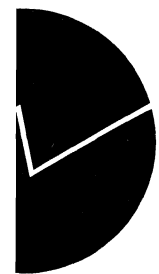


Øystein Døhl

**Temperaturkorrigering av
energiforbruket**
En empirisk analyse

Notater



Forord

Dette Notatet er en hovedoppgave i sosialøkonomi skrevet ved Seksjon for ressurs- og miljøøkonomi i Forskningsavdelingen i Statistisk sentralbyrå. Arbeidet med oppgaven startet sommeren 1997 og ble slutført sommeren 1998. Jeg vil rette en spesiell takk til min veileder Bodil Merethe Larsen for gode og konstruktive kommentarer underveis. Jeg vil også takke Torstein Bye og Tor Arnt Johnsen for kommentarer underveis og forøvrig alle ansatte ved Seksjon for ressurs- og miljøøkonomi som har gjort dette til en hyggelig og særdeles lærerik periode.

Innhold

1. Innledning og sammendrag	5
2. NVEs modell for temperaturkorrigering	7
2.1. Gjennomgang av modellen.....	8
2.2. Numerisk eksempel	11
3. Teorigrunnlag for den økonomiske modellen	11
3.1. Etterspørsel etter energi	12
3.2. Spesifisering av etterspørselsfunksjonen	13
3.3. Sammensetningen av energivarer.....	16
3.4. Oppsummering	18
4. Datagrunnlaget for NVEs modell.....	18
4.1. Elektrisitetsforbruk	18
4.2. Temperaturdata	18
5. Datagrunnlaget for den økonomiske modellen	19
5.1. Forbruk av elektrisitet	19
5.2. Salg av oljeprodukter	20
5.3. Forbruk av andre varer og tjenester	20
5.4. Elektrisitetspriser	21
5.5. Priser på oljeprodukter	22
5.6. Priser på andre varer og tjenester	24
5.7. Graddøgnstall	24
6. En drøfting av NVEs modell	26
6.1. Drøfting av NVEs modell	26
6.1.1. Estimeringsresultatene.....	26
6.1.2. Stokastisk spesifikasjon	27
6.1.3. Autokorrelasjon	28
6.1.4. Problemer vedrørende utelatte variable	31
6.1.5. Feilkilder i datamaterialet.....	32
6.1.6. Forslag til forbedring og forenkling av metoden ved bruk av dummy-variable.....	32
6.2. Kommentarer vedrørende bruken av resultatene	34
6.3. Oppsummering	35
7. Empirisk analyse av den økonomiske modellen	35
7.1. Stokastisk spesifikasjon	35
7.2. Sammensetning av energiforbruket.....	36
7.2.1. CES-funksjon.....	36
7.2.2 CES-funksjon med tregheter i tilpasningen.....	38
7.2.3. CES-funksjon med trendvariabel samt tregheter i tilpasningen	39
7.3. Total energietterspørsel	41
7.3.1. Testing av ulike metoder for beregning av graddøgnstall	42
7.3.2. Utelatelse av variable	44
7.3.3. Parameterstabilitet	47
7.4. Oppsummering	49
7.5. Temperaturkorrigering	49
7.5.1. Temperaturkorrigering i absoluttverdier	49

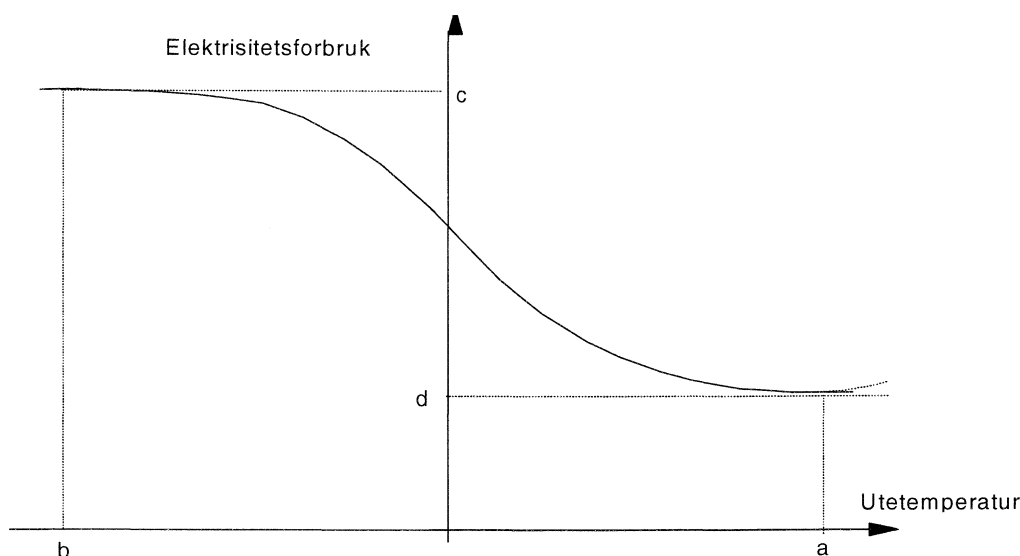
7.5.2. Temperaturkorrigering ved bruk av graddøgnstallelastisitet.....	52
8. Sammenligning av NVEs metode og den økonomiske modellen.....	53
9. Avslutning.....	54
Referanser	56
Vedlegg 1. Matematiske utregninger	59
Vedlegg 2. Estimeringsresultater for skritt 1 i NVEs modell	67
Vedlegg 3. Estimeringsresultater for skritt 5 i NVEs modell	71
Vedlegg 4. Korreksjonskoeffisienter for NVEs modell	75
Vedlegg 5. Om utelatte variable og autokorrelasjon	77
Vedlegg 6. Durbin-Watson d-test for NVEs modell	81
Vedlegg 7. Korrelasjonskoeffisienter for den økonomiske modellen	83
Vedlegg 8. Datamaterialet til NVEs modell.....	88
Vedlegg 9. Datamaterialet for den økonomiske modellen	101

1. Innledning og sammendrag

Utviklingen i energiforbruket er blant annet avhengig av utetemperatur og økonomisk utvikling. På kort sikt er temperatursvingninger den mest betydningsfulle faktor for utviklingen i energibruken, mens økonomiske forhold, som prisen på energibærere og økonomisk vekst, har størst betydning på litt lengre sikt. Hensikten med å temperaturkorrigere energiforbruket er å få svar på hvor mye av endringen i energiforbruket fra en periode til en annen som skyldes temperaturendringer og hvor mye som skyldes andre faktorer. Hovedproblemstillingen i denne oppgaven er å undersøke temperaturens innvirkning på energietterspørselen, og diskutere ulike metoder som brukes for å temperaturkorrigere. Av energibærere som studeres er det lagt størst vekt på elektrisitet, men fyringsoljer vil også bli studert.

Grovt sett kan vi dele inn energiforbruket i to grupper, hvor en del av går til oppvarming mens den andre delen av energiforbruket kan betraktes som innsatsfaktor i ulike former for økonomisk aktivitet. Da det er den første av disse gruppene hvor temperatur har betydning for energiforbruket ville det vært ønskelig å skille energiforbruket i disse to gruppene fra hverandre. Dette har imidlertid vist seg å være vanskelig (en mer inngående drøfting av dette er gitt i kapittel 5).

Figur 1.1. Stillisert sammenheng mellom utetemperatur og elektrisitetsforbruk



Figur 1.1 illustrerer en tenkt sammenheng mellom utetemperatur og elektrisitetsforbruk¹. Helningen langs kurven er et uttrykk for elektrisitetsforbrukets temperaturfølsomhet. Ved lave temperaturer vil elektrisitetsforbruket flate ut på grunn av kapasitetsbeskrankninger enten i oppvarmingssystemet eller i overføringssystemet. Punktet c kan således tolkes som maksimal kapasitet. Når temperaturen faller til et nivå under punkt b vil en ytterligere nedgang i temperaturen ikke føre til noen ytterligere økning i elektrisitetsforbruket. Når temperaturen beveger seg mot punkt a vil behovet for elektrisitet til

¹ Det er ingen prinsipielle forskjeller på om vi ser på elektrisitetsforbruk, forbruk av fyringsoljer eller energibruk generelt. Diskusjonen under vil være den samme.

oppvarmingsformål etterhvert forsvinne. Elektrisitetsforbruket ved punkt d kan således tolkes som temperaturuavhengig forbruk. Dersom temperaturen stiger til et nivå høyere enn a kan det tenkes at elektrisitetsforbruket begynner å stige igjen, som vist ved den stiplede kurven. Dette skyldes igangsetting av ulike former for luftavkjølingssystemer.

Sammenhengen mellom temperatur og elektrisitetsforbruk i området mellom a og b kan være lineær så vel som ikke-lineær, i tidligere studier av temperaturkorrigering har det vært ulik modellering av denne sammenhengen. I artikkelen til Ljones (1981) er det antatt en lineær sammenheng mellom temperatur og forbruket av fyringsoljer². Hos Bye og Hansen (1989) er det antatt en lineær sammenheng mellom temperatur og totalt energiforbruk til oppvarmingsformål, men det er åpnet for en mulig ikke-lineær sammenheng mellom temperatur og de enkelte energibærerene elektrisitet og fyringsoljer. I artikkelen til Ljones og Sæbø (1983) er det antatt en ikke-lineær sammenheng. I alle disse artiklene benyttes graddøgnstall som temperaturmål istedenfor grader målt i Celsius. Graddøgnstallet uttrykker differansen mellom en basistemperatur på 17 °C og utetemperaturen (når denne er lavere enn 17 °C). Differansen er summert over det aktuelle antall døgn. Høye graddøgnstall indikerer derfor lave temperaturer.

I dag benyttes en temperaturkorrigeringsmodell utviklet av EFI (Elektrisitetsforsyningens Forskningsinstitutt) for NVE (Norges Vassdrags- og Energiverk). Denne metoden korrigerer kun elektrisitetsforbruket, og den ser kun på sammenhengen mellom temperatur målt i °C og forbruk av elektrisitet. Andre forhold av betydning for elektrisitetsforbruket blir det ikke tatt hensyn til. På bakgrunn av ukesdata over en fireårsperiode estimeres sesongkoeffisienter for hver av årets fire sesonger. Ved bruk av interpolasjon regnes sesongkoeffisientene om til ukeskoeffisienter. Metoden til NVE ligger i en posisjon mellom en lineær og en ikke-lineær sammenheng mellom temperatur og elektrisitetsforbruk. De antar at sammenhengen er lineær innenfor en sesong, men at den kan variere mellom sesongene (se illustrasjon i kapittel 2, figur 2.1). En mer detaljert gjennomgang av metoden er gitt i kapittel 2.

Metoden som NVE benytter har en del problemer vedrørende autokorrelasjon og utelatte variable, samt at den ikke foretar noen testing på hvorvidt korreksjonskoeffisienter i ulike sesonger er signifikant forskjellig fra hverandre. Det alvorligste problemet med metoden er imidlertid at den i perioder som skulle vært korrigert likt (som følge av samme avvik fra normaltemperatur) korrigerer ulikt. En mer inngående drøfting av disse problemene er gitt i kapittel 6. I denne oppgaven er modellen rekonstruert for årene 1990-1994.

Et annet problem med NVEs metode er at den kun ser på elektrisitetsforbruket og temperatur isolert uten å ta hensyn til andre forhold. I den økonomiske modellen som er utviklet i SSB, se Bye og Hansen (1989), tas det i tillegg til sammenhengen mellom elektrisitetsforbruk og utetemperatur også hensyn til forhold som priser, økonomisk vekst og forbruk av andre energibærere. Metoden baserer seg på standard etterspørselsteori, hvor konsumentenes energietterspørsel er beskrevet innenfor en

² I sin artikkel så Ljones på sammenhengen mellom forbruk av fyringsoljer og temperatur. Denne metoden kan også brukes til å se på sammenhengen mellom elektrisitet og temperatur, noe som er gjort i f.eks. Sæbø (1980).

lineært utgiftssystem, og hvor de velger sin sammensetning av de ulike energibærerene i henhold til en CES-funksjon. En mer utførlig diskusjon av denne modellen er gitt i kapittel 3. I forhold til Bye og Hansen (1989) har jeg i denne oppgaven oppdatert metoden med nye data, samt at den endelige modellen har en noe annerledes form.

Estimeringer av CES-funksjonen og energietterspørselsfunksjonen tyder på at prisene på elektrisitet og andre energibærere har betydning for valg av energiform, men liten betydning for den totale energietterspørselen. Forhold som økonomisk vekst samt temperaturendringer viser seg å ha en større betydning. På grunn av den kraftige økningen i oljeprisene på slutten av syttitallet fikk vi en markant overgang fra oljefyring til oppvarming basert på elektrisitet. Dette medførte at oppvarmingskapasiteten til elektrisitet ble økt. En økning i oppvarmingskapasiteten flyttet punktet c i figur 1.1 oppover, og estimeringsresultatene viser at områder på temperaturskalaen med lav temperaturkorrigeringsfaktor nå fikk en høyere korrigering. Økt isolering i perioden samt økt bruk av elektriske artikler hvor varme er en bieffekt (vaskemaskiner, PC etc.), flyttet punktet d oppover. I følge resultatene jeg fant medførte dette at områder på temperaturskalaen som tidligere hadde en høy korrigeringsfaktor etterhvert har fått en lavere korrigeringsfaktor.

Metodene for temperaturkorrigering i artiklene referert til ovenfor er ulike når det gjelder tilnærming til (estimering av) sammenhengen illustrert i figur 1.1. Felles for metodene er selve temperaturkorrigeringen. Denne foregår ved at man tar faktisk elektrisitetsforbruk eller oljeforbruk og legger til (trekker fra) avviket mellom estimert forbruk ved faktisk og normal temperatur. Dersom faktisk temperatur er høyere enn normal temperatur blir temperaturkorrigert elektrisitets-/oljeforbruk høyere enn faktisk forbruk og vice versa.

Hovedkonklusjonen i denne oppgaven er at NVEs metode er problematisk når det gjelder overgangen fra sesongkoeffisienter til ukeskoeffisienter, da denne overgangen gir ulik korrigering for perioder som skulle vært korrigert likt. Den økonomiske modellen løser dette problemet ved å ta hensyn til hvor på grafen vi befinner oss i figur 1.1.

Oppgaven er skrevet ved bruk av Microsoft Word for Windows, og alle utregninger og estimeringer er gjort i Microsoft Excel for Windows.

2. NVEs modell for temperaturkorrigering³

Dette kapitlet inneholder en kort gjennomgang av NVEs modell for temperaturkorrigering. Kommentarer til estimeringsresultatene og metoden er gitt i kapittel 6, og estimeringsresultatene er gitt i vedleggene 2 - 5.

³ Beskrivelsen bygger på EFI (1977), men jeg har her kun sett på temperatur som forklaringsvariabel. Dette er i overensstemmelse med dagens praksis i NVE.

2.1. Gjennomgang av modellen

I temperaturkorrigeringsmodellen til NVE deles landet inn i fire regioner; Region 1 (Østlandet), Region 2 (Vestlandet), Region 3 (Midt-Norge) og Region 4 (Nord-Norge). Hvert år deles inn i fire sesonger; vinter (uke 48-8), vår (uke 9-20), sommer (uke 21-34) og høst (uke 35-47). For hver region og hver sesong beregnes det temperaturkoeffisienter basert på metoden beskrevet nedenfor.

Skritt 1

For hvert år (i) og sesong (h) i en fireårsperiode beregnes en regresjonsligning basert på ett-års observasjoner

$$2.1) \quad Y_{i,h} = k_{0,i,h} + k_{1,i,h}X_{i,h} \equiv f_{i,h}(X),$$

hvor k_0 og k_1 er koeffisienter. Y er elektrisitetsforbruk (GWh pr. uke), X er temperatur i $^{\circ}\text{C}$ og $f_{i,h}(X)$ er estimert regresjonsligning. Estimering av 2.1) foretas for hvert år og hver sesong, og hver av disse er basert på ca. tolv observasjoner (antall uker). På bakgrunn av dette finner man k_0 og k_1 for hvert år og hver sesong.

Skritt 2

Regresjonsligningene fra skritt 1 benyttes til å foreta en foreløpig klimakorrigerings av forbruket for hvert år, hver sesong og hver uke. Dette gjøres ved at man tar observert forbruk av elektrisitet den gjeldende uke og legger til et korreksjonstillegg. Korreksjonstillegget finner man ved å sette inn temperaturavvik fra normalen for den aktuelle uke (j) i den aktuelle regresjonsligning (år og sesong) man har funnet i skritt 1:

$$2.2) \quad \hat{Y}_{i,h,j} = Y_{i,h,j} + [f_{i,h}(\bar{X}_j) - f_{i,h}(X_j)],$$

hvor $\hat{Y}_{i,h,j}$ er temperaturkorrigert elektrisitetsforbruk (normalforbruk) år i, sesong h, uke j, Y er observert forbruk, $f_{i,h}(\bar{X}_j)$ er estimert forbruk basert på regresjonsligning funnet ved skritt 1, $\bar{X}_j$ er normaltemperaturen og X_j er faktisk temperatur.

Skritt 3

I skritt 3 beregnes gjennomsnittlig normalforbruk for hvert år og hver sesong:

$$2.3) \quad \hat{Y}_{i,h} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \hat{Y}_{i,h,j},$$

hvor n er antall uker i sesong h. Dette gir $4 \times 4 = 16$ ligninger for hver region (hver sesong i hvert år).

Skritt 4

Observert forbruk beregnes for hvert år og hver sesong i prosent av gjennomsnittlig normalt forbruk funnet under skritt 3:

$$2.4) \quad Z_{i,h,j} = \frac{Y_{i,h,j}}{\hat{\bar{Y}}_{i,h}} \times 100$$

Skritt 1, 2, 3 og 4 utføres uten å fjerne sesongvariasjonene i forbruket. Hensikten med denne delen av beregningene er å ta hensyn til de observerte temperaturforholdene ved estimering av den langsiktige trenden.

Skritt 5

For hver sesong slås data sammen for 4 år, noe som gir $4 \times n$ observasjoner pr. sesong. Det beregnes nye regresjonskoeffisienter (basert på $4 \times n$ observasjoner) som uttrykker gjennomsnittlig klimafølsomhet i fireårsperioden for hver sesong. Dette gir mer presise resultater (bedre signifikans) enn beregningen under skritt 1.

$$2.5) \quad Z_{h,j} = a_{0,h} + a_{1,h}X_{h,j}$$

hvor $Z_{h,j}$ er faktisk forbruk i uke j i forhold til gjennomsnittlig foreløpig temperaturkorrigert forbruk i sesong h målt i prosent. $a_{1,h}$ og $a_{0,h}$ er estimerte verdier, og kan tolkes som et uttrykk for gjennomsnittlig temperaturfølsomhet for sesong h i fireårsperioden.

Skritt 6

En kan nå transformere regresjonskoeffisientene som er funnet under skritt 5 tilbake til aktuelle koeffisienter for hvert år og hver sesong. Dette innebærer en overgang fra prosentreferanser til det observerte materialet GWh/uke:

$$2.6) \quad k_{0,i,h} = a_{0,h} \times \hat{\bar{Y}}_{i,h} / 100,$$

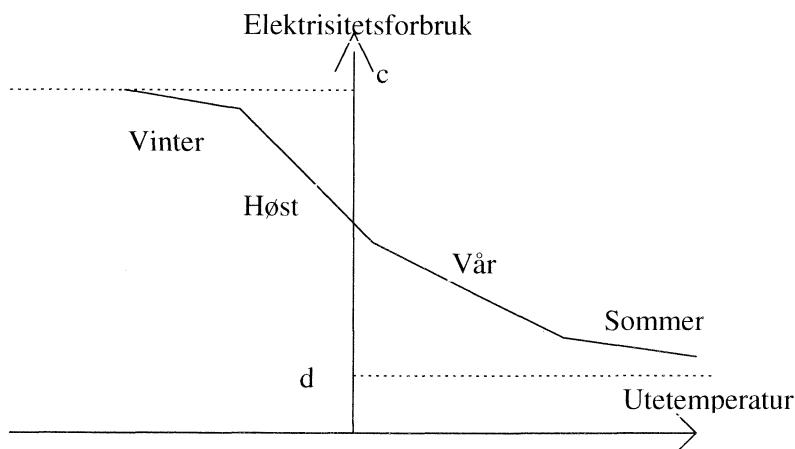
$$2.7) \quad k_{1,i,h} = a_{1,h} \times \hat{\bar{Y}}_{i,h} / 100,$$

hvor $k_{0,i,h}$ er den samme for alle ukene innenfor en sesong.

Ved å foreta flere iterasjoner av skritt 2-6 vil de beregnede regresjonskoeffisientene gå monotont mot stabile verdier. Beregningsmetoden vil gi ett sett av regresjonskoeffisienter for hver sesong. Disse vil i gjennomsnitt være gyldig over fireårsperioden, eller sagt på en litt annen måte; de vil være et uttrykk for gjennomsnittlig temperaturfølsomhet i 4-årsperioden. Skritt 2 - 6 blir gjentatt 4 ganger.

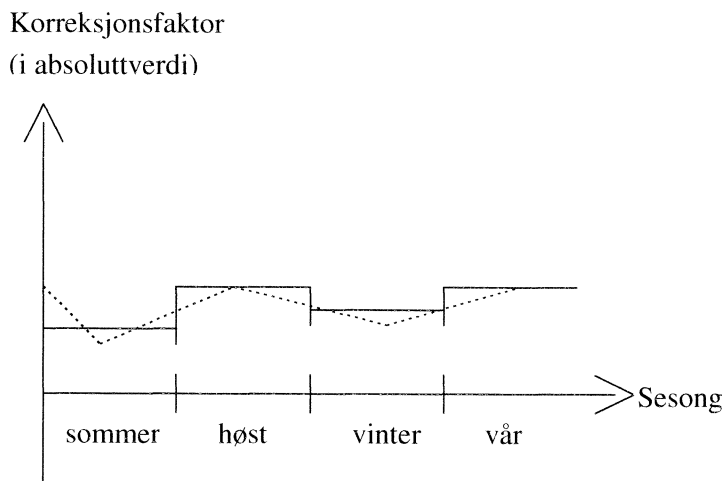
Metoden beskrevet ovenfor gir en korreksjonfaktor for hver sesong som vist i figur 2.1.

Figur 2.1. Sesongmessig sammenheng mellom temperatur og elektrisitetsforbruk



Denne metoden medfører sprangvise endringer i korreksjonsfaktoren ved overgang fra en sesong til en annen. Man antar at koeffisienten gjelder for midt i sesongen, og det foretas en lineær interpolasjon mellom disse verdiene slik at man får en kontinuerlig lineær variasjon gjennom året⁴. Dette er vist i figur 2.2, hvor den stiplede linjen angir korreksjonskoeffisientene etter interpolasjonen.

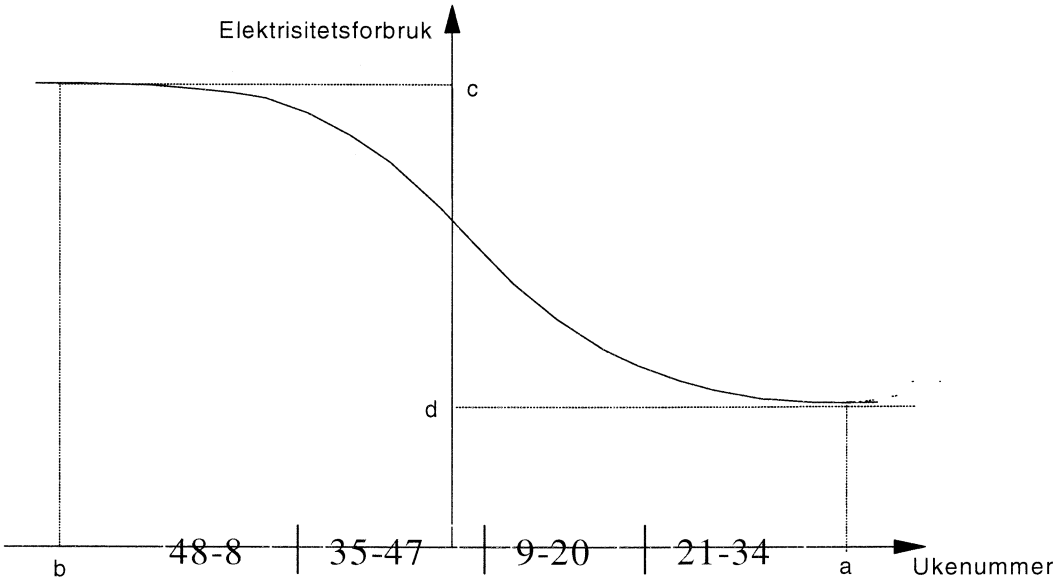
Figur 2.2. Overgang fra sesongkoeffisienter til ukeskoeffisienter



Overgangen fra sesongkoeffisienter til ukeskoeffisienter gir en tilnærming til figur 1.1 bestående av 52 linjestykker, som vist i figur 2.3.

⁴ Koeffisienten funnet under skritt 6 gjelder for uke 1, 14, 27 og 41, for henholdsvis vinter-, vår-, sommer- og høstsesongen. Korreksjonskoeffisientene finnes i vedlegg 3.

Figur 2.3. Sammenheng mellom elektrisitetsforbruk og ukenummer



2.2. Numerisk eksempel

Jeg vil nå gi et eksempel på hvordan temperaturkorrigeringen foregår. Observert elektrisitetsforbruk den aktuelle uken korrigeres for avvik fra normaltemperaturen. Korrigeringen forgår ved at man tar den estimerte korreksjonskoeffisienten som gjelder for det året, den sesongen og den uken vi ønsker å korrigere. Temperaturavviket fra normalen multipliseres med temperaturkoeffisienten, og dette produktet legges til observert forbruk den aktuelle uken.

Eksempel, Region 1, uke 7, 1991:

Observert forbruk uke 7, 1991:	1190,1 GWh
Observert gjennomsnittstemperatur:	- 4,5°C
Normal gjennomsnittstemperatur:	- 7,6°C
Temperaturavvik:	3,1°C
Estimert korreksjonskoeffisient uke 7, 1991:	- 22,5261 GWh / °C
Temperaturkorreksjon:	$(- 3,1^{\circ}\text{C}) \times (- 22,5261 \text{ (GWh / } ^{\circ}\text{C)}) \approx 69,8 \text{ GWh}$
Temperaturkorrigert forbruk uke 7, 1991:	$1190,1 \text{ GWh} + 69,8 \text{ GWh}$
	<u>= 1259,9 GWh</u>

NVE benytter en øvre grense for hvor mye elektrisitetsforbruket skal korrigeres. Denne grensen er gitt ved ± 2 ganger standardavviket for temperaturvariasjoner den aktuelle uken.

3. Teorigrunnlag for den økonomiske modellen

I denne delen av oppgaven vil det bli gjort rede for det teoretiske grunnlaget som den økonomiske modellen bygger på. Først vil jeg se på en teoretisk nyttefunksjon og de krav som må stilles til denne

for at den skal kunne gi entydige løsninger. Deretter vil nyttefunksjonen bli parametrisk spesifisert ved bruk av det lineære utgiftssystemet. Mot slutten av dette kapitlet vil et CES-aggregat (Constant Elasticity of Substitution) bli benyttet til å gi en parametrisk spesifikasjon av konsumentens sammensetning av energiproduktene elektrisitet og fyringsoljer.

3.1. Etterspørsel etter energi

Anta at vi har en makro nyttefunksjon for husholdningene,

$$3.1) \quad w = W(M, V(U(T_1), T_1)),$$

hvor w er nyttenivå, V er innekamfort, U er forbruk av energi til regulering av innekamforten, M er forbruk av andre varer og tjenester (inkl. el-forbruk til elektriske artikler) og T_1 er utetemperatur målt ved graddøgnstall. Nyttefunksjonen antas å oppfylle følgende betingelser:

$$3.2) \quad \left(\frac{\partial w}{\partial M} \right) \geq 0, \quad \left(\frac{\partial^2 w}{\partial M^2} \right) \leq 0.$$

$$3.3) \quad \begin{array}{ccccccc} \left(\frac{\partial w}{\partial U} \right) = \left(\frac{\partial W}{\partial V} \right) \times \left(\frac{\partial V}{\partial U} \right) \geq 0, & \left(\frac{\partial^2 w}{\partial U^2} \right) = \left(\frac{\partial^2 W}{\partial V^2} \right) \times \left(\frac{\partial V}{\partial U} \right)^2 & + & \left(\frac{\partial W}{\partial V} \right) \times \left(\frac{\partial^2 V}{\partial U^2} \right) \leq 0. \\ + & + & + & - & - & + & + & - \end{array}$$

Med innekamfort menes hva som anses som behagelig innetemperatur. Det antas at det kun er energibruk og utetemperatur som påvirker innekamforten. Energiforbruk er den variabelen som konsumenten har kontroll over når han skal regulere innekamforten. Den første deriverte av nyttefunksjonen med hensyn på energibruk er positiv, noe som innebærer at en økning i energibruken alltid vil øke nytten. Om vinteren benytter konsumenten energi til oppvarmingsformål, og om sommeren til luftkondisjonering. Den andre deriverte med hensyn på energibruken er negativ, fordi nytteøkningen av økt energibruk er størst for de første "enheter" energi. Utetemperatur er her å betrakte som en eksogen variabel. Ved å benytte graddøgnstall antas det at:

$$3.4) \quad \left(\frac{\partial w}{\partial T_1} \right) \Big|_{\text{gitt } U} = \left(\frac{\partial W}{\partial V} \right) \times \left(\frac{\partial V}{\partial U} \right) \times \left(\frac{\partial U}{\partial T_1} \right) + \left(\frac{\partial W}{\partial V} \right) \times \left(\frac{\partial V}{\partial T_1} \right) \leq 0.$$

- + 0 0 + -

For gitt energibruk antas det at høyere graddøgnstall (lavere utetemperatur) gir redusert innekamfort og dermed redusert nytte. Dersom temperatur i Celsius-grader hadde blitt benyttet istedenfor graddøgnstall ville nytten steget inntil ett visst nivå på utetemperaturen, for deretter å avta. Dette unngås ved bruk av graddøgnstall.

For å garantere at det finnes en indre løsning antas det at nyttefunksjonen tilfredsstiller visse matematiske krav⁵.

- Krav 1: Konsumenten oppfører seg som om han maksimerer en kontinuerlig nyttefunksjon $w = W(x)$, hvor x er en godevektor. Funksjonen er definert over mengden av alle vektorer i R^n med bare ikke-negative elementer.
- Krav 2: Dersom $x_i^1 > x_i^2$ for alle $i = 1, 2, \dots, n$, så er $W(x_i^1) > W(x_i^2)$.
- Krav 3: Nyttefunksjonen er strengt kvasikonkav, dvs. dersom $W(x^2) \geq W(x^1)$, $x^2 \neq x^1$ og $0 < \theta < 1$, så er $W(\theta x^1 + (1 - \theta) x^2) > W(x^1)$.
- Krav 4: Nyttefunksjonen er kontinuerlig deriverbar.

Konsumenten maksimerer sin nyttefunksjon 3.1) gitt disponibel inntekt til konsum,

$$3.5) \quad \sum_i P_i X_i = C,$$

hvor X_i er mengde av vare i ($i = M, U$), P_i er pris på vare i og C er konsumdisponibel inntekt.

Maksimering av nyttefunksjonen med hensyn på M og U , gitt budsjettbetingelsen gir Lagrangefunksjonen:

$$3.6) \quad L = W(M, V(U, T_1)) - \lambda[P_M M + P_U U - C],$$

hvor λ er grensenytten av inntekt.

Løsningen på dette problemet gir oss de ukompenserte etterspørselsfunksjonene for energi og andre varer og tjenester.

$$3.7) \quad U = f_U(P_M, P_U, C, T_1).$$

$$3.8) \quad M = f_M(P_M, P_U, C).$$

Ved å sette disse inn i nyttefunksjonen får vi den indirekte nyttefunksjonen

$$3.9) \quad w = W(f_M(P_M, P_U, C, T_1), f_U(P_M, P_U, C, T_1)) = F(P_M, P_U, C, T_1).$$

3.2. Spesifisering av etterspørselsfunksjonen

Vi antar nå at den indirekte nyttefunksjonen kan utledes fra det kvadratiske utgiftssystemet og skrives som⁶

⁵ Se Rødseth (1992).

⁶ Se Bye og Hansen (1989), eller Pollak and Wales (1978).

$$3.9') w = \frac{-\prod_{i=1}^n P_i^{\alpha_i}}{C - \sum_{i=1}^n \beta_i P_i} - \lambda \frac{\prod_{i=1}^n P_i^{\alpha_i}}{\prod_{i=1}^n P_i^{\nu_i}},$$

hvor α_i , β_i og ν_i er parametre og α_i kan tolkes som marginale budsjettandeler.

Innenfor det kvadratiske utgiftssystemet kan de marginale budsjettandelene α_i variere med priser og utgiftsnivå. I fortsettelsen antas det imidlertid at de marginale budsjettandelene er konstante. Den indirekte nyttefunksjonen reduseres da til (når $i = U, M$)

$$3.11) \quad w = \frac{-P_U^{\alpha_U} P_M^{\alpha_M}}{C - \beta_U P_U - \beta_M P_M},$$

hvor β_i kan tolkes som nødvendighetskonsum eller minimumsmengde av gode i .

Det antas videre at sammenhengen mellom energiforbruk til oppvarming og utetemperaturen (graddøgnetallet) kan skrives som

$$3.12) \quad \beta_U = \bar{\beta}_U + \beta_U \cdot T_1.$$

Minimumsmengden av energiforbruk til oppvarming (β_U) er en lineær funksjon av utetemperaturen.

Ved lave utetemperaturer (høy T_1) vil nødvendighetskonsumet av energi være høyt. En tolkning kan også være at betalingsvilligheten for energi er høyere ved lav enn ved høy utetemperatur.

Fra ligning 3.11) kan det lineære utgiftssystemet utledes, og dette er et vanlig utgangspunkt i konsumentteorien. Ligning 3.11) tilfredsstiller homogenitetsbetingelsen, som innebærer at den indirekte nyttefunksjonen skal være homogen av grad 0⁷, dvs. at en like stor endring i konsumutgift og prisene ikke skal ha noen innvirkning på det indirekte nyttenivået. Nyttefunksjonen er også stigende i konsumutgift og avtagende i prisene (se vedlegg 1). Utgift til hver vare kan da skrives som

$$3.13) \quad P_i X_i = \beta_i P_i + \alpha_i [C - (\sum_{i=1}^n \beta_i P_i)],$$

hvor $\beta_i P_i$ er minimumsutgift eller nødvendighetskonsum av vare i , og $[C - (\sum_{i=1}^n \beta_i P_i)]$ er den

konsumutgift man har til disposisjon når utgiftene til nødvendighetskonsumet er dekket. Dette kalles

også for overskuddskonsumet. $\alpha_i [C - (\sum_{i=1}^n \beta_i P_i)]$ kan da tolkes som den gjenværende delen av den

total konsumutgift som brukes på vare i etter at man har kjøpt det nødvendige kvantum av alle varer.

Følgelig kan $\alpha_i = \partial P_i X_i / \partial C$ tolkes som marginale budsjettandeler, eller hvor mye ekstra konsumenten vil bruke på vare i dersom konsumutgiften øker med ei krone.

⁷ Se Biørn (1995).

Det følger da at $\sum_i \alpha_i = 1$, ($i = U, M$).

Konsumutgift til energi kan, ved bruk av Roys identitet, skrives som (se vedlegg 1)

$$3.14) \quad P_U U = \beta_U P_U + \alpha_U [C - \beta_U P_U - \beta_M P_M].$$

Konsumutgift til energi består av et minstekonsum $\beta_U P_U$, pluss en andel α_U av total konsumutgift eksklusive minimumsutgift. Etterspørselen etter energi kan dermed skrives som

$$3.15) \quad U = \beta_U + \alpha_U \left[\left(\frac{C}{P_U} \right) - \beta_U - \beta_M \left(\frac{P_M}{P_U} \right) \right].$$

Etterspørselen etter energi som en funksjon av utetemperatur, konsumutgift og det relative prisforholdet mellom andre varer og tjenester og energi fremkommer ved å sette 3.12) inn i 3.15),

$$3.16) \quad U = (1 - \alpha_U) \bar{\beta}_U + (1 - \alpha_U) \beta_U^* T_1 + \alpha_U \left(\frac{C}{P_U} \right) - \alpha_U \beta_M \left(\frac{P_M}{P_U} \right).$$

Ved å omformulere kan 3.16) skrives som

$$3.17) \quad U = \beta_U^* + \beta_U^* T_1 + \alpha_U \left(\frac{C}{P_U} \right) - \alpha_{UM} \left(\frac{P_M}{P_U} \right),$$

hvor $\beta_U^* \equiv (1 - \alpha_U) \bar{\beta}_U$, $\beta_U^* \equiv (1 - \alpha_U) \beta_U^*$ og $\alpha_{UM} \equiv \alpha_U \beta_M$.

Fra 3.17) kan vi finne den Engel-deriverte, den Cournot-deriverte og den deriverte med hensyn på temperaturen. Den Engel-deriverte er definert ved

$$3.18) \quad \frac{\partial U}{\partial C} = \frac{\alpha_U}{P_U} > 0.$$

Ligning 3.18) sier at en økning i konsumdisponibel inntekt medfører en økning i etterspørselen etter energi. En tolkning av dette kan være at som en følge av bedre råd varmer opp flere rom om vinteren og/eller velger en høyere innetemperatur.

Den Cournot-deriverte er

$$3.19) \quad \frac{\partial U}{\partial P_U} = -\frac{\alpha_U C}{P_U^2} + \frac{\alpha_{UM} P_M}{P_U^2} < 0,$$

$$\frac{\partial U}{\partial P_U} < 0, \text{ fordi } \alpha_U C > \alpha_{UM} P_M \Leftrightarrow \alpha_U C > \alpha_U \beta_M P_M \Rightarrow C > \beta_M P_M, \text{ da } C = \beta_U P_U + \beta_M P_M.$$

Den deriverte med hensyn på utetemperatur er

$$3.20) \quad \frac{\partial U}{\partial T_1} = (1 - \alpha_U) \beta_U^* \equiv \beta_U^{**}.$$

Utetemperaturens effekt på etterspørselen etter energi har kan deles i to komponenter. For det første vil lavere utetemperatur (høyere graddøgntall) føre til høyere nødvendighetskonsum av energi (via β_U^*). Dersom vi betrakter 3.14) ser vi at høyere nødvendighetskonsum medfører lavere overskuddskonsum som bidrar til å dempe den initielle økningen i etterspørsel etter energi. Betydningen av denne effekten vil avhenge av energiens marginale budsjettandel α_U . Dersom α_U er høy vil dempingen av den initielle økningen være stor. Hvilken av disse to effektene som er sterkest er usikkert. For å sikre at β_U^{**} er positiv antar vi i fortsettelsen at økningen i nødvendighetskonsumet er større enn nedgangen i overskuddskonsumet.

