

Bente Halvorsen

Notater

Brukerveiledning for SHE-AR-modellen

En regnearkmodell for simulering av husholdningenes aggregerte elektrisitetsetterspørse

Innhold[®]

1. INNLEDNING.....	3
2. BESKRIVELSE AV STRUKTUREN I SHE-AR.....	4
2.1 HVORDAN SIMULERE FORBRUKSBANER?	4
2.2 SAMMENHENG MELLOM ULIKE REGNEARK.....	4
3. BESKRIVELSE AV DE ULIKE ARKENE	6
3.1 INPUT	6
<i>Feilmeldinger</i>	6
<i>Tolkning av prisscenarier</i>	7
<i>Tolkninger av partielle endringer</i>	8
3.2 FIG 1. GJELDENDE SCENARIO	8
3.3 ELASTISITET.....	9
<i>Ulike typer elastisiteter</i>	10
<i>Tolkning av elastisitetene</i>	11
3.4 MODELLEN	12
<i>Beskrivelse av etterspørselsstrukturen i SHE-A</i>	12
<i>Beskrivelse av tabellene i regnearket "Modellen"</i>	14
<i>Eksempel</i>	14
<i>Hvordan brukes resultatene til å beregne fremtidige forbruksbaner?</i>	16
3.5 GJENNOMSNIITTSVERDIER	16
<i>Beregninger</i>	18
<i>Aggregeringsfaktorer</i>	18
3.6 PARAMETERVERDIER	19
<i>Konstantledd</i>	20
<i>Pris- og inntektseffekter</i>	22
<i>Spredning</i>	24
3.7 FIG. 2 ULIKE SCENARIER	24
3.8 FIGURGRUNNLAG	25
<i>Sammenligning av scenarier i Fig 2</i>	26
4. EKSEMPEL PÅ BRUK AV MODELLEN.....	26
4.1 BESKRIVELSE AV EN REFERANSEBANE	27
4.2 EFFEKTER AV ØKT ELEKTRISITETSAVGIFT.....	28
4.3 SAMMENLIGNING AV ULIKE REFERANSEBANER.....	29
5. AVSLUTNING.....	31
REFERANSER.....	32

[®] **Prosjektstøtte:** Norges forskningsråd (Renergi), NVE, OED og Enova SF.

1. Innledning

For å kunne ha forventninger om husholdningenes elektrisitetsforbruk fremover, er det viktig å identifisere hvilke faktorer som driver utviklingen i forbruket. Noen faktorer vil bidra til å øke elektrisitetsforbruket, som for eksempel en økning i andelen husholdninger som eier ulike husholdningsapparater, mens andre vil trekke i retning av redusert forbruk, som for eksempel økt energieffektivitet i husholdningsapparater og en økning i andelen husholdninger som bor i blokkleiligheter. Endringer i energipriser og inntekt vil både ha direkte effekter på forbruket, og indirekte effekter gjennom endringer i utstyrsbeholdning (elektriske apparater og beholdning av oppvarmingsutstyr) og boligmasse (areal, isolering).

Vi har utviklet en regnearkmodell, kalt SHE-AR, som på en enkel måte simulerer fremtidig utvikling i husholdningenes aggregerte elektrisitetsforbruk. Modellen kan også brukes til å simulere effekter på aggregert forbruk av et politikktiltak på et tidspunkt. Denne modellen bygger på simuleringer i en aggregert versjon av mikrosimuleringsmodellen SHE (Simulering av Husholdningenes Elektrisitetsetterspørsel, se Halvorsen m.fl. 2007), kalt SHE-A (se Halvorsen og Larsen, 2007). Mikrosimuleringsmodellen SHE er basert på et utvalg av om lag 3511 husholdninger fra Statistisk sentralbyrås forbruksundersøkelser for årene 1993 – 1995 (se Halvorsen m.fl., 1999 for en beskrivelse av data), og beskriver heterogeniteten i husholdningenes elektrisitetsetterspørsel. SHE-modellen simulerer forskjeller i enkelthusholdningers elektrisitetsforbruk. SHE-A er laget for å kunne foreta historiske simuleringer for å analysere betydningen av ulike forklaringsfaktorer for utviklingen i husholdningenes aggregerte elektrisitetsforbruk, samt scenarier for fremtidig utvikling i elektrisitetsforbruket. I regnearkmodellen SHE-AR brukes SHE-A til å beregne endringer i aggregert elektrisitetsforbruk i husholdningene når ulike faktorer endres (priser, inntekt og karakteristika ved husholdningen og boligen) over en nærmere avgrenset periode. Disse endringene danner grunnlaget for simuleringer av fremtidige forbruksbaner med utgangspunkt i forbruksnivået i 2005.

Dette notatet beskriver regnearkmodellen SHE-AR, og gir eksempler på hvordan den kan brukes til å lage scenarier for ulike baner for fremtidig utvikling i husholdningenes aggregerte elektrisitetsforbruk.

2. Beskrivelse av strukturen i SHE-AR

Dette avsnittet beskriver hovedstrukturen i modellen; hvordan ulike forbruksbaner simuleres, hvilke regneark modellen består av og hvordan de relaterer seg til hverandre. Det neste avsnittet gir en nærmere beskrivelse av de enkelte regnearkene i modellen.

2.1 Hvordan simulere forbruksbaner?

Vi bruker modellen SHE-A til å beregne endringen i gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk per husholdning som følger av endringer i ulike variable over en nærmere avgrenset periode.¹ Disse forbruksendringene legges til gjennomsnittsforbruket per husholdning i 2005 for å finne det simulerte forbruket i sluttåret for perioden. SHE-AR-modellen beregner også årlige forbruk under forutsetning av at forbruksendringene fordeler seg i like store årlig endring i løpet av perioden man analyserer.

I regnearkmodellen bruker vi SHE-A-modellen *kun* til å beregne forbruksendringen, ikke forbruksnivået. Årsaken er at basisårene i SHE-A-modellen er perioden 1993 – 1995, noe som begynner å bli en stund siden. Ser man på den historiske utviklingen i husholdningenes gjennomsnittlige elektrisitetsforbruk (se figur 3.1), er basisårene i SHE-A blant dem med høyest forbruk. Etter ønske fra våre oppdragsgivere tar vi derfor utgangspunkt husholdningenes elektrisitetsforbruk i 2005 i SHE-AR, og ikke gjennomsnittsforbruket i utvalget av husholdninger i SHE, som er hentet fra forbruksundersøkelsene 1993 – 95. Det betyr at vi forutsetter at endringene i forbruk er uavhengig av om de skjer på midten av 90-tallet eller i 2005.

