekstremt lav i modellen med lineær trend.

Tabel 28. F2: Plast, metal og træ

Statisk, lineær trend, plast separabel										
	Konstant	Plast	Metal	Træ	ds/dt		L, k_1 , k_2	R^2	St.Err.	DW
					1970	1990				
Plast	0,10	-1,28	0,60	0,68	0,0018		L=121,46	0,69	0,010	1,42
Metal	0,42	0,14	-0,37	0,23	-0,0013			0,21	0,043	0,71
Træ	0,48	0,14	0,20	-0,34	-0,0005			0,06	0,045	
Statisk, kvadratisk trend, plast separabel										
Plast	0,11	-0,64	0,27	0,36	0,0030	0,0011	L=125,87	0,68	0,009	1,39
Metal	0,38	0,07	-0,38	0,25	-0,0132	0,0146		0,51	0,034	1,32
Træ	0,51	0,07	0,19	-0,26	0,010	-0,0157		0,43	0,036	

Tabel 29. Likelihood Ratio test for F2

Plast separabel	Statisk, T ²	Statisk, T ¹
Log Likelihood	125,87	121,46
Difference		4,41
2 x difference		8,82
Kritisk χ^2 værdi		5,99
Konklusion		Afvist

Endelig kan træ antages separabelt (tabel 30), hvilket heller ikke fører til opmuntrende resultater. I dette tilfælde kom kun en enkelt specifikation ud med konsistente estimater, nemlig den statiske uden trend.

Tabel 30. F3: Træ, plast og metal

A: Stat, ingen trend, træ separabel										
	Konstant	Træ	Plast	Metal	ds/dt		L, k ₁ , k ₂	R ²	St.Err.	DW
					1970	1990				
Træ	0,48	-0,51	0,09	0,42			L=110,95	0,08	0,044	0,88
Plast	0,09	0,47	-2,33	1,87				0,26	0,016	0,90
Metal	0,43	0,46	0,42	-0,88				0,27	0,043	

For gruppen som helhed er det ikke muligt at udpege en foretrukken model, idet separabilitetsantagelsen som nævnt ovenfor ikke kan testes. I alle tilfælde landes på statiske modeller. Af disse kunne man evt. foretrække modellen med metal separabel, idet denne specifikation giver flest teoretisk konsistente modeller. I tilfældene med træ og plast separabelt formår modellen kun at beskrive materialeforbruget i hhv. en og to versioner.

Syvende og sidste gruppe er materialerne metal, beton og træ, hvor ikke en eneste model gav anvendelige resultater. Modeltypen er åbenbart ikke i stand til at fange udviklingen i disse materialer i den givne kombination. Noget lignende sås i gruppen af materialerne byggematerialer af metal, beton og træ - også her gav de fleste modeller ateoretiske resultater.

Generelt er modeller med plast de bedste, sandsynligvis fordi plast er det input, der har den mest entydige pris/budgetandels-sammenhæng. Prisen har været jævnt faldende relativt til de øvrige priser, mens forbruget har været jævnt stigende og disse pænt modsatrettede bevægelser sikrer at modellens antagelser holder. Omvendt er et materiale som f.eks. træ vanskeligt at beskrive for modellen, idet der her ses forholdsvis tilfældig udvikling i relative priser og budgetandele, jf. figur 2 eller bilag 1.

4.3.1.2 Det dynamiske forløb

Der gælder visse regler omkring værdierne af tilpasningsparametrene for at sikre en jævn tilpasning til langtsigtslige vægten. Som omtalt tidligere skal k_2 , der har betydning for tilpasningen på længere sigt, ligge mellem 0 og 2. Det ses imidlertid af (7), at k_2 værdier mellem 1 og 2 vil føre til skiftende fortegn i $(1-k_2)^n$ leddet, hvorfor tilpasningsforløbet ikke bliver jævnt, men præget af store skift.

Også værdierne af k_1 har betydning for tilpasningsforløbet. k_1 bestemmer tilpasningsforløbet på kort sigt og må ligge indenfor helt bestemte intervaller for at sikre forløbet mod initial overreaktion. Problemet fremkommer i de tilfælde, hvor inputtene er relativt prisuelastiske. Her gælder det, at omkostningsandelen for det uelastiske input vil stige ved pristigninger, idet producentens reduktion i faktorforbruget ikke kompenserer prisstigningen fuldt ud. En værdi af k_1 mellem 0 og 1 vil ganske vist sikre at omkostningsandelen reduceres mindre på kort end på langt sigt, men samtidig vil faktorforbruget reduceres *mere* på kort end på langt sigt - netop fordi kortsigtsomkostningsandelen er mindre.

Et forsøg på at opstille generelle retningslinier for relationerne mellem k_1 , k_2 og elasticiteterne kan findes i Andersen og Trier (1995). Det kan vises, at følgende sammenhæng gælder mellem egenpriselasticiteterne e_{ii} , budgetandelelasticiteten SE_{ii} og budgetandelen S_i , hvor * refererer til langtsigtsværdien:

$$(4.9^*) \quad e_{ii}^* = se_{ii}^* + S_i^* - 1$$

Initial overreaktion fremkommer når kortsigtspriselasticiteten er numerisk større end langtsigtsværdien. Såfremt det antages at kortsigtsbudgetelasticiteten approximativt er lig den tilsvarende optimale værdi gange k_1 , kan der med udgangspunkt i

$$(4.9) \quad e_{ii} = k_1 se_{ii}^* + S_i^* - 1$$

og (4.9*) argumenteres for, at det i tilfældet med initial overreaktion, dvs

$$e_{ii} < e_{ii}^*,$$

må gælde at *enten* er

$$k_1 > 1 \text{ og } SE_{ii}^* < 0$$

eller

$$k_1 < 1 \text{ og } SE_{ii}^* > 0.$$

Og tilsvarende gælder det ved jævn initial tilpasning at

$$e_{ii} > e_{ii}^*,$$

hvorved det gælder at enten er

$$k_1 > 1 \text{ og } SE_{ii}^* > 0$$

eller

$$k_1 < 1 \text{ og } SE_{ii}^* < 0.$$

Opadtil begrænses k_1 værdierne af værdien $(1-S_i^*)/SE_{ii}^*$, der netop fører til at $e_{ii}=e_{ii}^*$. Bemærk iøvrigt at denne værdi ved meget store budgetandele i kombination med meget store budgetandelselasticiteter kan være mindre end 1, hvorfor visse intervaller for k_1 kan blive tomme.

På grundlag af ovenstående kan tabel 31 nedenfor opstilles, hvor k_1 angiver forløbet i første periode, mens k_2 angiver det videre forløb (der ses for enkeltheds skyld bort fra krydspriseffekterne):

Tabel 31. Tilpasningsforløb givet k_1 og k_2

	$SE_{ii}^* > 0$	$SE_{ii}^* < 0$
$0 < k_1 < 1$	Initial overreaktion	Jævnt
$0 < k_2 < 1$	Jævnt	
$0 < k_1 < 1$	Initial overreaktion	Skiftende
$1 < k_2 < 2$	Skiftende	
$1 < k_1 < (1-S_i^*)/SE_{ii}^*$	Jævnt	Initial overreaktion
$0 < k_2 < 1$		Jævnt
$1 < k_1 < (1-S_i^*)/SE_{ii}^*$	Skiftende	Initial overreaktion
$1 < k_2 < 2$		Skiftende

I det følgende beregnes værdierne af SE_{ii}^* (vha. (4.9)) for samtlige dynamiske modeller mhp. at undersøge dens fortegn. Er den negativ vil tilpasningen foregå pænt, mens en positiv værdi vil føre til initial overreaktion, såfremt k_1 ligger mellem 0 og 1. Ligger k_1 mellem 1 og $(1-S_i^*)/SE_{ii}^*$, vil en negativ SE_{ii}^* føre til initial overreaktion.

Tabel 32. Budgetandelselasticiteter for dynamiske TL modeller

			S_1	S_2	S_3	e_{11}	e_{22}	e_{33}	SE_{11}	SE_{22}	SE_{33}	Tilpasning
A1	ECM	T^0 , 1 sep.	0,09	0,37	0,54	-0,37	-0,71	-0,50	0,54	-0,08	-0,04	IO
		T^0				-0,69	-1,14	-1,22	0,22	-0,51	-0,76	IO
	PAM	T^0 , 1 sep.				-0,93	-1,35	-1,07	-0,02	-0,72	-0,61	Jævn
D1	ECM	T^0	0,09	0,55	0,36	-0,89	-1,18	-1,61	0,02	-0,73	-0,97	IO
		T^0 , 1 sep.				-1,02	-1,15	-1,71	-0,11	-0,70	-1,07	Jævn
	PAM	T^0				-1,00	-1,23	-1,66	-0,09	-0,78	-1,02	Jævn
		T^0 , 1 sep.				-1,16	-1,20	-1,77	-0,25	-0,75	-1,13	Jævn

...Tabel 32 fortsættes næste side

...Tabel 32 fortsat fra forrige side

D2	ECM	T ⁰	0,36	0,55	0,09	-1,61	-1,19	-0,89	-1,97	-0,74	0,02	IO
		T ⁰ , 1 sep.				-1,81	-1,07	-1,41	-1,17	-0,62	-0,50	Jævn
	PAM	T ⁰				-1,66	-1,23	-1,00	-1,02	-0,78	-0,09	Jævn
		T ⁰ , 1 sep.				-1,85	-1,12	-1,52	-0,21	-0,67	-0,61	Jævn
D3	ECM	T ⁰	0,55	0,36	0,09	-1,18	-1,61	-0,89	-0,73	-0,97	-0,02	Jævn
		T ⁰ , 1 sep.				-1,09	-1,21	-0,94	-0,64	-0,57	-0,03	Jævn
		T, 1 sep.				-0,20	-0,32	-0,46	0,25	0,32	0,45	IO
		T ² , 1 sep.				-0,21	-0,35	-0,50	0,24	0,29	0,41	IO
	PAM	T ⁰				-1,23	-1,66	-1,00	-0,78	-1,02	-0,09	Jævn
		T ⁰ , 1 sep.				-1,12	-1,24	-0,99	-0,67	-0,60	-0,08	Jævn
		T, 1 sep.				-0,23	-0,38	-0,53	0,22	0,26	0,38	IO
		T ² , 1 sep.				-0,26	-0,43	-0,57	0,19	0,21	0,34	IO
E1	ECM	T ^{1*}	0,42	0,08	0,50	-0,15	-0,56	-0,08	0,43	0,36	0,42	Jævn
		T ²				-0,38	-0,59	-0,11	0,20	0,33	0,39	IO
		T ² , 1 sep.				-0,43	-0,44	-0,30	0,15	0,48	0,20	IO
E3	ECM	T ¹ , 1 sep.	0,50	0,08	0,42	-0,07	-0,55	-0,19	0,43	0,37	0,39	IO
		T ² , 1 sep.				-0,08	-0,66	-0,24	0,42	0,26	0,34	IO
E2	ECM	T ¹ , 1 sep.*	0,08	0,42	0,50	-0,53	-0,14	-0,13	0,39	0,44	0,37	Jævn
		T ² , 1 sep.				-0,54	-0,26	-0,20	0,38	0,32	0,30	IO

Tabelnoter:

ECM er Error Correction Model

PAM er Partial Adjustment Model

T⁰ angiver ingen trend, T lineær trend og T² kvadratisk trend.

1 sep. er antagelse om separabilitet for faktor 1.

IO angiver Initial overreaktion

* Angiver at $1 < k_1 < [(1-S_1')/SE_{11}']$

Som det ses er der for næsten alle materialegrupperne en eller flere specifikationer hvor samtlige inputs omkostningsandele tilpasser sig langtsigtslige vægten jævnt. Det drejer sig i alle tilfælde om modeller uden trend, dog undtaget tilfældene under E1 og E2. Ellers ses generelt initial overreaktion i modeller med lineære eller kvadratiske trends. Denne sammenhæng mellem trends og tilpasningsforløb skyldes den tidligere omtalte omstændighed, hvor trendene går ind og forklarer en del af udviklingen, hvorfor priserne nødvendigvis må forklare en mindre del, resulterende i lavere priselasticiteter. De lavere priselasticiteter fører til positive budgetandelselasticiteter, således at der sker initial overreaktion, jf. tabel 32. Det gælder dog ikke modellerne E1 og E2, hvor $k_1 > 1$, idet budgetandelselasticiteterne her netop skal være positive for at opnå jævn tilpasning.

For hver af materialeinputkombinationerne kan der udpeges en foretrukket specifikation, alt efter Likelihood Ratio testens udfald. De opsummeres i det følgende. Modeller med initial overreaktion i tilpasningen og modeller hvor separabilitet afvises, er ikke medtaget. Diagrammet med faktiske bilag og fittede budgetandele samt residualen er gengivet i bilag IV for de foretrukne modeller - dog ikke for grupperne

B og C, der generelt er svage. For grupperne D og E udpeges samme specifikation for TL og GL (hhv. D1 og E2), hvorfor kun diagrammer for GL (estimeres i afsnit 4.3.2) gengives.

Tabel 33. Opsamling af resultater

MATERIALER	MODEL	FORETRUKKEN	FORETRUKKEN FOR HELE GRUPPEN
Plast, byggematerialer af metal og træ	A1	Dynamisk, uden trend, plast separabel	Dynamisk, uden trend, plast separabel
	A2	Statisk, uden trend, byggematerialer af metal sep.	
	A3	Statisk, uden trend, træ separabel	
Beton, byggematerialer af metal og træ	B1	Statisk, uden trend, beton separabel	Statisk, uden trend, beton separabel
	B2	Ingen model	
	B3	Ingen model	
Beton, plast og træ	C1	Statisk, uden trend, beton separabel	Statisk, uden trend, beton separabel
	C2	Ingen model	
	C3	Ingen model	
...Tabel 33 fortsættes næste side			
Plast, beton og byggematerialer af metal	D1	Dynamisk, uden trend, plast separabel	Dynamisk, ingen trend, plast separabelt
	D2	Dynamisk, uden trend, byggematerialer af metal separable	
	D3	Ingen model	
Metal, plast og beton	E1	Statisk, lineær trend	Dynamisk, lineær trend, plast separabel
	E2	Statisk, lineær trend <i>eller</i> dynamisk, lineær trend, plast separabelt	
	E3	Statisk, lineær trend, beton separabel	
Metal, plast og træ	F1	Statisk, kvadratisk trend, metal separabel	Statisk, kvadratisk trend, metal separabelt.
	F2	Statisk, kvadratisk trend, plast separabel	
	F3	Statisk, ingen trend, træ separabel.	
Metal, beton og træ	G1	Ingen model	
	G2	Ingen model	
	G3	Ingen model	

Rationalet bag udvælgelsen af den foretrukne model for hver modelgruppe er, at hvor det er muligt, foretrækkes en dynamisk specifikation. Det er ikke muligt at teste denne egenskab imellem modellerne indenfor hver gruppe, da de adskilles ved separabilitet af forskellig materialer. Dynamiske modeller foretrækkes derfor alt andet lige.

Der undgås desuden tilfælde med komplementaritet, medmindre der er en byggeteknisk begrundelse for dette. Der undgås også modeller med meget lave R^2 værdier og høje standardafvigelse, som visse af modellerne har for et enkelt input.

4.3.1.3 Test af specialtilfældet Cobb-Douglas

I det følgende testes hvorvidt de foretrukne modeller ligesåvel kan beskrives ved specialtilfældet Cobb-Douglas. Som omtalt i kapitel 3 implicerer denne teknologi at der produceres i faste budgetandele. Testen i dette kapitel adskiller sig fra den i kap. 3 foretagne ved at der her er tale om andele af de ovenfor anvendte materialegrupper. I kap.3 var der derimod tale om andele af produktionsværdien i bygge- og anlægssektoren.

Tabel 34. Test af specialtilfældet Cobb-Douglas for foretrukne specifikationer

		L	Difference	Difference x 2	Kritisk χ^2 værdi	Konklusion
A1	Translog	118,28				
	Cobb-D.	117,38	0,90	1,80	5,99	Ikke afvist
A2	Translog	111,68				
	Cobb-D.	106,24	5,44	10,88	5,99	Afvist
A3	Translog	111,45				
	Cobb-D.	106,24	5,21	10,42	5,99	Afvist
B1	Translog	108,04				
	Cobb-D.	106,59	1,45	2,90	5,99	Ikke afvist
C1	Translog	125,22				
	Cobb-D.	120,70	4,52	9,04	5,99	Afvist
D1	Translog	123,84				
	Cobb-D.	121,46	2,38	4,76	5,99	Ikke afvist
D2	Translog	123,39				
	Cobb-D.	121,41	1,98	3,96	5,99	Ikke afvist
E1	Translog	129,84				
	Cobb-D.	127,37	2,47	4,94	5,99	Ikke afvist
E2	Translog	130,77				
	Cobb-D.	129,29	1,48	2,96	5,99	Ikke afvist
E3	Translog	128,98				
	Cobb-D.	127,37	1,61	3,22	5,99	Ikke afvist
F1	Translog	126,49				
	Cobb-D.	125,48	1,01	2,02	5,99	Ikke afvist
F2	Translog	125,87				
	Cobb-D.	125,48	0,39	0,78	5,99	Ikke afvist
F3	Translog	110,95				
	Cobb-D.	106,37	4,58	9,16	5,99	Afvist

Som det fremgår kan hypotesen om Cobb-Douglas teknologi ikke afvises i de fleste tilfælde. Priselasticiteterne er mao. generelt så høje, at de alternativt kunne beskrives ved en teknologi, der antager en substitutionselasticitet mellem alle faktorer på 1, hvormed budgetandelene er uafhængige af de aktuelle prisforhold. De modeller, der fører til afvisning har oftest kvadratisk trend. At det netop er tilfældet under den kvadratiske trend er ikke underligt - denne form for trend er jo en meget fleksibel forklarende variabel, der har god mulighed for at tage forklaringskraft fra priserne.

Af pladshensyn vælges ikke at vise parameterverdier for de modeller, hvor Cobb-Douglas specificationen er velegnet. De kan iøvrigt beregnes ret enkelt. Som vi så i afsnit 4.1.1 er γ_{ij} lig nul og budgetandelene under Cobb-Douglas lig

$$S_i = \alpha_i + \gamma_{Ti}T$$

hvor trendleddet angiver faktorforvridende teknologiske fremskridt. Da trendene er normeret i basisåret, svarer dette til at

$$e_{hi} = \frac{S_h S_i}{S_h} = S_i = \alpha_i$$

Krydspriselasticiteterne er således lig konstantleddet for det input prisen ændres på. Af samme årsag er krydspriselasticiteterne ens for hver søjle, svarende til separabilitet for alle materialer. Da substitutionselasticiteten mellem alle materialer er lig 1, vil forbruget af to inputs altid reagere ens på det tredje inputs prisstigning, hvormed separabilitetsantagelsen automatisk er opfyldt under Cobb-Douglas teknologien.

4.3.1.4 Test af den generaliserede uligevægtsmodel

I det foregående blev det i flere tilfælde konkluderet, at PAM modellen var ligeså god som den mere generelle ECM. Forskellen er som beskrevet, at der tillades forskellige tilpasningshastigheder på kort og langt sigt.

Man kan imidlertid også betragte en anden generalisering af PAM, nemlig at budgetandelene for de forskellige materialer har forskellig tilpasningshastighed (men stadig ens for givet materiale på kort og langt sigt). En mulighed er, at lade uligevægten på et inputmarked påvirke tilpasningen på de øvrige markeder - heraf navnet Generalized Disequilibrium Model (GDM). Et eksempel kunne være svigtende udbud på et marked (f.eks svigtende udbud af træ, som vi oplevede det herhjemme i starten af 80'erne), der fører til overforbrug af andre materialer. I denne model vil de enkelte faktorerers budgetandel have forskellige tilpasningsparametre og disse parametre vil afhænge af afvigelsen fra den faktiske til den optimale budgetandel for de øvrige inputs.

GDM modellen ser ud som følger

$$(4.10) \quad S_t - S_{t-1} = K (S_t^* - S_{t-1})$$

hvor S_t og S_t^* er vektorer af hhv. de faktiske og optimale budgetandele og K er en matrix af tilpasningskoefficienter. I et system med n faktorer vil den have dimensionen $n \times n$. Diagonalelementerne angiver de enkelte andeles tilpasning til de optimale værdier, mens off-diagonalelementerne angiver hvordan tilpasningen af den enkelte faktor påvirkes af uligevægten på de andre faktormarkeder. Hvis off-diagonal elementerne er nul, reduceres (4.10) til PAM modellen.

Løsningen til (4.10) er

$$(4.11) \quad S_t = K \sum_{\tau=0}^{\infty} (I-K)^{\tau} S_{t-\tau}^*, \quad \tau = 0 \text{ til uendelig}$$

Det kan vises, at omkostningsandelene summer til en, såfremt (jf. Berndt og Savin, 1975) at alle søjler i K summer til den samme parameter k . I PAM tilfældet implicerer dette, at tilpasningshastighederne er ens for alle faktorer.

Rent empirisk er det ikke muligt at estimere hele K matricen, idet den n 'te faktors budgetandel bestemmes residualt, da ligningssystemet er singularært. Det kan imidlertid vises (Berndt og Savin, 1975), at pålæggelse af en lineær restriktion for hver relation kan lede til identifikation af hele K matricen.

Der opereres i praksis med et reduceret $((n-1) \times (n-1))$ system, hvor budgetandelen for den i -te faktor bliver (jf. Nielsen & Andersen, 1986)

$$(4.12) \quad s_{i,t} = \sum_j (k_{ij}^n s_{j,t}^*) + (1-k_{ii}^n) s_{i,t-1} - \sum_m (k_{im}^n s_{m,t-1})$$

hvor $k_{ij}^n = k_{ij} - k_{in}$ og $j, m = 1$ til $n-1$ og $m \neq i$. Det er altså ikke K matricen der estimeres, men derimod et sæt af k^n værdier, hvorfra de underliggende k værdier kan beregnes ved pålæggelse af de ovenfor omtalte restriktioner.

Der er gjort forsøg med GDM modellen for de foretrukne dynamiske modeller A1, D1 og E2. Nedenstående tabel viser Likelihood Ratio testet for disse, holdt op mod den alternative model, specialtilfældet PAM.

PAM modellen accepteres klart i alle tilfælde, og Likelihood Ratio værdierne er så tæt på hinanden at testet klart viser, at der ikke er behov for den generaliserede model. Forudsætningen om ens tilpasningsspor for alle faktorer budgetandel og ingen indvirkning fra den ene andels afvigelse på den andens, fører således ikke til en signifikant dårligere model.

Tabel 35. Likelihood Ratio test for GDM modellen versus PAM

	A1: Ingen trend, plast sep.		D1 : Ingen trend, plast sep.		E2 : Lin. trend, plast sep.	
	GDM	PAM	GDM	PAM	GDM	PAM
Log Likelihood	119,36	118,00	124,11	123,84	131,83	130,77
Difference		1,36		0,27		1,06
2 x difference		2,72		0,54		2,12
Kritisk χ^2 værdi*		11,07		11,07		11,07
Konklusion		Ikke afvist		Ikke afvist		Ikke afvist

Tabelnote:

Antallet af restriktioner er 5. Der forudsættes dels at alle off-diagonal elementer er nul, dels at alle tilpasningsparametre er ens. I 3-faktor-tilfældet estimeres 2 relationer, hvorfor første betingelse udgør 4 restriktioner (en for hver relation), mens den anden betingelse udgør en restriktion, ialt 5 restriktioner.