Graddøgntallelastisiteten kan da skrives som

$$3.21) \quad El_{U/T} = \frac{\partial U}{\partial T_1} \frac{T_1}{U} = \beta_U^{**} \frac{T_1}{U}$$

Temperatureffekten kan skrives som

$$3.22) \quad \beta_U^{**} T_1 = (\tau_{U1} + \tau_{U2} D) T,$$

hvor D er en dummy-variabel som tar hensyn til spesielle forhold om våren (vårmånedseffekten). Modellen for forklaring av det totale energiforbruket blir da:

$$3.23) \quad U = \beta_U^* + (\tau_{U1} + \tau_{U2} D) T + \alpha_U \left(\frac{C}{P_U} \right) - \alpha_{UM} \left(\frac{P_M}{P_U} \right).$$

Den deriverte av etterspørselen etter energi med hensyn på utemperaturen blir,

$$3.24) \quad \frac{\partial U}{\partial T} = \tau_{U1} + \tau_{U2} D.$$

3.3. Sammensetningen av energivarer

Modellen beskrevet ved 3.23) antas å kunne forklare den totale etterspørselen etter energi. Jeg skal nå se på hvordan konsumenten setter sammen sin etterspørsel av de ulike energibærere elektrisitet og

fyringsolje. Det antas at konsumenten "produserer" sin energietterspørsel ved innsats av elektrisitet og olje i et CES-aggregat,

$$3.25) \quad U = \left[\delta \left(\frac{F}{\delta} \right)^{-\rho} + (1-\delta) \left(\frac{E}{(1-\delta)} \right)^{-\rho} \right]^{-\left(\frac{1}{\rho}\right)},$$

hvor F er etterspørsel etter olje, E er etterspørsel etter elektrisitet, δ er en fordelingsfaktor ($0 < \delta < 1$; desto høyere δ desto større andel av det totale energiforbruket består av fyringsolje) og ρ er en substitusjonsfaktor. Substitusjonselastisiteten σ , vil være konstant lik $1/(1 + \rho)$ (se vedlegg 1).

Konsumenten etterspør energi i henhold til ligning 3.23), og vi kan tenke oss at han ønsker å minimere sine kostnader gitt sitt valg av mengde energi, ved muligheten for substitusjon mellom energivarene. Denne muligheten for substitusjon og sammensetning av energivarene er bestemt av 3.25). Ved å benytte et CES-aggregat vil substitusjonsforholdet mellom elektrisitet og fyringsoljer være konstant, men substitusjonselastisiteten vil ligge mellom 0 og uendelig. Når energibruken øker med en prosent vil bruken av både elektrisitet og fyringsoljer øke med en prosent, noe som innebærer at skalaelastisiteten er konstant lik 1.

Konsumentens problem blir da å minimere kostnadene gitt etterspørselen etter energi. Dette kan beskrives som:

$$3.26) \quad \text{Min } (P_E E + P_F F) \text{ gitt } \left[\delta \left(\frac{F}{\delta} \right)^{-\rho} + (1-\delta) \left(\frac{E}{(1-\delta)} \right)^{-\rho} \right]^{-\left(\frac{1}{\rho}\right)} = \bar{U}.$$

Løsningen på dette problemet gir den duale enhetskostnadsfunksjonen (se vedlegg 1)

$$3.27) \quad P_U = \left[\delta (P_F)^{1-\sigma} + (1-\delta) (P_E)^{1-\sigma} \right]^{\left(\frac{1}{1-\sigma}\right)}.$$

I følge Shephards lemma er de førsteordens-deriverte av kostnadsfunksjonen med hensyn på

faktorprisene lik de respektive etterspørselsfunksjonene⁸, $\left(\frac{\partial P_U}{\partial P_E} \right) = E$ og $\left(\frac{\partial P_U}{\partial P_F} \right) = F$.

Forholdet mellom etterspørselen etter elektrisitet og olje blir da (se vedlegg 1)

$$3.28) \quad \frac{E}{F} = \left(\frac{1-\delta}{\delta} \right) \left(\frac{P_E}{P_F} \right)^{-\sigma}.$$

⁸ Se Hoel og Moene (1993).

Ved å ta den naturlige logaritmen til denne funksjonen finner man,

$$3.29) \quad \ln\left(\frac{E}{F}\right) = \kappa - \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right), \text{ hvor } \kappa = \ln\left(\frac{1-\delta}{\delta}\right).$$

Ligning 3.29) sier at den relative etterspørselssammensetningen av elektrisitet og fyringsolje er avhengig av det relative prisforholdet mellom dem. Hvor stor innvirkning det relative prisforholdet har er avhengig av substitusjonsmulighetene mellom energivarene. Dersom det er relativt enkelt å skifte fra den ene energikilden til den andre, dvs. at det er store substitusjonsmuligheter (høy σ), vil en relativt liten prisendring føre til en relativt kraftig vridning i retning av økt etterspørsel etter den energivaren som har blitt relativt sett billigere.

3.4. Oppsummering

Vi har nå to funksjoner 3.23) og 3.29) som beskriver etterspørselen etter energi, og konsumentens valg av sammensetningen mellom de to energibærerne elektrisitet og fyringsolje. I kapittel 7 vil det bli foretatt en stokastisk spesifikasjon av disse ligningene slik at de kan estimeres på bakgrunn av de data som foreligger.

4. Datagrunnlaget for NVEs modell

Datagrunnlaget for temperaturkorreeringsmodellen som benyttes av NVE er elektrisitetsforbruk og temperatur. Alle dataene er innhentet fra NVE.

4.1. Elektrisitetsforbruk

Dataene som NVE bruker i estimeringen er brutto forbruk pr. uke i alminnelig forsyning. Brutto forbruk i alminnelig forsyning er definert som brutto totalforbruk minus netto forbruk i kraftkrevende industri (dvs. inklusive pumpekraft, tilfeldig kraft og nett-tap).

4.2. Temperaturdata

Temperaturdataene som er benyttet er ukemiddeltemperaturer målt i °C. For region 1 er temperaturer fra Oslo (Blindern) benyttet. Tilsvarende er temperaturen for Bergen benyttet for region 2, Trondheim for region 3 og Tromsø for region 4. Ukemiddeltemperaturen (t) er beregnet ut fra døgnobservasjoner kl. 07⁰⁰ og 19⁰⁰, samt maksimums- og minimumstemperaturen etter følgende formel:

$$t_{\text{uke}} = \frac{\sum_{\text{ukedag } l}^7 t_{\text{kl.07}^{00}} + \sum_{\text{ukedag } l}^7 t_{\text{kl.19}^{00}} + \sum_{\text{ukedag } l}^7 t_{\text{min.}} + \sum_{\text{ukedag } l}^7 t_{\text{maks.}}}{28}$$

Det er beregnet 7 ukemiddelnormaler for hver værstasjon avhengig av startdato for uke 1; en for startdato 29. desember, en for 30. desember osv. helt til den siste for startdato 4. januar.

Data for fellesferie, påskeuken og juleuken er ikke tatt med i beregningene. For fellesferien og juleuken er henholdsvis uke 28-29 og uke 52 tatt ut⁹.

5. Datagrunnlaget for den økonomiske modellen

5.1. Forbruk av elektrisitet

Det er elektrisitetsforbruk til oppvarmingsformål som primært ønskes temperaturkorrigert. Data for elektrisitetsforbruk er imidlertid oppdelt etter forbrukergrupper og ikke etter formål. Det har ikke vært hensiktsmessig å forsøke og skille elektrisitetsforbruk til oppvarmingsformål fra annet forbruk. Isteden er det benyttet data for de grupper hvor størsteparten av elektrisitetsforbruket går til oppvarmingsformål. Forrige gang denne modellen ble estimert (se Bye og Hansen 1989), ble månedsdata for husholdninger og tjenesteytende næringer benyttet. Disse dataene utgis nå kun som årsdata. NVE utgir derimot elektrisitetsforbruket i alminnelig forsyning på månedsbasis¹⁰, som er definert som netto fastkraftforbruk minus netto forbruk i kraftintensiv industri. I den økonomiske modellen er disse dataene benyttet.

Alminnelig forsyning er oppdelt i de fire undergruppene husholdninger og jordbruk, bergverk og annen industri, treforedling og annet fastkraftforbruk. I perioden 1975-94 utgjorde elektrisitetsforbruket i gruppen husholdninger og jordbruk 50-54 prosent av forbruket i alminnelig forsyning. I samme periode utgjorde annet fastkraftforbruk 24-29 prosent, hvorav tjenesteytende næringer utgjorde 86-95 prosent. Hovedtyngden av forbruket i alminnelig forsyning utgjøres dermed av de samme forbrukergruppene som Bye og Hansen studerte. Det er imidlertid et problem at så mye som 25-30 prosent av elektrisitetsforbruket er industrirelatert. Noe av dette brukes til oppvarming, men en stor del er å betrakte som en innsatsfaktor i produksjonen, og dette forbruket er i liten grad temperaturavhengig.

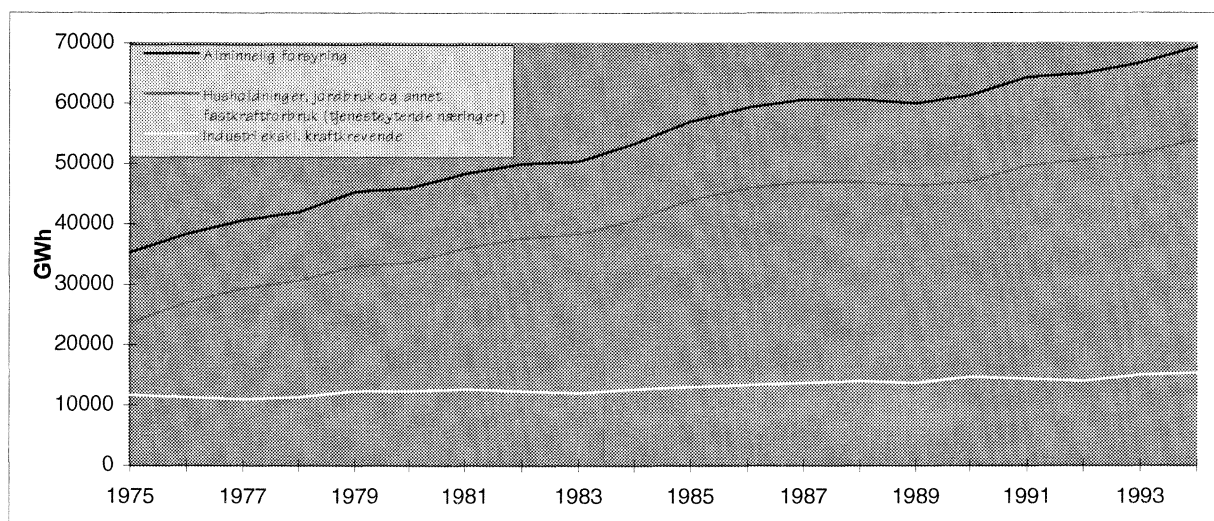
Figur 5.1 viser årlig forbruk i alminnelig forsyning og fordelingen på de to undergruppene husholdninger, jordbruk og annet forbruk (tjenesteytende næringer) samt industri unntatt kraftkrevende. Figuren viser at utviklingen i forbruk i alminnelig forsyning og i husholdninger, jordbruk og annet forbruk stort sett er lik, og at industrien har et stabilt men svakt stigende forbruk i perioden med enkelte små årlige endringer. Problemet med å studere alminnelig forsyning totalt når det er husholdninger, jordbruk og annet forbruk vi primært ønsker å korrigere er for det første at nivået på forbruket som primært ønskes temperaturkorrigert blir feil. Et større problem er imidlertid at undergruppene i enkelte perioder viser ulik utvikling. Husholdninger, jordbruk og annet forbruk kan eksempelvis i en periode vise økt forbruk grunnet lavere temperatur, mens industrien i samme periode kan ha lavere forbruk som skyldes nedgangskonjunktur. Generelt vil avvikende utvikling mellom

⁹ NVE utelater data for tre uker i fellesferien. I beregningene her er ukene 28 og 29 utelatt. For juleferien er uke 52 utelatt. Påskeuken varierer fra år til år.

¹⁰ NVE, Korttidsstatistikken.

husholdninger, jordbruk og annet forbruk og industriforbruk gi støy i datamaterialet. Denne støyen hadde det vært ønskelig å få rensset bort. Det er i denne oppgaven ikke foretatt noen forsøk på slik rensing av dataene.

Figur 5.1. Årlig forbruk av elektrisitet i alminnelig forsyning totalt og fordelt på grupper, 1975-94¹¹



5.2. Salg av oljeprodukter

Oljeprodukter til oppvarmingsformål er fyringsparafin og fyringsolje 1 og 2. Problemet med disse dataene er at de foreligger som salgstall pr. måned og ikke forbrukstall. Da disse produktene er lagervarer som blir kjøpt inn i tanker og brukt over en lengre periode, vil salgstall pr. måned ikke nødvendigvis gjenspeile forbruket pr. måned. Problemet vil være størst for fyringsoljene, da disse blir lagret i større kvanta enn parafin. På den annen side vil en stor del av forbrukerne av fyringsolje være store institusjoner som har liten lagerkapasitet i forhold til forbruket (sykehus, skole, borettslag osv). For disse gruppene vil ikke støy som skyldes lagerproblemet være like stort som for private husholdninger. Stort sett all fyringsolje går til oppvarmingsformål. Problemet med formålsfordeling faller dermed bort.

5.3. Forbruk av andre varer og tjenester

Data for totalt privat konsum er hentet fra Statistisk sentralbyrås kvartalsvise nasjonalregnskap¹². I forbindelse med hovedrevisjonen av nasjonalregnskapet er definisjonen av privat konsum endret til også å omfatte konsum i ideelle organisasjoner¹³. Den nye sammenslåtte gruppen Konsum i husholdninger og ideelle organisasjoner gir et høyere nivå på konsumet i årene etter 1993. For å få en sammenlignbar serie for privat konsum er det benyttet prosentvis endring fra kvartal til kvartal etter

¹¹ Gruppen annet fastkraftforbruk består av de to undergruppene privat- og offentlig tjenesteytende næringer.

¹² Kvartalsvis nasjonalregnskap 1973-1990. Økonomiske analyser nr. 1/93, 1/94, 2/95, 1/97. Ukens statistikk nr. 23/97.

¹³ Ukens statistikk nr. 27/95, Statistisk sentralbyrå.

1993. Det er dermed antatt at den prosentvise endringen for gruppen Konsum i husholdninger og ideelle organisasjoner kan benyttes som et estimat for den prosentvise endringen for gruppen Privat konsum. Dersom forbruksutviklingen over året avviker vesentlig mellom Konsum i husholdninger (tidligere privat konsum) og Konsum i ideelle organisasjoner, kan dette skape problemer når den omtalte metoden for kjeding av serien for privat konsum benyttes. Det kan tenkes at ideelle organisasjoner har en jevnere forbruksprofil over året. Dette antas imidlertid å være et relativt lite problem, da Konsum i husholdninger utgjør over 90 prosent av gruppen Konsum i husholdninger og ideelle organisasjoner.

For å gjøre kvartalsdataene om til månedsdata det benyttet en metode for kvadratisk interpolasjon¹⁴. Denne metoden benytter seg av den informasjon som ligger i kvartalsdataene. Dersom det for eksempel i 4. kvartal er høyere konsum enn i 2. kvartal, skal første måned i 1. kvartal ha et høyere nivå enn siste måned i 1. kvartal. Det er i modellen benyttet konsum i løpende priser dividert på konsumprisindeksen.

5.4. Elektrisitetspriser

I elektrisitetsstatistikken fra Statistisk sentralbyrå¹⁵ utgis årlige elektrisitetspriser samt fastkraftforbruk fordelt på grupper. I denne oppgaven er det benyttet et veid gjennomsnitt over prisene til de gruppene som inngår i alminnelig forsyning, hvor vektene er de respektive gruppenes andel av det totale fastkraftforbruket i alminnelig forsyning. Dette gir en årlig elektrisitetspris for alminnelig forsyning.

Et formål med denne oppgaven har vært å se på mulige forbedringer av temperaturkorregeringsmodellene. Ved omforming av årsseriene til månedsserier, ekspanderte Bye og Hansen (1989) filene slik at de samme prisene gjaldt innenfor hele året. En mulig forbedring som det er sett på innenfor den økonomiske modellen er om månedlige (istedenfor årlige) elektrisitetspriser vil gjøre modellen bedre. Da elektrisitetsprisen for de grupper som inngår i alminnelig forsyning bare utgis som årsdata, har det vært nødvendig å finne et estimat for den månedlige endringen. I forbindelse med utarbeidelse av konsumprisindeksen publiseres månedlig og årlig elektrisitetsprisindeks. Denne viser utvikling i H4-tariffen, og er brukt som et estimat på den månedlige prisutviklingen i alminnelig forsyning. Fremgangsmåten ved utregning av årlig elektrisitetspris i alminnelig forsyning er vist i tabell 5.1. Dataene er hentet fra elektrisitetsstatistikken. Alle prisene er løpende og oppgitt som øre pr. kWh inklusive kraftpris, overføringskostnader samt elektrisitetsavgift men eksklusive merverdiavgift. Grunnen til at det er brukt løpende og ikke faste priser er at forbruk av andre varer og tjenester er oppgitt i løpende priser.

¹⁴ Se Fame (1990), kapittel 16.

¹⁵ Se f.eks. Elektrisitetsstatistikk 1995, NOS C 407.

Tabell 5.1. Eksempel på beregning av gjennomsnittlig elektrisitetspris i alminnelig forsyning

År	1978
Andel forbruk i husholdninger og jordbruk	0,52
El.pris, husholdninger og jordbruk	12,20
Andel forbruk i bergverk og industri ellers	0,17
El.pris, bergverk og industri ellers	12,40
Andel forbruk i treforedling	0,07
El.pris, treforedling	6,60
Andel annet fastkraftforbruk	0,23
El.pris, annet fastkraftforbruk	13,80
Elektrisitetspris i alminnelig forsyning	12,22

Elektrisitetsprisen i alminnelig forsyning er funnet som et veid gjennomsnitt. For å finne månedlige prisendringer divideres årlig elektrisitetspris på elektrisitetsprisindeksen det aktuelle året og multipliseres med indeksen den aktuelle måneden. Indeksen er lik 100 for 1979. Elektrisitetsprisen i alminnelig forsyning for oktober 1978 blir dermed: $12,22 \times \left(\frac{98}{91}\right) = 13,16$, hvor telleren er prisindeks for oktober 1978 mens nevneren er prisindeks for året 1978.

Månedsindeksen som benyttes viser endringer i H4-tariffen. H4 er en vanlig tariff for husholdningene, og en endring i denne vil påvirke elektrisitetsprisen i alminnelig forsyning. Dersom dette skulle være en god indikator for prisutviklingen gjennom året i alminnelig forsyning, burde det være samsvar mellom utviklingen i H4-tariffen og prisutvikling for de andre tariffen som brukes i alminnelig forsyning. Dette er det ikke kontrollert for, men vi vil få en indikasjon på dette når vi tester om månedlige priser gjør modellen bedre.

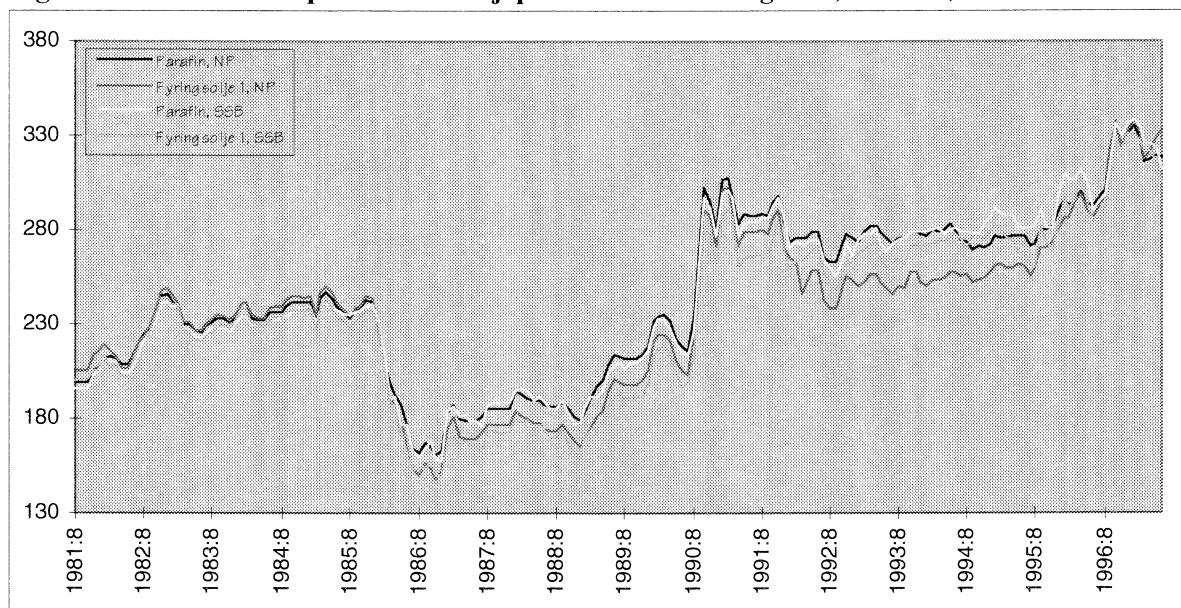
Etter 1992 er beregningsmetoden for elektrisitetspriser endret. Gruppene som utgjør alminnelig forsyning er også endret, noe som medfører at nivået på elektrisitetsprisen i alminnelig forsyning før og etter 1992 ikke er direkte sammenlignbare. Selv om ikke nivået er sammenlignbart, så vil den årlig prosentvise endring i prisene være tilnærmet den samme. Serien for årlige elektrisitetspriser er derfor kjedet for årene 1993-1995. 1992 er benyttet som utgangspunkt, og den prosentvise årlige endringen beregnet etter ny metode er lagt til. For 1996 var det da dette ble skrevet, enda ikke utgitt priser for gruppene i alminnelig forsyning, og H4-tariffen er derfor benyttet isteden. Dette er gjort for å få med de prisendringer som skjedde i ekstrem-året 1996, med svært lav fyllingsgrad i vannmagasinene.

5.5. Priser på oljeprodukter

Norsk Petroleumsinstitutt (NP) utgir både årlige og månedlige priser på oljeprodukter. Bye og Hansen (1989) ekspanderte de årlige oljeprisene slik at samme pris gjaldt for alle månedene innenfor det samme året. Som en mulig videreutvikling av modellen har det vært ønskelig å teste om månedlige oljepriser vil gjøre modellen signifikant bedre. Ved utarbeidelse av månedlige oljepriser er to metoder

vurdert. Den ene består i å benytte prisindeksene for fyringsolje og parafin som publiseres på månedsbasis i Ukens statistikk fra SSB. Dataene er hentet inn fra detaljister, og viser endring i pris til sluttbruker. Ved å finne prisnivå i en måned kan de løpende prisene regnes ut. Den andre metoden, som er valgt i denne oppgaven, er beskrevet nedenfor. Hovedårsaken til at metoden nedenfor er valgt, er at dataene var tilgjengelig for en lengre periode. Figur 5.2 viser imidlertid at valg av metode spiller liten rolle, da prisindeksene stort sett følger hverandre.

Figur 5.2. Prisindekser pr. mnd. for oljeprodukter fra NP og SSB, 1981-97, 1979 = 100.



Norsk Petroleumsinstitutt publiserer dato for hver prisendring for hvert fyringsprodukt. Gjennomsnittsprisen pr. måned kan beregnes ved å vekte prisene med antall dager.

Eksempel, januar 1995

pris 1/1: 292,1 øre/liter

pris 6/1: 298,7 —" —

pris 25/1: 264,6 —" —

Gjennomsnittlig pris januar:

$(292,1 \times 5 \text{ dager} + 298,7 \times 19 \text{ dager} + 264,6 \times 7 \text{ dager}) / 31 \text{ dager} = 296,7 \text{ øre/liter.}$

Dette gjøres for parafin og fyringsolje 1. Det er antatt at pris for fyringsolje 1 også gjelder for fyringsolje 2, da dette er samme produkt levert i ulike kvanta. Oljeprisen er funnet ved å vekte prisen på parafin og fyringsolje 1 med deres respektive forbruksandel. Alle prisene er løpende, og er gitt som øre pr. liter eksklusive mva. men inklusive andre avgifter.

5.6. Priser på andre varer og tjenester

Som indikator på prisnivået for totalt privat konsum er konsumprisindeksen benyttet. Det er ikke tatt hensyn til at elektrisitet og oljeforbruk inngår i konsumprisindeksen. Konsumprisindeksen er hentet fra en database i SSB¹⁶. I analysen er månedsvise konsumprisindeks benyttet.

5.7. Graddøgntall

Bye og Hansen (1989) brukte i sin metode graddøgntallet for Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø som representanter for hver sin landsdel. Disse ble vektet med innbyggertallet for hver landsdel, og på bakgrunn av disse fant man et vektet gjennomsnittlig graddøgntall for landet. Denne metoden er her utvidet til også å omfatte Kristiansand.

Graddøgntallene som benyttes her, foreligger som månedsdata for perioden 1957-1996 for værstasjoner spredt utover landet¹⁷. I utgangspunktet kunne en god løsning på aggregeringsproblemet være å dele landet inn i fylker, og deretter vekte graddøgntallet for hver målestasjon innenfor hver kommune i fylket med energibruk til oppvarmingsformål i den respektive kommune. Dette ville gitt et vektet gjennomsnitt for hvert fylke. Et vektet gjennomsnitt for landet kunne da finnes ved å vekte hvert fylke med fylkets bruk av energi til oppvarmingsformål.

Denne metoden skaper imidlertid visse problemer. For det første vil relativt store kommuner for hvilke vårt datamaterialet mangler graddøgntall kunne skape skjevheter i graddøgntallene. Dette gjelder f.eks. for Hedmark fylke, hvor observasjoner for Hamar mangler, og dette kan skape skjevheter dersom det er store temperaturavvik i Hamar i forhold til de kommunene man har målinger fra. Hamar er en stor kommune som skulle hatt en relativt høy vekt dersom man hadde hatt målinger derfra. Et annet problem er at dette er en svært arbeidskrevende metode, og man kan stille spørsmål ved hvorvidt ressursbruken står i forhold til den økte nøyaktighet i målingene man skulle forvente å få. Det største problemet ved metoden består i å innhente energiforbruk til oppvarmingsformål. Det finnes ikke data for elektrisitetsbruk til oppvarmingsformål, slik at man må benytte et estimat for denne delen av energibruken. På bakgrunn av dette er innbyggertall benyttet som vekter istedenfor energiforbruk. Denne metoden er heretter kalt for metode 3.

En annen, og litt mindre arbeidskrevende, metode er å benytte seg av graddøgntallet for en kommune som representant for hvert fylke, og vekte hvert fylke med innbyggertallet. Dette vil jeg kalle for metode 2. Jeg har valgt å benytte den mest folkerike kommunen i hvert fylke som representant-kommune.

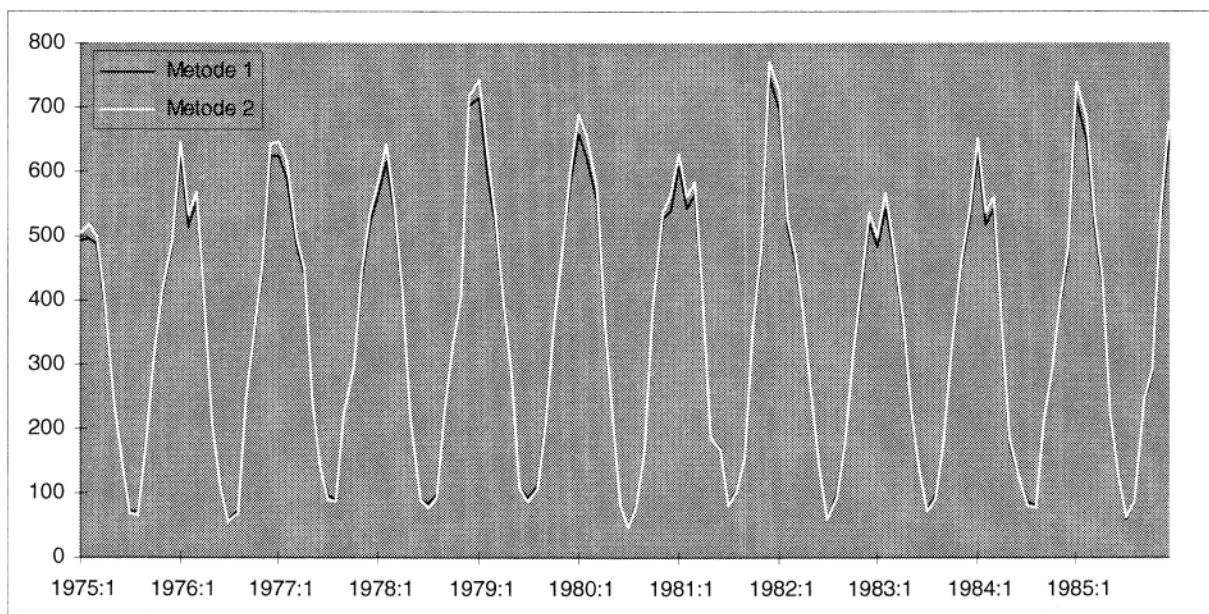
Den siste metoden, heretter kalt metode 1, er den klart minst arbeidskrevende metoden. Graddøgntallene for Oslo, Kristiansand, Bergen, Trondheim og Tromsø vektet med innbyggertallet i landsdelen. På bakgrunn av dette finner man et vektet landsgjennomsnitt. Denne metoden er benyttet i Bye og Hansen (1989), bortsett fra at Kristiansand ikke er med.

¹⁶ MyFame.

¹⁷ Kilde: Meteorologisk Institutt.

For metode 1 er folketallet i 1973 benyttet som vektor for perioden før 1994, og i perioden fra og med 1994 og utover er folketallet i 1995 brukt som vekt¹⁸. I metode 2 velges graddøgntall fra hvert fylke for den kommune som har flest innbyggere pr. 1.1.1995, bortsett fra Sogn og Fjordane der Førde ble valgt fremfor Flora da databasen ikke inneholdt graddøgntall for Flora. Den andel hvert fylke gis er et gjennomsnitt av innbyggertallene pr. 1.1.1979 og pr. 1.1.1996¹⁹. Det mest riktige hadde vært å vekte hvert fylke med innbyggertallet for hvert år, men dette ville vært arbeidskrevende. Dersom det skulle være noe poeng i å gå i gang med den arbeidskrevende metode 3, så bør metode 2, som 3 er en videreføring av, gi bedre resultater enn metode 1. En sammenligning av metode 1 og 2 er vist i henholdsvis figur 5.3a og 5.3b, hvor perioden 1975-1996 inndelt i to perioder for lettere å kunne se eventuelle forskjeller.

Figur 5.3a. Graddøgntall pr. mnd. for metode 1 og 2, 1975-85

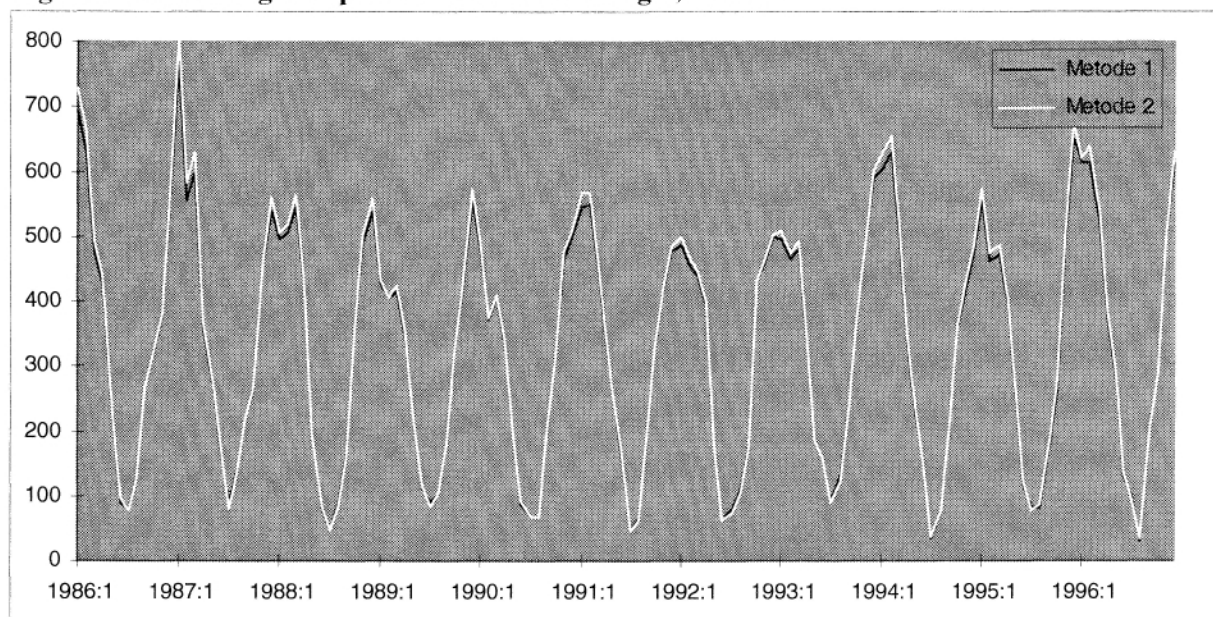


Vi ser at metode 1 følger den presumptivt bedre metode 2 så å si hele veien, bortsett fra en noe lavere amplitude. Dette kan indikere at metode 2 gjør modellen bedre egnet til å fange opp ekstreme temperaturer, noe som var et problem i Bye og Hansens estimeringer. Hvorvidt forskjellene er betydelige nok vil bli undersøkt.

¹⁸ Dette er i samsvar med beregning for graddøgntall foretatt i f.eks. Energistatistikk (1995).

¹⁹ Grunnen til forskjellen mellom metode 1 og 2 i valg av datoer som utgangspunkt for valg av folketall, er at metode 1 er hentet direkte fra Energistatistikk (1995). I utarbeidelse av metode 2 har jeg kunnet velge selv hvordan gjennomsnittet burde beregnes, og første og siste dato i perioden som undersøkes er da valgt.

Figur 5.3b. Graddøgntall pr. mnd. for metode 1 og 2, 1986-96



6. En drøfting av NVEs modell

Kommentarene til NVEs metode for temperaturkorrigering vil jeg skille i to hovedbolker. Først følger en gjennomgang og en etterprøving av estimeringsmetoden, samt forslag til forenkling og forbedring av estimeringsmetodene. En del av diskusjonen rundt økonometriske problemstillinger i avsnittene *Autokorrelasjon* og *Problemer vedrørende utelatte variable* er generell. Dette er gjort for at resultatene også skal kunne brukes i lignende betraktninger i kapitlet hvor den økonomiske modellen diskuteres. Til slutt vil jeg diskutere bruken av resultatene.

6.1. Drøfting av NVEs modell

I dette kapittelet vil jeg reise en del spørsmål knyttet til metoden. Jeg vil stille opp en stokastisk modell som er brukt under estimeringen. Deretter vil jeg undersøke om forutsetningene for å kunne benytte vanlig minste kvadraters metode (OLS) i en lineær regresjonsanalyse er oppfylt. Jeg vil da spesielt se på autokorrelasjon, valg av funksjonsform og problemer vedrørende utelatte variable. Til slutt vil jeg diskutere fordelene ved å benytte dummy-variable for å fange opp sesongvariasjoner fremfor å estimere sesongene hver for seg slik det er gjort i NVEs metode. Først følger imidlertid en rask gjennomgang av estimeringsresultatene.

6.1.1. Estimeringsresultatene

Jeg skal nå se på estimeringsresultatene for skritt 1 og 5²⁰. Resultatene for hver region er gjengitt i vedlegg 2 og 3. I vedlegg 2 ser vi at for region 1 er alle de estimerte verdier signifikante på et 95% konfidensnivå for alle sesongene unntatt sommer 92 og vinter 93. Når det gjelder forklaringskraften ser vi at denne varierer fra svakt negativt for sommer 92 og vinter 93 til over 97% for høst 90, vår 91

²⁰ Se kapittel 2 for gjennomgang av metoden.

og høst 91. For region 2 er alle estimerte verdier signifikante, unntatt for vinter 93 og sommer 93, og forklaringskraften varierer fra 0 til over 98%. For region 3 er alle estimerte verdier signifikante, og forklaringskraften varierer fra ca. 27% til over 89%. For region 4 er alle estimerte verdier signifikante, unntatt vinter 93, og forklaringskraften varierer fra 0 til over 95%. Alle de estimerte koeffisientene har riktig fortegn.

I vedlegg 3 ser vi at alle estimerte verdier for skritt 5 er signifikante og har riktig fortegn. For region 1 varierer forklaringskraften fra ca. 34% for sommersesongen til over 95% for høstsesongen. For region 2 varierer forklaringskraften fra ca. 57% for sommersesongen til over 89% for høstsesongen. For region 3 varierer forklaringskraften fra ca. 60% i vintersesongen til over 83% i høstsesongen. For region 4 varierer forklaringskraften fra ca. 48% i vintersesongen til over 82% for høstsesongen.

Modellen har problemer med å fange opp betydningen av temperaturendringer på elektrisitetsforbruket i sommersesongen på Østlandet, noe vi kan se av den lave forklaringskraften for denne perioden. En mulig forklaring på dette problemet kan vi få ved å betrakte figur 1.1. I sommersesongen på Østlandet befinner vi oss i området rundt a på temperaturskalaen, og endringer i temperatur har da liten effekt på elektrisitetsforbruket. Vi kan til og med være i den situasjonen hvor vi i deler av sesongen har en negativ sammenheng mellom utetemperatur og elektrisitetsforbruk (til venstre for a), mens vi i andre deler av sesongen har en positiv sammenheng mellom utetemperatur og elektrisitetsforbruk (til høyre for a).

