

Interne notater

STATISTISK SENTRALBYRÅ

85/42

18.november 1985

GASSETTERSØRSEL I EUROPA
-modeller og empiriske resultater

av

Ola Nafstad

Statistisk sentralbyrå



Ø18982VLØ

INNHold

	Side
I. Innledning. Det europeiske gassmarkedet	1
II. Oversikt over utvalgte etterspørselsmodeller som er aktuelle for det europeiske gassmarkedet	3
1. Innledning	3
2.a. Redusert form-modeller	3
2.b. "Fuel shares"-modeller	4
3. Modeller basert på dualitetsteori	6
4. Pindycks modell	7
5. Balestra og Nerloves modell	9
6. Peck og Weyants modell	10
7. Problemer og vurderinger knyttet til modellene og estimering av dem	12
III. Datasituasjonen. Nødvendige og tilgjengelige data for modellestimering	13
IV. Empiriske resultater	15
V. Avsluttende merknader	21
Appendiks	
A. Energibegreper	22
B. Nærmere om Balestra - Nerlove - modellen	23
Referanser	26

I. INNLEDNING. GASSMARKEDET I VEST-EUROPA

1. Oversikt

Dette notat er en dokumentasjon av endel av det arbeidet som er gjort i Byråets Petroleums-økonomiprojekt med å kartlegge etterspørselen etter naturgass i Vest-Europa. Formålet har bl.a. vært å estimere etterspørselsfunksjoner til gasshandelsmodellen MAREQ.

Innledningsvis gis det en kort oversikt over det europeiske gassmarkedet med vekt på å illustrere naturgassens plass blant andre energibærere, de enkelte landenes forbruk og distribusjonsnettets utbredelse til sluttforbrukerne. Deretter gis det i kapittel II en teoretisk oversikt over endel utvalgte energieterspørselsmodeller som har vært gjennomgått. I kapittel III gis en oversikt over hvilke data som kreves til de ulike modellene, og hvilke data vi har tilgang på. I kapittel IV estimeres etterspørselsfunksjoner for de 6 største gassforbrukende land i Vest-Europa.

2. Gassmarkedet i Vest-Europa

Det ble i 1984 konsumert 190,1 MTOE (millioner tonn oljeekvivalenter) naturgass i Vest-Europa. Dette er 15,2 prosent av totalt primærenergiforbruk¹. Naturgassforbruket er større enn forbruket av hydroelektrisitet og kjernekraft. Bare olje- og kullforbruket er større. Gassforbruket har økt med bortimot 70 prosent siden 1972. De seks største naturgassforbrukere, Vest-Tyskland (FRG), Frankrike (FRA), Nederland (NL), Storbritannia (UK), Italia (ITA) og Belgia (BEL) forbrukte i 1984 175,9 MTOE eller 92,5 prosent av det vesteuropeiske totalforbruket. 123,1 MTOE gass ble produsert i de seks største forbrukerlandene. Resten ble importert utenfra, hovedsakelig fra Norge, Sovjetunionen og Algerie. Norges eksport utgjorde 26,3 MTOE.

Tabell I.1 - I.3 gir nærmere informasjon om primærenergiforbruket, gassforbruket, produksjon og handel i de enkelte landene. Naturgass forbrukes hovedsakelig i husholdningssektoren (romoppvarming) og industrien med omtrent like deler. Videre anvendes gassen til elektrisitetsproduksjon og til romoppvarming i tjenesteytende sektor. Det sistnevnte blir i statistikken gjerne slått sammen med husholdningssektorer av målingstekniske grunner. Se forøvrig tabell I.4, som gir den prosentvise fordeling av gassforbruket på sektorer. I alt 46,5 mill. husholdninger er tilknyttet gassnettet i de seks landene. Dette utgjør ca. 56 prosent av alle husholdningene. Tilknytningsgraden i de enkelte landene varierer fra 32,2 prosent i FRG til 93,3 prosent i Nederland. Tabell I.5 gir detaljert informasjon.

¹ Se appendiks A om energibegreper.

Tabell I.1. Forbruk av primærenergi 1972 - 1984 i Vest-Europa. MTOE (mill.tonn oljeekvivalenter)

	1972	1975	1980	1984
Naturgass	113,5	153,4	184,4	190,1
Olje	701,8	664,4	681,6	591,0
Kull	245,7	234,7	265,4	256,7
Hydroelektrisitet	92,0	92,2	103,1	107,0
Kjernekraft	15,9	24,3	46,3	104,6
Totalt primærenergiforbruk	1 168,9	1 169,0	1 280,8	1 249,4

K i l d e: BP Statistical Review of World Energy.

Tabell I.2. Forbruk av naturgass i de 6 største gassforbrukende land i Vest-Europa. MTOE

	1972	1975	1980	1984
Vest-Tyskland	21,5	34,4	44,4	41,1
Frankrike	13,2	17,0	23,6	23,5
Nederland	29,0	33,2	30,3	31,2
Storbritannia	25,2	32,9	41,4	45,2
Italia	12,3	18,0	22,9	26,5
Belgia	6,7	9,6	10,3	8,4

K i l d e: BP Statistical Review of World Energy.

Tabell I.3. Produksjon, konsum og handel av naturgass 1984. MTOE. Vest-Europa

Konsumentland	Vest-Tyskland	Frankrike	Italia	Nederland	Belgia og Lux.	Storbritannia	Østerrike	Andre	Produksjon
Produksjonsland									
Vest-Tyskland	13,0	0,1	-	-	-	-	0	0	13,1
Frankrike	-	5,3	-	-	-	-	-	0	5,3
Italia	-	-	11,7	-	-	-	-	-	11,7
Nederland	12,4	5,6	3,8	28,5	4,5	-	-	6,7	61,5
Belgia og Luxembourg	-	0	-	-	0,1	-	-	-	0,1
Storbritannia	-	-	-	-	-	31,5	-	-	31,5
Sovjet	10,5	3,9	6,4	-	-	-	2,8 ¹	502,9	526,5
Algerie	-	7,1	5,2	-	1,6	-	-	4,4	18,3
Norge	5,9	2,0	-	2,7	1,7	11,5	-	2,5	26,3
Andre	-	-	0	-	-	-	1,5 ²	-	-
Stat. avvik	-0,7	-0,5	-0,6	-	0,5	2,2	-	-	-
Konsum	41,1	23,5	26,5	31,2	8,4	45,2	4,3		

¹ Anslag. ² Antatt egenproduksjon.

K i l d e r: BP Statistical Review of World Energy 1985 og Eurostat: Hydrocarbons Monthly 5/85.

Tabell I.4. Sektorenes prosentvise andeler av gassforbruket 1983

	Husholdninger og tertiærsektor	Industri	El-produksjon	Totalt
Vest-Tyskland	42	42	16	100
Frankrike	50	47	3	100
Nederland	54	26	20	100
Storbritannia	62	38	0	100
Italia	43	47	10	100
Belgia	50	40	10	100

K i l d e: Gasunie annual report 1983.

Tabell I.5. Antall forbrukere tilknyttet gassnettet i 1 000

	Hushold- ninger	Andre	Totalt	Tilknyttede hush. i % av antall hush.	
Totalt 6 land	46 465	1 859	48 324	55,9	
Vest-Tyskland	7 674	371	8 045	32,2	(1982)
Frankrike	8 420	349	8 769	44,3	(1982)
Nederland	4 607	235	4 842	93,3	(1981)
Storbritannia	15 638	576	16 214	90,0 ¹	(1984)
Italia	8 320	280	8 600	57,0 ¹	(1983)
Belgia	1 806	48	1 854	53,0	(1980)

¹ Anslag.

K i l d e r: Statistical data, International Gas Union (1982). Gas prices, Eurostat. (1984). Statistiques de l'industrie gaziere. Ministere de l'Industrie et de la Recherche (1982). Natural gas in Holland, N.V. Nederlandse Gasunie (1982). Annual Report 1983/84, British Gas Corporation.

II. OVERSIKT OVER UTVALGTE ETTERSPORSELSMODELLER SOM ER AKTUELLE FOR DET EUROPEISKE GASSMARKEDET

1. Innledning

I denne oversikten gjennomgås endel modeller som synes anvendbare i arbeidet med å kartlegge det europeiske gassmarkedet. Hensikten med oversikten er å gi en orientering om modeller som vi har vurdert som mulige utgangspunkt for en europeisk etterspørselsmodell, og ikke å gi en komplett oversikt over energietterspørselsmodeller generelt.

