

## Valg mellem benzin og kollektiv transport

### Resumé:

*I papiret estimeres forholdet mellem det private forbrug af benzin og kollektiv transport. Grunden til at dette gøres, er, at ADAMs transportmodel hidtil har givet besynderlige resultater (højere benzinpriser får folk til at køre mindre i bus og tog).*

*Forholdet mellem de to varer kan estimeres med klare priseffekter. Ligeledes kan bilparken og antallet af beskæftigede inden for kollektiv transport bidrage til yderligere forklaring af forholdet.*

---

**Filnavn:** NAD08600.MSG

**Nøgleord:** Benzin, kollektiv transport, transportmodel

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

# 1 Indledning

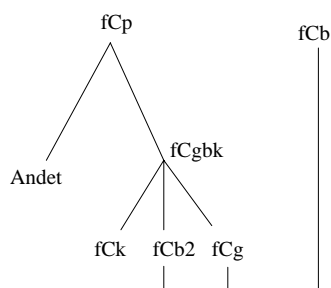
ADAMs modellering af forbrug af transportydelser (dækkende ydelser fra bilparken  $Kcb$ , benzinformbuget  $fCg$  og den kollektive transport  $fCk$ ) er som bekendt noget problematisk. Dette giver bl.a. anledning til det lident overbevisende resultat, at en stigning i benzinen medfører mindsket forbrug af kollektiv transport. Det kontraintuitive resultat skyldes en kombination af nesting-strukturen i transportsystemet, estimationsresultaterne i relationerne for bestemmelse af samlet transportforbrug, hhv. benzinformbrug og den primitive residualbestemmelse af forbruget af kollektiv transport.

I papiret løses problemet og der findes rimeligt store og signifikante prisen-effekter i valget af benzin og kollektiv transport.

I afsnit 2 skitseres problemet. I afsnit 3 estimeres en simpel model, der i afsnit 4 udvides med bilparken og antallet af "buschauffører" som forklarende variable. I appendiks dokumenteres den nuværende bilkøbsrelation.

## 2 Den nuværende model

Figuren illustrerer de aktuelle dele af nestingsstrukturen.



I ADAM bestemmes fordelingen af det samlede forbrug på komponenter som funktion af priser. En af komponenterne er den aggregerede transportvare. Denne hedder  $fCgbk$  og er i *data* defineret som

$$fCgbk = fCg + fCk + fCb2 \quad (1)$$

hvor

- $fCg$  Privat forbrug af benzin
- $fCk$  Kollektiv transport
- $fCb2$  Afskrivninger på biler

I *modellen* bruges (1) til at bestemme  $fCk$ , der altså isoleres. Afskrivningerne  $fCb2$  vil vi i papiret betragte som eksogen, og *meget* stiliseret (men generelt nok til at fange modellens problem) kan vi skrive benzinrelationen som afhængig af benzinprisen

$$fCg = fcg(pcg) \quad (2)$$

Det samlede transportaggregat afhænger af dets pris,  $pcgbk$ , der igen afhænger af bl.a. benzinprisen

$$\begin{aligned} fCgbk &= fcgbk(pcgbk) \\ pcgbk &= pcgbk(pcg, pcb, pck) \end{aligned} \quad (3)$$

Den grundlæggende ide i systemet er god nok. Forbrugeren beslutter, hvor stor en del af det samlede forbrug hun vil bruge på "transport". Derefter bestemmer hun, hvor meget af denne transport, der skal være privat hhv. offentlig, men det er denne fordeling, der er mærkelig.

