

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Sammendrag

Husholdningene står for en betydelig andel av det totale energiforbruket i Norge. Forbruk av energi har i mange tilfeller negative følger for miljøet ved at det påvirker naturen gjennom økt CO₂-utslipp. En reduksjon i husholdningers energiforbruk i den hensikt å redusere utslipp har derfor vært et av hovedmålene til miljøpolitikken i Norge. Ved bruk av ulike politiske virkemidler kan myndighetene redusere energiforbruket til husholdningene. I denne oppgaven blir det undersøkt om det finnes vinn-vinn effekter i husholdningers forbruk av ved, som følge av en foreslått avgiftsøkning på elektrisitet og fyringsolje. Vinn-vinn effekter oppstår når en avgiftsøkning på et gode, fører til positive ringvirkninger på forbruk av nære substitutter av det regulerte godet. Dette skal undersøkes ved hjelp av den betingede etterspørselsfunksjonen som verktøy til å dele opp kryssprismultiplikatoren for vedforbruket, med hensyn på elektrisitetsprisen og prisen på fyringsolje og parafin. Denne modellen blir videre operasjonalisert gjennom en økonometrisk multippel regresjonsanalyse. Datasettet som benyttes er tverrsnittdata fra perioden 1986 til 2004 samlet inn av Statistisk Sentralbyrå, og består av husholdningers forbruk av elektrisitet, fyringsolje og ved, samt respektive priser, utgifter, inntekt og relevante husholdningskarakteristika.

Resultatene viser at det er en positiv substitusjonseffekt mellom elektrisitet og ved, og fyringsolje og ved, som betyr at husholdningene tilpasser de ulike energikildene for oppvarming av boligen. Resultatene viser også at substitusjonseffekten er høyere for elektrisitet og ved, enn den er for fyringsolje og ved. Det kan forklares ved at husholdninger som har anledning til å benytte seg av fyringsolje og ved, faktisk ikke benytter seg av denne muligheten. En forklaring på at substitusjonseffekten mellom elektrisitet og ved ikke er høyere, kan være at elektrisitet også blir brukt til andre formål enn

kun oppvarming. Det betyr ikke at det ikke finnes husholdninger hvor elektrisitet og ved er perfekte substitutter, men de er for få til å gi noen utslag i denne undersøkelsen. Det finnes altså vinn-vinn effekter i forbruk av ved, som følge av økt avgift på elektrisitet og fyringsolje, men det er usikkert hvor stor den i realiteten er. Dette er resultater som samsvarer med resultatene som Halvorsen et al. (2010) fant i sin undersøkelse av husholdningers energiforbruk i årene 1993 til 1995. Det vil være interessant å undersøke hvorvidt det har skjedd endringer på dette området også i de senere år. I sammenheng med et økende fokus på et miljøvennlig forbruk blant norske husstander, kan det tenkes at det finnes sterkere vinn-vinn effekter fra 2005 og frem til i dag.

Forord

Som avslutning på et toårig masterstudium i økonomi og administrasjon med hovedfag innen samfunnsøkonomi, ønsket jeg å skrive en oppgave innenfor mikroøkonomi, med et spesielt ønske om å få bruke mye økonometri.

Mikroøkonomi rettet mot miljøenergi er et helt nytt fagfelt for meg, og det har vært både utfordrende og veldig interessant og arbeide med dette temaet i denne oppgaven.

Det er selvsagt flere som fortjener en stor takk for å ha hjulpet meg i arbeidet med denne oppgaven. Min veileder, Bente Halvorsen, har vært en viktig støttepiller i skriveprosessen. Jeg har fått god veiledning igjennom flere uventede hindre på veien. Jeg ønsker også å takke Olvar Bergland for hans hjelp med STATA-filene, som jeg hadde problemer med i starten. Jeg vil også rette en takk til Erlend Sandorf som har bidratt med nyttige innspill og veiledning innen STATA. Når man skriver masteroppgave alene har det vært godt å ha en som vil høre på og diskutere når man sitter fast. Til slutt ønsker jeg å takke familie og venner for støtte og oppmuntring både i enkle og litt tøffere perioder.

Lena Stenbeck Nilsen

Ås, den 16. desember 2011

Innhold

SAMMENDRAG	1
FORORD	3
INNHold	4
1. INTRODUKSJON.....	7
1.1 BAKGRUNN.....	7
1.2 PROBLEMSTILLING	8
1.3 STRUKTUR PÅ OPPGAVE.....	9
2. TEORI.....	11
2.1 TEORETISK UTGANGSPUNKT.....	12
2.1.1 Den betingede etterspørselsfunksjonen	12
2.1.2 Krysspriselasitet	14
2.1.3 Når har vi vinn-vinn effekter?	15
3. METODE	18
3.1 DATAUNDERLAG	18
3.1.1 Deskriptiv statistikk	18
3.2 ØKONOMETRISK SPESIFIKASJON.....	21
3.2.1 Statistiske begreper	21
3.2.2 Estimeringsmetode	24
3.2.3 Forutsetninger for regresjonsanalyse	25

3.3 ØKONOMETRISK MODELL	28
4. ANALYSE	32
4.1 VARIABELBESKRIVELSE	32
4.2 PRESENTASJON AV ESTIMERINGEN	35
5. ANALYSE AV VINN-VINN EFFEKTER.....	38
6. DISKUSJON	43
7. KONKLUSJON.....	47
8. RELEVANS.....	49
KILDELISTE	50
VEDLEGG 1: UTREGNINGER.....	52
VEDLEGG 2: DESKRIPTIV STATISTIKK.....	54
VEDLEGG 3: ESTIMERING	56
VEDLEGG 4: FORUTSETNINGER FOR OLS	58
VEDLEGG 5: STATA KOMMANDOER.....	64

Liste over tabeller og figurer

Tabell 1: Deskriptiv statistikk	19
Tabell 2: Estimering av instrumenter	30
Tabell 3: Deskriptiv statistikk for forbruk av ved	32
Tabell 4: Deskriptiv statistikk: Forklaringsvariabler	35
Tabell 5: Estimert etterspørsel etter ved	36
Tabell 6: Verdier relevante for utregningen av vinn-vinn effekten	38
Tabell 7: Substitusjonseffekten	40
Tabell 8: Inntektseffekten	41
Tabell 9: Inntekts- og substitusjonseffekt	42
Tabell 10: Ramsey's RESET test for modell spesifisering	58
Tabell 11: Korrelasjonsmatrise	59
Tabell 12: Breusch-Pagan test for heteroskedastisitet	60
Tabell 13: Variance Inflation Factor test	61
Figur 1: Normalfordeling residualer	62
Figur 2: Innflytelse vs. normaliserte residualer	63

1. Introduksjon

I dag er kunnskap om husholdningenes energibruk av stor betydning i forbindelse med viktige spørsmål i samfunnsdebatten. I energipolitikken blir det ofte vurdert å bruke avgifter til å påvirke husholdningenes tilpasning i forhold til bruk av ulike energikilder (SSB 2007). Dette står i sammenheng med ønske om et økt forbruk av fornybar energi i norske husstander. I nasjonalbudsjettet for 1999 – 2000 ble det uttrykt bekymring på hvordan en avgiftsøkning på elektrisitet ville påvirke forbruk av fyringsolje. For å forhindre en uønsket økning i forbruk av fyringsolje ble det også foreslått en avgiftsøkning på fyringsolje. Det er forventet at avgiftspåslag på en oppvarmingskilde kan føre til positive ringvirkninger på forbruket av andre oppvarmingskilder, spesielt forbruk av bioenergi. I denne oppgaven skal et slikt avgiftspåslag undersøkes nærmere med hensyn på husholdningers sammensetning av ulike energikilder.

1.1 Bakgrunn

Husholdningene står for en betydelig andel av det totale energiforbruket i Norge (SSB 2011a). Energiforbruket til husholdningene har hatt en sterk økning de siste 40 årene, og i 2001 sto de for om lag en tredel av elektrisitetsforbruket (SAMRAM 2001). Forbruk av energi har i mange tilfeller negative følger for miljøet ved at det påvirker naturen gjennom økt CO₂-utslipp. En reduksjon i husholdningers energiforbruk i den hensikt å redusere utslipp har derfor vært et av hovedmålene til miljøpolitikken i Norge. Ved bruk av ulike politiske virkemidler kan myndighetene redusere energiforbruket. Det eksisterer blant annet virkemidler som kan iverksettes med det formål å forflytte husholdningenes energiforbruk fra elektrisitet og fossilt brensel over til

miljøvennlig bioenergi. Ved å påvirke forbruket av et bestemt gode, kan dette få positive ringvirkninger på forbruk av nære substitutter av det regulerte godet. Dette kalles vinn-vinn effekter. Det er vesentlig å undersøke effektiviteten av disse instrumentene for å finne ut om de fungerer etter sin hensikt. Informasjon fra slike analyser er viktig for å kunne bidra til å bedre utforme miljøpolitikk (SSB 2011b).

Tidligere forskning på vinn-vinn effekter innenfor bruk av ulike varmekilder i norske husholdninger, er begrenset til en undersøkelse knyttet til en 3-års periode, fra 1993 til 1995, gjennomført av Statistisk Sentralbyrå (Halvorsen et al. 2010). Som følge av et økende fokus på bruk av bioenergi som varmekilde i husholdninger, og myndighetenes incentiver i forhold til å begrense bruken av miljøskadelig energikilder, synes det viktig å undersøke nærmere hvilken, om noen, sammenheng det kan være mellom endring i avgift på elektrisitet og fyringsolje, og potensielle vinn-vinn effekter på forbruk av ved som følge av dette. Denne oppgaven søker bedre forståelse av sammenhengen mellom avgifter på en varmekilde, og påfølgende vinn-vinn effekter, ved å inkludere forbruksdata fra en lengre tidsperiode, dvs. fra 1986 til 2004. En slik analyse forventes å gi mer fullgode resultater som enten vil styrke de tidligere forskningsresultatene eller gi relevante motargumenter.

1.2 Problemstilling

Et av hovedmålene i miljøpolitikken er, som nevnt, reduksjon i husholdningers energiforbruk med den hensikt og redusere totalt utslipp. Det er de indirekte effektene av slike tiltak jeg skal studere nærmere i denne oppgaven. Indirekte effekter oppstår ved at avgifter rettet mot et gode, også slår ut på forbruket av nære substitutter av det regulerte godet. På den måten oppstår det vinn-vinn

effekter da myndighetene reduserer forbruket av det regulerte godet samtidig som forbruket av det substituerte godet øker. En avgiftsøkning på elektrisitet og fyringsoljer vil ha en forventet innvirkning på forbruket av bioenergi, som er en viktig del av målet om å øke bruken av fornybar energi i Norge. I denne oppgaven skal jeg se nærmere på slike vinn-vinn effekter. Jeg skal se på hvordan husholdningers energiforbruk påvirkes av avgifter i energimarkedet. Mer spesifikt ønsker jeg å undersøke følgende problemstilling:

Har en avgiftsøkning rettet mot energiforbruket av elektrisitet, fyringsolje og parafin hatt vinn-vinn effekter på forbruket av ved i norske husholdninger i perioden 1986 - 2004?

Problemstillingen vil belyses ved hjelp av et datasett som inneholder informasjon om husholdningers energiforbruk, utgifter, priser og relevante husholdningskarakteristika i årene 1986 til 2004. Analysen baseres på teori om den betingede etterspørselsmodellen utledet av Pollak (1969), og videre undersøkelse av substitusjons- og inntektseffekter. Modellen vil bli kjørt som multipl regresjon i statistikkprogrammet STATA, og deretter underlagt en analyse av vinn-vinn effekter før konklusjon på problemstillingen gis.

1.3 Struktur på oppgave

I kapittel 2 vil det bli gitt en oversikt over teorien bak den betingede etterspørselsfunksjonen, samt en kort introduksjon av utregningen av vinn-vinn effekter basert på denne. Målet er å dekomponere krysspriselastisiteten til forbruk av ved i forhold til prisendringer i elektrisitet og fyringsolje, for å kunne se nærmere på om det finnes vinn-vinn effekter i norske

husholdningers energiforbruk. I kapittel 3 blir det økonometriske verktøyet gjennomgått, og den anvendte metoden blir presentert. Kapittel 4 tar for seg gjennomføringen av analysen, og i kapittel 5 analyseres vinn-vinn effektene. I kapittel 6 vil resultatene bli drøftet, og en konklusjon vil oppsummere oppgaven i kapittel 7. Til slutt vil en kort kommentar om relevans bli gitt i kapittel 8.