2.a. Redusert form-modeller

Et vanlig utgangspunkt for estimering av energietterspørsel er å definere en etterspørselsfunksjon av typen

$$(II.1) E_i = f_i(P, Y, X)$$

hvor E_i er etterspurt kvantum av energibærer i , P er en prisvektor bestående av prisen på energibærer i , priser på substitutter og priser på kapitalutstyr, Y er inntekt hvis forbrukeren er en sluttforbruker og produksjonsvolum hvis E_i er innsatsfaktor i annen produksjon og X er andre relevante variable. Bohi (1981) klassifiserer denne type modeller som "reduert form-modeller". Utgangspunktet for modellene er gjerne en analogi til vanlig statistisk etterspørselsteori. Bohi påpeker to alvorlige svakheter med disse modellene. For det første er det vanskelig å skaffe brukbare data om priser på kapitalutstyret og andre karakteristiska om kapitalbeholdningen. For det andre sier modellen ikke noe om adferden som ligger bak tregheten i tilpasningen av kapitalbeholdningen. Modellen skiller ikke mellom endringer i kapitalens utnyttelsesgrad og endringer i kapitalbeholdningen og sier dermed ikke noe som sammenhenger mellom kortsiktig og langsiktig tilpasning.

En måte å ta hensyn til at tilpasningen av kapitalbeholdningen tar tid er å spesifisere en såkalt "lag adjustment-modell." Det finnes flere utgaver av disse, men alle omgår problemet med priser på kapitalutstyr og reduseres til en ligning inneholdende laggete verdier av den avhengige variable blant de forklaringsvariable. Det er derfor rimelig å tolke modellene som kortsiktige. En versjon

av lag adjustment-modellen ble introdusert av Houthakker og Taylor (1970).

Ønsket energikonsum i år t , E_t^* spesifiseres som funksjon av prisen (P_t) og andre variable Z_t :

$$(II.2) \quad E_t^* = b_0 + b_1 P_t + b_2 Z_t$$

En tilpasningsprosess knytter sammen faktisk konsum E_t og ønsket konsum:

$$(II.3) \quad E_t = E_{t-1} + \gamma(E_t^* - E_{t-1}) \quad 0 < \gamma < 1$$

dvs. at den faktiske endringen i energiforbruket mellom to perioder bare utgjør en andel av den endring som trengs for å oppnå ønsket forbruk E_t^* . Jo nærmere γ er lik 1, desto raskere går tilpasningsprosessen.

Innsetting av (II.2) i (II.3) gir

$$(II.4) \quad E_t = b_0 \gamma + b_1 \gamma P_t + (1+\gamma)E_{t-1} + b_2 \gamma Z_t$$

Denne lag-spesifikasjon er enkel og bekvem å arbeide med. Det er få koeffisienter å estimere på tross av at dynamikk bringes inn. En prinsipiell bemerkning til "lag adjustment"-modellen er at den er ad hoc-preget, og at den ikke bygger på noen eksplisitt underliggende teori for hvorfor det er tregheter i tilpasningen¹.

b. "Fuel shares"-modeller

I "fuel shares"-modeller beskrives energietterspørselen i to trinn. Første trinn forklarer total energietterspørsel for en sektor eller region. I annet trinn bestemmes "fuel shares", dvs. de individuelle energibæreres andel av totalt energiforbruk. Et viktig formål med denne type modeller er å se på substitusjon mellom energibærere ved å understreke avhengigheten mellom andelene og relative priser. Eksempler på "fuel shares"-modeller er DOE (1984) og Halliwell og Sherif (1984).

Halliwell-Sherif omtaler det Canadiske EMR Energy Demand and Price Modelling System. Energi-markedet er der delt inn i de sluttforbrukende sektorer husholdninger, privat og offentlig tjenesteyting og industri.

¹ Det er gjort teoretiske studier av produksjonsadfærd (dynamisk) som inneholder "justeringskostnader", hvor "partial adjustment"-modellen blir en avledet relasjon (Berndt, Fuss og Waverman (1977)).

Total energietterspørsel for en sektor er målt i "output joules" (tertiær etterspørsel), dvs. faktisk forbrukt energimengde multiplisert med den gjennomsnittlige virkningsgraden knyttet til de enkelte energibærere.

Total energietterspørsel i en sektor forklares ved følgende likning:

$$(II.5) \quad \ln(TD) = a + e \ln(TD(-1)) + b(\ln(DD) - e \ln(DD(-1))) + c \ln(PE/DEF) + d \ln(X)$$

hvor

TD = total tertiær etterspørsel
 DD = normaliserte "degree-days"
 PE = veid energiprisindeks
 DEF = prisdeflator relevant for hver sektor
 X = vektor av relevante økonomiske variable
 a, b, c, d, e er koeffisienter.

De økonomiske variable er i husholdningssektoren:

- antall husholdninger
- disponibel inntekt pr. husholdning

i tjenesteytende sektor:

- bruttoprodukt i sektoren

i industrisektorer:

- bruttoprodukt i sektorer
- kapital pr. produsert enhet

Total energietterspørsel blir så delt inn i de enkelte energibærenes etterspørsel. Markedsandelene er justert for ulike virkningsgrader. De tre viktigste energibærere elektrisitet, naturgass og olje står for 80-90 prosent av energiforbruket og behandles for seg, mens de øvrige behandles residualt.

Olje er destillater i husholdningssektoren og tung fyringsolje i de øvrige sektorer. Markedsandelene bestemmes generelt slik:

$$(II.6) \quad M_i = a_i + \sum_j b_{ij} \ln \left(\frac{P_i}{P_j} \right) + c_{iX} \ln(X) + e M_i(-1) + d_i (DD - eDD(-1))$$

$$M_{res} = 1 - \sum_i M_i$$

hvor

M_i = markedsandel for energibærer nr. i, i = elektrisitet, gass, olje
 M_{res} = markedsandeler for øvrige energibærere
 DD = normaliserte degree-days
 P_i = pris på energibærer i
 X = ikke-pris-variabler
 $a_i, b_{ij}, c_{iX}, d_i, e$ koeffisienter

Den amerikanske PURHAPS-modellen (DOE 1984) bygger på de samme prinsipper som den omtalte canadiske modellen. PURHAPS modeller er først total energietterspørsel for 17 industrigrupper i hele USA. Deretter splittes total energietterspørsel opp i de enkelte staters forbruk, og så fordeles totalenergi på de enkelte energibærere.

Denne gruppe energietterspørselsmodeller har vist seg å gi gode empiriske resultater. De har derimot noen svakheter som er verdt å understreke. Den ene er at likningene som skal estimeres i likhet med de fleste etterspørselsmodeller bygger på antagelser om at prisene på energibærere er bestemt uavhengig av både totalt energiforbruk og fordelingen av forbruk av de enkelte energibærere. Det er tvilsomt om det er akseptabelt å aggregere total energi og total energipris av individuelle energibærere uttrykt i en felles varmeverdi. Alle energibærere må da være sterkt substituerbare. Videre kan det oppstå problemer ved å bruke faste vekter ved beregning av pris på total energi når modellen nett-opp bygger på at markedsandelene skiftes med varierende relative priser.

3. Modeller basert på dualitetsteori

Utgangspunktet for modeller basert på dualitet mellom produkt- og kostnadsfunksjon er den variable kostnadsfunksjonen. Denne reflekterer produksjons- og teknologiske beskrankninger som produsenten står overfor på kort sikt når produksjonen Y og visse kvanta av "kvasifaste" innsatsfaktorer x er faste og produsentens optimeringsproblem er å minimere de variable produksjonskostnadene gitt disse kortsiktige beskrankninger. Denne typen modeller er bl.a. beskrevet i Berndt, Morrison og Watkins (1981). Shephards lemma (Shephard (1953)) sier at den kostnadsminimerende faktoretterspørselen v er lik den partiellderiverte av den betingede variable kostnadsfunksjonen $G=G(Y, P_V, X)$ mhp. prisene på de variable innsatsfaktorer P_V .

$$(II.7) \quad v = \frac{\partial G}{\partial P_V} = v(Y, P_V, X)$$

Disse etterspørselsfunksjonene for variable innsatsfaktorer reflekterer ikke bare sammenhenger mellom variable innsatsfaktorer og deres priser og produsert kvantum, men også sammenhengen mellom variable innsatsfaktorer og faktorer som er faste på kort sikt, eksempelvis energiforbrukende kapitalutstyr.

Ved å spesifisere en funksjonsform for den betingede kostnadsfunksjonen kan en utvikle etterspørselsfunksjonen for de variable innsatsfaktorer, og estimere disse. En kan da oppnå kortsiktige egen- og krysspriselastisiteter.

Det finnes langsiktige versjoner av teorien som bestemmer langtidseffekter, men Berndt, Morrison og Watkins (1981) viser til store vanskeligheter i empiriske tilnæringsforsøk.

Modeller med utgangspunkt i kostnadsfunksjonen har en rekke fordeler. En er at en tar utgangspunkt i produsentens optimaliserende adferd, men slipper å arbeide med 1. ordenbetingelser og simultane systemer av strukturlikninger.

Videre defineres modellen korttidselastisiteter som bl.a. er avhengig av beholdninger av "kvasifaste" faktorer som energiforbrukende kapitalutstyr.

Et problem knyttet til modellen er hvordan en skal fastslå hva som er variable og hva som er faste innsatsfaktorer på kort sikt. Et praktisk problem er at det ofte er vanskelig å skaffe data for kapitalutstyret.