For Nord-Norges del ser vi at det er i vintersesongen hvor modellen har lav forklaringskraft. Ved å betrakte figur 1.1 kan en forklaring på dette være at Nord-Norge befinner seg i området rundt b på temperaturskalaen. Da vil ikke endringer i temperaturen ha noen betydning på elektrisitetsforbruket, og vi kan dermed få problemer med å estimere klare sammenhenger mellom utetemperatur og elektrisitetsforbruk.

6.1.2. Stokastisk spesifikasjon

I EFI (1977) s. 7 står det at de benytter lineær regresjonsanalyse når de estimerer koeffisientene, men det står ikke hvilken estimeringsmetode som er brukt. I teoretisk økonometri er det vanlig å skille mellom klassisk- og generalisert lineær regresjonsanalyse²¹. En vanlig estimeringsmetode ved klassisk regresjonsanalyse er vanlig minste kvadraters metode (OLS). For generalisert lineær regresjonsanalyse er generalisert minste kvadraters metode (GLS) en mye brukt estimeringsmetode.

Dersom forutsetningene for klassisk lineær regresjonsanalyse holder, vil vanlig- og generalisert minste kvadraters metode være sammenfallende. Det er grunn til å tro at NVE har brukt klassisk lineær regresjonsanalyse, da typiske forhold som skulle tilsi bruk av en generalisert lineær regresjonsmodell, som f.eks. autokorrelasjon, ikke er nevnt. I dette og i neste avsnitt er det antatt at de har lagt forutsetningene for klassisk lineær regresjonsanalyse til grunn.

²¹ Se f.eks. Greene (1993).

Jeg skal nå formulere en klassisk lineær regresjonsanalyse slik den er brukt av NVE i skritt 1 og 5. Dersom forutsetningene under holder, vil minste kvadraters metode gi den forventningsrette estimatoren med lavest varians i klassen for lineære estimatorer²².

*Skritt 1*²³

$$1) Y_{i,h,j} = k'_{0,i,h} + k'_{1,i,h}X_{i,h,j} + \mu_{i,h,j} \quad j = 1, \dots, n.$$

Følgende forutsetninger antas å være oppfylt:

i) $E(\mu_{i,h,j} | X) = 0$

ii) Konstant varians²⁴,

$$E(\mu_{i,h,j} \mu_{i,h,s} | X) = \sigma^2 \text{ for } j = s$$

iii) Uavhengige restledd²⁵,

$$E(\mu_{i,h,j} \mu_{i,h,s} | X) = 0 \text{ for } j \neq s$$

Skritt 5

$$5) Z_{h,j} = a'_{0,h} + a'_{1,h}X_{h,j} + v_{h,j}$$

Følgende forutsetninger antas å være oppfylt:

i) $E(v_{h,j} | X) = 0$

ii) Konstant varians,

$$E(v_{h,j} v_{h,s} | X) = \sigma^2 \text{ for } j = s$$

iii) Uavhengige restledd,

$$E(v_{h,j} v_{h,s} | X) = 0 \text{ for } j \neq s$$

$\mu_{i,h,j}$ og $v_{h,j}$ er stokastiske restledd, og k og a er de estimerte verdiene av k' og a' . Forutsetning i)-iii) kalles også for hvitstøy forutsetninger.

6.1.3. Autokorrelasjon

Autokorrelasjon innebærer brudd på forutsetning iii) om uavhengige restledd. Bruk av OLS ved autokorrelasjon vil gi forventningsrette estimatorer, men estimatorene vil ikke være varians-minimale. Dette kan medføre at vi feilaktig godtar eller forkaster en variabel²⁶.

Autokorrelasjon opptrer ofte i tidsseriedata. En mulig årsak til autokorrelasjon er at variable inkludert i modellen, og relevante variable som er ekskludert fra modellen, er korrelerte over tid²⁷. En annen mulig årsak til autokorrelasjon kan være manipulering av dataene. Et eksempel på dette er omforming

²² I følge Gauss-Markov teorem, se f.eks. Gujarati (1995).

²³ Se side 5 og 6, skritt 1-6.

²⁴ $\text{var}(\mu_{h,j} | X) = E(\mu_{h,j} \mu_{h,j} | X) \div [E(\mu_{h,j} | X)]^2$
 $\Rightarrow \text{var}(\mu_{h,j} | X) = E(\mu_{h,j} \mu_{h,j} | X).$

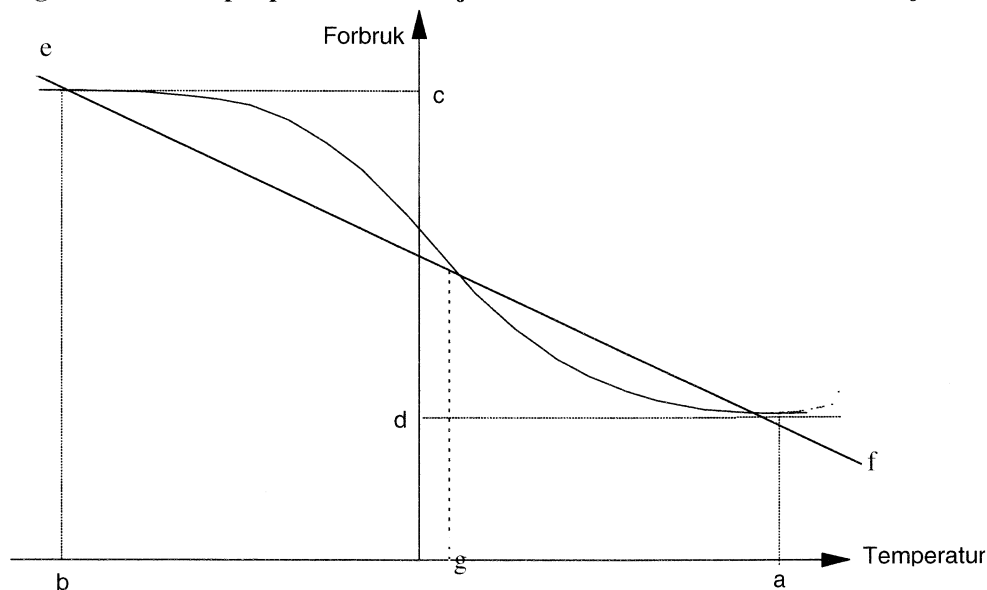
²⁵ $\text{cov}(\mu_{h,j} \mu_{h,s} | X) = E(\mu_{h,j} \mu_{h,s} | X) \div E(\mu_{h,j} | X) E(\mu_{h,s} | X)$
 $\Rightarrow \text{cov}(\mu_{h,j} \mu_{h,s} | X) = E(\mu_{h,j} \mu_{h,s} | X).$

²⁶ For bevis se vedlegg 5.

²⁷ Bevis for at utelatte variable kan medføre autokorrelasjon, se vedlegg 5.

av kvartalsdata til månedsdata, hvor interpolasjon er en vanlig metode. Denne metoden kan imidlertid tilføre dataene en systematisk variasjon som ellers kanskje ikke finnes i dataene. Feil funksjonsform kan også være en årsak til autokorrelasjon. Dersom vi antar at figur 1.1 beskriver den virkelige situasjonen, mens vi estimerer en lineær funksjon vist ved linjestykket e-f i figur 6.1, ser vi at dette medfører en underestimering av forbruket i området g-b og en overestimering av forbruket i området g-a. I dette tilfellet vil autokorrelasjonen i restleddet skyldes feilspesifisert funksjonsform.

Figur 6.1. Eksempel på at feil funksjonsform kan medføre autokorrelasjon



Det er vanskelig å si hva som er årsaken til autokorrelasjon i det enkelte tilfelle. De forhold som er nevnt ovenfor er alle mulige kilder i NVEs modell, dersom vi ser bortifra omforming av data.

Dersom det er autokorrelasjon i skritt 1 vil det også være det i skritt 5. Omvendt implikasjon vil ikke nødvendigvis gjelde. Det at data for enkelte uker er utelatt i NVEs metode kan medføre at det blir vanskeligere å avdekke autokorrelasjon.

For å teste om vi har autokorrelasjon kan vi bruke en Durbin-Watson d-test. For å kunne foreta en Durbin-Watson test må vi gjøre visse forutsetninger²⁸:

1. Regresjonsmodellen må inneholde et konstantledd.
2. Forklaringsvariabelen må være ikke-stokastisk, eller konstant i gjentatte utvalg.
3. Restleddet må følge en autoregressiv prosess av 1. orden:

$$\mu_{i,h,j} = \rho \mu_{i,h,j-1} + \varepsilon_{i,h,j}$$
Hvor $|\rho| < 1$, og $\varepsilon_{i,h,j}$ oppfyller hvitstøy forutsetningene.
4. Regresjonsmodellen skal ikke inneholde laggede verdier hverken av den avhengige- eller forklaringsvariabelen.
5. Ingen observasjoner skal mangle, da metoden ikke tar hensyn til dette.

²⁸ Se Gujarati (1995).

Forutsetning 1 og 4 er oppfylt. Når det gjelder forutsetning 2 er de data vi har ikke-reproduserbare. Det er da en mer realistisk forutsetning å betrakte dataene som stokastiske²⁹, men vi forutsetter at de er konstante i gjentatte utvalg. Forutsetning 3 må ligge til grunn, da Durbin-Watson d-test er en test for nettopp denne type autokorrelasjon. Det er viktig å merke seg at vi her bare er interessert i å avdekke hvorvidt det er mulig at vi har autokorrelasjonsproblemer. Vi er ikke her ute etter å løse autokorrelasjonsproblemene. Et problem er forutsetning 5, fordi NVE under estimeringen har utelatt observasjoner for alle sesonger unntatt høsts sesongen. Resultatet av dette kan bli at vi ikke er i stand til å avdekke autokorrelasjon i serier hvor observasjoner er utelatt.

Durbin-Watson's d-test går nå ut på å teste null hypotesen H_0 : Ingen autokorrelasjon eller $\rho=0$. Test-

observatoren er gitt ved:
$$d = \frac{\sum_{n=2}^N (\hat{\mu}_n - \hat{\mu}_{n-1})^2}{\sum_{n=1}^N (\hat{\mu}_n)^2}$$
, hvor $\hat{\mu}_n = y_n - \hat{y}_n$, og $\hat{\cdot}$ indikerer estimert verdi. N

er antall observasjoner. Forkastningskriteriene er som følger³⁰:

Forkast H_0 dersom $0 < d < d_L$ (dvs. positiv autokorrelasjon) eller $4 - d_L < d < 4$ (dvs. negativ autokorrelasjon).

Kan ikke forkaste H_0 dersom $4 - d_L < d < 4 - d_U$.

Ingen avgjørelse dersom $d_L < d < d_U$ eller $4 - d_U < d < 4 - d_L$.

Et problem med denne metoden når vi har et såpass lite utvalg som vi har her, er at området hvor vi får ingen avgjørelse blir relativt stort. Da det vil være en større feil å feilaktig anta fravær av autokorrelasjon enn feilaktig å anta autokorrelasjon kan kriteriene ovenfor være for strenge³¹. En måte å løse dette på er å utvide forkastningsområdet til $d < d_U$ og $4 - d_U < d$. Dette kalles også for en modifisert Durbin-Watson d-test³².

Av resultatene gjengitt i vedlegg 6 kan vi trekke noen konklusjoner. Vi ser først på skritt 1. Vi kan forkaste H_0 for region 1 etter de strengeste kriteriene for sommer 91 og sommer 93, og etter de svakere kriteriene for høst 90. For region 2 kan vi kun forkaste H_0 etter de svakere kriteriene for vår 91, sommer 92 og sommer 93. For region 3 kan vi kun forkaste H_0 etter de svakere kriteriene for vinter 92, vår 90, sommer 92, høst 90 og høst 91. For region 4 kan vi forkaste H_0 etter de strengeste kriteriene for høst 92 og høst 93, og etter de svakere kriteriene for vår 93.

Vi kan ikke forkaste H_0 for region 1 vinteren 90-93, våren 90-93, sommeren 90 og 92 og høsten 91-93. For region 2 kan vi ikke forkaste H_0 vinteren 90-93, våren 90, 92 og 93, sommeren 90 og 91 og høsten 90-93. For region 3 kan vi ikke forkaste H_0 vinteren 90, 91 og 93, våren 91-93, sommeren 90, 91 og

²⁹ Se Biørn (1995).

³⁰ Resultatene er gjengitt i vedlegg 6.

³¹ Se Johnston (1985).

³² Se Gujarati (1995).

93 og høsten 92 og 93. For region 4 kan vi ikke forkaste H_0 vinteren 90-93, våren 90-92, sommeren 90-93 og høsten 90 og 91.

For skritt 5 ser vi at vi kan forkaste H_0 etter de strengeste kriteriene for sommer- og vårsesongen for region 1, vårsesongen for region 2, vintersesongen for region 3 og høstsesongen for region 4. Etter de svakere kriteriene kan vi forkaste H_0 for sommersesongen for region 2 og høstsesongen for region 3.

Jeg ønsker nå å undersøke nærmere de nullhypoteser som er forkastet, men som opprinnelig befant seg i området hvor vi ikke hadde noen avgjørelse, dvs. de nullhypoteser vi har forkastet etter de svakeste kriteriene. Til dette bruker vi antagelsen vi har gjort ovenfor om at autokorrelasjon ved skritt 1 impliserer autokorrelasjon ved skritt 5, men ikke nødvendigvis omvendt. Etter de svakeste kriteriene fant vi at kunne forkaste H_0 høsten 90 for region 1, og dersom dette er sant skulle vi forvente å finne autokorrelasjon for høstsesongen for region 1 ved skritt 5. Vi kan imidlertid for skritt 5 ikke finne autokorrelasjon for høstsesongen for region 1, selv etter de svakeste kriteriene. Dette *kan* tyde på at nullhypotesen for høstsesongen 90 for region 1 er feilaktig forkastet (dvs. vi har antagelig ingen autokorrelasjon her). Det samme ser vi dersom vi på samme måte undersøker vårsesongen 90 og sommersesongen 92 for region 3.

Hovedresultatet fra dette avsnittet er at autokorrelasjon forekommer. Autokorrelasjonen viser ingen systematikk hverken for årstider eller regioner. Dette tyder på at autokorrelasjon kan opptre hvor som helst og når som helst, og vi kan ikke på forhånd si når og hvor det vil opptre. Vi vet altså ikke på forhånd hvilke estimerer som er ineffisiente, (dvs. ikke varians-minimale), og hvilke som er effisiente. Dette skulle tilsi bruk av en annen estimeringsmetode enn OLS både ved skritt 1 og 5. Man burde ihvertfall ta hensyn til problemene under estimeringen.

6.1.4. Problemer vedrørende utelatte variable

Som forutsetninger for metodens gyldighet skriver EFI (1979) s. 7-8:

«Sesongvariasjonen i elforbruket og de klimavariabler er beholdt under beregningene. Dette forutsetter at midlere sesongvariasjon over 4-årsperioden *utelukkende* skyldes klimavariasjoner over sesongen.»

"Da vi ser på den *totale* variasjonen i de variable, vil den vesentlige delen av forbruksendringen over en sesong skyldes variasjonen i *midlere* temperatur over sesongen. Vi ønsker å beskrive følsomheten for "små" variasjoner omkring middelveien for hver enkelt uke. Dette forutsetter at variasjonen omkring klimaets middelvei fra uke til uke gir samme forbruksendring som den mer langsiktige (noen uker) endringen av midlere klima. "

"Dersom disse to forutsetningene er vesentlig feilaktige, må vi se med skepsis på resultatene. Vi vurderer imidlertid situasjonen slik at forutsetningene har en brukbar grad av gyldighet.»

Utelatte variable vil kunne medføre forventningsskjev estimater dersom de utelatte variable er korrelert med forklaringsvariabelen i modellen³³. Selv om de utelatte variable skulle være ukorrelert med forklaringsvariabelen vil det kunne medføre autokorrelasjon, og som vi har sett tidligere vil autokorrelasjon igjen medføre feilaktige estimater for variansen til estimatet. Forbruk av elektrisitet vil være lik etterspørselen, siden det ikke finnes lagringsmuligheter. Etterspørselen etter elektrisitet er bestemt av andre forhold enn bare temperatur, og en klar kandidat til utelatte variable i denne modellen er elektrisitetsprisen. Er det grunn til å anta at elektrisitetsprisen er korrelert med temperaturen? Man skulle anta at prisen på elektrisitet var høyere i fyringssesongen, da etterspørselen er høyere. På historiske data er det imidlertid ikke funnet noen sammenheng mellom temperatur og elektrisitetsprisen³⁴. Dette skyldes forhold som går utover hva som skal behandles her, men en viktig årsak er at elektrisitetsmarkedet frem til 1991 har vært gjennomregulert. Dersom temperatur og elektrisitetspris er korrelert får vi ikke målt temperaturens totale effekt på elektrisitetsforbruket ved kun å benytte temperatur som forklaringsvariabel, da temperaturen også påvirker prisen, som igjen påvirker elektrisitetsetterspørselen. Dersom det er slik at lavere utetemperaturer medfører høyere pris og høyere pris medfører lavere etterspørsel, vil vi ved å kun benytte temperatur som forklaringsvariabel overestimere temperaturens betydning, da vi ikke får med den dempende virkningen temperaturen har på etterspørselen via prisen.

6.1.5. Feilkilder i datamaterialet

I NVEs metode er brutto totalforbruk minus netto forbruk i kraftkrevende industri benyttet under estimeringen. Resultatene fra disse estimeringene bør ikke ukritisk brukes til å temperaturkorrigere andre forbruksdata, f.eks. netto forbruk i alminnelig forsyning.

6.1.6. Forslag til forbedring og forenkling av metoden ved bruk av dummy-variable

NVEs metode synes estimeringsmessig unødvendig komplisert. Skritt 3 og 4 har ingen betydning for estimeringsresultatene, da dette kun er ulike former for lineær skalering av dataene. Et annet problem med denne metoden er at estimeringen ved skritt 1 er basert på få observasjoner, noe som gir usikre estimater. Metoden tester heller ikke om utetemperaturens betydning for energietterspørselen i vårsesongen og høstsesongen er signifikant forskjellig fra hverandre, og om det er en signifikant forskjell mellom vintersesongen og sommersesongen.

Dersom man ønsker å estimere korreksjonskoeffisienter for hver sesong, kan dette gjøres ved å benytte dummy-variable. Denne metoden er langt mindre komplisert. Skritt 1 til 5 kan gjennomføres i en estimering, og den gjør det enkelt å slå sammen data og dermed basere estimeringene på flere observasjoner. Samtidig er det enkelt å teste om sesongene er signifikant forskjellige. Denne metoden er beskrevet under, med region 1 som eksempel.

$$6.1) \quad Y_j = k_0 + k_1 D_1 + k_2 D_2 + k_3 D_3 + k_4 X_j + k_5 D_1 X_j + k_6 D_2 X_j + k_7 D_3 X_j + \mu_j,$$

³³ For bevis se vedlegg 5.

³⁴ Se kapittel 7 s. 48 for en korrelasjonsanalyse av månedsdata mellom graddøgntall og elektrisitetspris for årene 1975-1996.

hvor Y_j er ukesforbruk, D_1 er lik 1 for vårsesongen og 0 ellers, D_2 er lik 1 for sommersesongen og 0 ellers, D_3 er lik 1 for høstsесongen og 0 ellers. μ_j er et stokastisk restledd som antas å inneha hvitstøy egenskapene. Estimeringsresultatene er gjengitt i tabell 6.1 og 6.2. Korreksjonskoeffisienten for sommersesongen (k_6) var ikke statistisk signifikant forskjellig fra vintersesongen.

Estimeringsresultatene når k_6 er utelatt er gjengitt i tabell 6.2.

Tabell 6.1. Estimeringsresultater av 6.1) ved bruk av dummy-variable, (t-verdier i parentes)

Region 1	k_0	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	Justert R-kvadrat
	987,515	-61,941	-225,698	-29,542	-19,140	-9,396	2,353	-10,569	0,949
	(143,406)	(-4,749)	(-3,582)	(-2,291)	(-8,905)	(-3,520)	(0,517)	(-4,172)	

Tabell 6.2. Estimeringsresultater av 6.1) ved bruk av dummy-variable, k_6 utelatt, (t-verdier i parentes)

Region 1	k_0	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_7	Justert R-kvadrat
	987,794	-62,219	-197,581	-29,820	-18,614	-9,922	-11,095	0,950
	(144,171)	(-4,784)	(-6,203)	(-2,319)	(-9,848)	(-4,027)	(-4,790)	

For å teste om høstsесongen er signifikant forskjellig fra vårsesongen kan 6.1) skrives som

6.2)
$$Y_j = k_0 + k_1D_1 + k_2D_2 + k_3D_3 + k_4X_j + k_5D_1X_j + k_6D_4X_j + \mu_j,$$

hvor $D_1 = 1$ for vårsesongen og 0 ellers, $D_2 = 1$ for sommersesongen og 0 ellers, $D_3 = 1$ for vintersesongen og 0 ellers. Da vi ovenfor fant at temperaturkoeffisienten for vinter- og sommersesongen ikke var signifikant forskjellig, kan vi sette $D_4 = 1$ for vinter- og sommersesongen og 0 ellers. Estimeringsresultatene er gjengitt i tabell 6.3 og 6.4. Ifra tabell 6.3 kan vi se at temperaturkoeffisienten for vårsesongen ikke er signifikant forskjellig fra høstsесongen (k_6 er ikke signifikant). Estimeringsresultatene når k_6 er utelatt er gjengitt i tabell 6.4.

Tabell 6.3. Estimeringsresultater av 6.2), (t-verdier i parentes)

Region 1	k_0	k_1	k_2	k_3	k_4	k_6	k_5	Justert R-kvadrat
	957,974	-32,399	-167,761	29,820	-29,709	11,095	1,173	0,950
	(88,025)	(-2,088)	(-5,234)	(2,319)	(-22,193)	(4,790)	(0,566)	

Tabell 6.4. Estimeringsresultater av 6.2) k_6 utelatt, (t-verdier i parentes)

Region 1	k_0	k_1	k_2	k_3	k_4	k_6	Justert R-kvadrat
	954,783	-25,540	-164,571	33,010	-29,219	10,605	0,950
	(102,740)	(-2,641)	(-5,225)	(2,861)	(-28,656)	(4,945)	

Temperaturkorreksjonskoeffisienten for høst- og vårsesongen er nå gitt ved $k_4 = -29,219$. Temperaturkorreksjonskoeffisienten for vår- og sommersesongen kan vi finne på to måter. Ifra tabell 6.4 har vi at denne er gitt som $k_4 + k_6 = (-29,219 + 10,605) = -18,614$, eller vi kan lese den direkte fra tabell 6.2. I tabell 6.5 er korreksjonskoeffisientene sammenlignet med NVEs metode. Likheten mellom koeffisientene er mer slående enn forskjellen, spesielt for vår- og høsts sesongen. Av tidligere diskusjon husker vi at spesielt sommersesongen var et problem for NVEs metode for region 1. Estimaten for sommersesongen ved bruk av dummy-variable er trolig mer presist da denne er basert på flere observasjoner.

Tabell 6.5. Korreksjonskoeffisienter for NVEs metode og ved bruk av dummy-variable

Region 1	Vinter	Vår	Sommer	Høst
NVE	-15,294	-29,357	-16,775	-29,445
Dummy	-19,140	-29,219	-19,140	-29,219

Denne metoden kommer heller ikke unna de problemene som gjelder for NVEs metode angående autokorrelasjon og utelatte variable. Fordelen med denne metoden er at den er enklere og gir minst like gode resultater som NVEs metode, da estimatene er basert på flere observasjoner.

6.2. Kommentarer vedrørende bruken av resultatene

Estimering av ulike koeffisienter for de ulike årstidene har både fordeler og ulemper. Fordelen er at man ved å bruke lineær estimering får en kurve med knekkpunkter som er en god tilnærming til figur 1.1. NVE går her enda ett skritt videre når de beregner ulike koeffisienter for årets 52 uker. Dette medfører at de får en kurve bestående av 52 linjestykker, noe som er en enda bedre tilnærming til figur 1.1. Problemet med denne overgangen er at man får korreksjonskoeffisienter som er avhengig av temperatur og tid (dvs. ukenummer, se figur 2.3). Vi kan få situasjoner med ulik temperaturkorrigering, men hvor korrigeringen skulle ha vært den samme. Som et eksempel for å illustrere dette poenget skal vi se på to uker i ulike sesonger som har samme normaltemperatur. Uke 1 og 8 1992 for region 1 har begge en normaltemperatur på $-3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Korreksjonen pr. grad avvik fra normaltemperaturen skulle derfor vært den samme for disse to ukene. Ifølge tabellen i vedlegg 4 er imidlertid korreksjonskoeffisienten for uke 1 $-15,294$, mens den for uke 8 er $-22,866$. Dette innebærer at elektrisitetsforbruket i uke 8 korrigeres for $7,527\text{ GWh}$ mer pr. grad avvik fra normalen enn i uke 1. Dette er et stort problem ved metoden.

Ovenfor nevnte problemer oppstår ved overgangen fra sesongkoeffisienter til ukeskoeffisienter. Ved interpolasjonen har de valgt uken midt i sesongen som utgangspunkt. Dette innebærer blant annet at uke 1 er valgt for vintersesongen og uke 27 er valgt for sommersesongen. Disse ukene får dermed de laveste korreksjonskoeffisientene, noe som igjen skulle bety at disse ukene hadde henholdsvis lavest og høyest normaltemperatur. Da dette ikke er tilfelle oppstår problemene nevnt ovenfor. Ved å justere sesongene slik at ukene med lavest og høyest normaltemperatur havner midt i sesongen kan man bøte på noen av de verste utslagene, men ikke unngå dem helt. Konklusjonen av dette er at man bør benytte sesongkoeffisientene over hele sesongen.

6.3. Oppsummering

Selv om man korrigerer for autokorrelasjon og klarer å øke antall observasjoner ved bruk av for eksempel dummy-variable, vil metoden fortsatt gi ulike korrigeringer for perioder som skulle vært korrigert likt. Dette gjør det vanskelig å akseptere metoden. En mulig løsning er å finne en funksjonsform som beskriver figur 1.1 bedre. Man slipper da å dele opp året i sesonger og får forlenget tids-seriene, noe som gir bedre estimater. Det vil imidlertid fortsatt være problemer vedrørende utelatte variable. Man bør prøve å inkludere utelatte variable i modellen. Dette er gjort av Bye og Hansen (1989), og i neste kapittel skal vi se på denne metoden.

En styrke ved NVEs metode er oppdelingen i samkjøringsregionene. Dette medfører at korrigering for landet som helhet blir vektet mer etter forbruk og ikke etter folketall som i Bye og Hansens modell.

7. Empirisk analyse av den økonomiske modellen³⁵

7.1. Stokastisk spesifikasjon

Ifra kapittel 3 har vi at den økonomiske modellen består av

$$3.23) \quad U = \beta_U^* + (\tau_{U1} + \tau_{U2} D)T + \alpha_U \left(\frac{C}{P_U} \right) - \alpha_{UM} \left(\frac{P_M}{P_U} \right),$$

som forklarer den totale energietterspørselen og

$$3.29) \quad \ln \left(\frac{E}{F} \right) = \kappa - \sigma \ln \left(\frac{P_E}{P_F} \right),$$

som forklarer konsumentens relative sammensetning av energibærerene elektrisitet og olje,

$$\text{og hvor } \kappa = \ln \left(\frac{1 - \delta}{\delta} \right)$$

En stokastisk spesifikasjon av 3.23) og 3.29) kan skrives som h.h.v.

$$7.1) \quad U_t = \beta_U^* + (\tau_{U1} + \tau_{U2} D)T_t + \alpha_U \left(\frac{C}{P_U} \right)_t - \alpha_{UM} \left(\frac{P_M}{P_U} \right)_t + \mu_t$$

$$7.2) \quad \ln \left(\frac{E}{F} \right)_t = \kappa - \sigma \ln \left(\frac{P}{P} \right)_t + \varepsilon_t,$$

³⁵ Ved estimeringene her er OLS benyttet. Ved alle statistiske tester er det benyttet et signifikansnivå på 0,05.

hvor $D=1$ for vårmånedene og 0 ellers. P_U finner vi fra

$$3.27) \quad P_U = \left[\delta (P_F)^{1-\sigma} + (1-\delta) (P_E)^{1-\sigma} \right]^{\left(\frac{1}{1-\sigma}\right)},$$

og U_t finner vi fra³⁶

$$3.25) \quad U_t = \left[\delta \left(\frac{F_t}{\delta} \right)^{-\rho} + (1-\delta) \left(\frac{E_t}{(1-\delta)} \right)^{-\rho} \right]^{-\left(\frac{1}{\rho}\right)},$$

hvor ρ er gitt ved $\rho = \frac{1-\sigma}{\sigma}$. μ_t og ε_t er stokastiske restledd som antas å oppfylle følgende forutsetninger:

i) Restleddenes betingede forventning er lik null:

$$E(\mu_t | T_t, C_t, P_{t,t}) = E(\varepsilon_t | E_t, F_t, P_{j,t}) = 0. \quad i = U, M. \quad j = E, F.$$

ii) Restleddene har konstant varians og er uavhengige over tid:

$$E(\mu_t \mu_s | T_t, C_t, P_{t,t}) = \begin{cases} 0, & t \neq s \\ \sigma^\mu, & t = s \end{cases}$$

$$E(\varepsilon_t \varepsilon_s | E_t, F_t, P_{j,t}) = \begin{cases} 0, & t \neq s \\ \sigma^\varepsilon, & t = s \end{cases}.$$

7.2. Sammensetning av energiforbruket

7.2.1. CES-funksjon

I sine estimeringer av denne modellen brukte Bye og Hansen (1989) årlige priser på elektrisitet og olje. Estimering av 7.2) ved bruk av årlige priser kan gjøres på to måter. En metode (metode a) er å ekspandere årlige elektrisitetspriser slik at samme pris gjelder for alle månedene. Dette gir månedlige priser på elektrisitet og olje, som benyttes sammen med månedlige data for oljeforbruk og elektrisitetsforbruk. Den andre metoden (metode b) er å bruke årlige priser og årlige forbruk, og estimere årlig relativ sammensetning av elektrisitet og olje. Jeg vil her også undersøke om månedlige prisendringer (ved å bruke de månedlige prisene slik de er beskrevet i kapittel 5) gjør modellen bedre (metode c). Resultatene fra estimeringen av 7.2) etter metode a, b og c er gjengitt i tabell 7.1

³⁶ Den totale energietterspørselen U er et aggregat (produsert ved 3.25) av energibærerne elektrisitet som er målt i MWh og fyringsoljer som er målt i tusen liter. Benevnelsen på U vil derfor være en kombinasjon av MWh og tusen liter. Det kunne vært benyttet samme benevnelse ved å f.eks. oppgi forbruket av fyringsoljer i MWh, men dette har ingen betydning for den videre estimeringen da dette kun er en lineær skalering av ett av datasetene. Benevnelsen på U har jeg derfor bare valgt å kalle for energienheter, slik at når energienheter blir nevnt senere i oppgaven så refererer dette til totalt energiforbruk U slik den er definert ved 3.25).

Tabell 7.1. Estimeringsresultater ved bruk av årlige og månedlige energipriser, (t-verdier i arentes)

	Metode a	Metode b	Metode c
σ	-0,444 (3,132)	-0,527 (1,062)	-0,419 (3,016)
κ	-2,338 (-8,294)	-2,228 (-2,26)	-2,389 (-8,661)
Justert R-kvadrat	0,032	0,006	0,030
D-W	0,189	0,086	0,181

Estimeringen av 7.2) gir signifikante estimater, men lav forklaringskraft for metode a og c. Metode b gir ikke signifikant resultat for substitusjonselastisiteten σ , og veldig lav forklaringskraft. I tillegg gir alle metodene feil fortegn på σ . Ved estimeringen burde vi finne at $\sigma > 0$, da en relativ økning i elektrisitetsprisen skulle forvente å føre til en nedgang i relativ etterspørsel etter elektrisitet. Hovedårsaken til fortegnsefeilen er trolig at modellen ikke beskriver den virkelige tilpasningen særlig godt. 7.2) er mer å betrakte som en langsiktig tilpasning, og den tar ikke hensyn til tregheter i tilpasningen.

Det kan være flere årsaker til tregheter i tilpasningen. En årsak kan være psykologiske; det tar tid for folk å endre sine vaner. Er man vant til å fyre med olje tar det tid å gå over til elektrisitet når denne blir relativt sett billigere. Den viktigste forklaringen er trolig at det eksisterer prisusikkerhet og tilpasningstregghet knyttet til prisendringer, noe som kan utarte seg på forskjellige måter. For det første tar det tid å samle informasjon om prisene. Man kan kjøpe elektrisitet på langsiktige kontrakter, og i såfall vil man kun justere seg etter prisendring ved inngåelse av en ny kontrakt. For det andre vil det være knyttet store investeringskostnader til installering av et nytt fyringsalternativ dersom man i utgangspunktet kun har ett. For eksempel vil det i eldre hus, hvor oljefyringsanlegg er vanlig, være knyttet kostnader både til innkjøp av elektrisk oppvarmingsutstyr, samt at det ofte vil være nødvendig å oppgradere det elektriske anlegget. Skal en investering i elektrisitetsoppvarming bli foretatt, må man være sikker på at den relative prisoppgang på fyringsoljer vil være en stund, samt at den er stor nok til å dekke investeringskostnadene.

En annen grunn til treghet i tilpasningen er rent tekniske. Det tar tid å installere nytt utstyr, samt at dersom man har store mengder fyringsoljer fra året før vil det kunne lønne seg å bruke opp disse. Hvor lønnsomt det er å holde lager, vil avhenge av priser og rentenivå. Ved relativt høyt rentenivå vil det være relativt dyrt å sitte på store lagre.

Metodene a-c har betydelige innslag av negativ autokorrelasjon, noe de lave Durbin-Watson verdiene indikerer. Treghets- samt autokorrelasjonsproblemene nevnt ovenfor bør innarbeides i modellen.

7.2.2 CES-funksjon med tregheter i tilpasningen

En modell hvor treghetsproblemene blir tatt hensyn til, kan beskrives som følger³⁷

7.3)
$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \kappa^* + \alpha \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \gamma \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} + v_t,$$

hvor v_t er et stokastisk restledd som oppfyller hvitstøy-egenskapene. Substitusjonselastisiteten σ vil nå være gitt ved $\sigma = -\frac{\alpha}{1-\gamma}$ dvs. $\alpha < 0 \Rightarrow \sigma > 0$. Estimeringsresultatene av 7.3) ved metode a, b og c

er gjengitt i henholdsvis tabell 7.2. Da kravene for en Durbin-Watson d-test ikke er tilfredsstilt, har jeg her valgt å benytte en Durbin-Watson h-test for å undersøke om vi har innslag av autokorrelasjon i ligning 7.3) ved de ulike metodene. Testobservatoren er gitt ved³⁸

7.4)
$$h = \hat{\theta} \sqrt{\frac{n}{1 - n \left[\text{var}\left(\hat{\gamma}\right) \right]}},$$

hvor n er antall observasjoner og $\hat{\theta}$ er et estimat på førsteordens seriekorrelasjonen θ .

Tabell 7.2. Estimeringsresultater med tregheter i tilpasningen, (t-verdier i parentes)

	Metode a	Metode b	Metode c
α	0,031	-0,175	0,054
	(0,509)	(-1,835)	(0,901)
κ^*	0,431	-0,274	0,481
	(2,541)	(-0,998)	(2,912)
γ	0,901	0,994	0,900
	(34,441)	(23,993)	(34,545)
Justert R-kvadrat	0,826	0,967	0,826
D-W h-verdi	-2,338	1,650	-2,300
D-W d-verdi		0,970	

Alle metodene gir korrekt fortegn og høye t-verdier for γ . Det bare er metode b som gir riktig fortegn og signifikante verdier for α , men denne metoden gir ikke signifikante estimater for κ^* . Metode a og c ser ut til å ha autokorrelasjonsproblemer indikert av D-W h-verdien. Når det gjelder metode b er dette

³⁷ For utledning av 7.3) og substitusjonselastisiteten se vedlegg 1.

³⁸ For store utvalg vil testobservatoren være tilnærmet standard normalfordelt dersom $\theta = 0$. Vi får da $P(1.96 < h < 1.96) = 0.95$. Forkastningskriteriene til nullhypotesen om at vi ikke har innslag av første ordens seriekorrelasjon blir som følger. Forkast nullhypotesen dersom $h < -1.96 \cup h > 1.96$. Se forøvrig Gujarati (1995).

litt mer usikkert. D-W h-verdi indikerer ikke innslag av autokorrelasjon, men problemet ved bruk av h-verdi her er at denne er tilnærmet normalfordelt i store utvalg, mens metode b har relativt få observasjoner ($n = 22$). Derfor har jeg også oppgitt D-W d-verdier. Problemet med denne når vi har en dynamisk modell er at den er forventningsskjev mot 2 noe som betyr, dersom vi benytter denne, at vi kan risikere å anta fravær av autokorrelasjon selv om dette ikke skulle være tilfellet³⁹. I vårt tilfelle ser vi imidlertid at D-W d-verdien indikerer autokorrelasjon, noe som skulle bety at vi på bakgrunn av diskusjonen ovenfor kan forkaste hypotesen om at metode b ikke har autokorrelasjon. Den høye forklaringskraften i metode b skyldes også trolig det faktum at vi har innslag av autokorrelasjon⁴⁰.

Årsaken til at jeg ikke får signifikante resultater og feil fortegn ved metode a og c kan skyldes at 7.3 ikke gir en korrekt beskrivelse av den virkelige situasjonen. Et problem er at metoden gir en andelsparameter for hele perioden. Som vi kan se av figur 7.1 under har elektrisitetsandelen av energiforbruket økt jevnt i perioden. Dette bør det også tas hensyn til under estimeringen, og jeg vil nå se på om bruk av trendvariable kan være en mulig løsning på dette problemet.