2. Teori

Forurensning er et økende problem i vårt årtusen, og blir oftere satt i søkelyset både hos myndigheter og privatpersoner. Ved hjelp av avgifter forsøker myndighetene å påvirke forbruket av miljøskadelige produkter og tjenester i samfunnet (fra nå fellesbetegnet som goder). En slik avgift kan også gi seg utslag i forbruket av nære substitutter til et regulert gode. Slike dobbelteffekter kalles, som nevnt, vinn-vinn effekter. Omfanget av vinn-vinn effekten er avhengig av hvor nære substitutter de aktuelle godene er, prisfølsomheten til det regulerte godet og inntektseffekten til selve reguleringen (Halvorsen et al. 2010). Dersom godene blir benyttet som substitutter til oppvarming i hjemmet, må oppvarmingskildene benyttes som substitutter i samme rom for at det skal kunne oppstå vinn-vinn effekter. Dersom varmekildene er installert i ulike rom vil substitusjonseffekten være mer begrenset. Vinn-vinn effektene har vist seg å være av vesentlig betydning og brukes aktivt som argument i miljøpolitikken (Halvorsen et al. 2010).

Denne oppgaven tar utgangspunkt i undersøkelsen til Halvorsen et al. (2010) for å vise konstruksjonen bak vinn-vinn effekten. Videre vil Pollaks (1969) teori vedrørende betingede og ordinære etterspørselsfunksjoner bli benyttet som grunnlag for oppbygningen av den økonometriske modellen som skal anvendes i analysedelen. Mer spesifikt skal den betingede etterspørselsmodellen, hvor krysspriselastisiteten grupperes i en substitusjonseffekt og en inntektseffekt, benyttes. Substitusjonseffekten kan inndeles i to hovedfaktorer, hvor den ene faktoren sier noe om de ulike energibærerene er isolerte, alternative eller komplementære i forbruket. Den andre faktoren gir priselastisiteten til det alternative godet. Pollaks (1969) betingende etterspørselsmodell er opprinnelig basert på en kostnadsfunksjon. I denne analysen vil etterspørselsmodellen baseres på

nyttmaksimeringsproblemet til husholdinger, som i undersøkelsen til Halvorsen et al. (2010).

2.1 Teoretisk utgangspunkt

I dette avsnittet presenteres en kort gjennomgang av teorien bak den betingede etterspørselsmodellen og den ordinære etterspørselsmodellen. Videre blir det vist hvordan en oppdeling av krysspriselasiteteten kan brukes til å måle størrelsen på vinn-vinn effekten.

2.1.1 Den betingede etterspørselsfunksjonen

I utredningen av den betingede etterspørselsfunksjonen og krysspriselasiteteten under, følges rammeverket utledet av Halvorsen et al. (2010), som er basert på Pollaks (1969) konsumentteori. I utredningen forutsettes det at en husholdning benytter seg av flere energikilder til oppvarming, for eksempel elektrisk oppvarming, oljefyring og ved. Videre antas det at myndighetene ønsker å øke bruken av ved til oppvarming (x_1) ved å øke prisen på alternative oppvarmingskilder (x_2), for igjen å kunne redusere forbruket av disse. Forbruket av energikildene bestemmes samtidig. Husholdningens nyttefunksjon (U) beregnes ut fra forbruket av både x_1 og x_2 , og fra forbruket av andre goder (x_3), gitt husholdningens karakteristika (h):

$$U = U(x_1, x_2, x_3; h) \tag{1}$$

De tilhørende prisene til godene uttrykkes ved p_i ($i = 1, 2, 3$). Det antas at husholdningen ønsker å maksimere sin nytte med hensyn på følgende budsjettbetingelse: $I - p_1x_1 - p_2x_2 - p_3x_3 = 0$, hvor I er husholdningens nettoinntekt. Følgende førsteordensbetingelse fra maksimeringsproblemet kan utledes (se vedlegg 1):

$$U'_{x_i} - \lambda p_i = 0 \quad (2)$$

Hvor λ er Lagrange multiplikatoren til budsjettbetingelsen. Den betingede etterspørselsfunksjonen for ved (x_1) kan uttrykkes som følger (se vedlegg 1):

$$x_1 = x_1(x_2, p_1/p_3, c_1/p_3; h_1) \quad (3)$$

Etterspørselen etter ved (x_1) er en funksjon av mengden av gode 2 (x_2), prisen på gode 1 (p_1) og prisen på alle andre goder (p_3) med unntak av prisen på det betingede godet (x_2), totale utgifter utenom utgifter til det betingede godet (c_1) og relevante husholdningskarakteristika for forbruket av gode 1 (h_1). Vi antar at det kun er prisen på gode 2 som vil endres, slik at prisen på alle andre varer og tjenester blir satt lik 1 for å forenkle funksjonen ($p_3 = 1$). Den nye betingede etterspørselsmodellen for gode 1 blir da:

$$x_1 = x_1(x_2, p_1, c_1; h_1) \quad (4)$$

2.1.2 Krysspriselasititet

Krysspriselasititeten viser hvordan etterspørselen etter et gode påvirkes av endringer i prisen på et annet gode. Ved å se på fortegnet til den kryssderiverte kan man klassifisere godene. Dersom vi har en positiv krysspriselasititet betyr det at godene er substitutter (høyere pris på gode 2 medfører økt etterspørsel etter gode 1). Dersom krysspriselasititeten er negativt viser det at godene er komplementære i etterspørselen, det vil si at de følger hverandre i etterspørselen (Varian, 2005). Vi finner den ordinære etterspørselsfunksjonen for x_2 ved å løse alle førsteordensbetingelsene med hensyn på x_2 . x_2 er nå en funksjon av alle priser (p), inntekt (I) og husholdningenes karakteristika (h):

$$x_2 = x_2(p, I; h) \quad (5)$$

Videre finner vi den ordinære etterspørselsfunksjonen for x_1 ved sette likning (5) inn i den betingede etterspørselsfunksjonen for x_1 (4), som da gir en funksjon av alle priser (p), inntekt (I) og husholdningens karakteristika h :

$$\begin{aligned} x_1 &= x_1(x_2(p, I; h), p_1, c_1; h_1) \\ &= x_1(p, I; h) \end{aligned} \quad (6)$$

Likningen over deriveres med hensyn på p_2 , når vi husker å sette $c_1 = I - p_2x_2$ (se Pollak (1969) for detaljer). Dette gir krysspriselasititeten til den ordinære etterspørselsfunksjonen for x_1 . Krysspriselasititeten består av multiplikatorer

fra den betingede etterspørselsfunksjonen til x_1 og multiplikatorer fra den ordinære etterspørselsfunksjonen til x_2 (det betingede gode):

$$\frac{\partial x_1}{\partial p_2} = \frac{\partial x_1}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial p_2} + \frac{\partial x_1}{\partial c_1} \frac{\partial c_1}{\partial p_2} \quad (7)$$

↓

$$\frac{\partial x_1}{\partial p_2} \equiv \frac{\partial x_1}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial p_2} - x_2 (1 - e_{22}) \frac{\partial x_1}{\partial c_1}$$

Hvor $\frac{\partial c_1}{\partial p_2} = -x_2 \left(1 + \frac{\partial x_2}{\partial p_2} \frac{p_2}{x_2}\right)$ og e_{22} er egenpriselasititeten til x_2 . I følge Pollak (1969) kan vi dele krysspriselasititeten inn i to deler. Det første uttrykket på høyresiden av likningen over representerer substitusjonseffekten. Det andre uttrykket på høyresiden av likningen representerer inntektseffekten. Substitusjonseffekten oppstår fordi en økning i prisen på det betingede godet (p_2) vil medføre en endring i etterspørselen til gode 2 (x_2). Dette vil igjen gi seg utslag i etterspørselen til x_1 . Inntektseffekten oppstår ved at en økning i prisen på gode 2 (p_2) fører til en endring i utgiftsnivået benyttet på alle andre goder (c_1), som igjen gir seg utslag i etterspørselen etter x_1 (Pollak, 1969).

2.1.3 Når har vi vinn-vinn effekter?

I undersøkelsen om det finnes vinn-vinn effekter benyttes først egenpriselasititeten for å kunne si noe om priseffekten til vedforbruket og forbruket av elektrisitet og fyringsoljer. Egenpriselasititet er definert som den prosentvise endringen i forbruket av et gode ved 1 % endring i prisen på det samme godet. Denne er forventet negativ siden en økning i pris forventes å

medføre en forbruksreduksjon. Denne brukes videre til å beregne krysspriselasiteten. Vi har vinn-vinn effekter når krysspriselasiteten er stor og positiv (Halvorsen et al. 2010).

Vi kan bruke dekomponeringen av krysspriselasiteten til å se nærmere på hvor vi kan forvente å finne vinn-vinn effekter. Hvis vi ser på uttrykket (7) over vil vi finne en negativ substitusjonseffekt dersom vi har komplementære goder ($\partial x_1 / \partial x_2 > 0$), og vi vil finne en positiv substitusjonseffekt dersom vi har alternative goder ($\partial x_1 / \partial x_2 < 0$). Gitt at det betingede godet ikke er et Giffen gode ($\partial x_2 / \partial p_2 < 0$). Dersom det betingede godet er et Giffen gode ($\partial x_2 / \partial p_2 > 0$), vil substitusjonseffekten være negativ ved alternative goder, og positiv ved komplementære goder (Halvorsen et al. 2010). Videre vil inntektseffekten være negativ dersom egenpriselasiteten til det betingede godet er mindre enn 1 i absoluttverdi, og x_1 er et normalt gode ($\partial x_1 / \partial c_1 > 0$). Dersom x_1 er et mindreverdig gode ($\partial x_1 / \partial c_1 < 0$), eller egenpriselasiteten til det betingede godet (e_{22}) er større enn 1 i absoluttverdi, vil inntektseffekten være positiv (Halvorsen et al. 2010). Vi ser at substitusjonseffekten og inntektseffekten både kan være positiv og negativ, så den totale effekten bestemmes av fortegnet og størrelsen på de to uttrykkene. Ved politiske virkemidler må normalt de to godene være substitutter for at det skal kunne oppstå vinn-vinn effekter av betydning. Substitusjonseffekten vil være størst for nære substitutter hvor det betingede godet er prissensitivt (forbeholdt at x_1 er et normalt gode og det betingede godet ikke er et Giffen gode). Videre vil en marginal inntektseffekt øke vinn-vinn effekten for en gitt substitusjonseffekt. Når det gjelder energipolitiske tiltak, forventes det å finne vinn-vinn effekter som følge av en avgiftsøkning på elektrisitet og fyringsolje til oppvarming, dersom forbruket fra disse energikildene er svært prisfølsomme, dersom forbruket av ved er et strengt nødvendighetsgode og dersom ved og elektrisitet og fyringsolje benyttes til oppvarming i samme rom (dvs. at de er nære substitutter) (Halvorsen et al. 2010).

I dette kapitlet ble teorien bak den betingede etterspørselsfunksjonen presentert, og videre hvordan oppdelingen av substitusjons- og inntektseffekt skal brukes for å analysere om det finnes vinn-vinn effekter i norske husholdningers energiforbruk.

3. Metode

I dette kapitlet vil det bli gitt en gjennomgåelse av hvordan den statistiske analysen skal utføres metodisk. Først presenteres en oversikt over datasettet som benyttes, og deretter en rask gjennomgang av relevante statistiske begreper. Etter det vil valg av statistisk modell i undersøkelsen bli redegjort for. Til sist vil det bli gitt en kort gjennomgang av hvilke forutsetninger den valgte analyseteknikken baserer seg på, og hvilke hensyn som blir tatt i forhold til disse i denne oppgaven.

3.1 *Dataunderlag*

Analysen baserer seg på forbruksdata fra norske husstander i perioden 1986-2004, samlet inn av Statistisk Sentralbyrå. Dette er altså tverrsnittdata som er sammenslått over flere år. Datasettet inneholder informasjon om energiforbruk, utgifter og inntekter fra husholdninger i Norge, samt karakteristika ved selve boligen og informasjon om husholdningens medlemmer. Det finnes også data på prisutviklingen til de ulike varmekildene som er benyttet til oppvarming av boligen. Varmekildene som er med i datasettet er elektrisitet, fyringsolje, parafin og ved. Ved representerer eneste bioenergikilde. Alle priser, inntekt og utgifter er indeksregulert ved KPI, og er målt i 2004-kroner.

3.1.1 Deskriptiv statistikk

Datasettet inneholder data fra 21286 husstander observert i årene fra 1986 til 2004.