For forklare den "rent mekaniske" grund til problemet kan vi samle modellen til en relation for kollektiv transport. Den kan se ud som

$$fCk = fcgbk(pcgbk(pcg, \dots)) - fcg(pcg, \dots) - fCb2 \quad (4)$$

Man får det uheldige resultat ( $pcg \uparrow \Rightarrow fCk \downarrow$ ), fordi effekten fra  $pcg$  til aggregeret transport  $fCgbk$  er større end effekten på benzinforbrug,  $fcg$ . Det resultat, man burde få, var, at bilisterne kørte mindre, så benzinforbruget  $fCg$  og den aggregerede transport  $fCgbk$  faldt, men at en del af bilisterne ville køre i bus i stedet, så  $fCk$  steg. Teknisk set løser man altså problemet ved at sørge for, at den sammensatte elasticitet fra  $pcg$  gennem  $pcgbk$  til  $fCgbk$  bliver mindre og elasticiteten fra  $pcg$  til  $fCg$  bliver større. Vi vil i papiret i stedet for  $fCg$ -relationen lave en relation for forholdet mellem benzin og kollektiv transport

$$\frac{fCg}{fCk} = f\left(\frac{pcg}{pck}\right)$$

og derefter regne om til niveauer for  $fCg$  og  $fCk$ . Det kontraintuitive resultat undgås, hvis man blot kan estimere  $f' < 0$ .

### 3 En simpel model

Vi forsøger altså at beskrive forholdet mellem benzinforbrug og forbruget af kollektiv transport som en funktion af de relative priser. Dertil opstiller vi følgende fejlkorrektionsrelation til bestemmelse af denne ønskede sammensætning af de to transporttydelser:

$$\begin{aligned}
D\log(fCg/fCk) &= \alpha_1 D\log(pcg/pck) \\
&\quad -\gamma [\log(fCg/fCk) - \beta_1 \log(pcg/pck) - \beta_2 trend - \beta_3]_{-1} \\
&\quad + \varepsilon_t
\end{aligned} \tag{5}$$

Relationen estimeres for perioden 1967-1996, således at den er sammenlignelig med de udvidelser, der bliver beskrevet senere i papiret. Estimationsresultatet fremgår af tabel 1. Det blev også forsøgt at estimere den på en længere periode (1956-1996) med kædede tal fra 1980-pris-databanken. Denne estimation var imidlertid problematisk, idet fejlkorrktionsparameteren blev estimeret til blot 0.111.

**Tabel 1 Forhold mellem benzin og kollektiv transport**

Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ønsket transportsammensætning	$D\log(fCg/fCk)$		
Relativ pris, kort sigt	$D\log(pCg/pCk)$	-0.4644	0.0745
Fejlkorrktionsparameter		0.2529	0.0648
Relativ pris, langt sigt	$\log(pCg/pCk)_{-1}$	-0.9365	0.1564
Trend	$tid - 1967$	-0.0171	0.0030
Konstant		-0.0661	0.0785

Anm.: n = 1967-1996 s = 0.0283 R<sup>2</sup> = 0.83 DW = 2.47

Estimationen har signifikante og forholdsvis store priselasticiteter. Den kort-sigtede prisefekt er noget mindre end den langsigtede, men det giver formentlig god mening; hvis benzinprisen falder, kommer en del af effekten på benzinförbruget først, når folk har købt en ny bil, og det tager lidt tid. Tilpasningsparameteren er heller ikke voldsomt høj.

### 3.1 Niveau for $fCg$ og $fCk$

I det følgende vil vi kalde responsvariablen fra ovenstående relation for  $bgkw$ . Denne omregnes til (logaritmen til) det optimale forhold mellem benzin og kollektiv transport, benævnt  $bgkw1$ . Videre vil vi kalde værdien af det samlede forbrug af benzin og kollektiv transport for  $Cgk$ , hvilket her betragtes som en eksogen variabel. (Konkret er  $fCgbk$  bestemt i DLU, og man kan tænke på bestemmelsen af  $Cgk$  som  $Cgk = pcgbk \cdot fCgbk - pcb \cdot fCb2$ , således at  $Cgk$  i nærværende papirs model altså er eksogen, når  $fCb2$  er bestemt andre steder i ADAM):

$$\begin{aligned}
bgkw &\equiv D\log(fCg/fCk) - \varepsilon_t \\
bgkw1 &\equiv \log(fCg^*/fCk^*) = bgkw + \log(fCg/fCk_{-1})_{-1} + \varepsilon_t \\
Cgk &\equiv Cg + Ck = pcgbk \cdot fCgbk - pcb \cdot fCb2
\end{aligned}$$