7.2.3. CES-funksjon med trendvariabel samt tregheter i tilpasningen

Et problem med modellen slik den er beskrevet ved 7.3) er at andelsparameteren δ forutsettes konstant over hele den perioden. Som vi kan se av figur 7.1 stemmer dette lite overens med den virkelige situasjonen. Av figuren kan vi se at elektrisitetsandelen av energibruken generelt har økt i hele perioden⁴¹. Først har vi en periode med små endringer (1975-1980). Så kommer en periode med kraftig økning i relativt elektrisitetsforbruk (1981-1985). Denne perioden etterfølges av en kort periode med små endringer, som igjen etterfølges av en periode med kraftig økning i relativt elektrisitetsforbruk (1988-1995). Det kraftige fallet i relativt elektrisitetsforbruket fra 1995-1996 skyldes trolig den voldsomme mediefokuseringen på de høye elektrisitetsprisene og trusler om elektrisitetsrasjonering som foregikk høsten 1996⁴².

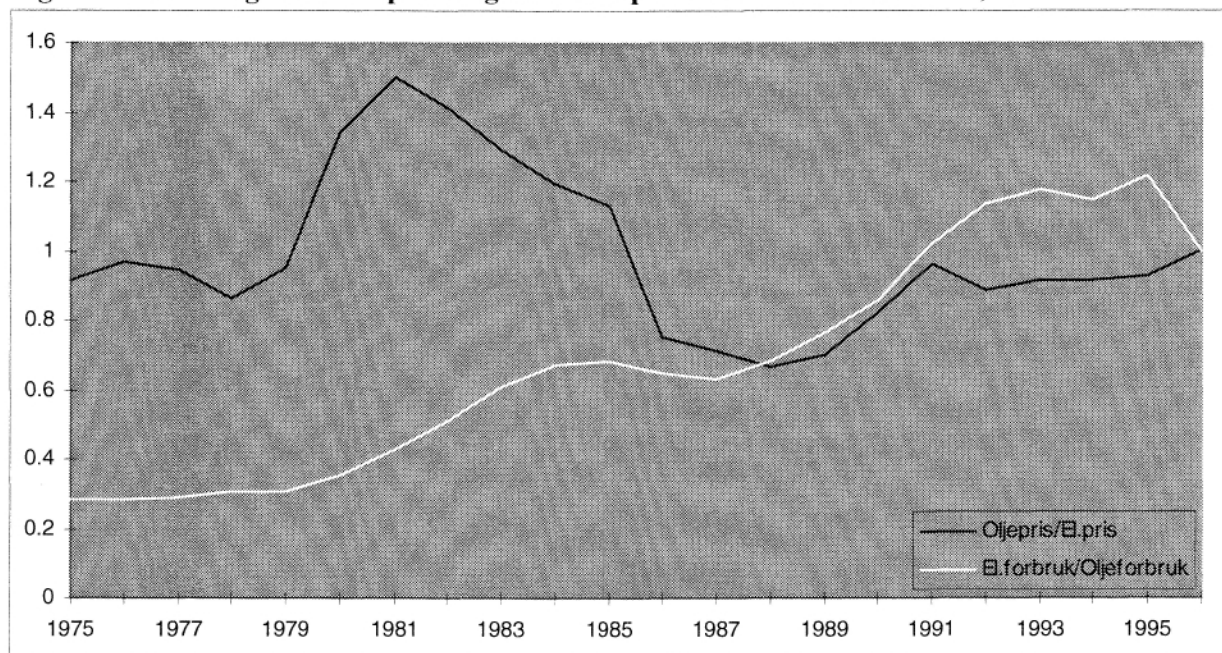
³⁹ Se Gujarati (1995).

⁴⁰ Se Gujarati (1995).

⁴¹ Muligheten for at endring i den relative sammensetning også endrer substitusjonselastisiteten, har jeg her sett bortifra.

⁴² For en diskusjon om medias betydning for elektrisitetsforbruket høsten 1996, se Energidata (1997) og Brottemsmo (1997).

Figur 7.1. Utvikling i relative priser og forbruk i perioden 1975-1996. Indeks, 1996 = 1.



I perioden frem til 1982 endret sammensetningen seg i favør av den energibæreren som ble relativt sett billigere⁴³, noe som er i samsvar med modellen beskrevet ved 7.3. Skal vi forstå utviklingen i årene etter 1981 må vi se litt mer på de underliggende faktorene. I årene 1982-85 endret ikke forbruket seg i retning av økt oljebruk selv om denne ble relativt sett billigere. Det er flere mulige årsaker til dette. En av grunnene kan være at selv i 1985 var den relative energiprisen (oljepris dividert på el.-pris) høyere enn på slutten av syttitallet, og elektrisitet var fortsatt relativt billigere enn olje. Dette kan ha vært medvirkende til en fortsatt vridning fra bruk av olje til bruk av elektrisitet som oppvarmingskilde, selv om utviklingen bremsset noe opp. En annen viktig årsak er at elektrisitetsdataene inneholder en del støy, fordi dataene ikke bare inneholder elektrisitetsforbruk til oppvarming, men også industriforbruk samt elektrisitetsforbruk til vaskemaskiner, kontorutstyr etc., hvor varme kun er en bieffekt. Dette kan ha stor betydning, da forbruket til sistnevnte formål antas å ha økt betydelig i perioden vi undersøker. En annen viktig årsak til den relative forbruksutviklingen kan være at det historisk har knyttet seg større prisusikkerhet med hensyn på oljeprisen enn elektrisitetsprisen. Elektrisitetsprisen har steget jevnt i hele perioden, mens oljeprisen har vært preget av tildels store svingninger. Med risikoaverse konsumenter bidrar dette i seg selv til vridning i etterspørselen fra olje og til elektrisitet.

En mulig måte å løse dette problemet på er å benytte en trendvariabel i estimeringen av modellen. 7.3) kan da skrives som⁴⁴

⁴³ Dette er i samsvar med tidligere undersøkelser, se f.eks. Bye, B (1989).

⁴⁴ Se Mysen (1991).

$$7.5) \quad \ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \kappa^*_1 + \kappa^*_2 J + \gamma \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} + \alpha \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + v_t,$$

hvor $J = 0$ i perioden 1975-1980, $J = 1$ i 1981, $J = 2$ i 1982 osv. Estimeringsresultatene fra denne modellen er gjengitt i tabell 7.3.

Tabell 7.3. Estimeringsresultater med trendvariabel samt tregheter i tilpasningen, (t-verdier i parentes)

	Metode a	Metode b	Metode c
α (t-verdier)	-0,127 (-2,097)	-0,180 (-1,759)	-0,091 (-1,535)
κ^*_1 (t-verdier)	0,969 (5,559)	-0,199 (-0,343)	1,025 (5,926)
κ^*_2 (t-verdier)	0,032 (6,927)	0,003 (0,148)	0,030 (6,705)
γ (t-verdier)	0,611 (12,641)	0,966 (4,944)	0,617 (12,732)
Justert R-kvadrat	0,852	0,965	0,851
D-W h-verdi	0,205	4,037	0,079

Alle metodene gir riktig fortegn og signifikante estimater for α og γ , bortsett fra metode c som ikke gir signifikante resultater for α . Metode b gir ikke signifikante estimater for κ^*_1 samt trendvariabelen κ^*_2 . Det kan også se ut som metode b fortsatt har positiv autokorrelasjon, noe som fortsatt trolig er årsaken til den høye forklaringskraften til metode b. Skal det dras noen konklusjoner på dette stadiet må det være at metode b må forkastes. Når det gjelder metode a og c ser det ut til å være små forskjeller. Det ser altså ikke ut til at månedlige endringer i elektrisitetsprisen gir noen forbedring av modellen. Sagt på en annen måte, så ser konsumenten ut til å tilpasse sitt relative valg av energiform basert på langsiktige (årlige) endringer i prisene. Heretter fokuserer vi derfor på metode a.

Det er ikke uproblematisk å benytte trendvariabel som løsning på "andelsproblemet". Det er kun en grei løsning i perioder hvor utviklingen er entydig. Dersom vi hadde fått en periode hvor det relative forbruket hadde snudd permanent til fordel for olje ville ikke metoden brukt i 7.5) vært noen god løsning. Man måtte i så fall innført en ny trendvariabel for denne perioden. Et problem vil oppstå dersom man i fremtiden skulle få lange perioder med økning i relativt forbruk (elforbruk/oljeforbruk) etterfulgt av en lang periode med nedgang etterfulgt av en lang periode med oppgang osv. Man bør da finne en metode hvor andelsparameteren for de ulike periodene blir bestemt endogent i modellen.

7.3. Total energietterspørsel

Vi har nå funnet konsumentenes relative sammensetning av energiforbruket, og skal nå gå over til å undersøke deres totale etterspørsel etter energi. Tanken bak dette er at konsumentene først velger sin

totale energietterspørsel for deretter å velge sin relative sammensetning av de aktuelle energibærerene. Ovenfor fant vi at de relative prisene spilte en rolle for valg av energiform. Nå skal vi undersøke energiprisens samt temperatures og inntektens betydning for total energietterspørsel. Ved å benytte ligning 3.25) og 3.27) og de estimerte resultatene for substitusjonselastisiteten og andelsparametrene, $\sigma = -\frac{\alpha}{1-\gamma}$, $\delta = \left(\frac{1}{1+e^{\kappa}}\right)$, $\kappa = \frac{\kappa^*}{(1-\gamma)}$ ⁴⁵ og $\kappa^* = \kappa^*_1 + \kappa^*_2 T$, kan vi nå estimere total energietterspørsel gitt ved

$$7.1) \qquad U_t = \beta_U^* + (\tau_{U1} + \tau_{U2} D)T_t + \alpha_U \left(\frac{C}{P_U}\right)_t - \alpha_{UM} \left(\frac{P_M}{P_U}\right)_t + \mu_t.$$

7.3.1. Testing av ulike metoder for beregning av graddøgnstall

Ved denne gjennomgangen av den økonomiske modellen har det vært, som tidligere nevnt, ønskelig å undersøke hvorvidt månedlige fremfor årlige prisendringer på energi gjør modellen bedre. Vi har sett ovenfor at månedlige prisendringer ikke ga noen forbedring av modellen. Det har også vært et mål å undersøke om mer detaljerte beregninger av graddøgnstallene gjør modellen bedre. I tabell 7.4 er estimeringsresultatene av 7.1) for ulike beregninger for graddøgnstall gjengitt⁴⁶.

Tabell 7.4. Estimeringsresultater for total energietterspørsel ved ulike beregninger av graddøgnstall, (t-verdier i parentes)

	Metode 1	Metode 1, (ekskl. dummy-variabel for vårmåneds effekten)	Metode 2
β_U^*	1194080 (3,447)	1206721 (3,486)	1198657 (3,474)
τ_{U1}	6623,977 (42,965)	6653,019 (44,023)	6367,224 (44,183)
α_U	8559,705 (28,400)	8518,018 (28,566)	8531,859 (28,706)
α_{UM}	786863 (10,695)	783366 (10,662)	774804 (10,577)
τ_{U2}	161,091 (0,956)		
Justert R-kvadrat	0,916	0,916	0,917

Ifra tabellen kan vi se at alle parametrene er signifikante unntatt vårmånedseffekten. Bruk av metode 2 for beregning av graddøgnstall gir modellen kun svakt høyere forklaringskraft. Da det er så små for-

⁴⁵ Se også vedlegg 1 for mellomregninger.
⁴⁶ For forskjeller i beregning av graddøgnstall, se kapittel 5.

skjeller fra metode 2 til metode 1, ser det ikke ut til å være grunnlag for å benytte den arbeidskrevende metode 3. Det har i ettertid vist seg at de modifikasjoner som blir gjort senere i modellen gjør metode 2 best egnet. Jeg har i fortsettelsen valgt å benytte denne.

Det største problemet er imidlertid at vi for alle metodene får feil fortegn på α_{UM} . En mulig forklaring kan være at energibruken i hele perioden har økt uavhengig av utviklingen i P_M/P_U . Spesielt kan det tenkes at en økning i P_U ikke har hatt noen særlig effekt på energibruken. Dette skyldes i hovedsak at vi i perioden har hatt økt bruk av elektrisitet til andre formål enn oppvarming. Trolig er den viktigste forklaringen problemer med multikollinearitet mellom variablene C , P_U og P_M . I tabell 7.5 under ser vi at det er relativt høy korrelasjon mellom disse variablene, men ingen av dem ser ut til å være korrelert med graddøgnstallvariabelen T . Kollineariteten mellom P_U og P_M skyldes i hovedsak to ting; for det første stiger begge jevnt i hele perioden, og for det andre inngår P_U i P_M da denne siste, som tidligere nevnt, ikke er rensket for endringer i P_U . Kollineariteten mellom C og P_M skyldes at forbruksutgiften og prisindeksen varierer ganske symmetrisk. Når det gjelder kollineariteten mellom C og P_U skyldes dette i hovedsak at begge stiger i perioden. Korrelasjonsfaktoren $k_{x,y}$ er gitt ved

$$7.6) \qquad k_{x,y} = \frac{\text{cov}(x,y)}{\sigma_x \times \sigma_y},$$

hvor $\text{cov}(x,y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - u_x)(y_i - u_y)$ der u_j er gjennomsnitt til $j = x, y$, og hvor

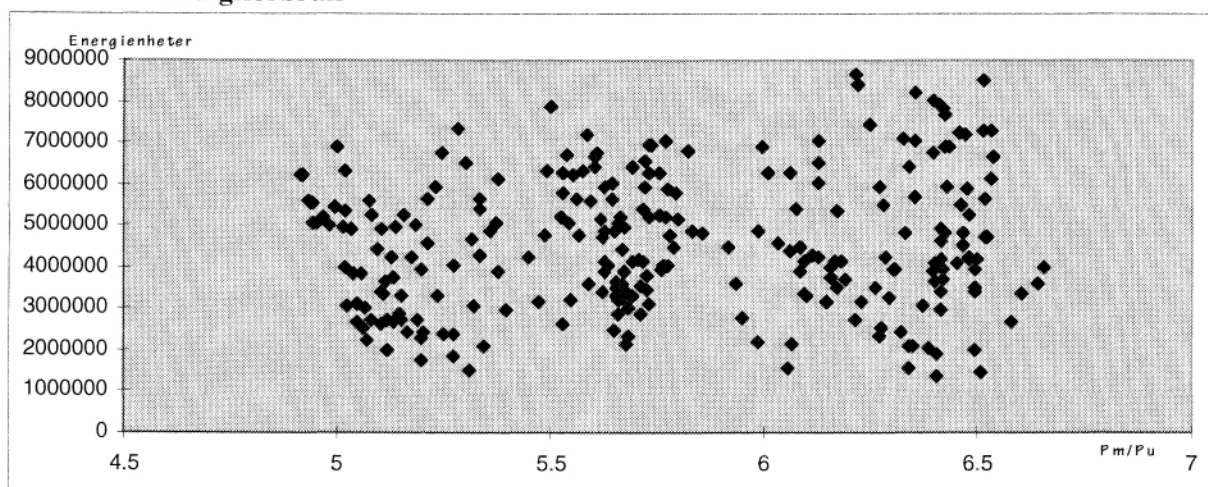
$$\sigma_j^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (j - u_j)^2, \text{ - } 1 < k_{x,y} < 1.$$

Tabell 7.5. Korrelasjon mellom variablene i modellen

	T	C	P_M	P_U
T	1			
C	-0,037	1		
P_M	-0,056	0,983	1	
P_U	-0,043	0,935	0,971	1

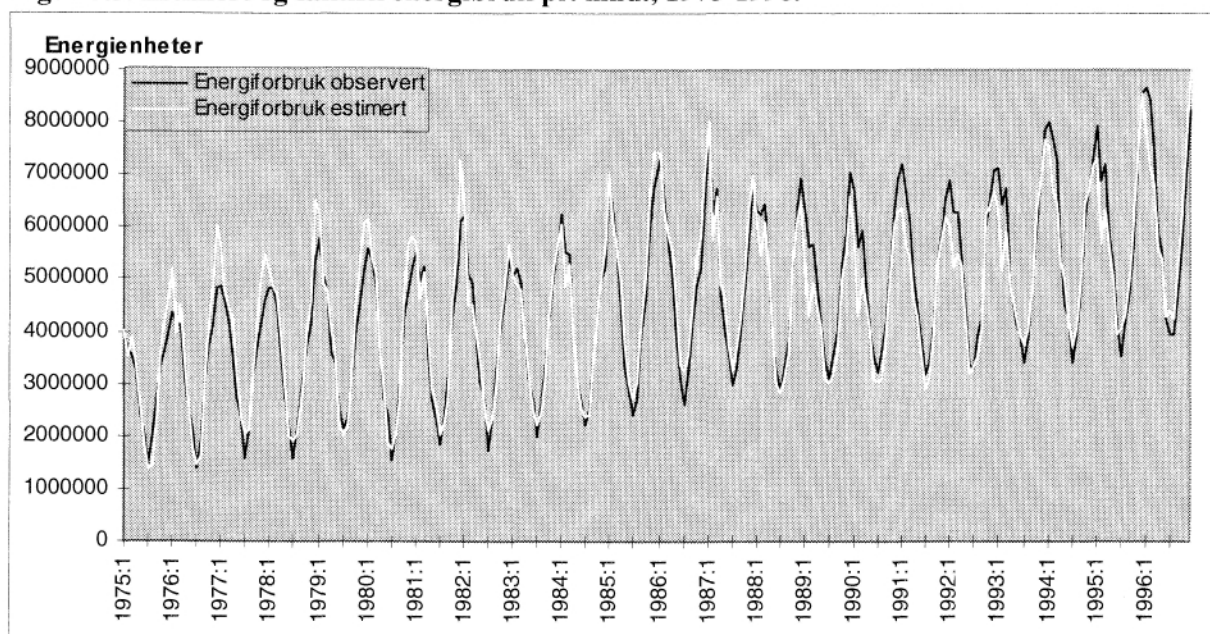
En konsekvens av multikollinearitet er vi får høye varianser, noe som gjør det vanskelig å få presise estimater. Dette medfører at det er meget godt mulig at estimatene til α_{UM} og α_U ikke er "korrekte". Et annet forhold som forsterker mistanken om at feil fortegn på α_{UM} skyldes multikollinearitet, er at dersom vi plotter P_M/P_U mot energibruken U som i figur 7.2 ser det ut til å være en svak positiv sammenheng.

Figur 7.2. Sammenheng mellom relative priser (andre varer og tjenester ift. energi) og energiforbruk



Multikollinearitet vil kunne medføre problemer ved en fremskriving av energibruken basert på denne modellen. Som vi ser av figur 7.3 får vi generelt en overestimering av energibruken i perioden 1975-82. I årene 1989-95 får vi en underestimering av energibruken, spesielt i de kaldeste månedene.

Figur 7.3. Estimert og faktisk energibruk pr. mnd., 1975-1996.



7.3.2. Utelatelse av variable

Vi vil nå undersøke om utelatelse av en variabel medfører en bedre estimering av energibruken. Vi står egentlig overfor et valg mellom to onder. Utelatelse av en relevant variabel vil gi forventningsskjev estimater, men kan gi estimater med lavere varians. Det som nå undersøkes er om en forventningsskjev estimator med lav varians gir mindre problemer enn en forventningsrett estimator med høy varians. En måte å måle dette på er om simulert energibruk med utelatelse av en variabel blir

bedre enn når denne variabelen er inkludert i modellen. Vi har valgt å ekskludere P_U fra estimeringen⁴⁷, og modellen kan da skrives som

$$7.7) U_t = \beta_U^* + \tau_{U1} T_t + \alpha_U^* C_t + \alpha_{UM}^* P_{M,t} + \mu_t.$$

α_U^* og α_{UM}^* tilsvarer α_U og α_{UM} i 7.1) men hvor P_U er utelatt. Estimeringsresultatene er gjengitt i tabell 7.6.

Tabell 7.6. Estimeringsresultater for totalt energiforbruk ved utelatelse av en variabel (P_U), (t-verdier i parentes)

β_U^*	142942 (1,671)
τ_{U1}	6576,867 (71,683)
α_U^*	74,439 (7,261)
α_{UM}^*	3308,813 (2,125)
Justert R-kvadrat	0,966
D-W d-verdi	0,941

Vi ser at modellen gir signifikante verdier, men at vi har et innslag av negativ autokorrelasjon. En måte å løse dette på kan være

$$7.8) U_t^* = \beta_U^* + \tau_{U1} T_t^* + \alpha_U^* C_t^* + \alpha_{UM}^* P_{M,t}^* + v_t,$$

hvor $U_t^* = U_t - \hat{\theta} U_{t-1}$, $T_t^* = T_t - \hat{\theta} T_{t-1}$, $C_t^* = C_t - \hat{\theta} C_{t-1}$, $P_{M,t}^* = P_{M,t} - \hat{\theta} P_{M,t-1}$ og $v_t = \mu_t - \hat{\theta} \mu_t$, og

$$\text{hvor } \hat{\theta} = \frac{\sum_{t=2}^n \hat{\mu}_t \hat{\mu}_{t-1} / (n-1)}{\sum_{t=1}^n \hat{\mu}_t^2 / n}.$$

Denne metoden innebærer at vi mister første observasjon, men dette burde ikke være noe stort problem da datasettet består av 264 observasjoner. De estimerte resultatene er gjengitt i tabell 7.7. Av tabellen ser vi at estimatet for α_{UM}^* ikke er signifikant, og verdiene som er gjengitt i andre kolonne er de estimerte verdiene for 7.8) når P_M^* er utelatt.

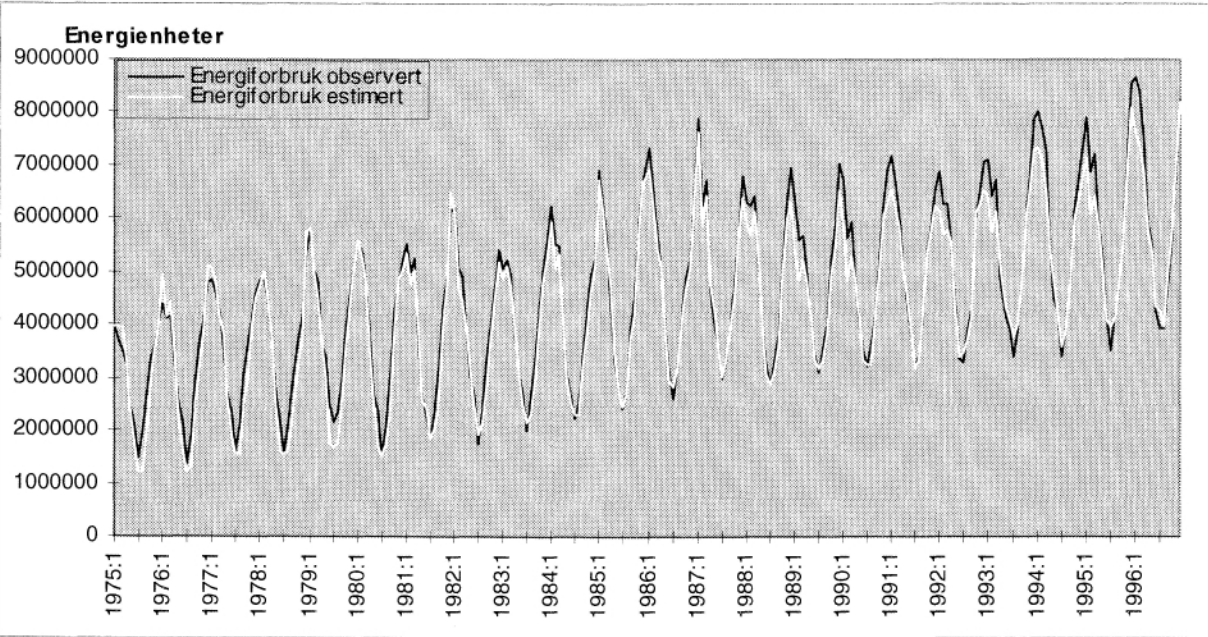
⁴⁷ P_U er valgt fremfor en av de andre variablene fordi det krever små endringer i modellen ved utelatelse av P_U i forhold til en av de andre økonomiske variablene.

Tabell. 7.7. Estimeringsresultater etter korreksjon for autokorrelasjon, (t-verdier i parentes)

	Modell 7.8)	Modell 7.8) ekskl. P_M^*
β_U^*	124267,1 (2,084)	173019,7 (4,231)
τ_{UI}	6386,771 (52,272)	6371,725 (52,439)
α_U^*	81,903 (6,813)	94,894 (28,957)
α_{UM}^*	2107,437 (1,123)	
Justert R-kvadrat	0,932	0,932
D-W d-verdi	1,922	1,886

Man skal være litt forsiktig med å forkaste en variabel på bakgrunn av for lave t-verdier alene. Det er mulig at de oppgitte t-verdiene er for lave på grunn av for høy varians, noe som igjen skyldes multikollinearitet med variabelen C. Siden t-verdien er så lav som den er, sammen med det faktum at forklaringskraften ikke endret seg når den ble utelatt gjør at jeg har valgt å forkaste P_M^* . Man kan spørre seg hvorfor vi fikk signifikant resultat for P_M i 7.7) og ikke i 7.8). Årsaken til at vi fikk signifikant resultat i 7.7) er trolig at vi der hadde to effekter som trakk i hver sin retning. Vi hadde multikollinearitetsproblemet som indikerte for lave t-verdier, men vi hadde også autokorrelasjonsproblemet som kan, under visse betingelser, medføre for høye t-verdier⁴⁸. Figur 7.4 viser simuleringen av 7.8), men hvor P_M^* (i tillegg til P_U) er utelatt (basert på resultatene fra tabell 7.7).

Figur 7.4. Observert og estimert energiforbruk pr. mnd., 1975-1996



48 Se Gujarati (1995).

Ved å sammenligne figur 7.3 og 7.4 ser vi at modellen hvor variable er utelatt generelt treffer faktisk energibruk bedre. Spesielt gjelder dette den første perioden. Dette kan indikere at multikollinearitetsproblemet (som ga upresise estimater) var større enn problemene vedrørende utelatte variable. Man må imidlertid passe på så man ikke bruker α_U ifra tabell 7.7 som et estimat på konsumutgiftens (inntektens) virkning på energibruken, da denne estimatoren inneholder mye støy fra både energiprisen og prisen på andre varer og tjenester. En annen ting som er verdt å merke seg er at den estimerte verdien for τ_{U1} er omtrent den samme i tabell 7.9 som i tabell 7.4. Dette innebærer at de endringer vi har gjort i modellen ikke ser ut til å påvirke temperaturkoeffisienten.

Den beste modellen for forklaring av energietterspørselen ser derfor så langt ut til å være gitt ved

$$7.8^*) U_t^* = \beta_U^* + \tau_{U1} T_t^* + \alpha_U C_t^* + v_t$$

7.3.3. Parameterstabilitet

Det siste forholdet som bør undersøkes er hvorvidt parametrene er stabile over tid. Spesielt interessant er hvorvidt temperaturkoeffisienten er stabil. Forhold som vil kunne innebære at temperaturkoeffisienten øker over tid, det vil si at energietterspørselen blir mer temperaturavhengig, kan være endrede preferanser for høyere innetemperatur, samt større og flere husstander. På den annen side har vi også forhold som kan virke i retning av at energibruken blir mindre temperaturavhengig. Økt isolering av boliger er et eksempel på dette. Økt bruk av elektriske artikler som ikke primært brukes til oppvarming, men hvor varme er en bieffekt er et annet eksempel. Økt migrasjon fra kaldere til varmere deler av landet, f.eks. flyttestrømmen fra Nord-Norge til Østlandet, vil også kunne være med på å gjøre energibruken mindre temperaturavhengig. For å undersøke hvilke av disse effektene som er størst eller om de utlikner hverandre skal jeg benytte meg av dummy-variable. Ustabile parametre kan være en mulig del av forklaringen på hvorfor simuleringen av modellen treffer dårligere i siste del av perioden.

Jeg har valgt å dele opp tidsperioden i to delperioder, hvor 1975-87 er første periode mens 1988-96 er andre periode. Oppdelingen er ikke gjort på annet grunnlag enn at det ser ut til at modellbeskrivelsen blir dårligere i årene etter 1987, samt at periodene er omtrent like lange. Modellen blir nå

$$7.9) U_t^* = \beta_U^* + D_1 + (\tau_{U1} + D_2)T_t^* + (\alpha_U + D_3)C_t^* + \omega_t,$$

hvor $D_1 = D_2 = D_3 = 0$ i årene 1975-87 og 1 i årene 1988-96. Estimeringsresultatene er gjengitt i tabell 7.8.

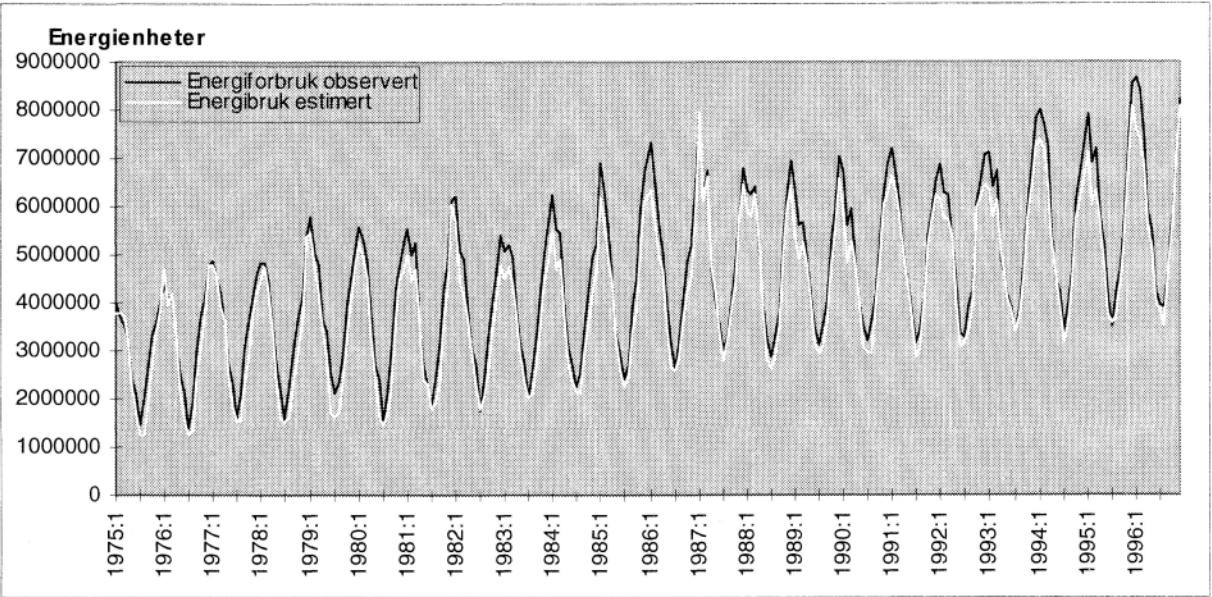
Av tabell 7.8 kan vi se at D_1 og D_3 ikke er signifikante. Estimeringsresultatene når D_1 og D_3 er utelatt er gjengitt i andre kolonne. Det ser altså ut til at temperaturkoeffisienten ikke er stabil gjennom hele perioden. Det er ikke dermed sagt at vi godtar denne tilsynelatende ustabiliteten uten videre. Ved å sammenligne tabell 7.8 og 7.7 (andre kolonne) ser vi at estimatene for temperaturkoeffisienten har høyere varians i 7.8 enn i 7.7. Dette kan bety at vi igjen står overfor valget mellom et estimat med lavere varians over hele perioden eller dårligere estimater (høyere varians) som tar hensyn til at det

har vært en endring i energibrukens temperaturavhengighet. For å kunne gjøre en bedre totalvurdering av de to metodene har jeg plottet estimert energiforbruk etter modell gitt ved 7.9) sammen med observert energiforbruk i perioden i figur 7.5. Ved å sammenligne figur 7.5 og figur 7.4 ser det ikke ut til at denne siste metoden gir en bedre estimering av energibruken. Tvert imot ser den ikke ut til å fange opp kuldetoppene i midtre del av perioden like godt, samt at den ikke gir noen bedre treffsikkerhet i siste del av perioden. Jeg har derfor valgt å holde på modellen som er gjengitt i andre kolonne i tabell 7.7 dvs. 7.8`).

Tabell 7.8. Estimeringsresultater for testing av parameterstabiliteten, (t-verdier i parentes)

	7.9) inkl. dummy-variable	7.9) ekskl. D ₁ og D ₃
β_U^*	260804,9 (5,059)	319405,8 (6,993)
D ₁	76325,44 (0,523)	
τ_{U1}	5866,958 (41,928)	6006,198 (46,285)
D ₂	1530,425 (6,411)	1157,993 (5,936)
α_U	92,833 (14,467)	78,633 (19,074)
D ₃	-19,239 (-1,694)	
Justert R-kvadrat	0,941	0,940
D-W d-verdi		2,163

Figur 7.5. Estimert og observert energiforbruk pr. mnd., 1975-1996



7.4. Oppsummering

Før jeg går videre til selve temperaturkorrigeringen vil jeg kort oppsummere modellen. Etter de modifikasjoner som er gjort står vi nå igjen med;

$$7.8^*) \quad U_t^* = \beta_U^* + \tau_{UI} T_t^* + \alpha_U C_t^* + v_t,$$

som forklarer den totale energietterspørselen som en funksjon av temperatur og inntekt og

$$7.5) \quad \ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \kappa_1^* + \kappa_2^* J + \gamma \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} + \alpha \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + v_t,$$

som forklarer den relative sammensetningen av energibruken mellom energibærerene elektrisitet og olje.

7.5. Temperaturkorrigering

Temperaturkorrigeringen kan foretas ved enten å benytte korrigeringstall i absoluttverdier eller graddøgnstallelastisiteten. Jeg skal nå se på begge disse alternativene.

7.5.1. Temperaturkorrigering i absoluttverdier⁴⁹

Temperaturkorrigeringen av totalt energiforbruk foretas ved at differansen mellom estimert energiforbruk ved normalgraddøgnstall og estimert energiforbruk ved observert graddøgnstall legges til observert energiforbruk:

$$7.10) \quad U^{\text{korrigert}} = U^{\text{observert}} + \Delta U,$$

hvor

$$\Delta U = (U^{\text{normalgraddøgnstall}} - U^{\text{observert graddøgnstall}})$$

og

U^* angir estimerte verdier. Tilsvarende gjelder for elektrisitet og fyringsoljer:

$$7.11) \quad E^{\text{korrigert}} = E^{\text{observert}} + \Delta E$$

$$7.12) \quad F^{\text{korrigert}} = F^{\text{observert}} + \Delta F$$

Vi har ifra tabell 7.7 at pr. graddøgnstalls avvik fra normalen skal energibruken korrigeres med ca. 6370 enheter. Ved bruk av formlene nedenfor kan vi på tilsvarende måte finne elektrisitetens korrigeringsfaktor samt korrigeringsfaktoren for fyringsoljer. Temperaturkorrigeringen for elektrisitet (ΔE) og fyringsoljer (ΔF) er gitt ved 7.13) og 7.14). ΔU er den innsatte temperaturkorrigeringsfaktoren (6370) for totalt energiforbruk⁵⁰.

⁴⁹ For korreksjonskoeffisientene se vedlegg 7.

⁵⁰ For utledning av 7.13) og 7.14), se vedlegg 1.

$$7.13) \quad \Delta E_t = \Delta U_t (1 - \delta_t) \left[(1 - \delta_t) + \delta_t \left[\left(\frac{P_{E,t}}{P_{F,t}} \right)^{-(1-\gamma)} \left(\frac{E_{t-1}/F_{t-1}}{(1-\delta_t)/\delta_t} \right)^{\frac{\gamma}{\sigma}} \right]^{(1-\sigma)} \right]^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}.$$

$$7.14) \quad \Delta F_t = \Delta U_t (\delta_t) \left[\delta_t + (1 - \delta_t) \left[\left(\frac{P_{E,t}}{P_{F,t}} \right)^{(1-\gamma)} \left(\frac{E_{t-1}/F_{t-1}}{(1-\delta_t)/\delta_t} \right)^{-\frac{\gamma}{\sigma}} \right]^{(1-\sigma)} \right]^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}.$$

Som vi kan se av figurene 7.6 og 7.7 nedenfor og vedlegg 7 er det tildels store variasjoner i temperaturkorrigeringsfaktorene. Når det gjelder korrigeringsfaktoren for elektrisitet er det fire forhold som er verdt å merke seg. For det første er det relativt store variasjoner i korrigeringsfaktorene i første del av perioden, med de høyeste korrigeringsfaktorene i sommermånedene og de laveste i vintermånedene. For det andre ser vi at variasjonene blir mindre med tiden. For det tredje ser vi en stadig endring i korrigeringsfaktorene ved at de snur fra å være høyest om sommeren til å være høyest i vår- og høstmånedene. For det fjerde ser vi at korrigeringsfaktoren har vært relativt stabil over hele perioden, i all hovedsak har den ligget mellom 6 og 7 GWh. Da totalt elektrisitetsforbruk til oppvarming har økt i perioden skulle man også anta at korrigeringen i GWh per graddøgnstall avvik fra normalen også ville øke. Det er spesielt tre forhold som er av betydning for denne utviklingen; det har vært en økning i elektrisitetens oppvarmingskapasitet (økt effekt- og energikapasitet), boligene har blitt bedre isolert og det har vært en økning i bruken av elektriske artikler hvor varme er en bieffekt. I 1976 utgjorde husholdningenes elektrisitetsforbruk til andre formål enn oppvarming av luft 49%, mens det i 1990 hadde økt til 59%. I tillegg har elektrisitetsbruken økt i perioden⁵¹.