Tabell 1: Deskriptiv statistikk

Variabel	Variabelbeskrivelse	Observasjoner	Gjennomsnitt	Standardavvik	Min	Maks
aar	År	21286	1994.47	5.459572	1986	2004
abarn7	Antall personer 0 til 6 år i husstanden	21286	0.3712299	0.6859968	0	4
abarn20	Antall personer 16 til 19 år i husstanden	21286	1.015832	1.161064	0	9
baarb	Byggeår for boligen	20669	1961.156	31.97566	1700	2004
nareal	Boligens nettoareal (m*m)	21088	121.8573	54.63727	7	800
arom	Antall rom (- kjøkken)	21099	4.683255	1.796002	1	20
inflaar	Innflyttingsår	21107	1981.452	14.60437	1900	2004
abil	Antall biler i hush.	21286	1.115945	0.7224657	0	7
akjol	Antall kjøleskap	21286	0.9135112	0.5498745	0	5
afrys	Antall hjemmefrysere	21286	1.100254	0.6107662	0	7
aoppvask	Antall oppvaskmaskiner	21286	0.5667575	0.509558	0	4
avask	Antall vaskemaskiner	21286	0.9487926	0.3109605	0	4
akomfyr	Antall komfyrer	21286	1.024382	0.3290311	0	5
alderhp	Alder person, 01 i grupper	21284	45.84317	15.01497	16	94
knr	Kommunennummer	21286	954.4387	582.6863	101	2030
ainnt	Antall i hush. med arbeidsinntekt	21286	1.450202	0.8920265	0	7
atork	Antall tørketrommler	21286	0.4310345	0.5076932	0	4
xfolje	Kvantum fyringsgolje, liter	21286	122.5026	617.9497	0	17000
xparaf	Kvantum parafin, liter	21286	102.117	392.6906	0	15000
xkved	Kvantum kjøpt ved, sekker	21286	14.12675	31.22569	0	300
xfved	Kvantum fått ved, sekker	12628	26.68776	62.21504	0	1400
mann	IO er mann	21286	0.5493282	0.4975725	0	1
bad	Har baderom	21286	0.97745	0.1484674	0	1
enpers	Enpersonhusholdning	21286	0.1360988	0.3429015	0	1
blokk	Blokkleilighet	21286	0.1001128	0.3001573	0	1
eb	Enebolig	21286	0.4201823	0.4935996	0	1
vaanhus	Våningshus	21286	0.0693414	0.2540397	0	1
hytte	Eier hytte eller fritidsbolig	21286	0.2226816	0.416056	0	1
leier	Leier boligen	21286	0.2893921	0.4534909	0	1
oppileie	Oppvarming inkludert i leien	21207	0.0562079	0.2303281	0	1
lysleie	Strøm til belysning inkludert i leien	21210	0.023008	0.1499323	0	1
fstrom	Strømregningen betales av arbeidsgiver	21268	0.0105323	0.1020873	0	1
gd_vin	Graddager desember til og med februar	20681	1672.746	318.2908	995	3200
gd_aar	Graddager i løpet av året	20681	4040.659	641.9322	2899	6888
y1	Utgifter til eketrisitet	21286	10511.27	5171.104	0	44697.25
y4	Utgifter til ved	21268	358.562	924.3475	0	14457.14
y5	Utgifter til parafin og fyringsolje	21254	825.2456	2413.042	0	60138
p1	Pris på elektrisitet	21286	50.74675	12.51509	22.0884	117.388
p4	Pris på ved	21286	41.68034	12.66092	0.0986613	146.4771
p5	Gjennomsnittspris på parafin og fyringsolje	21286	40.66835	7.817049	0.2923879	169.8099
x1	Totalt elektrisitetsforbruk	21286	21556.95	10965.67	0	49973.61
x4	Totalt vedforbruk	21286	1977.745	4371.597	0	42000
x5	Totalt forbruk av fyringsolje og parafin	21286	224.6196	718.7306	0	17000
agved	Andel fått eller selvhugget ved	21286	0.2127175	0.403781	0	1
bi	Bruttoinntekt	12196	396130.2	472158.9	0	4.60e+07
ni	Nettoinntekt	21286	339766.9	397830.6	-1656246	4.56e+07
utgift	Totale forbruksutgifter	21270	304830.8	190078.1	1220.977	2193314
fibolig	To- eller flermannsbolig	21286	0.1754674	0.3803754	0	1
flyttet	Flyttet til nåværende bolig i inneværende år	21286	0.0464155	0.2103881	0	1
dink	Double income no kids	21286	0.2200507	0.4142903	0	1
bodd	Antall år bodd i husstanden	21107	13.05714	13.18093	0	95
alderhus	Alder på husstand	20669	33.3423	31.84353	0	304
energi	Totalt energiforbruk	21286	23759.31	11622.71	0	49990.35
enperm2	Energiforbruk per kvadratmeter	21088	208.4003	108.9488	0	3406.561

På grunn av ulike vanskeligheter knyttet til noen av observasjonene har jeg valgt å ikke benytte alle variablene som er tilgjengelige. Variabelen *voksne*

har null observasjoner, og er derfor tatt ut. *anpers* viser at minimum antall personer i en husstand er 10. Dette virker rart, og jeg har derfor valgt å utelate variabelen fra estimeringene. *Utgift* representerer totale forbruksutgifter i 2004-kroner. Her fantes det 12 variabler som var unaturlig store, og med negativt fortegn, disse ble slettet fra datasettet for å unngå problemer i estimeringen senere. Siden det er snakk om et fåtall variabler er det ingen vits å finne årsaken til disse rare verdiene, og heller ikke noe problem å slette de.

Videre kan vi se at antall observasjoner per variabel varierer, dvs. at det finnes et antall *missing values* i datasettet. Antall husstander som er med i undersøkelsen er som nevnt 21286, og alle variable skulle ideelt sett hatt like mange observasjoner. Det er viktig å notere seg at hver gang nye variabler genereres ut i fra gamle variabler som inneholder *missing values*, vil også de nye variablene inneholde like mange *missing values* som de variablene den er generert fra. STATA behandler automatisk *missing values* ved regresjon, så det skal ikke utgjøre noen problemer for estimeringen. Det vil gjøre større skade å slette alle *missing values*, enn å beholde de i datasettet. Derimot har jeg fjernet verdier med kode 999, da disse er verdier som skulle vært fjernet tidligere, og som vil skape rot i estimeringen.

Variablene *energi* og *energim2* representerer henholdsvis totalt energiforbruk ($x_1+x_4+x_5$) og energiforbruk per m^2 . Disse variablene er ikke samlet inn, men generert i etterkant for å kunne sjekke at observasjonene er pålitelige i den sammenheng at totalt energiforbruk virker realistisk. Observasjoner som viser et energiforbruk over 50000 kWh har blitt slettet fra datasettet, fordi det er urealistisk høyt for en husstand og har uheldige konsekvenser for standardavviket i estimeringen. Videre er observasjoner som overstiger 499 kvantum kjøpt ved ($x_{kved} > 499$) slettet, fordi det er sannsynlig at dette er næringsvirksomheter og vil gi feil resultat i estimeringen (se vedlegg 3).

Variablene *bodd* og *alderhus* er variabler som er generert i etterkant for å kunne få en oversikt over antall år en husstand har vært bebodd og alder på husstanden. Dette kan være betydningsfulle variabler å ha med i estimeringen av energiforbruk. Deskriptiv statistikk for alle de opprinnelige variablene finnes i vedlegg 2.

3.2 Økonometrisk spesifisering

I denne delen vil det først bli gitt en kort oversikt over relevante statistiske begreper for analysen. Deretter presenteres den økonometriske modellen og estimeringsmetoden som skal brukes til å undersøke om det eksisterer vinn-vinn effekter som følge av avgifter rettet mot elektrisitet, fyringsolje og parafin med hensyn på husholdningers forbruk av ved. Til sist vil det bli gitt en kort gjennomgang av hvilke forutsetninger den valgte estimeringsmetoden baserer seg på, og hvilke hensyn som blir tatt i forhold til disse i denne oppgaven. En grundigere gjennomgang av estimeringen finnes i vedlegg 3.

3.2.1 Statistiske begreper

I dette avsnittet gis en kort gjennomgang av de mest relevante statistiske begrepene, og hvordan de er anvendt i denne analysen.

Signifikansnivå og p-verdi

De predikerte verdiene i en regresjonsanalyse er tilknyttet et tall kalt p-verdi. P-verdien uttrykkes i prosent og beskriver hvor stor sannsynlighet det er for at koeffisienten tilknyttet forklaringsvariabelen beskriver et virkelig lineært

forhold. En p-verdi på 0.10 betyr at det er 10 % sjanse for at forholdet mellom den uavhengige og den avhengige variabelen har oppstått tilfeldig og at det er 90 % sjanse for at forholdet er ekte. Det er viktig å være oppmerksom på at selv om variablene viser statistisk signifikans, betyr ikke det nødvendigvis at vi har teoretisk belegg for å påvise relasjonen. Ved store utvalg vil man ofte få signifikante sammenhenger, og man må derfor være kritisk til de funnene man gjør og deres betydning (Hill et al. 2008). P-verdien bør alltid ses i sammenheng med teori, parameterestimatet og standardfeilen for å sikre at den gir mening til det som undersøkes (Hill et al. 2008).

I denne analysen benyttes et signifikansnivå på 10 %. Det foreligger en formening om retningen av effektene på forhånd, og det vil være åpenbart dersom estimeringen påviser en feilaktig sammenheng. Et signifikansnivå på 10 % betyr at dersom vi får p-verdier som er større enn 0.10 symboliserer det at det er en uavklart relasjon mellom den uavhengige og den avhengige variabelen, og vi fjerner forklaringsvariabelen fra estimeringen. Dersom vi har p-verdier mindre enn 0.10 betyr det at det finnes en påvisbar relasjon, og forklaringsvariablene beholdes i estimeringen (Hill et al. 2008).

t-verdi

t-verdien viser hvor mange standardfeil de estimerte verdiene avviker fra forventet verdi. Man forkaster nullhypotesen når t er større eller lik den kritiske verdien for t, det vil si at man ikke klarer å påvise noen sammenheng. Dersom t er mindre enn den kritiske verdien beholder vi nullhypotesen. Resultatet er statistisk signifikant når t har en absoluttverdi større eller lik 2 i denne analysen, og t-verdien vil bli brukt til samme formål som p-verdien over.

Forklaringskoeffisienten R^2

Forklaringskoeffisienten R^2 er et mål på hvor bra de uavhengige variablene forklarer variasjonen i den avhengige variabelen. Variasjoner som ikke blir forklart av modellen forblir i feilledet. R^2 er et tall mellom 0 og 1, og jo nærmere 1 den er, desto nærmere er y-verdiene den estimerte linjen. R^2 defineres som hvor mye av variasjonen i y som kan forklares ved hjelp av det lineære forholdet mellom den avhengige og de uavhengige variablene (Hill et al. 2008). Dersom vi har en R^2 lik 0.60 betyr det at 60 % av variasjonen i de observerte verdiene til den avhengige variabelen blir forklart av modellen, mens de gjenværende 40 % forblir uforklart i feilledet. En liten R^2 betyr at det er utelatt relevante forklaringsvariabler fra modellen. Det betyr ikke at estimatene som er med i modellen er forventningsskjeve, fordi de utelatte variablene som da er inkludert i feilledet vil ikke være korrelert med forklaringsvariablene som er inkludert i modellen (Hill et al. 2008). Det kan forventes at R^2 er relativt lav i denne estimeringen, fordi datasettet som analysen baseres på ikke er fullstendig. Det hadde for eksempel vært ønskelig å ha med variabler som ga fylligere informasjon om fordelingen av de ulike varmekildene og bruken av bioenergi i husstander, i estimeringen.

F-statistikk

F-statistikken representerer signifikansnivået for den estimerte modellen som helhet. F-verdien er et mål på sannsynligheten for at modellen beskriver en tilfeldig sammenheng i motsetning til en ekte sammenheng. I likhet med p-verdien, sier F-verdien at jo lavere en signifikant F-verdi man har, jo større sjanse er det for at sammenhengene i modellen er ekte.

3.2.2 Estimeringsmetode

I denne oppgaven benyttes Minste Kvadraters Metode (MKM), heretter kalt OLS (Ordinary Least Square) som estimeringsmetode. Hensikten med OLS er å forklare hvorfor en gitt variabel y varierer som den gjør ved å se på parvise observasjoner av x og y . Ved hjelp av OLS kan man estimere denne relasjonen, og regresjonen vil være den linjen som passer best til disse punktene. OLS metode vil altså si at man søker å finne den linjen som minimerer de kvadrerte avvikene fra linjen (Hill et al. 2008). I det følgende tar jeg utgangspunkt i en forenklet modell for å vise teorien bak OLS:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + e_i$$

der β_0 er konstantledd og β_1 er estimert parameter. Denne formelen er ment å forklare endringer i utfall hos y som følge av endringer i x . Variabelen y er dermed den avhengige variabelen, altså den variabelen som blir forklart, mens x er forklaringsvariabelen. De observasjonene som avviker fra regresjonslinjen, e , er restleddet og representerer alle andre faktorer unntatt x som påvirker y (Hill et al. 2008). Restleddet representeres vertikalt ved linjen:

$$e_i = y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i$$

I denne oppgaven vil ikke en enkel regresjon være hensiktsmessig, da jeg skal se på sammenhengen mellom flere variabler. I en slik analyse benyttes multippel regresjon, hvor enkel regresjon utvides ved å inkludere flere forklaringsvariabler. Multippel regresjon estimerer effekten på y ved å endre en variabel x_1 mens man holder de andre forklaringsvariablene (x_2, x_3 osv.)

konstant (Hill et al. 2008). Den multiple regresjonsmodellen kan uttrykkes som følger:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} + e_i \quad i = 1, \dots, n$$

hvor y_i er observasjonen i av den avhengige variabelen, $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$ er observasjon i av hver av de k regressorene, e_i er feilleddet og β_1 helningskoeffisienten til x_1 , β_2 er helningskoeffisienten til x_2 osv. β_1 representerer den marginale endringen i y_i når x_{1i} endres med en enhet, og man holder alle andre forklaringsvariabler (x_2, x_3 osv.) konstant. De andre β -verdiene tolkes på samme måte. β_0 er den forventede verdien til y_i når alle forklaringsvariablene er lik 0 (Hill et al. 2008).