4.3.1.5 Test af cointegration

Afsluttende testes for cointegration i langtsigtsrelationen for de foretrukne modeller. Der vælges at se på tre teststørrelser⁸. Den første er Dickey-Fuller testet, der er omtalt tidligere. Dickey-Fuller testet for co-integration mellem to tidsserier tester om en linearkombination af dem er stationær. Det gøres helt konkret ved at regressere første ordens differencerne for residualerne fra estimation af co-integrationssammenhængen på de laggede residualer og herefter teste om koefficienten til denne forklarende variabel er nul.

Under I(1)-testet af de enkelte variable i budgetandelsrelationerne i afsnit 4.2 blev MacKinnons kritiske værdier fra TSP-programmet benyttet (jf. note til tabel 7). Til co-integrationstesten kan TSP's kritiske værdier fra selve testet af enhedsrod i residualrelationen ikke benyttes. Da residualerne fra estimation af modellen skal summe til nul, vil der være en tendens til stationaritet i deres fordeling. Jo flere regressorer der er i modellen, desto mere vil sumrestriktionen på residualerne betyde. De kritiske værdier må derfor korrigeres for dette ved at benyttes kritiske værdier for en model svarende til budgetandelsmodellen mht. antal regressorer mv. istedet for TSP's MacKinnon værdier fra test af enhedsrod.

Den anden er test af DW størrelsen fra langtsigtssammenhængen, som foreslået af Sargan og Bhargava (1983). Det drejer sig om den såkaldte Cointegrating Regression DW (CRDW) test, hvor tidsserierne formodes cointegrerede såfremt CRDW størrelsen fra den

*Testene er ikke udviklet til et flerligningssystem som dette. Ved Dickey-Fuller testes f.eks. i praksis om residualerne fra cointegrationssammenhængen er stationære. I et flerligningssystem vil hver relations residualer imidlertid afhænge af de øvrige relationer. Det er mao. ikke muligt at adskille effekterne fra de enkelte variable. Der eksisterer cointegrationstest til flerligningssystemer, udviklet af Søren Johansen (Johansen (1988), Johansen (1989)). Som omtalt i afsnit 4.2. virker det ikke helt berettiget at gå videre med cointegrationstest, hvorfor der blot skal benyttes de følgende relativt simple test. Man skal blot være opmærksom på, at de kun kan give en indikation af cointegrationslignende egenskaber.

statiske langsigtsrelation er signifikant større end nul. De kritiske værdier for mindre samples for denne test kan findes i Engle & Yoo (1987). Der testes helt konkret om restleddene fra cointegrationsrelationen er integrerede af første orden, idet dette kan udtrykkes ved at de følger en AR(1) proces med koefficient μ , hvor $\mu = 1$ (ensbetydende med af DW = 0). Kan dette afvises kan de antages stationære og testen vil dermed indikere co-integration. En svaghed ved dette test er, at der under alle omstændigheder testes mod alternativet AR(1) proces (blot uden restriktion af μ), hvilket er en klasse af ret specielle tilfælde. Resultaterne er gengivet i tabellen nedenfor.

Den tredje test tager udgangspunkt i t-værdierne for tilpasningskoefficienten på langt sigt, som foreslået af Kremers m.fl (1992). t-værdierne kaldes ECM teststørrelsen og nulhypotesen er om k_2 er lig nul. Kan den ikke afvises, er der ingen cointegration. Rationalet bag dette test er, at t-værdien indikerer hvor stærk tilpasningen på langt sigt er, idet netop denne tilpasning muliggør sammenbinding af variablene på langt sigt. Den er iflg. Kremer (1992) stærkere end Dickey-Fuller testet, fordi den er baseret på en model, hvor kortsigtdynamikken er modelleret. Dickey-Fuller testet baserer sig i modsætning hertil på residualerne fra langsigtsammenhængen, jf. ovenfor.

Imidlertid forudsætter ECM-testet at cointegrationsvektoren er kendt og at der er konstantled i denne. Det kan altså strengt taget ikke anvendes i en model hvor langsigtsrelationen estimeres sammen med kortsigtdynamikken. Det bliver dog alligevel anvendt, blot som en grov indikation af cointegrerende egenskaber. De kritiske værdier for testet kan findes i Banerjee, Dolado & Mestre (1993) og resultaterne i tabellen nedenfor igen forudsætter disse værdier at cointegrationsvektoren er kendt. De kritiske værdier ville formodentligt ligge højere hvis langsigtsammenhængen skulle estimeres. T-stat bør derfor ligge et godt stykke over de kritiske værdier. Således vurderes testet ved model A1 at indikere ingen co-integration selvom t-værdien er ganske lidt højere end den kritiske værdi.

Tabel 36. Test af cointegration for de foretrukne modeller

Dickey-Fuller test $H_0: I(1)$, dvs ikke co-integration				
Model A1: Plast, byggematerialer af metal og træ				
	DF	MacKinnon 5%	Konklusion	
Budgetandelsrelation 1	-5,73	-4,11	Afvist	Cointegration
Budgetandelsrelation 2	-4,32		Afvist	Cointegration
Budgetandelsrelation 3	-4,02		Ikke afvist	Ingen cointegration
Model D1: Plast, byggematerialer af metal og beton				
Budgetandelsrelation 1	-5,25	-4,11	Afvist	Cointegration
Budgetandelsrelation 2	-5,92		Afvist	Cointegration
Budgetandelsrelation 3	-4,35		Afvist	Cointegration
...Tabel 36 fortsætter næste side				

...Tabel 36 fortsat fra forrige side				
Model E2: Plast, metal og beton				
Budgetandelsrelation 1	-5,99	-4,11	Afvist	Cointegration
Budgetandelsrelation 2	-5,29		Afvist	Cointegration
Budgetandelsrelation 3	-5,23		Afvist	Cointegration
CRDW test $H_0: DW = 0$, dvs ikke co-integration				
Model A1: Plast, byggematerialer af metal og træ				
	DW	Kritisk værdi*	Konklusion	
Budgetandelsrelation 1	1,30	1,52	Ikke afvist	Ingen cointegration
Budgetandelsrelation 2	0,79		Ikke afvist	Ingen cointegration
Model D1: Plast, byggematerialer af metal og beton				
Budgetandelsrelation 1	1,30	1,52	Ikke afvist	Ingen cointegration
Budgetandelsrelation 2	1,35		Ikke afvist	Ingen cointegration
Model E2: Plast, metal og beton				
Budgetandelsrelation 1	1,29	1,52	Ikke afvist	Ingen cointegration
Budgetandelsrelation 2	1,00		Ikke afvist	Ingen cointegration
ECM test $H_0: k_2=0$, dvs ikke co-integration				
	t-værdi	Kritisk værdi	Konklusion	
Model A1: Plast, byggematerialer af metal og træ				
k_2	3,92	3,91	Ikke afvist (?)	Ingen cointegration (?)
Model D1: Plast, byggematerialer af metal og beton				
k_2	5,16	3,91	Afvist	Cointegration
Model E2: Plast, metal og beton				
k_2	4,48	4,39	Afvist (?)	Cointegration (?)

Tabelnote:

* Extrapoleret fra Engle & Yoo (1987)

Som det fremgår fås ingen entydig konklusion på de tre tests. At resultaterne er forskellige viser først og fremmest at man skal være forsigtig med at benytte et enkelt test og støtte sig til dette. Samlet kan man dog sige, at model E2 og D1 udviser stærkere cointegrerende tilbøjeligheder i langtsigtsrelationen end model A1. Ligeledes skal testene stadig tages med det forbehold, at der her er tale om systemestimation, således at estimation af hver enkelt relation afhænger mere eller mindre af variable i de øvrige relationer. Testene kan derfor højst indikere nogle egenskaber.

4.3.1.6 Modeller med 4 og 5 inputs

Der er også foretaget kørsler med 4 og 5 andele. Der gjort forsøg med et større antal modeller, hvor inputtene byggematerialer af metal, andet metal (forkortet met-A), beton, plast, træ og tegl indgår i forskellige kombinationer. Der er ligeledes afprøvet

diverse separabilitetsrestriktioner på både et og to af materialerne ad gangen. Kørslerne er stort set alle kommet ud med ringe resultater, idet konkavitetsbetingelsen generelt ikke er opfyldt ved de statiske specifikationer og tilpasningsparametrene har negative eller meget store værdier ved de dynamiske specifikationer. Modellen kan altså ikke beskrive et større antal materialer på en gang, idet de mange effekter fra materialerne sandsynligvis forårsager multicollinearitetsproblemer - det er ikke muligt at adskille effekterne fra de forskellige priser i bestemmelsen af det enkelte materiales budgetandel.

En enkelt kombination af materialerne gav dog teoretisk troværdige resultater, hvorfor den kortfattet præsenteres i følgende tabel.

Tabel 37. Andet metal, byggematerialer af metal, beton, træ

Dynamisk - ECM, ingen trend, ingen separabilitet									
	Konstantled	Met-A	Met-B	Beton	Træ	L, k_1 , k_2	R ²	S.E.	DW
Met-A	0,03	-15,69	23,37	-24,23	16,55	L=203,39	0,84	0,016	1,99
Met-B	0,32	1,96	-4,30	2,79	-0,44	$k_1=0,07$	0,77	0,026	2,15
Beton	0,52	-1,26	1,73	-2,46	1,99	$k_2=0,31$	0,59	0,021	1,70
Træ	0,12	3,61	1,15	8,33	-10,79		0,58	0,021	

Den dynamiske ECM model uden trend og separabilitet opfylder som den eneste *både* konkavitetsbetingelsen og giver fornuftige værdier for tilpasningsparametrene. I nedenstående tabel checkes ydermere fortegnet på budgetandelselasticiteten, for at sikre der ikke forekommer initial overreaktion under tilpasningen. Som det fremgår er de alle negative, hvorfor tilpasningen er jævn ($k_1 < 1$, jf. ovenfor).

Tabel 38. Budgetandelselasticiteter for dynamisk model

S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	e ₁₁	e ₂₂	e ₃₃	e ₄₄	SE ₁₁	SE ₂₂	SE ₃₃	SE ₄₄
0,06	0,23	0,36	0,35	-15,69	-4,30	-2,46	-10,79	-14,75	-3,53	-1,82	-10,14

Imidlertid er estimerne ikke alle lige rimelige, idet nogen af elasticiteterne er meget store. De kan i nogen udstrækning forklares ved den meget lave budgetandel for andet metal, der foranlediger høje elasticiteter for hele første række tabel 43. Men derudover ses meget høj egenelasticitet for træ, hvis budgetandel er over en trediedel. Mellem andet metal og beton ses komplementaritet, hvilket der for så vidt ikke er nogen grund til at afvise - armeringsbeton (jernbeton) til større anlægsarbejder eller bærende konstruktioner i byggeri er blot to eksempler på dette.

4.3.2 Generaliseret Leontief

4.3.2.1 Estimationsresultater

Ved Generaliseret Leontief er kun gjort forsøg med modeller med 3 inputs, belært af de dårlige erfaringer med 4 og 5 inputs ved translogfunktionen. Igen afprøves flere kombinationer af inputs, ligesom separabilitetsantagelsen afprøves på flere materialer. Endvidere testes specialtilfældet Leontief og PAM modellen. GDM modellen testes derimod ikke, idet denne dynamisering meget klart kunne afvises under Translog teknologien.

De betragtede modeller er igen

Materialer	Model	Separabilitet af
Plast, byggematerialer af metal og træ	A1	Plast
	A2	Metal-B
	A3	Træ
Beton, byggematerialer af metal og træ	B1	Beton
	B2	Træ
	B3	Metal-b
Beton, plast og træ	C1	Beton
	C2	Plast
	C3	Træ
Plast, beton og byggematerialer af metal	D1	Plast
	D2	Metal-b
	D3	Beton
Metal, plast og beton	E1	Metal
	E2	Plast
	E3	Beton
Metal, plast og træ	F1	Metal
	F2	Plast
	F3	Træ
Metal, beton og træ	G1	Metal
	G2	Beton
	G3	Træ

Der er desuden afprøvet diverse modeller med "andet metal" som input, hvor resultaterne var ligeså ringe som ved Translog og derfor ikke gengives her.

Resultaterne af de øvrige modelestimationer præsenteres i de følgende tabel 39 til 64, undtaget modeller hvor enten konkavitetsbetingelsen ikke var opfyldt eller hvor tilpasningsparametrene i den dynamiske model gav indlysende ateoretiske resultater. Tabellerne for model A2 og A3, D2 og D3 samt E2 og E3 indeholder kun resultater for specifikationer med separabilitetsrestriktion, idet de uden denne er sammenfaldende med tabellen for hhv. A1, D1 og E1.

Der vælges som ved Translog estimationerne at præsentere estimater for egen- og krydspriselasticiteter, værdier for tilpasningsparametrene i den dynamiske model, samt ændringer i budgetandelen per tidsenhed (dS/dt i det følgende). Herudover gives værdier for logaritmen til likelihood funktionen for hele modellen, for standardafvigelsen og R^2 for hver relation i modellen (da den sidste relations parametre er residualberegnet, benyttes istedet

værdier for Root Mean Square Error af de fittede budgetandele). Endelig angives værdierne for Durbin-Watson teststørrelsen og der arbejdes igen med en dummy i årene 1982, 1983 og 1984, jf. afsnit 4.3.1.

Første gruppe af materialer er plast, byggematerialer af metal og træ, kombineret i modellerne A1, A2 og A3.

Tabel 39. A1: Plast, byggematerialer af metal og træ

Statisk, ingen trend									
	Plast	Met-B	Træ	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW
				1970	1990				
Plast	-1,55	0,13	1,42			L=112,66	0,40	0,013	1,39
Met-B	0,04	-0,93	0,89				0,27	0,048	0,78
Træ	0,31	0,62	-0,92				0,26	0,050	
Statisk, ingen trend, plast separabel									
Plast	-1,84	0,76	1,08			L=111,72	0,35	0,014	1,33
Met-B	0,22	-1,07	0,85				0,27	0,047	0,79
Træ	0,22	0,60	-0,82				0,26	0,050	
Statisk, kvadratisk trend, plast separabel									
Plast	-0,39	0,15	0,24	0,0022	0,0013	L=118,91	0,43	0,011	1,31
Met-B	0,05	-0,82	0,76	-0,0074	0,0157		0,56	0,038	1,30
Træ	0,05	0,46	-0,51	0,0052	-0,0170		0,58	0,038	1,30

Som ved Translog-estimationerne er den statiske model uden trend den eneste valide model uden separabilitet (tabel 39). Antages separabilitet af plast fremkommer 2 alternative specifikationer, hvoraf den statiske med kvadratisk trend bør foretrækkes, jf. tabel 40.

Elasticiteterne er meget lig de tilsvarende under Translog, særligt i modeller uden trend. Standardafvigelsen er også som i Translog-estimationerne ret høje for alle 3 inputs set i forhold til budgetandelenes størrelse. Det er endvidere relativt lave R² værdier og positiv autokorrelatio, som igen indikerer behov for dynamisering af modellen.

Tabel 40. Likelihood Ratio test for A1

Plast separabel	Statisk, T ²	Statisk, T ¹	Statisk T ⁰	Separabilitet	
				Stat., T ⁰	Sep., stat., T ⁰
Log Likelihood	118,91	n.a.	111,72	112,66	111,72
Difference			7,19		0,94
Difference x 2			14,38		1,88
Kritisk χ^2 værdi			9,49		3,84
Konklusion			Afvist		Ikke afvist

Likelihood testet foretages ikke for A1 uden separabilitet, da kun en enkelt model (statisk, uden trend) gav anvendelige resultater. Af samme årsag kan separabilitetsantagelsen udelukkende testes i denne specifikation, hvor den ikke kan afvises.

Såfremt byggematerialer af metal antages separable under materialekombinationen byggematerialer af metal, plast og træ, bliver modellen mere robust og flere dynamiske specifikationer nu konsistente. Nederst i tabel 41 er gjort forsøg med specialtilfældet Partial Adjustment Modellen.

Tabel 41. A2: Byggematerialer af metal, plast og træ

Statisk, ingen trend, metal separabel									
	Met-B	Plast	Træ	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW
				1970	1990				
Met-B	-0,90	0,15	0,74			L=112,22	0,27	0,048	0,77
Plast	0,51	-1,76	1,26				0,38	0,014	1,38
Træ	0,51	0,26	-0,76				0,26	0,051	
Dynamisk - ECM, ingen trend, metal separabel									
Met-B	-0,59	0,11	0,48			L=118,43	0,57	0,037	1,90
Plast	0,32	-0,27	-0,05			K ₁ =1,06	0,40	0,011	1,96
Træ	0,32	-0,01	-0,31			K ₂ =0,36 (t=3,48)	0,56	0,040	
Statisk, lineær trend, metal separabel									
Met-B	-0,51	0,09	0,42	0,0029		L=116,40	0,37	0,044	0,82
Plast	0,28	-0,75	0,47	0,0018			0,46	0,013	1,23
Træ	0,28	0,10	-0,38	-0,0048			0,44	0,043	
Dynamisk - PAM, ingen trend, metal separabel									
Met-b	-0,93	0,17	0,76			L=117,54	0,55	0,038	1,67
Plast	0,53	-1,13	0,59			k ₁ =k ₂ =0,47	0,39	0,011	2,00
Træ	0,53	0,13	-0,66				0,52	0,041	

Som det også var tilfældet ved Translog-estimationerne er R^2 værdierne ret lave og standardafvigelseerne relativt høje. Elasticiteterne i de tilsvarende modeller (mht. trends, dynamik og separabilitet) er meget ens under de to alternative teknologier i. Den dynamiske (PAM) uden trend foretrækkes ved Likelihood Ratio testen, jf. tabel 42. Separabilitet kan ikke afvises i den statiske model, der er det eneste sted det er muligt at teste.

Tabel 42. Likelihood Ratio test for A2

Metal separabel	Dynamik			Separabilitet	
	Dynamisk, ECM, T^0	Dynamisk, PAM, T^0	Statisk, T^0	Stat., T^0	Sep., stat., T^0
Log Likelihood	118,43	117,54	112,22	112,66	112,22
Difference		0,89	5,32		0,44
Difference x 2		1,78	10,64		0,88
Kritisk χ^2 værdi		3,84	3,84		3,84
Konklusion		Ikke afvist	Afvist		Ikke afvist

I modsætning til Translog estimationerne er både en statisk og dynamisk model valid ved materialekombinationen træ, plast og byggematerialer af metal, hvor træ er separabelt (tabel 43). Også under specialtilfældet PAM bliver den dynamiske model konsistent og det er denne, der foretrækkes i Likelihood Ratio testet (tabel 44). Imidlertid har alle dynamiske specifikationer en mindre hensigtsmæssig komplementaritet mellem plast og byggematerialer af metal, der nok implicerer at den statiske model bør foretrækkes. Samtidig har den dynamiske PAM uden trend ikke jævn tilpasning i budgetandelene, som det vil fremgå senere i kapitlet.

Tabel 43. A3: Træ, plast og byggematerialer af metal

Statisk, ingen trend, træ separabel									
	Træ	Plast	Met-B	ds/dt		L, K_1 , K_2	R^2	St.Err.	DW
				1970	1990				
Træ	-1,12	0,25	0,87			L=111,82	0,26	0,050	0,93
Plast	1,17	-1,59	0,43				0,38	0,014	1,30
Met-B	1,17	0,12	-1,29				0,26	0,048	
Dynamisk - ECM, ingen trend, træ separabel									
Træ	-1,33	0,34	0,99			L=118,69 $K_1=0,37$ $K_2=0,50$ (t=4,11)	0,53	0,041	1,56
Plast	1,29	-0,75	-0,55				0,47	0,011	2,20
Met-B	1,29	-0,19	-1,10				0,53	0,039	

...Tabel 43 fortsættes næste side

...Tabel 43 fortsat fra forrige side								
Dynamisk - PAM, ingen trend, træ separabel								
Træ	-1,12	0,29	0,83		L=118,62	0,52	0,041	1,61
Plast	1,14	-0,68	-0,46		$k_1=k_2=0,48$	0,45	0,011	2,13
Met-B	1,14	-0,16	-0,98			0,54	0,039	

Tabel 44. Likelihood Ratio test for A3

Træ separabel	Dynamisk, ECM, T ⁰	Dynamisk, PAM, T ⁰	Statisk, T ⁰	Separabilitet	
				Stat., T ⁰	Sep., stat., T ⁰
Log Likelihood	118,69	118,62	111,82	112,66	111,82
Difference		0,07	6,80		0,84
Difference x 2		0,14	13,60		1,68
Kritisk χ^2 værdi		3,84	3,84		3,84
Konklusion		Ikke afvist	Afvist		Ikke afvist

Separabilitet kan ikke afvises i den statiske model. Elasticiteterne i den statiske model er meget lig de tilsvarende under Translog-estimationerne og ligeledes ses igen lave R^2 værdier og relativt høje standardafvigelse.

For gruppen som helhed må den foretrukne under A2 (dynamisk, uden trend, metal separabelt) nok udpeges som den bedste, alene pga. dens dynamiske egenskaber.

Til sammenligning var den foretrukne model under Translog estimationerne også dynamisk uden trend, men med plast separabel. Kun en enkelt model uden separabilitet er konsistent (den statiske uden trend, jf. tabel 39) og separabilitet kan ikke afvises i dette tilfælde. Da der ingen a priori antagelser er vedrørende separabilitet af de forskellige materialer, vælges den foretrukne model ud fra andre egenskaber. Det er således ikke noget problem at den forudsætter separabilitet, hvis denne antagelse samtidig medfører, at andre ønskværdige egenskaber (konsistens, dynamik) optræder.

Anden inputgruppe er beton, byggematerialer af metal og træ kombineret i modellerne B1, B2 og B3. Som det også var tilfældet under Translog estimationerne kan efterspørgslen efter denne materialekombination kun vanskeligt beskrives ved modellens tilgang. Igen er den eneste konsistente model B1, hvor beton antages separabelt (tabel 45).

Tabel 45 B1: Beton, byggematerialer af metal og træ

Statisk, ingen trend, beton separabel									
	Beton	Met-B	Træ	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW
				1970	1990				
Beton	-1,06	0,45	0,61			L=108,45	0,66	0,023	1,70
Met-B	0,71	-1,40	0,69				0,52	0,035	0,91
Træ	0,71	0,50	-1,22				0,08	0,036	
Statisk, kvadratisk trend, beton separabel									
Beton	-0,07	0,03	0,05	-0,0046	-0,0027	L=118,026	0,83	0,016	1,98
Met-B	0,05	-0,51	0,47	0,0020	0,0125		0,69	0,028	1,48
Træ	0,05	0,27	-0,32	0,0066	-0,0098		0,36	0,027	

Elasticiteterne er uhyre lig den tilsvarende Translogmodel og de er i begge tilfælde ret høje. Indførelse af kvadratisk trend fører til en drastisk sænkning i disse. Den foretrukne model (tabel 46) er statisk med kvadratisk trend, dels pga. Likelihood Ratio testens udfald, dels fordi R² værdien for træ er ekstremt lav i tilfældet uden trend.

Tabel 46. Likelihood Ratio test for B1

Beton separabel	Statisk, T ²	Statisk, T ¹	Statisk, T ⁰
Log Likelihood	118,03	n.a.	108,45
Difference			9,58
Difference x 2			19,16
Kritisk χ^2 værdi			14,38
Konklusion			Afvist

Tredie gruppe er materialekombinationen beton, plast og træ. Også her er kun en enkelt model anvendelig, nemlig C1, hvor beton er separabel (tabel 47). Som i de øvrige tilfælde ses høj egenpriselasticitet for plast, lavere for beton og træ. Der er ret lav R² værdi for træ og positiv autokorrelation, som indikation af udeladt dynamik.