Givet værdien af det samlede forbrug af transportydelser og den ønskede fordeling af ydelserne kan vi nu bestemme de forbrugte mængder af de respektive ydelser,  $fCg$  og  $fCk$ . Disse bestemmes som følger, idet vi antager, at  $\varepsilon_t = 0$ :

$$\begin{aligned} b_{gkw1} &= \log(fCg^*/fCk^*) = \log\left(\frac{Cg^*}{Ck^*}\right) - \log\left(\frac{pCg}{pCk}\right)_{-1} \\ &= \log\left(\frac{Cgk}{Ck} - 1\right) - \log\left(\frac{pCg}{pCk}\right) = \log\left[\left(\frac{Cgk}{Ck} - 1\right) \left(\frac{pCg}{pCk}\right)^{-1}\right] \Leftrightarrow \\ fCk^* &= \frac{Cgk}{pck} \left( e^{b_{gkw1}} \left(\frac{pCg}{pCk}\right) + 1 \right)^{-1} \end{aligned}$$

Med  $fCk$  bestemt kan  $fCg$  umiddelbart bestemmes:

$$fCg^* = (pcg)^{-1} (Cgk - fCk^* \cdot pck)$$

Erstatter vi  $e^{b_{gkw1}}$  med  $fCg^*/fCk^*$  (jf. definitionen), får vi i øvrigt følgende intuitive sammenhæng:

$$\begin{aligned} fCk^* &= \frac{Cgk}{pck} \left( \frac{fCg^*}{fCk^*} \cdot \frac{pCg}{pCk} + 1 \right)^{-1} = \frac{Cgk}{pck} \left( \frac{Cg^*}{Ck^*} + 1 \right)^{-1} = \frac{Cgk}{pck} \left( \frac{Cgk}{Ck^*} \right)^{-1} \\ &= \frac{Ck^*}{pck} \end{aligned}$$

## 4 Bilpark og kapacitetsmål for offentlig transport som forklarende variabler

Det forsøges nu at inddrage ekstra forklarende variabler. Bilparken  $Kcb$  inddrages ikke overraskende. Yderligere ønsker vi et mål for kapaciteten i den kollektive transportsektor. Dette skal fange, at nogle forbrugere ikke har kollektiv transport som en reel mulighed for dækning af deres transportbehov, selv om de måtte ønske at benytte den til de gældende priser. Jo større den kollektive transports kapacitet er, desto flere vil opleve den som et reelt alternativ til biler (og dermed benzin). I det følgende bruges beskæftigelsen i den kollektive transport-sektor,  $ktbesk$  (beskæftigelsen i NRs to erhverv vedr. jernbane- og busdrift). Vi opstiller med andre ord følgende relation:

$$\begin{aligned} D\log(fCg/fCk) &= \alpha_1 D\log(pcg/pck) + \alpha_2 D\log(Kcb) + \alpha_3 D\log(ktbesk) \\ &\quad - \gamma [\log(fCg/fCk) - \beta_1 \log(pcg/pck) - \beta_2 \log(Kcb) \\ &\quad - \beta_3 \log(ktbesk) - \beta_4 trend - \beta_5]_{-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (6)$$

Estimationsresultaterne fremgår af tabel 2. Det er alternativt forsøgt at anvende kapitalapparatet som kapacitetsmål for den kollektive transport, men der var betydelige multikollinearitetsproblemer ved inkludering af variabel. Desuden forelå der kun endelige tal til og med 1993.