2.2 Sammenheng mellom ulike regneark

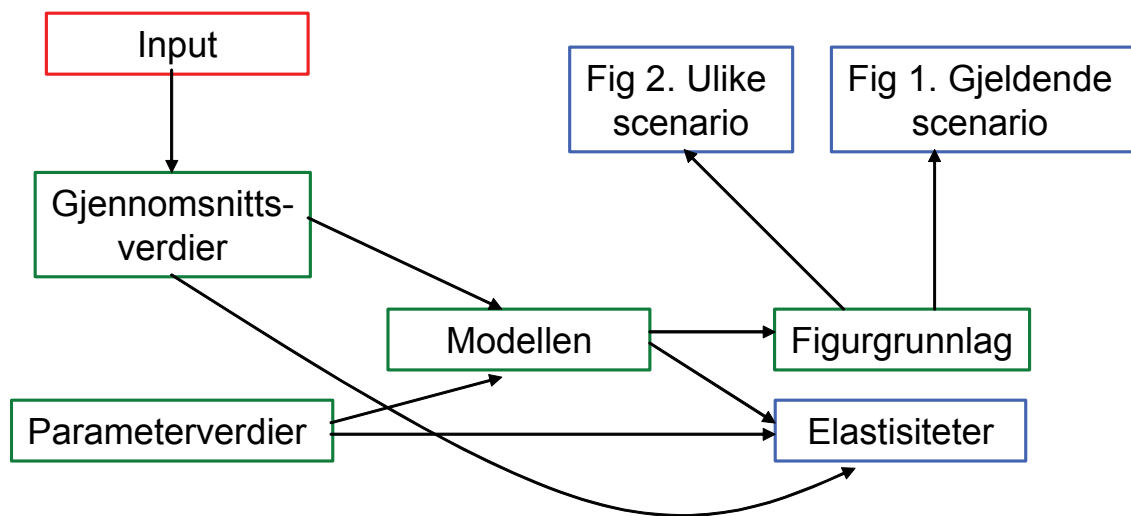
Regnearkmodellen består av 9 regneark: i) Bruksanvisning, ii) Input, iii) Fig 1. Gjeldende scenario, iv) Elastisitet, v) Modellen, vi) Gjennomsnittsverdier, vii) Parameterverdier, viii) Fig 2. Ulike scenario og ix) Figurgrunnlag.

Sammenhengen mellom de ulike regnearkene er vist i figur 2.2. I ”Input”-regnearket spesifiseres det scenariet man ønsker å simulere effekten av, samt hvilken periode man ønsker å simulere forbruksutviklingen over (analyseperioden). Scenariet spesifiseres ved endringer i nivået på gjennomsnittsverdiene av ulike forklaringsvariable relativt til nivået i 2005. Spesifiseringen av scenariet i ”Input”-arket endrer nivået på gjennomsnittsverdiene til ulike forklaringsfaktorer i sluttåret for analyseperioden i ”Gjennomsnittsverdier”-arket. Disse gjennomsnittsverdiene går inn, sammen med parameterverdiene i SHE-A (hentet fra regnearket ”Parameterverdier”), i beregningen av

¹ For en beskrivelse av ligningene i SHE-A og hvordan denne brukes til å simulere endringer i aggregert forbruk, se avsnitt 3.4. Modellen eller Halvorsen og Larsen (2007).

forbruksendringene i regnearket "Modellen". Disse forbruksendringene blir simulert ved hjelp av SHE-A-modellen, og det blir beregnet årlig forbruksendringer som legges til gjennomsnittsforbruket i 2005. Den resulterende forbruksserien sendes til regnearket "Figurgrunnlag", hvor dataene for figurene i regnearkene "Fig. 1: Gjeldende scenario" og "Fig. 2: Ulike scenario" ligger. Beregningene i "Modellen"-arket brukes også, sammen med informasjon fra arkene "Gjennomsnittsverdier" og "Parameterverdier", til å beregne elastisitetene i SHE-A, både for basisårene i (1993 – 1995), i sluttåret og for endringene fra basisårene til sluttåret.

Figur 2.1: Hovedstrukturen i regnearkmodellen SHE-AR



I regnearkene "Fig 1. Gjeldende scenario" og "Elastisiteter" kan man se resultatene av endringene som spesifiseres i "Input"-arket, mens arkene "Modellen", "Gjennomsnittsverdier" og "Parameterverdier" inneholder oppbyggingen av simuleringene i SHE-AR-modellen. Det nest siste arket, "Fig 2. Ulike scenario", viser hvordan modellen kan brukes til å simulere og sammenligne ulike scenarier. Det siste arket, "Figurgrunnlag", gir datagrunnlaget for to figurene.

Hvis for eksempel gjennomsnittlig nettoareal går opp med 10 m², legges tallet "10" inn i linjen for "Nettoareal (m2)" i "Input"-arket. Dette vil føre til at forbruket og elastisitetene endres i regnearkene "Elastisiteter", "Modellen" og "Fig 1. Gjeldende scenario". Ved å sammenlikne med verdiene før endring (basisperiode), finner man hvor mye endringen i nettoarealet påvirker forbruk og elastisiteter. Det er kun i "Input"-arket at endringer skal gjøres. De tall og formler som allerede står i regnearkene må ikke røres. Det er imidlertid mulig å redigere på "Figurgrunnlag"-arket for å vise andre scenarier enn dem vi har illustrert i regnearket "Fig 2. Ulike scenario" (se avsnitt 3.8).

3. Beskrivelse av de ulike arkene

Dette avsnittet beskriver hvordan regnearkene i SHE-AR-modellen brukes for eksempel til å simulere utviklingsbaner for fremtidig elektrisitetsforbruk i husholdningene. Det beskriver hvordan beregningene gjennomføres og diskuterer hvordan simuleringsresultater fra modellen bør tolkes.

3.1 Input

I dette regnearket defineres scenariet som skal simuleres (se figur 3.1). Scenariet beskrives som endringer i nivået på ulike variable; priser, inntekt, oppvarmingsutstyr og andre karakteristika ved boligen og husholdningen. I kolonne B skal man skrive inn følgende opplysninger:

1. Sluttår for perioden. Siste mulige sluttår er 2035.
2. Endringer i gjennomsnittsverdien for alle variable (som skal endres) fra 2005 til sluttåret. NB! Alle endringer er i absolutte verdier, dvs. i øre per kWh, kroner (2005-kroner), antall og prosentpoeng.

Figur 3.1 Regnearket "Input"

Variable (gjennomsnitt)	Absolutt endring fra 2005 til sluttår	Benevnning	Antall år	%-vis vekst	%-vis vekst per år
Priser og inntekt (2005-kroner)					
6 Elektrisitetspris	-100.00	øre per kWh	45	-189.5 %	-199.8 %
7 Parafinpris, nyttiggjort		øre per kWh			
8 Fyringsoljepris, nyttiggjort		øre per kWh			
9 Vedpris, nyttiggjort		øre per kWh			
10					
11 Husholdningens inntekt		1000 kroner			
12					
Oppvarmingsutstyr					
13 Kun elektrisk oppvarming, %		%-poeng			
16 Mulighet for å benytte parafin, %		%-poeng			
17 Mulighet for å benytte fyringsolje, %		%-poeng			
19 Hovedoppvarming elektrisitet, %		%-poeng			
20 Hovedoppvarming vedfyring, %		%-poeng			
21 Elektriske ovner		Antall ovner			
22 Varmekabler		Antall rom			
23 Vedovner		Antall ovner			
25 Egen sentralfyr, %		%-poeng			
29					
Elektriske husholdningsapparater, % som eier					
31 Oppvaskmaskin		%-poeng			
32 Vaskemaskin		%-poeng			
33 Tøketrommel		%-poeng			
34 Komfyr		%-poeng			
35 Kombiskap og/eller frys		%-poeng			
36					
Husholdningskarakteristika					
37 Husholdningsstørrelse		Antall			
39 Alder på hovedbidragsyter i husholdningen		År			
40 Antall inntektstakere i husholdningen		Antall			
41					
Boligkarakteristika					
43 Blokk, %	-30.0 %	%-poeng	45	-181.3 %	-199.8 %
44 Enebolig, %		%-poeng			
45 Våningshus, %		%-poeng			
46 Rettketthus, flermannsboliger og forretningsbygg, %		%-poeng			
47 Sum endring	-30.0 %	%-poeng			
48					
49 Nettoareal		m2			
50 Eier hytte, %		%-poeng			
52					
Annet					
54 Ute temperatur		1000 graddager			
55					
56					