Tabel 47 C1: Beton, plast og træ

Statisk, ingen trend, beton separabel									
	Beton	Plast	Træ	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW
				1970	1990				
Beton	-0,43	0,075	0,36			L=125,52	0,35	0,027	1,23
Plast	0,41	-1,77	1,36				0,41	0,014	1,28
Træ	0,41	0,28	-0,69				0,20	0,028	

Fjerde gruppe (modellerne D1, D2 og D3) er plast, beton og byggematerialer af metal. Som vi også så under Translog estimationerne er der tale om en robust materialekombination, der udemærket lader sig beskrive ved de opstillede modeller.

Tabel 48. D1: Plast, beton og byggematerialer af metal

Statisk, ingen trend									
	Plast	Beton	Met-B	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW
				1970	1990				
Plast	-1,55	1,33	0,22			L=118,45	0,33	0,015	1,40
Beton	0,25	-1,05	0,81				0,68	0,036	1,33
Met-B	0,06	1,28	-1,35				0,64	0,035	
Dynamisk - ECM, ingen trend									
Plast	-0,89	0,87	0,02			L=123,86 K ₁ =0,59 K ₂ =0,52 (t=4,35)	0,36	0,013	2,17
Beton	0,18	-1,16	0,98				0,78	0,030	2,12
Met-B	0,007	1,54	-1,54				0,80	0,027	
Statisk, lineær trend									
Plast	-0,63	-0,63	1,26	0,0032		L=126,56	0,44	0,013	1,19
Beton	-0,12	-0,43	0,54	-0,0057			0,81	0,028	1,58
Met-B	0,37	0,85	-1,22	0,0025			0,72	0,031	
Statisk, kvadratisk trend									
Plast	-0,41	-0,60	1,02	0,0055	0,00006	L=133,47	0,56	0,012	1,45
Beton	-0,13	-0,62	0,74	0,0004	-0,0118		0,86	0,024	2,29
Met-B	0,34	1,24	-1,59	-0,0059	0,0119		0,82	0,025	
Statisk, ingen trend, plast separabel									
Plast	-1,83	1,11	0,72			L=118,12	0,28	0,015	1,33
Beton	0,20	-1,04	0,85				0,69	0,035	1,34
Met-B	0,20	1,31	-1,51				0,66	0,034	
Dynamisk - ECM, ingen trend, plast separabel									
Plast	-1,04	0,63	0,41			L=123,73 K ₁ =0,58 K ₂ =0,50 (t=4,23)	0,34	0,013	2,10
Beton	0,12	-1,12	0,99				0,78	0,030	2,12
Met-B	0,12	1,53	-1,65				0,81	0,026	
Statisk, lineær trend, plast separabel									
Plast	-0,46	0,28	0,17	0,0023		L=124,89	0,45	0,013	1,21
Beton	0,06	-0,48	0,42	-0,0049			0,77	0,030	1,40
Met-B	0,06	0,69	-0,75	0,0026			0,66	0,034	
Statisk, kvadratisk trend, plast separabel									
Plast	-0,26	0,16	0,09	0,0036	0,0003	L=126,91	0,44	0,012	1,40
Beton	0,03	-0,76	0,72	0,0020	-0,0113		0,84	0,026	2,25
Met-B	0,03	1,26	-1,29	-0,0056	0,0111		0,81	0,026	

...Tabel 48 fortsættes næste side

...Tabel 48 fortsat fra forrige side

Dynamisk - ECM, kvadratisk trend, plast separabel									
Plast	-0,12	0,07	0,04	0,0036	0,00058	L=128,46	0,50	0,011	1,88
Beton	0,02	-1,04	1,03	0,0033	-0,0096	K ₁ =0,69	0,83	0,026	2,16
Met-B	0,02	1,71	-1,73	-0,0070	0,0091	K ₂ =0,80 (t=5,18)	0,82	0,025	
Dynamisk - PAM, ingen trend									
Plast	-1,00	0,94	0,57			L=123,81	0,36	0,012	2,14
Beton	0,19	-1,20	1,01			k ₁ =k ₂ =0,54	0,78	0,030	2,03
Met-B	0,02	1,57	-1,59				0,80	0,027	
Dynamisk - PAM, ingen trend, plast separabel									
Plast	-1,19	0,72	0,47			L=123,67	0,33	0,013	2,07
Beton	0,14	-1,17	1,03			k ₁ =k ₂ =0,53	0,79	0,030	2,03
Met-B	0,14	1,57	-1,72				0,81	0,026	
Dynamisk - PAM, lineær trend, plast separabel									
Plast	-0,05	0,03	0,02	0,0024		L=126,69	0,49	0,011	2,16
Beton	0,01	-0,76	0,76	-0,0040		k ₁ =k ₂ =0,63	0,81	0,028	2,02
Met-B	0,01	1,20	-1,21	0,0015			0,80	0,027	
Dynamisk - PAM, kvadratisk trend, plast separabel									
Plast	-0,13	0,08	0,05	0,0035	0,0007	L=128,35	0,50	0,011	1,93
Beton	0,02	-0,88	0,86	0,0018	-0,0097	k ₁ =k ₂ =0,76	0,83	0,026	2,25
Met-B	0,02	1,46	-1,48	-0,0054	0,0091		0,82	0,025	

Elasticiteterne er meget lig de tilsvarende under Translog-estimationerne og det samme gælder R² værdierne, der er pænt høje (især for beton og byggematerialer af metal) og standardafvigelse, der er forholdvist lave (dog pænt høje for plast, relativt til budgetandelens størrelse). Som ved Translog ses komplementaritet mellem plast og beton i tilfælde med lineær eller kvadratisk trend, dog ikke i PAM modellen. Igen er årsagen, at trenden går ind og overtager forklaringen af udviklingen i budgetandelene, der har været generelt stigende for plast og faldende for beton. Priserne overlades herefter til at forklare de øvrige bevægelser og modellen tolker dem som komplementaritet. Antages plast separabelt forsvinder komplementariteten af gode grunde.

Den foretrukne model er den dynamiske PAM uden trend (tabel 49). Separabilitet af plast kan ikke afvises heri. Foretages en a priori antagelse om separabilitet af plast, som det blev gjort under Translog funktionerne, landes på den dynamisk PAM med lineær trend. Denne model har imidlertid ikke jævn tilpasning i budgetandelene, som det fremgår senere i kapitlet.

Tabel 49. Likelihood Ratio test for D1

	Dynamisk, ECM, T ⁰	Dynamisk, PAM, T ⁰	Statisk, T ⁰	Dynamisk, T ⁰	
				Uden separabilitet af plast	Med separabilitet af plast
Log Likelihood	123,86	123,81	118,45	123,81	123,67
Difference					0,14
...Tabel 49 fortsættes næste side					

...Tabel 49 fortsat fra forrige side				
Difference x 2				0,28
Kritisk χ^2 værdi		3,84	3,84	3,84
Konklusion		Ikke afvist	Afvist	Ikke afvist

Plast separabel	Dynamisk, PAM, T ²	Dynamisk, PAM, T ¹	Dynamisk, T ⁰	Statisk, T ⁰
Log Likelihood	128,35	126,69	123,67	118,12
Difference		1,66	3,02	5,55
Difference x 2		3,32	6,04	11,10
Kritisk χ^2 værdi		5,99	5,99	5,99
Konklusion		Ikke afvist	Afvist	Afvist

Specifikationen med metal separabelt (tabel 50) er stort set ligeså robust som under Translog-estimationerne, idet 5 modeller er valide. Resultaterne er også nogenlunde ens. Elasticiteterne er meget lig hinanden under de to teknologier, R² værdierne er høje for metal og beton, lave for plast og standardafvigelse er generelt høje. Dynamisering af modellerne fjerner positiv auto-korrelation og introduktion af trends fører til lavere elasticiteter.

Tabel 50. D2: Byggematerialer af metal, beton og plast

Statisk, ingen trend, metal separabel									
	Met-B	Beton	Plast	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW
				1970	1990				
Met-B	-1,49	1,27	0,22			L=117,97	0,66	0,034	1,00
Beton	0,81	-1,01	0,20				0,68	0,035	1,31
Plast	0,81	1,12	-1,94				0,27	0,15	
Dynamisk - ECM, ingen trend, metal separabel									
Met-B	-1,73	1,46	0,27			L=123,34 K ₁ =0,56 K ₂ =0,50 (4,06)	0,81	0,026	2,11
Beton	0,95	-1,04	0,09				0,78	0,030	2,06
Plast	0,95	0,47	-1,42				0,30	0,013	
Statisk, lineær trend, metal separabel									
Met-B	-1,19	0,99	0,20	0,0016		L=125,93	0,69	0,033	1,01
Beton	0,63	-0,59	-0,04	-0,0046			0,79	0,029	1,51
Plast	0,63	-0,22	-0,41	0,0029			0,45	0,013	
Statisk, kvadratisk trend, metal separabel									
Met-B	-1,52	1,26	0,26	-0,0053	0,0110	L=128,25	0,82	0,025	1,88
Beton	0,75	-0,65	-0,10	0,0006	-0,0116		0,85	0,024	2,29
Plast	0,75	-0,49	-0,26	0,0047	0,0006		0,46	0,11	
Dynamisk - PAM, ingen trend, metal separabel									
Met-B	-1,78	1,50	0,28			L=123,21 k ₁ =k ₂ =0,52	0,81	0,026	2,03
Beton	0,99	-1,09	0,10				0,79	0,030	2,00
Plast	0,99	0,56	-1,54				0,30	0,013	

Likelihood Ratio testet (tabel 51) udpeger den dynamiske PAM model uden trend som den bedste, som det også var tilfældet uden separabilitet. Separabilitet af metal kan ikke afvises i den foretrukne model. Som omtalt tidligere er denne separabilitetsantagelse imidlertid mindre hensigtsmæssig, set fra en byggeteknisk synsvinkel.

Tabel 51. Likelihood Ratio test for D2

Metal separabel	Dynamisk, T ²	Dynamisk, T ¹	Dynamisk, ECM, T ⁰	Dynamisk, PAM, T ⁰	Statisk, T ⁰	Separabilitet	
						Uden sep. (Dyn, T ⁰)	Med sep. (Dyn, T ⁰)
Log Likelihood	n.a.	n.a.	123,34	123,21	117,97	123,81	123,21
Difference				0,13	5,24		0,60
Difference x 2				0,26	10,48		1,20
Kritisk χ^2 værdi				3,84	3,84		3,84
Konklusion				Ikke afvist	Afvist		Ikke afvist

Tabel 52. D3: Beton, byggematerialer af metal og plast

Statisk, ingen trend, beton separabel									
	Beton	Met-B	Plast	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW
				1970	1990				
Beton	-1,06	0,82	0,24			L=118,45	0,68	0,036	1,33
Met-B	1,30	-1,38	0,08				0,64	0,035	0,97
Plast	1,30	0,26	-1,56				0,33	0,015	
Statisk, lineær trend, beton separabel									
Beton	-0,19	0,15	0,05	-0,0065		L=124,82	0,77	0,030	1,35
Met-B	0,25	-0,42	0,17	0,0044			0,68	0,033	0,97
Plast	0,25	0,54	-0,79	0,0022			0,47	0,013	
Dynamisk, lineær trend, beton separabel									
Beton	-0,19	0,14	0,05	-0,0073		L=126,27	0,81	0,028	2,10
Met-B	0,24	-0,31	0,07	0,0055		K ₁ =0,90	0,80	0,027	1,98
Plast	0,24	0,19	-0,44	0,0018		K ₂ =0,58 (4,52)	0,47	0,011	
Statisk, kvadratisk trend, beton separabel									
Beton	-0,33	0,24	0,09	-0,017	-0,0117	L=124,62	0,81	0,028	1,80
Met-B	0,45	-0,51	0,06	-0,0010	0,0115		0,78	0,028	1,44
Plast	0,45	0,17	-0,61	0,0028	0,00015		0,42	0,012	
Dynamisk, kvadratisk trend, beton separabel									
Beton	-0,22	0,16	0,06	-0,0051	-0,0094	L=126,50	0,81	0,028	2,05
Met-B	0,28	-0,35	0,07	0,0025	0,0086	K ₁ =0,88	0,80	0,027	1,88
Plast	0,28	0,19	-0,48	0,0026	0,0008	K ₂ =0,65 (4,00)	0,48	0,011	

Tilfældet med beton separabel (tabel 52) falder noget dårligere ud ved Generaliseret Leontief teknologien end ved Translog - kun 5 modeller er konsistente. De indeholder næsten alle trends, hvilket fører til relativt lave priselasticiteter. Blandt disse ses fin overensstemmelse ved estimaterne i de to teknologier. Høje R² værdier

for beton og metal, relativt lav for plast. Nogenlunde pæne standardafvigelser, særligt for beton, set i forhold til budgetandelens størrelse. Separabilitet af beton kan ikke testes i mod den foretrukne model uden separabilitet, da funktionen ikke opfylder konkavitetensbetingelsen. Testes istedet under antagelse af separabilitet er den foretrukne model (jf. tabel 53) den statiske med lineær trend. Separabilitet kan ikke afvises i dette tilfælde.

Tabel 53. Likelihood Ratio test for D3

Beton separabel	Dynamisk T ²	Dynamisk T ¹	Statisk T ¹ (mod dyn.T ¹)	Statisk, T ⁰	Separabilitet (Stat.T ¹)	
					Uden sep.	Med sep.
Log Likelihood	126,50	126,27	124,82	118,45	126,56	124,82
Difference		0,23	1,45	6,37		1,74
Difference x 2		0,46	2,90	12,74		3,48
Kritisk χ^2 værdi		5,99	5,99	5,99		3,84
Konklusion		Ikke afvist	Ikke afvist	Afvist		Ikke afvist

Tabel 54. E1: Metal, plast og beton

Statisk, ingen trend									
	Metal	Plast	Beton	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW
				1970	1990				
Metal	-0,46	0,21	0,25			L=122,28	0,52	0,033	1,03
Plast	0,93	-2,29	1,36				0,48	0,013	1,34
Beton	0,20	0,24	-0,44				0,38	0,037	
Statisk, lineær trend									
Metal	-0,70	0,26	0,43	-0,00092		L=130,82	0,56	0,031	1,21
Plast	1,06	-0,79	-0,28	0,00296			0,71	0,010	1,53
Beton	0,35	-0,05	-0,30	-0,00204			0,55	0,031	
Dynamisk, lineær trend									
Metal	-0,16	0,09	0,07	0,0015		L=130,78 K ₁ =0,94 K ₂ =0,56 (4,44)	0,64	0,027	2,02
Plast	0,37	-0,45	0,07	0,0024			0,69	0,009	2,19
Beton	0,05	0,02	-0,07	-0,0039			0,60	0,030	
Statisk, kvadratisk trend									
Metal	-0,46	0,17	0,29	-0,0080		L=137,64	0,71	0,025	1,86
Plast	0,64	-0,59	-0,05	0,0040	0,0009		0,75	0,009	1,59
Beton	0,21	-0,01	-0,20	0,0039	-0,0114		0,66	0,027	
Dynamisk, kvadratisk trend									
Metal	-0,36	0,15	0,22	-0,0065	0,0094	L=132,79 K ₁ =0,86 K ₂ =0,82 (5,02)	0,68	0,026	1,92
Plast	0,54	-0,42	-0,12	0,0037	0,0015		0,71	0,009	1,86
Beton	0,16	-0,02	-0,13	0,0027	-0,0109		0,64	0,028	
Statisk, ingen trend, metal separabel									
Metal	-0,39	0,06	0,33			L=121,33	0,43	0,025	0,89
Plast	0,26	-1,92	1,66				0,53	0,013	1,44
Beton	0,26	0,30	-0,55				0,34	0,038	
...Tabel 54 fortsætter næste side									

...Tabel 54 fortsat fra forrige side									
Statisk, lineær trend, metal separabel									
Metal	-0,86	0,14	0,72	-0,0024		L=129,67	0,49	0,033	1,24
Plast	0,57	-0,61	0,04	0,0028			0,71	0,010	1,40
Beton	0,57	0,01	-0,58	-0,0004			0,50	0,032	
Dynamisk, lineær trend, metal separabel									
Metal	-0,17	0,03	0,14	0,0014		L=130,67	0,64	0,027	2,10
Plast	0,11	-0,37	0,26	0,0022		K ₁ =1,06	0,69	0,009	2,224
Beton	0,11	0,05	-0,16	-0,0036		K ₂ =0,52 (4,48)	0,60	0,030	
Statisk, kvadratisk trend, metal separabel									
Metal	-0,50	0,08	0,42	-0,0082	0,0096	L=131,77	0,67	0,026	1,84
Plast	0,30	-0,38	0,08	0,0038	0,00093		0,69	0,009	1,50
Beton	0,30	0,02	-0,31	0,0044	-0,0105		0,65	0,028	
Dynamisk, kvadratisk trend, metal separabel									
Metal	-0,42	0,07	0,35	-0,0072	0,0089	L=132,53	0,67	0,026	1,96
Plast	0,25	-0,32	0,07	0,0038	0,0010	K ₁ =0,88	0,71	0,009	1,87
Beton	0,25	0,01	-0,27	0,0034	-0,0100	K ₂ =0,80 (4,99)	0,64	0,028	

Det er vanskeligt at udpege en foretrukken model for gruppen som helhed, da flere foretrukne specifikationer er dynamiske. Uden separabilitet peges på den dynamiske model uden trend og hverken separabilitet af byggematerialer af metal eller plast kan afvises heri. Separabilitet af beton leder til at den statiske med lineær trend foretrækkes. En a priori antagelse om separabilitet af plast af byggetekniske grunde (se bemærkningerne under den tilsvarende Translog gruppe) medfører udpegning af den dynamiske med lineær trend, der imidlertid ikke har jævn tilpasning, jf. afsnit 4.3.2.2. På den baggrund må den dynamiske uden trend med separabilitet af plast være den bedste for gruppen som helhed.

Femte materialekombination (modellerne E1, E2 og E3) er plast, metalaggregatet "byggematerialer af metal og andet metal" og beton. Som under Translog estimationerne viser separabilitetsantagelsen sig underordnet og der peges i alle tilfælde på statiske modeller.

Der er igen pæn overensstemmelse mellem de to teknologiers elasticiteter (tabel 54). R² værdierne er pænt høje, standardafvigelse lave (især for beton) og de 3 materialer virker særdeles modellerbare, idet mange forskellige specifikationer giver valide modeller.

I modeller med trends har beton meget lav følsomhed overfor ændringer i plastprisen og vice versa, og i statiske tilfælde med trend er disse 2 inputs komplementære, som vi også så det under Translog-estimationerne. Den foretrukne model (tabel 55) er den statiske med lineær trend og her kan separabilitet ikke afvises.

Tabel 55. Likelihood Ratio test for E1.

	Dynamisk T ²	Dynamisk T ¹	Dynamisk T ⁰	Statisk, T ¹	Statisk, T ⁰
Log Likelihood	132,79	130,78	n.a.	130,02	122,28
Difference		2,01		0,76	7,74
Difference x 2		4,02		1,52	15,48
Kritisk χ^2 værdi		5,99		5,99	5,99
Konklusion		Ikke afvist		Ikke afvist	Afvist

	Statisk, T ¹		Statisk, T ⁰ , metal separabel
	Uden separabilitet af metal	Med separabilitet af metal	
Log Likelihood	130,02	129,67	121,33
Difference		0,35	8,34
Difference x 2		0,70	16,68
Kritisk χ^2 værdi		3,84	5,99
Konklusion		Ikke afvist	Afvist

Med plast separabelt (tabel 56) er R²værdierne og standardafvigelseerne stort set uændrede, og igen er god overensstemmelse mellem Translogens estimerer og disse her. Separabilitet af plast kan ikke afvises i den foretrukne model (den statiske med lineær trend).

Tabel 56. E2: Plast, metal og beton

Statisk, ingen trend, plast separabel									
	Plast	Metal	Beton	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW
				1970	1990				
Plast	-2,33	1,03	1,30			L=122,26	0,47	0,014	1,31
Metal	0,23	-0,48	0,25				0,53	0,032	1,05
Beton	0,23	0,20	-0,42				0,38	0,036	
Statisk, lineær trend, plast separabel									
Plast	-0,85	0,37	0,47	0,0022		L=128,91	0,71	0,010	1,41
Metal	0,09	0,54	0,45	-0,014			0,48	0,033	1,05
Beton	0,09	0,35	-0,45	-0,0008			0,47	0,034	
Dynamisk, lineær trend, plast separabel									
Plast	-0,42	0,18	0,23	-0,0022		L=130,73 K ₁ =1,03 K ₂ =-0,53 (4,44)	0,69	0,009	2,23
Metal	0,05	-0,13	0,09	0,0016			0,64	0,027	2,08
Beton	0,05	0,07	-0,12	-0,0038			0,60	0,030	
Statisk, kvadratisk trend, plast separabel									
Plast	-0,47	0,19	0,27	0,0036	0,0007	L=131,50	0,69	0,009	1,48
Metal	0,05	-0,39	0,34	-0,0081	0,010		0,66	0,026	1,78
Beton	0,05	0,24	-0,29	0,0046	-0,0108		0,64	0,028	
Dynamisk, kvadratisk trend, plast separabel									
Plast	-0,41	0,17	0,24	0,0035	0,0009	L=132,40 K ₁ =0,92 K ₂ =-0,77 (4,74)	0,71	0,009	1,90
Metal	0,05	-0,29	0,23	-0,0067	0,0094		0,67	0,026	1,97
Beton	0,05	0,17	-0,22	0,0033	-0,0103		0,63	0,028	

Arbejdes med en a priori antagelse om plast-separabilitet, landes i modsætning til Translog-estimationerne på en statisk model (med lineær trend) som den foretrukne, jf. tabel 57.

Tabel 57. Likelihood Ratio test for E2

Plast separabel	Dyna- misk, T ²	Dyna- misk, T ¹	Dyna- misk, T ⁰	Statisk, T ¹	Statisk, T ⁰	Statisk, T ¹	
						Uden sep. af plast	Med sep. af plast
Log Likelihood	132,40	130,73	n.a.	128,91	122,26	130,82	128,91
Difference		1,67		1,82	6,65		1,91
Difference x 2		3,34		3,64	13,3		3,82
Kritisk χ^2 værdi		5,99		5,99	5,99		3,84
Konklusion		Ikke - afvist		Ikke afvist	Afvist		Ikke afvist

Ved E3 hvor beton er separabel (tabel 58) ses også fin overensstemmelse mellem Translog og Generaliseret Leontief, og heller ikke her kan det afvises at beton er separabelt i den foretrukne model.

Tabel 58. E3: Beton, plast og metal

Statisk, ingen trend, beton separabel									
	Beton	Plast	Metal	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW
				1970	1990				
Beton	-0,46	0,08	0,38			L=119,12	0,47	0,034	1,34
Plast	0,47	-2,39	1,92				0,25	0,016	0,89
Metal	0,47	0,41	-0,88				0,58	0,031	
Statisk, lineær trend, beton separabel									
Beton	-0,18	0,035	0,15	-0,0023		L=129,95	0,49	0,033	1,23
Plast	0,18	-1,02	0,84	0,0024			0,71	0,010	1,50
Metal	0,18	0,20	-0,38	0,00001			0,52	0,032	
Dynamisk, lineær trend, beton separabel									
Beton	-0,07	0,01	0,05	-0,0039		L=130,78 K ₁ =0,94 K ₂ =0,56 (4,45)	0,60	0,030	2,08
Plast	0,07	-0,45	0,38	0,0024			0,69	0,009	2,19
Metal	0,07	0,10	-0,16	0,0015			0,64	0,027	
Statisk, kvadratisk trend, beton separabel									
Beton	-0,16	0,03	0,12	0,0039	-0,0118	L=131,73	0,64	0,028	1,89
Plast	0,17	-0,61	0,44	0,0034	0,0010		0,69	0,009	1,49
Metal	0,17	0,12	-0,29	-0,0073	0,0107		0,67	0,026	
Dynamisk, kvadratisk trend, beton separabel									
Beton	-0,09	0,02	0,07	0,0027	-0,0111	L=132,62 K ₁ =0,90 K ₂ =0,78 (4,76)	0,63	0,028	2,02
Plast	0,10	-0,52	0,41	0,0034	0,0012		0,71	0,009	1,89
Metal	0,10	0,11	-0,22	-0,0061	0,0099		0,67	0,026	

R² værdierne og standardafvigelse ændrer sig ikke markant i forhold til modellen uden separabilitet eller med separabilitet af plast eller metal. Den foretrukne model (tabel 59) er den statiske med lineær trend og separabilitet af beton afvises her.