**Tabel 2 Bilpark og beskæftigelse i kollektiv transport som forklaring**

Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ønsket transportsammensætning	$D\log(fCg/fCk)$		
Relativ pris, kort sigt	$D\log(pCg/pCk)$	-0.4768	0.0678
Bilpark, kort sigt	$D\log(Kcb)$	0.7103	0.2875
Kapacitetsmål for koll., kort sigt	$D\log(ktbesk)$	-0.5065	0.2017
Fejlkorrktionsparameter		0.6948	0.1645
Relativ pris, langt sigt	$\log(pCg/pCk)_{-1}$	-0.4428	0.0558
Bilpark, langt sigt	$\log(Kcb)_{-1}$	0.7329	0.1226
Kapacitetsmål for koll., langt sigt	$\log(ktbesk)_{-1}$	-1.2662	0.1976
Trend	$tid - 1967$	-0.0353	0.0027
Konstant		7.8229	2.2777

Anm.:    n = 1967-1996    s = 0.0222     $R^2 = 0.91$     DW = 2.76

Kapacitetsmålene kommer ind i regressionen med signifikante parametre af fornuftig størrelse. Bilparken øger benzinformbruget lige meget på kort og lang sigt, svarende til, at man kører i bilen, så snart man har købt den, mens kapaciteten for offentlig transport virker kraftigst på lang sigt, fordi større offentlig transport først udkonkurrerer en del af den private transport, når folks biler bryder sammen (dvs. offentlig transport konkurrerer på kort sigt med de variable omkostninger ved privat transport, og på langt sigt med samlede omkostning (herunder til ny bil)).

Sammenlignes estimationen med den i tabel 1 så er den langsigtede priselastisitet blevet mindre, og tilpasningen større. I hvert fald for prisseffektens skyld kan det forklares med, at bilparken jo nu er eksogen, så den del af benzinformbruget, der kommer via ændret bilpark ikke er med i priselastisiteten i denne estimation (men direkte i en estimation af bilkøbet).

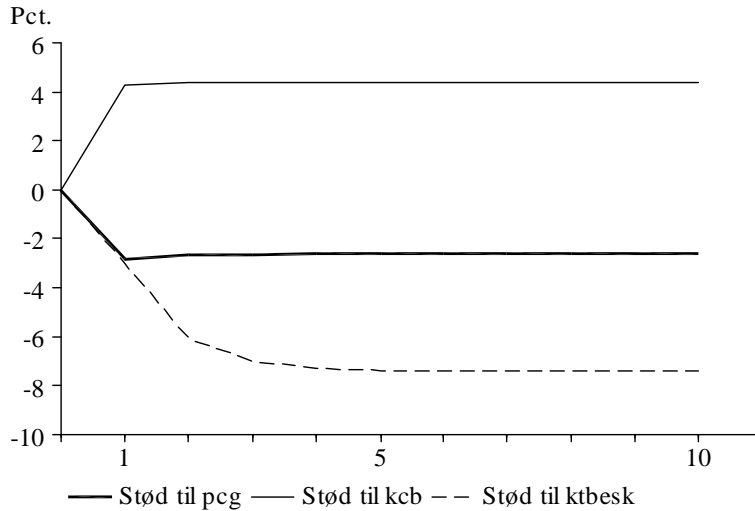
Den større tilpasningsparameter dækker formentlig over noget tilsvarende. I tabel 1 er tilpasningen langsom, fordi anskaffelser og afskaffelser af privatbiler tager tid. I tabel 2 er bilparken direkte med, og derfor kan prisændringer virke hurtigt (men altså også med mindre kraft).