Alle endringer i variable må tolkes som endring i årlige gjennomsnitt/andeler relativt til nivået på variabelen i 2005. Regnearket vil beregne lengden på analyseperioden (antall år), prosentvis endring totalt gjennom hele perioden og prosentvis endring per år (geometrisk gjennomsnitt) for alle variable

som endres. Vi har dessverre ikke tilstrekkelig informasjon om verdien i 2005 på alle variable som inngår i SHE-A-modellen, slik at modellen kan simuleres med basis i 2005.² Vi har derfor valgt ikke å vise verdiene, eller beregne prosentvis endring relativt til nivåene på variablene i dette året. Derfor er beregningen av den prosentvise endringen basert på de observerte gjennomsnittsverdiene i utvalget fra Forbruksundersøkelsen 1993-1995, beskrevet i kolonne C i arket "Gjennomsnittsverdier".

Feilmeldinger

Dersom man skriver inn en verdi som er logisk inkonsistent i forhold til definisjonen av ulike variable i SHE-A-modellen, vil det dukke opp en advarsel i kolonne G. I figur 3.1 har vi lagt inn noen verdier som gir logisk inkonsistens for å illustrere disse feilmeldingene. I dette regnearket finnes det følgende mulige feilmeldinger:

- "Siste mulige år er 2035" indikerer at sluttåret som er lagt inn er senere enn 2035, som er siste mulige år i modellen.
- "Negativ verdi" betyr at verdien på variabelen etter endringen er mindre enn null, noe som ikke gir mening i modellen.
- "Prosentandel etter endring ikke mellom 0 og 100" betyr at den spesifiserte endringen er så stor at prosentandelen etter endring enten er negativ eller over 100 prosent.
- "Summen av endringene må være lik 0". Denne meldingen dukker opp fordi andelen av husholdninger som bor i ulike hustyper skal summere seg til 100 prosent også etter en endring. Det betyr at summen av endringene i husholdninger som bor i ulike hustyper må summere seg til null (se sum i celle B47).

Tolkning av prisscenarier

Alle priser i modellen er gjennomsnittet over alle husholdninger av gjennomsnittlige årlige sluttbrukerpriser, dvs. summen av kraftpris, nett-tariff og avgifter, målt i realverdi (2005-kroner).

Dette har implikasjoner for spesifikasjonen og tolkningen av et scenario:

1. Kraftprisen utgjør ca en tredjedel av sluttbrukerprisen i basisperioden. Hvis man ønsker å legge inn endringer i kraftprisen må kraftprisendringen regnes om til endring i sluttbrukerprisen. Disse *endringene* vil avvike selv om nett-tariff og avgifter ikke endres, fordi det regnes merverdiavgift på sluttbrukerprisen. Avviket vil heller ikke være lik mva-satsen multiplisert med kraftprisendringen, siden husholdninger i Nordland, Troms og Finnmark har fritak fra merverdiavgiften.

² Disse dataene vil bli tilrettelagt på et senere tidspunkt innen det Renergi-prosjektet dette arbeidet er en del av.

2. Prisen som benyttes i modellen er årsgjennomsnitt. Effekten på årsgjennomsnittet av høye elektrisitetspriser i en kort periode er langt lavere enn for eksempel differansen mellom høyeste og laveste pris.
3. Modellen simulerer gjennomsnittlig vekst gjennom hele perioden, ikke differansen til det antatt høyeste punktet. Dersom man ser for seg et scenario med store variasjoner i elektrisitetsprisen fra år til år, må priser i ekstreme år veies ned til den forventede gjennomsnittlige veksten gjennom hele perioden.
4. Alle verdienheter i "Input"-arket er målt i realverdier (2005-kroner), slik at man ikke skal inkludere forventet inflasjon i endringsanslaget på priser og inntekt.

Det er m.a.o. ikke mulig å simulere et scenario hvor man legger inn endringen fra dagens kraftpris til et forventet topp-punkt på kraftprisen i løpet av perioden. Årsaken er at SHE-AR-modellen ikke kan simulere variasjoner i endringene fra år til år, kun den gjennomsnittlige trenden gjennom en periode.

Tolkninger av partielle endringer

Alle effekter i SHE, SHE-A og SHE-AR av en variabel må tolkes som partielle effekter, dvs. alt annet likt. Det har implikasjoner for hvordan et scenario bør spesifiseres.

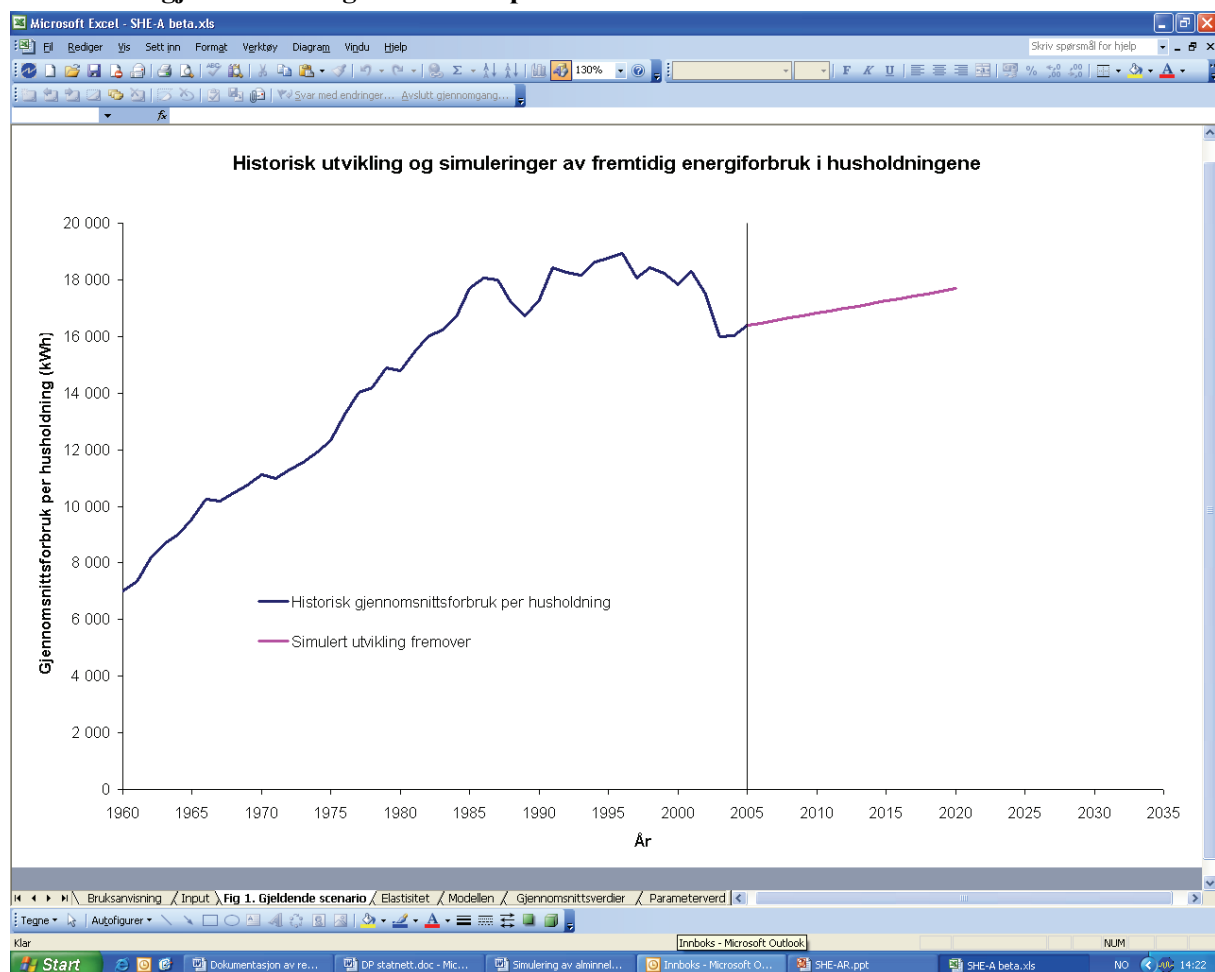
Anta at man ønsker å analysere den totale effekten av en 10 prosents inntektsøkning over perioden. Legger man inn en 10 prosents økning i inntekten i "Input"-arket (legg inn 37,7 i celle B11), vil modellen *kun* beregne den partielle inntektseffekten av denne inntektsøkningen, dvs. under forutsetning av at inntektsøkningen ikke påvirker andre forhold av betydning for elektrisitetsforbruket. Inntektsøkningen vil imidlertid kunne øke gjennomsnittlig boareal og endre sammensetningen av utstyrsholdningen. I SHE-AR er disse variablene eksogene, dvs. at modellen ikke hjelper oss til å finne hvordan inntektsøkningen påvirker disse variablene. Anslag på utviklingen i disse variablene er derfor en del av den inputen som må spesifiseres i scenariet. Tilsvarende effekter vil man kunne ha for andre variable. F.eks. vil endringer i antall husholdningsmedlemmer på sikt kunne påvirke gjennomsnittlig boareal og utstyrsholdning.