4. Pindycks modell for verdens energietterspørsel

I boka "The Structure of World Energy Demand" beskriver Robert S. Pindyck (Pindyck, 1979) en økonometrisk studie av verdens energietterspørsel. Studien er hovedsakelig konsentrert om husholdnings-, industri- og transportsektor og har fellestrekk med "fuel shares" og dualitetsmodellene. Pindycks utgangspunkt er nyttefunksjoner for husholdningssektoren og kostnadsfunksjonen for industri-sektoren. Ut fra disse avleder han budsjettandelslikningen for energi, og fra disse etterspørselsfunksjonen for de enkelte energibærere.

Husholdningssektoren

Pindyck spesifiserer en indirekte trans-log nyttefunksjon

$$(II.8) \quad \log V = \alpha_0 + \sum_i A_i \log(P_i/M) + \alpha_t t + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \log(P_i/M) \log P_j/M \\ + \sum_i \beta_{it} \log(P_i/M) \cdot t + \frac{1}{2} \beta_{tt} \cdot t^2$$

P_i = prisindeks for konsumkategori i (eller pris på energibærer i)

M = total konsumutgift (eller total energiutgift)

Ved å anta nyttemaksimering og å bruke Roys (Roy (1942)) identitet kommer han fram til budsjettandelslikningene:

$$(II.9) \quad S_j = \frac{P_j X_j}{M} = \frac{\alpha_j + \sum_i \beta_{ji} \log(P_i/M) + \beta_{jt} \cdot t}{\alpha_M + \sum_i \beta_{Mi} \log(P_i/M) + \beta_{Mt} \cdot t} \quad j = 1, \dots, n$$

X_j = konsumert kvantum i kategori j (eller energibærer j)

t = tidsledd lik 0 i begynnelsen av perioden

$$\alpha_M = \sum_k \alpha_k, \quad \beta_{Mi} = \sum_k \beta_{ki}, \quad \beta_{Mt} = \sum_k \beta_{kt}$$

Budsjettbetingelsen impliserer at $\sum S_j = 1$ slik at bare $n-1$ av de n budsjettandelslikningene må estimeres.

Estimatene på andelslikningene er konsistente bare hvis prisene er eksogene. Pindyck legger restriksjoner på parametrene for å sikre at

- likningene er homogene av grad 0 i parametrene (restriksjon: $\alpha_n = \sum \alpha_k = -1$)
- andelslikningene er basert på nyttemaksimering (β_{ni} og β_{nt} må ha samme verdi i hver av andelslikningene)
- den indirekte nyttefunksjonen tilfredsstiller visse krav ($\log V$ er to ganger deriverbar, symmetrisk hessematrise, $\beta_{ij} = \beta_{ji} \quad i \neq j \quad (i, j=1, \dots, n)$)

Pindycks fremgangsmåte er å bruke translog-nyttefunksjonen til først å bryte total forbruksutgift opp i energiutgift og utgift til andre varer. Disse er: matvarer, bekledning, varige forbruks-goder, transport- og kommunikasjon og et restledd.

Deretter brytes energiutgiften inn i utgift til olje, naturgass, kull og elektrisitet.

Industriektoren

Også industriektoren modelleres ved en to-trinns-tilnærming.

I det første trinnet er energieterspørsel en avleddet faktoreterspørsel basert på antagelse om at faktor-innsatsen velges slik at produksjonskostnadene minimeres. Produksjonsfaktorene er kapital (ikke fast), arbeid og energi.

I neste trinn splittes energiutgift opp i utgift til de enkelte energibærere.

På hvert trinn spesifiseres en translog kostnadsfunksjon:

$$(II.10) \log C = \alpha_0 + \alpha_Q \log Q + \sum_i \alpha_i \log P_i + 1/2 \gamma_{QQ} (\log Q)^2$$

$$+ 1/2 \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \log P_i \log P_j + \sum_i \gamma_{Qi} \log Q \log P_i$$

C = total kostnad, Q = produksjon, P_i = faktorpriser.

Fra Shephards (Shephard (1953)) lemma finnes de avleddede etterspørselsfunksjonene ved å derivere kostnadsfunksjonen mhp. prisene, dvs. $X_i = \frac{\partial C}{\partial P_i}$. Andelslikningene blir da:

$$(II.11) S_i = \frac{\partial \log C}{\partial \log P_i} = \frac{P_i X_i}{C} \text{ eller } S_i = \alpha_i + \gamma_{Qi} \log Q + \sum_j \gamma_{ij} P_j \quad i = 1, \dots, n$$

Pindyck gjør en rekke forutsetninger og restriksjoner:

- Priser P_j og output Q er eksogent gitt (nødvendig for å sikre konsistente estimater)

$$- \sum_i \alpha_i = 1$$

$$\sum_i \gamma_{Qi} = 0$$

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad i \neq j$$

$$\sum_i \gamma_{ij} = \sum_j \gamma_{ij} = 0$$

(for å sikre at kostnadsfunksjonen er homogen av grad 1 i prisene og at produktfunksjonen tilfredstiller visse krav.)

Kritikerne av Pindyck peker på at det ikke bringes noe dynamikk inn i modellspesifikasjonene. Han diskuterer selv noen mulige tilnærmelser til dynamiske spesifikasjoner av translogmodellene, men estimerer dem ikke. Innføring av laggete variable i en translogmodell kan skape problemer med symmetri og konveksitet.

Pindycks modeller sier heller ikke noe om energiforbrukets knytning til det energiforbrukende kapitalutstyret. Han er klar over problemet og viser til at det er langtidsvirkninger han er ute etter og videre at varige forbrugsgoder er med i modellen som egen utgiftsgruppe.

Ved å estimere på kombinerte tidsserie- og tverrsnittsdata over land hevder han å ha registrert effekten av ulike inntekts- og prisnivåer, noe som styrker tolkningen av elastisitetene som langtidselastisiteter.

5. Balestra & Nerloves modell for etterspørsel etter gass i husholdningssektoren.

Et sentralt utgangspunkt i Balestra-Nerloves (Balestra og Nerlove (1966)) modell er en eksplisitt antagelse av at en del av gassetterspørselen er fast ved at den er bundet til den eksisterende beholdning av energiforbrukende utstyr. Når gassutstyret allerede er installert, eksisterer det få eller ingen substitusjonsmuligheter mellom gass og andre energibærere.

På planleggingsstadiet derimot, når beslutning om hva slags type energiforbrukende utstyr en skal anskaffe fattes, tar konsumenten beslutningen i samsvar med vanlig statisk etterspørselsteori, hvor bl.a. prisen er avgjørende.

Gassetterspørselen består dermed av to hovedkomponenter, "gammel" etterspørsel som er knyttet til beholdningen av gassforbrukende utstyr, og "ny" etterspørsel. "Ny" etterspørsel består igjen av to deler, "erstatningsetterspørsel" og "ekspansjonsetterspørsel". Erstatningsetterspørsel refererer til den erstatning av utstyr som er nødvendig på grunn av slitasje og alder, mens ekspansjonsetterspørsel er den del av forbruket som er knyttet til utvidet energiforbrukende aktivitet.

Gassetterspørselsfunksjonen består dermed av to hovedkomponenter, "gammel" og "ny" etterspørsel,

$$(II.12) \quad G_t = \alpha_0 + \alpha_1 P_t + \alpha_2 N_t^* + \alpha_4 Y_t^* + \alpha_6 G_t^{-1}$$

hvor det siste leddet tar vare på all "gammel" etterspørsel¹.

Balestra - Nerlove estimerer denne funksjonen for "passende" verdier av r , og velger den verdi på r som maksimerer R^2 .

Berndt & Watkins (1977) hevder at det ikke er holdbart å fastsette r på denne måten, da Balestra - Nerlove faktisk manipulerer med N^* - og Y^* -dataseriene for å forbedre føyningen til modellen. Berndt og Watkins velger isteden å fastsette depresieringsraten eksogent til 8 prosent pr. år.

Balestra - Nerlove-modellen er attraktiv fordi den unngår problemet med å skaffe data om kapitalbeholdninger, men likevel tar hensyn til at gassforbruket er knyttet til kapitalutstyret. Modellen reduserer seg til en likning som er bekvemmelig for empiriske undersøkelser. På den annen side er heller ikke prisen på kapitalutstyret representert i modellen, hvilket er en svakhet. Antagelsen om konstant utnyttelsesrate er en annen prinsipiell svakhet. Det finnes ikke rom for teknisk framgang. Modellen er dynamisk, men den bygger ikke på noen eksplisitt dynamisk økonomisk optimeringsprosess så den sier ikke noe om hvordan andre innsatsfaktorer varierer med variasjon i energiforbruk når det foregår bruttoinvesteringer i energiforbrukende utstyr.

¹ I appendiks B er denne etterspørselsfunksjonen utledet.