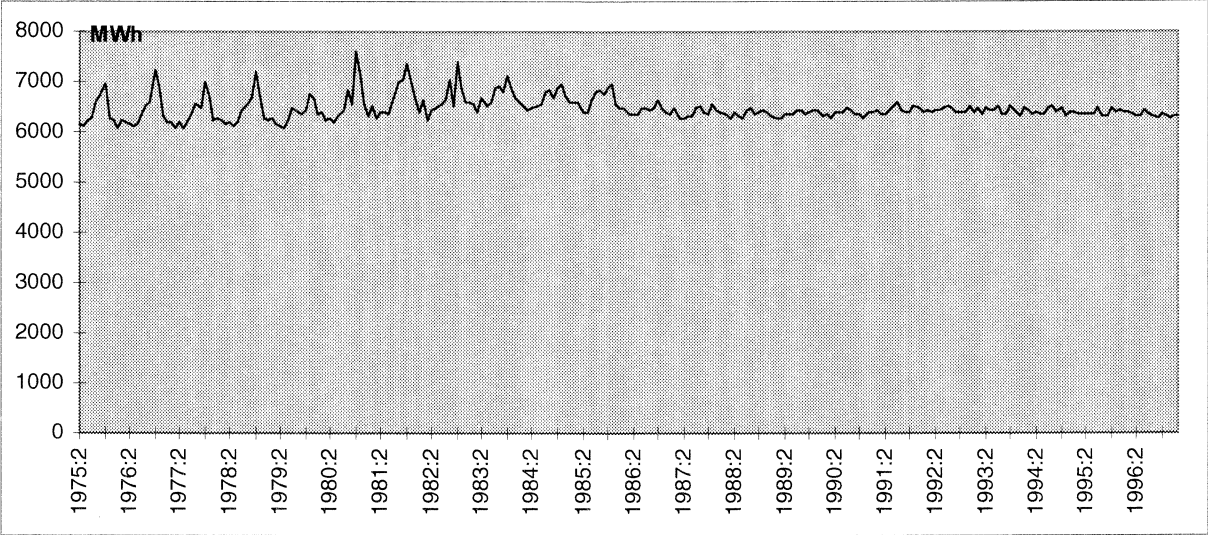
I sommermånedene er elektrisitet tilnærmet enerådene som oppvarmingskilde. I tillegg er oppvarmingsbehovet såpass lite at det ikke er kapasitetsproblemer i det elektriske oppvarmingssystemet. Etter hvert som høsten setter inn og det blir kaldere vil kapasitetsproblemene melde seg, og disse vil være større desto kaldere det er. Dette betyr at korreksjonskoeffisienten blir høyest om sommeren fordi det da ikke er kapasitetsproblemer. Disse forholdene er trolig grunnen til de store svingningene på slutten av syttitallet og begynnelsen av åttitallet. Etter hvert som husholdningene vred forbruket sitt fra fyringsoljer og over til elektrisitet utover på åttitallet ble også elektrisitetskapasiteten økt. Dette hadde størst effekt på elektrisitetsbruken i høst- og vårmånedene, og trolig liten eller ingen effekt på sommermånedene hvor det heller ikke tidligere hadde vært kapasitetsproblemer. Fortsatt ser det ut til at det er kapasitetsproblemer i det elektriske oppvarmingssystemet i vintermånedene, selv om dette er noe redusert. Årsaken til at korreksjonskoeffisientene i sommermånedene har blitt mindre skyldes det faktum at boliger har blitt bedre isolert samt at varmeeffekten fra elektriske husholdningsartikler har økt, noe som har medført lavere behov for elektrisitet til oppvarming.

Vi har nå funnet ut at årsaken til at toppene har blitt mindre om sommeren trolig skyldes at behovet for elektrisk oppvarming har blitt redusert på grunn av økt isolering og økt bruk av elektriske

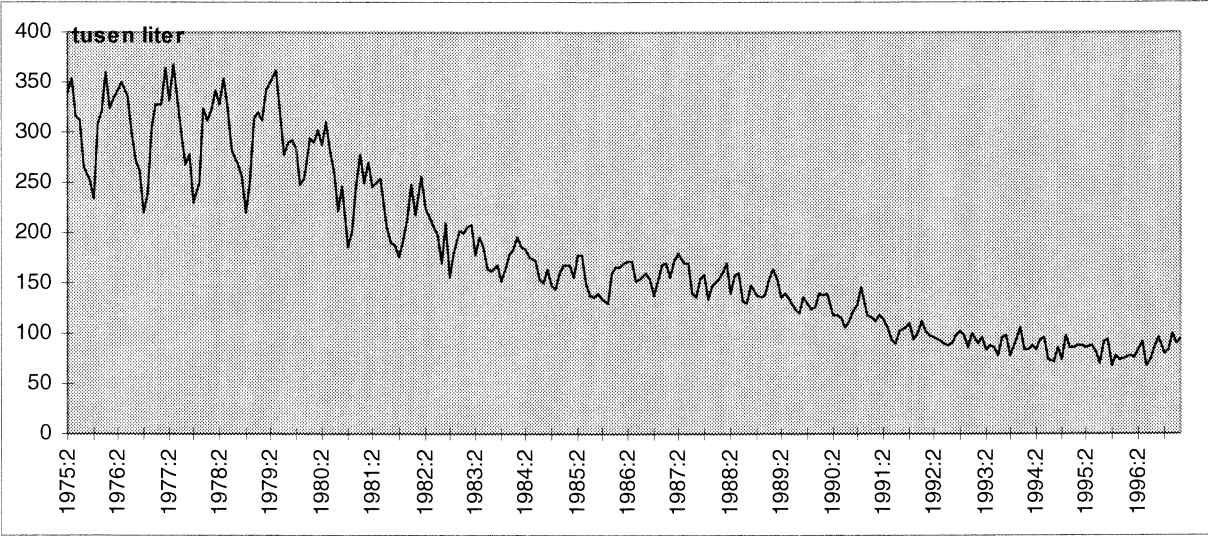
⁵¹ Se Sæbø (1979) og Ljones et al. (1992).

husholdningsartikler med varme som bieffekt. Dette er trolig også hovedårsaken til at korrigeringsfaktoren har vært stabil gjennom perioden selv om elektrisitetsforbruket til oppvarmingsformål har økt. Videre har vi funnet at variasjonene i første del av perioden trolig skyldes effektkapasitetsproblemer i det elektriske oppvarmingssystemet. Kombinasjonen av redusert behov for elektrisk oppvarming om sommeren og at økningen i effektkapasiteten har redusert kapasitetsproblemene om høsten og våren, er trolig årsaken til vridningen i retning av at toppene kommer om høsten og våren fremfor sommeren.

Figur 7.6. Temperaturkorrigeringsfaktorer for elektrisitet, MWh pr. mnd. pr. graddøgnstall avvik fra normalen, 1975-96.



Figur 7.7. Temperaturkorrigeringsfaktorer for fyringsoljer, tusen liter pr. mnd. pr. graddøgnstall avvik fra normalen, 1975-96.



Når det gjelder korrigeringsfaktoren for fyringsoljer kan vi se at denne har hatt et annet forløp enn elektrisitet. Korrigeringsfaktoren er generelt høyest om vinteren og lavest om sommeren, og den har også blitt mindre gjennom perioden. Fyringsoljer brukes i svært liten grad i sommermånedene.

Oljefyringsanlegg blir som oftest satt igang utover høsten når det blir kaldere. Selv om det også for fyringsoljer kan være kapasitetsproblemer om vinteren, blir dette mer enn oppveid av at forbruket er svært lavt i sommermånedene. Når det gjelder den stadig fallende trenden i nivået på temperaturkorrigeringsfaktoren, skyldes dette at bruken av fyringsoljer har falt i både absolutt og relativ forstand. Denne fallende trenden forsterkes av at vi har hatt økt isolering samt økt bruk av elektriske artikler med varme som bieffekt.

7.5.2. Temperaturkorrigerering ved bruk av graddøgnselastisitet

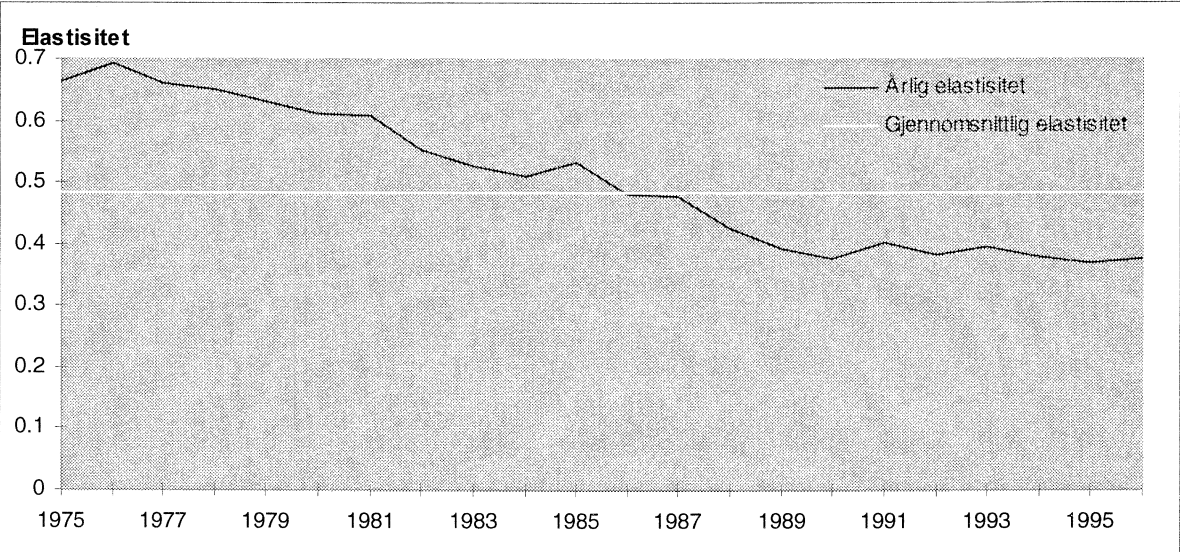
Det kan tenkes at utetemperaturen ikke virker nøytralt på valg av energibærer. For eksempel kan det være slik at luftavkjølingssystemer skrus på i varme perioder, og dermed øker elektrisitetsforbruket uten at dette har noen betydning for oljeforbruket. Når det blir kaldere kan det også tenkes at kapasitetsbeskrankninger slår inn tidligere for elektrisitet enn for olje, noe som bidrar til en relativ forskyvning mellom energibærerene fra olje til elektrisitet sommerstid og fra elektrisitet til olje vinterstid. I sine undersøkelser testet Bye og Hansen (1989) disse forholdene. De fant indikasjoner på at det kunne være visse skjevheter, men en modell hvor skjevhetene var innarbeidet ga ingen signifikant forbedring. Jeg har derfor forutsatt at utetemperatur virker nøytralt på valg av energibærer. Dette impliserer at graddøgnselastisiteten er den samme for elektrisitetsforbruk og oljeforbruk, og dermed totalt energiforbruk.

Ifra 7.8) har vi at vi kan skrive graddøgnselastisiteten for totalt energiforbruk som

$$7.15) \quad El_{U/T} = \frac{\partial U^*}{\partial T^*} \frac{T_t^*}{U_t^*}$$

Det er to forhold som må vurderes når man skal beregne elastisiteter over en lang tidsperiode. Skal man beregne et gjennomsnitt over hele perioden? Bør man beregne ulike elastisiteter for hver måned eller et gjennomsnitt over året? Det finnes ikke et klart svar på hva man bør gjøre. Over en så lang periode som undersøkes her vil elastisiteten endre seg etter hvert. Som vi kan se av figur 7.8 under har energiforbruket blitt mindre temperaturelastisk i perioden som undersøkes. Dette må i all hovedsak tilskrives økningen i bruken av elektriske artikler med varme som bieffekt, samt økt isolering av boliger.

Figur 7.8. Utvikling i graddøgnstallelastisiteten



Hvorvidt man skal benytte et gjennomsnitt over hele perioden eller siste del av perioden er avhengig av hvordan elastisiteten skal benyttes. Er man først og fremst ute etter å beskrive situasjonen over hele perioden best mulig, bør man benytte et gjennomsnitt over hele perioden. Skal man imidlertid benytte elastisitetene til fremskrivninger av energiforbruket, bør man benytte elastisiteter som ikke i for stor grad beskriver situasjonen slik den var tidlig i perioden. Man bør derfor beregne elastisiteter basert på nyere data. Da det er tenkt at elastisitetene skal benyttes til korrigeringer fremover, har jeg valgt det siste. Dette kan medføre at simulering ved bruk av elastisiteter blir noe unøyaktig i første del av perioden. Jeg har valgt å benytte meg av årene 1991-1996, og å beregne månedlige elastisiteter. Disse er gjengitt i tabell 7.9.

Tabell 7.9. Månedlige graddøgnstallelastisiteter (beregnet som et gjennomsnitt i perioden (1991-96))

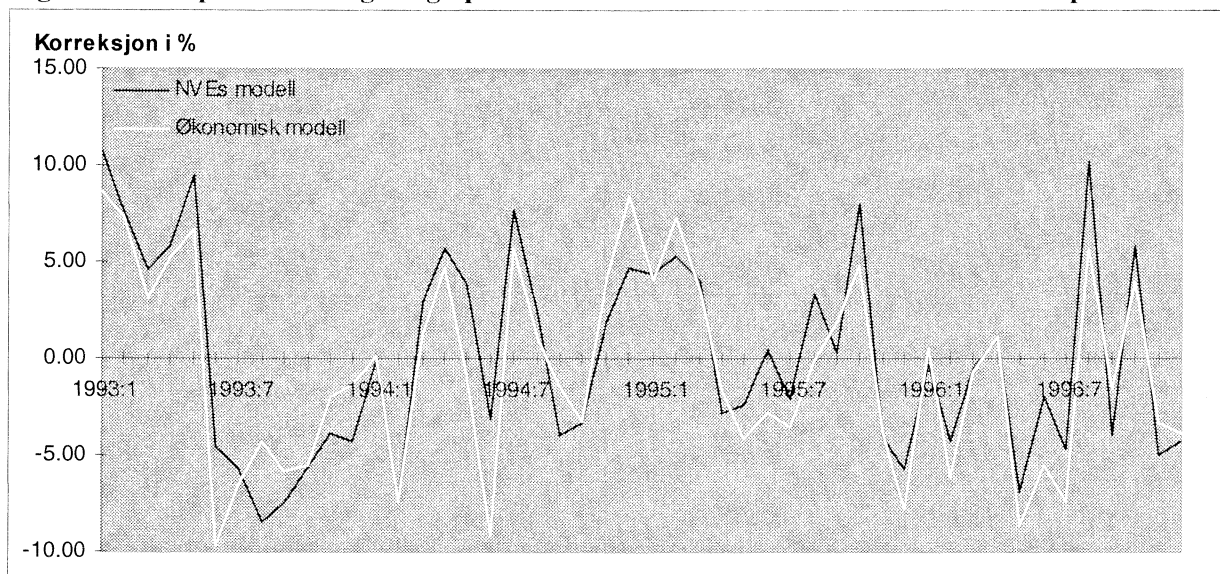
Måned	jan.	feb.	mars	april	mai	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	des.
Graddøgnstallelastisitet	0,47	0,48	0,45	0,43	0,31	0,20	0,14	0,14	0,28	0,38	0,44	0,47

Dersom forutsetningen om at utetemperaturen er nøytral med hensyn til valg av energiform holder, kan modellen også utvides til å omfatte andre energiformer, som for eksempel bioenergi.

8. Sammenligning av NVEs metode og den økonomiske modellen

I figuren under er temperaturkorrigeringen av elektrisitetsforbruket for de to metodene sammenlignet på månedsbasis i perioden 1993 - 1996. Vi ser at de to metodene korrigerer prosentvis ulikt. På det meste er forskjellen seks prosentpoeng, og dette utgjør nesten 240 GWh (på månedsbasis). Årsakene til at modellene korrigerer ulikt er flere (se kapittel 6 og 7), og det er vanskelig å dekomponere årsakene i enkelteffekter. På bakgrunn av egenskapene ved metodene er det imidlertid vanskelig å anbefale NVEs metode.

Figur 8.1. Temperaturkorrigering i prosent av faktisk elektrisitetsforbruk. Prosent pr. mnd.



9. Avslutning

I denne oppgaven har jeg vist at NVEs metode for temperaturkorrigering av elektrisitetsforbruket har autokorrelasjonsproblemer samt problemer vedrørende utelatte variable. Dette er imidlertid ikke det største problemet med metoden, siden temperaturen ser ut til å være ukorrelert med utelatte relevante variable. Det største problemet med metoden er imidlertid utregningen av ukeskoeffisienter på basis av de estimerte sesongkoeffisientene. Denne overgangen medfører at perioder som skulle vært korrigert likt blir korrigert ulikt. Ved å benytte dummy-variable fremfor uavhengige estimeringer av sesongkoeffisienter fant vi at korreksjonskoeffisienten for vårmånedene ikke er signifikant forskjellig fra korreksjonskoeffisientene i høstmånedene, og at korreksjonskoeffisientene for vinter- og sommermånedene heller ikke er signifikant forskjellige. Dette burde det tas hensyn til ved estimeringen av sesongkoeffisienter.

Som en følge av problemene med NVEs modell har det vært ønskelig å finne en alternativ modell for temperaturkorrigering, som også tar hensyn til økonomiske variable. I Bye og Hansen (1989) er en slik modell utviklet. Man antar i denne modellen at konsumentenes sammensetning av energibærere kan beskrives ved en CES-funksjon, og at deres totale energiforbruk kan beskrives ved et lineært utgiftssystem. Modellen er i denne oppgaven brukt på nye data. I denne modellen unngår man de største svakhetene med NVEs metode, blant annet ulik korrigering for perioder som skulle vært korrigert likt. Det å utvikle en økonomisk modell for temperaturkorrigering er imidlertid heller ikke uproblematisk. For eksempel gir ikke en statisk CES-funksjon noen god forklaring på den relative utviklingen i forbruket av elektrisitet og fyringsoljer. En CES-funksjon med tregheter i tilpasningen viser seg å gi en bedre beskrivelse av utviklingen. Problemet med denne (slik den er beskrevet hos Bye og Hansen (1989)) er at den ikke fullt ut tar hensyn til den kraftige økningen i det relative elektrisitetsforbruket man har hatt i årene etter 1980. En CES-funksjon med tregheter i tilpasningen samt en trendvariabel for utviklingen i relativt elektrisitetsforbruk gir derfor en bedre beskrivelse.

Estimeringen av total energietterspørsel basert på en indirekte nyttefunksjon utledet fra det lineære utgiftssystemet medførte multikollinearitetsproblemer. Dette problemet er løst ved å utelate en variabel fra estimeringen, og det ser ut til at problemene vedrørende utelatte variable er mindre enn multikollinearitetsproblemet.

Testing for parameterstabiliteten indikerte at parametrene ikke var helt stabile. Korreksjon for ustabilitet ga mindre presise estimatorer, noe som viste seg å være et større problem.

På bakgrunn av den estimerte temperaturkorrigeringsfaktoren for energi finner vi de respektive korrigeringsfaktorene for elektrisitet og fyringsoljer. Disse har endret seg en del over perioden vi undersøkte. Hovedforklaringen på dette er økt kapasitet i elektrisitetsoppvarmingen, bedre isolering av boliger samt økt bruk av elektriske artikler hvor varme er en bieffekt. Når det gjelder den stadig fallende korrigeringsfaktoren for fyringsolje må dette hovedsakelig tilskrives den stadig mindre betydningen fyringsoljer har for oppvarming av boliger og offentlige bygg.

Man kan spørre seg hvorfor NVEs metode blir kritisert for å korrigere perioder med lik eller nesten lik normaltemperatur forskjellig, når man ikke reiser den samme kritikken mot den økonomiske modellen. Også den økonomiske modellen korrigerer perioder med samme normaltemperatur ulikt, dvs. at en måned i et år kan få ulik korrigering pr. grad avvik fra normalen enn samme måned i et annet år. Dette skyldes flere ting. I NVEs modell er det en fundamental skjevhet, mens ulik korrigering i den økonomiske modellen skyldes at kurven i figur 1.1 ikke ligger stabilt over tid og at man i samme måned i ulike år befinner seg på ulike områder av kurven. For eksempel kan man ved en ekstremt kald januar måned være nært punkt b, noe som medfører en lav korrigeringsfaktor, mens januar måned i et år det er mildt vil ha en høyere korrigeringsfaktor. I tillegg til at kapasiteten i det elektriske oppvarmings-systemet har økt over tid medfører dette ulik korrigering. For eksempel vil en kald januar måned på syttitallet ha en lavere korrigeringsfaktor sammenlignet med en like kald januar måned på nittitallet. Dette er ikke tilfelle i NVEs modell, der ulik korrigering skyldes tidligere nevnte problemer med overgangen fra sesongkoeffisienter til ukeskoeffisienter.

Fordelen med NVEs metode er at den korrigerer ulike regioner (samkjøringsregionene) hver for seg. Man blir da i mindre grad avhengig av å finne gode inndelinger for beregning av gjennomsnittlig graddøgntall for hele landet.

Referanser

- Biørn, E. (1995): *Anvendt økonometri, utvalgte emner, del 1* (Kapittel 1-9). Universitetsforlaget, Oslo.
- Brottemsmo, J. (1997): «Testing for the impact of price perception and actual price in household energy decisions». Paper presentert på konferansen "Energy demand modelling, energy conservation and energy policy assessment". Gøteborg. 9. - 10. Oktober 1997.
- Bye, B. (1986): Substitusjon mellom elektrisitet og olje i fire aggregerte produksjonssektorer, Interne notater 86/30, Statistisk sentralbyrå.
- Bye, B. (1989): Husholdningers bruk av energi, Interne notater 89/29, Statistisk sentralbyrå.
- Bye, T. (1984): *Energisubstitusjon i næringssektorene i en makromodell*, Rapporter 84/2, Statistisk sentralbyrå.
- Bye, T. og Hansen, M. I. (1989): En økonomisk modell for temperaturkorrigering av energibruken, Interne notater 89/30, Statistisk sentralbyrå.
- Bye, T., Cappelen, Å. og Frenger, P. (1987): Energy Substitution in EMOD-MODAG. Upublisert notat, Statistisk sentralbyrå.
- Dagsvik, J. K. (1997): *Handout in Econometrics* (Økonometri A - grunnkurs, våren 1997).
- EFI (1977): Klimakorrigerering av elforbruket, Teknisk rapport nr.: 2201, (Elektrisitetsforsyningens Forskningsinstitutt).
- Energidata (1997): Kortsiktige virkninger av økte elpriser på etterspørselen etter elektrisitet, Prosjektrapport, Energidata.
- Fame (1990): «User's guide to Fame». Fame Software Corporation.
- Gravelle, H. and Rees, R. (1992): *Microeconomics*, second edition, Longman Group, London.
- Gujarati, D. N. (1995): *Basic econometrics*, third edition. McGraw-Hill, New York.
- Hoel, M. og Moene, K. O. (1993): *Produksjonsteori*, 2. utgave. Universitetsforlaget, Oslo.
- Johnston, J. (1985): *Econometric methods*, third edition. McGraw-Hill, New York.
- Ljones, A. (1981): Sammenhengen mellom salg av oljeprodukter og utetemperaturen. Upublisert notat, Statistisk sentralbyrå.
- Ljones, A. og Sæbø, H. V. (1983): Temperaturkorrigering av energiforbruket. Interne notater 83/7, Statistisk sentralbyrå.
- Ljones, A., Nesbakken, R., Sandbakken, S. og Aaheim, A. (1992): *Energibruk i husholdningene*. Rapporter 92/2, Statistisk sentralbyrå.
- Mysen, H. T. (1991): *Substitusjon mellom olje og elektrisitet i produksjonssektorene i en makromodell*, Rapporter 91/7, Statistisk sentralbyrå.

Norges energiverkforbund: Tariffoversikt, 1990-nr 157/34.

NVE (Norges vassdrag- og elektrisitetsvesen) (1979): «Temperaturkorrigering av elforbruket til alminnelig forsyning», Kontornotat nr. EEM 22/79.

NOS Elektrisitetsstatistikk, Statistisk sentralbyrå.

NOS Energistatistikk, Statistisk sentralbyrå.

NOS Kvartalsvis nasjonalregnskap, Statistisk sentralbyrå.

NOS Folketallet i kommunene, Statistisk sentralbyrå.

NVE Kortidsstatistikken.

SSB Statistisk månedshefte, Statistisk sentralbyrå.

SSB Ukens statistikk, nr. 27/95 og 23/97, Statistisk sentralbyrå.

SSB Økonomiske analyser, nr. 1/93, 1/94, 2/95 og 1/97, Statistisk sentralbyrå.

Pollak, R. A. and Wales, T. J. (1978): Estimation of Complete Demand Systems from Household Budget Data: The linear Quadratic Expenditure Systems, *American Economic Review* **68**, June 1978, 3, 348-359.

Rødseth, A. (1992): *Konsumentteori*, Universitetsforlaget, Oslo.

Sæbø, H. V. (1979): *Energibruk etter formål*, Rapporter 79/1, Statistisk sentralbyrå.

Sæbø, H. V. (1980): Temperaturkorrigering av elektrisitetsforbruket. Interne notater 80/31, Statistisk sentralbyrå.

Varian, H. R. (1992): *Microeconomic analysis*, third edition. W.W. Norton & Company, New York.

Matematiske utregninger

Utgangspunktet er den deriverte til nyttefunksjonen 3.11) mhp. konsumutgift og pris

$$\frac{\partial w}{\partial C} = \frac{\prod_{i=1}^n P_i^{\alpha_i}}{\left(C - \sum_{j=1}^n \beta_j P_j\right)^2} > 0.$$

$$\frac{\partial w}{\partial P_i} = - \frac{\left[\alpha_i (P_1^{\alpha_1-1} P_2^{\alpha_2}) (C - \beta_1 P_1 - \beta_2 P_2) + P_1^{\alpha_1} P_2^{\alpha_2} (\beta_1)\right]}{\left[C - (\beta_1 P_1 + \beta_2 P_2)\right]^2} < 0, \text{ i tilfellet hvor } n = 2.$$

Utgangspunktet er etterspørselsfunksjonen for energi

Vi har den indirekte nyttefunksjonene 3.11)

$$w = \frac{-(P_U^{\alpha_U} P_M^{\alpha_M})}{C - (\beta_U P_U + \beta_M P_M)}$$

Ved bruk av Roys identitet kan vi finne etterspørselsfunksjonen for energi:

$$\frac{-\partial w / \partial P_U}{\partial w / \partial C} = U.$$

Ved bruk av utregningene foran kan vi skrive dette som

$$\frac{-\partial w / \partial P_U}{\partial w / \partial C} = \frac{\alpha_U P_U^{\alpha_U-1} (C - \beta_U P_U - \beta_M P_M) + P_U^{\alpha_U} \beta_U}{P_U^{\alpha_U}} = \alpha_U P_U^{-1} (C - \beta_U P_U - \beta_M P_M) + \beta_U.$$

I følge Roys identitet kan dette skrives som:

$$U = \alpha_U P_U^{-1} (C - \beta_U P_U - \beta_M P_M) + \beta_U \text{ og}$$

$$P_U U = \alpha_U (C - \beta_U P_U - \beta_M P_M) + \beta_U P_U.$$

Utgredning av substitusjonselastisiteten

Substitusjonselastisiteten sier litt forenklet hvor mange prosent den relative etterspørselen etter energi endres når det relative prisforholdet endres med en prosent. Elastisiteten kan uttrykkes som

$$El_{P_E/P_F}\left(\frac{E}{F}\right) = -\frac{\partial(E/F)}{\partial(P_E/P_F)}\left(\frac{P_E/P_F}{E/F}\right).$$

Ligning 3.28) gir

$$-\frac{\partial(E/F)}{\partial(P_E/P_F)} = \sigma \left(\frac{1-\delta}{\delta}\right)\left(\frac{P_E}{P_F}\right)^{-\sigma-1}.$$

Videre har vi at
$$\left(\frac{P_E/P_F}{E/F}\right) = \frac{P_E/P_F}{\left(\frac{1-\delta}{\delta}\right)\left(\frac{P_E}{P_F}\right)^{-\sigma}}.$$

Dette gir

$$El_{P_E/P_F}\left(\frac{E}{F}\right) = \sigma \equiv \frac{1}{1+\rho}.$$

Utgredning av den duale enhetskostnadsfunksjonen

Utgiftsminimering av et CES-aggregat leder frem til enhetskostnadsfunksjonen¹.

$$\text{Min } (P_E E + P_F F) \text{ gitt } \left[\delta \left(\frac{F}{\delta}\right)^{-\rho} + (1-\delta) \left(\frac{E}{(1-\delta)}\right)^{-\rho} \right]^{-\left(\frac{1}{\rho}\right)} = \bar{U}.$$

Lagrange uttrykket blir

$$L = P_E E + P_F F - \lambda \left[\left[\delta \left(\frac{F}{\delta}\right)^{-\rho} + (1-\delta) \left(\frac{E}{(1-\delta)}\right)^{-\rho} \right] - U^{-\rho} \right].$$

Førsteordensbetingelsene blir da

$$\text{i) } \frac{\partial L}{\partial F} = P_F - \lambda \delta (-\rho) \left(\frac{F}{\delta}\right)^{-\rho-1} \frac{1}{\delta} = 0 \Rightarrow P_F + \lambda \rho \left(\frac{F}{\delta}\right)^{-\rho-1} = 0.$$

¹ Se Varian (1992).

$$\text{ii)} \quad \frac{\partial L}{\partial E} = P_E - \lambda(1-\delta)(-\rho)\left(\frac{E}{1-\delta}\right)^{-\rho-1} \frac{1}{(1-\delta)} = 0 \Rightarrow P_E + \lambda\rho\left(\frac{E}{1-\delta}\right)^{-\rho-1} = 0.$$

$$\text{iii)} \quad \frac{\partial L}{\partial \lambda} = \left[\delta\left(\frac{F}{\delta}\right)^{-\rho} + (1-\delta)\left(\frac{E}{(1-\delta)}\right)^{-\rho} \right] - U^{-\rho} = 0.$$

Løser i) og ii) med hensyn på h.h.v. $\left(\frac{F}{\delta}\right)^{-\rho}$ og $\left(\frac{E}{1-\delta}\right)^{-\rho}$,

$$\text{i')} \quad \left(\frac{F}{\delta}\right)^{-\rho} = -P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} (\lambda\rho)^{-\frac{\rho}{\rho+1}}.$$

$$\text{ii')} \quad \left(\frac{E}{1-\delta}\right)^{-\rho} = -P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}} (\lambda\rho)^{-\frac{\rho}{\rho+1}}.$$

Setter i') og ii') inn ligning 3.25)

$$3.25) \quad \left[\delta\left(-P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} (\lambda\rho)^{-\frac{\rho}{\rho+1}}\right) + (1-\delta)\left(-P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}} (\lambda\rho)^{-\frac{\rho}{\rho+1}}\right) \right] = U^{-\rho}$$

$$\Leftrightarrow -(\lambda\rho)^{-\frac{\rho}{\rho+1}} \left[\delta P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} + (1-\delta)P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right] = U^{-\rho}.$$

Løser 3.25) med hensyn på $(\lambda\rho)^{-\frac{\rho}{\rho+1}}$,

$$(\lambda\rho)^{-\frac{\rho}{\rho+1}} = \div \frac{U^{-\rho}}{\delta P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} + (1-\delta)P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}}}$$

Denne settes inn i i') og ii'), noe som gir:

$$\text{i'')} \quad \left(\frac{F}{\delta}\right)^{-\rho} = -P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} \left(-\frac{U^{-\rho}}{\delta P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} + (1-\delta)P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}}} \right) \Leftrightarrow F = \delta P_F^{-\frac{1}{\rho+1}} \left[\delta P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} + (1-\delta)P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right]^{\frac{1}{\rho}} U.$$

$$\text{ii'')} \quad \left(\frac{E}{1-\delta}\right)^{-\rho} = -P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}} \left(-\frac{U^{-\rho}}{\delta P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} + (1-\delta)P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}}} \right) \Leftrightarrow E = (1-\delta)P_E^{-\frac{1}{\rho+1}} \left[\delta P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} + (1-\delta)P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right]^{\frac{1}{\rho}} U.$$

i“) og ii“) settes inn i kostnadsfunksjonen $C = P_F F + P_E E$ noe som gir:

$$\begin{aligned}
 C &= P_F \delta P_F^{-\frac{1}{\rho+1}} \left[\delta P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} + (1-\delta) P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right]^{\frac{1}{\rho}} U + P_E (1-\delta) P_E^{-\frac{1}{\rho+1}} \left[\delta P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} + (1-\delta) P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right]^{\frac{1}{\rho}} U \\
 \Leftrightarrow C &= \left[\delta P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} + (1-\delta) P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right] \left[\delta P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} + (1-\delta) P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right]^{\frac{1}{\rho}} U \\
 \Leftrightarrow C &= \left[\delta P_F^{\frac{\rho}{\rho+1}} + (1-\delta) P_E^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right]^{\frac{\rho+1}{\rho}} U.
 \end{aligned}$$

Vi har fra tidligere at $\sigma = \frac{1}{1+\rho}$. Det følger da at $\frac{\rho}{\rho+1} = 1-\sigma$ og $\frac{\rho+1}{\rho} = \frac{1}{1-\sigma}$. Vi får da:

$$C = \left[\delta P_F^{1-\sigma} + (1-\delta) P_E^{1-\sigma} \right]^{\left(\frac{1}{1-\sigma}\right)} U.$$

Enhetskostnadsfunksjonen P_U , kan vi skrive som:

$$P_U = \frac{C}{U} = \left[\delta (P_F)^{1-\sigma} + (1-\delta) (P_E)^{1-\sigma} \right]^{\left(\frac{1}{1-\sigma}\right)}.$$

Utgangspunkt av $\left(\frac{E}{F}\right)$

$$P_U = \left[\delta (P_F)^{1-\sigma} + (1-\delta) (P_E)^{1-\sigma} \right]^{\left(\frac{1}{1-\sigma}\right)}.$$

$$i) \frac{\partial P_U}{\partial P_E} = \left(\frac{1}{1-\sigma}\right) \left[\delta (P_F)^{1-\sigma} + (1-\delta) (P_E)^{1-\sigma} \right]^{\left(\frac{1}{1-\sigma}\right)-1} \left[(1-\delta)(1-\sigma) (P_E)^{-\sigma} \right] = E.$$

$$ii) \frac{\partial P}{\partial P_E} = \left(\frac{1}{1-\sigma}\right) \left[\delta (P_F)^{1-\sigma} + (1-\delta) (P_E)^{1-\sigma} \right]^{\left(\frac{1}{1-\sigma}\right)-1} \left[\delta(1-\sigma) (P_F)^{-\sigma} \right] = F$$

$$\Rightarrow \frac{E}{F} = \frac{\left(\frac{1}{1-\sigma}\right) \left[\delta (P_F)^{1-\sigma} + (1-\delta) (P_E)^{1-\sigma} \right]^{\left(\frac{1}{1-\sigma}\right)-1} \left[(1-\delta)(1-\sigma) (P_E)^{-\sigma} \right]}{\left(\frac{1}{1-\sigma}\right) \left[\delta (P_F)^{1-\sigma} + (1-\delta) (P_E)^{1-\sigma} \right]^{\left(\frac{1}{1-\sigma}\right)-1} \left[\delta(1-\sigma) (P_F)^{-\sigma} \right]} = \left(\frac{1-\delta}{\delta}\right) \left(\frac{P_E^{-\sigma}}{P_F^{-\sigma}}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{E}{F} = \left(\frac{1-\delta}{\delta}\right) \left(\frac{P_E}{P_F}\right)^{-\sigma}.$$

CES-funksjon med tregheter i tilpasningen²

Vi har fra kapittel 7.1

$$7.2) \ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \kappa - \sigma \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \varepsilon_t.$$

Da det av tidligere nevnte grunner tar tid for konsumenten å tilpasse seg er 7.2) å betrakte som en langsiktig likevekt. Det relative forbruket mellom elektrisitet og olje antas å være avhengig av det relative prisforholdet inneværende år og flere år tidligere. Dette kan beskrives ved en 'distributed lag-model',

$$7.2') \ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \kappa - \sigma\beta_0 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t - \sigma\beta_1 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-1} - \sigma\beta_2 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-2} - \dots - \sigma\beta_T \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-T} + \varepsilon_t.$$

Etter T perioder antas priseffekten å være borte, noe som innebærer at $\sum_{i=0}^T \beta_i = 1$, $i = 1, 2, \dots, T$.

Dersom vi antar at $T = 2$, kan den relative sammensetningen skrives som,

$$7.2'') \ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \kappa - \sigma\beta_0 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t - \sigma\beta_1 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-1} - \sigma\beta_2 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-2} + \varepsilon_t.$$

Ved mistanke om autokorrelasjon i restleddene kan vi utvide modellen ved å anta at autokorrelasjonen følger en autoregressiv prosess av 1. orden gitt ved *) $\varepsilon_t = \theta\varepsilon_{t-1} + v_t$, hvor $|\theta| < 1$ og v_t oppfyller hvitstøy- forutsetningene.

Ved å multiplisere 7.2'') med θ , tilbakedatere en periode å sette dette resultatet sammen med 7.2'') inn i *) får vi

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right)_t = \kappa + \alpha_0 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \alpha_1 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-1} + \alpha_2 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-2} + \theta \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} - \theta\kappa - \theta\alpha_0 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-1} - \theta\alpha_1 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-2} - \theta\alpha_2 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-3} + v_t,$$

hvor $\alpha_i = -\sigma\beta_i$, $i = 0, 1, 2$.

Vi har at $\sum_{i=0}^2 \alpha_i = -\sigma \sum_{i=0}^2 \beta_i = -\sigma$, da $\sum_{i=0}^2 \beta_i = 1$. Vi vil da også ha at

² Dette avsnittet bygger på Bye, T (1984) og Bye, B (1989).

$$\sum_{i=0}^2 -\theta\alpha_i = \theta\sigma \Rightarrow \sum_{i=0}^2 \alpha_i + \sum_{i=0}^2 -\theta\alpha_i = -\sigma + \theta\sigma = -\sigma(1-\theta)$$

$$\Rightarrow \sigma = -\frac{\sum_{i=0}^2 \alpha_i + \sum_{i=0}^2 -\theta\alpha_i}{1-\theta}.$$

En mer generell modell får vi ved å erstatte θ og $\theta\alpha_i$ med uavhengige koeffisienter:

$$\ln\left(\frac{E}{F}\right) = \kappa^* + \alpha_0 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + \alpha_1 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-1} + \alpha_2 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-2} + \gamma \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} - k_0 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-1}$$

$$- k_1 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-2} - k_2 \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_{t-3} + v_t.$$

Hvor $\kappa^* = (1-\theta)\kappa$. Et spesialtilfelle av denne modellen får vi ved å anta at $\alpha_1 = \alpha_2 = k_0 = k_1 = k_2 = 0$. Dette gir modellen gitt ved ligning 7.3:

$$7.3) \ln\left(\frac{E}{F}\right) = \kappa^* + \gamma \ln\left(\frac{E}{F}\right)_{t-1} + \alpha \ln\left(\frac{P_E}{P_F}\right)_t + v_t,$$

hvor $\alpha = \alpha_0$, og vi kan skrive $\kappa^* = (1-\gamma)\kappa$. Substitusjonselastisiteten blir da $\sigma = -\frac{\alpha}{1-\gamma}$.