3.2 Fig 1. Gjeldende scenario

Dette arket inneholder en figur med den historiske utviklingen i gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk per husholdning for perioden 1960 til 2005 (se også Halvorsen m.fl., 2005b). Tallene er basert på Energistatistikken og Folke- og boligtellningene 1980, 1990 og 2001 (se figur 3.2). Figuren viser også den simulerte utviklingen i forbruket fremover fra 2005 til "Sluttår"-et som er spesifisert i "Input"-arket. I figur 3.2 har vi gitt et eksempel på en simulering, hvor vi antar at elektrisitetsprisen i gjennomsnitt reduseres med 5 øre per kWh i løpet av perioden frem til sluttåret i 2020.

SHE-AR-modellen antar en lik årlig vekst i alle variable i perioden. Modellen beregner endring i forbruk over perioden ved hjelp av simuleringer i SHE-A basert på data fra basisperioden (1993-1995). Disse dataene blir hentet fra "gjennomsnittsverdier"-arket. Basert på den simulerte forbruksendringen over perioden, beregnes en simulert årlig forbruksendring, som så legges til forbruket i foregående år (denne informasjonen ligger i skjulte kolonner i "Modellen"-arket). Disse dataene for utviklingen i forbruket gjennom perioden sendes til "Figurgrunnlag"-arket, hvor figuren henter dataene sine. Når endringer gjøres i "Input"-arket vil man se konsekvensene av disse endringene for den simulerte utviklingsbanen i denne figuren.

Figur 3.2 Regnearket "Fig.1 Gjeldende scenario" ved en simulering av en 5 øre reduksjon i gjennomsnittlig elektrisitetspris frem mot 2020



3.3 Elastisitet

Dette arket viser elastisitetene til den aggregerte etterspørselen i SHE-A-modellen (se figur 3.3). Virkningene av endringene i "Input"-arket vil vise seg i form av endrede elastisiteter i sluttåret.

Etterspørselsrelasjonene i SHE-A modellen er estimert med data fra Forbruksundersøkelsene med tilleggsspørsmål om energi, for årene 1993, 1994 og 1995 (basisperioden). Elastisitetene i dette

regnearket er basert på utvalget av husholdninger som er registrert med positiv utgift i forbruksundersøkelsen. Vi bruker verdiene i basisårene i SHE-A (1993 – 1995) til beregning av elastisiteter i dette regnearket, og ikke verdiene i 2005. Årsaken er at formålet med disse elastisitetene er å beskrive egenskapene i beregningen av aggregerte forbruksendringer i SHE-A-modellen, som brukes til å beregne utviklingsbanen fremover i SHE-AR.

Ulike typer elastisiteter

Vi har beregnet tre ulike grupper av elastisiteter for å beskrive scenariet: 1) Marginal endring i basisperioden, 2) Marginal endring i sluttår, og 3) Absolutt endring fra basisperioden til sluttår.

Figur 3.3 Regnearket "Elastisiteter" ved en simulering av en 5 øre reduksjon i gjennomsnittlig elektrisitetspris frem mot 2020

	Marginal endring i basisperioden	Marginal endring i sluttår	Absolutt endring fra basisperioden til sluttår
Elektrisitetspris	-0.628	-0.598	-0.668
Parafinpris	0.005	0.005	
Oljepris	0.001	0.001	
Vedpris	0.003	0.003	
Inntekt	0.077	0.077	

Callout boxes in the image:

- Green box: "Elastisiteter ved en økning i priser og inntekt på en prosent fra" (points to the 'Marginal endring i basisperioden' column)
- Orange box: "Elastisiteter ved en en prosents økning fra sluttår." (points to the 'Marginal endring i sluttår' column)
- Yellow box: "Elastisiteter ved endring i forhold til basisverdiene for priser og inntekt. Viser kun ved endringer i prisene og/eller inntekt." (points to the 'Absolutt endring fra basisperioden til sluttår' column)

1. Marginal endring i basisperioden

Elastisitetene i denne kolonnen er beregnet ut fra en marginal endring (1 prosents økning) i priser og inntekt ut fra den observerte verdien på variabelen i datasettet. Disse elastisitetene beskriver følsomheten i etterspørselen når priser og inntekt endres marginalt i basispunktet. Elastisitetene kan tolkes som den prosentvise endringen i forbruket relativt til den prosentvise endringen i priser og inntekt.

2. Marginal endring i sluttår

Når det legges inn en endring, enten i priser, inntekt eller i andre variable, vil man kunne se hvordan endringene påvirker elastisitetene i sluttåret. Elastisitetene i sluttåret vil være lik elastisitetene basisperioden så lenge det ikke er lagt inn endringer i B-kolonnen i "Input"-arket. Elastisitetene i sluttåret beskriver følsomheten av det aggregert forbruket i sluttåret ved en ytterligere marginal endring i priser og inntekt utover de endringene som er lagt inn i scenariespesifikasjonen. Den marginale endringen i sluttåret tilsvarer den marginale endringen i basisperioden; 1 prosents økning i prisene og inntekt.