3.2.3 Forutsetninger for regresjonsanalyse

Det finnes en rekke forutsetninger som må være oppfylt for at OLS skal gi den beste estimatoren tilgjengelig for regresjonsmodellen (Hill et al. 2008). Disse forutsetningene er som følger:

- a. Regresjonsmodellen er lineær, dvs. at verdien for y , for hver verdi av x er $y = \beta_1 + \beta_2 x + e$.
- b. Uavhengige variabler (x) og feilleddet (e) er ukorrelerte.
- c. Feilleddet har et forventet gjennomsnitt lik 0, $E(e) = 0$.
- d. Variansen til feilleddet er, $\text{var}(e) = \sigma^2 = \text{var}(y)$, dvs. ingen heteroskedastisitet.

- e. Kovariansen mellom feilleddene, e_i og e_j er $\text{cov}(e_i, e_j) = \text{cov}(y_i, y_j) = 0$, dvs. ingen autokorrelasjon.
- f. Ingen av forklaringsvariablene er en perfekt funksjon av noen av de andre forklaringsvariablene, dvs. ingen multikollinearitet.
- g. Feilleddet er normalfordelt, $e \sim N(0, \sigma^2)$.

(Hill et al. 2008)

Linearitet

En viktig forutsetning for denne type regresjonsanalyse er at sammenhengen mellom den avhengige variabelen og forklaringsvariablene er lineær. Dersom denne forutsetningen ikke blir tilfredsstillt vil estimeringen kunne rapportere forventningsskjevne estimater. I realiteten vil de fleste samfunnsmessige sammenhenger aldri være klart lineære. Dette blir likevel oppfattet som den beste estimeringsteknikken om ikke sammenhengen er klart kurvelineær (Hill et al. 2008). I denne oppgaven er det ingen variabler som forventes å ha en kurvlineær effekt, så estimeringsmetoden vil bli benyttet selv om det skulle påvises problemer med linearitet (se vedlegg 4).

Ingen korrelasjon mellom forklaringsvariablene og feilleddet

Dersom forutsetning b. brytes og en forklaringsvariabel er korrelert med feilleddet, vil OLS estimatet tillegge forklaringsvariabelen en del av variasjonen i den avhengige variabelen som egentlig kommer fra feilleddet. Videre sier forutsetning c. at et stokastisk tilfeldig feilledd blir plussert på regresjonslikningen for å ta høyde for variasjoner i den avhengige variabelen som ikke blir forklart av modellen. Feilleddet må ha en gjennomsnittelig fordeling lik null. Konstanten i likningen β_0 inkluderes for å kompensere for

muligheten for at feilledet ikke har et gjennomsnitt lik null. Det er påvist i denne modellen at feilledet ikke er korrelert med forklaringsvariablene (se vedlegg 4).

Homoskedastisitet

Forutsetning d. dreier seg om heteroskedastisitet. Brudd på denne forutsetningen vil si at variansen til feilledets fordeling endrer seg for hver observasjon, dvs. at det ikke er konstant. Dersom vi har problemer med heteroskedastisitet vil dette medføre at OLS genererer unøyaktige estimater på standardfeilen til koeffisientene. Dette problemet er imidlertid ikke spesielt kritisk om man har et høyt antall observasjoner, som er tilfellet i denne analysen. I tillegg vil det bli benyttet heteroskedastisk-robuste standardavvik (se vedlegg 4) som korrigerer for denne typen feil (Wooldridge, 2009).

Autokorrelasjon

Brudd på forutsetning e. vil medføre seriekorrelasjon, også kalt autokorrelasjon. Når man benytter seg av tverrsnittdata vil normalt ikke autokorrelasjon være et problem, og vil derfor ikke bli vektlagt i den videre analysen.

Multikollinearitet

Multikollinearitet er tilstede dersom en eller flere av forklaringsvariablene har høy korrelasjon mellom seg. Dersom det er problemer med multikollinearitet i analysen, vil dette forstyrre estimeringen av de separate effektene, i tillegg er det fare for at to eller flere av variablene måler samme fenomen. Det vil derfor være nødvendig å undersøke om de uavhengige variablene fra

undersøkelsen har for høy korrelasjon. Dette gjøres ved å bergene toleransen til variablene (se veldegg 4), som måler hvor stor grad hver forklaringsvariabel er avhengig av de andre forklaringsvariablene (Gujarati & Porter 2010). Problemer med multikollinearitet kan korrigeres ved å utelate en av de korrelerte variablene fra regresjonslikningen (Hill et al. 2008).

Normalitet

Den siste forutsetningen sier at feilleddet skal være normalfordelt. Dette er en viktig forutsetning i forbindelse med hypotesetesting, da testing ved små utvalg vil være ugyldig dersom den ikke holder (Hill et al. 2008). I denne oppgaven er utvalget stort, så forutsetning g. vil ikke være kritisk for OLS. Det vil likevel være fornuftig å se nærmere på residuaene, for å avgjøre om det finnes eventuelle observasjoner i datasettet som avviker sterkt fra regresjonslikningen. I noen tilfeller kan det finnes observasjoner som har så store avvik at estimeringen av regresjonskoeffisienten blir påvirket. Årsaken til slike uteliggere er ofte at verdien på en observasjon er feil i datasettet, eller at modellen har utelatt relevante forklaringsvariabler. Dersom det er flere variabler med store avvik kan dette ha alvorlige konsekvenser for utregningen av regresjonskoeffisienten (se veldegg 4).

3.3 Økonometrisk modell

I denne delen vil de økonometriske modellene bli presentert. Den økonometriske modellen er utledet fra den betingede etterspørselsfunksjonen for ved, x_1 i likning (4), der x_2 består av elektrisitet, fyringsoljer og parafin. Regresjonslikningen for vedforbruket vil se ut som følger:

$$Y_{\text{ved}} = \beta_0 + \beta_1 \hat{Y}_{\text{el}} + \beta_2 \hat{Y}_{\text{ol}} + \beta_3 P_{\text{ved}} + \beta_4 P_{\text{ol}} + \beta_5 c1 + \beta_6 \text{GD} + \sum \beta_{7s} \text{HK}_s + \beta_8 T^2 + u,$$

(8)

hvor Y_{ved} er forbruket av ved, \hat{Y}_{el} er den predikerte verdien som representerer forbruket av elektrisitet og \hat{Y}_{ol} er den predikerte verdien for forbruket av fyringsolje og parafin. Alle forbruksvariablene er målt i kWh. P_{ved} er prisen på ved i 2004-kroner, P_{ol} er prisen på fyringsolje og parafin i 2004-kroner, $c1$ er totale utgifter ekskludert utgifter til elektrisitet, fyringsolje og parafin, GD er antall graddager i månedene desember, januar og februar og HK_s er relevante husholdningskarakteristika, som for eksempel antall rom, type bolig, antall barn etc. En fullstendig oversikt over variablene finnes i tabell 4. T^2 er en trendvariabel i andrepotens. Den estimerte modellen forklarer variasjonen i forbruket av ved informasjon om variablene som er presentert over. Parameterne som skal estimeres er β_i , og u er det stokastiske restleddet. Det antas at feilleddet er iid (identisk og uavhengig fordelt), med et gjennomsnitt på null og konstant varians.

Forbruket av elektrisitet og fyringsolje og parafin er endogene for husholdningen, og det må derfor estimeres instrumenter for disse variablene for å unngå forventningsskjevne estimater. Disse instrumentene finner jeg ved å kjøre regresjoner på henholdsvis elektrisitet og fyringsolje og parafin på alle de eksogene variablene som er signifikante. De predikerte verdiene som oppnås ved denne estimeringen skal brukes som instrumenter for q_1 og q_5 i estimeringen av forbruket av ved.

$$\hat{Y}_{el} = \alpha_0 + \alpha_1 P_{el} + \alpha_2 P_{ved} + \alpha_3 P_{ol} + \alpha_4 U + \gamma_5 GD + \sum \alpha_{6s} HK_s + \alpha_7 T + \alpha_8 T^2 + v \quad (9)$$

$$\hat{Y}_{ol} = \gamma_0 + \gamma_1 P_{el} + \gamma_2 P_{ol} + \gamma_3 U + \gamma_4 GD + \sum \gamma_{5s} HK_s + \gamma_6 T + w \quad (10)$$

Variablene er de samme som i likningen over (8), og en fullstendig oversikt finnes i tabell 2. Vektorene α og γ er parameterne som skal estimeres og v og w er de stokastiske feilleddene med samme karakteristika som feilleddet i likning (8).

Tabell 2: Estimering av instrumenter for forbruk av elektrisitet og fyringsolje/parafin

VARIABEL	Elektisitet		Fyringsolje og parafin	
	KOEFFISIENT	P-VERDI	KOEFFISIENT	P-VERDI
abarn20	477.6105***	0.000		
alderhus	-4.787497**	0.023		
nareal	22.90546***	0.000	4.690374***	0.000
arom	449.8442***	0.000		
akjol	367.1714***	0.005		
afrys	318.0816***	0.006		
aoppvask	1789.576***	0.000		
avask	491.7156**	0.026		
akomfyr	478.7519**	0.040		
alderhp	23.22913***	0.000	5.529282***	0.000
ainnt	656.8113***	0.000		
atork	931.6925***	0.000		
mann	-440.8612***	0.000		
bad	935.7576**	0.033		
enpers	-2762.575***	0.000		
blokk	2386.081***	0.000		
eb	6480.144***	0.000		
vaanhus	3587.711***	0.000	-157.0868*	0.053
hytte	975.3557***	0.000		
leier	-1682.963***	0.000	-154.0831***	0.009
oppileie	-7188.94***	0.000		
lysileie	4175.244***	0.000		
fstrom	-1113.278*	0.079		
gd_vin	-5872407***	0.001	0.5129534***	0.000
p1	-255.4565***	0.000	3.862386**	0.012
p4	21.80148***	0.000		
p5	41.10854***	0.000	-34.57579***	0.000
flbolig	4507.096***	0.000		
flyttet	-2932.545***	0.000		
dink	-1143.931***	0.000	110.2702**	0.022
utgift	0.0038885***	0.000	0.0006458***	0.000
tid	-478.3312***	0.000	-8.662479**	0.019
tid2	7.345687**	0.036		
<u>_cons</u>	22242.54***	0.000	593.725**	0.002
Modellens forklaringskraft	R2		R2	
Antall enheter: 19146	0.4674		0.2126	

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.10

Koeffisienter som er uthevet er av spesiell interesse i sammenheng med størrelsen på vinn-vinn effekten.

4. Analyse

I denne delen av oppgaven er hensikten å undersøke den betingede etterspørselsmodellen som tester effekten av alle forklaringsvariablene som kan tenkes å ha påvirkning på forbruk av ved. Variablene som viser seg å ha en effekt, bli tatt med videre i den påfølgende modellen som tar sikte på å finne de indirekte effektene. Til denne analysen benyttes statistikkprogrammet STATA. En oversikt over fremgangsmåte og kommandoer som er anvendt finnes i vedlegg 3 og 5.

4.1 Variabelbeskrivelse

Avhengig variabel - vedforbruk

Den avhengige variabelen i analysen er forbruket av ved (*q4*). Denne variabelen består av alle husholdninger som har hatt et positiv vedforbruk i årene 1986 – 2004, og er målt i kWh. Den avhengige variabelen påvirkes av kontrollvariablene som beskrives under. I tabellen under vises variabelens gjennomsnittsverdi, standardavvik og minimums- og maksimumsverdier.