I sin undersøkelse av husholdningenes sammensetning av energivarer fant Bye (1989) at det var modellen beskrevet ovenfor som ga best beskrivelse av den faktiske situasjonen.

Utleddning av korreksjonsfaktorer for elektrisitet og fyringsoljer³

$$\text{Vi har 3.25) } U = \left[\delta \left(\frac{F}{\delta} \right)^{-\rho} + (1-\delta) \left(\frac{E}{(1-\delta)} \right)^{-\rho} \right]^{-\left(\frac{1}{\rho}\right)}.$$

Ved bruk av antagelsen om at denne er homogen av grad 1, kan denne skrives som

$$1 = \left[\delta \left(\frac{a_F}{\delta} \right)^{-\rho} + (1-\delta) \left(\frac{a_E}{(1-\delta)} \right)^{-\rho} \right]^{-\left(\frac{1}{\rho}\right)},$$

hvor $a_F = F/U$ og $a_E = E/U$. Dersom vi løser denne med hensyn på a_E og a_F får vi,

$$a_E = (1-\delta) \left[(1-\delta) + \delta \left(\frac{(1-\delta)}{\delta} \right)^{-\rho} \left(\frac{E}{F} \right)^{\rho} \right]^{\frac{1}{\rho}} \text{ og}$$

³ Dette avsnittet bygger på Bye, Cappelen og Frenger (1987).

$$a_F = \delta \left[\delta + (1-\delta) \left(\frac{(1-\delta)}{\delta} \right)^\rho \left(\frac{E}{F} \right)^{-\rho} \right]^{\frac{1}{\rho}}.$$

Ligning 7.3) kan skrives som

$$\frac{E_t}{F_t} = \left(\frac{\delta_E}{\delta_F} \right)^{1-\gamma} \left(\frac{P_{E,t}}{P_{F,t}} \right)^\alpha \left(\frac{E_{t-1}}{F_{t-1}} \right)^\gamma,$$

og ved å sette denne inn i uttrykket for a_E kan denne skrives som,

$$\begin{aligned} a_E &= (1-\delta) \left[(1-\delta) + \delta \left[\left(\frac{(1-\delta)}{\delta} \right)^{-\frac{(1-\sigma)}{\sigma}} \left[\left(\frac{(1-\delta)}{\delta} \right)^{\frac{(1-\sigma)}{\sigma}(1-\gamma)} \left(\frac{P_{E,t}}{P_{F,t}} \right)^{-(1-\gamma)(1-\sigma)} \left(\frac{E_{t-1}}{F_{t-1}} \right)^{\frac{\gamma}{\sigma}(1-\sigma)} \right] \right] \right]^{\frac{1}{\rho}} \\ \Rightarrow a_E &= (1-\delta) \left[(1-\delta) + \delta \left[\left(\frac{(1-\delta)}{\delta} \right)^{-\frac{\gamma}{\sigma}} \left(\frac{P_{E,t}}{P_{M,t}} \right)^{-(1-\gamma)} \left(\frac{E_{t-1}}{F_{t-1}} \right)^{\frac{\gamma}{\sigma}} \right]^{(1-\sigma)} \right]^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} \\ \Rightarrow E_t &= U_t (1-\delta_t) \left[(1-\delta_t) + \delta_t \left[\left(\frac{P_{E,t}}{P_{M,t}} \right)^{-(1-\gamma)} \left(\frac{E_{t-1}/F_{t-1}}{(1-\delta_t)/\delta_t} \right)^{\frac{\gamma}{\sigma}} \right]^{(1-\sigma)} \right]^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}, \\ \text{Hvor } \delta_t &= \frac{1}{\left(1 + e^{\left(\frac{\kappa_1^* + \kappa_2^* T}{1-\gamma} \right)} \right)} \end{aligned}$$

Tilsvarende får vi ved å sette inn i uttrykket for a_F

$$\Rightarrow F_t = U_t \delta_t \left[\delta_t + (1-\delta_t) \left[\left(\frac{P_{E,t}}{P_{M,t}} \right)^{(1-\gamma)} \left(\frac{E_{t-1}/F_{t-1}}{(1-\delta_t)/\delta_t} \right)^{-\frac{\gamma}{\sigma}} \right]^{(1-\sigma)} \right]^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}.$$

Estimeringsresultater for skritt 1 i NVEs modell

Tabell 1. Region 1, Østlandet (t-verdier i kursiv)

År	Sesong	k0	k1	Justert R-kvadrat
1990	Vinter	974,74 <i>74,01</i>	-16,33 <i>-4,48</i>	0,6345
	Vår	816,78 <i>50,18</i>	-26,88 <i>-9,77</i>	0,9043
	Sommer	845,32 <i>12,15</i>	-22,53 <i>-5,07</i>	0,6917
	Høst	943,72 <i>89,62</i>	-28,46 <i>-22,47</i>	0,9767
1991	Vinter	1003,12 <i>97,36</i>	-23,96 <i>-9,68</i>	0,8938
	Vår	924,41 <i>96,68</i>	-30,17 <i>-18,59</i>	0,9718
	Sommer	1000,82 <i>10,69</i>	-30,69 <i>-5,12</i>	0,6962
	Høst	940,85 <i>77,96</i>	-28,81 <i>-21,14</i>	0,9738
1992	Vinter	963,54 <i>164,02</i>	-17,63 <i>-6,87</i>	0,8075
	Vår	853,43 <i>65,44</i>	-19,31 <i>-8,24</i>	0,8700
	Sommer	533,82 <i>5,09</i>	-3,61 <i>-0,54</i>	-0,0691
	Høst	939,52 <i>78,74</i>	-29,29 <i>-19,81</i>	0,9703
1993	Vinter	989,69 <i>66,13</i>	-0,05 <i>-0,01</i>	-0,1000
	Vår	892,39 <i>37,49</i>	-32,32 <i>-8,65</i>	0,8807
	Sommer	672,49 <i>9,94</i>	-10,64 <i>-2,47</i>	0,3159
	Høst	1003,03 <i>36,31</i>	-31,88 <i>-8,30</i>	0,8497

Tabell 2. Region 2, Vestlandet (t-verdier i kursiv)

År	Sesong	k0	k1	Justert R-kvadrat
1990	Vinter	341,43 <i>108,63</i>	-6,63 <i>-10,10</i>	0,9018
	Vår	347,83 <i>55,61</i>	-16,88 <i>-16,58</i>	0,9648
	Sommer	262,94 <i>22,93</i>	-6,68 <i>-8,16</i>	0,8563
	Høst	342,09 <i>23,86</i>	-10,81 <i>-7,33</i>	0,8145
1991	Vinter	350,53 <i>152,41</i>	-8,88 <i>-11,98</i>	0,9284
	Vår	337,29 <i>34,35</i>	-12,33 <i>-7,70</i>	0,8536
	Sommer	278,97 <i>25,95</i>	-7,75 <i>-9,99</i>	0,8999
	Høst	352,76 <i>83,9</i>	-13,21 <i>-28,73</i>	0,9857
1992	Vinter	341,86 <i>51,12</i>	-6,94 <i>-5,19</i>	0,7023
	Vår	853,43 <i>65,44</i>	-19,31 <i>-8,24</i>	0,8700
	Sommer	245,47 <i>7,82</i>	-4,92 <i>-2,42</i>	0,3060
	Høst	365,27 <i>41,42</i>	-12,86 <i>-13,51</i>	0,9380
1993	Vinter	335,52 <i>35,74</i>	-0,34 <i>-0,16</i>	-0,0973
	Vår	375,84 <i>17,70</i>	-20,4 <i>-6,30</i>	0,7945
	Sommer	154,57 <i>5,11</i>	2,2 <i>0,94</i>	-0,0099
	Høst	405,41 <i>21,52</i>	-15,74 <i>-7,33</i>	0,8146

Tabell 3. Region 3, Midt-Norge (t-verdier i kursiv)

År	Sesong	k0	k1	Justert R-kvadrat
1990	Vinter	319,04 <i>164,71</i>	-4,43 <i>-8,18</i>	0,8569
	Vår	289,25 <i>48,94</i>	-11,43 <i>-8,62</i>	0,8801
	Sommer	237,35 <i>24,57</i>	-4,67 <i>-6,72</i>	0,8005
	Høst	300,24 <i>43,24</i>	-7,86 <i>-8,93</i>	0,8678
1991	Vinter	328,74 <i>103,48</i>	-4,28 <i>-4,82</i>	0,6694
	Vår	292,37 <i>55,23</i>	-9,57 <i>-7,98</i>	0,8626
	Sommer	270,12 <i>24,65</i>	-5,99 <i>-7,35</i>	0,8282
	Høst	318,92 <i>42,03</i>	-10,51 <i>-9,53</i>	0,8822
1992	Vinter	324,76 <i>62,13</i>	-4,06 <i>-2,55</i>	0,3334
	Vår	853,43 <i>65,44</i>	-19,31 <i>-8,24</i>	0,8700
	Sommer	271,66 <i>21,56</i>	-6,41 <i>-7,56</i>	0,8363
	Høst	305,58 <i>42,70</i>	-7,28 <i>-8,00</i>	0,8400
1993	Vinter	335,03 <i>111,43</i>	-2,8 <i>-2,61</i>	0,3448
	Vår	305,07 <i>46,77</i>	-12,3 <i>-9,10</i>	0,8911
	Sommer	232,55 <i>13,73</i>	-3,33 <i>-2,30</i>	0,2796
	Høst	324,94 <i>42,00</i>	-11,87 <i>-8,84</i>	0,8654

Tabell 4. Region 4, Nord-Norge (t-verdier i kursiv)

År	Sesong	k0	k1	Justert R-kvadrat
1990	Vinter	127,74 <i>76,05</i>	-2,74 <i>-7,16</i>	0,8206
	Vår	111,89 <i>50,33</i>	-4,63 <i>-5,50</i>	0,7454
	Sommer	96,63 <i>16,77</i>	-2,72 <i>-5,57</i>	0,7319
	Høst	119,65 <i>69,69</i>	-4,33 <i>-16,25</i>	0,9564
1991	Vinter	132,71 <i>100,21</i>	-2,23 <i>-5,47</i>	0,7242
	Vår	114,71 <i>77,20</i>	-6,25 <i>-10,81</i>	0,9206
	Sommer	118,43 <i>24,67</i>	-4,5 <i>-10,18</i>	0,9033
	Høst	124,81 <i>56,66</i>	-4,96 <i>-10,50</i>	0,9010
1992	Vinter	129,77 <i>90,54</i>	-2,61 <i>-4,32</i>	0,6157
	Vår	853,43 <i>65,44</i>	-19,31 <i>-8,24</i>	0,8700
	Sommer	112,14 <i>14,87</i>	-3,97 <i>-5,39</i>	0,7182
	Høst	120,98 <i>42,13</i>	-4,05 <i>-9,22</i>	0,8750
1993	Vinter	136,08 <i>27,15</i>	-2,3 <i>-1,17</i>	0,0321
	Vår	122,16 <i>30,21</i>	-5,28 <i>-3,58</i>	0,5418
	Sommer	99,96 <i>13,98</i>	-2,39 <i>-3,54</i>	0,5115
	Høst	126,89 <i>21,30</i>	-3,77 <i>-2,95</i>	0,3913

Estimeringsresultater for skritt 5 i NVEs modell

Tabell 5. Region 1, Østlandet (t-verdier i kursiv)

Sesong 1		a0	a1	Justert R-kvadrat
	1. gang	97,32 <i>134,39</i>	-1,32 <i>-5,83</i>	0,4122
	2. gang	95,37 <i>164,83</i>	-1,43 <i>-7,92</i>	0,5678
	3. gang	94,95 <i>165,25</i>	-1,46 <i>-8,13</i>	0,5805
	4. gang	94,85 <i>165,28</i>	-1,46 <i>-8,18</i>	0,5835
	5. gang	94,82 <i>165,28</i>	-1,47 <i>-8,19</i>	0,5843
Sesong 2				
	1. gang	113,49 <i>69,64</i>	-3,56 <i>-15,27</i>	0,8437
	2. gang	112,84 <i>68,32</i>	-3,56 <i>-15,06</i>	0,8400
	3. gang	112,79 <i>68,22</i>	-3,56 <i>-15,05</i>	0,8398
	4. gang	112,78 <i>68,21</i>	-3,56 <i>-15,05</i>	0,8398
	5. gang	112,78 <i>68,21</i>	-3,56 <i>-15,05</i>	0,8398
Sesong 3				
	1. gang	149,72 <i>15,69</i>	-3,28 <i>-5,37</i>	0,3721
	2. gang	149,72 <i>15,69</i>	-3,28 <i>-5,37</i>	0,3721
	3. gang	149,72 <i>15,69</i>	-3,28 <i>-5,37</i>	0,3721
	4. gang	151,29 <i>14,64</i>	-3,33 <i>-5,03</i>	0,3411
	5. gang	151,23 <i>14,63</i>	-3,33 <i>-5,03</i>	0,3411
Sesong 4				
	1. gang	127,03 <i>120,36</i>	-3,91 <i>-30,13</i>	0,9468
	2. gang	126,99 <i>120,48</i>	-3,91 <i>-30,16</i>	0,9469
	3. gang	126,99 <i>120,48</i>	-3,91 <i>-30,16</i>	0,9469
	4. gang	126,99 <i>120,48</i>	-3,91 <i>-30,16</i>	0,9469
	5. gang	126,99 <i>120,48</i>	-3,91 <i>-30,16</i>	0,9469

Tabell 6. Region 2, Vestlandet (t-verdier i kursiv)

Sesong 1		a0	a1	Justert R-kvadrat
	1. gang	104,39 <i>104,82</i>	-1,84 <i>-8,07</i>	0,5773
	2. gang	104,39 <i>104,82</i>	-1,84 <i>-8,07</i>	0,5773
	3. gang	104,39 <i>104,82</i>	-1,84 <i>-8,07</i>	0,5773
	4. gang	103,86 <i>117,52</i>	-1,82 <i>-9,02</i>	0,6308
	5. gang	103,86 <i>117,55</i>	-1,82 <i>-9,00</i>	0,6299
Sesong 2				
	1. gang	123,30 <i>31,37</i>	-4,46 <i>-8,09</i>	0,5997
	2. gang	124,51 <i>31,54</i>	-4,48 <i>-8,09</i>	0,5996
	3. gang	124,55 <i>31,55</i>	-4,47 <i>-8,08</i>	0,5993
	4. gang	124,56 <i>31,55</i>	-4,47 <i>-8,08</i>	0,5993
	5. gang	124,56 <i>31,55</i>	-4,47 <i>-8,08</i>	0,5993
Sesong 3				
	1. gang	143,17 <i>23,38</i>	-3,19 <i>-7,34</i>	0,5294
	2. gang	143,17 <i>23,38</i>	-3,19 <i>-7,34</i>	0,5294
	3. gang	143,17 <i>23,38</i>	-3,19 <i>-7,34</i>	0,5294
	4. gang	146,16 <i>24,44</i>	-3,35 <i>-7,88</i>	0,5652
	5. gang	146,28 <i>24,47</i>	-3,36 <i>-7,91</i>	0,5673
Sesong 4				
	1. gang	148,74 <i>62,72</i>	-5,31 <i>-20,66</i>	0,8931
	2. gang	148,49 <i>62,62</i>	-5,30 <i>-20,62</i>	0,8927
	3. gang	148,49 <i>62,62</i>	-5,30 <i>-20,62</i>	0,8927
	4. gang	148,49 <i>62,62</i>	-5,30 <i>-20,62</i>	0,8927
	5. gang	148,49 <i>62,62</i>	-5,30 <i>-20,62</i>	0,8927

Tabell 7. Region 3, Midt-Norge (t-verdier i kursiv)

Sesong 1		a0	a1	Justert R-kvadrat
	1. gang	97,61 <i>211,45</i>	-1,20 <i>-8,62</i>	0,6094
	2. gang	97,61 <i>211,45</i>	-1,20 <i>-8,62</i>	0,6094
	3. gang	97,61 <i>211,45</i>	-1,20 <i>-8,62</i>	0,6094
	4. gang	97,50 <i>216,61</i>	-1,20 <i>-8,89</i>	0,6239
	5. gang	97,47 <i>216,63</i>	-1,20 <i>-8,89</i>	0,6243
Sesong 2				
	1. gang	106,59 <i>66,17</i>	-3,32 <i>-12,88</i>	0,7932
	2. gang	109,31 <i>73,09</i>	-3,44 <i>-14,36</i>	0,8268
	3. gang	109,22 <i>73,36</i>	-3,44 <i>-14,42</i>	0,8280
	4. gang	109,21 <i>73,37</i>	-3,44 <i>-14,43</i>	0,8281
	5. gang	109,21 <i>73,38</i>	-3,44 <i>-14,43</i>	0,8281
Sesong 3				
	1. gang	135,42 <i>43,63</i>	-2,81 <i>-12,26</i>	0,7605
	2. gang	135,42 <i>43,63</i>	-2,81 <i>-12,26</i>	0,7605
	3. gang	135,42 <i>43,63</i>	-2,81 <i>-12,26</i>	0,7605
	4. gang	136,57 <i>44,04</i>	-2,85 <i>-12,44</i>	0,7659
	5. gang	136,56 <i>44,04</i>	-2,85 <i>-12,44</i>	0,7660
Sesong 4				
	1. gang	122,34 <i>79,93</i>	-3,48 <i>-16,24</i>	0,8375
	2. gang	121,66 <i>80,31</i>	-3,44 <i>-16,23</i>	0,8372
	3. gang	121,66 <i>80,31</i>	-3,44 <i>-16,23</i>	0,8372
	4. gang	121,66 <i>80,31</i>	-3,44 <i>-16,23</i>	0,8372
	5. gang	121,66 <i>80,31</i>	-3,44 <i>-16,23</i>	0,8372

Tabell 8. Region 4, Nord-Norge (t-verdier i kursiv)

Sesong 1		a0	a1	Justert R-kvadrat
	1. gang	96,01 <i>107,96</i>	-1,85 <i>-6,73</i>	0,4849
	2. gang	96,01 <i>107,96</i>	-1,85 <i>-6,73</i>	0,4849
	3. gang	96,01 <i>107,96</i>	-1,85 <i>-6,73</i>	0,4849
	4. gang	95,96 <i>108,02</i>	-1,84 <i>-6,69</i>	0,4820
	5. gang	95,97 <i>108,02</i>	-1,84 <i>-6,68</i>	0,4816
Sesong 2				
	1. gang	97,80 <i>60,33</i>	-3,31 <i>-6,28</i>	0,4722
	2. gang	100,22 <i>70,8</i>	-3,23 <i>-7,02</i>	0,5290
	3. gang	100,32 <i>70,96</i>	-3,23 <i>-7,02</i>	0,5291
	4. gang	100,32 <i>70,96</i>	-3,23 <i>-7,02</i>	0,5291
	5. gang	100,32 <i>70,96</i>	-3,23 <i>-7,02</i>	0,5291
Sesong 3				
	1. gang	140,00 <i>31,66</i>	-4,07 <i>-10,02</i>	0,6788
	2. gang	140,00 <i>31,66</i>	-4,07 <i>-10,02</i>	0,6788
	3. gang	140,00 <i>31,66</i>	-4,07 <i>-10,02</i>	0,6788
	4. gang	140,69 <i>31,72</i>	-4,09 <i>-10,04</i>	0,6801
	5. gang	140,69 <i>31,72</i>	-4,09 <i>-10,05</i>	0,6801
Sesong 4				
	1. gang	118,40 <i>79,00</i>	-4,11 <i>-15,50</i>	0,8243
	2. gang	118,40 <i>79,33</i>	-4,12 <i>-15,59</i>	0,8259
	3. gang	118,40 <i>79,33</i>	-4,12 <i>-15,59</i>	0,8259
	4. gang	118,40 <i>79,33</i>	-4,12 <i>-15,59</i>	0,8259
	5. gang	118,40 <i>79,33</i>	-4,12 <i>-15,59</i>	0,8259

Vedlegg 4

Korreksjonskoeffisienter for NVEs modell

1990-93	Region 1	Region 2	Region 3	Region 4		Region 1	Region 2	Region 3	Region 4
Sesong	koeff.	koeff.	koeff.	koeff.	Uke nr.	koeff.	koeff.	koeff.	koeff.
Vinter	-15,294	-6,037	-4,040	-2,516	1	-15,294	-6,037	-4,040	-2,516
					2	-16,376	-6,531	-4,499	-2,609
					3	-17,457	-7,025	-4,958	-2,702
					4	-18,539	-7,519	-5,418	-2,795
					5	-19,621	-8,013	-5,877	-2,888
					6	-20,702	-8,507	-6,337	-2,981
					7	-21,784	-9,001	-6,796	-3,075
					8	-22,866	-9,495	-7,255	-3,168
Vår	-29,356	-12,46	-10,011	-3,727	9	-23,948	-9,989	-7,715	-3,261
					10	-25,029	-10,483	-8,174	-3,354
					11	-26,111	-10,978	-8,633	-3,447
					12	-27,193	-11,472	-9,093	-3,540
					13	-28,275	-11,966	-9,552	-3,633
					14	-29,356	-12,460	-10,011	-3,727
					15	-28,389	-11,953	-9,650	-3,669
					16	-27,421	-11,447	-9,290	-3,612
					17	-26,453	-10,941	-8,929	-3,554
					18	-25,485	-10,434	-8,568	-3,497
					19	-24,517	-9,928	-8,207	-3,439
					20	-23,549	-9,421	-7,846	-3,381
Sommer	-16,775	-5,877	-5,319	-2,979	21	-22,582	-8,915	-7,485	-3,324
					22	-21,614	-8,409	-7,124	-3,266
					23	-20,646	-7,902	-6,763	-3,209
					24	-19,678	-7,396	-6,402	-3,151
					25	-18,710	-6,889	-6,041	-3,094
					26	-17,742	-6,383	-5,680	-3,036
					27	-16,775	-5,877	-5,319	-2,979
					28	-17,680	-6,390	-5,565	-3,072
					29	-18,585	-6,903	-5,810	-3,165
					30	-19,490	-7,416	-6,056	-3,258
					31	-20,395	-7,929	-6,301	-3,351
					32	-21,300	-8,442	-6,547	-3,444
					33	-22,205	-8,955	-6,792	-3,537
					34	-23,110	-9,469	-7,038	-3,630

Tabellen fortsetter neste side.

Forts.

1990-93	Region 1	Region 2	Region 3	Region 4		Region 1	Region 2	Region 3	Region 4
Sesong	koeff.	koeff.	koeff.	koeff.	Uke nr.	koeff.	koeff.	koeff.	koeff.
Høst	-29,445	-13,061	-8,756	-4,280	35	-24,015	-9,982	-7,283	-3,723
					36	-24,920	-10,495	-7,528	-3,816
					37	-25,825	-11,008	-7,774	-3,909
					38	-26,730	-11,521	-8,019	-4,001
					39	-27,635	-12,034	-8,265	-4,094
					40	-28,540	-12,547	-8,510	-4,187
					41	-29,445	-13,061	-8,756	-4,280
					42 ⁱ	-28,266	-12,358	-8,284	-4,104
					43	-27,087	-11,656	-7,813	-3,927
					44	-25,907	-10,954	-7,341	-3,751
					45	-24,728	-10,251	-6,869	-3,575
					46	-23,549	-9,549	-6,398	-3,398
Vinter					47	-22,37	-8,846	-5,926	-3,222
					48	-21,19	-8,144	-5,455	-3,045
					49	-20,011	-7,442	-4,983	-2,869
					50	-18,832	-6,739	-4,511	-2,692
					51	-17,652	-6,037	-4,040	-2,516
					52	-16,473	-5,335	-3,568	-2,339

ⁱ Ved beregning av koeffisientene for uke 42 til 52 er koeffisienten for uke 1 benyttet. Dette blir ikke helt riktig da man for disse ukene burde benyttet koeffisientene for uke 1 i påfølgende periode.

Om utelatte variable og autokorrelasjon

1. Problemer vedrørende utelatte variable

Anta at den "sanne" modellen er gitt ved

$$1) Y_j = k'_0 + k'_1 X_j + k'_2 Z_j + \varepsilon_j$$

I dette tilfellet kan Y tolkes som elektrisitetsforbruk, X som temperatur og Z er den utelatte variabelen. ε_i er et stokastisk restledd som oppfyller hvitstøy-forutsetningene. Dersom vi istedenfor 1) estimerer

$$2) Y_j = k'_0 + k'_1 X_j + \mu_j,$$

vil det stokastiske restleddet være gitt ved

$$3) \mu_j = k'_2 Z_j + \varepsilon_j.$$

1.1. Bevis for at utelatte variable kan medføre autokorrelasjon

$E(\mu_j \mu_s | X) = E((k'_2 Z_j + \varepsilon_j)(k'_2 Z_s + \varepsilon_s) | X) = E(k'^2_2 Z_j Z_s + k'_2 Z_j \varepsilon_s + k'_2 Z_s \varepsilon_j + \varepsilon_j \varepsilon_s | X) = k'^2_2 E(Z_j Z_s | X) + k'_2 E(Z_j \varepsilon_s | X) + k'_2 E(Z_s \varepsilon_j | X) + E(\varepsilon_j \varepsilon_s | X) = k'^2_2 E(Z_j Z_s | X) \neq 0$, gitt at $E(Z_j Z_s | X) \neq 0$, eller dersom X og Z er stokastisk uavhengige $E(Z_j Z_s) \neq 0^1$. Dette innebærer at vi vil ha autokorrelasjon ved utelatte variable dersom de(n) utelatte variable(n) selv er autokorrelert.

1.2. Bevis for at utelatte variable kan medføre forventningsskjev estimater

Dersom vi istedenfor 1) estimerer 2) vil OLS estimatoren for k'_1 være gitt ved

$$4) k_1 = \frac{\sum_{j=1}^n y_j x_j}{\sum_{j=1}^n x_j^2},$$

hvor $y_j = (Y_j - \bar{Y})$ og $x_j = (X_j - \bar{X})$ der $\bar{Y}$ og $\bar{X}$ er gjennomsnittsverdier.

¹ Stokastisk uavhengighet mellom X og Z impliserer at $E(Z_j Z_s | X) = E(Z_j Z_s)$.

$$\Rightarrow k_1 = \frac{\sum_{j=1}^n (k'_1 x_j + k'_2 z_j + \varepsilon_j) x_j}{\sum_{j=1}^n x_j^2} \Rightarrow k_1 = k'_1 + k'_2 \frac{\sum_{j=1}^n z_j x_j}{\sum_{j=1}^n x_j^2} + \frac{\sum_{j=1}^n x_j \varepsilon_j}{\sum_{j=1}^n x_j^2},$$

$$\text{hvor } \frac{\sum_{j=1}^n z_j x_j}{\sum_{j=1}^n x_j^2} \equiv b_{zx} \text{ og } \frac{\sum_{j=1}^n x_j \varepsilon_j}{\sum_{j=1}^n x_j^2} \equiv b_x \varepsilon \text{ og } E(k_1 | X) = k'_1 + k'_2 b_{zx}.$$

b_{zx} kan tolkes som en regresjonskoeffisient i regresjon av x_j mot z_j . Dersom vi har $z_j = a_0 + a_1 x_j$,

$$\text{vil OLS estimatoren for } a_1 \text{ være gitt ved: } \hat{a}_1 = \frac{\sum_{j=1}^n z_j x_j}{\sum_{j=1}^n x_j^2} = b_{zx}. b_x \varepsilon \text{ er lik null pr. forutsetning}^2.$$

Dette innebærer at k_1 er forventningsskjev hvis x og z er korrelert.

Estimatoren for k'_0 vil være gitt ved

$$k_0 = \bar{Y} - k_1 \bar{X}$$

$$E(k_0 | X) = \bar{Y} - k_1 \bar{X} \Rightarrow E(k_0 | X) = k'_0 + k_1 \bar{X}_j + k_2 \bar{Z}_j - k_1 \bar{X} \Rightarrow E(k_0 | X) = k'_0 + k_2 \bar{Z}_j$$

Dette innebærer at k_0 vil være forventningsskjev dersom $\bar{Z}_j \neq 0$, altså selv om x og z er ukorrelert.

2. Bevis for at bruk av OLS ved autokorrelasjon gir forventningsrette estimatorer

Jeg vil vise dette ved en generell modell, og benytter matriser for å forenkle fremstillingen.

$$1) y = x\beta + \varepsilon,$$

$$\text{hvor } y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix}, \beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_M \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} 1 & x_{1,2} & \cdots & x_{1,M} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{N,2} & \cdots & x_{N,M} \end{bmatrix}, \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \varepsilon_N \end{bmatrix}.$$

² $\sum_{j=1}^n x_j \varepsilon_j$ er den empiriske kovariansen mellom x og ε . Vi har da at $p \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{j=1}^n x_j \varepsilon_j = \text{cov}(x_j, \varepsilon_j)$. Ved bruk av

forutsetning i) og regelen om dobbel forventning (se Biørn (1995) s. 18) har vi at $\text{cov}(x_j, \varepsilon_j) = E(x_j \varepsilon_j) = E[E(x_j \varepsilon_j | x_j)] \equiv E[x_j E(\varepsilon_j | x_j)] \equiv E[x_j 0] = 0$.

N er antall observasjoner og M er antall forklaringsvariable.

Forutsetning i)-iii) kan skrives som

$$i) E(\varepsilon | x) = 0$$

$$ii) \text{ og } iii) E(\varepsilon \varepsilon' | x) = \sigma^2 I_n. \text{ Hvor } \varepsilon' \text{ er den transponerte matrisen og } I_n \text{ er identitetsmatrisen.}$$

Autokorrelasjon innebærer at $E(\varepsilon \varepsilon' | x) = \sigma^2 \Omega$, hvor $\Omega \neq I_n$.

I det generelle tilfelle vil Ω være gitt ved

$$\Omega = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{N-1} \\ \rho_1 & 1 & \cdots & \rho_{N-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{N-1} & \rho_{N-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

I tilfellet hvor vi har en autoregressiv prosess av 1. orden vil Ω være gitt ved

$$\Omega = \begin{bmatrix} 1 & \rho & \rho^2 & \cdots & \rho^{N-1} \\ \rho & 1 & \rho & \cdots & \rho^{N-2} \\ \rho^2 & \rho & \ddots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \ddots & \vdots \\ \rho^{N-1} & \rho^{N-2} & \cdots & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Som regel kjenner vi ikke Ω , og denne må da estimeres.

OLS-estimatoren for β er gitt ved

$$\bar{\beta} = (x'x)^{-1}x'y$$

$$\bar{\beta} - \beta = (x'x)^{-1}x'y - \beta = (x'x)^{-1}x'(x\beta + \varepsilon) - \beta = \beta + (x'x)^{-1}x'\varepsilon - \beta = (x'x)^{-1}x'\varepsilon$$

$$E(\bar{\beta} | x) = \beta + (x'x)^{-1}x'E(\varepsilon | x) = \beta.$$

Bruk av OLS ved autokorrelasjon gir forventningsrette estimater.

3. Bevis for at bruk av OLS ved autokorrelasjon kan gi forventningsskjevt estimat for variansen og feil t-verdier

Variansen til $\bar{\beta}$ ved OLS er gitt ved

$$\text{var}(\bar{\beta} | x) = \sigma^2 (x'x)^{-1}$$

Et forventningsrett estimat til denne variansen er gitt ved

$$\bar{\sigma}^2 = [(y - x\bar{\beta})'(y - x\bar{\beta})]/(N-M)$$

Variansen til $\bar{\beta}$ ved autokorrelasjon er gitt ved

$$\text{var}(\bar{\beta} | x) = E[(\bar{\beta} - \beta)(\bar{\beta} - \beta)' | x] = E[(x'x)^{-1}x'\epsilon\epsilon'x(x'x)^{-1} | x] = (x'x)^{-1}x'E[\epsilon\epsilon' | x]x(x'x)^{-1} = (x'x)^{-1}x'\sigma^2\Omega x(x'x)^{-1} = \sigma^2 (x'x)^{-1}x'\Omega x(x'x)^{-1}$$

Vi ser at estimatet for variansen basert på OLS vil være et forventningsskjevt estimat ved autokorrelasjon. Når vi har forventningsskjevt estimat for variansen til β vil også t-verdiene til β bli feil, fordi t-verdiene er gitt ved $t = \bar{\beta}/\text{sd}$ (hvor sd er standardavviket til $\bar{\beta}$). Dette innebærer som tidligere nevnt at vi kan risikere å feilaktig forkaste en variabel dersom estimert varians basert på OLS overestimerer den sanne variansen. Tilsvarende kan vi risikere å feilaktig godta en variabel dersom estimert varians underestimerer den sanne variansen.

Vedlegg 6

Durbin-Watson d-test for NVEs modell

Tabell 9. d-verdier for skritt 1

		Vinter	Vår	Sommer	Høst
Region 1	1990	1,485	1,460	1,346	2,736
	1991	1,934	2,006	0,762	2,072
	1992	2,402	1,976	1,384	2,070
	1993	2,066	2,297	0,659	2,297
Region 2	1990	1,533	1,338	1,689	1,560
	1991	1,958	2,746	2,023	2,459
	1992	1,751	1,976	1,218	2,077
	1993	1,816	1,651	1,165	2,462
Region 3	1990	2,234	2,761	1,948	1,136
	1991	2,478	1,644	1,757	1,119
	1992	2,928	1,976	1,293	1,994
	1993	1,870	2,426	2,274	1,795
Region 4	1990	2,452	1,732	2,366	1,732
	1991	2,458	1,856	1,768	1,396
	1992	2,017	1,976	2,063	0,974
	1993	1,609	2,846	1,624	0,882
0,05 signifikansnivå					
d _L		0,971	0,927	0,971	1,010
d _U		1,331	1,324	1,331	1,340
4-d _U		2,669	2,676	2,669	2,660
4-d _L		3,029	3,073	3,029	2,990

Tabell 10. d-verdier for skritt 5

					0,05 signifikansnivå			
	Region 1	Region 2	Region 3	Region 4	d _L	d _U	4-d _U	4-d _L
Vinter	2,271	2,238	2,536	1,749	1,503	1,585	2,415	2,497
Vår	1,359	0,946	1,801	1,499	1,475	1,566	2,434	2,525
Sommer	0,970	1,577	1,656	1,965	1,503	1,585	2,415	2,497
Høst	2,194	2,065	1,503	1,212	1,503	1,585	2,415	2,497

Korreksjonskoeffisienter for den økonomiske modellen³

År: mnd.	ΔU (Energi- enheter)	ΔE (GWh)	ΔF (1000 liter)
1975:2	6370	6,2	341
1975:3	6370	6,1	354
1975:4	6370	6,3	317
1975:5	6370	6,3	311
1975:6	6370	6,6	265
1975:7	6370	6,7	252
1975:8	6370	7,0	234
1975:9	6370	6,3	308
1975:10	6370	6,2	322
1975:11	6370	6,1	360
1975:12	6370	6,2	324
1976:1	6370	6,2	335
1976:2	6370	6,2	343
1976:3	6370	6,1	351
1976:4	6370	6,2	335
1976:5	6370	6,3	299
1976:6	6370	6,5	271
1976:7	6370	6,6	262
1976:8	6370	7,2	219
1976:9	6370	6,9	238
1976:10	6370	6,3	304
1976:11	6370	6,2	328
1976:12	6370	6,2	327

År: mnd.	ΔU (Energienheter)	ΔE (GWh)	ΔF (1000 liter)
1977:1	6370	6,1	364
1977:2	6370	6,2	332
1977:3	6370	6,1	367
1977:4	6370	6,2	334
1977:5	6370	6,4	297
1977:6	6370	6,6	268
1977:7	6370	6,5	277
1977:8	6370	7,0	231
1977:9	6370	6,7	250
1977:10	6370	6,2	323
1977:11	6370	6,3	312
1977:12	6370	6,2	321
1978:1	6370	6,2	342
1978:2	6370	6,2	327
1978:3	6370	6,1	354
1978:4	6370	6,2	326
1978:5	6370	6,5	281
1978:6	6370	6,6	268
1978:7	6370	6,7	255
1978:8	6370	7,2	220
1978:9	6370	6,7	251
1978:10	6370	6,3	314
1978:11	6370	6,2	320
1978:12	6370	6,3	312

³ Alt målt pr. graddøgntalls avvik fra normalgraddøgntall.