En svakhet ved modellen er at det er uklart hva Balestra - Nerlove mener når de med et "analogt argument" definerer "ny" gassetterspørse] ved (B.11) (i appendiks B). En mulig tolkning er at "ny" gassetterspørse] utledes fra en λ^{gass} og en W_t^{gass} , hvor λ^{gass} er utnyttelsesgraden til gasskonsumerende utstyr og W_t^{gass} er beholdningen av dette på tidspunkt t. Problemet er nå at W_t^{gass} pr. definisjon må være en del av W_t (beholdningen av alt energikonsumerende utstyr), og "ny" gassetterspørse] G_t^* er dermed bestemt med λ^{gass} . Ligning (B.12), som bestemmer "ny" gassetterspørse] som funksjon av priser og total "ny" energietterspørse] blir da overflødig.

6. Peck og Weyants modell

En modell som skiller seg ut fra de foregående er Peck og Weyants modell (Peck og Weyant (1984)). Denne modellen er opprinnelig en langtids prognosemodell for elektrisitetsforbruket i USA, men den kan også være anvendelig for gassmarkedet. Modellen bygger på et trendfremskrivingsprinsipp og krever at viktige forklaringsvariable har en stabil utvikling over tid. Peck og Weyant gir eksogene anslag på krysspris- og inntektselastisiteter, men det kan konstrueres en versjon av modellen egnet for estimering av parametrene.

Det interessante i modellen ligger i at den gir rom for variasjoner i utnyttelsesgraden av kapitalutstyret, og utnyttelsesgraden kan variere for utstyr anskaffet i ulike år.

Modellen er beregnet for langsiktige prognoseformål og setter grenser for kortsiktige variasjoner i elforbruket.

La

S_t = beholdningen av energiforbrukende utstyr installert i år t

δ = depresieringsraten

$I_{s,t}$ = elektrisitetsintensiteten i år t pr. enhet energiforbrukende utstyr installert i år s

I_t = gjennomsnittlig el.-intensitet i alt energiforbrukende utstyr i bruk i år t

Da er

$$(II.13) \quad I_t = \frac{I_{t,t} S_t + I_{t-1,t} S_{t-1} (1-\delta) + I_{t-2,t} S_{t-2} (1-\delta)^2 + \dots}{S_t + S_{t-1} (1-\delta) + S_{t-2} (1-\delta)^2 + \dots}$$

$$(II.14) \quad E_t = I_t \sum_{\tau=0}^{\infty} S_{t-\tau} (1-\delta)^\tau = \text{totalt el-konsum i år t}$$

Det antas nå at beholdningen av el-forbrukende utstyr i bruk er proporsjonal med aktivitetsnivået i sektoren, Y_t :

$$(II.15) AY_t = \sum_{\tau} S_{t-\tau} (1-\delta)^{\tau}$$

hvor A er en koeffisient.

da er

$$(II.16) E_t = A I_t Y_t$$

Elektrisitetsintensiteten av energiforbrukende utstyr installert i år s, I_{ss} antas å avhenge av elektrisitetspris P, pris på substitutten Q og nivået på den økonomiske aktivitet R (inntekt pr. husholdning).

$$(II.17) I_{ss} = P_s^{-a} Q_s^b R_s^c$$

a = priselastisiteten, b = krysspriselastisiteten og c = inntektselastisiteten.

Intensiteten av bruk av tidligere års utstyr kan justeres etter dagens elektrisitetspris P_t :

$$(II.18) I_{st} = \left(\frac{P_t}{P_s}\right)^{-d} I_{ss} = \left(\frac{P_t}{P_s}\right)^{-d} P_s^{-a} Q_s^b R_s^c = P_t^{-d} P_s^{-(a-d)} Q_s^b R_s^c$$

hvor d = priselastisitet for el-bruk av utstyr installert i tidligere år.

Peck og Weyant antar nå at P, Q og R endres med konstante rater α , β og ϕ , og at antall husholdninger vokser med konstant rate ρ . Det viser seg så at (*) kan skrives på formen:

$$(II.19) \bar{I}_t = P_t^{-a} Q_t^b R_t^c \frac{1}{1 - \frac{(a-d)\alpha - b\beta - c\phi}{\delta + \rho}}$$

Denne enkle "steady state"-modellen kan nå utvides til å dekke to eller flere perioder med ulike vekstrater for de forklaringsvariable. I sin analyse av elektrisitetsforbruket har Peck og Weyant brukt en utgave av modellen som dekker tre perioder, før 1973, 1973 - 1982 og 1982 - 2000. Innen hver av perioden er vekstratene konstante.

Modellen har vist seg å gi svært gode resultater for elektrisitetsforbruket i USA.

Selv om modellen empirisk gir gode resultater, har den klare teoretiske svakheter. Den er ad hoc, og den har ingen underliggende forutsetninger om aktørenes atferd. På grunn av problemet med å skaffe data om kapitalbeholdninger antas det at kapitalbeholdningen er proporsjonal med aktivitetsnivået. Dette er en svakhet i modellen. Det interessante med modellen er at den gir rom for varierende utnyttelsesgrader av kapitalutstyret.

7. Problemer og vurderinger knyttet til modellene og estimering av dem

Det er en rekke forhold som bør tas i betraktning når en modell vurderes. For en gassetterspørselsmodell er det naturlig å trekke frem følgende: (1) dynamikk og etterspørselens knytning til det energiforbrukende kapitalutstyr, (2) identifisering av de ulike forklaringsvariable, (3) skille tilbudseffekter fra etterspørselseffekter, (4) tilknytning til aktørenes optimaliserende adferd og (5) tilgjengelighet av og krav til data for estimering av parametrene.

Punkt (1) er et meget viktig punkt når det gjelder kortsiktig gassetterspørsel.

Gassetterspørsel avhenger av både beholdningen av energiforbrukende kapitalutstyr og av endringer i beholdningen. En gassetterspørselsmodell bør derfor inneholde et ledd som kan reflektere dynamikken i tilpasningsprosessen. "Lag adjustment"-modellen og Balestra-modellen tilfredstiller dette kravet. I Balestra-modellen gis koeffisienter til den laggete endogene variabelen en klar tolkning (lik 1-depresieringsraten for gasskonsumerende utstyr).

Et uløst problem i mange av de dynamiske modeller er skillet mellom hva som er kort og hva som er lang sikt.

Teknologisk fremgang, virkningsgrader og utnyttelsesgrader er andre stikkord knyttet til kapitalutstyret. De fleste energietterspørselsmodeller bygger på faste virkningsgrader for de enkelte energibærere. Videre er skillet mellom teknologisk fremgang og endringer i kapasitetsutnyttelsen dif- fust.

Punkt (2) peker på et viktig problem. De fleste modeller ender opp med likning der gassetterspørselen avhenger av eksogene variable somf.eks. priser, inntekt og kapitalbeholdning. Mange av disse forklaringsvariable kan være gjensidig avhengige av hverandre, og det kan derfor være vanskelig å skille de enkeltes separate effekter. Problemet øker i tilfeller hvor data må aggregeres på høye nivå. I gassmarkedet i Europa har dessuten gassprisene tradisjonelt vært kontraktsbundet til oljeprisene, noe som kan gjøre det vanskelig å skille egenpris fra krysspriseffekter.

Punkt (3) dreier seg om problemet med å skille tilbuds- og etterspørselseffekter. Pris og omsatt kvantum er et resultat av forhold på både tilbudssiden og etterspørselssiden. Det er vanlig å argumentere med at i gassmarkedet, i det minste i husholdningssektoren, kan en si at tilbudet på kort sikt er nesten fullkomment elastisk. Dette er en tvilsom forutsetning da distribusjonsnettene i mange land ennå er under utbygging. Dessuten er leveringene til industrien delvis kontraktsbundet slik at industrileveringenes "buffer"-egenskap ikke er så fullkommen som mange forutsetter, og tilbudet er derfor ikke elastisk nok.

Et annet problem er at den enkelte gasskonsument ikke står ovenfor en enkelt pris, men en pristariff hvor enhetsprisen faller i diskrete trinn når konsumet øker. For det første blir det her en to-veis avhengighet, hvor konsumert kvantum avhenger av pristariffens form, og den enkeltes pris avhenger av konsumert kvantum. Det er et problem hvordan denne sammenhengen bør representeres i modellen. Resultatet vil avhenge av måten slike problemer løses på.

Tilbudet av energiforbrukende kapitalutstyr er av betydning for all energietterspørsel. Dette tilbudet er gjerne begrenset slik at det kan ta tid fra beslutning om å anskaffe slikt utstyr fattes til det er installert og forbruket økes. Hvis konsumentenes preferanser som følge av en prisendring på gass endres i favør av en spesiell type kapitalutstyr vil prisen på dette utstyret kunne øke, og utslaget i gassforbruket blir ikke så stort som den opprinnelige gassprisendringen skulle tilsi. De fleste modeller har den svakhet at disse effekter oversees.

Punkt (4) tar opp modellenes knytning til aktørenes optimaliserende atferd. Enkelte grupperer energietterspørselsmodeller i to grupper, redusert form-modeller og strukturmodeller, hvor redusert form-modeller tar utgangspunkt i vanlig etterspørselsteori og går rett på en etterspørselsfunksjon hvor etterspurt kvantum avhenger av egenpris, pris på andre varer, inntekt og eventuelt andre relevante variable.