## 4.1 Relationens egenskaber

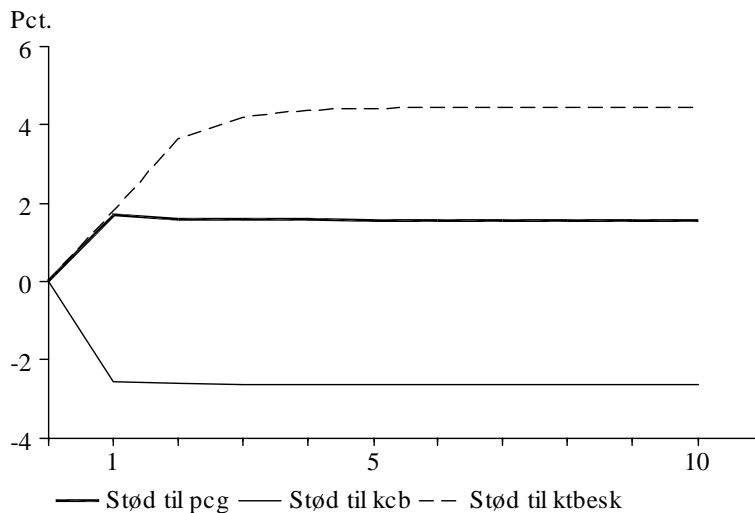
I det følgende anskueliggøres modellens egenskaber ved multiplikatoreksperimenter. Basisforløbet er konstant med værdier som observeret i 1995. Vi

betragter tre eksperimenter i form af en 10 pct. stigning i hhv. benzinprisen  $pcg$ , bilparken  $Kcb$  og kapaciteten i den kollektive transport i form af beskæftigelsen. Resultaterne fremgår af figur 1 og 2.

**Figur 1** Multiplikatorer for  $fCg$



**Figur 2** Multiplikatorer for  $fCk$



Da det kan være svært at argumentere for, at ændringer i den relative pris skulle have større kort- end langsigts effekter (altså den lille *overshooting*, der ses i figurerne), og de estimerede koefficienter ikke er signifikant forskellige, vælges det at binde koefficienterne til at antage samme værdi. Videre bindes også kort- og langsigtskoefficienten til bilparken til at antage samme værdi. Vi pålægger med andre ord restriktionerne  $\alpha_1 = \beta_1$  og  $\alpha_2 = \beta_2$ . Dette giver estimationsresultater som vist i tabel 3.

**Tabel 3 Udvidet model med bundne parametre**

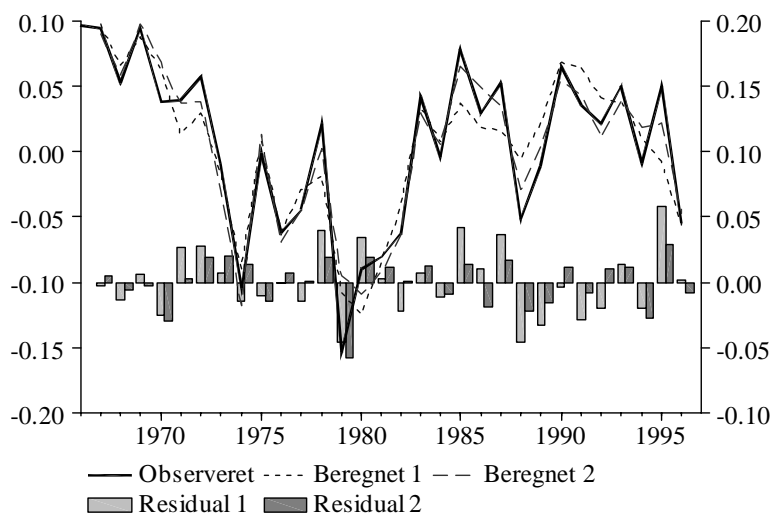
Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Ønsket transportsammensætning	$D\log(fCg/fCk)$		
Relativ pris, kort og langt sigt	$D\log(pcg/pck)$	-0.4562	0.0383
Bilpark, kort og langt sigt	$D\log(Kcb)$	0.7299	0.1199
Kapacitetsmål for koll., kort sigt	$D\log(ktbek)$	-0.4857	0.1861
Fejlkorrktionsparameter		0.6743	0.1490
Kapacitetsmål for koll., langt sigt	$\log(ktbek)_{-1}$	-1.2100	0.1257
Trend	$tid - 1967$	-0.0348	0.0022
Konstant		7.2587	1.6765