År: mnd.	ΔU (Energi- enheter)	ΔE (GWh)	ΔF (1000 liter)
1979:1	6370	6,2	342
1979:2	6370	6,1	351
1979:3	6370	6,1	361
1979:4	6370	6,2	319
1979:5	6370	6,5	279
1979:6	6370	6,4	290
1979:7	6370	6,4	293
1979:8	6370	6,4	283
1979:9	6370	6,8	247
1979:10	6370	6,7	254
1979:11	6370	6,4	294
1979:12	6370	6,4	290
1980:1	6370	6,2	303
1980:2	6370	6,3	288
1980:3	6370	6,2	310
1980:4	6370	6,3	282
1980:5	6370	6,4	261
1980:6	6370	6,8	222
1980:7	6370	6,6	247
1980:8	6370	7,6	186
1980:9	6370	7,1	202
1980:10	6370	6,6	247
1980:11	6370	6,3	278
1980:12	6370	6,5	250

År: mnd.	ΔU (Energi- enheter)	ΔE (GWh)	ΔF (1000 liter)
1981:1	6370	6,3	269
1981:2	6370	6,4	245
1981:3	6370	6,4	249
1981:4	6370	6,4	254
1981:5	6370	6,8	207
1981:6	6370	7,0	191
1981:7	6370	7,1	188
1981:8	6370	7,3	175
1981:9	6370	7,0	191
1981:10	6370	6,7	214
1981:11	6370	6,4	248
1981:12	6370	6,6	219
1982:1	6370	6,3	256
1982:2	6370	6,4	224
1982:3	6370	6,5	216
1982:4	6370	6,6	205
1982:5	6370	6,7	197
1982:6	6370	7,1	171
1982:7	6370	6,5	210
1982:8	6370	7,4	156
1982:9	6370	6,9	179
1982:10	6370	6,6	203
1982:11	6370	6,6	201
1982:12	6370	6,6	205

År: mnd.	ΔU (Energi- enheter)	ΔE (GWh)	ΔF (1000 liter)
1983:1	6370	6,4	208
1983:2	6370	6,7	177
1983:3	6370	6,5	196
1983:4	6370	6,6	186
1983:5	6370	6,9	164
1983:6	6370	6,9	162
1983:7	6370	6,8	169
1983:8	6370	7,1	152
1983:9	6370	6,9	164
1983:10	6370	6,7	179
1983:11	6370	6,6	184
1983:12	6370	6,5	196
1984:1	6370	6,4	187
1984:2	6370	6,5	185
1984:3	6370	6,5	177
1984:4	6370	6,6	172
1984:5	6370	6,8	154
1984:6	6370	6,9	150
1984:7	6370	6,7	163
1984:8	6370	6,9	149
1984:9	6370	7,0	144
1984:10	6370	6,7	160
1984:11	6370	6,6	168
1984:12	6370	6,6	168
1985:1	6370	6,6	155
1985:2	6370	6,4	177
1985:3	6370	6,4	178
1985:4	6370	6,6	150
1985:5	6370	6,8	139
1985:6	6370	6,8	137
1985:7	6370	6,8	141
1985:8	6370	6,9	135
1985:9	6370	7,0	131
1985:10	6370	6,6	159
1985:11	6370	6,5	165
1985:12	6370	6,5	166

År: mnd.	ΔU (Energi- enheter)	ΔE (GWh)	ΔF (1000 liter)
1987:1	6370	6,3	173
1987:2	6370	6,3	179
1987:3	6370	6,3	169
1987:4	6370	6,3	169
1987:5	6370	6,5	140
1987:6	6370	6,5	136
1987:7	6370	6,4	154
1987:8	6370	6,4	157
1987:9	6370	6,6	133
1987:10	6370	6,4	148
1987:11	6370	6,4	154
1987:12	6370	6,4	160
1988:1	6370	6,3	170
1988:2	6370	6,4	140
1988:3	6370	6,3	157
1988:4	6370	6,3	161
1988:5	6370	6,5	132
1988:6	6370	6,5	131
1988:7	6370	6,4	147
1988:8	6370	6,4	139
1988:9	6370	6,4	135
1988:10	6370	6,4	138
1988:11	6370	6,3	153
1988:12	6370	6,3	164
1989:1	6370	6,3	154
1989:2	6370	6,4	136
1989:3	6370	6,3	139
1989:4	6370	6,4	133
1989:5	6370	6,4	125
1989:6	6370	6,5	121
1989:7	6370	6,4	135
1989:8	6370	6,4	129
1989:9	6370	6,4	123
1989:10	6370	6,4	125
1989:11	6370	6,3	141
1989:12	6370	6,4	137

År: mnd.	ΔU (Energi- enheter)	ΔE (GWh)	ΔF (1000 liter)
1986:1	6370	6,4	169
1986:2	6370	6,4	173
1986:3	6370	6,4	173
1986:4	6370	6,5	153
1986:5	6370	6,5	154
1986:6	6370	6,4	160
1986:7	6370	6,5	154
1986:8	6370	6,6	138
1986:9	6370	6,5	152
1986:10	6370	6,4	168
1986:11	6370	6,4	170
1986:12	6370	6,5	155
1991:1	6370	6,4	118
1991:2	6370	6,4	113
1991:3	6370	6,4	106
1991:4	6370	6,5	94
1991:5	6370	6,6	89
1991:6	6370	6,5	102
1991:7	6370	6,4	106
1991:8	6370	6,4	110
1991:9	6370	6,5	94
1991:10	6370	6,5	100
1991:11	6370	6,4	112
1991:12	6370	6,4	103
1992:1	6370	6,4	98
1992:2	6370	6,4	96
1992:3	6370	6,4	95
1992:4	6370	6,5	90
1992:5	6370	6,5	88
1992:6	6370	6,5	90
1992:7	6370	6,4	98
1992:8	6370	6,4	102
1992:9	6370	6,4	98
1992:10	6370	6,5	87
1992:11	6370	6,4	100
1992:12	6370	6,5	90

År: mnd.	ΔU (Energi- enheter)	ΔE (GWh)	ΔF (1000 liter)
1990:1	6370	6,3	141
1990:2	6370	6,4	118
1990:3	6370	6,4	118
1990:4	6370	6,4	116
1990:5	6370	6,5	107
1990:6	6370	6,4	113
1990:7	6370	6,4	123
1990:8	6370	6,4	127
1990:9	6370	6,3	146
1990:10	6370	6,4	119
1990:11	6370	6,4	117
1990:12	6370	6,4	113
1994:1	6370	6,4	89
1994:2	6370	6,4	84
1994:3	6370	6,3	95
1994:4	6370	6,3	95
1994:5	6370	6,5	73
1994:6	6370	6,5	71
1994:7	6370	6,4	85
1994:8	6370	6,5	75
1994:9	6370	6,3	98
1994:10	6370	6,4	86
1994:11	6370	6,4	86
1994:12	6370	6,4	88
1995:1	6370	6,3	89
1995:2	6370	6,4	87
1995:3	6370	6,3	87
1995:4	6370	6,4	81
1995:5	6370	6,5	70
1995:6	6370	6,3	92
1995:7	6370	6,3	94
1995:8	6370	6,5	69
1995:9	6370	6,4	78
1995:10	6370	6,4	74
1995:11	6370	6,4	75
1995:12	6370	6,4	78

År: mnd.	ΔU (Energi- enheter)	ΔE (GWh)	ΔF (1000 liter)
1993:1	6370	6,4	96
1993:2	6370	6,5	83
1993:3	6370	6,4	88
1993:4	6370	6,4	87
1993:5	6370	6,5	78
1993:6	6370	6,4	95
1993:7	6370	6,4	97
1993:8	6370	6,5	78
1993:9	6370	6,4	93
1993:10	6370	6,3	107
1993:11	6370	6,5	84
1993:12	6370	6,5	85

År: mnd.	ΔU (Energi- enheter)	ΔE (GWh)	ΔF (1000 liter)
1996:1	6370	6,4	77
1996:2	6370	6,3	84
1996:3	6370	6,3	91
1996:4	6370	6,4	67
1996:5	6370	6,4	75
1996:6	6370	6,3	87
1996:7	6370	6,3	95
1996:8	6370	6,4	79
1996:9	6370	6,3	83
1996:10	6370	6,3	99
1996:11	6370	6,3	89
1996:12	6370	6,3	93

Vedlegg 8

Datamaterialet til NVEs modell

År:uke	Region 1			Region 2		
	El. forbruk i GWh ⁴	Normaltemp i °C	Temperatur i °C	El. forbruk i GWh	Normaltemp i °C	Temperatur i °C
1990:1	1017,4	-4,1	4,7	328,9	2,1	1,7
1990:2	942,1	-4,6	2,0	304,5	1,7	6,2
1990:3	930,2	-5,0	2,8	302,2	1,3	5,5
1990:4	953,2	-5,2	1,2	314,4	1,0	4,1
1990:5	886,4	-5,2	3,2	305,3	0,9	6,1
1990:6	872,6	-4,9	4,6	298,6	0,9	6,5
1990:7	941,5	-4,4	0,2	309,2	1,1	3,6
1990:8	858,1	-3,7	5,0	290,5	1,4	6,8
1990:9	888,7	-3,0	1,7	305,2	1,9	2,5
1990:10	889,2	-2,1	2,5	310,4	2,4	3,1
1990:11	837,3	-1,1	4,0	296,0	2,9	6,3
1990:12	778,5	0,0	7,1	284,4	3,4	6,9
1990:13	757,8	1,1	6,1	281,9	3,8	6,2
1990:14	812,8	2,5	3,6	290,2	4,3	4,1
1990:15	669,5	3,9	5,4	253,5	5,1	5,7
1990:16	730,3	5,4	6,4	255,7	6,1	7,0
1990:17	654,5	6,9	9,5	237,6	7,1	8,6
1990:18	526,2	8,3	15,2	199,5	8,3	12,6
1990:19	523,7	9,7	14,8	177,2	9,4	13,8
1990:20	542,6	11,1	11,3	175,1	10,4	11,5
1990:21	564,0	12,2	10,0	205,1	11,2	8,2
1990:22	532,9	13,1	12,5	192,9	11,8	10,9
1990:23	512,4	13,9	15,4	172,3	12,1	14,9
1990:24	512,6	14,8	17,6	161,1	12,7	15,3
1990:25	527,0	15,5	14,9	165,4	13,1	14,8
1990:26	505,8	16,2	15,1	168,5	13,8	12,6
1990:27	500,5	16,9	14,3	172,2	14,4	13,5
1990:28	446,7	17,4	14,8	164,2	15,0	12,5
1990:29	398,2	17,7	19,3	145,3	15,5	15,2
1990:30	401,7	17,8	18,4	137,7	15,8	16,8
1990:31	430,2	17,5	19,4	148,5	15,7	17,1
1990:32	444,5	17,0	16,1	176,0	15,4	13,4
1990:33	486,2	16,3	16,3	171,6	15,0	14,9

⁴ Elektrisitetsforbruk i alminnelig forsyning (brutto dvs. inkl. pumpekraft, nett-tap og tilfeldig kraft til el. kjeler).

År:uke	Region 1			Region 2		
	El. forbruk i GWh ⁵	Normaltemp i °C	Temperatur i °C	El. forbruk i GWh	Normaltemp i °C	Temperatur i °C
1990:36	574,4	13,1	12,3	188,3	13,1	13,5
1990:37	612,2	11,8	12,0	202,2	12,4	11,1
1990:38	656,0	10,6	8,8	227,3	11,6	8,5
1990:39	723,1	9,2	7,1	234,6	10,8	8,7
1990:40	712,7	7,9	8,2	236,1	9,8	9,7
1990:41	724,1	6,6	7,2	247,6	8,9	9,5
1990:42	730,5	5,4	8,8	240,2	8,0	11,5
1990:43	910,7	4,2	0,1	263,6	7,4	5,1
1990:44	846,7	3,1	4,3	260,1	6,7	9,0
1990:45	908,2	2,0	1,3	290,7	6,0	5,0
1990:46	883,0	1,1	2,9	278,5	5,5	8,2
1990:47	1055,2	0,4	-3,6	317,2	5,0	3,5
1990:48	1043,1	-0,3	-2,4	315,9	4,5	3,3
1990:49	1019,1	-1,0	0,3	325,2	4,0	3,9
1990:50	1065,1	-1,7	-2,5	322,4	3,5	3,0
1990:51	1065,3	-2,6	-2,8	321,4	3,0	3,2
1990:52	909,2	-3,3	2,3	288,0	2,6	5,4
1991:1	990,9	-4,0	-1,5	303,4	2,1	3,9
1991:2	1069,8	-4,6	-2,7	331,9	1,7	1,9
1991:3	1157,0	-5,0	-7,4	335,3	1,3	2,3
1991:4	1054,0	-5,2	-1,2	316,1	1,0	4,4
1991:5	1096,5	-5,2	-3,3	332,0	0,9	2,3
1991:6	1203,7	-4,9	-7,3	371,1	0,9	-2,3
1991:7	1190,1	-4,5	-7,6	375,9	1,1	-2,9
1991:8	1007,8	-3,8	-0,2	326,7	1,4	2,8
1991:9	1011,4	-3,1	-0,4	325,5	1,8	2,4
1991:10	1013,2	-2,2	-0,4	312,4	2,3	4,9
1991:11	957,4	-1,3	1,0	290,7	2,8	5,9
1991:12	925,0	-0,2	2,6	288,7	3,3	6,5
1991:13	740,7	1,0	5,0	247,0	3,7	5,4
1991:14	833,4	2,3	4,9	300,4	4,2	6,7
1991:15	782,7	3,7	6,7	255,1	4,9	8,5
1991:16	819,8	5,2	3,8	286,6	6,0	4,1
1991:17	742,6	6,7	5,3	248,9	7,0	6,2
1991:18	674,5	8,1	8,6	221,6	8,2	9,1
1991:19	615,4	9,5	9,9	216,8	9,3	8,3

⁵ Elektrisitetsforbruk i alminnelig forsyning (brutto dvs. inkl. pumpekraft, nett-tap og tilfeldig kraft til el. kjeler).

År:uke	Region 1			Region 2		
	El. forbruk i GWh ⁶	Normaltemp i °C	Temperatur i °C	El. forbruk i GWh	Normaltemp i °C	Temperatur i °C
1991:20	598,2	10,9	10,0	222,6	10,3	8,0
1991:21	597,7	12,1	11,1	229,9	11,1	8,1
1991:22	558,8	13,0	13,6	189,1	11,7	11,3
1991:23	601,6	13,8	10,3	204,9	12,1	8,3
1991:24	607,2	14,7	11,4	193,0	12,6	11,6
1991:25	581,6	15,4	12,3	191,4	13,1	11,4
1991:26	541,8	16,1	13,9	172,9	13,7	12,9
1991:27	469,9	16,8	18,7	143,9	14,3	17,1
1991:28	439,7	17,3	19,5	136,0	15,0	18,3
1991:29	437,1	17,7	15,9	140,5	15,5	15,0
1991:30	428,2	17,8	18,2	137,5	15,8	16,0
1991:31	432,4	17,6	20,9	137,4	15,7	19,5
1991:32	473,4	17,1	17,8	157,1	15,5	15,9
1991:33	497,6	16,4	15,2	173,0	15,1	13,8
1991:34	502,3	15,5	17,2	166,7	14,6	15,5
1991:35	520,8	14,4	15,1	169,9	13,9	13,8
1991:36	528,9	13,3	14,7	180,7	13,3	13,1
1991:37	574,2	12,0	11,6	201,4	12,5	11,1
1991:38	625,5	10,7	11,1	195,5	11,7	11,7
1991:39	653,0	9,4	8,9	227,0	10,9	9,5
1991:40	703,4	8,1	7,3	244,7	9,9	7,8
1991:41	697,5	6,8	8,7	222,5	9,0	10,4
1991:42	754,0	5,5	7,5	247,7	8,1	8,2
1991:43	817,2	4,3	3,3	263,2	7,4	6,0
1991:44	826,4	3,2	4,7	263,5	6,8	7,2
1991:45	849,4	2,1	3,9	288,3	6,1	5,5
1991:46	923,5	1,3	1,3	307,4	5,5	3,2
1991:47	983,1	0,5	-1,8	311,7	5,1	3,2
1991:48	876,6	-0,2	4,9	277,6	4,6	8,6
1991:49	982,5	-0,9	0,5	314,7	4,0	4,4
1991:50	956,6	-1,6	0,8	315,5	3,6	6,2
1991:51	967,3	-2,5	1,1	307,8	3,1	4,4
1991:52	895,8	-3,2	-2,1	300,1	2,7	3,5

⁶ Elektrisitetsforbruk i alminnelig forsyning (brutto dvs. inkl. pumpekraft, nett-tap og tilfeldig kraft til el. kjeler).

År:uke	Region 1			Region 2		
	El. forbruk i GWh ⁷	Normaltemp i °C	Temperatur i °C	El. forbruk i GWh	Normaltemp i °C	Temperatur i °C
1992:1	892,6	-3,9	1,7	299,7	2,2	5,2
1992:2	970,5	-4,5	-0,1	316,0	1,8	3,4
1992:3	941,6	-4,9	1,6	307,5	1,4	5,1
1992:4	1060,4	-5,1	-4,9	323,0	1,1	3,9
1992:5	971,9	-5,2	-1,2	306,0	0,9	5,0
1992:6	956,8	-5,0	-0,7	302,0	0,9	4,6
1992:7	970,2	-4,6	0,2	306,4	1,0	4,5
1992:8	987,3	-3,9	-2,3	330,1	1,3	1,8
1992:9	880,3	-3,2	3,1	296,0	1,8	5,7
1992:10	874,8	-2,4	3,1	294,0	2,3	6,4
1992:11	894,3	-1,4	2,1	329,0	2,8	3,1
1992:12	851,8	-0,3	2,9	311,9	3,2	3,6
1992:13	851,9	0,8	3,4	299,7	3,7	4,0
1992:14	904,8	2,1	0,3	296,0	4,2	2,6
1992:15	760,4	3,5	5,2	269,8	4,8	6,5
1992:16	722,1	5,0	3,2	260,8	5,8	4,9
1992:17	726,8	6,5	4,9	294,4	6,8	5,8
1992:18	696,9	7,9	7,4	244,7	8,0	7,5
1992:19	672,2	9,3	9,0	269,6	9,1	6,9
1992:20	626,8	10,7	9,4	226,0	10,2	9,9
1992:21	513,6	11,9	16,3	218,8	11,0	13,8
1992:22	467,2	12,9	19,8	143,1	11,7	18,7
1992:23	473,1	13,7	20,9	148,5	12,0	19,9
1992:24	448,7	14,6	19,0	155,6	12,5	19,8
1992:25	451,6	15,3	16,4	173,2	13,0	13,0
1992:26	480,5	16,0	16,9	168,1	13,6	13,5
1992:27	474,8	16,7	15,5	162,4	14,2	13,7
1992:28	424,9	17,3	18,2	150,2	14,9	14,7
1992:29	392,8	17,7	16,4	154,1	15,4	14,1
1992:30	399,5	17,8	17,3	154,4	15,7	15,7
1992:31	448,4	17,6	15,6	161,0	15,7	13,1
1992:32	555,1	17,2	14,9	182,5	15,5	13,6
1992:33	506,9	16,5	14,5	194,6	15,1	13,7
1992:34	515,3	15,6	14,7	184,8	14,7	14,0
1992:35	551,2	14,6	13,1	193,5	14,0	12,8
1992:36	591,9	13,5	11,7	192,0	13,4	12,3

⁷ Elektrisitetsforbruk i alminnelig forsyning (brutto dvs. inkl. pumpekraft, nett-tap og tilfeldig kraft til el. kjeler).

År:uke	Region 1			Region 2		
	El. forbruk i GWh ⁸	Normaltemp i °C	Temperatur i °C	El. forbruk i GWh	Normaltemp i °C	Temperatur i °C
1992:37	602,8	12,2	11,0	211,6	12,6	12,9
1992:38	609,8	10,9	10,9	213,6	11,8	11,1
1992:39	619,9	9,6	12,7	212,1	11,0	12,8
1992:40	665,3	8,3	8,1	214,1	10,1	11,8
1992:41	719,4	7,0	7,5	238,1	9,1	9,5
1992:42	841,7	5,7	2,2	279,6	8,2	5,1
1992:43	910,1	4,5	0,6	322,0	7,5	3,5
1992:44	943,5	3,4	-0,6	315,7	6,9	3,6
1992:45	889,1	2,3	2,6	312,0	6,2	6,5
1992:46	906,9	1,4	1,8	315,4	5,6	4,5
1992:47	972,2	0,6	0,0	332,4	5,1	2,2
1992:48	954,4	-0,1	0,1	320,2	4,6	5,5
1992:49	921,8	-0,8	2,4	321,8	4,1	5,3
1992:50	1001,3	-1,5	-0,3	327,0	3,6	3,7
1992:51	966,8	-2,3	2,0	322,7	3,2	5,3
1992:52	1024,6	-3,1	-5,2	329,7	2,8	2,1
1993:1	997,9	-4,3	-2,6	339,9	1,9	3,9
1993:2	948,5	-4,8	0,5	345,2	1,5	4,6
1993:3	955,1	-5,1	2,0	330,8	1,1	4,1
1993:4	1114,7	-5,2	2,4	367,6	0,9	4,4
1993:5	990,9	-5,1	-5,9	330,8	0,9	-2,0
1993:6	1013,7	-4,7	1,4	325,8	1,0	4,0
1993:7	987,0	-4,1	-1,4	334,2	1,2	4,5
1993:8	1024,1	-3,4	-0,2	344,3	1,6	3,6
1993:9	1027,5	-2,6	-3,6	344,3	2,1	1,6
1993:10	919,8	-1,7	-3,0	323,4	2,6	0,4
1993:11	837,6	-0,6	0,3	311,3	3,1	4,3
1993:12	856,6	0,5	3,9	318,9	3,5	6,1
1993:13	882,7	1,7	2,8	310,6	4,0	3,2
1993:14	769,6	3,1	1,4	254,8	4,6	4,0
1993:15	774,1	4,6	2,6	274,0	5,5	6,0
1993:16	752,0	6,0	4,2	167,5	6,6	4,6
1993:17	552,0	7,5	6,2	188,2	7,6	7,8
1993:18	670,8	8,9	14,9	222,2	8,8	14,1
1993:19	579,9	10,3	9,2	170,2	9,9	8,1
1993:20	470,1	11,6	13,9	187,7	10,8	11,5

⁸ Elektrisitetsforbruk i alminnelig forsyning (brutto dvs. inkl. pumpekraft, nett-tap og tilfeldig kraft til el. kjeler).

År:uke	Region 1			Region 2		
	El. forbruk i GWh ⁹	Normaltemp i °C	Temperatur i °C	El. forbruk i GWh	Normaltemp i °C	Temperatur i °C
1993:21	511,6	12,6	16,3	181,7	11,5	16,0
1993:22	519,3	13,4	13,3	192,0	11,9	12,8
1993:23	510,2	14,3	12,8	162,1	12,3	10,3
1993:24	526,8	15,1	15,2	174,2	12,9	14,6
1993:25	523,0	15,8	11,8	172,4	13,4	10,3
1993:26	489,0	16,5	13,6	173,7	14,0	11,2
1993:27	473,6	17,1	17,5	194,4	14,7	13,9
1993:28	459,3	17,6	13,8	176,5	15,3	10,9
1993:29	431,3	17,8	15,5	174,5	15,7	13,3
1993:30	451,1	17,7	15,2	172,7	15,7	13,3
1993:31	485,4	17,3	14,6	180,7	15,6	13,1
1993:32	507,0	16,7	14,7	186,2	15,2	14,0
1993:33	528,2	15,9	13,6	196,6	14,8	12,5
1993:34	552,4	14,9	13,1	208,5	14,2	12,4
1993:35	614,7	13,8	11,9	205,2	13,6	12,0
1993:36	610,7	12,6	12,2	206,0	12,8	11,9
1993:37	686,8	11,3	10,4	225,3	12,1	11,2
1993:38	702,7	10,0	7,1	233,9	11,3	9,4
1993:39	745,1	8,7	8,3	244,0	10,4	10,8
1993:40	719,9	7,4	6,9	241,5	9,4	10,3
1993:41	806,9	6,1	8,9	283,0	8,5	10,4
1993:42	905,2	4,9	3,7	298,6	7,7	5,9
1993:43	868,1	3,7	1,8	290,0	7,1	5,6
1993:44	942,1	2,6	2,3	320,1	6,4	7,0
1993:45	941,3	1,6	0,2	317,5	5,8	3,8
1993:46	1002,6	0,8	2,2	343,1	5,3	5,5
1993:47	1070,2	0,1	0,1	377,7	4,8	3,2
1993:48	1056,0	-0,6	-2,1	362,3	4,3	1,3
1993:49	1089,1	-1,3	-3,3	358,3	3,8	1,8
1993:50	1156,7	-2,1	-2,7	367,4	3,3	1,8
1993:51	1082,3	-2,9	-6,3	371,3	2,9	1,7
1993:52	1107,0	-3,6	-2,2	367,9	2,4	0,5

⁹ Elektrisitetsforbruk i alminnelig forsyning (brutto dvs. inkl. pumpekraft, nett-tap og tilfeldig kraft til el. kjeler).

År:uke	Region 3			Region 4		
	El. forbruk i GWh ¹⁰	Normaltemp i °C	Temperatur i °C	El. forbruk i GWh	Normaltemp i °C	Temperatur i °C
1990:1	326,4	-2,5	-4,4	128,4	-2,1	-3,6
1990:2	314,0	-3,0	2,5	141,2	-2,4	-2,8
1990:3	306,5	-3,4	2,5	144,2	-2,8	-4,3
1990:4	316,5	-3,5	-0,7	139,1	-3,1	-3,2
1990:5	307,0	-3,4	2,6	131,9	-3,2	-1,2
1990:6	295,5	-3,3	5,3	123,8	-3,3	1,5
1990:7	310,9	-3,0	1,3	131,8	-3,3	-2,7
1990:8	291,0	-2,5	5,4	123,8	-3,3	1,1
1990:9	299,8	-1,9	1,9	129,4	-3,2	-3,6
1990:10	313,0	-1,4	1,2	131,6	-3,0	-3,8
1990:11	293,2	-0,9	2,7	126,4	-2,7	-2,6
1990:12	284,2	-0,3	4,5	114,7	-2,1	0,9
1990:13	282,9	0,6	4,2	118,5	-1,4	-0,1
1990:14	307,0	1,6	0,2	119,2	-0,5	-4,7
1990:15	217,9	2,8	6,0	99,3	0,3	2,8
1990:16	229,6	3,9	8,0	90,9	1,1	5,7
1990:17	239,0	5,1	8,0	97,4	1,9	4,3
1990:18	198,9	6,3	11,2	100,2	2,7	3,6
1990:19	206,7	7,5	10,1	103,8	3,6	1,3
1990:20	196,0	8,5	7,7	95,4	4,3	2,3
1990:21	203,9	9,3	6,7	85,0	5,3	4,4
1990:22	194,0	10,1	9,7	87,2	6,3	5,8
1990:23	161,7	10,8	16,7	62,5	7,5	11,2
1990:24	182,2	11,6	10,8	73,6	8,6	8,9
1990:25	162,7	12,4	15,9	61,9	9,7	13,9
1990:26	165,9	13,2	13,2	51,3	10,8	11,6
1990:27	171,7	14,1	15,0	61,5	11,7	13,5
1990:28	175,1	14,8	12,6	61,3	12,4	11,0
1990:29	159,3	15,2	14,8	58,2	12,8	14,8
1990:30	152,2	15,4	15,6	59,9	12,9	12,2
1990:31	161,6	15,1	16,6	55,3	12,6	14,8
1990:32	179,4	14,7	13,1	66,8	12,0	10,4
1990:33	158,7	14,0	17,0	57,6	11,4	16,7
1990:34	194,7	13,2	12,4	68,2	10,6	12,0
1990:35	194,0	12,2	14,4	67,5	9,8	11,6
1990:36	196,4	11,2	13,1	68,6	8,9	11,2

¹⁰ Elektrisitetsforbruk i alminnelig forsyning (brutto dvs. inkl. pumpekraft, nett-tap og tilfeldig kraft til el. kjeler).

År:uke	Region 3			Region 4		
	El. forbruk i GWh ¹¹	Normaltemp i °C	Temperatur i °C	El. forbruk i GWh	Normaltemp i °C	Temperatur i °C
1990:37	214,8	10,2	9,9	80,5	7,9	8,8
1990:38	218,8	9,2	8,3	83,9	7,0	8,9
1990:39	244,8	8,2	5,1	97,0	6,0	3,2
1990:40	235,4	7,1	7,8	94,9	5,1	5,4
1990:41	254,2	6,1	5,7	106,3	4,1	2,7
1990:42	235,9	5,0	8,6	105,8	3,2	4,5
1990:43	271,2	4,1	0,8	107,1	2,4	4,5
1990:44	273,9	3,2	4,6	112,4	1,7	2,4
1990:45	280,0	2,4	5,5	120,2	1,1	0,3
1990:46	290,5	1,7	3,5	129,1	0,7	-3,5
1990:47	323,1	1,2	-2,1	140,0	0,3	-4,1
1990:48	311,8	0,6	3,1	135,9	-0,2	-2,2
1990:49	335,2	0,1	2,4	135,6	-0,5	-0,9
1990:50	329,9	-0,5	-0,3	132,4	-0,9	0,7
1990:51	319,4	-1,1	1,2	131,1	-1,3	0,4
1990:52	264,2	-1,7	5,3	118,9	-1,7	2,1
1991:1	311,3	-2,4	-0,9	132,1	-2,0	-4,1
1991:2	350,6	-2,9	-2,8	154,7	-2,4	-7,5
1991:3	338,4	-3,3	-5,3	129,3	-2,7	1,9
1991:4	312,8	-3,5	4,0	134,9	-3,0	0,2
1991:5	321,6	-3,5	1,0	136,5	-3,2	-0,9
1991:6	361,7	-3,3	-5,7	130,2	-3,3	0,6
1991:7	364,6	-3,0	-7,0	141,1	-3,3	-4,5
1991:8	326,1	-2,5	1,3	145,6	-3,3	-4,7
1991:9	327,9	-2,0	0,1	137,2	-3,3	-3,2
1991:10	309,4	-1,4	2,8	137,2	-3,0	-5,5
1991:11	306,3	-0,9	1,6	134,5	-2,7	-4,1
1991:12	286,7	-0,4	5,1	125,6	-2,2	-0,9
1991:13	235,8	0,4	4,5	111,0	-1,5	1,5
1991:14	257,9	1,4	5,9	113,6	-0,7	-0,3
1991:15	249,8	2,6	9,2	105,9	0,2	4,9
1991:16	276,2	3,7	1,8	115,3	1,0	-2,3
1991:17	243,9	4,9	5,7	102,7	1,8	2,5
1991:18	225,5	6,1	7,3	93,2	2,6	3,9
1991:19	233,9	7,3	7,4	96,6	3,4	1,3
1991:20	214,2	8,4	7,5	91,9	4,2	4,4

¹¹ Elektrisitetsforbruk i alminnelig forsyning (brutto dvs. inkl. pumpekraft, nett-tap og tilfeldig kraft til el. kjeler).

År:uke	Region 3			Region 4		
	El. forbruk i GWh ¹²	Normaltemp i °C	Temperatur i °C	El. forbruk i GWh	Normaltemp i °C	Temperatur i °C
1991:21	238,0	9,2	6,5	95,3	5,1	5,5
1991:22	242,5	10,0	7,1	93,7	6,2	5,2
1991:23	214,2	10,7	8,1	75,9	7,3	9,2
1991:24	194,4	11,5	12,5	55,5	8,4	12,6
1991:25	182,9	12,2	11,9	68,1	9,5	12,2
1991:26	192,5	13,1	11,8	66,2	10,6	12,1
1991:27	178,6	14,0	15,1	72,1	11,6	10,7
1991:28	164,7	14,8	18,0	70,2	12,3	9,5
1991:29	162,7	15,2	15,0	59,2	12,7	13,8
1991:30	163,4	15,4	14,9	58,6	12,9	11,9
1991:31	154,1	15,2	21,0	65,5	12,6	11,1
1991:32	171,6	14,8	16,3	63,6	12,1	12,3
1991:33	189,2	14,1	14,1	67,9	11,5	12,1
1991:34	197,1	13,3	14,7	67,8	10,8	11,9
1991:35	205,3	12,4	11,6	78,0	9,9	10,1
1991:36	224,6	11,4	9,8	90,8	9,0	6,1
1991:37	226,7	10,4	9,1	91,0	8,1	4,5
1991:38	221,4	9,4	10,1	95,0	7,1	5,3
1991:39	213,6	8,4	8,8	100,3	6,2	4,6
1991:40	233,3	7,3	5,1	105,0	5,2	3,3
1991:41	244,9	6,2	7,0	101,8	4,2	6,5
1991:42	258,8	5,1	4,2	117,8	3,3	1,9
1991:43	272,6	4,2	3,7	113,9	2,5	2,5
1991:44	299,1	3,3	1,8	118,2	1,8	2,5
1991:45	300,7	2,5	3,0	123,7	1,2	0,4
1991:46	317,7	1,8	2,0	129,2	0,7	-1,1
1991:47	332,6	1,2	-0,6	136,3	0,4	-1,9
1991:48	294,3	0,7	7,5	122,2	-0,2	2,1
1991:49	315,4	0,2	3,4	126,2	-0,5	1,1
1991:50	317,9	-0,4	2,0	130,4	-0,8	1,6
1991:51	334,0	-1,0	2,2	119,1	-1,2	-0,4
1991:52	278,8	-1,6	-1,2	133,8	-1,6	-3,6
1992:1	276,8	-2,3	3,3	129,1	-2,0	-1,2
1992:2	335,9	-2,8	0,9	146,8	-2,3	-5,3
1992:3	326,1	-3,3	2,6	138,7	-2,6	-3,2
1992:4	329,4	-3,5	-1,7	127,7	-3,0	2,7

¹² Elektrisitetsforbruk i alminnelig forsyning (brutto dvs. inkl. pumpekraft, nett-tap og tilfeldig kraft til el. kjeler).

År:uke	Region 3			Region 4		
	El. forbruk i GWh ¹³	Normaltemp i °C	Temperatur i °C	El. forbruk i GWh	Normaltemp i °C	Temperatur i °C
1992:5	307,9	-3,5	4,4	127,4	-3,2	1,5
1992:6	308,1	-3,3	2,5	137,4	-3,3	-1,7
1992:7	327,1	-3,1	-0,4	138,2	-3,3	-2,5
1992:8	325,7	-2,6	-2,4	130,2	-3,3	-0,9
1992:9	307,1	-2,1	3,3	129,0	-3,3	0,6
1992:10	291,6	-1,5	4,4	123,7	-3,1	1,2
1992:11	305,5	-1,0	3,8	120,4	-2,8	1,5
1992:12	296,4	-0,5	2,8	114,9	-2,3	0,8
1992:13	296,7	0,3	3,1	120,1	-1,6	-2,9
1992:14	315,4	1,2	-1,3	126,6	-0,8	-4,6
1992:15	298,8	2,4	4,5	119,3	0,1	0,0
1992:16	234,7	3,6	1,3	110,7	0,9	-1,8
1992:17	253,5	4,7	3,2	109,9	1,7	-0,1
1992:18	227,7	5,9	8,3	96,1	2,5	4,4
1992:19	255,9	7,1	6,2	97,9	3,3	3,5
1992:20	215,6	8,2	8,7	96,8	4,1	3,7
1992:21	202,1	9,1	12,8	95,3	5,0	4,9
1992:22	161,1	9,9	15,9	63,3	6,0	9,8
1992:23	146,2	10,6	19,3	69,8	7,1	11,1
1992:24	141,6	11,3	20,6	58,1	8,3	12,8
1992:25	193,9	12,1	12,2	76,5	9,4	9,4
1992:26	185,6	12,9	11,7	71,6	10,4	9,5
1992:27	196,3	13,9	10,9	73,8	11,5	8,9
1992:28	201,6	14,7	12,3	72,1	12,3	8,6
1992:29	149,2	15,1	14,3	66,6	12,7	10,2
1992:30	162,3	15,4	15,6	61,2	12,9	12,1
1992:31	176,9	15,2	14,4	70,2	12,7	11,5
1992:32	184,5	14,9	15,1	74,9	12,2	10,6
1992:33	191,2	14,2	13,9	77,0	11,6	8,6
1992:34	195,7	13,4	12,8	75,8	10,9	11,3
1992:35	228,1	12,5	12,8	72,5	10,0	10,9
1992:36	196,6	11,5	11,0	79,4	9,1	8,2
1992:37	210,1	10,5	13,0	81,3	8,2	8,8
1992:38	223,6	9,5	9,2	88,4	7,2	8,8
1992:39	228,1	8,6	12,2	90,4	6,3	8,3
1992:40	236,6	7,5	6,8	98,1	5,3	5,6

¹³ Elektrisitetsforbruk i alminnelig forsyning (brutto dvs. inkl. pumpekraft, nett-tap og tilfeldig kraft til el. kjeler).

År:uke	Region 3			Region 4		
	El. forbruk i GWh ¹⁴	Normaltemp i °C	Temperatur i °C	El. forbruk i GWh	Normaltemp i °C	Temperatur i °C
1992:41	279,3	6,4	6,3	105,7	4,3	3,4
1992:42	298,1	5,3	-0,7	129,1	3,4	-3,1
1992:43	313,1	4,3	-3,6	136,2	2,6	-4,0
1992:44	316,5	3,4	-2,9	128,0	1,9	-6,0
1992:45	304,7	2,6	2,3	146,8	1,3	-5,8
1992:46	305,4	1,9	1,8	130,0	0,8	1,7
1992:47	342,5	1,3	-0,9	145,3	0,4	-1,9
1992:48	335,0	0,8	1,0	150,9	-0,1	-4,8
1992:49	323,9	0,2	3,2	121,5	-0,5	0,3
1992:50	328,7	-0,3	1,0	122,0	-0,8	0,5
1992:51	327,1	-0,9	2,9	142,4	-1,2	-2,0
1992:52	307,2	-1,5	-0,3	130,4	-1,6	-0,5
1993:1	320,8	-2,7	3,2	138,6	-2,2	1,0
1993:2	326,6	-3,2	2,7	143,1	-2,6	1,0
1993:3	348,1	-3,5	2,8	162,7	-2,9	-2,0
1993:4	353,7	-3,5	-5,0	149,5	-3,2	-3,6
1993:5	339,5	-3,4	1,6	116,6	-3,3	-3,2
1993:6	310,4	-3,2	3,1	133,9	-3,3	-0,3
1993:7	333,1	-2,8	0,1	150,9	-3,3	-1,3
1993:8	336,2	-2,2	-3,3	144,1	-3,3	-4,4
1993:9	329,6	-1,7	-2,8	140,9	-3,1	-1,0
1993:10	319,2	-1,2	2,1	143,2	-2,9	-2,1
1993:11	309,7	-0,6	2,6	129,3	-2,5	-4,7
1993:12	305,5	0,1	1,8	131,0	-1,8	0,7
1993:13	296,9	0,9	1,6	128,4	-1,1	-1,6
1993:14	221,0	2,1	4,2	125,7	-0,2	-1,9
1993:15	247,3	3,3	4,9	115,7	0,7	-2,5
1993:16	260,4	4,4	6,5	114,2	1,5	0,8
1993:17	220,3	5,6	10,9	104,1	2,2	-0,6
1993:18	239,7	6,8	8,6	97,3	3,0	3,0
1993:19	233,8	8,0	7,7	134,7	3,9	4,9
1993:20	169,2	8,9	16,6	80,7	4,7	2,9
1993:21	195,1	9,6	9,0	100,8	5,7	7,3
1993:22	211,2	10,4	8,2	86,7	6,8	3,1
1993:23	167,7	11,1	9,8	98,1	7,9	5,1
1993:24	213,0	11,9	7,6	83,0	9,1	3,7

¹⁴ Elektrisitetsforbruk i alminnelig forsyning (brutto dvs. inkl. pumpekraft, nett-tap og tilfeldig kraft til el. kjeler).