3. Absolutt endring fra basisperioden til sluttår

Disse elastisitetene beskriver følsomheten av det aggregert forbruket av de endringer i priser og inntekt fra basisperioden til sluttåret som er spesifisert i scenariet. Hvis for eksempel elektrisitetsprisen har økt med 5 øre per kWh i "Input"-arket, vil dette være den prisendringen elastisiteten er beregnet over. Elastisitetene ser kun på den partielle virkningen av en variabel. Det vil si at dersom man har spesifisert endringer i mer enn én pris og/eller inntekt, vil egenpriselasiteteten kun ta opp en endring i elektrisitetsprisen, vedpriselasiteteten vil kun ta opp en endring i vedpris osv.³ Dette gjøres for å rendyrke endringen i den prisen man ser på.

Elastisitetene vil her først vise seg i "Elastisitet"-arket når det er ført opp nye verdier for priser og inntekt i "Input"-arket. Hvis f.eks. kun egenprisen endres i "Input"-arket, vil kun egenpriselasiteteten vises i kolonne D.

Tolkning av elastisitetene

Den direkte priselasiteteten i SHE-A ligger rundt -0,6, noe som kan virke høyt. Det er imidlertid viktig å merke seg at priselasiteteten er definert for endringer i *gjennomsnittlig sluttbrukerpris gjennom året*. Det har konsekvenser for nivået på elastisiteten av en gitt endring i prisen. Anta nå at årsaken til en økning i sluttbrukerprisen er en økning i prisen på kraft, og at prisen på kraft utgjør 1/3 av sluttbrukerprisen. Grovt regnet impliserer det en direkte priselasiteteten av samme prisendring på -0,2 dersom elastisiteten hadde vært beregnet for den gjennomsnittlige kraftprisen over året og ikke den gjennomsnittlige sluttbrukerprisen. Begge disse elastisitetene beskriver den samme prisresponsen, bare definert ut fra ulike priser (sluttbrukerprisen eller prisen på kraft).

Det er også grunn til å merke seg at prisene og prisendringene er gjennomsnitt over året. Den umiddelbare responsen på kortsiktige endringer i kraftprisene (spotprisen) vil høyst sannsynlig være

³ Dette gjøres ved at det simulerte forbruket i sluttpunktet, som brukes til å beregningen forbruksendringen, ekskluderer endringer i andre priser og inntekt spesifisert i scenariet enn den prisendringen elastisiteten gjelder for.

mye lavere av to hovedårsaker. For det første tar det tid før endringer i kraftprisene slår ut i sluttbrukerprisene (prisen på kraft) for ulike typer av priskontrakter, og graden av overføring vil avhenge av hvor permanente disse endringene er. Det er for eksempel liten grunn til å tro at kortsiktige svingninger i spotprisen som skyldes effektproblemer vil slå ut i høyere pris på kraft til konsumentene. For det andre tar det tid fra sluttbrukerprisen endres til husholdningene gjør sin tilpasning. Sett i et slikt perspektiv er ikke elastisitetene i SHE-A spesielt høye. Det er imidlertid viktig å være presis i tolkning og bruk av resultater fra denne modellen.

3.4 Modellen

I dette arket beregnes den simulerte forbruksendringen, både totalt over hele perioden og fra år til år, ved hjelp av ligningene i SHE-A-modellen. Her beregnes også bidragene fra ulike deler av den aggregerte etterspørselsfunksjonen, samt forbruksbanen for den fremtidige utviklingen i forbruket. I dette arket har vi regnet ut forbruksbanene med to ulike utgangspunkter: Enten med utgangspunkt i basisperioden i SHE-A, hvor man bruker det observerte utvalget fra forbruksundersøkelsen 1993-95, eller relativt til forbruket i 2005, som brukes som utgangspunkt i simuleringene av fremtidige forbruksbaner i SHE-AR.

Beskrivelse av etterspørselsstrukturen i SHE-A

Nederst i regnearket (se figur 3.4) er ligningene i SHE-A modellen beskrevet (se også Halvorsen og Larsen, 2006 og 2007). Den generelle etterspørselsstrukturen i SHE-A er gitt ved:

$$\begin{aligned} \bar{q}_i &= \delta_0^i + \sum_{r=1}^R \delta_r^i \bar{\theta}_r + \left[\alpha_0^i S_0^i + \sum_{m=1}^M \alpha_m^i S_{\theta_m}^i \bar{\theta}_m \right] \frac{\bar{x}}{p_i} \\ &+ \sum_{j=1}^J \left[\gamma_0^{ij} S_{0,p_j}^i + \sum_{f=1}^F \gamma_f^{ij} S_{\theta_{jf},p_j}^i \bar{\theta}_{jf} \right] \ln(\bar{p}_j) \overline{OE}_j \frac{\bar{x}}{p_i} \quad , \\ &+ \left[\beta_0^i S_{0,x}^i + \sum_{k=1}^K \beta_k^i S_{\theta_k,x}^i \bar{\theta}_k \right] \ln(\bar{x}) \frac{\bar{x}}{p_i} + \lambda_i \ln(\bar{p}_i^h) \end{aligned} \quad (1)$$

hvor gjennomsnittsförbruket av elektrisitet (\bar{q}_i) er en funksjon av gjennomsnittsverdien i utvalget av ulike karakteristika ved husholdningene og boligen ($\bar{\theta}$), gjennomsnittsinntekten (\bar{x}), gjennomsnittlig pris på gode j (elektrisitet, parafin, fyringsolje, ved) (\bar{p}_j), aggregeringsfaktorene S_0^i , $S_{\theta_r}^i$, S_{0,p_j}^i , S_{θ_{jf},p_j}^i , $S_{0,x}^i$ og $S_{\theta_k,x}^i$, samt atferdsparametere δ_r^i , δ_0^i , α_m^i , α_0^i , γ_f^{ij} , γ_0^{ij} , β_k^i og β_0^i . Alle gjennomsnitt er veid med vekten v^h . De ulike aggregeringsfaktorene er definert ved:

$$S_0^i = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^N v^h \frac{x^h \overline{p_i}}{x p_i^h}, \quad (2a)$$

$$S_{\theta_r}^i = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^N v^h \frac{x^h \overline{p_i} \overline{\theta_r^h}}{x p_i^h \theta_r^h}, \quad (2b)$$

$$S_{0,p_j}^i = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^N v^h \frac{x^h \overline{p_i}}{x p_i^h} \frac{\ln(p_j^h) OE_j^h}{\ln(\overline{p_j}) OE_j}, \quad (2c)$$

$$S_{\theta_{jf},p_j}^i = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^N v^h \frac{x^h \overline{p_i} \overline{\theta_{jf}^h}}{x p_i^h \theta_{jf}^h} \frac{\ln(p_j^h) OE_j^h}{\ln(\overline{p_j}) OE_j}, \quad (2d)$$

$$S_{0,x}^i = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^N v^h \frac{x^h \overline{p_i}}{x p_i^h} \frac{\ln(x^h)}{\ln(\overline{x})}, \quad (2e)$$

$$S_{\theta_k,x}^i = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^N v^h \frac{x^h \overline{p_i} \overline{\theta_k^h}}{x p_i^h \theta_k^h} \frac{\ln(x^h)}{\ln(\overline{x})}. \quad (2f)$$

Disse aggregeringsfaktorene er relative spredningsmål som viser spredningen i priser, inntekt og andre variable relativt til gjennomsnittet i populasjonen (alle summer og gjennomsnitt er veid med vekten v^h). Aggregeringsfaktorene kan tolkes som en type vekter, hvis formål er å veie atferdsparameterne i mikrofunksjonen (δ_r^i , α_m^i , γ_f^{ij} og β_k^i) slik at aggregert forbruk gjenspeiler den riktige sammensetningen av ulike typer husholdninger med ulik type atferd. Aggregeringsfaktorene har et annet formål enn husholdningsvektene (v^h), hvis formål er å korrigere for skjevheter i utvalget som skyldes trekkeprosedyrer og frafall. Aggregeringsfaktorene skal veie husholdninger med ulik atferd relativt til hvordan denne atferden påvirker aggregert forbruk.