Anm.:  $n = 1967-1996$   $s = 0.0212$   $R^2 = 0.91$   $DW = 2.77$

I figur 3 vises forklaringsvnen for dels den simple relation (tabel 1, nummeret 1 i figuren) fra forrige afsnit og dels den udvidede model med bundne koefficienter (tabel 3, nummeret 2).

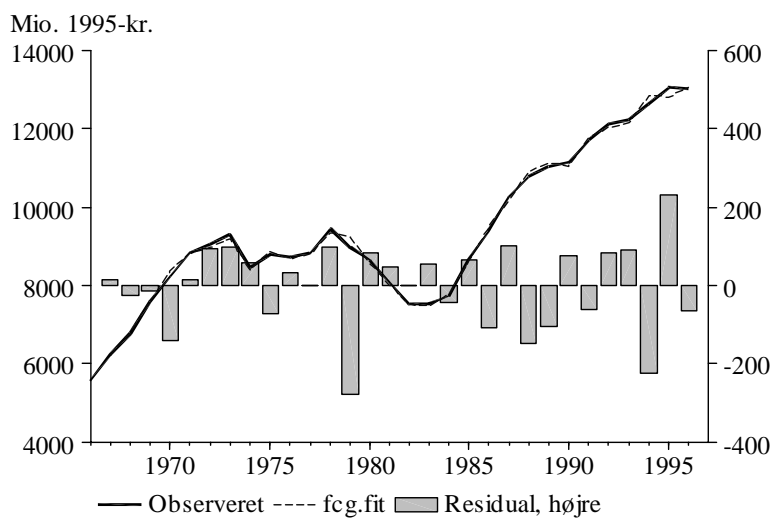
**Figur 3 Relationernes historiske forklaringsvne**

I figur 4 og 5 vises forklaringsvnen for den udvidede relation med bundne parametre, når man omregner til forbrug i niveauer.

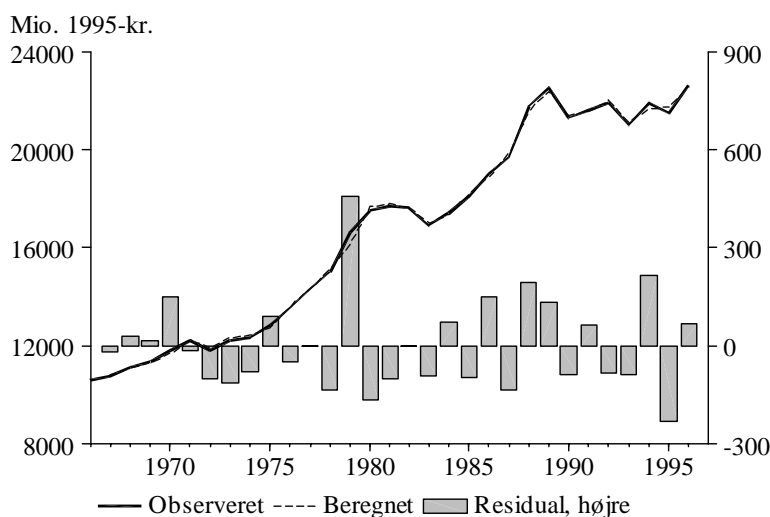




**Figur 4** Forklaringsevne,  $fCg$



**Figur 5** Forklaringsevne,  $fCk$



## 5 Data og resten af ADAM

Hvis vi vælger en relation som fx tabel 3, så skal vi bruge en serie for beskæftigelsen i kollektiv transport (dvs. i jernbane- og busdrift, ovenfor kaldet *ktbesk*). Den kan direkte findes som en NR-variabel i endelige år. I foreløbige år kan den om ikke andet holdes konstant. I modellen kan den enten være eksogen eller bestemt som en andel af beskæftigelsen i ADAMs *qt*-erhverv.