Tabel 59. Likelihood Ratio test for E3

	Statisk, T ¹		Statisk, T ⁰ , beton separabelt
	Uden separabilitet af beton	Med separabilitet af beton	
Log Likelihood	130,82	129,95	119,12
Difference		0,87	10,83
Difference x 2		1,74	21,66
Kritisk χ^2 værdi		3,84	5,99
Konklusion		Ikke afvist	Afvist

For gruppen som helhed må den statiske model med separabilitet af plast foretrækkes. Separabilitet kan ikke afvises overfor nogle af materialerne, men ved både metal og beton er antagelsen tvivlsom ud fra en byggeteknisk synsvinkel. Arbejdes helt uden separabilitet fremkommer en uønsket komplementaritet mellem plast og beton. Den bedste model for hele gruppen må derfor være den statiske med lineær trend og plast separabelt.

Sjette gruppe er metalaggregatet, plast og træ kombineret i modellerne F1, F2 og F3. Også her er estimationsresultaterne delvist sammenfaldende med Translog estimationerne. Forbruget af materialerne beskrives ikke særligt godt med den anvendte tilgang og modellen giver teoretiske resultater uden separabilitetsantagelser, der således ikke kan testes.

Som ved Translog-estimationerne ses ekstremt lave R² værdier for metal og træ, og også her stiger metals krydspriselasticiteter og træ og plasts elasticiteter mht. metalprisen ved introduktion af trends (tabel 60). Samtidig bliver træ-plast krydselasticiteterne ekstremt lave i dette tilfælde. Fortolkningen er, at trenden forklarer en del af budgetandelsudviklingen i træ og plast, der i tilfældet uden trend blev forklaret af priserne på disse materialer, hvorfor priserne i modellen med trend mister betydning. Bevægelserne i metal- og til dels plast-andelene kan omvendt langt *bedre* forklares af priserne, hvis der samtidig indgår en trend i modellen. Den foretrukne model er den statiske med kvadratisk trend, jf. tabel 61.

Tabel 60. F1: Metal, plast og træ

Statisk, ingen trend, metal separabel												
	Metal	Plast	Træ	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW			
				1970	1990							
Metal	-0,07	0,01	0,05			L=117,26	0,13	0,046	0,63			
Plast	0,05	-1,95	1,90							0,59	0,012	1,45
Træ	0,05	0,40	-0,44							0,00	0,050	
Statisk, lineær trend, metal separabel												
Metal	-0,98	0,17	0,80	-0,0033		L=123,12	0,21	0,044	0,85			
Plast	0,73	-0,78	0,05	0,0026						0,73	0,009	1,52
Træ	0,73	0,01	-0,74	0,0007						0,07	0,044	
...Tabel 60 fortsætter næste side												

...Tabel 60 fortsat fra forrige side									
Statisk, kvadratisk trend, metal separabel									
Metal	-0,75	0,13	0,62	-0,0137	0,0128	L=127,12	0,51	0,034	1,40
Plast	0,47	-0,16	-0,31	0,0038	0,0017		0,72	0,007	1,54
Træ	0,47	-0,07	-0,41	0,0099	-0,0146		0,43	0,035	

Som ved Translog-estimationerne ses ekstremt lave R^2 værdier for metal og træ, og også her stiger metals krydspriselasticiteter og træ og plastics elasticiteter mht. metalprisen ved introduktion af trends (tabel 60). Samtidig bliver træ-plast krydselasticiteterne ekstremt lave i dette tilfælde. Fortolkningen er, at trenden forklarer en del af budgetandelsudviklingen i træ og plast, der i tilfældet uden trend blev forklaret af priserne på disse materialer, hvorfor priserne i modellen med trend mister betydning. Bevægelserne i metal- og til dels plast-andelene kan omvendt langt *bedre* forklares af priserne, hvis der samtidig indgår en trend i modellen. Den foretrukne model er den statiske med kvadratisk trend, jf. tabel 61.

Tabel 61. Likelihood Ratio test for F1

Metal separabel	Statisk, T ²	Statisk, T ¹	Statisk, T ⁰ (mod T ²)
Log Likelihood	127,12	123,12	117,26
Difference		4,00	9,86
Difference x 2		8,00	19,72
Kritisk χ^2 værdi		5,99	9,49
Konklusion		Afvist	Afvist

Antages plast separabelt (tabel 62) er R^2 værdierne generelt højere og standardafvigelseerne lavere sammenlignet med separabilitet af metal

Tabel 62. F2: Plast, metal og træ

Statisk, lineær trend, plast separabel									
	Plast	Metal	Træ	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW
				1970	1990				
Plast	-1,05	0,49	0,56	0,0020		L=122,81	0,72	0,009	1,52
Metal	0,12	-0,38	0,27	-0,0014			0,22	0,043	0,73
Træ	0,12	0,23	-0,35	-0,0006			0,06	0,044	
Statisk, kvadratisk trend, plast separabel									
Plast	-0,49	0,21	0,28	0,0028	0,0014	L=126,31	0,70	0,009	1,46
Metal	0,06	-0,36	0,30	-0,0131	0,0143		0,51	0,034	1,32
Træ	0,06	0,22	-0,28	0,0103	-0,0158		0,43	0,036	
...Tabel 62 fortsætter næste side									

...Tabel 62 fortsat fra forrige side									
Dynamisk, kvadratisk trend, plast separabel									
Plast	-0,27	0,11	0,15	0,0026	0,0020	L=128,94	0,72	0,008	1,99
Metal	0,03	-0,02	-0,01	-0,0113	0,0142	K ₁ =0,93	0,57	0,032	1,67
Træ	0,03	-0,01	-0,02	0,0087	-0,0162	K ₂ =0,65 (4,10)	0,49	0,033	

R² værdien for træ er dog stadig meget lav i det statiske tilfælde med lineær trend, som det også var tilfældet ved Translog-estimationerne. Den foretrukne er statisk med kvadratisk trend, jf tabel 63.

Tabel 63. Likelihood Ratio test for F2

Plast separabel	Dynamisk, T ²	Dynamisk, T ¹ / T ⁰	Statisk T ²	Statisk T ¹
Log Likelihood	128,94	n.a.	126,31	122,81
Difference			2,63	3,50
Difference x 2			5,26	7,00
Kritisk χ^2 værdi			5,99	5,99
Konklusion			Ikke afvist	Afvist

Når træ antages separabelt er kun en enkelt model valid, nemlig den statiske uden trend. Situationen er helt lig Translogfunktionens modellering af denne materialekombination, ligesom elasticiteterne er meget ens under de to teknologier.

Gruppen må som helhed betragtes som svag, idet kun et begrænset antal modeller er konsistente, idet de alle indeholder separabilitet, og idet separabilitet af samme årsag ikke kan testes. Skulle man alligevel foretrække en enkelt model må det være den statiske med kvadratisk trend, med enten plast eller metal separabelt, da specifikationen med træ separabelt er meget svag. Af disse implicerer separabilitet af plast generelt lidt højere R² værdier og lidt lavere standardafvigelse.

Tabel 64 F3: Træ, plast og metal

Statisk, lineær trend, træ separabel									
	Træ	Plast	Metal	ds/dt		L, K ₁ , K ₂	R ²	St.Err.	DW
				1970	1990				
Træ	-0,52	0,09	0,43			L=111,23	0,07	0,044	0,88
Plast	0,47	-2,19	1,72				0,28	0,016	0,90
Metal	0,47	0,37	-0,84				0,26	0,043	

Endelig er der materialekombinationen metal, beton og træ, der giver elendige resultater. Ikke i et eneste tilfælde fandtes en

brugbar model, idet de enten ikke opfyldte konkavitetbetingelsen eller også gav indlysende forkerte estimater af tilpasningsparametrene.

4.3.2.2 Det dynamiske forløb

I det følgende er gengivet beregninger for værdierne af SE_{ii} (vha. (4.9)) for alle dynamiske modeller mhp. at undersøge dens fortegn og dermed budgetandelens tilpasningsforløb, jf. tabel 32 og tilhørende tekst. Er den negativ vil tilpasningen foregå pænt, mens en positiv værdi vil føre til initial overreaktion, såfremt k_1 ligger mellem 0 og 1. Ligger k_1 mellem 1 og $(1-s_i)/SE_{ii}$, vil en negativ SE_{ii} føre til initial overreaktion.

I næsten alle tilfælde har den foretrukne model indenfor hver materialekombination jævn tilpasning. Der er dog en undtagelse, nemlig den foretrukne under A3 (dynamisk PAM, ingen trend). Denne model havde iøvrigt også en mindre heldig komplementaritet mellem plast og byggematerialer af metal, hvorfor den statiske uden trend med træ separabelt under alle omstændigheder foretrækkes.

Tabel 65. Budgetandelselasticiteter for dynamiske GL modeller

			S_1	S_2	S_3	e_{11}	e_{22}	e_{33}	SE_{11}	SE_{22}	SE_{33}	Tilpasning
A2	ECM	$T^0, 1 \text{ sep.}^*$	0,37	0,09	0,54	-0,59	-0,27	-0,31	0,04	0,64	0,15	Jævn
	PAM	$T^0, 1 \text{ sep.}$				-0,93	-1,13	-0,66	-0,30	-0,22	-0,20	Jævn
A3	ECM	$T^0, 1 \text{ sep.}$	0,54	0,09	0,37	-1,33	-0,75	-1,10	-0,87	0,16	-0,47	IO
	PAM	$T^0, 1 \text{ sep.}$				-1,12	-0,68	-0,98	-0,66	0,23	-0,48	IO
D1	ECM	T^0	0,09	0,55	0,36	-0,89	-1,16	-1,54	0,02	-0,71	-0,90	IO
		$T^0, 1 \text{ sep.}$				-1,04	-1,12	-1,65	-0,13	-0,67	-1,01	Jævn
		$T^2, 1 \text{ sep.}$				-0,12	-1,04	-1,73	0,79	-0,59	-0,37	IO
	PAM	T^0				-1,00	-1,20	-1,59	-0,09	-0,75	-0,95	Jævn
		$T^0, 1 \text{ sep.}$				-1,19	-1,17	-1,72	-0,28	-0,72	-1,08	Jævn
		$T^1, 1 \text{ sep.}$				-0,05	-0,76	-1,21	0,86	-0,31	-0,57	IO
		$T^2, 1 \text{ sep.}$				-0,13	-0,88	-1,48	0,78	-0,43	-0,84	IO
D2	ECM	$T^0, 1 \text{ sep.}$	0,36	0,55	0,09	-1,73	-1,04	-1,42	-1,09	-0,59	-0,51	Jævn
	PAM	$T^0, 1 \text{ sep.}$				-1,78	-1,09	-1,54	-1,14	-0,64	-0,63	Jævn
D3	ECM	$T^1, 1 \text{ sep.}$	-0,55	0,36	0,09	-0,19	-0,31	-0,44	0,26	0,33	0,47	IO
		$T^2, 1 \text{ sep.}$				-0,22	-0,35	-0,48	0,23	0,29	0,43	IO
E1	ECM	T^1	0,42	0,08	0,50	-0,16	-0,45	-0,07	0,42	0,47	0,43	IO
		T^2				-0,36	-0,42	-0,13	0,22	0,50	0,37	IO
		$T^1, 1 \text{ sep.}^*$				-0,17	-0,37	-0,16	0,41	0,55	0,34	Jævn
		$T^2, 1 \text{ sep.}$				-0,42	-0,32	-0,27	0,16	0,60	0,23	IO
E3	ECM	$T^1, 1 \text{ sep.}$	0,50	0,08	0,42	-0,07	-0,45	-0,16	0,43	0,47	0,42	IO
		$T^2, 1 \text{ sep.}$				-0,09	-0,52	-0,22	0,41	0,40	0,36	IO

...Tabel 65 forsætter næste side

...Tabel 65 fortsat fra forrige side												
E2	ECM	T ¹ , 1 sep.	0,08	0,42	0,50	-0,42	-0,13	-0,12	0,50	0,45	0,38	IO
		T ² , 1 sep.				-0,41	-0,29	-0,22	0,51	0,29	0,28	IO
F2	ECM	T ² , 1 sep.	0,43	0,08	0,49	-0,27	-0,02	-0,02	0,30	0,90	0,49	IO

Tabellnoter:

ECM er Error Correction Model
PAM er Partial Adjustment Model
T⁰ angiver ingen trend, T lineær trend og T² kvadratisk trend.
1 sep. er antagelse om separabilitet for faktor 1.
IO angiver Initial overreaktion
* Angiver at $1 < k_1 < [(1-s_i)/se_{ii}]$

Det er nu muligt at udpege en foretrukken model for hver materialegruppe, med udgangspunkt i Likelihood Ratio testene, udfaldet af ovenstående undersøgelse af tilpasningsforløbet og diskussionerne efter testningen af hver gruppe ovenfor. Resultatet opsummeres i tabel 66.

Rationalet bag udvælgelsen af den foretrukne model for hver gruppe er som ved Translog-estimationerne, at hvor det er muligt foretrækkes en dynamisk specifikation. Der undgås igen tilfælde med komplementaritet, medmindre der er en byggeteknisk begrundelse for dette. Der undgås også modeller med meget lave R² værdier og høje standardafvigelser, som visse af modellerne har for et enkelt input.

Tabel 66. Opsamling af resultater

MATERIALER	MODEL	FORETRUKKEN	FORETRUKKEN FOR HELE GRUPPEN
Plast, byggematerialer af metal og træ	A1	Statisk, kvadratisk trend, plast separabel	Dynamisk, uden trend, metal separabel
	A2	Dynamisk, uden trend, byggematerialer af metal separable	
	A3	Dynamisk, uden trend, træ separabel	
Beton, byggematerialer af metal og træ	B1	Statisk, kvadratisk trend, beton separabel	Statisk, kvadratisk trend, beton separabel
	B2	Ingen model	
	B3	Ingen model	
Beton, plast og træ	C1	Statisk, uden trend, beton separabel	Statisk, uden trend, beton separabel
	C2	Ingen model	
	C3	Ingen model	
Plast, beton og byggematerialer af metal	D1	Dynamisk, uden trend, plast separabel	Dynamisk, ingen trend, plast separabel
	D2	Dynamisk, uden trend, byggematerialer af metal separable	
	D3	Statisk, lineær trend, beton separabel	
...Tabel 66 fortsætter næste side			

...Tabel 66 fortsat fra forrige side			
Metal, plast og beton	E1	Statisk, lineær trend, metal separabel	Statisk, lineær trend, plast separabelt eller ingen separabilitet
	E2	Statisk, lineær trend, plast separabel	
	E3	Statisk, lineær trend, ingen separabilitet	
Metal, plast og træ	F1	Statisk, kvadratisk trend, metal separabel	Statisk, kvadratisk trend, plast separabelt.
	F2	Statisk, kvadratisk trend, plast separabel	
	F3	Statisk, lineær trend, træ separabel.	
Metal, beton og træ	G1	Ingen model	Ingen model
	G2	Ingen model	
	G3	Ingen model	

4.3.2.3 Test af specialtilfældet Leontief

I dette afsnit testes hvorvidt data ligeså godt kunne beskrives ved specialtilfældet Leontief, der som omtalt i kap. 3 er en teknologi der forudsætter produktion i faste mængdeandele, dvs. ingen substitution. Testen adskiller sig fra den i kap. 3 foretagne, ved at mængdeandelene er forskellige i de to undersøgelser. I kapitel 3 var der tale om andele af produktionsværdien i bygge- og anlægssektoren. Her er der derimod tale om andele af erhvervets forbrug af en gruppe på 3 byggematerialer, nemlig de ovenfor anvendte materialekombinationer.

Tabel 67. Test af specialtilfældet Leontief for foretrukne specifikationer

		L	Difference	Difference x 2	Kritisk χ^2 værdi	Konklusion
A1	Gen. Leontief	118,91				
	Leontief	117,96	0,95	1,90	5,99	Ikke afvist
A2	Gen. Leontief	118,43				
	Leontief	117,79	0,64	1,28	5,99	Ikke afvist
A3	Gen. Leontief	118,69				
	Leontief	117,79	0,90	1,80	5,99	Ikke afvist
B1	Gen. Leontief	118,03				
	Leontief	117,83	0,20	0,40	5,99	Ikke afvist
C1	Gen. Leontief	125,52				
	Leontief	115,16	10,36	20,72	5,99	Afvist
D1	Gen. Leontief	123,67				
	Leontief	120,29	3,38	6,76	7,81	Afvist
...Tabel 67 fortsætter næste side						

...Tabel 67 fortsat fra forrige side						
D2	Gen. Leontief	123,34				
	Leontief	120,20	3,14	6,28	5,99	Afvist
D3	Gen. Leontief	124,82				
	Leontief	122,74	2,08	4,16	5,99	Ikke afvist
E1	Gen. Leontief	129,67				
	Leontief	125,64	4,03	8,06	5,99	Afvist
E2	Gen. Leontief	128,91				
	Leontief	125,64	3,27	6,54	5,99	Afvist
E3	Gen. Leontief	129,95				
	Leontief	125,64	4,31	8,62	5,99	Afvist
F1	Gen. Leontief	127,12				
	Leontief	125,29	1,83	3,66	5,99	Ikke afvist
F2	Gen. Leontief	126,31				
	Leontief	125,29	1,02	2,04	5,99	Ikke afvist
F3	Gen. Leontief	111,23				
	Leontief	98,77	12,46	24,92	5,99	Afvist

Leontief hypotesen afvises i ca. halvdelen af tilfældene. I første gruppe, (materialerne plast, byggematerialer af metal og træ) og sidste gruppe (plast, metal og træ) accepteres den generelt, mens den overvejende afvises i de øvrige grupper.

Den afvises oftest i statiske modeller uden trend. Generelt kan den ikke afvises i dynamiske modeller og i statiske modeller med lineær eller kvadratisk trend. Det skyldes, at introduktion af trends fører til lavere priselasticiteter, som det er beskrevet flere gange i det foregående. Elasticiteterne bliver mao. så lave, at bevægelserne i budgetandelene ligesåvel kunne beskrives ved en teknologi helt uden prislelsomhed. Også dynamiseringen sænker i visse tilfælde elasticiteterne, så her er situationen parallel. Ved visse materialekombinationer, kan der ved fuldstændig samme specifikation hverken afvises at Cobb-Douglas eller Leontief teknologierne giver en ligeså god model og dette faktum indikerer først og fremmest at variansen er meget høj. Det drejer sig om modellerne F1 og F2, hvor der i begge tilfælde er tale om statiske modeller med kvadratisk trend og separabilitet for hhv. metal og plast.

4.3.2.4 Test af cointegration

Som under Translog modellerne testes for cointegration i de foretrukne modeller. Også her bliver konklusionen langt fra entydig, idet de forskellige tests ikke drager samme konklusion.

Model D1 kommer pænt igennem Dickey-Fuller testet, mens model A2 ikke kan afvise hypotesen om integration af første orden i budgetandelsrelationen for træ. Resultaterne svarer fuldstændig til Translog-estimationernes konklusioner for model D2 og A1, der omhandler samme materialer som hhv. D1 og A2.

Igen afvises det at DW værdien er signifikant forskellig fra nul i den statiske model, hvorfor cointegrationshypotesen må afvises her. Denne test er imidlertid nok den svageste af dem alle, idet der testes mod hypotesen om at modellen følger en AR(1) proces, jf. teksten til tabel 36.

Den tredje test indikerer cointegration for D1, mens det klart afvises i model A2. (Spørgsmålstegnet ved D1 markerer at t-værdien helst skal ligge et godt stykke over den kritiske værdi, jf. afsnit 4.3.1.5.) Den generelle tendens er altså stærkere cointegrerende tilbøjeligheder i D1 modellen end A2.

Tabel 68. Test af cointegration for de foretrukne modeller

Dickey-Fuller test $H_0: I(1)$				
Model A2: Byggematerialer af metal, plast og træ				
	DF	MacKinnon 5%	Konklusion	
Budgetandelsrelation 1	-4,60	-4,11	Afvist	Cointegration
Budgetandelsrelation 2	-5,32		Afvist	Cointegration
Budgetandelsrelation 3	-4,05		Ikke afvist	Ingen cointegration
Model D1: Plast, beton og byggematerialer af metal				
Budgetandelsrelation 1	-5,53	-4,11	Afvist	Cointegration
Budgetandelsrelation 2	-5,22		Afvist	Cointegration
Budgetandelsrelation 3	-5,43		Afvist	Cointegration
CRDW test $H_0: DW = 0$				
Model A2: Byggematerialer af metal, plast og træ				
	DW	Kritisk værdi	Konklusion	
Budgetandelsrelation 1	0,77	1,52	Ikke afvist	Ingen cointegration
Budgetandelsrelation 2	1,38		Ikke afvist	Ingen cointegration
Model D1 : Plast, beton og byggematerialer af metal				
Budgetandelsrelation 1	1,33	1,52	Ikke afvist	Ingen cointegration
Budgetandelsrelation 2	1,34		Ikke afvist	Ingen cointegration
ECM test $H_0: k_2=0$				
	t-værdi	Kritisk værdi	Konklusion	
Model A2: Byggematerialer af metal, plast og træ				
k_2	3,48	4,18	Ikke afvist	Ingen cointegration
Model D1: Plast, beton og byggematerialer af metal				
k_2	4,23	4,18	Afvist (?)	Cointegration (?)

Tabelnote: * Extrapoleret fra Engle & Yoo (1987)

4.4 Opsamling

I kapitel 4 er gjort forsøg med to alternative teknologier, Translog- og Generaliseret Leontief omkostningsfunktionerne. Under hver teknologi er de samme materialekombinationer afprøvet, ligesom der er gjort forsøg med både dynamiske og statiske modeller, med og uden trends.

Der er ligeledes arbejdet med separabilitet af de forskellige materialer. Der er for de fleste af modellerne ingen præferencer angående dette på forhånd, idet der rent byggeteknisk ikke er tvingende grunde til, at der skulle være separabilitet af et af inputtene i de forskellige materialegrupper. Det gælder dog ikke materialekombinationerne plast, beton og metal/byggematerialer af metal, hvor der er gode grunde til at antage plast separabelt. I de øvrige modeller har antagelsen først og fremmest til formål at styrke estimationen, idet pålæggelse af restriktioner reducerer antallet af frie parametre. Der er flere tilfælde, hvor separabilitetsantagelsen bevirker at modellen giver teoretisk konsistente resultater i en iøvrigt ikke valid model.