Dersom aggregeringsfaktoren er lik 1 vil fordelingen av alle variable som inngår i faktoren være symmetrisk. Alternativt vil aggregeringsfaktoren være lik 1 dersom alle husholdninger har samme pris og inntekt, og er ellers helt like. Aggregeringsfaktoren vil være mindre enn 1 dersom gjennomsnittet av alle variable er lavere enn medianen, mens aggregeringsfaktoren vil være større enn 1 dersom fordelingen har en tung øvre hale slik at gjennomsnittet vil være høyere enn medianen for alle variable som inngår i faktoren. Skjevheter i fordelingen av elektrisitetsprisen vil imidlertid kunne oppveie skjevheten i fordelingen av inntekt og andre faktorer. Det er derfor ikke mulig å gi en enkel tolkning av størrelsen på disse aggregeringsfaktorene siden de gir en simultan beskrivelse av symmetrien i fordelingen av flere variable.

Ved å samordne de ulike leddene i ligning (1) kan vi skrive det aggregerte forbruket som en funksjon av makroparametre, gjennomsnittspriser og gjennomsnittsinntekt:

$$\bar{q}_i = \tilde{\delta}_i + \lambda_i \ln(\bar{p}_i) + \left[\tilde{\alpha}_i + \sum_j^{J_h} \tilde{\gamma}_{ij} \ln(\bar{p}_j) \overline{OE}_j + \tilde{\beta}_i \ln(\bar{x}) \right] \frac{\bar{x}}{\bar{p}_i} . \quad (3)$$

hvor makroparameterne er gitt ved:

$$\tilde{\alpha}_i = \alpha_0^i S_0^i + \sum_{m=1}^M \alpha_m^i S_{\theta_m}^i \bar{\theta}_m , \quad (4a)$$

$$\tilde{\gamma}_{ij} = \gamma_0^{ij} S_{0,p_j}^i + \sum_{f=1}^F \gamma_f^{ij} S_{\theta_{jf},p_j}^i \bar{\theta}_{jf} , \quad (4b)$$

$$\tilde{\beta}_i = \beta_0^i S_{0,x}^i + \sum_{k=1}^K \beta_k^i S_{\theta_{k,x}}^i \bar{\theta}_k , \text{ og} \quad (4c)$$

$$\tilde{\delta}_i = \delta_0^i + \sum_{r=1}^R \delta_r^i \bar{\theta}_r . \quad (4d)$$

Beskrivelse av tabellene i regnearket "Modellen"

Tabell 1 i figur 3.4 beskriver verdiene til de aggregerte parametrene som inngår i SHE-A (se ligning 4a – 4d). Tabell 2 i figur 3.4 beskriver bidragene fra de ulike leddene i den aggregerte etterspørselsfunksjonen. De ulike bidragene består av alle leddene som inngår additivt i ligning (3), dvs. $\tilde{\delta}_i$, $\lambda_i \overline{\ln(p_i)}$, $\tilde{\alpha}_i \frac{\bar{x}}{p_1}$, $\tilde{\gamma}_{ij} \log(\bar{p}_j) \frac{\bar{x}}{p_1} \overline{OE}_j$ og $\tilde{\beta}_i \log(\bar{x}) \frac{\bar{x}}{p_1}$. En endring i ulike variable i "Input"-

arket vil påvirke de ulike bidrag til forbruket i sluttåret for analyseperioden. "Sluttår" viser de ulike bidragene etter endringene som er lagt inn scenariet i B-kolonnen i "Input"-arket. Verdien i "Sluttår" vil være likt "Basisperiode" så lenge det ikke er lagt inn endringer i B-kolonnen i "Input"-arket.

Tabell 3 i figur 3.4 viser gjennomsnittsförbruket i utgangsåret og i sluttåret. Tabellen viser gjennomsnittsförbruket både med utgangspunkt i basisperioden i SHE-A (1993 – 1995) og med utgangspunkt i gjennomsnittsförbruket i 2005. Gjennomsnittsförbruket per husholdning i 2005 er hentet fra Energistatistikken og Folke- og boligtellningene (se Bøeng, 2005, tabell F4). Det er kun gjennomsnittsförbruket av elektrisitet som beregnes med utgangspunkt i 2005. Alle andre bidrag er beregnet i SHE-A, med utgangspunkt i basisårene der. "Endring" viser endringen i variabelen (makroparameter, bidrag, förbruk) fra basisperiode til sluttåret.

Eksempel

Figur 3.4 viser et eksempel, hvor elektrisitetsprisen reduseres med 5 øre per kWh frem til år 2020. Vi ser av figuren at en endring i prisene påvirker alle bidragene med unntak av konstantleddet $\tilde{\delta}_i$ selv

om ingen av de aggregerte parameterne endres. Årsaken er den ikke-lineære formen på etterspørselsfunksjonen, hvor alle leddene med unntak av konstantleddet $\tilde{\delta}_i$ er funksjoner av elektrisitetsprisen (se ligning 1 og 3).

En endring i priser og inntekt, samt endringer eksogene forklaringsvariable som påvirker de aggregerte parameterne for pris- og inntektseffekter (se ligning 4a – 4d), vil også kunne påvirke aggregeringsfaktorene i ligning (2a) - (2f). Endringene i gjennomsnittet til variablene i spesifikasjonen av scenariet i "Input"-arket må derfor tolkes som en lik proporsjonal endring i variabelen for alle husholdningene (se også diskusjonen av figur 3.5).

Et eksempel på en endring i en eksogen faktor som ikke påvirker bidragene fra pris- og inntekt, er en endring i gjennomsnittlig boligareal. Boligens nettoareal inngår kun i konstantleddet $\tilde{\delta}_i$. Det betyr at denne variabelen er med på å forklare forskjeller i nivået på elektrisitetsforbruket mellom husholdninger. En økning i gjennomsnittlig boareal kan enten skje ved at noen få husholdninger øker arealet eller ved at alle det er en generell økning i arealet i boligmassen. Endringer i fordelingen av areal i boligmassen har imidlertid ingen effekt på det aggregerte forbruket, siden bidragene i konstantleddet $\tilde{\delta}_i$ ikke multipliseres med noen aggregeringsfaktorer (se figur 3.4).