Strukturmodellene modellerer konsumentenes atferd eksplisitt. Mange hevder at dette er spesielt viktig i etterspørselen etter energi, fordi energiforbruk er sterkt knyttet til beholdningen av kapitalutstyr og dennes utnyttelsesgrad. Balestra - Nerlove-modellen forsøker å bringe dette inn, men overser samvariasjon med andre varer.

Hos Pindyck bringes en nyttefunksjon hvor alle varer inngår i modellen, og konsumentenes optimaliserende atferd skulle dermed være ivaretatt, men det dynamiske aspekt mangler.

Ad punkt (5). Det er nødvendig å ha tilgang på de nødvendige data slik at parametrene kan estimeres. Enkelte modeller krever data om kapital, utnyttelsesgrad, kapitalpris o.l. Slike data kan være vanskelig å skaffe, og er ofte upålitelige på grunn av måleproblemer, manglende primærstatistikk o.l.

III. DATASITUASJONEN. NØDVENDIGE OG TILGJENGELIGE DATA

Generelt for alle de omtalte modellene er gasskvantum, gasspris, en prisvektor eller prisindeks for alternative energibærere samt inntekt/produksjonsnivå variable som på en eller annen måte inngår i likningen(e) som skal estimeres. I "fuel shares" modellen og Pindycks modell inngår også kvantum av andre varer eller andre energibærere, totalt energiforbruk og en prisindeks for dette. I dualitetsmodellen inngår "kvasifaste" insatsfaktorer (kapitalutstyr hvor beholdningen kan variere på lang sikt).

Balestra-modellen krever data om populasjonen eller antall husholdninger. Andre variable som er (kan være) relevante for en eller flere av modellene er temperatur, pris på kapital og arbeid, beholdninger av energiforbrukende kapitalutstyr og boligareal.

Tilgjengelige data

Dette er ingen fullstendig oversikt over alt som finnes av data på området, men en orientering om hva vi har tilgjengelig og som tilfredstiller krav til tidsserielengde, detaljert inndeling i f.eks. land, sektor, energibærere og pålitelighet.

Kvantumsdata:

1. IEA Energy Balances 1970/82

Denne IEA-publikasjonen inneholder årlige tall for alle betydelige energibærere samt totalt energiforbruk regnet i varmeverdi. Forbruket er detaljert splittet opp i sektorer og transformasjoner. Alle OECD-land er dekket. Datakilden ser ut til å dekke de behov vi har mhp. sektorinndeling og tidsserielengde, og den vil bli oppdatert.

2. IEA Annual Oil and Gas Statistics

Denne publikasjonen kommer årlig og inneholder en egen gasseksjon. Også her er alle OECD-land dekket. På forbrukssiden er sektorinndelingen den samme som i Energy Balances, men tallene avviker noe. Publikasjonen har data for gass tilbake til 1976 - 1978, avhengig av land, så tidsseriene blir svært korte for estimering av landenes individuelle etterspørselsfunksjoner.

3. BP Statistical Review of World Energy

Denne publikasjonen kommer årlig og inneholder data om forbruk og produksjon av alle viktige energibærere i bl.a. alle europeiske land. Forbruket i de enkelte land er ikke delt inn i sektorer. Tidsseriene er lange, for gass kan forbruket føres tilbake til før 1970. BP er kjent for å ha et meget godt rapporteringsnettverk for dataopplysninger, og statistikken regnes som pålitelig. Pga. manglende sektorinndeling kan BP-dataene ikke brukes til estimering av sektorvise etterspørselsfunksjoner.

4. Eurostat: Natural Gas Balances

Datautskrift fra Eurostat (EFs statistiske kontor) databank. Dekker alle EF-landene. Detaljert sektorinndeling. Tidsserier (årlige) tilbake til 1960. Datakilden synes å dekke våre behov for gassdata.

Prisdata

5. IEA Energy Prices and Taxes

Kvartalsvis publikasjon, utkom første gang i 1984 med tilbakegående års- og kvartalsdata til 1978. Dekker alle OECD-landene. Priser på alle energibærere, gasspriser for sektorene husholdninger, industri og elektrisitetsproduksjon.

6. Eurostat Gas Prices 1970 - 1976, 1976 - 1978 og 1978 - 1984

Inneholder årlige gasspriser for EF-landene observert i bl.a. 6 tyske, 6 franske, 3 italienske, 1 nederlandsk, 3 belgiske og 3 britiske byer, for 5 forskjellige konsumkategorier i industrisektoren. Prisene er oppgitt i løpende lokal valuta.

7. Eurostat Energy Price Indices

Dette er en datautskrift fra Eurostats databank som inneholder årlige priser på alle energibærere. I gassdelen er sektor- og konsumgruppeinndelingen som i de foregående publikasjoner, men bydataene er sammenveid til en observasjon pr. land. Kildene er de samme som i den foregående publikasjon. Tidsseriene går fra 1960 - 1983.

Foruten løpende priser inneholder kilden prisindekser, sammenveide priser for total energi og avgifter på energi i alle EF-landene.

8. DOE/EIA International Energy Prices 1955 - 1980

Denne publikasjonen inneholder priser på alle viktige energibærere fra 1955 - 1980 i løpende og fast lokal valuta og i U.S. dollar. "Huller" i tidsseriene er fylt med estimerte verdier. Kilder er oppgitt og for flere EF-land er kilden hovedsakelig Eurostat. Det er derimot uklart om prisene gjelder naturgass eller gassverkgass i de landene begge deler finnes, og når i tidsserien prisene går over fra gassverkgass til naturgass i de land en slik overgang har funnet sted.

DOE/EIA har opplyst oss om at publikasjonen ikke vil bli oppdatert. Derimot har de utgitt en publikasjon som heter International Energy Prices 1978 - 1982. Prisene i denne er identiske med prisene i IEA Energy Prices and Taxes.

Andre (tilgjengelige) data

OECD National Accounts gir informasjon om bl.a. nasjonalprodukt, populasjon og valutakurser. Publikasjonen utkommer hvert år og har tilstrekkelig lange tidsserier. Vi har mottatt et arkiv med temperaturdata fra 1967 - 1984 for over 100 meteorologiske stasjoner i EF-landene fra Eurostat. Videre har vi årsmeldninger fra distribusjonsselskapene Ruhrgas, Nederlandse Gasunie, Gaz de France og British Gas Corporation som i noen utstrekning bl.a. gir informasjon om antall tilknyttede abonnenter i ledningsnett etc.

Vanskelig tilgjengelige data

Det er vanskelig å fremskaffe data for den elektrisitetsproduserende sektor. Spesielt gjelder dette realkapitaltall og gasspriser. De prisdata som er tilgjengelig for sektoren må regnes som lite pålitelige, da leveransene til sektoren skjer på kortsiktige kontrakter og som såkalte tilfeldige leveranser. Selskapene er også tilbakeholdende med å gi opplysninger.

Pålitelige realkapitaltall er generelt vanskelig å fremskaffe på grunn av at det er vanskelig å måle dem.

En metode for å måle realkapitalmengden kan være å bruke kapasitetstall, som for sektoren til en viss grad finnes i International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy (UNIPED): "Statistics" (årlig publikasjon).

IV. EMPIRISKE RESULTATER

1. Modell

På grunnlag av den teoretiske oversikten i kapittel II, andre litteraturstudier og tilgjengelighet av data, er det naturlig å begynne med å estimere en vanlig log-lineær redusert form-modell med en lagget endogen variabel, for industri- og husholdningssektoren i hvert land:

$$(IV.1) \log(G) = a + b \cdot \log(P_g) + c \cdot \log(P_a) + d \cdot \log(Y) + e \cdot \log(G_{t-1}) + u$$

hvor G = konsumert gasskvantum i sektoren i periode t

P_g = gasspris i sektoren i periode t

P_a = pris på substitutter i periode t

Y = aktivitetsnivået i sektoren i periode t

u = stokastisk restledd

a, b, c, d og e er koeffisienter

I husholdningssektoren har vi i tillegg på grunnlag av andre empiriske studier, funnet det nødvendig å bringe inn et temperaturledd, representert ved "degree-days". Dette fordi en meget stor del av gassforbruket i denne sektoren går til romoppvarming, og gassforbruket varierer erfaringsmessig med temperaturen. Det daglige gassforbruket i husholdningssektorer er opptil 3 ganger så høyt om vinteren enn om sommeren.

2. Identifikasjon

I en undersøkelse av etterspørselssiden i et marked som består av både tilbuds- og etterspørselsrelasjoner er det viktig å ha klart for seg om modellen er identifiserbar eller ikke. Hver observasjon av pris og kvantum for en vare representerer et punkt som ligger på både etterspørsels- og tilbudskurven. Å estimere en etterspørselsfunksjon på data hvor både tilbuds- og etterspørselsfunksjonen skifter som følge av endringer i de forklaringsvariable gir et økonomisk sett meningsløst resultat. Dersom tilbudet er perfekt elastisk, unngås dette problemet. Fordi gassmarkedet i mange land er offentlig regulert, at det finnes en viss overkapasitet og at for eksempel elektrisitetsproduksjon fra gass virkes som en buffer, er det et visst grunnlag for å forutsette perfekt elastisk tilbud. Dette gjelder spesielt i husholdningssektoren.