Der arbejdes med en dummy i årene 1982-1984, svarende til en periode med store udsving i forbruget af byggematerialer af metal, træ og beton, der ikke kan forklares ved tilsvarende forskydninger i priserne. Forklaringen er sandsynligvis byggekrisen og påbegyndelsen af naturgasnettet, samt et svigtende udbud af træ i denne periode. Der vælges at holde sig til denne ene dummy, også selvom adskillige specifikationer har problemer med at opfylde betingelsen om konkaviteten i omkostningsfunktionen. Indsættes flere dummmier afhjælpes dette problem, men det vurderes ikke som hensigtsmæssigt. Dels er det vanskeligt at forklare de andre dummmier, og dels ville der blive tale om mange forskellige alt efter materialekombinationen. Der vælges derfor at arbejde med et absolut minimum af dummmier i alle modeller, selvom omkostningen er reduktion i antallet af valide modeller.

De to teknologier har i høj grad sammenfaldende resultater. Det er de samme materialekombinationer, der viser sig robuste i begge tilfælde, og to tilsvarende specifikationer har meget ens elasticiteter under de to teknologier. Samlet indikerer estimationerne at materialekombinationerne metal, plast og beton, samt byggematerialer af metal, plast og beton er de mest modellerbare, dvs modelgruppe D og E. Her ses mange valide specifikationer og der kan i begge tilfælde peges på dynamiske modeller med jævn tilpasning som de foretrukne - for E forudsætter dette dog separabilitet af plast og Translog teknologi. Disse materialer giver også de pæneste resultater ved integrations- og co-integrationsstene, ligesom hypotesen om Leontief teknologi kan afvises i begge foretrukne modeller under Generaliseret Leontief. Der er altså tale om betragtelig prisleedsomhed, så stor, at hypotesen om Cobb-Douglas teknologi *ikke* kan afvises. De virker derfor særde-

les egnede til prisfølsom modellering. Det er samtidig tre miljømæssigt meget interessante materialer, jf. kapitel 2.

Modelgruppe A og F er ikke helt så egnet til modellering. Dels har færre specifikationer konkav omkostningsfunktion, dels er kun statiske modeller under F valide, og endelig er man i alle tilfælde tvunget til at arbejde med separabilitet. Det kan i de foretrukne modeller ikke afvises at Leontief teknologi vil beskrive data ligeså godt. Alt i alt virker det ikke oplagt at modellere her - heller ikke ud fra en miljømæssig synsvinkel da gevinsten i forhold til de ovennævnte modelgrupper er beskrivelse af materialet træ, mod manglende beskrivelse af materialet beton.

Modelgrupperne B, C og G er elendige. Her går kun enkelte eller ingen specifikationer igennem og i alle tilfælde kun statiske modeller. Det virker helt formålsløst at arbejde videre med disse materialekombinationer. I alle grupperne indgår inputtet træ, hvilket det også gør i middelgruppen (A og F) omtalt ovenfor. Det indgår derimod ikke i de velegnede grupper D og E. Omvendt optræder materialet plast her, ligesom det også er omfattet af A og F. Det er med andre ord vanskeligt at modellere efterspørgslen efter træ vha. de to teknologier og de foretagne adfærdsantagelser, mens plast til gengæld virker særdeles modellerbart. Betragtes figur 2 kan dette ikke undre. Plast har en meget ren sammenhæng mellem stigende budgetandele og faldende relative priser, mens udviklingen i tidsserierne ser langt mere tilfældige ud for træ.

Elasticiteterne i dette studie er forholdsvist store. Sammenlignes eksempelvis med de estimerede elasticiteter for transportbrændsler, elektricitet og andet energi i Andersen og Trier (1995), ligger dette studies egenpriselasticiteter under 0,5 i alle tilfælde (estimeret ved Translog- og Generaliseret Leontief for tre andele) - ved byggematerialerne er de ofte over 1. I ADAM's estimation af efterspørgsel efter kapital, arbejdskraft og energi (CES-funktion) er elasticiteterne alle under 0,4.

Der må altså antages gode substitutionsmuligheder mellem byggematerialerne. En forklaring på dette kan være det lave aggregeringsniveau, der arbejdes med i materialeestimationerne. Jo længere ned man kommer, desto mere vil inputtene ligne hinanden. Arbejdes på helt aggregeret niveau bliver inputtene mere heterogene og derfor vanskeligere at substituere indbyrdes.

Elasticiteterne er særdeles følsomme overfor introduktion af trends, idet de bliver betragtelig lavere når trendene tager forklaringskraft fra dem. Ofte bliver de så lave, at hypotesen om Leontief teknologi ikke kan afvises. Modellens adfærdsbeskrivelse kan således erstattes af en simpel trend, fordi der er stærkt trendlignende udvikling i både priser og budgetandele for mange af materialerne. De fleste af de foretrukne modeller har imidlertid ingen trend.

Konkluderende peges på gruppe D og E, hvor modellerne D1 (GL, dynamisk, ingen trend, plast separabelt), D1 (TL, dynamisk, ingen trend, plast separabelt) og E2 (TL, dynamisk, lineær trend, plast separabel) er de foretrukne. Insisteres på at modellere efterspørgslen efter træ, er de dynamiske foretrukne modeller indenfor gruppe A og F brugbare.

5 Konklusioner

Rapporten er et forsøg på at anvende den traditionelle makroøkonomiske tilgang ved estimation af inputefterspørgsel på et nyt område - byggematerialer. Eksperimentet er forholdsvist vellykket. Det er ved flere kombinationer af byggematerialer muligt at estimere forbruget af disse og prislelsomheden er generelt ret høj. Bedste modeller ses ved materialerne beton, metal og plast. Modellen med træ falder mindre heldigt ud.

At det ikke er miljømæssigt ligegyldigt hvilke byggematerialer der anvendes i byggeri og anlæg illustreres i kapitel 2. Hvert materiale har sin helt egen miljøprofil og belaster omgivelserne på forskellig vis. Materialer som tegl, cement, isolering, beton, glas og træ er direkte og indirekte meget energiintensive. Træ, plast, glas, metal og maling følges af emission af tungmetaller (særligt under affaldsbehandlingen) og andre farlige stoffer. Beton og asfalt generer store affaldsmængder der stiller krav til deponeringsplads - her ses dog stigende genanvendelse, der i høj grad løser problemet.

Det fremgår af kapitel 1, at den modellerede sektor - bygge- og anlægssektoren - er en produktmæssigt heterogen sektor, hvor dele af sektoren er offentligt reguleret eller påvirket. Andre dele er stærkt konjunkturfæhængige, hvilket har betydet store skift i output-sammensætningen i løbet af estimationsperioden. Sektorens delerhverv har forholdsvist forskellig inputprofil, men det er på trods af disse omstændigheder lykket at bygge en model, der beskriver forbruget af materialer tilfredsstillende.

Alternativt kunne man vælge mere simple modeller, som behandlet i kapitel 3, med faste værdi- eller mængdeandele for hvert materiale. Det fremgår imidlertid klart at disse modeller ikke er holdbare - kun forbruget af ganske få materialer kan beskrives på denne måde.

Arbejdet har resulteret i opstilling og estimation af en model, der er en farbar vej til bestemmelse af forbruget af forskellige miljømæssigt interessante materialer. I DMU-rapport nr. 164 "BASIS - En model for forbrug af byggematerialer og dets miljøkonsekvenser" kan man se modellen i anvendelse sammen med den nationale økonomiske model ADAM og en fuldt udbygget miljøsatellit-model.

Referenceliste

Andersen, F.M & P.Trier (1995):"Environmental Satellite Models for ADAM - CO₂, SO₂ and NO_x Emissions", Faglig rapport fra DMU nr. 148, DMU

Andersen, F.M., N.A. Kilde, L.H. Nielsen og S. Præstegaard (1991), "En teknisk-økonomisk prognosemodel for industriens energiforbrug samt energirelaterede CO₂-, SO₂- og NO_x- emissioner. INDUS-version 2/EMIS". Forskningscenter Risø, Roskilde, Risø-M-2920, januar 1991.

Andersen, F.M & P.Trier (1995):"Environmental Satellite Models for ADAM - CO₂, SO₂ and NO_x Emissions", Faglig rapport fra DMU nr. 148, DMU

Banerjee, Anindya, Juan J. Dolado, John W. Galbraith, and David F. Hendry, 1993, *Co-Integration, Error-Correction, and the Econometric Analysis of Non-Stationary Data*. Oxford. *Bulletin of Economics and Statistics*.

Banerjee, Anindya, Juan J. Dolado, and Ricardo Mestre, 1993, "On Some Simple Tests for Cointegration: The Costs of Simplicity", *Working Paper Servicio de Estudios, Documento de Trabajo no. 9302*.

Banerjee, Anindya and David F. Hendry, 1992, "Testing Integration and Cointegration: An Overview", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 54, no. 3, p. 225-55.

Banerjee, A., J.J. Dolado, D.F. Hendry and G.W. Smith (1986), "Exploring Equilibrium Relationships in Econometrics Through Static Models: Some Monto Carlo Evidence." *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 48.

Bhargava, A. (1986), "On the Theory of Testiing for Unit Roots in Observed Time Series", *Review of Economics Studies*, The Society of Economics Analysis Limited, p. 369-384.

Boligministeriet (1989):"Boligmasse og boligkvalitet - et debatoplæg" Betænkning fra udvalget til belysning af udviklingen på boligmarkedet de kommende år

Boligministeriet (1988):"Boligmarkedet og boligpolitikken - et debatoplæg" Betænkning fra udvalget til belysning af udviklingen på boligmarkedet de kommende år

Boligministeriet (1993):"Boligmætning og huslejespænd - et debatoplæg" Betænkning fra udvalget til belysning af udviklingen på boligmarkedet de kommende år

Bremer, P. (1992), "Translog-omkostningsfunktioner: Teoretiske egenskaber, og opstilling af estimationsligninger". *Arbejdsrapport*,

Danmarks Statistik, Modelgruppen.

Christensen, L.R., D.W. Jorgenson and L.J. Lau (1973), "Transcendental Logarithmic Production Frontiers". *The Review of Economics and Statistics*, 55, p. 28-45.

Danmarks Statistik (1993): "ADAM - En model af dansk økonomi - Oktober 1991", Danmarks Statistik.

Danmarks Statistik (1996): "Dansk Branchekode 1993", 2. udgave

Dasgupta, P. (1993), "Natural Resources in An Age of Substitutability" *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, Vol. 111. Elsevier Science Publishers, p. 1111-1130.

Despotakis, K.A. (1986), "Economic Performance of Flexible Functional Forms. Implications for Equilibrium Modelling". *European Economic Review*, 30 no.6, p. 1107-1143.

Diewert, W.E. (1971), "An Application of the Shepard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function". *Journal of Political Economy*, 79, p. 481-507.

Diewert, W.E. (1974), "Applications of Duality Theory" in Intriligator, M.D. and D.A. Kendrick (eds). *Frontiers of Quantitative Economics, Vol. II., Chapter 3*, North Holland.

Diewert (1971): "An Application of the Shepard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function" *Journal of Pol. Ec.*

Dolado, J.J, Jenkinson, T and Rivero-Sosvilla, S. (1990), "Cointegration and Unit Roots", *Journal of Economics Surveys*, Vol. 4, No. 3

Endress, L.H., Roumasset, J.A. (1994), "Golden Rules for Sustainable Resource Management", *The Economic Record*, Vol. 70, No. 210, p. 267-277.

Engle, R. F. and Granger, C.W.J. (1987), "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing", *Econometrica*, Vol. 55, No. 2, p. 251-276.

Engle, R.F. and B.S. Yoo (1987), "Forecasting and Testing in Co-Integrated Systems". *Journal of Econometrics*, 35, p. 143-159.

Ernst, R., Berndt, R. and Savin, N. Eugene (1985). "Estimation and Hypothesis Testing in Singular Equation Systems With Autoregressive Disturbances. *Econometrica*, Vol 43, No. 5-6, p. 937-957.

Escribano, A. and G. Pfann (1990), "Nonlinear Error Correction, Asymmetric Adjustment and Cointegration". *Discussion Paper 87*, University of Louvain, December 1990.

- Fenhann, J. and N. A. Kilde (1994), *Inventory of emissions to the air from Danish sources*. Research Center Risø. January 1994.
- Fuss & McFadden (Eds): "Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications", Vol I & II, 1978.
- Hall, R.E., J. Johnston and D. Lilien (1990), *MicroTSP. User's Manual. Version 7.0*. Quantitative Micro Software, Irvine, California.
- Hall, B.H. (1992), *Times Series Processor. Version 4.2*. TSP International.
- Harvey, A (1990): "The Econometric Analysis of Time Series", (2nd edition), Philip Allan.
- Johansen, S. (1988), "Statistical Analysis of Cointegration Vectors", *Journal of Economics Dynamics and Control*, no, 12, p. 231-254.
- Johansen, S, Juselius, K. (1990), "Maximum Likelihood estimation and Inference on Cointegration - with Allications for Money", *Oxford Bulletin of Economis and Statistics*, Vol. 52, No. 3.
- Johansen, L: "A Multi-Sectoral Study of Economic Growth", North-Holland Publ. CO. Amsterdam.
- Johnston, J. (1984), *Econometrics*, (3. ed.), McGraw-Hill.
- Kremers, J.J.M, Ericsson, N & Dolado, J.J. (1992): "The Power of Cointegration tests" *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 54,3.
- Mcfadden, B (1963), "Constant Elasticity of Substitution Production Functions", *The Economics Study Society* review of Economics Studies
- Milhøj, A (1994): "Tidsrækkeanalyse for økonomer", (2.udg.), Akademisk Forlag.
- Miljøstyrelsen (1989): "Klorkilders betydning for dioxindannelse ved forbrænding", Miljøprojekt nr. 118.
- Miljøstyrelsen (1989): "Dioxin ved affaldsforbrænding", Miljøprojekt nr. 117.
- Miljøstyrelsen (1987): "Substitution af PVC-plast med andre plastmaterialer", Miljøprojekt nr. 87
- Miljøstyrelsen (1990): "Nedsivning af byggeaffald", Miljøprojekt nr. 128.
- Miljøstyrelsen (1990): "PVC i byggeri og anlæg", Miljøprojekt nr. 133.

Miljøstyrelsen (1995): "Environmental Aspects of PVC", Miljøprojekt nr. 313.

Miljøstyrelsen (1994): "Dansk byggevareindustri", Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 58.

Miljøstyrelsen (1994): "Genanvendelse af nedknust byggeaffald i vejbygning", Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 53.

Miljøstyrelsen (1994): "Genanvendelse af konstruktionstræ i forbindelse med nedrivning og renovering af beboelsesejendomme", Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 54.

Miljøstyrelsen (1995): "Brancheanalyse beton - renere teknologi ved betonfremstilling", Delrapport fase 1, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 40.

Miljøstyrelsen (1995): "Brancheanalyse beton - renere teknologi ved betonfremstilling", Delrapport fase 4, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 43.

Miljøstyrelsen (1995): "Brancheanalyse beton - renere teknologi ved betonfremstilling", Delrapport fase 3, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 42.

Miljøstyrelsen (1994): "Genanvendelse af tagbeklædning", Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 44.

Miljøstyrelsen (1994): "Miljøbelastende stoffer i affald", Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 43.

Miljøstyrelsen (1991): "Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald", Miljøprojekt nr. 160.

Miljøstyrelsen (1991): "Renere teknologi - bygge- og anlægsaffald", Miljøprojekt nr. 157.

Miljøstyrelsen (1990): "Prognose for bygge- og anlægsaffald - hovedrapport", Miljøprojekt nr. 150.

Miljøstyrelsen (1991): "Anvendelse af nedknust beton i ny beton", Miljøprojekt nr. 180.

Miljøstyrelsen (1991): "Livscyklusanalyse af stål i forskellige anvendelsessituationer", Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 10.

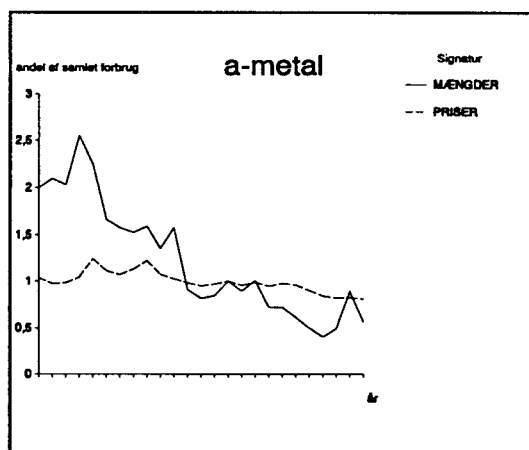
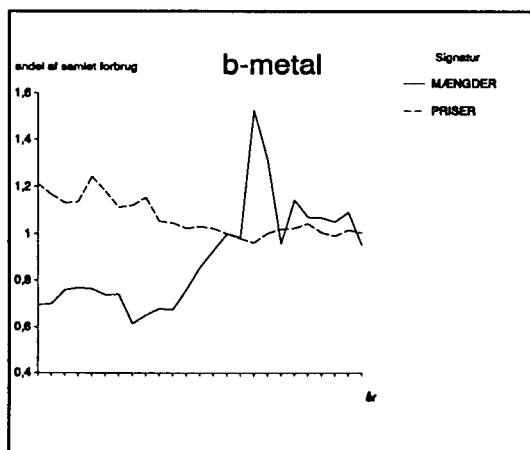
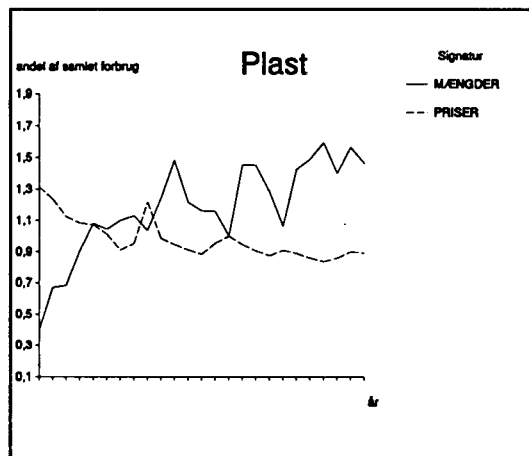
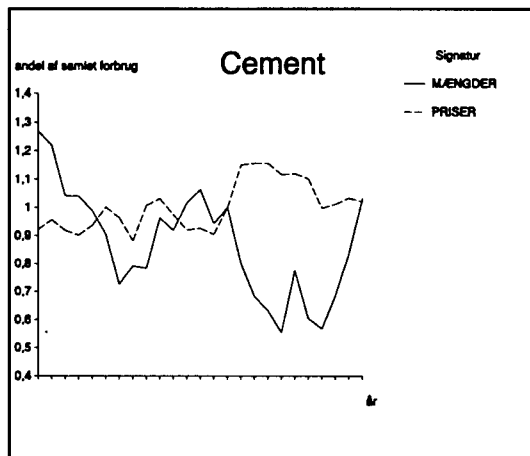
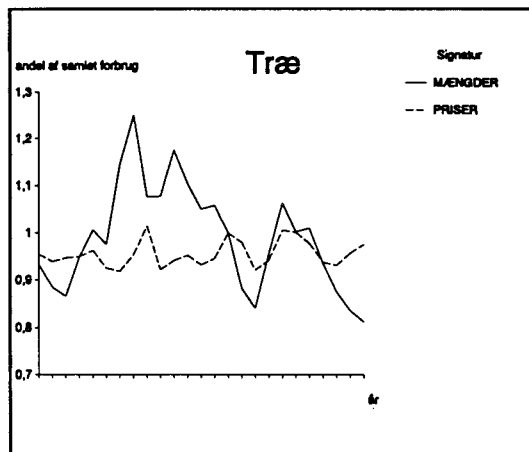
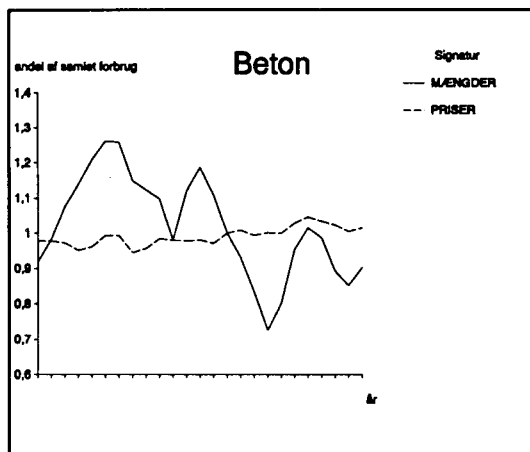
Miljøstyrelsen (1993): "Byggeriets materialeforbrug", Miljøprojekt nr. 221.

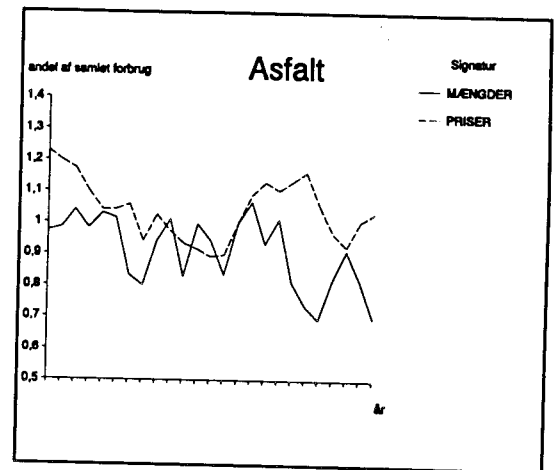
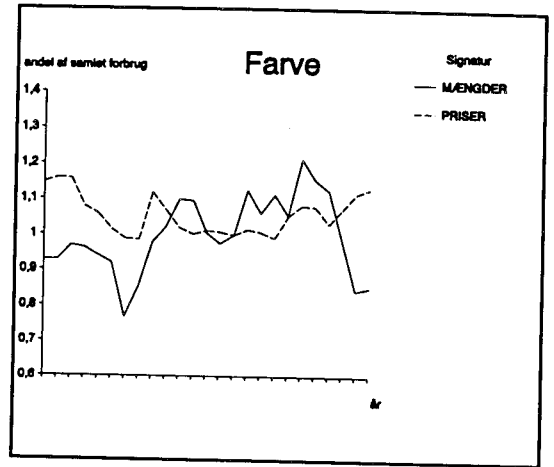
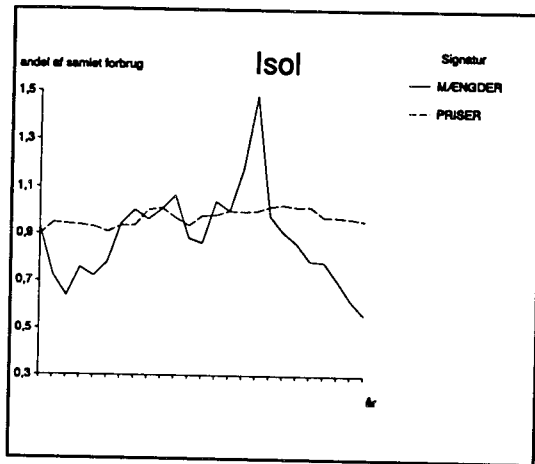
Miljøstyrelsen (1993): "Anvendelse af ISAG på virksomheder, der bortskaffer affald", Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 9.