Figur 3.4 Regnearket "Modellen" ved en reduksjon i elektrisitetsprisen på 5 øre per kWh

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Tabell 1: Aggregerte parametere					
		Basisperiode	Sluttår	Endring	
3	Konstantleddet til budsjettandelen	ci	4 956	4 956	0
4	Parameteren for elektrisitetspris	γ_{11}	816	816	0
5	Parameteren for pris på olje til kamin	γ_{12}	632	632	0
6	Parameteren for pris på olje til sentralfyr	γ_{13}	547	547	0
7	Parameteren for ved	γ_{14}	125	125	0
8	Parameteren for inntekt	β_i	-1 534	-1 534	0

Tabell 2: Bidragene fra ulike ledd i etterspørselsfunksjonen					
		Basisperiode	Sluttår	Endring	
13	Konstantleddet	δ_i	58 229	58 229	0
14	Konstantleddet til budsjettandelen	$c_i \cdot \ln(p_1)$	3 546	3 917	371
15	Parameteren for elektrisitetspris	$\gamma_{11} \cdot \ln(p_1) \cdot \ln(p_1)$	2 174	2 338	164
16	Parameteren for pris på olje til kamin	$\gamma_{12} \cdot \ln(p_2) \cdot \ln(p_1)$	407	449	43
17	Parameteren for pris på olje til sentralfyr	$\gamma_{13} \cdot \ln(p_3) \cdot \ln(p_1)$	57	63	6
18	Parameteren for ved	$\gamma_{14} \cdot \ln(p_4) \cdot \ln(p_1)$	255	282	27
19	Parameteren for inntekt	$\beta_i \cdot \ln(p_1)$	-3 765	-4 159	-394
20	Parameteren for $\ln(p_1) \cdot \ln(p_1)$	$\lambda \cdot \ln(p_1) \cdot \ln(p_1)$	-40 431	-39 353	1 079

Tabell 3: Simulert forbruk					
		Basisperiode	Sluttår	Endring	
25	Utgangsåret i 1993-95 (kWh):		20 470	21 765	1 295
26	Utgangsåret i 2005 (kWh):		16 391	17 686	1 295

Modellen er gitt ved:

$$Q_i = 5973 \cdot S_o - 9248 \cdot \text{BLOK} \cdot S_{\text{blokk}}$$

$$\gamma_{11} = 542 \cdot S_{\text{elpr}} - 503 \cdot \text{KUNEL} \cdot S_{\text{skuelpr}} + 4170 \cdot \text{VAN.HUS} \cdot S_{\text{vasspr}} + 201 \cdot \text{HØY.KAP} \cdot S_{\text{skogpr}}$$

$$\gamma_{12} = -580 \cdot S_{\text{oljepr}} + 258 \cdot \text{ORADDAG} \cdot S_{\text{oljpr}} + 180 \cdot \text{ELKAP} \cdot S_{\text{elkappr}}$$

$$\gamma_{13} = 408 \cdot S_{\text{oljpr}}$$

$$\gamma_{14} = 58 \cdot S_{\text{ved}} - 61 \cdot \text{INNT.DESIL} \cdot S_{\text{inndpr}} + 400 \cdot \text{ANT.VEDOVN} \cdot S_{\text{avovnp}} - 295 \cdot \text{H.OPPV.VED} \cdot S_{\text{hovvedpr}}$$

$$\beta_i = -1680 \cdot S_{\text{v}} - 3782 \cdot \text{VAN.HUS} \cdot S_{\text{vass}} + 1618 \cdot \text{BLOK} \cdot S_{\text{blokk}} + 166 \cdot \text{ANT.INNT} \cdot S_{\text{innts}}$$

$$\delta_i = 41749 \cdot \text{VEKT} + 407 \cdot \text{KVM} + 1649 \cdot \text{ENEBOLIG} - 1605 \cdot \text{PARAFIN} - 5301 \cdot \text{FYRINGSOLJE} + 1511 \cdot \text{VED} + 1600 \cdot \text{HOVEDOPP.EL} + 325 \cdot \text{ANT.ELOVN} + 583 \cdot \text{ANT.VARMEKABEL} - 1207 \cdot \text{ANT.VEDOVN} - 3932 \cdot \text{FELLESSENTRALFYR} + 2741 \cdot \text{E.GENSENTRALFYR} - 249 \cdot \text{SUBST.MULIGHET} + 974 \cdot \text{VASKEMASKIN} + 1001 \cdot \text{OPPV.MASKIN} + 1103 \cdot \text{TØRKETR.} + 523 \cdot \text{FRYS} + 1663 \cdot \text{KOMF.} + 3316 \cdot \text{KVANT.PERS.} + 21 \cdot \text{ALDER} + 1330 \cdot \text{HYTTE} - 823 \cdot \text{FLYTET} - 1401 \cdot \text{LEIER}$$

Elektrisitetforbruket er gitt ved:

$$Q = \delta_i + \lambda \cdot \ln(p_1) + \alpha_i + \sum (\gamma_j \cdot \ln(p_j)) \cdot S_{p_j} + \beta_i \cdot \ln(p_1) \cdot (b_i \cdot p_i)$$

Hvordan brukes resultatene til å beregne fremtidige forbruksbaner?

Banen for simulert utvikling i forbruket i scenariet beregnes ut fra resultatene i tabell 3 i figur 3.4. Den årlige forbruksendringen beregnes som den totale differansen mellom forbruket i utgangsåret 2005 og i sluttåret dividert på antall år i analyseperioden. Forbruksbanen finnes ved å legge den årlige forbruksendringen til forbruket i foregående år. Disse mellomregninger ligger kolonne G – AK, som er skjult i dette regnearket.

Det er viktig å legge merke til at vi her forutsetter at den årlige forbruksendringen er uavhengig av om vi benytter 2005 eller basisperioden i SHE (1993 – 1995) som utgangsåret.

3.5 Gjennomsnittsverdier

I dette arket finner man veide gjennomsnittsverdier per husholdning av alle variable som går inn i beregningene av modellen (se figur 3.5).

Figur 3.5 Regnearket "Gjennomsnittsverdier" ved en 5 øre per kWh reduksjon i elektrisitetsprisen frem mot 2020