4. Data

Data for gasskvantum er målt i TJ (terajoule) og er hentet fra "Eurostat: Natural Gas Balances" (datautskrift mottatt fra Eurostat, EFs statistiske kontor, Luxembourg). Alle data brukt i estimeringen finnes i tabellvedlegget.

Prisdata er hentet fra "Energy Price Indices", en annen datautskrift fra Eurostats databank. For husholdningssektoren er brukt den såkalt $D_3 + D_{3b}$ -tariffen, som i 1978 stod for 78-84 prosent av forbruket i sektoren. I industrien er $I_{3-1} + I_{4-1}$ -tariffer brukt. 61-79 prosent av gassforbruket i industrien ble betalt etter denne tariffen i 1978. Prisen er der målt i lokal valuta pr. GJ (Giga joule). De er så deflatert med GDP-prisindeks hentet samme kilde. Prisen på alternativ energi, lett fyringsolje i husholdningssektoren og tung fyringsolje i industrien er også hentet fra denne kilden.

Inntekts-/BNP-data i faste lokale priser er hentet fra OECD National Accounts, 1984-utgaven. "Degree-days" for hvert land er kalkulert på grunnlag av gjennomsnittstemperaturene fra 9 Vest-tyske, 8 franske, 4 nederlandske, 1 belgisk, 7 britiske og 11 italienske byer. Disse temperaturene er hentet fra et magnetbånd vi har mottatt fra Eurostats databank. Hvert år er der delt inn i 36 dekader, dvs. 10-dagers perioder, og det gis gjennomsnittstemperaturer for hver dekada.

Den vanlige formen for "degree-days" et år er

$$(IV.2) \quad DD = \sum_{i=1}^{365} (18 - t_i)$$

(Basistemperaturen 180C)

Jeg har først regnet ut gjennomsnittstemperaturen for hver dekada i hvert land, a_i ($i = 1, 2, \dots, 36$) hvert år, deretter regnet ut "degree-days" for hvert land pr. år etter formelen

$$(IV.3) \quad DD = \sum_{i=1}^{36} [(18 - a_i) \cdot 10]$$

(Multiplisert med 10 fordi det er 10 dager i hver dekada).

Et stort tall for DD angir dermed at det har vært et kaldt år.

4. Estimering av sektorvise etterspørselsfunksjoner for hvert land

Modellene for industri- og husholdningssektoren har blitt estimert med vanlig minste kvadraters metode (OLS) under forutsetning om normalfordelte restledd med forventning 0 og konstant varians. Estimeringen har foregått på programpakken TROLL. Etter endel forsøk og eksperimentering har jeg funnet det nødvendig å kaste ut pris på alternativ energi. Gassprisen er som tidligere nevnt sterkt bundet til priser på oljeprodukter og disse er dermed sterkt korrelerte. Det er derfor vanskelig å skille effekter av disse fra hverandre.

a. Industrisektoren

Likningen som er estimert i industrisektoren er følgende:

$$(IV.4) \quad \log(G) = a + c \log(P_g) + d \log(Y) + e \log(G_{-1}) + u$$

Som indikator på aktivitetsnivået i sektoren Y, er her brukt nasjonalproduktet (GDP). Data i alle land er fra 1970 til 1983. Resultatene er presentert i tabell IV.1.

Hvis en ser bort fra UK, som har svært avvikende resultater, ligger priselastisitetene i intervallet -0,16 til -0,51. Inntektselastisitetene varierer fra 0,19 til 2,12 og lag-koeffisientene fra 0,38 til 1,00. En lag-koeffisient nær 1 som i Italia er på kanten av det som er teoretisk akseptabelt.

Tabell IV.1. Estimeringsresultater log-lineær modell. Industri 1970 - 1983 (t-verdi i parentes)

	a (konst.)	c (prisel.)	d (inntektse.)	e (lag-koeff)	R ²
Vest-Tyskland	-0,02 (-1,12)	-0,17 (-5,31)	0,96 (4,84)	0,59 (15,06)	0,99
Frankrike	-0,01 (-0,24)	-0,25 (-3,97)	2,12 (4,33)	0,38 (2,55)	0,99
Nederland	-0,01 (-0,17)	-0,18 (-2,27)	0,94 (1,53)	0,51 (4,39)	0,92
Storbritannia	0,05 (0,65)	-0,08 (-0,13)	-0,28 (-0,25)	0,61 (6,93)	0,95
Italia	0,07 (2,89)	-0,16 (-2,19)	0,19 (0,43)	1,00 (10,53)	0,97
Belgia	-0,01 (-0,42)	-0,51 (-5,32)	1,69 (2,79)	0,51 (5,59)	0,98

Pris- og inntektselastisitetene må betegnes som korttidselastisiteter. Lag-koeffisienter tar vare på langtidseffekten av pris- og inntektsendringer. De akkumulerte langtidselastisitetene kan kalkuleres etter formelen $\text{langtidselastisitet} = \frac{\text{korttidselastisitet}}{1 - \text{lag-koeffisient}}$. Kalkulerte langtidselastisiteter er gitt i tabell IV.2.

Tabell IV.2. Langtidselastisiteter i industri

	Pris	Inntekt
Vest-Tyskland	-0,41	2,34
Frankrike	-0,40	3,42
Nederland	-0,37	1,92
Storbritannia	-	-
Italia	-	-
Belgia	-1,04	3,44

b. Husholdningssektoren

Den estimerte likningen er:

$$(IV.5) \quad \log(G) = a + b \cdot \log(DD) + c \cdot \log(P_g) + d \cdot \log(Y) + e \cdot \log(G_{-1}) + u$$

Inntekten Y er representert ved nasjonalproduktet. Data i alle landene er fra 1970 til 1983, unntatt Vest-Tyskland og UK hvor seriene begynner i 1973 på grunn av manglende temperaturdata for 1970 - 1972. Estimeringsresultatene er presentert i tabell IV.3. Resultatene for Vest-Tyskland og Nederland må forkastes da de åpenbart er påvirket sterkt av forhold som ligger utenfor modellen.

Priselastisitetene (kortsiktige) ligger på mellom -0,01 og -0,29. Dette er med unntak av den belgiske og den britiske innenfor det intervall som kortsiktige direkte priselastisiteter for gass vanligvis ligger i i litteraturen. Se f.eks. Westoby (1983) eller Nafstad (1985). Inntektselastisitetene varierer sterkt og er for noen land svært høye. I tabell IV.4 er langtidselastisiteten presentert.

Tabell IV.3. Estimeringsresultater loglineær modell. Husholdninger 1970 - 1983 (t-verdier i parentes)

	a (konst.)	b (degree-days)	c (prisel.)	d (inntektse.)	e (lag.koeff.)	R ²
Vest-Tyskland	0,07 (1,87)	0,59 (1,50)	0,35 (1,64)	1,01 (1,63)	0,51 (3,89)	0,99
Frankrike	0,03 (0,71)	0,04 (0,26)	-0,15 (-1,32)	2,04 (2,87)	0,46 (3,14)	0,99
Nederland	0,06 (0,56)	0,51 (0,79)	-0,05 (-0,24)	-0,60 (-0,28)	0,93 (2,11)	0,96
Storbritannia	0,13 (6,25)	0,18 (0,71)	-0,05 (-0,43)	0,23 (0,56)	0,73 (16,73)	0,99
Italia	0,16 (3,90)	0,10 (0,98)	-0,29 (-2,78)	0,46 (0,81)	0,89 (10,01)	0,99
Belgia	0,09 (1,98)	0,55 (1,45)	-0,01 (-0,12)	1,13 (1,06)	0,63 (4,41)	0,99

Tabell IV.4. Langtidselastisiteter husholdninger

	Pris	Inntekt
Vest-Tyskland	-	-
Frankrike	-0,28	3,78
Nederland	-	-
Storbritannia	-0,19	0,87
Italia	-2,63	4,18
Belgia	-0,03	3,05

c. Testing av koeffisientene

TROLL-pakken som estimeringsarbeidet er utført på kalkulerer t-verdier (som er gitt i parentes i tabell IV.1 og IV.3) og signifikansnivået til en to-sidig t-test av nullhypotesen om at koeffisienten har verdi null. I tabell IV.5 og IV.6 er det markert med et + der hvor nullhypotesen kan forkastes ved et 5 prosent-nivå.

Tabellen viser at vi har signifikante estimatorer for pris- og inntektselastisiteter i industrisektoren i Vest-Tyskland, Frankrike og Belgia. I husholdningssektoren er resultatene svakere. Spesielt er koeffisienten for degree-days ikke signifikant for noen land. Lag-koeffisienten er signifikant i alle land i alle sektorer, unntatt i industrisektoren i Frankrike, men også der ligger t-verdien nær opptil den kritiske verdien.