Tabell 3: Deskriptiv statistikk for forbruk av ved

Variabel	Obs	Gjennomsnitt	Standardavvik	Min	Maks
q4	6406	6571.695	5771.842	140	42000

Forbruksvariabler for elektrisitet og fyringsolje/parafin

I analysen brukes predikerte verdier for forbruket av elektrisitet ($q1hat$) og forbruket av fyringsolje og parafin ($q5tid$). Disse variablene representerer husholdningers forbruk av de respektive energikildene, og er målt i kWh. Det er de predikerte verdiene som brukes i estimeringen for å unngå forventningsskjeve og inkonsistente estimater, som følge av at forbruk av elektrisitet, fyringsolje og parafin er endogene for husholdningen. $q5tid$ er videre multiplisert med en trendvariabel (tid) for å ta hensyn til at forbruket av fyringsolje og parafin varierer over tid. I vedlegg 3 finnes en nærmere beskrivelse av estimeringen av disse variablene.

c1tid

$c1tid$ representerer totale utgifter ekskludert utgift til elektrisitet, parafin og fyringsolje. Denne er med i estimeringen fordi den skal brukes i utregningen av eventuelle vinn-vinn effekter senere i analysen. $c1tid$ er multiplisert med en trendvariabel (tid) av samme årsak som $q5tid$. *Utgift* vil ikke bli inkludert i estimeringen av vedforbruket ($q4$) da det vil ha uheldige konsekvenser å ha med tilnærmet samme variabel flere ganger ($c1tid$ er generert ut i fra utgiften). $c1tid$ er valgt fordi det er denne som er viktig for uregninger senere i oppgaven. Se vedlegg 5 for nærmere beskrivelse av genereringen.

Prisvariabler

Det er flere prisvariabler som er inkludert i analysen: Pris på elektrisitet ($p1$), pris på ved ($p4$) og pris på fyringsolje og parafin ($p5$). Alle disse er målt i 2004-kroner, og regnet ut fra KPI indeksen.

Husholdningsvariabler

Disse variablene omfatter husholdningskarakteristika som blant annet type bolig, antall rom, antall barn, fasiliteter etc. En fullstendig oversikt er gjengitt i tabell 4.

Graddager

Temperaturen for alle kommuner som er med i forbruksundersøkelsen er innhentet fra Meteorologisk institutt. Graddagene er definert som summen av differansen mellom 17 grader celsius og gjennomsnittstemperaturen over døgnet for alle dager kaldere enn denne grensen (Halvorsen et al. 2005). Dette betyr at jo høyere graddagstall, jo kaldere er det.

Trendvariabel

Datasettet som blir benyttet i denne analysen er som nevnt tverrsnittdata som er sammenslått over flere år. For å ta hensyn til tidsaspektet inkluderes flere trendvariabler i estimeringen. *Tid* i andrepotens er med for å ta hensyn til eventuelle avvik fra en lineær trend, og det er kun denne som er med i estimeringen av vedforbruket. En nærmere beskrivelse av genereringen av disse variablene finnes i vedlegg 5.

Nedenfor presenteres den deskriptive statistikken for forklaringsvariablene i den estimerte modellen. De vanligste målene er inkludert, slik som gjennomsnitt, standardavvik, median, minimums- og maksimumsverdi.

Tabell 4: Deskriptiv statistikk: Forklaringsvariabler

Variabel		Obs	Gjennomsnitt	Standardavvik	Min	Maks
q1hat	Predikert verdi forbruk elektrisitet	19695	22211.38	7254.141	0	55453.08
q5tid	Predikert verdi forbruk fyringsolje og parafin	21142	2424.848	6662.467	0	72936.25
abarn20	Antall personer 16 til 19 år i husstanden	21286	1.015832	1.161064	0	9
arom	Antall rom (- kjøkken)	21099	4.683255	1.796002	1	20
alderhp	Alder person, 01 i grupper	21284	45.84317	15.01497	16	94
mann	IO er mann	21286	0.5493282	0.4975725	0	1
enpers	Enpersonhusholdning	21286	0.1360988	0.3429015	0	1
blokk	Blokkleilighet	21286	0.1001128	0.3001573	0	1
vaanhus	Våningshus	21286	0.0693414	0.2540397	0	1
hytte	Eier hytte eller fritidsbolig	21286	0.2226816	0.416056	0	1
agved	Andel fått eller selvhugget ved	21286	0.2127175	0.403781	0	1
gd_vin	Graddager desember til og med februar	20681	1672.746	318.2908	995	3200
p4	Pris på ved	21286	41.68034	12.66092	0.0986613	146.4771
p5	Gjennomsnittspris på parafin og fyringsolje	21286	40.66835	7.817049	0.2923879	169.8099
flbolig	To- eller flermannsbolig	21286	0.1754674	0.3803754	0	1
flyttet	Flyttet til nåværende bolig i inneværende år	21286	0.0464155	0.2103881	0	1
c1tid	Totale utgifter eks. utgifter til elektrisitet og fyringsolje/parafin	21286	-7209433	5726489	-2.90e+07	6538896
tid2	Trend i andrepotens	21286	120.6241	103.8666	0	324

Som vi kan se av tabell 3 og tabell 4 er ikke alle variablene fulltallige. Alle variablene er imidlertid representert med minimum 6406 observasjoner, som er lik antall observasjoner for den avhengige variabelen. Grunnen til at variabelen for vedforbruk er lav er fordi den kun representerer positivt forbruk, det vil si forbruk av ved som er større enn null.

4.2 Presentasjon av estimeringen

Resultatene fra estimeringen av den betingede etterspørselsmodellen presenteres i tabellen nedenfor.

Tabell 5: Estimert etterspørsel etter ved

VARIABEL	KOEFFISIENT	ROBUST STANDARDAVVIK	P-VERDI
q1hat	-.073195***	.0143011	0.000
q5tid	-.1181899***	.0091799	0.000
abarn20	140.0309**	66.70291	0.036
arom	224.6228***	51.01759	0.000
alderhp	34.37426***	5.606931	0.000
mann	304.2723**	142.8013	0.033
enpers	-929.1694***	261.2364	0.000
blokk	-3353.097***	262.6206	0.000
vaanhus	3021.883***	344.5708	0.000
hytte	-275.7146*	146.4024	0.060
agved	-2633.561***	318.3228	0.000
gd_vin	1.714109***	.2128267	0.000
p4	-114.0531***	3.716042	0.000
p5	-16.34891**	8.133974	0.044
flbolig	-2055.915***	170.4335	0.000
flyttet	-725.5963**	368.797	0.049
c1tid	.0000408*	.0000239	0.088
tid2	5.830264***	1.382195	0.000
_cons	7938.684***	697.0264	0.000
Modellens forklaringskraft	R2	F-statistikk	
Antall enheter: 5957	0.2947	125.69***	

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.10

Uthevede koeffisienter er estimater av spesiell interesse når jeg senere skal undersøke vinn-vinn effektene. Resultatene viser at forbruket av elektrisitet og forbruk av fyringsolje og parafin har en negativ effekt på forbruk av ved. En marginal økning i forbruket av elektrisitet gir en reduksjon i vedforbruket på 0.0073kWh. En marginal økning i forbruket av fyringsolje og parafin gir en reduksjon i vedforbruket på 0.118kWh. Begge estimatene har forventet effekt på forbruk av ved. Estimatenes for både forbruk av elektrisitet og forbruk av fyringsolje og parafin er signifikante.

Videre har prisen på ved en forventet negativ effekt på forbruket av ved. En marginal økning i vedprisen vil gi en reduksjon i forbruk av ved på 114.05 kWh. Denne verdien er også signifikant. Prisen på fyringsolje og parafin har en uventet negativ effekt. Det er normalt at dersom prisen på liknende varer øker, skal det gi et positivt utslag på andre varer. Totale utgifter ekskludert utgifter til elektrisitet og fyringsolje og parafin (*c1tid*) har en forventet positiv effekt på vedforbruket. En marginal økning i utgifter vil gi en økning i forbruket av ved på 0.00004kWh. Variablene som representerer husholdningskarakteristika har forventet fortegn med unntak av *hytte*. Det er forventet at hytter har et høyere forbruk av ved. Dette kan skyldes at husholdninger i dette utvalget har hytter som er modernisert, og som benytter elektrisitet fremfor ved til oppvarming. Videre kan det være flertall av sommerhytter, hvor det ikke er like naturlig å benytte seg av vedfyring til oppvarming.

Alle estimatene er signifikante, og forklaringskraften til modellen R^2 er 29.47 %. Det er godkjent i forhold til størrelsen på datasettet og med tanke på at dette er tverrsnittdata samlet over flere år.

5. Analyse av vinn-vinn effekter

I dette avsnittet undersøker jeg om det finnes vinn-vinn effekter ved å benytte resultatene fra estimeringen av instrumentvariablene i tabell 2, resultatene fra den betingede etterspørselen for ved i tabell 5 og gjennomsnittsverdien til enkelte variabler. En oversikt finnes i tabellen under.

Tabell 6: Verdier relevante for utregningen av vinn-vinn effekten

VARIABEL	GJENNOMSNIITT	KOEFFISIENT
p1	50.74675	
p5	40.66835	
q5	1277.727	
q1	22239.19	
p1		-255.4565
p5		-34.57579
q1hat		-0.073195
q5tid		-0.1181899
c1tid		0.0000408

Fra estimeringen av den betingede etterspørselsmodellen ser vi at både elektrisitetsforbruk og forbruk av fyringsolje og parafin har signifikante egenprismultiplikatorer ($\partial q_1/\partial p_1$ og $\partial q_5/\partial p_5$ fra tabell 2). Egenpriselasititeten E_p kan regnes ut ved $(\partial q_i/\partial p_i) \cdot (p_i/q_i)$, og representerer prosentvis endring i energiforbruket når energiprisen øker med én prosent. Ved å benytte estimatene og gjennomsnittsverdiene fra tabell 6, finner jeg at egenpriselasititeten til forbruket av elektrisitet og forbruket av fyringsolje og parafin er henholdsvis -0.5829 ($-255.4565 \cdot (50.747/22239.19)$) og -1.1005 ($-34.5758 \cdot (40.668/1277.727)$). Vi ser at vi har en relativ klar priseffekt for både elektrisitet og fyringsolje og parafin, hvor priseffekten til fyringsolje og parafin

er høyere enn priseffekten for elektrisitet. Dette gjenspeiler at elektrisitet benyttes av flere husstander enn hva fyringsolje gjør, og dersom både prisen på fyringsolje og elektrisitet går opp, er det sannsynlig at flere velger å benytte strøm fremfor fyringsolje. Videre ser vi at omtrent halvparten av variasjonen i forbruk av elektrisitet blir forklart av estimeringen ($R^2 = 0.4674$), mens variasjonen i forbruk av fyringsolje og parafin ikke blir forklart like bra ($R^2 = 0.2126$). Det kan skyldes at relevante variabler er utelatt fra estimeringen. Jeg anser likevel forklaringskraften som tilfredsstillende.

Resultatene fra estimeringen av den betingede etterspørselen etter ved viser at både elektrisitet og fyringsolje og parafin kan betraktes som substitutter for ved i husholdningers energiforbruk, siden de estimerte verdiene er negative ($\partial q_4 / \partial q_1^{\text{hat}} < 0$ og $\partial q_4 / \partial q_5^{\text{tid}} < 0$ i tabell 5). Begge parameterne er signifikante, men det bør bemerkes at graden av substitusjon er forholdsvis liten. Dersom årlig forbruk av elektrisitet reduseres med 100kWh, vil det årlige forbruket av ved kun øke med 7.3kWh (se koeffisientene til estimert forbruk av elektrisitet i tabell 5). Det kan skyldes at elektrisitet som oftest ikke blir brukt til oppvarming alene, men også til oppvarming av vann, belysning etc. Det kan også skyldes at husholdninger som i utgangspunktet kan bruke ved som oppvarmingskilde, ikke benytter seg av denne muligheten fullt ut. På bakgrunn av dette kan vi ikke si at elektrisitet og ved er nære substitutter i sammenheng med husholdningers energibruk i løpet av denne perioden. Videre ser vi at dersom årlig forbruk av fyringsolje og parafin reduseres med 100kWh, vil det årlige forbruket av ved øke med 11.8kWh (se koeffisientene til estimert forbruk av fyringsolje og parafin i tabell 5). I norske husstander benyttes fyringsolje og parafin i hovedsak til oppvarming, og estimatet hentyder derfor at fyringsolje og parafin og ved blir brukt til oppvarming i ulike deler av boligen, som vil være en begrensning for muligheten for substitusjon.