- Miljøstyrelsen (1992): "Delhandlingsplan for renere teknologi- og genanvendelsesindsatsen i bygge- og anlægssektoren 1993-1997".
- Miljøstyrelsen (1995): "Brancheanalyse beton - renere teknologi ved betonfremstilling", Delrapport fase 4, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 43.
- Miljøstyrelsen (1991): "Anvendelse af nedknust beton i ny beton", Miljøprojekt nr. 180.
- Miljøstyrelsen (1995): "Environmental Aspects of PVC", Miljøprojekt nr. 313.
- Miljøstyrelsen (1991): "Renere teknologi - bygge- og anlægsaffald", Miljøprojekt nr. 157.
- Miljøstyrelsen (1995): "Brancheanalyse beton - renere teknologi ved betonfremstilling", Delrapport fase 2, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 41.
- Miljøstyrelsen (1995): "Brancheanalyse beton - renere teknologi ved betonfremstilling", Delrapport fase 1, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 40.
- Miljøstyrelsen (1995): "Brancheanalyse beton - renere teknologi ved betonfremstilling", Delrapport fase 3, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 42.
- Miljøstyrelsen (1990): "Prognose for bygge- og anlægsaffald - hovedrapport", Miljøprojekt nr. 150
- Mustatelli, V. Antonio and Hurn, S. (1982), "Cointegration and Dynamic time series Models", *Journal of Economics Surveys*, Vol. 6, No. 1.
- Møller, M. (1983), *Det danske boligmarked*, Institut for Finansiering, Handelshøjskolen i København, september 1983.
- Nadiri, M. and S. Rosen (1969), "Interrelated Factor Demand Functions". *American Economic Review*, September, p. 457-471.
- Nickell, S (1985), "Error Correction, Partial Adjustment and All That: An Expository Note". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, p. 119-129.
- Nielsen, E.H. and F.M. Andersen (1985), "Interfuel Substitution Models: Some Results for Denmark". *Risø*.
- Otto, L. (1987), On Some Tests in Multivariate Statistical Analysis With Reference to Econometrics. *Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole*.

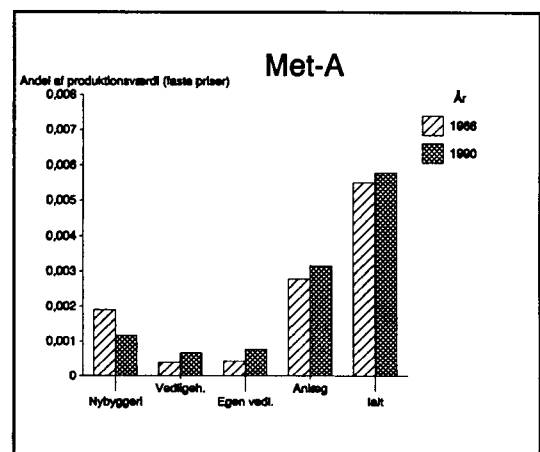
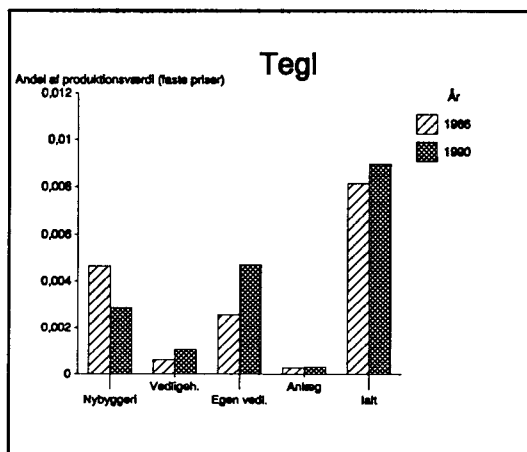
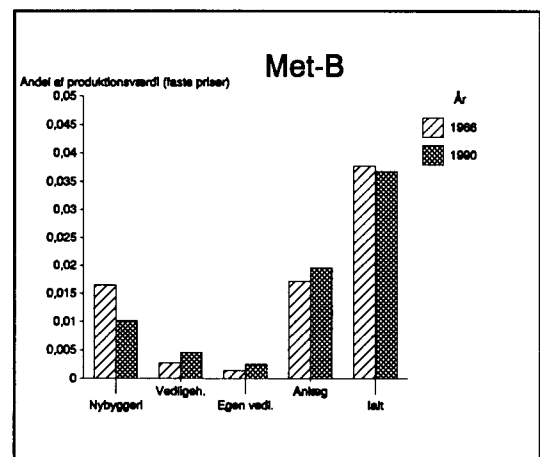
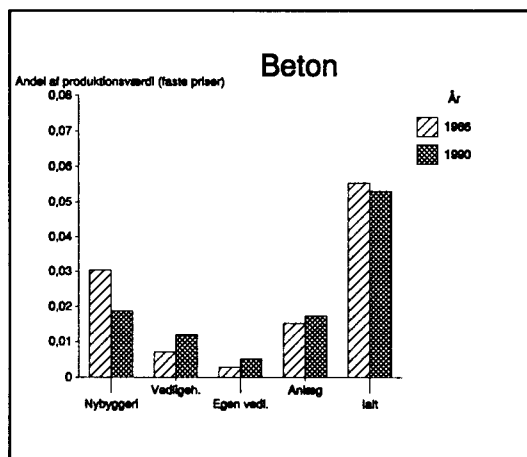
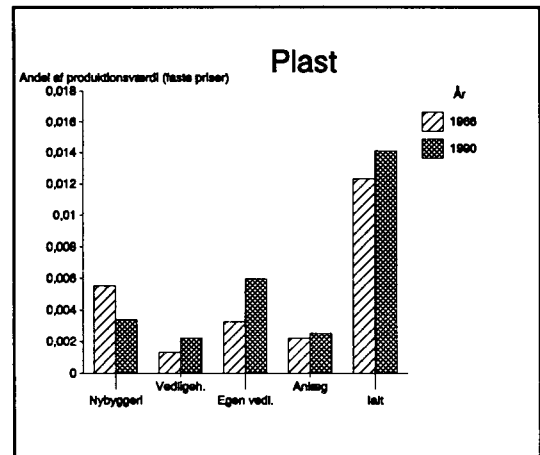
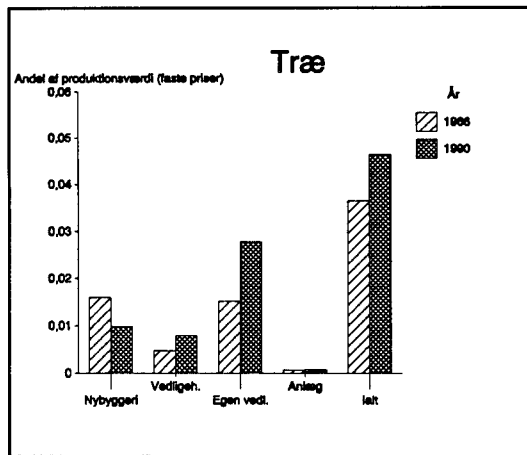
- Rasmussen, P.B. (1992), "Translog-omkostningsfunktioner: Teoretiske egenskaber, og opstilling af estimationsligninger". *Arbejds-papir*, Danmarks Statistik, Modelgruppen, 26/4-1992.
- Rasmussen, P.B. (1993), "Estimation af Faktorefter-spørgselsfunktioner baseret på 2. generations dynamik og trans-log- eller CES-omkostninger". *Arbejds-papir*, Modelgruppen i Danmarks Statistik.
- Rasmussen, P.B. (1992), "Modellering af Faktoreftersørgslen på baggrund af translog-omkostningsfunktioner: Esimations af langsigtsammenhænge" *Arbejds-papir*, Modelgruppen i Danmarks Statistik 18/8-1992.
- Rendan (1992): "Bygge- og anlægsaffaldsstatistik 1991".
- Rendan (1993): "Bygge- og anlægsaffaldsstatistik 1992".
- Rendan (1994): "Bygge- og anlægsaffaldsstatistik 1993".
- Sawyer, John (1992): "Forecasting with Input-Output Matrices: Are the Coefficients Stationary ?", *Economic Systems Research*, 4(4): 325-248.
- Shephard (1953): "Cost and Production Functions", Princeton University Press.
- Shephard (1970): "Theory of Cost and Production Functions, Princeton University Press.
- Statens byggeforskningsinstitut (1992): "Miljøpåvirkninger fra byggeri", SBI meddelelse 93.
- Uzawa, H. (1964): "Duality principles in the theory of cost and production". *Int. Ec. Rev.*, vol. 5, no. 2, pp. 216-220.
- Wier, Mette: "BASIS - En konsekvensanalysemodel for forbrug af byggematerialer". Faglig rapport fra DMU nr. 164, 1996.
- Wier, Mette: "Environmental Consequences of the Consumers Choice" *Nordic Journal of Environmental Economics*, 1994.
- Wier, Mette: "Sources of Changes in Emissions from Energy" *Upubliceret papir*, 1994.
- Wier, Mette: "Accounting for Nitrogen in Denmark - A Structural Decomposition Analysis" *Upubliceret papir*, 1993.
- Wier, Mette: "Makroøkonomiske Miljømodeller" *Nationaløkonomisk Tidsskrift*, 1993.

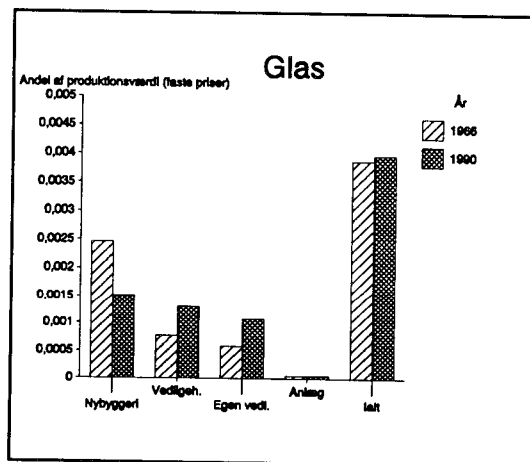
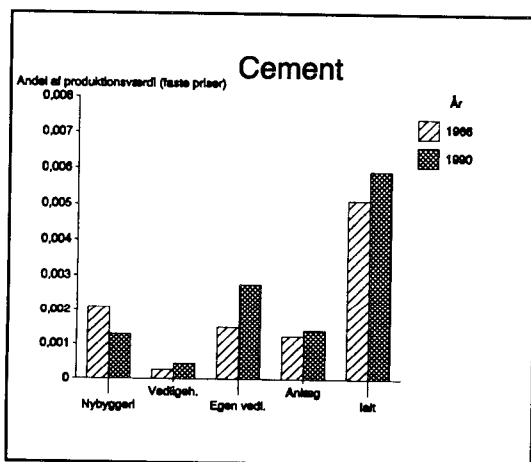
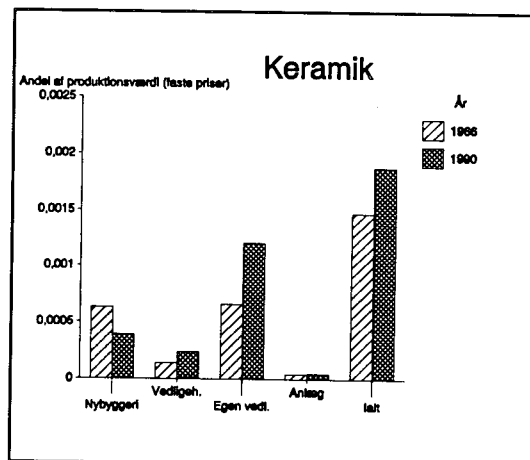
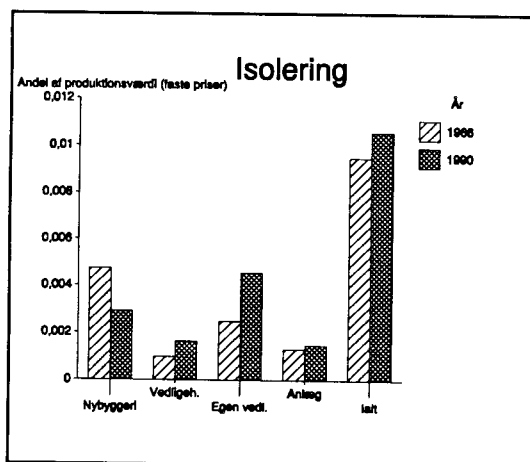
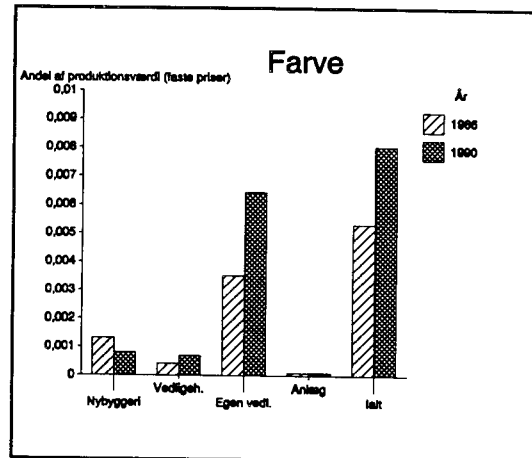
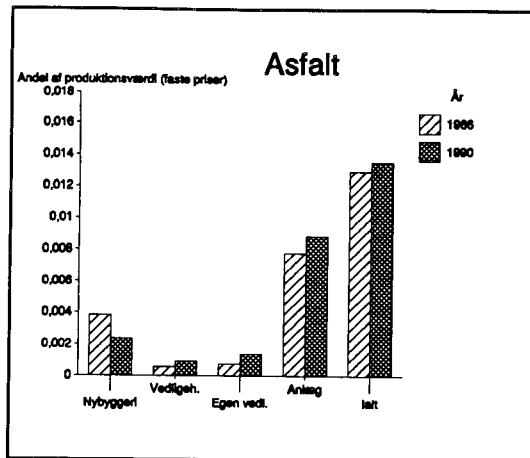
Bilag I Udvikling i pris- og mængdeandele (1980=1) for hvert byggemateriale i forhold til samlet materialeforbrug.





Bilag II Forbrug af byggematerialer i hvert delerhverv som andel af produktionen i hele bygge- og anlægssektoren (under antagelse af 1990 teknologi begge år).





Bilag III Centrale produktionsteoretiske begreber

Dualitet, well-behaved

En produktionsfunktion er en funktion, der for givne kombinationer af et vilkårligt antal varer (inputs x) angiver den maksimalt opnåelige produktion af en anden vare (output Q). Den kan skrives $Q = Q(x_1, x_2, \dots, x_n)$. En omkostningsfunktion er den funktion, der til givne priser producerer et givet output ved lavest mulige omkostninger. Den kan skrives $C = C(Q, p) = \text{Min}\{p \cdot X \mid X \in X(Q)\}$, hvor p er en vektor af priser, X er en vektor af inputs og $X(Q)$ er mængden af inputs der kan producere Q .

Såfremt produktionsfunktionen opfylder en række krav vil den kunne repræsenteres ved en omkostningsfunktion og omkostningsminimeringen vil være ækvivalent med profitmaksimeringen. Dette blev første gang vist i Shephard(1953) og er senere benævnt Shephards dualitets teorem.

De krav der stilles til produktionsfunktionen benævnes ofte *klassiske* produktionsmuligheder (Fuss & McFadden(1978), p.75) eller at funktionen er *well-behaved*. Betingelserne er, at produktionsfunktionen er monotont voksende og strengt quasi-konkav i inputtene (ensbetydende med strengt faldende grænseprodukter), samt kontinuert for alle ikke-negative input-bundter, nul når alle inputs er nul og ubegrænset når alle inputs er ubegrænsede.

For den tilsvarende omkostningsfunktion gælder (jf. Uzawa(1964)) at den er konkav, ikke-aftagende, positiv lineær homogen og kontinuert differentiabel i priserne for givet output. Ydermere gælder at den er kontinuert og stigende i output, nul ved nul output og ubegrænset ved ubegrænset output.

Shephards lemma

I estimationssammenhæng opereres ofte med omkostningsfunktioner fremfor produktionsfunktioner, da det er lettere og simplet at udlede faktorefterspørgslen herfra. Det omkostningsminimerende faktorforbrug findes vha. *Shephards lemma* (Shephard(1953)), der giver det optimale forbrug af den i 'te faktor

$$X_i = X_i(Q, p_1, p_2, \dots, p_n)$$

er lig omkostningsfunktionen differentieret mht. prisen på faktor i , dvs

$$\delta C(Q, p_1, p_2, \dots, p_n) / \delta p_i$$

I optimum gælder det, at minimumsværdien af omkostningerne er lig faktorpriserne gange mængderne, dvs at

$$C(p_1, p_2, \dots, p_n; Q) = \sum p_i X_i(p_1, p_2, \dots, p_n; Q).$$

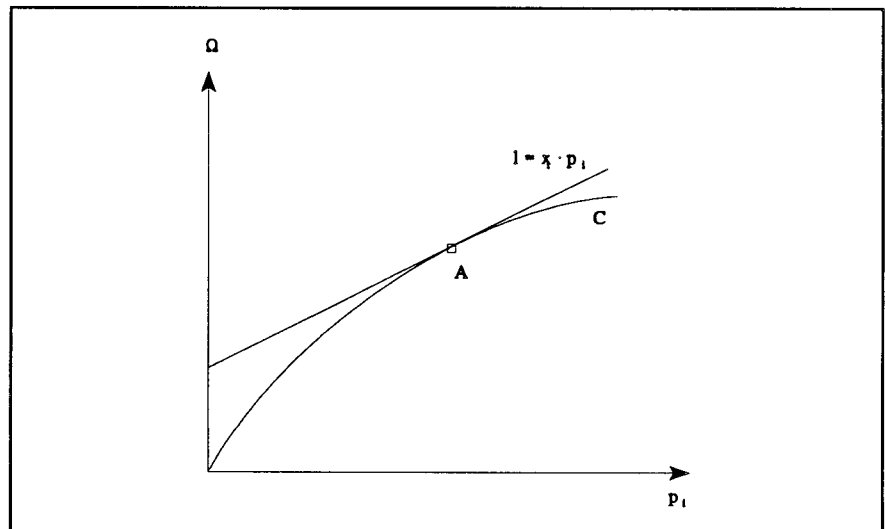
Altså må det gælde at

$$(*) \quad \delta C / \delta p_i = X_i + \sum_j p_j \delta X_j / \delta p_i.$$

Shephards lemma indebærer at andet led på højresiden er lig nul. Det kan illustreres ved følgende figur :

Kurven C angiver omkostningsfunktionen i et p_i - Ω diagram, hvor Ω er lig de omkostninger, hvor produktionsniveauet Q og de øvrige faktorpriser holdes konstante. Punktet A er optimumspunktet til pris p_i . Omkostningerne kan altid udtrykkes som pris gange mængde, dvs. $p_i X_i$. Betragt herudover en linie, der går gennem A og netop har mængden (X_i) som hældning.

Grafen l angiver en lineær sammenhæng mellem de samlede omkostninger Ω og p_i . Problemet er at argumentere for, at såfremt l har hældningen X_i vil den netop **tangere** C, (som det er tegnet i figuren), idet dette er betingelsen for at Shephards lemma er opfyldt : omkostningsfunktionens afledede mht. inputprisen er lig den forbrugte inputmængde. Det kan gøres som følger:



Hvis vi starter med at tage udgangspunkt i linien l, og antage at den har hældningen X_i , kan den opfattes som omkostningskurven, såfremt der ikke var nogle substitutionsmuligheder. Inputsammensætningen er jo konstant, da den i'te inputmængde (hældningen) netop er konstant på l. Den viser altså den rene omkostningsstigning s.f.a stigninger i inputprisen p_i .

Men nu er det sådan, at producenten faktisk kan substituere. Lad os antage at vi ikke kender hans virkelige omkostningfunktion C og blot ved at den går gennem A. Den kan umuligt ligge over l,

da det til enhver tid vil medføre lavere omkostninger at bevæge sig ned på l - og dette vil altid være muligt, da det var muligt at producere i punkt A (det eneste ændrede langs l er prisen). Ergo må den til ethvert p_i ligge under l , undtagen dog i A, hvor den nødvendigvis må tangere. Derfor er omkostningsfunktionens afledede mht prisen (grafisk udtrykt ved tangenthældningen) netop lig den efterspurgte inputmængde, og andet led i (*) er altså lig nul.

Til ethvert punkt på C svarer således en tangent, der har den i optimum forbrugte mængde af faktor i som hældning. Jo højere p_i bliver, desto lavere bliver denne forbrugte mængde.

Fleksible funktioner

To af de anvendte modeller er *fleksible* omkostningsfunktioner, hvilket vil sige at der er tale om (anden ordens) approximationer til en vilkårlig funktion i et givet punkt. Det antages mao. at den fleksible funktion tilnærmelsesvist er lig den "sande" funktion i det punkt approximationen foretages ud fra. I dette punkt er den ydermere teoretisk konsistent, dvs den opfylder de betingelser (afhængigt af de pålagte parameterrestriktioner), der stilles til produktionsfunktionens/omkostningsfunktionens udseende. Udenfor punktet er den ikke nødvendigvis konsistent, ligesom approximationen bliver ringere jo længere man bevæger sig bort fra punktet. For at sikre teoretisk konsistens pålægges i praksis et antal restriktioner, der gælder i dette punkt og sikrer at funktionen opfylder kravene til en klassisk omkostningsfunktion.

Homothesitet og separabilitet

For at forsimple arbejdet med at estimere faktorefterspørgslen antages ofte homothesitet og separabilitet.

En funktion er *homothetisk*, såfremt den via en positiv monoton transformation kan afbildes i en funktion, der er homogen af 1. grad. Det er klart at alle homogene funktioner opfylder dette krav, idet de blot kan opløstes i $1/x$, hvor x er graden af homogenitet. Men herudover findes et utal af andre funktioner, der opfylder dette krav.

Rent grafisk betyder antagelsen at produktionsfunktionens isokvanter har samme form uanset outputniveau eller udtrykt mere præcist at der langs en ret linie ud fra origo er samme marginale substitutionsforhold mellem 2 faktorer. Homothesitetsgraden angiver tilsvarende afstanden mellem isokvanterne. Ved faldende skalaafkast ligger de stadig længere fra hinanden ved stigende output og omvendt ved stigende skalaafkast.

Homothecitet medfører at forholdet mellem to faktorefterspørgselsrelationer (og hermed også den optimale faktorsammensæt-

ning) er uafhængigt af den producerede mængde og netop denne egenskab er nyttig i modelmæssig sammenhæng, hvor der ofte er behov for at bestemme faktorsammensætning og faktorindsats separat. Et eksempel er de i denne rapport anvendte modeller, hvor den samlede materialeindsats gives i ADAM modellen, hvorefter en eftermodel deler dette ud på materialgrupper.

Der skelnes mellem svag og stærk homothecitet. Svag homothecitet medfører, at omkostningsfunktionen $C=C(p,Q)$ kan skrives

$$C = C(f(p),Q),$$

hvor p er en vektor bestående af inputpriserne og Q er produktionen. Stærk homothecitet betyder at den kan skrives

$$C = f(p)g(Q).$$

Hvis funktionen ydermere er homogen, kan den skrives

$$C = c(p)Q^a,$$

hvor a er graden af homogenitet. Er der konstant skalaafkast, betyder det således at

$$C = c(p)Q.$$

I en omkostningsfunktion C i inputpriserne p_1, p_2, p_3 og p_4 er inputtene 1 og 2 *svagt separable* fra de øvrige såfremt den kan skrives

$$C_1(C_2(p_1, p_2), p_3, p_4),$$

mens de er *stærkt separable* hvis den kan skrives

$$C_1(p_1, p_2)C_2(p_3, p_4).$$

Den økonomiske fortolkning af dette er, at den optimale faktorsammensætning af inputtene 1 og 2 er uafhængig af fordelingen af de øvrige inputs. Fordelen ved denne antagelse er, at man kan estimere fordelingen af en mindre gruppe af inputs for sig og dermed imødegå problemer med for få frihedsgrader.

Hesse Matricen

Som omtalt ovenfor er en well-behaved omkostningsfunktion konkav i priserne. Det kan vises, at denne egenskab er ensbetydende med at matricen af de anden ordens partielle afledede er negativ semidefinit.