Tabell IV.5. T-test av koeffisienter. Industri.- markerer at koeffisienten er signifikant forskjellig fra null ved tosidig test på 5 prosent-nivå

	a	c	d	e
Vest-Tyskland	-	+	+	+
Frankrike	-	+	+	-
Nederland	-	+	-	+
Storbritannia	-	-	-	+
Italia	+	+	-	+
Belgia	-	+	+	+

Tabell IV.6. T-test av koeffisienter. Husholdninger. + markerer at koeffisienten en signifikant forskjellig fra 0 ved en tosidig test på 5 prosent-nivå

	a	b	c	d	e
Vest-Tyskland	-	-	-	-	+
Frankrike	-	-	-	+	+
Nederland	-	-	-	-	-
Storbritannia	+	-	-	-	+
Italia	+	-	+	-	+
Belgia	-	-	-	-	+

Seriekorrelerte restledd

Fordi høyresiden til de estimerte likningene inneholder en lagget verdi av den avhengig variable, vil de estimerte koeffisientene kunne være inkonsistente hvis førsteordens seriekorrelasjon er til stede (ved bruk av OLS). Det er derfor viktig å undersøke dette. Den vanlige Durbin-Watson-teksten kan ikke brukes fordi den er basert på eksogene høyresidevariable. Durbin (1970) har utviklet en test for seriekorrelasjon i OLS-regresjon med laggete avhengige variable. Det viser seg at

$$h = r \sqrt{\frac{n}{1 - n(\text{var}(b_1))}} \sim N(0, 1)$$

hvor n = antall observasjoner

$\text{var}(b_1)$ = den estimerte variansen til lag-koeffisienten

$r \approx 1 - \frac{d}{2}$ hvor d er den kalkulerede Durbin-Watson observatoren

Nullhypotesen om ingen seriekorrelasjon kan da forkastes på et 5 prosent signifikansnivå til fordel for alternativet at det er positiv seriekorrelasjon hvis $h > 1,645$. Ved negativ h forkastes nullhypotesen hvis $h < -1,645$ til fordel for alternativet negativ seriekorrelasjon.

I tabell IV.7 er gitt de utregnede verdiene av h -observatorene. På grunnlag av disse kan vi si at negativ seriekorrelasjon er til stede i industrisektoren i Nederland og positiv seriekorrelasjon i husholdningssektoren i Belgia. I husholdningssektoren i Nederland er det ikke kalkulert noen h -verdi fordi testen bryter sammen når $n \cdot \text{var} > 1$. Durbin foreslår en asymptotisk ekvivalent test for slike tilfeller som krever endel mer kalkulasjon, men den er ikke utført her.

Det er viktig å bemerke at den testen som er utført her er basert på store antall observasjoner (asymptotisk test). Durbin sier selv at testens gyldighet i små sampler ikke er klarlagt. I dette tilfelle er antall observasjoner 14 (11 i husholdningssektorene i Storbritannia og Vest-Tyskland).

Tabell IV.7. Test for autokorrelasjon. Durbins h -observator for hver av de estimerte likningene

	Industri	Hush.
Vest-Tyskland	-1,20	-1,01
Frankrike	-0,27	-0,72
Nederland	-2,23	-
Storbritannia	0,02	0,28
Italia	-1,66	-0,31
Belgia	-1,61	1,86

d. Kommentarer til resultatene

Hvis vi ser bort fra de resultatene som må forkastes på grunn av seriekorrelerte restledd eller inkonsistens med teori, står vi igjen med etterspørselsfunksjoner for følgende land og sektorer: Vest-Tyskland: industri, Frankrike: begge sektorer, Belgia: begge sektorer, Italia og Storbritannia: husholdningssektoren.

Priselastisitetene ligger hovedsakelig innenfor det intervall som det er rimelig å forvente ut fra andre undersøkelser. Inntektselastisitetene er derimot i mange tilfeller urimelig høye. Det er derfor grunn til å anta at disse har oppfanget effekter som modellen ikke tar vare på. Sentralt her er en pågående utbygging av distribusjonsnettet for naturgass, som har gjort gass tilgjengelig for stadig større grupper av etterspørere, samtidig med at inntektene har økt.

Temperaturkoeffisienten er funnet insignifikant i alle land.

e. Estimering av en Balestra-Nerlove modell for husholdningssektoren i hvert land

Balestra-Nerlove modellen ble estimert v.h.j.a. det samme datamaterialet som den log-lineære modellen. Funksjonsformen som ble brukt er den samme additiv-multiplikative som Berndt og Watkins (1977) brukte på det canadiske gassmarkedet, dvs.:

$$(IV.6) \quad G = DD^a (b + p_g^c Y^e + f \cdot G_{-1}/DD_{-1}^a)$$

hvor P_g = gasspris, G = gassforbruk, $Y = Y^1 - (1-r) Y_{-1}^1$, Y^1 = nasjonalproduktet, DD = degree-days, r = eksogent gitt depresieringsrate (8 prosent), a , b , c , d , e og f er koeffisienter.

Befolkningsvariabelen er utelatt fra modellen for å øke antall frihetsgrader. Som estimeringsmetode er brukt den iterative NLS-metoden (ikke-lineær minste kvadraters metode, for nærmere beskrivelse se TROLL Reference Manual).

Jeg vil her ikke foreta noen utførlig analyse av estimeringen, bare såvidt kommentere resultatene som er presentert i tabell IV.8. Som nevnt i teorikapitlet har koeffisientene i Balestra-Nerlove-modellen greie tolkninger. Pris- og inntektselastisitetene (c og e) gjelder "ny" gassetterspørsel og lag-koeffisienten (f) er lik $1 -$ depresieringsraten for gassutstyr.

Priselastisitetene ligger i alle land (unntatt FRG) mellom $-0,21$ og $-0,47$ og har med unntak av UK rimelig høye t -verdier. Om inntektseffekten kan en si at den ser ut til å være liten og ikke forskjellig fra 0. Degree-days-koeffisientene er svært ulike, men alle synes å være uten forklaringskraft. Lag-koeffisienten er i Frankrike og Italia over 1, hvilket skulle bety at gasskonsumerende utstyr har negativ depresieringsrate, hvilket er inkonsistent med teorien. UK og Nederland er de landene som lengst har hatt et høyt gasskonsum, og disse har også de rimeligste lag-koeffisienter.

Gjennomgående ser det ut til at denne Balestra-Nerlove-modellen er en "bedre" modellspesifisering enn den log-lineære, i den forstand at den gir flere signifikante koeffisienter. Ved Durbins h -test finner vi at vi må forkaste estimatene i FRG og Belgia pga. negativ seriekorrelasjon.

Tabell IV.8. Estimeringsresultater NLS. Balestra-modell. Husholdningssektor 1970 - 1982 (1973 for UK og FRG) (t-verdier i parentes). Eurostat-data

	a	b	c	e	f	2
	(degree-days)	(konst.)	(ny pris)	(ny innt.)	(lag)	R
FRA	-1,25 (-0,60)	-1,09 (-13,90)	-0,38 (-3,41)	0,10 (1,58)	1,08 (31,66)	0,999
UK	0,14 (0,88)	-0,54 (-3,05)	-0,39 (-1,81)	0,04 (0,69)	0,81 (20,91)	0,999
ITA	-1,83 (1,58)	-0,89 (-7,34)	-0,41 (-3,26)	-0,01 (-0,12)	1,09 (32,75)	0,998
BEL	2,83 (1,42)	-0,94 (-9,01)	-0,47 (-4,29)	-0,05 (1,06)	1,00 (44,61)	0,999
NL	0,12 (-0,37)	-1,04 (-3,67)	-0,21 (-2,07)	-0,06 (-0,60)	0,96 (9,00)	0,997
FRG	1,29 (-)	0,00 (-)	0,75 (-)	0,46 (-)	0,80 (-)	0,997

IV. AVSLUTTENDE MERKNADER

Estimeringene har vist at begge de modellspesifikasjoner som har blitt utprøvet her kan være aktuelle å bruke i det videre arbeid med å kartlegge det europeiske gassmarkedet.

Den additiv-multiplikative versjonen av Balestra-Nerlove-modellen synes å gi en noe bedre føyning og lavere standardavvik på estimatene enn den log-linære "reduert-form"-modellen. Ingen av modellene gir signifikante estimater på koeffisientene for den temperaturvariable. Dette er påfallende og skyldes trolig en feilspesifikasjon. En bedre spesifikasjon vil kanskje være å kalkulere "degree-days" kun for vintermånedene.

For enkelte sektorer i enkelte land er resultatene inkonsistente med teorien. Dette kan skyldes feilspesifisert modell. Det ville kanskje være bedre med en modell som tar hensyn til at gass ikke er tilgjengelig for alle konsumenter, f.eks. representere antall tilknyttede konsumenter enten endogent eller eksogent. Dette antallet er et resultat av politiske avgjørelser og ulike strategier fra distribusjonsselskapenes side.