Ved å kombinere egenprismultiplikatoren til elektrisitetsforbruket og forbruket av fyringsolje og parafin fra tabell 6, og graden av substitusjon fra tabell 6, kan vi beregne den samlede substitusjonseffekten:

Tabell 7: Substitusjonseffekten

SUBSTITUSJONSEFFEKT (SE)

ELEKTRISITET	FYRINGSOLJE
$\partial q_4 / \partial q_1 \text{ hat} * \partial q_1 / \partial p_1$	$\partial q_4 / \partial q_5 \text{ tid} * \partial q_5 / \partial p_5$
$-0.0732 * -255.4556 = \mathbf{18.70}$	$-0.1182 * -34.5758 = \mathbf{4.09}$
SE > 0 Alternativt gode	SE > 0 Alternativt gode

Vi ser av tabellen over at både elektrisitet og fyringsolje og parafin har en positiv substitusjonseffekt (SE > 0), og at substitusjonsgraden er høyere for elektrisitet og ved enn for fyringsolje og ved. I tillegg til substitusjonseffekten avhenger vinn-vinn effekten av inntektseffekten:

Tabell 8: Inntektseffekten**INNEKTSEFFEKT (IE)**

ELEKTRISITET	FYRINGSOLJE
Ep1 = -0.5829	Ep5 = -1.1005
$-q_1 * (1 + Ep_1) * (\partial q_4 / \partial c_1 tid)$	$-q_5 * (1 + Ep_5) * (\partial q_4 / \partial c_1 tid)$
$- 22239.19 * (1 - 0.5829) * 0.000041 = \mathbf{-0.3803}$	$-1277.73 * (1 - 1.1005) * 0.000041 = \mathbf{0.0053}$
< 0 Normalt gode	> 0 Mindreverdige gode

I estimeringen er utgiftsmultiplikatoren ($c_1 tid$) multiplisert med en trendvariabel på grunn av et brudd i datasettet. Vi ser av tabell 5 at multiplikatoren for $c_1 tid$ er veldig liten, og vil kun gi en økning på 0.0004 i forbruk av ved dersom totale utgifter ekskludert utgifter til elektrisitet og fyringsolje og parafin øker med NOK1000. En så liten utgiftsmultiplikator vil medføre at inntektseffekten er ubetydelig i forhold til substitusjonseffekten, som betyr at vinn-vinn effektene i denne sammenhengen hovedsakelig stammer fra substitusjonseffekten. Som det kommer frem av tabell 8 er inntektseffekten svært liten i begge tilfeller. Elektrisitet har en negativ inntektseffekt, som tilsier at elektrisitet er et normalt gode. Fyringsolje og parafin derimot, har en positiv inntektseffekt, som indikerer at dette er et mindreverdige gode. Mindreverdige goder har negativ inntektselastisitet fordi inntektsøkning fører til mindre etterspurt mengde. Dette kan forklares ved at dersom husholdninger får bedre råd, er det lettere å fylle behovet for oppvarming ved hjelp av normale goder med høyere kvalitet, det vil si at man ofte foretrekker å benytte strøm fremfor fyringsolje.

Den samlede inntekts- og substitusjonseffekten presenteres i tabellen under:

Tabell 9: Inntekts- og substitusjonseffekt

INNETKTS- OG SUBSTITUSJONSEFFEKT

Elektrisitet	18.32
Fyringsolje og ved	4.0953

Den samlede effekten fra substitusjons- og inntektseffekten viser den totale endringen i vedforbruket som følge av prisendringen i elektrisitet og fyringsolje. Det er altså påvist at det finnes vinn-vinn effekter på forbruk av ved gjennom økte avgifter på elektrisitet og fyringsolje. Vi ser av tabellen over at substitusjonseffekten er positiv i begge tilfeller, hvor den er betydelig høyere for elektrisitet enn for fyringsolje.

6. Diskusjon

I denne oppgaven har jeg undersøkt om det finnes vinn-vinn effekter i forbruk av ved som følge av en foreslått avgiftsøkning på forbruk av elektrisitet og fyringsolje for norske husholdninger. Dette er gjort ved hjelp av den betingede etterspørselsfunksjonen som verktøy til å dele opp kryssprismultiplikatoren for vedforbruket, med hensyn på elektrisitetsprisen og prisen på fyringsolje. Det er relevant å undersøke om det finnes potensielle indirekte effekter av politiske virkemidler, da dette kan være planlagte effekter, eller de kan oppstå uten at politikerne har tatt sikte for slike ringvirkninger. Videre er det viktig å måle effekten av politiske tiltak i forhold til å avdekke om et virkemiddel har ønsket effekt.

Hovedkonklusjonen som kan trekkes fra resultatene er at det er en positiv substitusjonseffekt mellom forbruk av elektrisitet, fyringsolje og ved som oppvarmingskilder i norske husholdninger. Substitusjonsgraden mellom elektrisitet og ved er på 18.70, mens den er lavere mellom fyringsolje og ved (4.10). En forklaring kan være at det er flere husstander som både har tilgang til elektrisk oppvarming og vedfyring, enn husstander som har tilgang til oljefyring og vedfyring. Videre kan det tenkes at mange husholdninger som har anledning til å bruke ved til oppvarming, faktisk ikke benytter seg av denne muligheten. Det vil medføre en lavere substitusjonsgrad mellom oppvarmingskildene enn hva som kunne vært mulig dersom alle hadde benyttet seg av tilgjengelig utstyr. Det er vanskelig å måle hvorfor husholdninger ikke benytter seg av vedfyring selv om de har mulighet til det, da dette går på atferd. En mulig forklaring kan være at det ses på som tungvint i den forstand at man må lagre veden, hente den inn og passe på så ikke ilden slukker. Elektrisitet og fyringsoljer er ofte enklere å håndtere driftsmessig.

Når det gjelder bruk av ved til oppvarming sammenliknet med elektrisitet, kan det tenkes at en av grunnene til at substitusjonsgraden ikke er større, er egenskapene knyttet til ved sammenliknet med elektrisitet. Det kreves mer av en husholdning til å varme opp boligen med ved fremfor elektrisitet.

Elektrisitet er selvgående, mens treverk kreves å bli passet på til enhver tid ved at man må fylle på, og det er ofte problematisk i husstander hvor man jobber heltid. Det er heller ikke mulig med kontinuerlig oppvarming når man fyrer med ved, og dette er ofte nødvendig for at dårlig isolerte hus skal kunne holde på varmen. En annen mulig implikasjon tilknyttet vedfyring er at man ikke har mulighet til å varme opp hele boligen dersom man ikke har en vedovn i hvert rom (som er lite sannsynlig). Det betyr at dersom man kun benytter ved til oppvarming, er det noen rom som ikke blir varmet opp, som vil være uheldig gjennom en kald vintersesong. Det er større sannsynlighet for at ved blir benyttet som et supplement enn som et rent alternativ til elektrisitet. At dersom elektrisitetsavgiften går opp vil man være varsom på strømbruket, men ikke kutte det helt ut. Det er også ulemper knyttet til lagring og vedlikehold i sammenheng med vedfyring. Man må ha lagringsplass i huset som er egnet til ved, samtidig som man må ha mulighet til å skaffe seg ved som blir fraktet til denne lagringsplassen. Når det gjelder vedlikehold er ved forbundet med aske som skal fjernes, og det blir ofte "bøss" på gulvet som følge av forflytning av vedkubber. Dette kan medføre at man synes det er bedre å benytte seg av elektrisitet fordi det ikke kreves vedlikehold eller lagring, som ofte blir ansett som kostnad i form av tid. Det kan tenkes at man i dag, hvor man bor i et moderne samfunn, ønsker å komme hjem til et varmt hus, hvor man ikke tar seg tid til å anskaffe og lagre veden. Å fyre med ved er mer tidskrevende enn elektrisitet som er selvgående.

Videre er elektrisitetsforbruket i en husholdning normalt rettet mot flere ulike formål, som blant annet oppvarming, belysning og varmtvann. Det kan tenkes

at siden man benytter elektrisitet til andre formål, blir det ansett som mer gunstig å benytte det til alt i boligen. Sammensetningen av energiforbruket i en husholding vil variere fra bolig til bolig, avhengig av hvor man bor, hvor gammelt huset er etc. Dersom man bor i byen, og ikke har enkel tilgang til ved, kan dette være et argument for at man da like gjerne benytter seg av elektrisitet til oppvarming siden dette blir ansett som en enklere løsning. Vedforbruket til husholdinger som fyrer kan også tenkes å være mindre i byene enn på landet på grunn av tilgang (SSB 2007). En annen ting som er relevant i forbindelse med energiforbruket er utetemperaturen. Høyere utetemperaturen i fyringssesongen kan medføre lavere vekst i elektrisitetsforbruket, som igjen kan gi utslag på mindre substitusjon fordi man da naturlig nok får lavere strømutfgifter og man ikke ser behovet for å bruke alternativer til elektrisitet (Halvorsen et al. 2005). At substitusjonsgraden mellom elektrisitet og ved ikke er større kan altså skyldes behagelighet, at husstander avgjør nytten mellom disse varmekildene avhengig av det å betale mer for elektrisitet eller å bruke mer tid på å fyre med ved.

Når det gjelder bruk av ved til oppvarming sammenliknet med fyringsolje, kan det igjen tenkes at en av grunnene til at substitusjonsgraden ikke er større, er egenskapene knyttet til ved sammenliknet med fyringsolje. Fyringsolje har blitt benyttet som oppvarmingskilde langt tilbake i tid. Det årlige salget og forbruket av fyringsolje viser en synkende trend de siste 15 - 20 årene som følge av miljømyndighetenes ønske om å begrense alle typer oljeprodukter til oppvarming i private boliger (ENERGILINK 2006). Det kan tenkes at den lave substitusjonsgraden mellom ved og fyringsolje skyldes at ved oppfattes som mindre moderne, at man heller vil velge å benytte seg av elektrisitet som vil være en enklere overgang i form av tilgjengelighet enn hva vedfyring representerer. Igjen gjelder argumentet om at de fleste husstander ønsker å ha kontinuerlig oppvarming i en bolig. Det mulig å benytte oljefyringen selv når man ikke er hjemme, slik at huset holder seg varmt til enhver tid. Dette er

som nevnt ikke mulig når man benytter seg av vedfyring. Det virker sannsynlig at en husstand heller i større grad vil substituere oljefyring med elektrisitet, enn med vedfyring, på bakgrunn av samme argumenter når det gjelder tilgjengelighet, vedlikehold og bruk.

Det er ingen tvil om at husholdinger i dag oftere har større mulighet for å bytte mellom ulike energikilder i oppvarmingen, selv på kort sikt. Det kan være en klar fordel med tanke på at det finnes gode muligheter for substitusjon, men det kan synes å virke mer realistisk at man bruker de ulike varmekildene som supplement, enn som alternativer i oppvarmingen av boliger. Det betyr at det kan være vanskelig å finne et fasitsvar på i hvor stor grad en husholdning kan substituere elektrisitetsforbruket og forbruket av fyringsolje med ved, fordi det ikke kommer fram av denne undersøkelsen i hvilken grad husholdinger benytter elektrisitet, fyringsolje og ved som en kombinasjon, og hvordan de benytter de respektive energikildene. Generelt kan man si at det finnes muligheter for substitusjon, men de er ikke optimalisert.

7. Konklusjon

I denne oppgaven har jeg undersøkt om det finnes vinn-vinn effekter ved bruk av politiske virkemidler rettet mot energigoder med nære substitutter. Det er et politisk mål i Norge å redusere forbruket av elektrisitet, fyringsolje og parafin, og øke forbruket av bioenergi. I denne oppgaven har det blitt undersøkt om det har oppstått vinn-vinn effekter i forbruk av ved, som følge av økte avgifter på elektrisitet og fyringsolje. Resultatet av et slikt virkemiddel på kort sikt, er betinget om husholdningene bruker varmekildene som substitutter, og på etterspørselens prissensitivitet for det regulerte godet (Halvorsen et al. 2010). I denne undersøkelsen er det påvist at det finnes vinn-vinn effekter ved avgiftsøkning på de substituerte energikilder elektrisitet, fyringsolje og ved. Det er substitusjonseffekten som i hovedsak påvirker vinn-vinn effektene, fordi inntektseffekten er relativt liten. Resultatene viser at det er positive substitusjonseffekter mellom elektrisitet og ved, og fyringsolje og ved, som betyr at husholdningene tilpasser de ulike energikildene for oppvarming av boligen. Resultatene viser også at substitusjonseffekten er høyere for elektrisitet og ved, enn den er for fyringsolje og ved. Det kan forklares ved at husholdninger som har anledning til å benytte seg av fyringsolje og ved, faktisk ikke benytter seg av denne muligheten. En forklaring på at substitusjonseffekten mellom elektrisitet og ved ikke er høyere, kan være at elektrisitet også blir brukt til andre formål enn kun oppvarming av boligen. Det betyr ikke at det ikke finnes husholdninger hvor elektrisitet og ved er perfekte substitutter, men de er for få til å gi noen utslag i denne undersøkelsen. Generelt kan man si at det finnes muligheter for substitusjon, men de er ikke optimalisert, og dermed gir det moderate vinn-vinn effekter. At det finnes substitusjonseffekter mellom disse varmekildene kan gjøre det mulig for husstander å redusere nivået på energiforbruket eller substituere mellom energityper på kort sikt. Det gir husholdningene god mulighet til å reagere

raskt ved eventuelle avgiftsendringer på energikildene og kan skape større vinn-vinn effekter i fremtiden (Halvorsen et al. 2005).