Modellen i papiret løser problemet med benzinpriser og kollektiv transport, men det er svært at forestille sig, at det har væsentlige videre konsekvenser

i modellen, for der er jo blot tale om en fordeling af det samlede transportaggregat,  $pcgbk \cdot fCgbk$ . Vi tror altså ikke, at der er grund til bekymring for ADAMs makroegenskaber ved at lægge relationen ind. Desuden kan man ved sammenligning med den nuværende  $fCg$ -relation (jf. appendiks) konstatere, at modellen i dette papir giver en bedre beskrivelse af benzinformbruget end den nuværende. Hertil skal bemærkes, at forbedringen til dels hidrører fra den kortere estimationsperiode; estimerer man  $fCg$ -relationen for perioden 1967-1996 og inkluderer den nu signifikante kortsigtseffekt fra  $Kcb$ , forbedres forklaringsværdien, uden at den dog bliver lige så god som i den i dette papir opstillede model. Resultatet skyldes sandsynligvis fald i  $fCg$  i 1958 og 1962, som ikke genfindes i  $Kcb$ .

Endelig skal det nævnes, at bilparken er eksogen i papiret. Man kunne overveje en udvidet model, der inkluderer bilparken konsistent.

## 6 Appendiks

### 6.1 ADAMs nuværende benzinkøbsrelation

I version APR00 af ADAM blev den hidtidige version af benzinkøbsrelationen opdateret, hvilket var hårdt tiltrængt.<sup>1</sup> Problemet blev opdaget så sent i forløbet, at den nye relation ikke blev drøftet på et modelgruppemøde, endsiges behørigt dokumenteret. Dette skulle det følgende råde bod på.

Det private forbrug af benzin og olie til køretøjer,  $fCg$ , blev estimeret som en funktion af den relative pris  $pcg/pcp4v$  og bilparken  $Kcb$  samt en lineær trend; dvs.  $fCg = fcg(pcg/pcp4v, Kcb, t)$ . Konkret anvendtes en logaritmisk fejlkorrigeringsrelation, hvor kortsigtseffekten af bilparken blev undertrykt, da den var insignifikant. Det forsøgtes at anvende prisen på kollektiv transport  $pck$  frem for  $pcp4v$ , da denne umiddelbart synes at være den relevante alternativpris; men da der opnåedes bedre resultater med prisen på det samlede private forbrug, blev denne valgt. Det forsøgtes endvidere at normere relationen med befolkningen samt at korrigere for turisternes forbrug af benzin i Danmark, men den beskrevne relation blev igen foretrukket på grund af bedre historisk forklaringssevne. Estimationsresultaterne af den valgte relation er gengivet i tabel A1.