Matricen benævnes Hesse matricen og kravet om negativ semidefinithed kan skrives

$$\forall \alpha \in R^n : \alpha' \frac{\partial^2 C}{\partial P \partial P'} \alpha \leq 0$$

hvor α er en vilkårlig $n \times n$ matrix :

Negativ semidefinithed betyder at funktionen "buer opad". Hesse matricen kan ses som en generalisering af det to-dimensionelle tilfælde, hvor der eksisterer et maksimum på funktionen, såfremt den anden-afledede er negativ.

Substitutionselasticiteten

En substitutionselasticitet er en ren teknisk størrelse, der angiver formen på produktionsfunktionens isokvanter. Den såkaldte Hicks elasticitet defineres mellem 2 faktorer A og B som

$$ES = \frac{\delta \log(A/B)}{\delta \log(MRS)}, \quad \text{for givet output } Q$$

Den angiver den relative ændring i faktorforholdet i forhold til den relative ændring i det marginale substitutionsforhold MRS (lig f'_A/f'_B).

Forudsættes profitmaksimerende adfærd på et fuldkommen konkurrence marked er forholdet mellem faktorpriserne lig forholdet mellem deres grænseprodukter, hvorfor

$$ES = \frac{\delta \log(A/B)}{\delta \log(p_A/p_B)}, \quad \text{for givet output } Q$$

Skrives elasticiteten helt ud bliver den

$$ES = \frac{\frac{1}{Af_A} + \frac{1}{Bf_B}}{-\frac{f_{AA}}{f_A^2} + 2\frac{f_{AB}}{f_A f_B} - \frac{f_{BB}}{f_B^2}}$$

Hvis funktionen er homogen af første grad reduceres udtrykket til

$$ES = \frac{f_A f_B}{f f_{AB}}$$

For den tilsvarende omkostningsfunktion med lineær homogenitet i priserne er den

$$ES = \frac{C C_{P_A P_B}}{C_{P_A} C_{P_B}}$$

Der findes ingen entydig generalisering af denne elasticitet for flere end 2 faktorer. Uanset hvad, bliver de forskellige udtryk kombinationer af elementerne i funktionens Hesse-matrice. I stedet arbejdes ofte direkte med Hesse matricen gennem den såkaldte Allen-Uzawa elasticitet. Den kan defineres som

$$AES_{ij} = \frac{\delta \log x_i}{\delta \log p_j} \frac{1}{S_j}$$

Det ses at første led er lig krydspriselasticiteten. Allen-Uzawa elasticiteten kaldes også den partielle elasticitet, hvor partiel refererer til, at ikke alle priser tillades at variere.

Sammenhængen med Hesse matricen H_{ij} er følgende

$$H_{ij} = \frac{\delta^2 C}{\delta P_i \delta P_j} = \frac{\delta C}{\delta P_i} \frac{\delta C}{\delta P_j} C^{-1} AES_{ij}$$

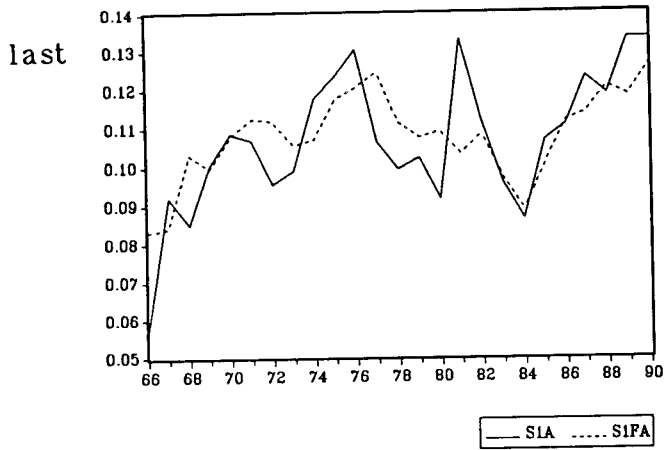
der vha. Shephards Lemma kan skrives

$$H_{ij} = X_i X_j C^{-1} AES_{ij}$$

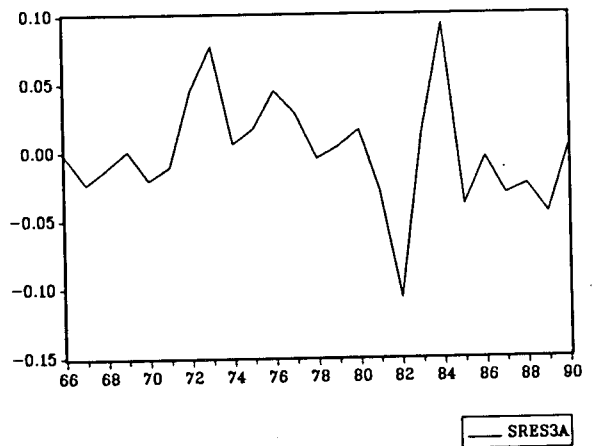
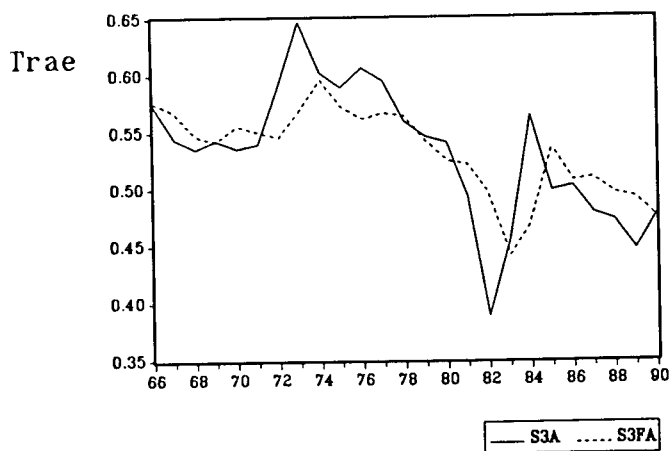
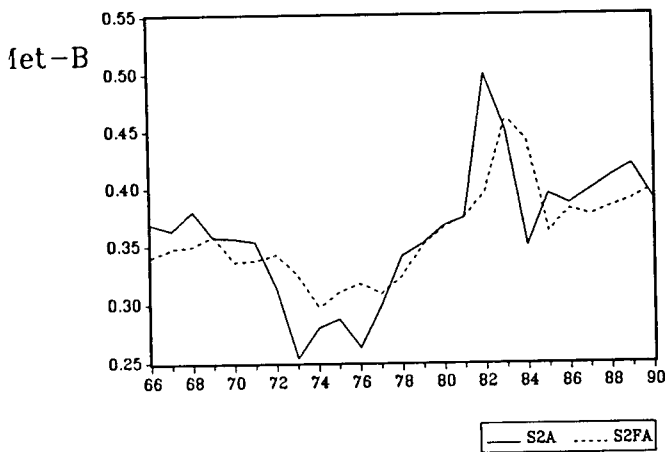
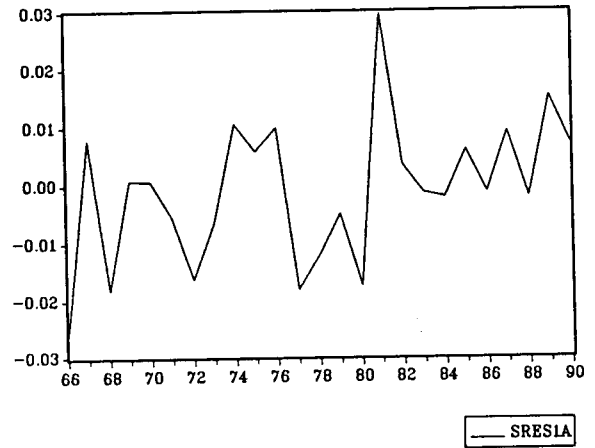
Det ses umiddelbart, at en negativ semidefinit Hesse matrice er ensbetydende med en negativ semidefinit matrice af de partielle Allen elasticiteter.

Model A1: Plast, byggematerialer af metal og træ (TL)

Faktiske og fittede (stiplet linie) budgetandele

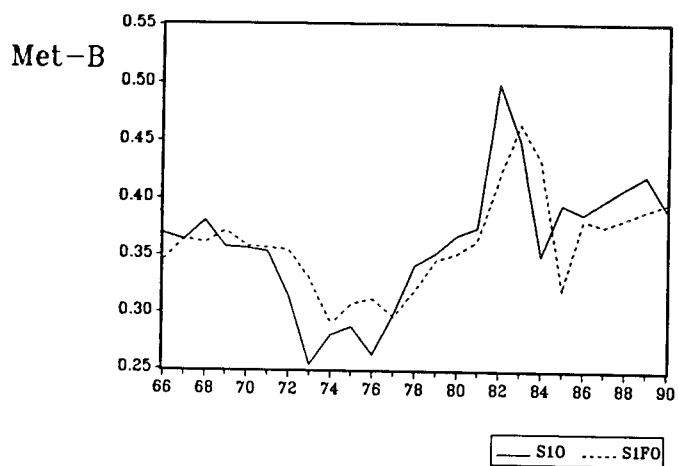


Residualer

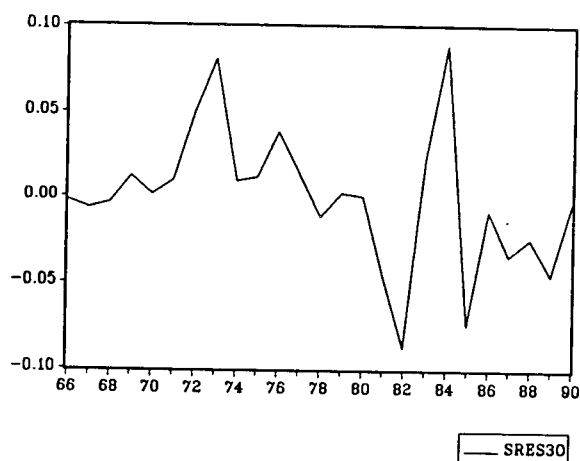
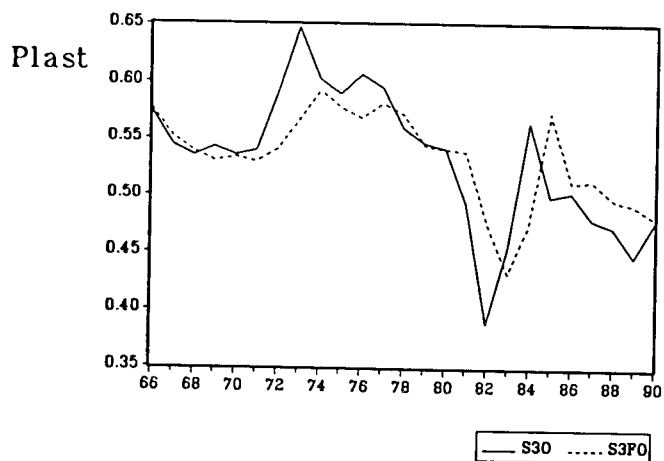
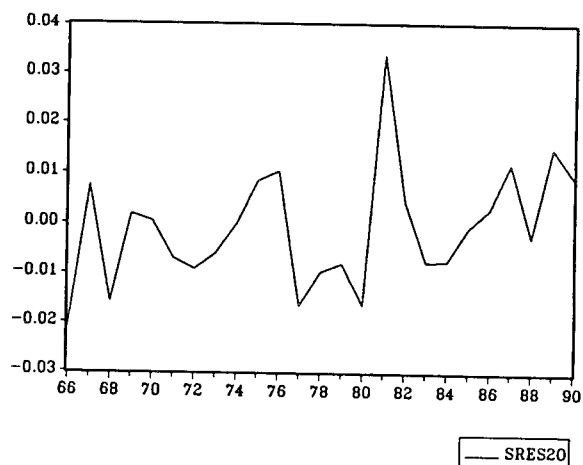
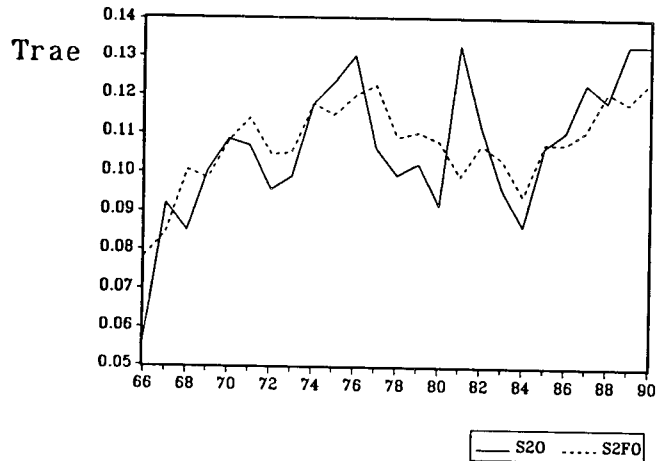


Model A2: Byggematerialer af metal, træ og plast (GL)

Faktiske og fittede budget-
andele



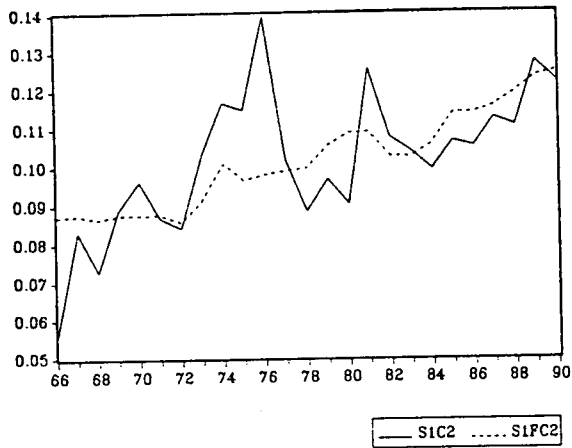
Residualer



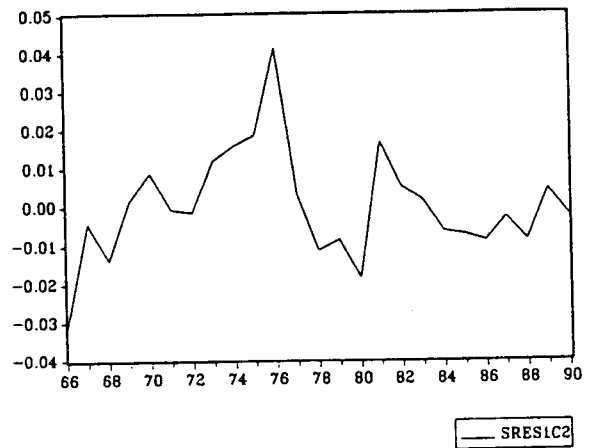
Model D1: Plast, beton og byggematerialer af metal (GL)

Faktiske og fittede (stiplet linie) budgetandele

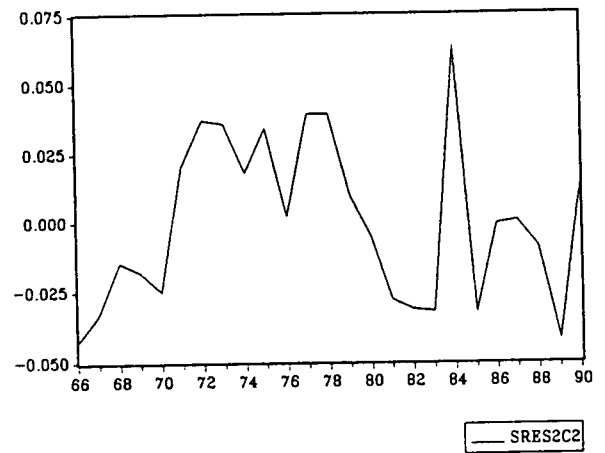
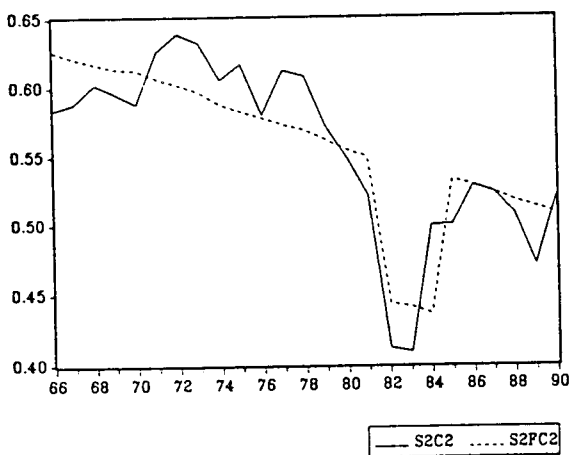
st



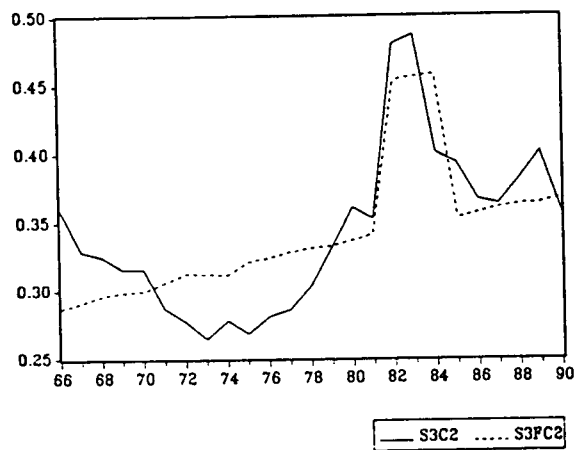
Residualer



eton

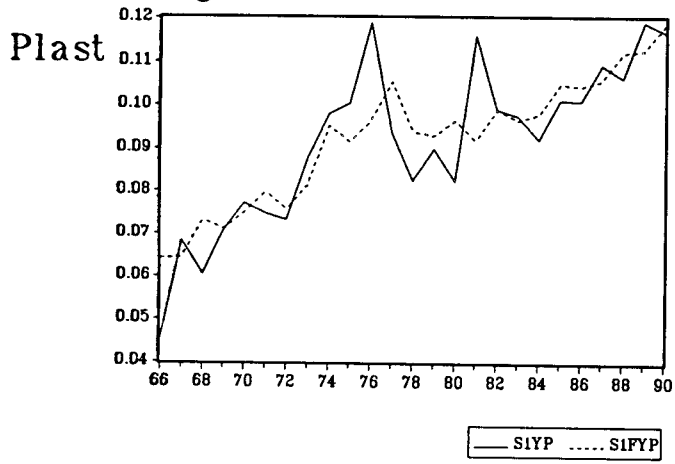


t-B

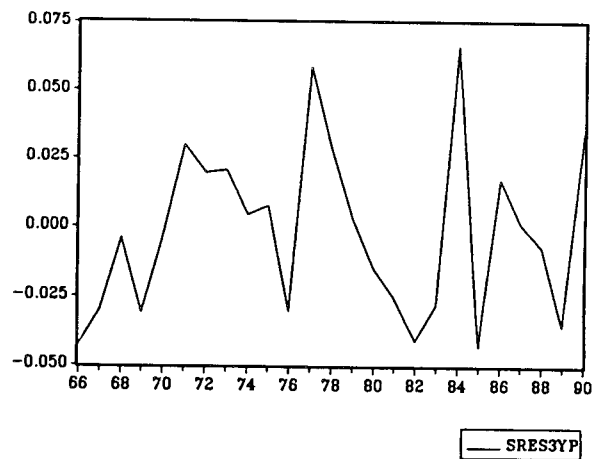
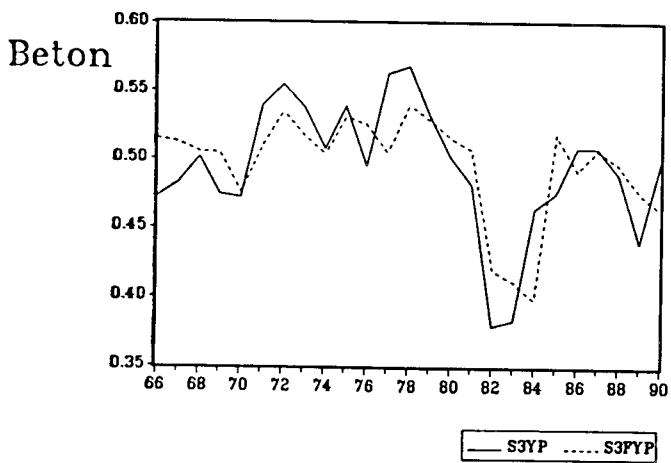
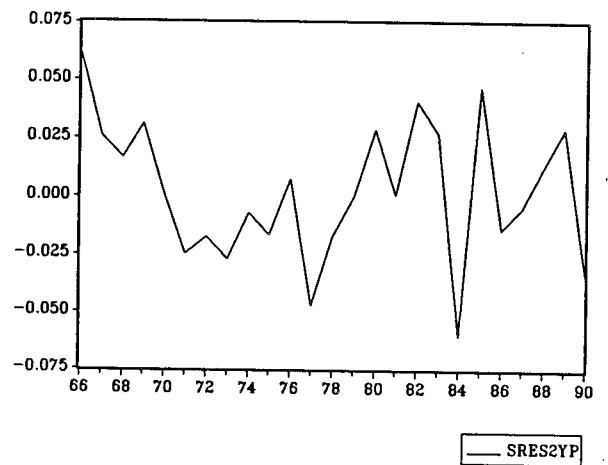
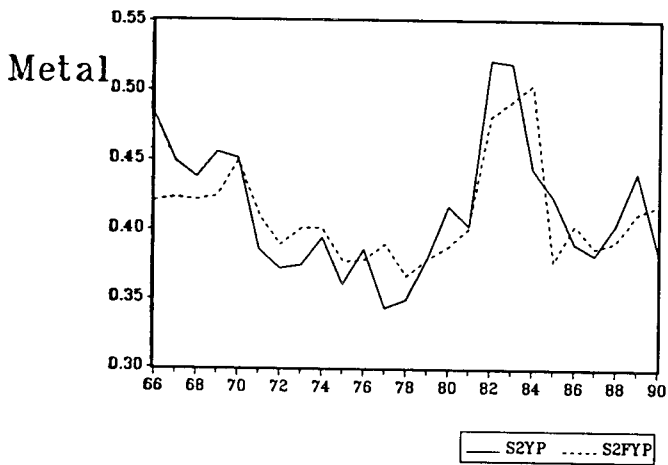
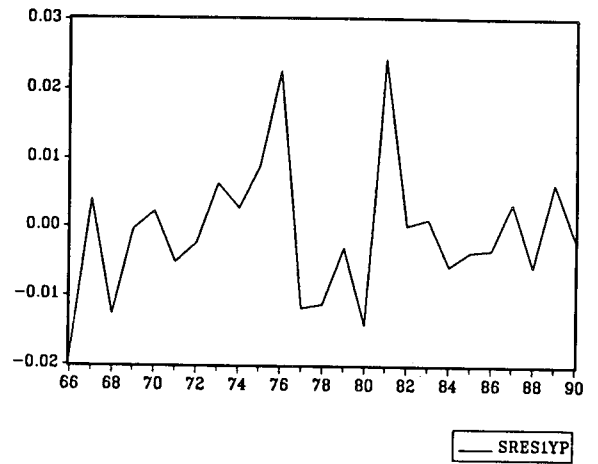


Model E2: Plast, metal og beton (GL)