8. Relevans

Det er viktig å analysere forhold som omhandler husholdningers energiforbruk i forbindelse med potensialer for energisparing og effekten av ulike politiske tiltak rettet mot å redusere energiforbruket. Resultatene fra denne undersøkelsen vil kunne være til hjelp i forhold til å bedre utformingen av miljøpolitikken i Norge. I denne oppgaven er det presentert en metode for dekomponering av kryssprismultiplikatorer, hvor man ser på effekten av avgiftpåleggelse på alternative goder. En slik metode kan også være anvendelig på andre områder enn husholdningers forbruk av ulike varmekilder. I Oslo er det en egen ordning for elbiler. Elbiler får blant annet fri parkering på offentlige parkeringsplasser, de får en betydelig reduksjon i veiavgiften og de får tilgang til å bruke veibanen for offentlig transport (Norsk Elbilforening). Dette er incentiver som er igangsatt i håp om at forbrukerne vil gå over fra å bruke vanlige biler til elbilen i bykjernen. I den forbindelse er det nødvendig å undersøke om denne substitueringen er reel, eller om bilistene i virkeligheten bruker elbilen som et substitutt for kollektiv trafikk, som vil ha en motsatt hensikt. Det er altså nyttig i flere sammenhenger å kunne måle effekten av ulike virkemidler som er rettet mot å endre tilpasningen hos konsumenter mellom substituerte goder. Dette vil være problemstillinger som er relevante i mange år fremover, spesielt i en tid med et økende fokus på en miljøvennlig husholdning.

Kildeliste

ENERGILINK (2006). Hentet 5. desember 2011, fra http://energilink.tu.no/leksikon/lett_fyringsolje.aspx

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Essentials of Econometrics*. 4. utgave. McGraw-Hill International Edition. 253-258.

Halvorsen, B., Larsen, B. M., & Nesbakken, R. (2010). Is there a win-win situation in household energy policy? *Environ Resource Econ*, 45, 445-457.

Halvorsen, B., Larsen, B. M., & Nesbakken, R. (2005). Norske husholdingers energiforbruk til stasjonære formål 1960-2003. En diskusjon basert på noen analyser i Statistisk Sentralbyrå. Statistisk Sentralbyrå. 7-55.

Hill, R. C., Griffiths, W. E., & Lim, G. C. (2008). *Principles of Econometrics*. 3. utgave. John Wiley & Sons, Inc. 15-140.

Norsk Elbilforening (2011). Hentet 25. november 2011, fra <http://www.elbil.no/elbilfakta/introelbilfakta>

Pollak, R. A. (1969). Conditional Demand Functions and Consumption Theory. *Q. J. Econ*, 83(1), 60-78.

SAMRAM (2001). Energi og miljø ved et tidsskille – samfunnsfaglige perspektiver fra forskningsprogrammet SAMRAM. Norges forskningsråd 2001. 94-98.

SSB (2011(a)). Statistisk Sentralbyrå. Hentet 9. februar 2011, fra <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/energiregn/tab-2011-05-23-07.html>

SSB (2011(b)). Statistisk Sentralbyrå. Hentet 9. februar 2011, fra <http://www.ssb.no/forskning/prosjekter/1302266187.8.html>

SSB (2007). Statistisk Sentralbyrå. Hentet 9. februar 2011, fra <http://www.ssb.no/vis/magasinet/miljo/art-2007-11-05-01.html>

Varian, H. R. (2005). Intermediate Microeconomics. A Modern Approach. 7. utgave. W. W. Norton & Co. Chapter 5.

Wooldridge, J. M. (2009). Introductory Econometrics. 4. utgave. South-Western Cengage Learning. 264-294.

Vedlegg 1: Utregninger

$$U = U(x_1, x_2, x_3; h) \tag{1}$$

$$\text{s.t. } I - p_1x_1 - p_2x_2 - p_3x_3 = 0$$

$$L = U(x_1, x_2, x_3; h) - \lambda(I - p_1x_1 - p_2x_2 - p_3x_3)$$

FOB:

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = U'x_i - \lambda p_i = 0 \tag{2}$$

For å finne den betingede etterspørselsfunksjonen løses alle førsteordensbetingelsene unntatt en:

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = U'x_1 - \lambda p_1$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = U'x_2 - \lambda p_2$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_3} = U'x_3 - \lambda p_3$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = I - p_1x_1 - p_2x_2 - p_3x_3$$

Løser (2) for $i = 1$ og 3 med hensyn på λ gir

$$\frac{U'_{x1}}{U'_{x3}} = \frac{p1}{p3}$$

Løser med hensyn på $x1$:

$$x1 = f(x2, x3, \frac{p1}{p3}; h1)$$

Fra budsjettbetingelsen finner vi

$$x3 = \frac{I - p1x1 - p2x2}{p3} \equiv \frac{c1 - p1x1}{p3}$$

Hvor $c1 = I - p2x2$. Vi setter inn uttrykket for $x3$ inn i etterspørselen for $x1$, og løser med hensyn på $x1$

$$x1 = x1(x2, \frac{c1 - p1x1}{p3}, \frac{p1}{p3}; h1) \tag{3}$$

↓

$$x1 = x1(x2, \frac{p1}{p3}, \frac{c1}{p3}; h1)$$

Antar at $p3 = 1$, og får

$$x1 = x1(x2, p1, c1; h1) \tag{4}$$

Vedlegg 2: Deskriptiv statistikk

Variable	Variabelbeskrivelse	Observasjoner	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum
aar	År	23932	1994.569	5.461862	1986	2004
htyp	Type hus	18380	2.785201	1.595057	1	9
abarn7	Antall personer 0 til 6 år i husstanden	23932	0.3721377	0.6878222	0	4
abarn20	Antall personer 16 til 19 år i husstanden	23932	1.046381	1.182741	0	11
voksne	Antall voksne over 15 år i husstanden	0				
baarb	Byggeår for boligen	23242	1960.946	32.45463	1700	2004
nareal	Boligens nettoareal (m*m)	23700	125.6216	57.68222	7	800
arom	Antall rom (- kjøkken)	23728	4.791891	1.845766	1	20
inflaar	Innflyttingsår	23731	1981.382	14.56496	1900	2004
abil	Antall biler i hush.	23932	1.134297	0.7283822	0	7
akjol	Antall kjøleskap	23932	0.9208173	0.5585126	0	5
afrys	Antall hjemmefrysere	23932	1.112402	0.6129697	0	7
aoppvask	Antall oppvaskmaskiner	23932	0.5865786	0.5106205	0	4
avask	Antall vaskemaskiner	23932	0.9558332	0.3124535	0	4
akomfyr	Antall komfyrer	23932	1.036019	0.3476884	0	5
alderhp	Alder person, 01 i grupper	23930	45.97443	14.84973	16	94
knr	Kommunennummer	23932	957.7389	580.0797	101	2030
ainnt	Antall i hush. med arbeidsinntekt	23932	1.470249	0.8929547	0	7
atork	Antall tørketrommler	23932	0.4442169	0.5111489	0	4
xfolje	Kvantum fyringsolje, liter	23788	119.7693	635.8513	0	25000
xparaf	Kvantum parafin, liter	23777	97.22837	380.4472	0	15000
xkved	Kvantum kjøpt ved, sekker	23628	21.98654	262.9613	0	39000
xfved	Kvantum fått ved, sekker	14353	26.34306	61.4588	0	1400
mann	IO er mann	23932	0.5394033	0.4984554	0	1
bad	Har baderom	23932	0.9775196	0.1482427	0	1
enpers	Enpersonhusholdning	23932	0.1292412	0.3354737	0	1
blokk	Blokkleilighet	23932	0.0930971	0.2905745	0	1
eb	Enebolig	23932	0.4305114	0.4951581	0	1
vaanhus	Våningshus	23932	0.0741267	0.2619824	0	1
hytte	Eier hytte eller fritidsbolig	23932	0.2314056	0.4217399	0	1
leier	Leier boligen	23932	0.2713104	0.4446452	0	1
oppileie	Oppvarming inkludert i leien	23842	0.052764	0.2235667	0	1
lysileie	Strøm til belysning inkludert i leien	23846	0.0221421	0.1471486	0	1
fstrom	Strømrregningen betales av arbeidsgiver	23910	0.0108323	0.1035152	0	1
gd_vin	Graddager desember til og med februar	23283	1672.551	317.7253	995	3200
gd_aar	Graddager i løpet av året	23283	4040.148	644.142	2899	6888
y1	Utgifter til eketrisitet	23607	11192.46	5937.939	0	85376.77
y4	Utgifter til ved	23882	408.2056	1007.717	0	14457.14
y5	Utgifter til parafin og fyringsolje	23852	835.3176	2476.369	0	60138
p1	Pris på elektrisitet	23758	50.18442	12.4885	22.0884	117.388
p4	Pris på ved	23931	41.23522	12.99503	0.0323714	146.4771
p5	Gjennomsnittspris på parafin og fyringsolje	23932	40.66476	7.745396	0.2923879	169.8099
x1	Totalt elektrisitetsforbruk	23434	23547.9	13770.04	0	143184.4
x4	Totalt vedforbruk	23668	3072.914	36783.67	0	5460000
x5	Totalt forbruk av fyringsolje og parafin	23658	218.0841	730.2856	0	25000
agved	Andel fått eller selvhogget ved	23932	0.2114979	0.4025667	0	1
bi	Bruttoinntekt	13395	400280.1	469927	0	4.60e+07
ni	Nettoinntekt	23932	349824.7	398600.8	-1656246	4.56e+07
utgift	Totale forbruksutgifter	23914	311567.8	196539.1	-736520.3	2376653
flbolig	To- eller flermannsbolig	23932	0.1664299	0.3724739	0	1
flyttet	Flyttet til nåværende bolig i inneværende år	23932	0.0454621	0.2083198	0	1
dink	Double income no kids	23932	0.2162795	0.4117156	0	1
anpers	Antall personer i husholdningen	23932	12.83441	0.4131448	10	13
bodd	Antall år bodd i husstanden	23731	13.22599	13.13662	0	95
alderhus	Alder på husstand	23242	33.65554	32.27694	0	304

Vedlegg 3: Estimering

Justere datasett

Før estimeringen var det nødvendig med noen justeringer i datasettet. Som nevnt i oppgaven ble det generert to nye variabler, *energi* og *energim2* som representerer henholdsvis totalt energiforbruk ($x_1+x_4+x_5$) og energiforbruk per m^2 . Disse ble generert for å se om forbruksvariablene i datasettet virket realistiske i forhold til hva en kan forvente av en normal husholdnings forbruk av energi. Dette ble gjort i STATA ved å liste alle observasjoner for *energi* som hadde en verdi strengt større enn 80 000, 70 000 og helt ned til 50 000. Observasjoner som viser et energiforbruk over 50 000 kWh ble slettet fra datasettet for at utvalget på best mulig måte skulle representere energiforbruket til en normal husholdning. Videre ble også observasjoner som overstiger 499 kvantum kjøpt ved ($x_{kved} > 499$) slettet fra datasettet, fordi det er sannsynlig at dette er næringsvirksomheter og vil gi feil resultat i estimeringen. Etter disse justeringene i datasettet, gav estimeringene flere signifikante og fornuftige estimater, og forklaringskraften til modellene ble høyere (R^2).

Nye variabler

Det er nødvendig å generere nye variablene for forbruk av elektrisitet, ved og fyringsolje og parafin før estimeringen. Variablene *q1*, *q4* og *q5* representerer positivt forbruk av henholdsvis elektrisitet, ved, og fyringsolje og parafin. Disse er generert i etterkant fordi noen av de opprinnelige forbruksvariablene hadde negative minimumsverdier, og estimeringen i denne oppgaven tar sikte på et positivt forbruk. Forbruk lik null er også fjernet fra estimeringen.

Estimering

Først estimeres de predikerte verdiene for $q1$ og $q5$ ved regresjoner på alle signifikante forklaringsvariabler for henholdsvis $q1$ og $q5$. $q5$ blir videre multiplisert med en trendvariabel, tid , slik at tidsaspektet blir tatt hensyn til i estimeringen. Det er de nye variablene, $q1hat$ og $q5tid$ som benyttes i estimeringen av $q4$. $q4$ blir estimert ved regresjon på alle signifikante forklaringsvariabler. Hvordan regresjonene ble gjennomført i STATA vises i vedlegg 5.

Vedlegg 4: Forutsetninger for OLS

Linearitet

I metodedelen ble det argumentert for at de fleste samfunnsmessige sammenhenger i realiteten aldri vil være klart lineære, men at OLS likevel bli oppfattet som den beste estimeringsteknikken om ikke sammenhengen er klart kurvlineær (Hill et al. 2008). Det ble testet for linearitet i datasettet ved hjelp av Ramsey's RESET test for modell spesifikasjon (Gujarati & Porter, 2010), og det ble påvist at sammenhengen ikke er lineær. I denne oppgaven er det heller ingen variabler som forventes å ha en kurvlineær effekt, så den valgte estimeringsteknikken vil likevel bli benyttet.