**Tabel A1**      **Nuværende benzinkøbsrelation**

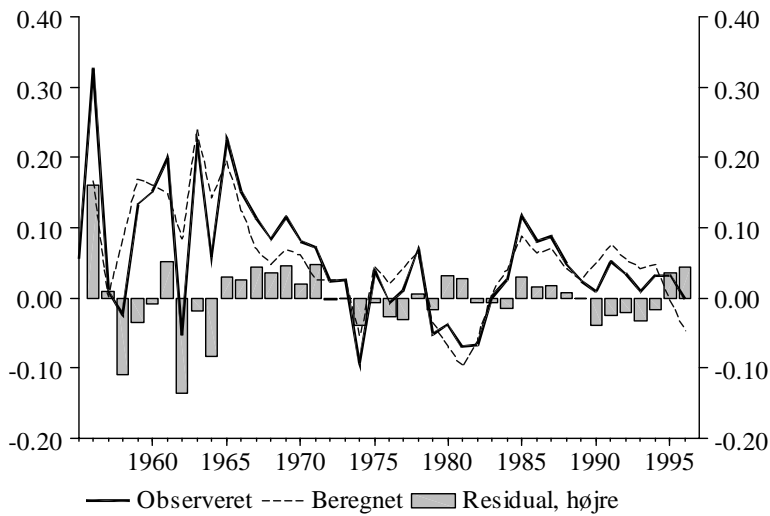
Variabel	ADAM-navn	Koefficient	Spredning
Benzinforbrug	$D\log(fCg)$		
Relativ pris, kort sigt	$D\log(pcg/pcp4v)$	-0.4627	0.1344
Fejlkorrigeringsparameter		0.7029	0.1372
Relativ pris, langt sigt	$\log(pcg_{-1}/pcp4v_{-1})$	-0.4863	0.0933
Bilpark, langt sigt	$\log(Kcb_{-1})$	0.6076	0.1332
Trend	$tid - 1955$	-0.0037	0.0016
Konstant		2.2981	0.3932

Anm.:       $n = 1956-1996$        $s = 0.0511$        $R^2 = 0.70$        $DW = 1.45$

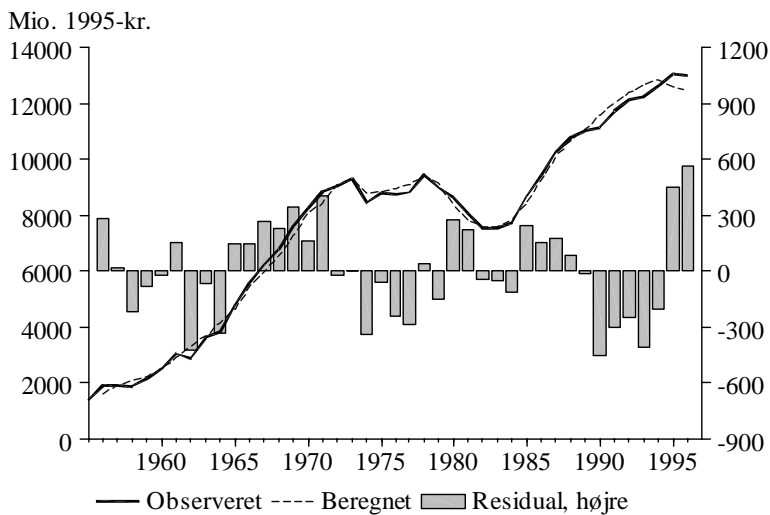
Relationens forklaringssevne fremgår af figur A1 og A2. Som det ses, er der problemer med positiv autokorrelation, hvilket også ses af den lave DW-teststørrelse.

<sup>1</sup>Den hidtidige relation var tilsyneladende aldrig blevet reestimeret eller korrigeret til mængder i 1990-kr.

**Figur A1 Forklaringsevne,  $fCg$ -relationen**



**Figur A2 Forklaringsevne i niveau**



$fCg$ -relationen gav anledning til følgende modelligninger:

$$\begin{aligned} \text{FRML\_SJ\_D } \log(fCgw) &= -0.69190 \cdot \log(\text{pcg}/\text{pcp4v}) \\ &+ 0.86444 \cdot \log(\text{kcb}) - (1-0.69190) \cdot \log(\text{dtfcg}) + 3.26943 \text{ \$} \\ \text{FRML\_SJRD } \log(fCg) &= -0.46273 \cdot \text{Dlog}(\text{pcg}/\text{pcp4v}) \\ &- 0.70292 \cdot (\log(\text{fcg}(-1)) - \log(\text{fcgw}(-1))) + \log(\text{fcg}(-1)) \text{ \$} \end{aligned}$$

hvor  $\text{dtfcg} = \exp(0.0170 \cdot (\text{tid} - 1954))$ .