Lag-koeffisientene er signifikante i alle modellene i alle land. Det viser at en dynamisk spesifikasjon er viktig og gjenspeiler det gassforbrukende kapitalutstyrets betydning for gassetterspørselen.

ENERGIBEGREPER

I notatet er det brukt enkelte begreper som kan være nyttig å få presisert nærmere.

Primærenergiforbruk er forbrukt volum av primære energibærere multiplisert med energiinnholdet pr. volumenhet for de enkelte energibærere. MTOE (millioner tonn oljeekvivalenter) er en varmeverdienhet = 10 000 TCAL (Terakalorier) = 41 841 TJOULE. Det er nødvendig å måle de enkelte energibærere i en varmeverdienhet for å kunne foreta sammenligninger av dem.

Primære energibærere er ikke-transformerte energibærere i sin opprinnelige form. De viktigste primære energibærere er naturgass, olje, kull, hydroelektrisitet, kjernekraft, ved og torv.

Sekundære energibærere er energibærere som er transformert fra en annen energibærer, som for eksempel gassverkgass og koks (transformert fra kull) eller elektrisitet fra varmekraftverk (transformert fra kull, olje eller gass).

Tertiært energiforbruk ("output joules") er den delen av energiforbruket som virkelig har gått inn i f.eks. produksjonsprosessen, dvs, energibærerens primære energiinnhold multiplisert med virkningsgraden.

Virkningsgraden avhenger av forbrenningsteknologien og energibærerens konsistens. Høy virkningsgrad vil si at mye av energibærerens primære energiinnhold kommer til nytte. F.eks. har gass brukt til romoppvarming en svært høy virkningsgrad, da nesten all energien går med til å varme opp rommet. Ved har derimot en lavere virkningsgrad bl.a. fordi mye varme går opp i pipa.

NÆRMERE OM BALESTRA-NERLOVE-MODELLEN

Ny gassetterspørseel, G^* , er en funksjon av relativ gasspris p og totalt nytt energibehov F^* .

$$(B.1) \quad G^* = f(p, F^*)$$

F_t er etterspørseelen etter alle energibærere i perioden t . Økningen i totalt energikonsum mellom to perioder er

$$(B.2) \quad \Delta F_t = F_t - F_{t-1}$$

ΔF_t er ikke total "ny" energietterspørseel, i tillegg kommer "replacement demand" for alle energibærere.

La W_{t-1} være beholdningen av energiforbruket kapitalutstyr i periode $t-1$ og λ_{t-1} være utnyttelsesgraden for dette utstyret. Da er

$$(B.3) \quad F_{t-1} = \lambda_{t-1} W_{t-1}$$

Det antas en konstant depresieringsrate r . Av W_{t-1} vil bare $(1-r)W_{t-1}$ gjenstå i periode t og ved en utnyttelsesgrad λ_t er energiforbruket i periode t

$$(B.4) \quad \lambda_t (1-r) W_{t-1}$$

(B.4) uttrykker den delen av energiforbruket som er knyttet til beholdningen av utstyr ved inngangen til perioden.

W_t er gjennomsnittsbeholdningen av energiforbrukende utstyr i periode t . Totalt energiforbruk i perioden er

$$(B.5) \quad F_t = \lambda_t W_t$$

"Ny" energietterspørseel er definert ved:

$$(B.6) \quad F^* = \lambda_t W_t - (1-r) \lambda_t W_{t-1}$$

Balestra - Nerlove antar at utnyttelsesgraden λ er konstant for gass. Begrunnelsen er at gasskonsumerende utstyr har en svært høy forbrenningsgrad og at det ikke har skjedd noen tekniske forbedringer av utstyret. Den variasjon som skjer i gassutnyttelsesraten skyldes værvarisjoner, og Balestra - Nerlove har normalisert forbrukt kvantum med temperaturer. Altså er (B.7) $\lambda_t = \lambda$ for alle t og

$$(B.8) \quad \lambda_t W_{t-1} = \lambda_{t-1} W_{t-1} = F_{t-1}$$

Total "ny" energijetterspørseI er nå:

$$(B.9) \quad F_t^* = F_t - (1-r) F_{t-1}$$

(B.9) kan også skrives

$$(B.10) \quad F_t^* = (F_t - F_{t-1}) + r F_{t-1}$$

Uttrykket i parantesen er "ekspansjonsetterspørseI" for total energi mens rF_{t-1} er "erstatnings-
etterspørseI".

Balestra - Nerlove sier nå at ved et "analogt argument" kan "ny" gassetterspørseI defineres
ved:

$$(B.11) \quad G_t^* = G_t - (1-r_g) G_{t-1}$$

r_g ikke nødvendigvis lik r .

De antar lineæritet og skriver (B.1) på formen:

$$(B.12) \quad G_t^* = \beta_0 + \beta_1 P_t + \beta_2 F_t^*$$

eller ekvivalent

$$(B.13) \quad G_t = \beta_0 + \beta_1 P_t + \beta_2 [F_t - (1-r) F_{t-1}] + (1-r_g) G_{t-1}$$

$$= \beta_0 + \beta_1 P_t + \beta_2 \Delta F_t + \beta_2 r F_{t-1} + (1-r_g) G_{t-1}$$

Total energietterspørsel F_t antas å avhenge av total populasjon N_t og per capita inntekt Y_t , og skrives på formen:

$$(B.14) \quad F_t = \gamma_0 + \gamma_1 N_t + \gamma_2 Y_t.$$

Ved å substituere (B.14) i (B.13) får en:

$$(B.15) \quad G_t = \alpha_0 + \alpha_1 P_t + \alpha_2 \Delta N_t + \alpha_3 N_{t-1} + \alpha_4 \Delta Y + \alpha_5 Y_{t-1} + \alpha_6 G_{t-1}.$$

$$\text{hvor } \alpha_6 = (1-r_g)$$

Fordi r nå er overidentifisert defineres

$$(B.16) \quad \begin{aligned} N_t^* &= N_t - (1-r) N_{t-1} \\ Y_t^* &= Y_t - (1-r) Y_{t-1} \end{aligned}$$

(B.15) kan da skrives:

$$(B.17) \quad G_t = \alpha_0 + \alpha_1 P_t + \alpha_2 N_t^* + \alpha_4 Y_t^* + \alpha_6 G_{t-1}$$

som er etterspørselsfunksjonen for gass.

Referanser:

- Balestra P. (1967): The Demand for Natural Gas in the U.S. (North Holland)
- Balestra P. og M. Nerlove (1966): "Pooling cross section and time series data in the estimation of a dynamic model: the demand for natural gas". *Econometrica* 34, pp 585 - 612
- Berndt, E.R., C.J. Morrison og G.C. Watkins (1981): Dynamic models of energy demand: An assessment and comparison i Berndt, E.R. og B.C. Fields, eds.: Modelling and measuring natural resource substitution. MIT Press
- Berndt, E.R., M.A. Fuss og L. Waverman (1977): Dynamic Models of the Industrial Demand for Energy. Report EPRI EA-580 Palo Alto, California, Electric Power Research Institute
- Berndt, E.R. og G.C. Watkins (1977): "Demand for Natural Gas: Residential and Commercial Markets in Ontario and British Colombia". *Canadian Journal of Economics* vol. X no. 1, pp 97 - 111
- Bohi, D.R. (1981): Analyzing Demand Behavior. A Study of Energy Elasticities. The John Hopkins University Press, Baltimore
- British Petroleum (1985). BP Statistical Review of World Energy (og tidligere utgaver)
- DOE/EIA (1984): Documentation of the PURHAPS Industrial Demand Model. Vol. 1. Energy Information Administration, Washington D.C.
- Durbin J. (1970): "Testing for Serial Correlation in Least-Squares Regression when Some of the Regressors are lagged Dependent Variables". *Econometrica*, Vol. 38 No. 3.
- Halliwell C. og F. Sherif (1984): The EMR Energy Demand and Price Modelling System. Energy Strategy Branch, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, Ontario, Canada
- Houthakker, H.S. og L.D. Taylor (1970): Consumer Demand in the United States: Analyses and Projections. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Lorentsen, L. og K. Roland (1985): Norway's Export of Natural Gas to the European Gas Market. Policy Issues and Model Tools. Bjerkholt, O. and E. Offerdal (eds.): Macroeconomic prospects for a small oil exporting country. Martinus Nijhoff, Netherlands
- Nafstad O. (1985). Oversikt over estimerte pris- og inntektselastisiteter for gass i Europa.
- Peck, S.C. og J.P. Weyant (1984): Electricity Growth in the Future. Draft 3 revised January 1, 1984 for publication in *The Energy Journal*.
- Pindyck, R.S. (1979): The Structure of World Energy Demand. MIT Press.
- Roland, K. (1984): Etterspørselsmodell for gass i Vest-Europa. Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Roy, R. (1942): De l'Utilité-contibution à la theorie des choix. Herman, Paris.
- Shephard, R.W. (1953): Cost and Production Functions. Princeton University Press.
- Westoby, R. (1983): Estimates of Energy Price Elasticities in the U.K. D.P. No. 83-02 Dep. of Political Economy, University of Aberdeen.