Tabell 10: Ramsey's RESET test for modell spesifikasjon

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of q4
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 5935) =      58.21
      Prob > F =      0.0000
```

En signifikant p-verdi tilsier at datasettet ikke er lineært.

Ingen korrelasjon mellom forklaringsvariablene og feilledet

Av korrelasjonsanalysen under ser vi at det ikke er korrelasjon mellom feilledet og forklaringsvariablene i noen av tilfellene.

Homoskedastisitet

For å teste for heteroskedastisitet benyttes Breusch-Pagan test. Det kommer frem av testen at vi har problemer med heterogenitet i datasettet (p-verdi < 0.05). Av den grunn vil det bli benyttet heteroskedastisk-robuste standardavvik som korrigerer for denne typen feil i denne analysen (Hill et al. 2008).

Tabell 12: Breusch-Pagan test for heteroskedastisitet

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of q4

chi 2(1)      = 987.12
Prob > chi 2  = 0.0000
```

Multikollinearitet

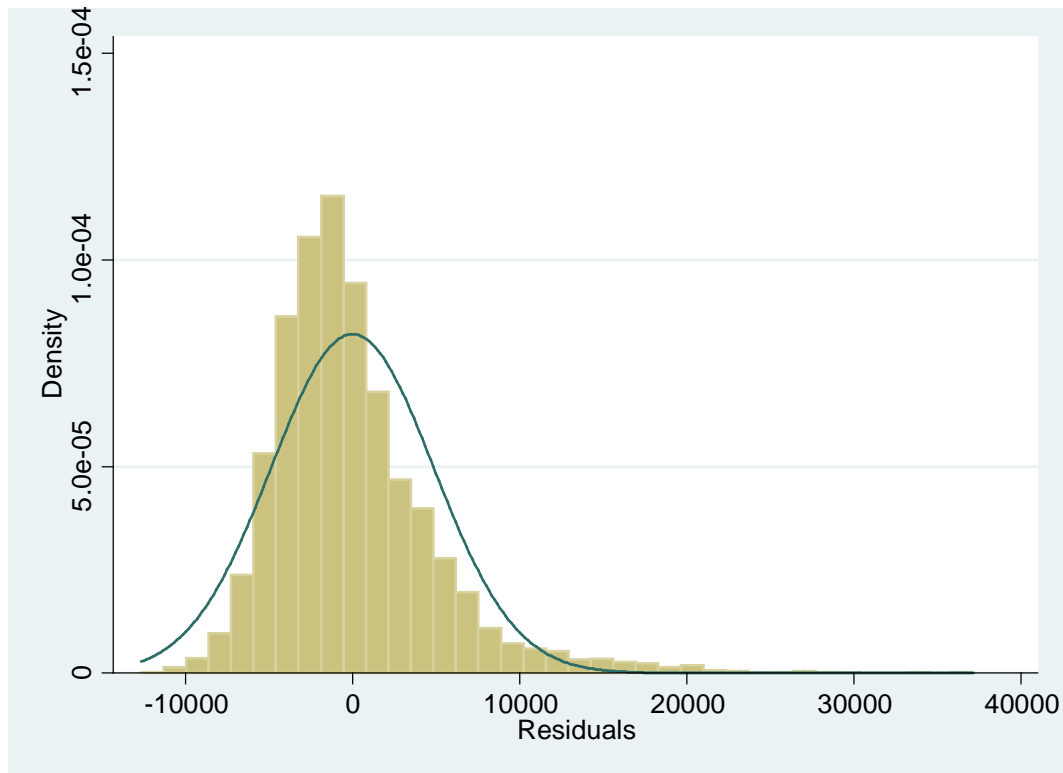
For å teste for multikollinearitet benyttes Variance Inflation Factor (VIF). Vi ser av tabellen under at ingen av forklaringsvariablene i modellen har en problematisk høy VIF-verdi ($VIF > 10$), og vi kan konkludere med at modellen ikke har problemer med multikollinearitet.

Tabell 13: Variance Inflation Factor test

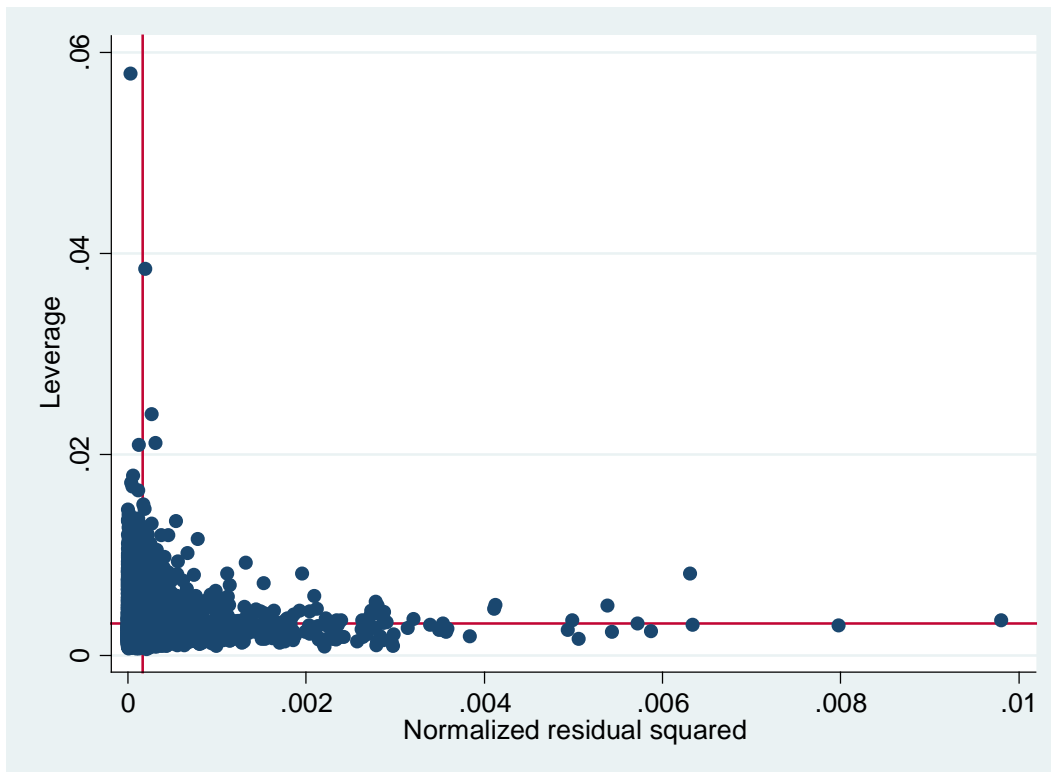
Variabel	VIF	1/VIF
tid2	5.77	0.173228
c1tid	5.09	0.196547
q1hat	2.46	0.406264
arom	1.63	0.614267
abarn20	1.63	0.614737
alderhp	1.53	0.652509
mann	1.33	0.750195
enpers	1.27	0.787252
p5	1.22	0.818605
vaanhus	1.21	0.824371
q5tid	1.19	0.837022
blokk	1.19	0.839880
flbolig	1.17	0.856304
gd_vin	1.16	0.859895
hytte	1.09	0.914774
agved	1.08	0.927605
flyttet	1.07	0.936017
p4	1.07	0.938550
Mean VIF	1.79	

Normalitet

For å undersøke restleddet beregnes de standardiserte residuaene for modellen. Disse residuaene gir en verdi på forskjellen mellom den observerte og den predikerte verdien for alle observasjonene i analysen. For å teste forutsetningen om normalfordeling settes residuaene inn i et histogram med en normalfordelingskurve. Vi ser av grafen under at residualene viser en svak skjevhet, dvs. at de samles mot venstre og er ikke symmetriske. Samtidig viser kurtosis at residualene ligger høyere enn hva man kan forvente av en normalfordeling. Dette vil imidlertid ikke gi noen problemer for den videre estimeringen da vi ikke skal kjøre t-tester i denne undersøkelsen.

Figur 1: Normalfordeling residualer

Videre sjekkes datasettet for eventuelle uteliggere. Vi ser at det er noen uteliggere med for høyt innflytelse og noen med for høy absoluttverdi på residualene. Det vil være vanskelig å finne ut hvilke observasjoner som tilhører disse verdiene, og det er fare for at man sletter observasjoner som ikke skal slettes. Derfor velger jeg å ha de med i den videre estimeringen, og heller gå tilbake dersom det skaper problemer.

Figur 2: Innflytelse vs. normaliserte residualer

Vedlegg 5: STATA kommandoer

```
drop if aar<1986          *//fordi vi ikke har alle data
drop if xkved>499        *//urealistisk mye for hush.
drop if energi>50000     *//urealistisk mye for hush.
```

```
*****Noen genererte variabler*****
```

```
gen bodd = aar-inflaar
gen alderhus = aar-baarb
gen tid = 2004-aar
gen tid2 = trend^2
gen energi = x1+x4+x5
gen enperm2 = energi/nareal
```

```
gen q1 = x1 if x1>0
gen q4 = x4 if x4>0
gen q5 = x5 if x5>0
```

```
*****Datajustering*****
```

```
list energi if energi > 80000, 70000, 60000, 50000
drop if energi > 50000

list if xkved > 499
drop if xkved > 499
```

*****Deskriptiv statistikk*****

```
sum aar htyp abarn7 abarn20 voksne baarb nareal arom inflaar abil akjol
afrys aoppvask avask akomfyr alderhp knr ainnt atork xfolje xparaf xkved
xfved mann bad enpers blokk eb vaanus hytte leier oppileie lysileie
fstrom gd_vin gd_aar y1 y4 y5 p1 p4 p5 x1 x4 x5 agved bi ni utgift flbolig
flyttet dink anpers
```

```
drop anpers
```

```
drop voksne
```

```
list utgift if utgift < 0
```

```
drop utgift if utgift < 0
```

*****Regresjoner*****

```
reg q1 abarn20 alderhus nareal arom abil akjol afrys aoppvask avask
akomfyr alderhp ainnt atork mann bad enpers blokk eb vaanus hytte leier
oppileie lysileie fstrom gd_vin p1 p4 p5 flbolig flyttet dink utgift tid
tid2, r
```

```
reg q1 abarn20 alderhus nareal arom akjol afrys aoppvask avask akomfyr
alderhp ainnt atork mann bad enpers blokk eb vaanus hytte leier oppileie
lysileie fstrom gd_vin p1 p4 p5 flbolig flyttet dink utgift tid tid2, r
```

```
predict q1hat, xb
```

```
replace q1hat = 0 if x1 ==.
```

```
replace q1hat = 0 if q1hat<0
```

```
reg q5 abarn20 bodd nareal arom alderhus alderhp ainnt mann enpers blokk
eb vaanus hytte leier gd_vin p1 p4 p5 utgift flbolig flyttet dink tid
tid2, r
```

```
reg q5 nareal alderhp vaanus leier gd_vin p1 p5 utgift dink tid, r
```

```
predict q5hat, xb
```

```
replace q5hat = 0 if x5 ==.
```

```
replace q5hat = 0 if q5hat<0
```

```
*****Nye variabel *****
```

```
gen c1 = utgift - p1*q1hat - p5*q5hat
```

```
replace c1 = 0 if c1 ==.
```

```
*/Pga. brudd i tidsserien, genereres nye variabler for q5 og c1 inkl.  
trend
```

```
gen c1tid = c1*tid
```

```
gen q5tid = q5hat*tid
```

```
replace q5tid = 0 if q5 ==.
```

```
*****Regresjoner*****
```

```
reg q4 q1hat q5tid nareal abarn20 alderhus arom alderhp ainnt mann enpers  
blokk eb vaanus hytte agved gd_vin p1 p4 p5 flbolig dink flyttet c1tid  
tid tid2, r
```

```
reg q4 q1hat q5tid abarn20 arom alderhp mann enpers blokk vaanus hytte  
agved gd_vin p4 p5 flbolig flyttet c1tid tid2, r
```

```
*****Tester*****
```

```
*/Residualer
```

```
reg q4 q1hat q5tid abarn20 arom alderhp mann enpers blokk vaanus hytte  
agved gd_vin p4 p5 flbolig flyttet c1tid tid2
```

```
predict r, resid
```

```
hist r, normal
```

```
*/Homoskedastisitet
```

```
reg q4 q1hat q5tid abarn20 arom alderhp mann enpers blokk vaanhus hytte
agved gd_vin p4 p5 flbolig flyttet c1tid tid2
```

```
estat hettest
```

```
*/Multikollinearitet
```

```
reg q4 q1hat q5tid abarn20 arom alderhp mann enpers blokk vaanhus hytte
agved gd_vin p4 p5 flbolig flyttet c1tid tid2
```

```
vif
```

```
*/Lineæritet
```

```
reg q4 q1hat q5tid abarn20 arom alderhp mann enpers blokk vaanhus hytte
agved gd_vin p4 p5 flbolig flyttet c1tid tid2
```

```
estat ovtest
```

```
*/Korrelasjon mellom feilledd og forklaringsvariabler
```

```
Corr r q1hat q5tid abarn20 arom alderhp mann enpers blokk vaanhus hytte
agved gd_vin p4 p5 flbolig flyttet c1tid tid2
```

```
*****Sjekke missing values som er kodet 999*****
```

```
list q5 if q5 ==999
```

```
drop if q5==999          */Fjerne to variabler
```