År:uke	Region 3			Region 4		
	El. forbruk i GWh ¹⁵	Normaltemp i °C	Temperatur i °C	El. forbruk i GWh	Normaltemp i °C	Temperatur i °C
1993:25	209,6	12,7	9,6	75,9	10,1	8,4
1993:26	194,8	13,6	13,0	69,4	11,2	9,1
1993:27	202,1	14,5	11,9	68,6	12,1	10,4
1993:28	186,0	15,0	17,9	55,3	12,6	10,1
1993:29	168,5	15,3	15,5	59,6	12,9	17,8
1993:30	172,8	15,3	15,2	61,5	12,8	14,4
1993:31	176,7	15,0	15,2	61,8	12,3	16,0
1993:32	192,3	14,4	14,3	60,6	11,8	13,1
1993:33	201,4	13,6	12,3	68,7	11,1	14,6
1993:34	198,3	12,8	10,9	85,6	10,3	11,7
1993:35	175,6	11,8	10,7	84,2	9,4	8,4
1993:36	184,3	10,8	9,5	92,0	8,5	8,2
1993:37	240,9	9,8	6,1	97,5	7,5	5,1
1993:38	253,5	8,8	8,1	91,3	6,6	4,2
1993:39	255,3	7,8	6,7	98,8	5,6	4,1
1993:40	265,3	6,7	7,3	113,3	4,6	6,6
1993:41	300,8	5,6	0,2	132,3	3,7	1,1
1993:42	307,0	4,6	1,2	127,2	2,8	-1,8
1993:43	297,8	3,7	4,3	126,8	2,1	-1,5
1993:44	316,3	2,8	-0,4	123,3	1,4	0,6
1993:45	313,8	2,1	1,7	129,9	1,0	2,0
1993:46	332,8	1,5	-0,3	125,1	0,5	1,8
1993:47	345,7	0,9	-1,6	142,1	0,1	5,1
1993:48	351,1	0,4	-0,5	140,7	-0,4	-1,2
1993:49	355,9	-0,1	-0,3	143,4	-0,7	-0,2
1993:50	365,9	-0,7	-1,1	157,9	-1,1	-2,5
1993:51	349,4	-1,3	-3,5	141,4	-1,5	-6,4
1993:52	347,5	-2,0	-6,6	149,6	-1,9	-3,4

¹⁵ Elektrisitetsforbruk i alminnelig forsyning (brutto dvs. inkl. pumpekraft, nett-tap og tilfeldig kraft til el. kjeler).

Vedlegg 9

Datamaterialet for den økonomiske modellen

År: mnd.	Elforbruk, MWh	Oljeforbruk, tusen liter	El. pris, øre/kWh. Månedlige priser	El. pris, øre/kWh. Årlige priser	Oljepris, øre/liter. Månedlige priser	Oljepris, øre/liter. Årlige priser	Grad- døgnstall, metode 1	Grad- døgnstall, metode 2	Konsum- prisindeks, 1979=100	Konsum, løpende priser, mill. kr.
1975:1	3779000	241226	8,70	8,77	60,13	60,00	494,62	506,46	71,0	5901
1975:2	3466000	238224	8,70	8,77	59,30	60,00	496,51	517,75	71,4	5156
1975:3	3405000	188342	8,70	8,77	57,17	60,00	486,18	500,28	72,2	5864
1975:4	3150000	168263	8,70	8,77	56,30	60,00	394,51	404,68	72,6	6022
1975:5	2551000	96987	8,70	8,77	53,67	60,00	233,94	237,34	72,9	6503
1975:6	2253000	76111	8,70	8,77	52,23	60,00	152,60	151,43	73,7	6319
1975:7	1720000	48506	8,84	8,77	52,26	60,00	71,40	68,99	75,1	6455
1975:8	1966000	102975	8,84	8,77	56,62	60,00	72,44	65,65	74,9	6546
1975:9	2563000	146674	8,84	8,77	62,85	60,00	183,93	178,32	75,9	6715
1975:10	3137000	222514	8,84	8,77	63,81	60,00	309,50	312,00	76,2	7409
1975:11	3445000	198856	8,84	8,77	66,30	60,00	409,99	416,9	76,6	7369
1975:12	3802000	237313	8,84	8,77	68,40	60,00	487,42	492,61	76,8	7356
1976:1	4139000	270264	9,54	9,62	70,49	69,52	625,62	647,19	77,7	6879
1976:2	3884000	265293	9,54	9,62	70,46	69,52	517,01	534,40	78,1	6171
1976:3	3936000	246144	9,54	9,62	69,92	69,52	552,14	568,15	79,2	6739
1976:4	3131000	155967	9,54	9,62	67,82	69,52	388,99	395,45	79,8	6893
1976:5	2602000	104982	9,54	9,62	67,15	69,52	201,41	204,88	80,4	7417
1976:6	2225000	83278	9,54	9,62	66,97	69,52	115,46	113,59	81,4	7175
1976:7	1720000	41580	9,70	9,62	67,15	69,52	59,37	55,76	82,1	7308
1976:8	2188000	65408	9,70	9,62	67,66	69,52	71,45	68,59	82,1	7428
1976:9	2888000	148470	9,70	9,62	70,39	69,52	249,14	248,66	82,2	7688
1976:10	3539000	212115	9,70	9,62	71,11	69,52	344,33	348,61	82,3	8570
1976:11	3921000	233905	9,70	9,62	69,55	69,52	448,27	456,25	82,7	8595
1976:12	4488000	327545	9,70	9,62	69,03	69,52	623,52	644,08	82,9	8624
1977:1	4631000	282422	10,58	10,65	71,33	75,03	624,81	647,88	84,4	8096
1977:2	4252000	315784	10,58	10,65	71,55	75,03	589,07	618,08	85,1	7038
1977:3	4016000	247855	10,58	10,65	75,14	75,03	486,35	500,96	86,4	7977
1977:4	3485000	170571	10,58	10,65	74,21	75,03	442,10	450,69	87,0	8171
1977:5	2819000	110367	10,58	10,65	73,40	75,03	241,61	244,01	87,6	8789
1977:6	2385000	100548	10,58	10,65	74,15	75,03	142,37	142,32	88,4	8482
1977:7	1862000	51322	10,65	10,65	75,09	75,03	97,12	90,60	89,4	8594
1977:8	2302000	76973	10,65	10,65	75,24	75,03	90,46	88,13	89,4	8666
1977:9	2935000	169940	10,65	10,65	77,79	75,03	226,42	224,74	89,9	8886
1977:10	3530000	190409	10,65	10,65	79,19	75,03	296,02	296,28	90,3	9815
1977:11	3947000	225907	10,65	10,65	79,01	75,03	438,93	449,83	90,3	9745
1977:12	4363000	277989	10,65	10,65	78,97	75,03	521,66	538,19	90,5	9656

Ar. mnd.	Elforbruk, MWh	Oljeforbruk, tusen liter	El. pris øre/kWh. Månedlige priser	El. pris, øre/kWh. Årlige priser	Oljepris, øre/liter. Månedlige priser	Oljepris, øre/liter. Årlige priser	Grad- døgntall, metode 1	Grad- døgntall, metode 2	Konsum- prisindeks, 1979=100	Konsum, løpende priser, mill. kr.
1978:1	4647000	270654	11,15	12,22	78,80	78,70	564,72	583,61	92,4	8920
1978:2	4545000	308709	11,15	12,22	78,85	78,70	616,91	644,47	92,8	7633
1978:3	4288000	247385	11,15	12,22	78,25	78,70	536,58	548,95	93,8	8553
1978:4	3652000	155584	11,15	12,22	77,16	78,70	404,86	416,60	94,1	8708
1978:5	2886000	111138	11,15	12,22	78,00	78,70	217,71	220,26	94,3	9341
1978:6	2347000	80909	11,15	12,22	79,05	78,70	92,04	90,28	94,9	8995
1978:7	1989000	47208	13,16	12,22	78,80	78,70	85,60	79,29	96,0	9094
1978:8	2370000	78214	13,16	12,22	80,02	78,70	98,71	94,06	96,2	9147
1978:9	3067000	164040	13,16	12,22	81,66	78,70	239,48	233,54	97,4	9364
1978:10	3630000	201760	13,16	12,22	80,63	78,70	332,12	330,51	97,6	10344
1978:11	4033000	213868	13,16	12,22	78,52	78,70	402,45	407,77	97,7	10299
1978:12	5082000	330078	13,16	12,22	79,56	78,70	703,81	719,36	97,8	10271
1979:1	5440000	370245	13,19	13,32	81,00	94,22	715,74	744,04	97,6	9582
1979:2	4719000	339981	13,19	13,32	82,37	94,22	597,33	629,89	97,9	8280
1979:3	4615000	260085	13,19	13,32	85,09	94,22	517,77	534,41	98,3	9334
1979:4	3671000	156929	13,19	13,32	88,76	94,22	394,43	400,66	98,7	9507
1979:5	3405000	158575	13,19	13,32	92,72	94,22	288,45	291,44	99,3	10147
1979:6	2467000	116794	13,19	13,32	95,10	94,22	109,80	108,56	99,8	9681
1979:7	2160000	95316	13,32	13,32	97,55	94,22	92,78	88,12	100,3	9693
1979:8	2595000	84462	13,32	13,32	99,67	94,22	112,55	106,81	100,4	9722
1979:9	3095000	107828	13,32	13,32	99,63	94,22	215,92	209,87	100,9	10034
1979:10	3928000	187337	13,32	13,32	105,25	94,22	362,94	362,90	101,7	11244
1979:11	4483000	208234	13,32	13,32	105,85	94,22	476,60	478,53	102,2	11371
1979:12	4920000	290424	13,32	13,32	106,67	94,22	583,28	602,43	102,4	11513
1980:1	5370000	287478	14,88	14,88	114,72	149,15	659,01	691,45	104,0	10851
1980:2	5065000	313876	14,88	14,88	121,97	149,15	623,34	656,17	105,7	9675
1980:3	4738000	242673	14,88	14,88	129,43	149,15	557,02	579,35	107,5	10329
1980:4	3751000	164084	14,88	14,88	131,71	149,15	359,65	368,17	108,1	10284
1980:5	2960000	90499	14,88	14,88	150,11	149,15	210,40	215,08	109,3	10868
1980:6	2449000	94916	14,88	14,88	152,37	149,15	79,32	81,30	110,6	10484
1980:7	2054000	39330	15,01	14,88	158,33	149,15	50,76	48,14	111,9	10774
1980:8	2513000	61218	15,01	14,88	158,86	149,15	85,81	80,47	112,6	11105
1980:9	3020000	117167	15,01	14,88	160,54	149,15	169,87	165,13	113,7	11622
1980:10	4135000	205608	15,01	14,88	168,81	149,15	382,40	385,84	114,8	13035
1980:11	4831000	192126	15,01	14,88	170,48	149,15	527,81	535,94	115,6	13097
1980:12	5049000	261393	15,01	14,88	170,84	149,15	542,12	564,51	116,4	13118

År: mnd.	Elforbruk, MWh	Oljeforbruk, tusen liter	El. pris øre/kWh. Månedlige priser	El. pris, øre/kWh. Årlige priser	Oljepris, øre/liter. Månedlige priser	Oljepris, øre/liter. Årlige priser	Grad- døgnstall, metode 1	Grad- døgnstall, metode 2	Konsum- prisindeks, 1979=100	Konsum, løpende priser, mill. kr.
1981:1	5451000	233431	17,03	17,03	171,24	190,24	609,20	629,17	119,8	12237
1981:2	4890000	216734	17,03	17,03	172,82	190,24	542,69	561,53	120,7	10526
1981:3	5113000	236212	17,03	17,03	186,98	190,24	567,04	585,14	123,1	11775
1981:4	3884000	115372	17,03	17,03	190,74	190,24	394,53	401,97	123,9	11924
1981:5	3076000	75739	17,03	17,03	189,87	190,24	187,31	186,24	124,4	12738
1981:6	2641000	62776	17,03	17,03	189,19	190,24	171,07	167,94	126,0	12274
1981:7	2309000	45804	17,16	17,03	189,32	190,24	84,50	79,78	127,8	12497
1981:8	2726000	67460	17,16	17,03	190,78	190,24	107,21	101,78	127,8	12761
1981:9	3229000	104100	17,16	17,03	192,23	190,24	155,77	156,46	129,0	13315
1981:10	4212000	184155	17,16	17,03	194,29	190,24	357,01	359,27	129,3	14960
1981:11	5019000	169419	17,16	17,03	200,43	190,24	466,52	477,36	129,9	15073
1981:12	5903000	293864	17,16	17,03	201,69	190,24	745,32	770,38	130,3	15125
1982:1	6169000	235834	19,90	19,90	206,00	209,90	696,49	723,96	134,2	14110
1982:2	5102000	181809	19,90	19,90	203,56	209,90	516,10	529,29	135,1	12103
1982:3	5065000	161752	19,90	19,90	199,03	209,90	459,57	471,47	137,3	13466
1982:4	4013000	117728	19,90	19,90	191,02	209,90	376,64	381,46	138,0	13586
1982:5	3535000	74710	19,90	19,90	191,95	209,90	252,35	254,90	138,2	14559
1982:6	2746000	92281	19,90	19,90	197,56	209,90	143,28	143,73	139,6	14176
1982:7	2231000	37591	20,02	19,90	202,34	209,90	60,08	58,85	141,8	14555
1982:8	2684000	63802	20,02	19,90	208,44	209,90	99,03	92,94	141,9	14739
1982:9	3417000	106454	20,02	19,90	216,29	209,90	187,29	182,18	142,9	14946
1982:10	4170000	127552	20,02	19,90	224,88	209,90	312,81	315,46	143,9	16309
1982:11	4771000	152524	20,02	19,90	233,24	209,90	412,19	424,65	145,0	16241
1982:12	5454000	191702	20,02	19,90	234,15	209,90	522,93	537,25	145,6	16520
1983:1	5383000	136314	22,73	22,73	230,46	218,79	483,96	499,84	147,8	15838
1983:2	5297000	165456	22,73	22,73	226,83	218,79	542,63	568,06	148,5	13827
1983:3	5127000	143977	22,73	22,73	215,76	218,79	476,46	489,02	150,0	15246
1983:4	4269000	91464	22,73	22,73	213,68	218,79	355,19	364,71	150,6	15005
1983:5	3516000	72531	22,73	22,73	210,40	218,79	217,41	225,15	150,9	15771
1983:6	2967000	67351	22,73	22,73	210,62	218,79	136,35	136,54	151,9	15326
1983:7	2379000	42444	22,86	22,73	214,12	218,79	75,86	72,77	153,0	15889
1983:8	2959000	62768	22,86	22,73	216,69	218,79	97,30	91,12	152,7	16248
1983:9	3477000	89804	22,86	22,73	221,11	218,79	179,19	179,49	154,0	16492
1983:10	4402000	120476	22,86	22,73	222,43	218,79	318,21	321,15	154,7	17888
1983:11	5092000	159176	22,86	22,73	219,16	218,79	455,86	466,17	155,1	17655
1983:12	5735000	173370	22,86	22,73	221,52	218,79	529,41	540,22	155,9	17792

År: mnd.	Elforbruk, MWh	Oljeforbruk, tusen liter	El. pris øre/kWh. Månedlige priser	El. pris, øre/kWh. Årlige priser	Oljepris, øre/liter. Månedlige priser	Oljepris, øre/liter. Årlige priser	Grad- døgnstall, metode 1	Grad- døgnstall, metode 2	Konsum- prisindeks, 1979=100	Konsum, løpende priser, mill. kr.
1984:1	6300000	187003	25,17	25,17	226,91	224,22	630,37	652,93	157,3	16942
1984:2	5668000	153421	25,17	25,17	227,20	224,22	519,61	537,61	158,1	15321
1984:3	5663000	145254	25,17	25,17	219,77	224,22	544,02	562,59	159,9	16485
1984:4	4393000	89499	25,17	25,17	216,93	224,22	353,29	360,95	160,6	16443
1984:5	3455000	66145	25,17	25,17	216,53	224,22	174,77	184,22	160,8	17384
1984:6	2856000	65895	25,17	25,17	223,66	224,22	121,93	122,61	161,6	16793
1984:7	2515000	47091	25,17	25,17	224,18	224,22	86,65	81,65	162,3	17200
1984:8	2948000	51148	25,17	25,17	221,54	224,22	80,17	76,84	162,1	17447
1984:9	3663000	80828	25,17	25,17	227,39	224,22	216,06	214,35	163,4	17767
1984:10	4459000	108637	25,17	25,17	230,67	224,22	288,39	291,46	164,1	19500
1984:11	5206000	126884	25,17	25,17	230,98	224,22	395,66	403,54	164,4	19559
1984:12	5612000	126442	25,17	25,17	230,08	224,22	467,35	480,48	165,1	20081
1985:1	6921000	201975	26,85	26,85	231,25	225,93	712,12	741,63	166,3	19484
1985:2	6307000	185629	26,85	26,85	222,56	225,93	648,75	682,83	166,8	17230
1985:3	5936000	124570	26,85	26,85	231,48	225,93	518,69	534,60	168,7	19225
1985:4	4923000	87211	26,85	26,85	232,07	225,93	426,15	437,97	169,4	19075
1985:5	3752000	64613	26,85	26,85	228,25	225,93	217,10	222,39	169,9	20077
1985:6	3150000	57653	26,85	26,85	224,24	225,93	124,16	129,43	171,1	19414
1985:7	2739000	45681	26,85	26,85	221,81	225,93	60,82	61,29	171,7	20010
1985:8	3167000	49229	26,85	26,85	217,10	225,93	90,02	88,58	171,2	20483
1985:9	4060000	95874	26,85	26,85	223,68	225,93	244,93	245,41	172,9	21022
1985:10	4643000	118373	26,85	26,85	227,02	225,93	287,75	294,19	173,3	23122
1985:11	6060000	155313	26,85	26,85	232,67	225,93	528,09	541,13	173,9	23036
1985:12	6832000	181262	26,85	26,85	230,41	225,93	646,36	677,49	174,4	23260
1986:1	7302000	200399	29,02	29,02	217,14	162,99	691,52	729,65	176,2	22149
1986:2	6508000	178719	29,02	29,02	196,11	162,99	628,93	663,20	176,9	19467
1986:3	5849000	127091	29,02	29,02	182,06	162,99	478,30	491,94	178,0	22035
1986:4	5195000	114966	29,02	29,02	174,52	162,99	427,27	439,59	179,2	22344
1986:5	3972000	94670	29,02	29,02	170,11	162,99	214,05	220,80	179,4	23760
1986:6	3240000	71686	29,02	29,02	159,49	162,99	90,34	95,47	182,5	22719
1986:7	2833000	50109	29,14	29,02	145,37	162,99	81,46	78,73	184,4	22842
1986:8	3331000	71598	29,14	29,02	143,80	162,99	131,10	128,36	185,1	22869
1986:9	4156000	108043	29,14	29,02	150,53	162,99	267,49	266,75	187,8	23329
1986:10	4867000	129798	29,14	29,02	149,24	162,99	313,68	316,94	188,5	25757
1986:11	5349000	119978	29,14	29,02	142,81	162,99	377,07	382,41	189,0	25743
1986:12	6351000	184343	29,14	29,02	146,75	162,99	565,55	577,63	189,9	25895

År: mnd.	Elforbruk, MWh	Oljeforbruk, tusen liter	El. pris øre/kWh. Månedlige priser	El. pris, øre/kWh. Årlige priser	Oljepris, øre/liter. Månedlige priser	Oljepris, øre/liter. Årlige priser	Grad- døgnstall, metode 1	Graddøgnstall, metode 2	Konsum- prisindeks, 1979=100	Konsum, løpende priser, mill. kr.
1987:1	7717000	239726	31,00	31,00	168,54	164,95	767,99	808,34	192,9	24369
1987:2	6154000	172188	31,00	31,00	172,94	164,95	554,84	584,00	194,6	21058
1987:3	6656000	186457	31,00	31,00	163,13	164,95	599,83	630,80	196,6	23420
1987:4	4863000	96075	31,00	31,00	158,76	164,95	360,60	369,19	197,2	23461
1987:5	4195000	78224	31,00	31,00	158,58	164,95	271,02	276,58	197,6	24895
1987:6	3613000	85334	31,00	31,00	161,65	164,95	168,88	174,72	198,7	24007
1987:7	3007000	73657	31,00	31,00	165,63	164,95	89,02	80,64	199,3	24464
1987:8	3492000	62067	31,00	31,00	167,01	164,95	140,59	135,71	199,6	24712
1987:9	4085000	88925	31,00	31,00	167,09	164,95	221,04	221,25	202,4	25149
1987:10	4809000	113371	31,00	31,00	169,10	164,95	265,04	267,36	202,6	27552
1987:11	5773000	145160	31,00	31,00	170,20	164,95	462,74	465,70	203,1	27392
1987:12	6675000	198303	31,00	31,00	170,12	164,95	538,95	562,65	204,0	27574
1988:1	6392000	133796	33,81	33,81	177,66	167,22	496,44	504,69	206,4	26039
1988:2	6173000	159368	33,81	33,81	175,00	167,22	506,59	516,86	207,8	23295
1988:3	6325000	169218	33,81	33,81	172,21	167,22	545,00	563,09	210,8	24848
1988:4	5298000	98480	33,81	33,81	166,68	167,22	427,81	434,60	211,3	24628
1988:5	4028000	73753	33,81	33,81	166,61	167,22	199,15	199,98	211,7	25886
1988:6	3261000	74353	33,81	33,81	166,78	167,22	79,50	84,06	212,9	24819
1988:7	2922000	59780	33,81	33,81	167,93	167,22	46,16	46,41	212,9	25183
1988:8	3373000	65666	33,81	33,81	163,92	167,22	88,42	83,51	212,7	25283
1988:9	3866000	78435	33,81	33,81	168,87	167,22	164,95	159,63	215,4	25496
1988:10	5182000	127543	33,81	33,81	168,67	167,22	349,43	352,44	215,6	27649
1988:11	6183000	171036	33,81	33,81	163,97	167,22	491,09	502,83	215,6	27219
1988:12	6838000	181607	33,81	33,81	160,71	167,22	540,48	558,04	215,5	27152
1989:1	6323000	134167	35,10	35,10	165,07	183,09	429,35	433,11	217,1	25486
1989:2	5581000	124582	35,10	35,10	169,77	183,09	404,70	406,82	217,9	22061
1989:3	5680000	116845	35,10	35,10	173,32	183,09	415,86	426,27	219,8	24638
1989:4	5036000	91770	35,10	35,10	172,99	183,09	346,86	355,56	221,0	24807
1989:5	4241000	72715	35,10	35,10	182,55	183,09	233,37	229,55	221,7	26449
1989:6	3452000	73068	35,10	35,10	190,67	183,09	111,63	113,84	223,0	25597
1989:7	3132000	60899	35,10	35,10	192,01	183,09	89,39	84,57	223,2	26072
1989:8	3624000	64500	35,10	35,10	185,79	183,09	106,30	105,06	222,5	26121
1989:9	4089000	75303	35,10	35,10	188,77	183,09	182,45	181,12	224,4	26175
1989:10	5190000	117746	35,10	35,10	191,08	183,09	321,05	321,67	224,7	28271
1989:11	5890000	127695	35,10	35,10	193,08	183,09	412,48	419,85	224,8	27958
1989:12	6920000	173410	35,10	35,10	199,00	183,09	554,75	572,59	224,6	28358

År: mnd.	Elforbruk, MWh	Oljeforbruk, tusen liter	El. pris øre/kWh. Månedlige priser	El. pris, øre/kWh. Årlige priser	Oljepris, øre/liter. Månedlige priser	Oljepris, øre/liter. Årlige priser	Grad- døgntall, metode 1	Grad- døgntall, metode 2	Konsum- prisindeks, 1979=100	Konsum, løpende priser, mill. kr.
1990:1	6755000	123663	36,48	36,50	212,84	224,59	479,81	489,71	226,3	27237
1990:2	5663000	103707	36,48	36,50	215,49	224,59	370,65	374,63	227,2	23940
1990:3	6007000	106125	36,48	36,50	213,47	224,59	407,36	408,51	229,8	26687
1990:4	5036000	76073	36,48	36,50	206,50	224,59	335,08	339,75	229,8	26539
1990:5	4082000	68584	36,48	36,50	197,15	224,59	203,77	205,17	230,3	28010
1990:6	3506000	68796	36,48	36,50	195,41	224,59	87,07	92,95	231,0	27094
1990:7	3203000	66811	36,51	36,50	196,16	224,59	68,70	68,44	231,2	27772
1990:8	3560000	94997	36,51	36,50	213,15	224,59	69,26	67,71	231,0	28015
1990:9	4227000	77832	36,51	36,50	243,82	224,59	207,32	207,50	233,2	28133
1990:10	5290000	94390	36,51	36,50	276,57	224,59	310,77	312,36	235,1	30344
1990:11	6395000	106822	36,51	36,50	272,51	224,59	464,76	477,00	235,0	29947
1990:12	6913000	138618	36,51	36,50	258,90	224,59	498,11	509,08	234,4	30331
1991:1	7171000	133580	37,73	37,39	286,31	268,12	546,19	568,58	235,4	29052
1991:2	6740000	110849	37,73	37,39	287,65	268,12	548,61	567,33	236,2	25369
1991:3	6267000	83792	37,73	37,39	273,74	268,12	454,51	463,91	237,9	27962
1991:4	5341000	63970	37,73	37,39	252,82	268,12	348,60	355,05	238,6	27472
1991:5	4510000	69290	37,73	37,39	263,76	268,12	253,78	254,01	239,0	28776
1991:6	3897000	65074	37,73	37,39	264,98	268,12	168,53	176,42	239,2	27825
1991:7	3167000	55840	37,04	37,39	267,21	268,12	48,51	46,08	239,4	28683
1991:8	3546000	46803	37,04	37,39	262,44	268,12	64,28	60,86	239,3	29196
1991:9	4220000	62454	37,04	37,39	262,45	268,12	197,72	194,76	241,0	29561
1991:10	5386000	98187	37,04	37,39	273,06	268,12	329,17	331,17	241,0	31993
1991:11	5993000	94127	37,04	37,39	278,36	268,12	416,69	419,00	241,1	31430
1991:12	6672000	101126	37,04	37,39	258,59	268,12	477,54	483,86	241,1	31403
1992:1	6974000	101761	36,28	36,28	253,21	239,63	487,97	499,97	241,1	29625
1992:2	6374000	90169	36,28	36,28	252,55	239,63	457,21	469,01	241,7	26710
1992:3	6436000	82835	36,28	36,28	236,33	239,63	440,47	447,44	243,9	28956
1992:4	5589000	68626	36,28	36,28	237,21	239,63	393,04	400,06	244,4	29198
1992:5	4595000	59090	36,28	36,28	244,81	239,63	184,49	182,25	244,7	31016
1992:6	3397000	51732	36,28	36,28	246,54	239,63	63,39	60,92	245,2	29766
1992:7	3292000	53519	36,28	36,28	235,53	239,63	81,47	73,87	245,4	30062
1992:8	3933000	59299	36,28	36,28	233,10	239,63	112,48	105,38	244,8	30070
1992:9	4413000	53327	36,28	36,28	228,82	239,63	175,29	174,7	245,9	30397
1992:10	6055000	94028	36,28	36,28	245,01	239,63	430,89	431,63	246,4	33183
1992:11	6696000	86381	36,28	36,28	247,62	239,63	459,30	465,73	246,5	32926
1992:12	7107000	111576	36,28	36,28	248,24	239,63	499,35	503,79	246,4	33094

År: mnd.	Elforbruk, MWh	Oljeforbruk, tusen liter	El. pris øre/kWh. Månedlige priser	El. pris, øre/kWh. Årlige priser	Oljepris, øre/liter. Månedlige priser	Oljepris, øre/liter. Årlige priser	Grad- døgnstall, metode 1	Grad- døgnstall, metode 2	Konsum- prisindeks, 1979=100	Konsum, løpende priser, mill. kr.
1993:1	7287000	87570	35,22	35,43	244,95	241,51	497,52	509,54	247,2	31218
1993:2	6492000	87459	35,22	35,43	246,90	241,51	465,16	472,88	247,9	26973
1993:3	6842000	89555	35,22	35,43	247,21	241,51	481,53	491,77	250,1	29820
1993:4	5100000	54839	35,70	35,43	240,58	241,51	336,63	343,47	250,7	29674
1993:5	4156000	64306	35,70	35,43	246,38	241,51	185,61	185,56	250,8	31507
1993:6	3913000	62617	35,70	35,43	243,03	241,51	157,67	158,48	250,9	30720
1993:7	3535000	37716	35,46	35,43	234,52	241,51	94,22	90,64	250,7	31742
1993:8	3887000	57578	35,46	35,43	240,58	241,51	132,37	125,13	250,1	32210
1993:9	4775000	90252	35,46	35,43	235,71	241,51	243,79	241,34	251,2	32411
1993:10	6080000	74563	35,46	35,43	251,75	241,51	382,19	385,02	251,4	34934
1993:11	7029000	87670	35,28	35,43	251,26	241,51	489,71	490,24	251,2	34426
1993:12	7883000	114124	35,28	35,43	247,33	241,51	590,02	600,37	250,9	34830
1994:1	8055000	106428	35,64	35,73	246,72	243,48	602,67	627,53	250,4	33346
1994:2	7626000	124318	35,64	35,73	248,72	243,48	628,81	653,06	251,4	29128
1994:3	7194000	117424	35,64	35,73	241,74	243,48	495,57	514,48	252,7	32142
1994:4	5696000	58222	35,64	35,73	236,49	243,48	339,32	348,58	252,9	31654
1994:5	4676000	45595	35,64	35,73	237,34	243,48	227,96	238,52	253,1	33288
1994:6	4266000	57767	35,64	35,73	250,11	243,48	157,56	155,37	253,7	32356
1994:7	3512000	37500	35,64	35,73	249,58	243,48	33,71	38,21	254,2	33472
1994:8	3877000	66909	35,64	35,73	251,61	243,48	77,32	76,54	254,2	33995
1994:9	4731000	64546	35,64	35,73	244,37	243,48	208,68	208,28	255,4	34123
1994:10	6131000	84561	35,97	35,73	246,81	243,48	359,12	361,71	255,6	36645
1994:11	6683000	95234	35,97	35,73	243,65	243,48	415,27	426,69	255,8	36036
1994:12	7250000	111851	35,97	35,73	246,82	243,48	471,77	484,28	255,7	36479
1995:1	7859000	116385	37,14	36,80	250,69	254,97	553,55	573,21	257,0	34927
1995:2	6845000	102526	37,14	36,80	250,61	254,97	462,68	473,58	257,9	30348
1995:3	7198000	95382	37,14	36,80	247,35	254,97	472,44	486,79	259,4	33064
1995:4	5983000	61071	36,70	36,80	243,60	254,97	397,33	407,22	259,6	32126
1995:5	5204000	85933	36,70	36,80	251,18	254,97	254,25	262,12	259,9	33648
1995:6	4118000	70143	36,70	36,80	254,94	254,97	114,86	120,76	260,6	33042
1995:7	3600000	35229	36,70	36,80	244,58	254,97	83,26	78,03	260,4	34777
1995:8	4212000	51350	36,70	36,80	247,54	254,97	80,52	86,74	259,9	35778
1995:9	4785000	52994	36,70	36,80	256,33	254,97	178,04	183,41	261,4	35948
1995:10	5689000	66048	36,62	36,80	259,56	254,97	262,62	278,38	261,4	38374
1995:11	7308000	89257	36,62	36,80	263,46	254,97	491,89	509,54	261,2	37530
1995:12	8538000	110056	36,62	36,80	269,95	254,97	650,93	675,62	261,2	37969

År: mnd.	Elforbruk, i MWh	Oljeforbruk, tusen liter	El. pris øre/kWh. Månedlige priser	El. pris, øre/kWh. Årlige priser	Oljepris, øre/liter. Månedlige priser	Oljepris øre/liter. Årlige priser	Grad- døgntall, metode 1	Grad- døgntall, metode 2	Konsum- prisindeks, 1979=100	Konsum, løpende priser, mill. kr.
1996:1	8553000	128408	36,19	38,45	276,41	286,43	614,00	621,38	260,0	36448
1996:2	8277000	144645	36,19	38,45	272,61	286,43	614,08	638,02	260,1	32848
1996:3	7523000	76885	36,19	38,45	278,68	286,43	518,85	537,96	261,3	34516
1996:4	5926000	73369	36,62	38,45	276,90	286,43	369,44	380,95	262,2	33489
1996:5	5412000	86114	36,70	38,45	274,24	286,43	286,63	294,01	262,6	35145
1996:6	4169000	77929	36,70	38,45	274,92	286,43	130,49	135,45	262,9	34752
1996:7	3923000	53607	38,79	38,45	277,51	286,43	99,40	94,47	263,9	36825
1996:8	3886000	57627	38,79	38,45	281,70	286,43	31,56	33,18	263,7	37874
1996:9	4703000	94108	40,27	38,45	304,97	286,43	210,09	208,76	264,9	37732
1996:10	5628000	93985	41,62	38,45	318,53	286,43	287,51	287,28	265,9	40156
1996:11	6930000	124837	41,62	38,45	305,07	286,43	499,57	503,86	265,9	40009
1996:12	8076000	152581	41,62	38,45	312,84	286,43	610,67	629,83	265,8	42516

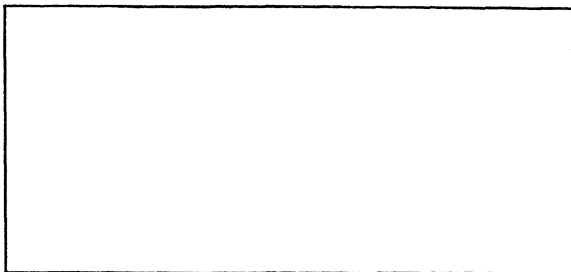
Tabell 11. Normalgraddøgntall pr. mnd. beregnet etter metode 2

Januar	628,3
Februar	562,6
Mars	529,5
April	391,8
Mai	232,8
Juni	105,5
Juli	62,8
August	85,9
September	197,2
Oktober	328,3
November	469,4
Desember	584,1

De sist utgitte publikasjonene i serien Notater fra Forskningsavdelingen

- | | | | |
|-------|--|-------|---|
| 96/9 | D. Fredriksen: Datagrunnlaget for modellen MOSART, 1993 | 97/39 | E.Holmøy og Ø.Thøgersen (red.): Virkninger av strukturpolitiske reformer: Forslag til konkrete forskningsprosjekter |
| 96/10 | S. Grepperud og A. C. Bøeng: Konsekvensene av økte oljeavgifter for råoljepris og etterspørsel etter olje. Analyser i PETRO og WOM | 97/41 | E. Holmøy: En presisering av hva som skal menes med tilbudskurven for arbeid i en generell likevektsmodell |
| 96/16 | K. Gerdrup: Inntektsfordeling og økonomisk vekst i norske fylker: En empirisk studie basert på data for perioden 1967-93 | 97/45 | A. Katz, B.M. Larsen, K.S. Eriksen og T. Jensen: Transport og makroøkonomi – en samkjøring av GODMOD-3 og MSG-6 |
| 96/31 | A. Bruvoll og H. Wiig: Konsekvenser av ulike håndteringsmåter for avfall | 97/52 | J. Nordøy: Nytt av forventningsbaserte konjunkturindekser ved predikering av konsum |
| 96/33 | M. Rolland: Militærutgifter i Norges prioriterte samarbeidsland | 97/68 | R. Johansen: Modell for regional analyse av arbeidsmarked og demografi. Teknisk dokumentasjon |
| 96/35 | A.C. Hansen: Analyse av individers preferanser over lotterier basert på en stokastisk modell for usikre utfall | 97/70 | B. Bye: Imperfeksjoner i arbeidsmarkedet: Konsekvenser for velferdseffekter av en grønn skattereform |
| 96/36 | B.H. Vatne: En dynamisk spillmodell: Dokumentasjon av dataprogrammer | 98/12 | A. Langørgen: Indekser for bosettingsmønster i kommunene |
| 96/44 | K.-G.Lindquist og B.E.Naug: Makro-økonometriske modeller og konkurranseevne. | 98/22 | L. Lindholt: Dynamiske oljemodeller: Intertemporal optimering og adferdssimulering |
| 96/45 | R. Golombek og S. Kverndokk (red): Modeller for elektrisitets- og gassmarkedene i Norge, Norden og Europa. | 98/49 | K. Nyborg: Energibruk og utslipp til luft i norsk produksjon. Direkte og indirekte virkninger |
| 96/53 | F.R. Aune: Konsekvenser av en nordisk avgiftsharmonisering på elektrisitetsområdet. | 98/53 | E. Holmøy: Hvordan generelle likevekts-effekter bidrar til prisfølsomheten i den norske el-etterspørselen. Dokumentasjon av beregningsrutiner |
| 97/2 | E. Berg og K. Rypdal: Historisk utvikling og fremskrivning av forbruket av noen miljøskadelige produkter | 98/54 | F.R. Aune, T. Bye, M.I. Hansen og T.A. Johnsen: Kraftpris og skyggepris på CO ₂ -utslipp i Norge til 2027 |
| 97/5 | Å. Cappelen: SSBs arbeid med investeringsrelasjoner: erfaringer og planer | 98/57 | T. Bye: Fleksibel gjennomføring av en klimaavtale |
| 97/30 | K.-G. Lindquist: Database for energiintensive næringer. Tall fra industristatistikken | 98/66 | M. Sjøberg: Omsettelege kvotar og internasjonale miljøavtaler |
| 97/35 | A. Langørgen: Faktorer bak variasjoner i kommunal ressursbruk til pleie og omsorg | 98/78 | K.A. Brekke og R. Aaberge: Ekvivalensskala og velferd |
| 97/36 | S. E. Førre: Registerdataene i lys av industristatistikken | 98/81 | Ø. Døhl: Temperaturkorrigering av energiforbruket. En empirisk analyse |
| 97/37 | K. Gimming: Virkninger på prisutviklingen på naturgass i Vest-Europa ved innføring av felles karbonavgift | | |
| 98/38 | F. Aune, T. Bye, M.I. Hansen: Gasskraft i Norge fram mot 2020? | | |

Notater



Tillatelse nr.
159 000/502

B *Returadresse:*
Statistisk sentralbyrå
Postboks 8131 Dep.
N-0033 Oslo

Statistisk sentralbyrå

Oslo:
Postboks 8131 Dep.
0033 Oslo

Telefon: 22 86 45 00
Telefaks: 22 86 49 73

Kongsvinger:
Postboks 1260
2201 Kongsvinger

Telefon: 62 88 50 00
Telefaks: 62 88 50 30

ISSN 0806-3745



Statistisk sentralbyrå
Statistics Norway