Faktiske og fittede (stiplet linie) budgetandele

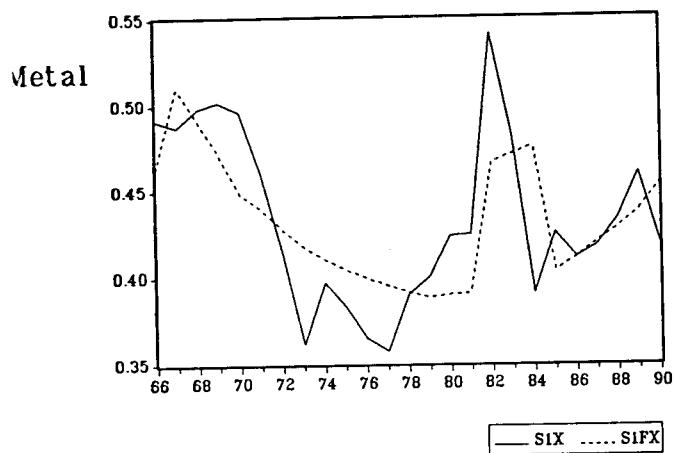


Residualer

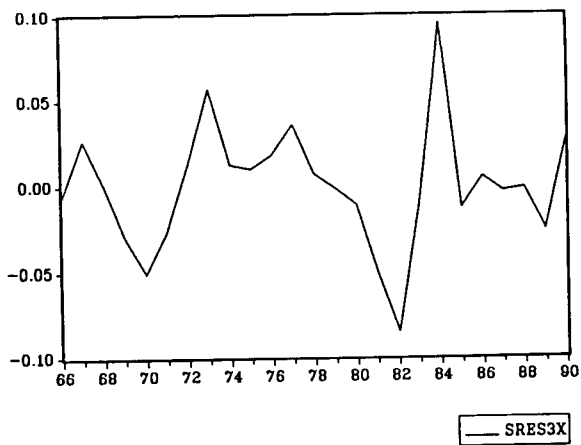
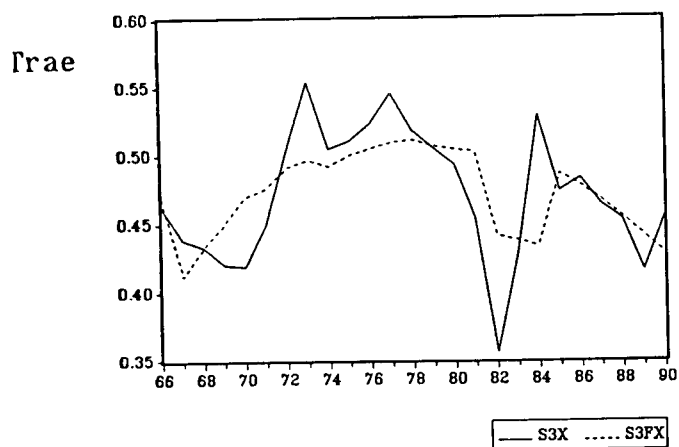
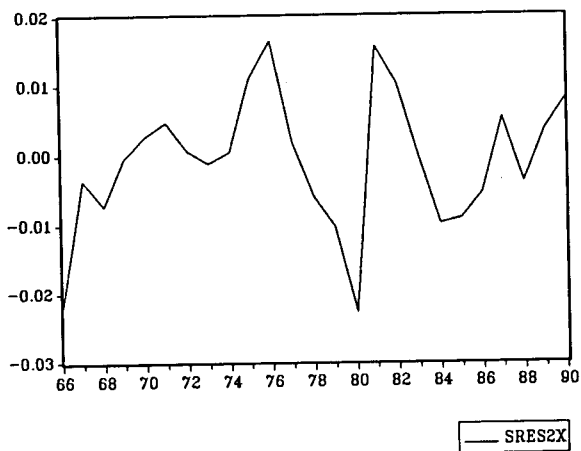
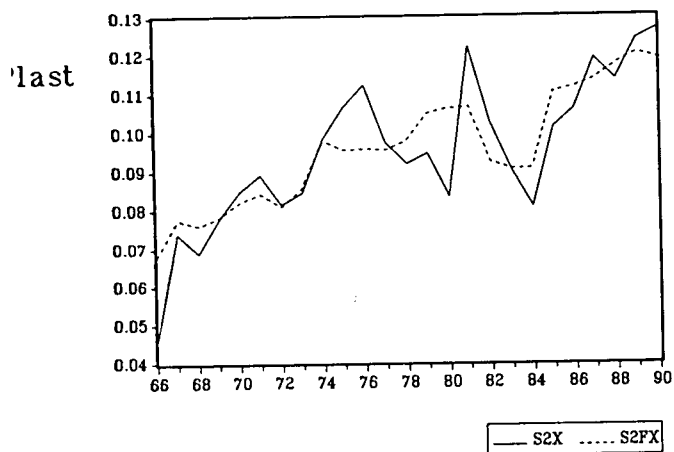
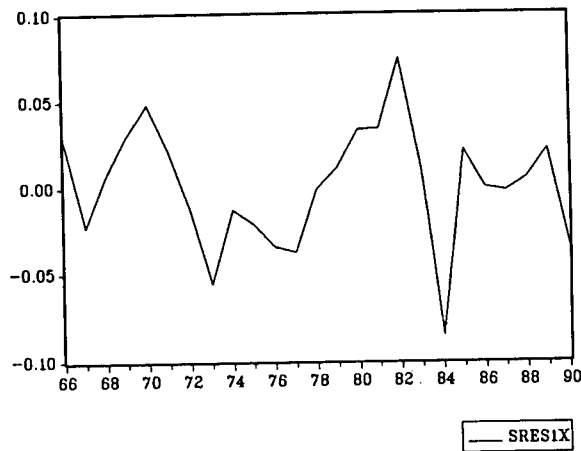


Model F1: Metal, plast og træ (TL)

Faktiske og fittede (stiplet linie) budgetandele



Residualer



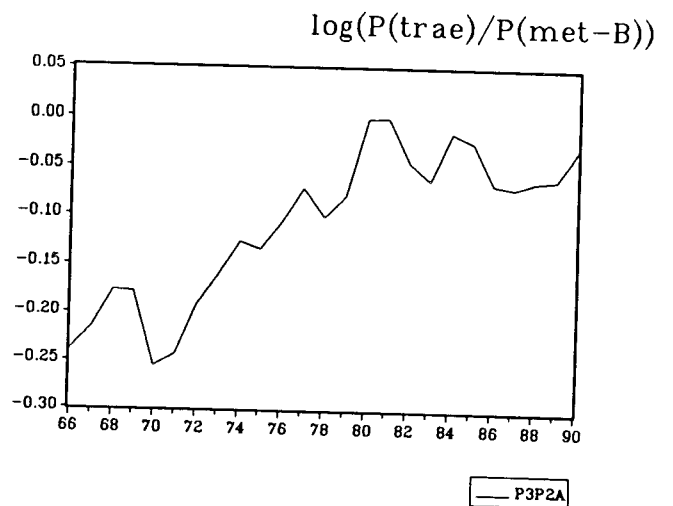
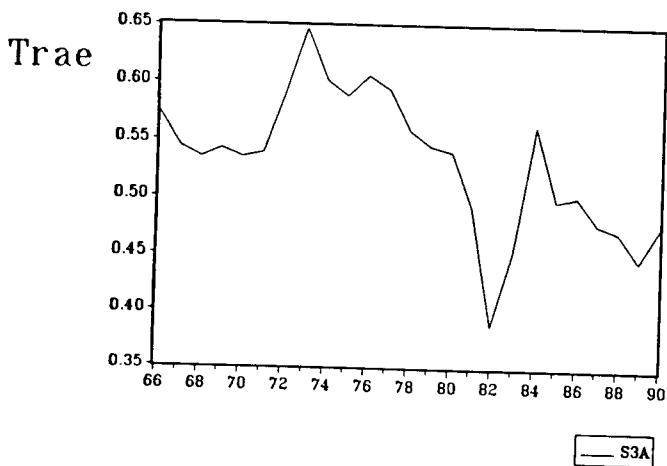
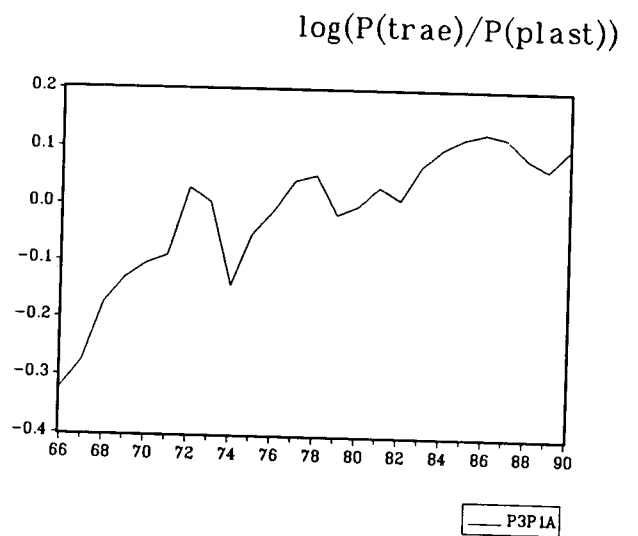
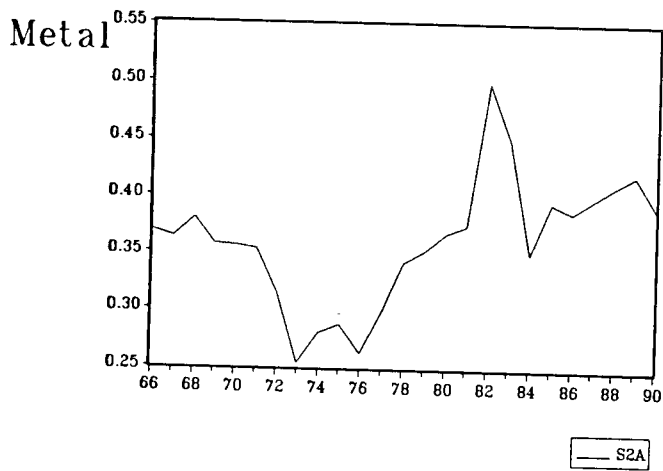
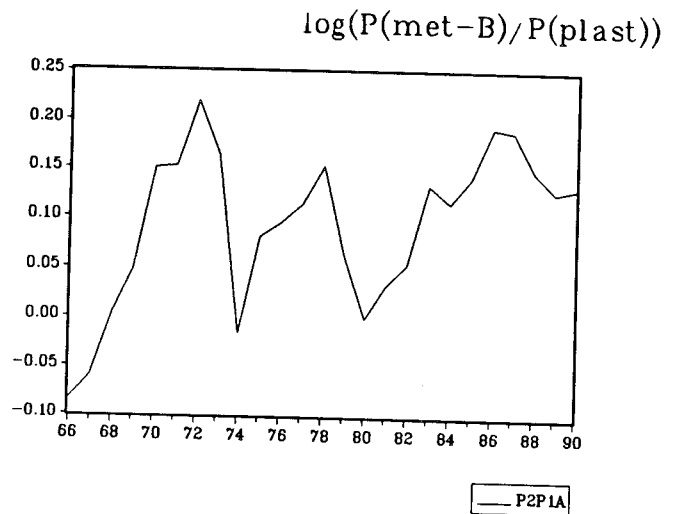
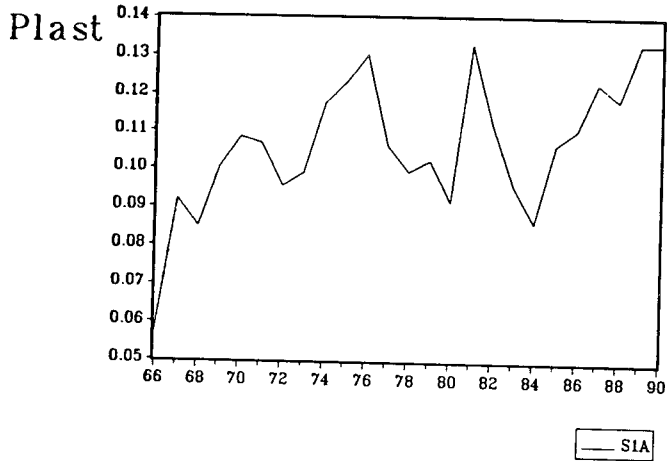
Bilag V

Faktiske budgetandele og relative priser

Modelgruppe A: Plast, byggematerialer af metal og træ

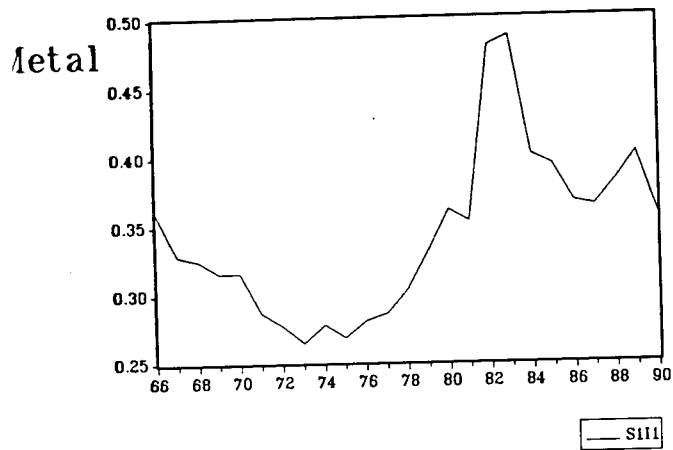
Faktiske budgetandele

Relative priser

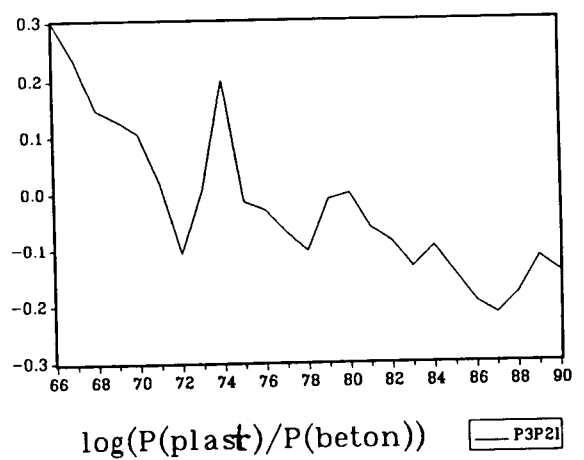
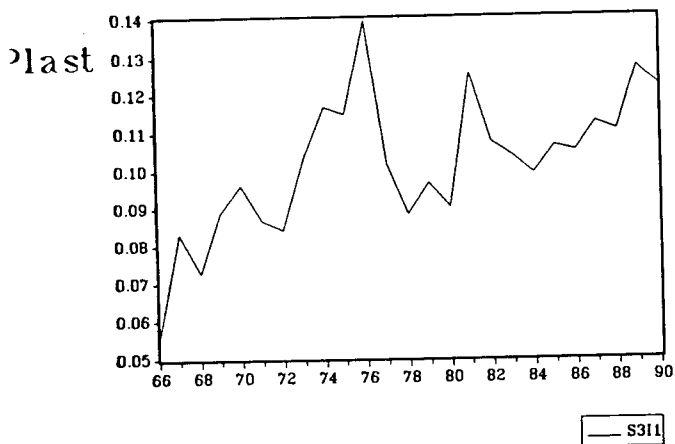
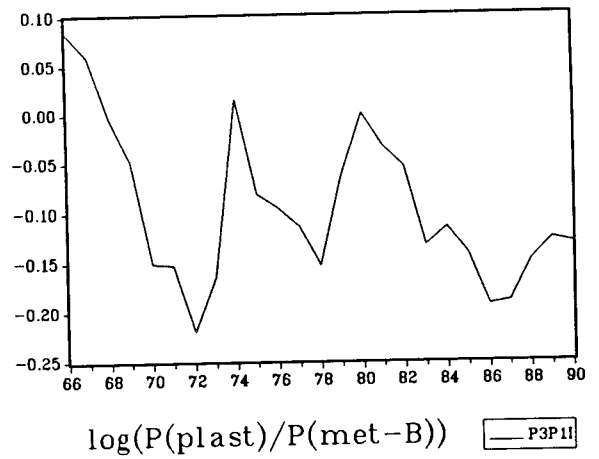
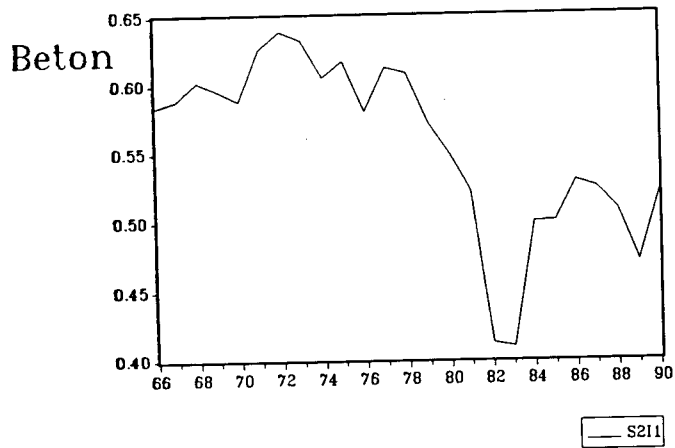
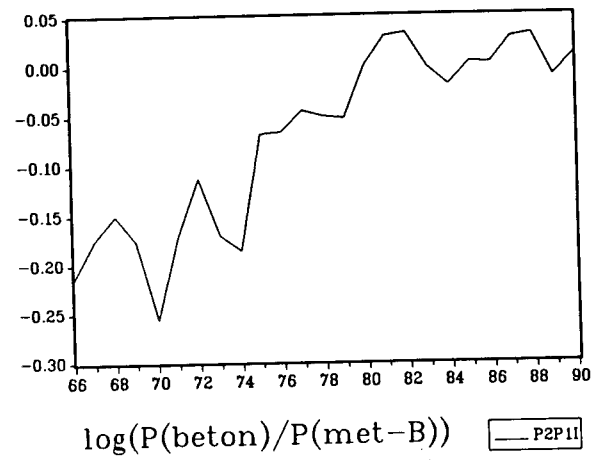


Modelgruppe D: Byggematerialer af metal, beton og plast

Faktiske budgetandele



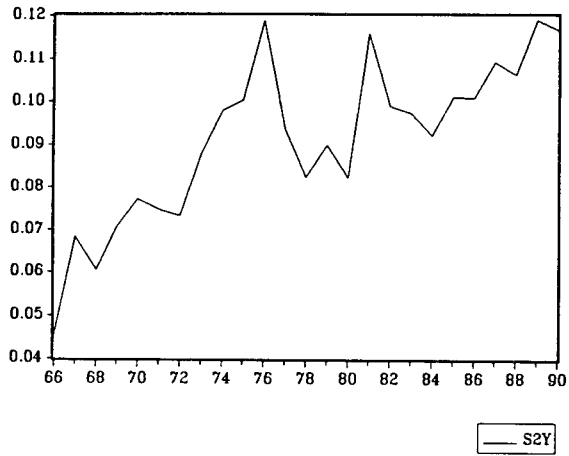
Relative priser



Modelgruppe E: Plast, metal og beton

Faktiske budgetandele

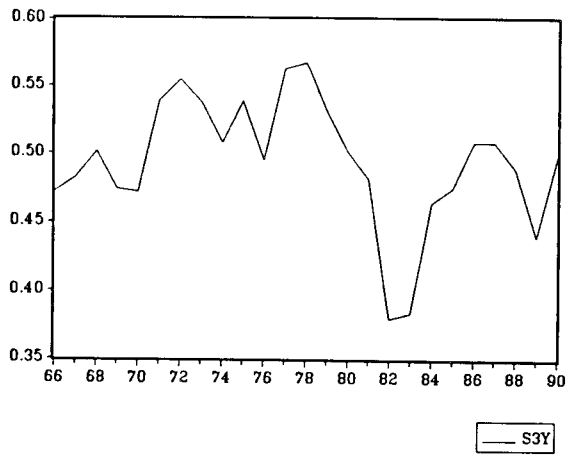
Plast



Metal

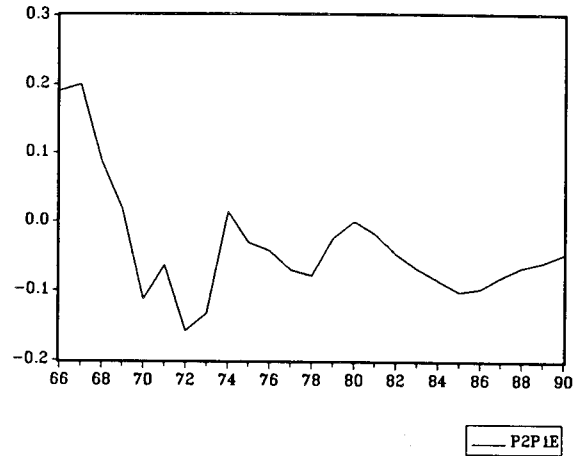


Beton

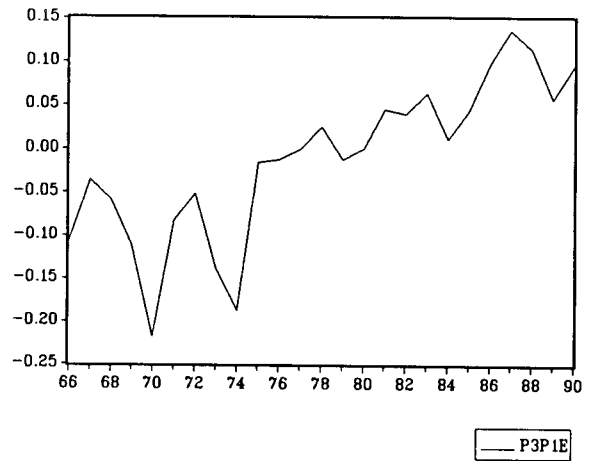


Relative priser

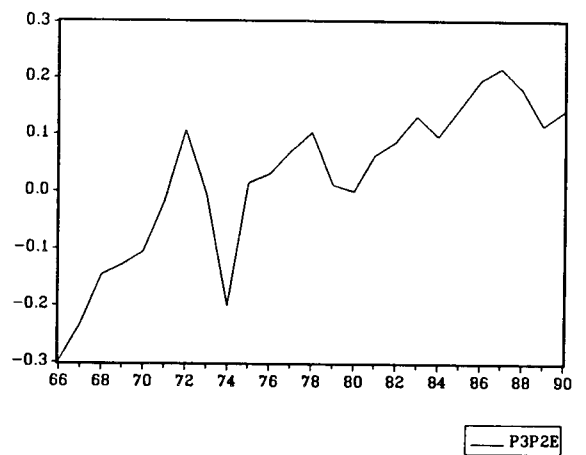
Log (P(metal)/P(plast))



Log (P(beton)/P(plast))



Log (P(beton)/P(metal))



Bilag VI Gennemgående notation

Q	Produktion
Y	Værditilvækst
C	Omkostninger
K	Kapital
L	Arbejdskraft
E	Energi
M	Materialer
P	Priser
X_{ij}	Råvareleverancer fra erhverv i til erhverv j
S	Budgetandele
T	Tid
α, β, γ	Parametre
e_{ij}	Priselasticiteter

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning indenfor natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

Danmarks Miljøundersøgelser
Postboks 358
Frederiksborgvej 399
4000 Roskilde

Tlf. 46 30 12 00
Fax 46 30 11 14

*Direktion og Sekretariat
Forsknings- og Udviklingssekretariat
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi
Afd. for Miljøkemi
Afd. for Systemanalyse*

Danmarks Miljøundersøgelser
Postboks 314
Vejlsøvej 25
8600 Silkeborg

Tlf. 89 20 14 00.
Fax 89 20 14 14.

*Afd. for Ferskvandsøkologi
Afd. for Terrestrisk Økologi*

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12, Kalø
8410 Rønde

Tlf. 89 20 14 00.
Fax 89 20 15 14.

Afd. for Flora- og Faunaøkologi

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, særtryk af videnskabelige og faglige artikler, Danish Review of Game Biology samt årsberetninger.

I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer. Årsberetning samt en opdateret oversigt over årets publikationer fås ved henvendelse til telefon: 46 30 12 00.