Variable	Forklaring til variabelnavnene	Basisperiode	Sluttår	Endring	
1					
2	APERS	Antall personer i husholdningen	2 1478	2 1478	
3		Kvadratroen av gjen. antall personer i husholdningen	1 4655	1 4655	
4	ALDERHP	Alder på hovedpersonen i husholdningen (år)	45 3630	45 3630	
5	AMBT	Antall ansatte i husholdningen	1 296	1 296	
6	AOPPVAJK	Antall opplysnings i husholdningen	0 4168	0 4168	
7	AVASK	Antall vaskemaskiner i husholdningen	0 3051	0 3051	
8	ATORK	Antall tørketromler i husholdningen	0 3643	0 3643	
9					
10	NAREAL	Boligens nettareal (m ²)	113 6280	113 6280	
11	BLOKK	Husholdningen bor i blokkleilighet (andell)	0 1568	0 1568	
12	EB	Husholdningen bor i egebolia (andell)	0 5190	0 5190	
13	VANMUS	Husholdningen er i renovering (andell)	0 0766	0 0766	
14	WITTE	Husholdningen er horte (andell)	0 2220	0 2220	
15	LEIER	Husholdningen leier boligen (andell)	0 3464	0 3464	
16	ALDOVN	Antall elektriske ovner i boligen	4 7237	4 7237	
17	AVKABEL	Antall rom med vassledninger i boligen	1 1786	1 1786	
18	AVDOVN	Antall vaskemaskiner i boligen	0 3437	0 3437	
19	MOEL	Hovedoppvarming ihus, elektrisitet (andell)	0 6533	0 6533	
20	HOVED	Hovedoppvarming ihus, vedfyring (andell)	0 210	0 210	
21	FSP	Følelse i sommer (andell)	0 0533	0 0533	
22	SFE	Eqv. sommer (andell)	0 0547	0 0547	
23	P1	Pris på elektrisitet (øre per kWh 1995-kroner)	43 1663	38 996	-4 0321
24		Logaritme til gjennomsnittet av p1	-3 1659	-3 4663	-0 0395
25	re	Forholdet mellom de to til løst og løst til p1	0 9307	0 9304	-0 0003
26	LPI	Gjennomsnittet av logaritmen til elektrisitetsprisen	-1 7207	-1 6316	-0 0935
27	rs101	Forholdet mellom de to til løst og løst til p1 for 1% økning i pris	0 9307	0 9304	-0 0003
28	LPI1	Gjennomsnittet av logaritmen til p1 (1)	-3 1466	-3 4411	-0 0935
29	NP2	Pris på nyttigastet parafin (øre per kWh 1995-kroner)	47 9527	47 9527	
30	NP3	Pris på nyttigastet kerosin (øre per kWh 1995-kroner)	3 8702	3 8702	
31	NP4	Pris på nyttigastet bensin (øre per kWh 1995-kroner)	36 0375	36 0375	
32		Logaritme til gjennomsnittet av np3	3 6401	3 6401	
33	NP4	Pris på nyttigastet bensin (øre per kWh 1995-kroner)	11 0041	11 0041	
34		Logaritme til gjennomsnittet av np4	3 3319	3 3319	
35	DBI	Indeks (1995=100)	4 4407	4 4407	
36	BIO	Husholdningen bruker 100 000 1995-kroner	30 3074	30 3074	
37	FLTYTET	Logaritme til gjennomsnittet av bio	3 4330	3 4330	
38	SP1	Multiplet for 1 benyttet elektrisitet (andell)	0 0463	0 0463	
39	SP2	Multiplet for 2 benyttet elektrisitet (andell)	0 3830	0 3830	
40	SP3	Multiplet for 3 benyttet elektrisitet (andell)	0 2521	0 2521	
41	SP4	Multiplet for 4 benyttet elektrisitet (andell)	0 0535	0 0535	
42	ELKAP	Multiplet for 5 benyttet elektrisitet (andell)	0 1267	0 1267	
43	GD	Kapital på elektrisk oppvarmingsanlegg (0, ..., 4)	2 1957	2 1957	
44	GO	Antall årsskifter (1000 årsskifter)	2 3727	2 3727	
45	EFY13	Husholdningen er fnytt (andell)	0 3432	0 3432	
46	KUMEL	En elektrisk oppvarming (andell)	0 3171	0 3171	
47	SUBSTKAP	Substitusjonsmuligheter som forårsaker for økt og ved (0, ..., 1)	0 270	0 270	
48	SUBST	Stor total oppvarmingskapasitet og god substitusjonsmuligheter i	1 0481	1 0481	
49	DUI	Stor total oppvarmingskapasitet og god substitusjonsmuligheter i	0 2223	0 2223	
50	VEKT	Demu for om husholdningen har elektrisitet (andell)	0 3830	0 3830	
51	KPI	Konsumprisindeks (2005/1995)	1 2218		
52					
53					
54					
55	Aggregeringsfaktorer				
56	S0	Se forklaringer i Halvorsen og Larsen (2007) og	1 0033	1 0033	0 0000
57	Sblokk	Halvorsen (2007)	0 7149	0 7149	0 0000
58	Sbip1		1 0922	1 0922	0 0000
59	Skunep1		0 7664	0 7664	0 0000
60	Svaamp1		0 3457	0 3457	0 0000
61	Shogkap1		1 0949	1 0949	0 0000
62	Skamp1p		1 0591	1 0591	0 0000
63	Sgdp2		1 0843	1 0843	0 0000
64	Sekkapp2		1 0864	1 0864	0 0000
65	Soljezf		1 3339	1 3339	0 0000
66	Sved		1 0620	1 0620	0 0000
67	Sinnep4		1 5536	1 5536	0 0000
68	Savovnp4		1 5133	1 5133	0 0000
69	Shovep4		1 2372	1 2372	0 0000
70	Sa		1 0791	1 0791	0 0000
71	Svaamp		0 3450	0 3450	0 0000
72	Sblokkz		0 7091	0 7091	0 0000
73	Sainntz		1 3509	1 3509	0 0000
74					

I kolonne C ligger gjennomsnittsverdiene for alle observerte variable i basisperioden 1993-95. Endringer som blir lagt inn i B-kolonnen i "Input"-arket vil dukke opp som endringer fra basisperioden til sluttåret (se kolonne F). Verdien i sluttåret vil være lik verdien i basisperioden pluss endringen gjennom perioden (se kolonne E).

Det er fra dette arket data blir hentet i beregningen makroparameter, forbruket og elastisitetene i arkene "Modellen" og "Elastisiteter". Verdier og formler i celler betegnet "Basisperiode" henter data fra C-kolonnen, mens verdier og formler i celler betegnet "Sluttår" henter data fra E-kolonnen. Dermed vil også basisperioden og sluttåret være likt, så lenge C- og E-kolonnen i dette arket er like.

I tillegg ligger tidsserier for utviklingen i de ulike variablene i perioden modellen simuleres over (analyseperioden), samt deskriptiv statistikk i utvalget (veid) i skjulte linjer og kolonner i dette regnearket.

Beregninger

Gjennomsnittet til logaritmen av elektrisitetsprisen i basisårene finner vi fra dataene. Å beregne gjennomsnittet av logaritmen til elektrisitetsprisen i sluttåret og når prisen øker med en prosent (trengs for å kunne beregne elastisitetene) er derimot ikke trivielt. Det skyldes at $\overline{\ln(p_1)} \neq \ln(\overline{p_1})$. I dette regnearket har vi beregnet gjennomsnittet av logaritmen til elektrisitetsprisen. Vi beregner også logaritmen til gjennomsnittet av andre priser og inntekt, samt kvadratroten av gjennomsnittlig antall personer i *sluttåret* basert på verdiene for disse variablene i "Input"-arket.

For å finne gjennomsnittet til logaritmen i sluttåret eller ved en 1 prosents økning i prisen, ønsker vi å skrive gjennomsnittet til logaritmen av elektrisitetsprisen som en funksjon av gjennomsnittlig pris og gjennomsnittet til logaritmen av elektrisitetsprisen i basisårene. For å gjøre det trenger vi å forutsette at alle priser øker med sammen prosent. Gjennomsnittet til logaritmen i sluttåret (T) er i dette regnearket beregnet som en funksjon av gjennomsnittet til logaritmen i basisårene (0), logaritmen til gjennomsnittsprisen i sluttåret og den relative endringen i gjennomsnittsprisen prisen over perioden,

gitt ved: $\overline{\ln(p_i^T)} = \ln(\overline{p_i^T}) \frac{\overline{\ln(p_1^0)} + \ln(a)}{\overline{\ln(p_1^0)} + \ln(a)}$, hvor $a = \frac{\overline{p_1^T}}{p_1^0}$. På tilsvarende måte vil gjennomsnittet til

logaritmen ved en 1 prosents økning i elektrisitetsprisene på tidspunkt $t (= 0, T)$, være gitt ved:

$$\overline{\ln(p_i^t \cdot 1,01)} = \ln(\overline{p_i^t \cdot 1,01}) \frac{\overline{\ln(p_1^t)} + \ln(1,01)}{\overline{\ln(p_1^t)} + \ln(1,01)}$$

Aggregeringsfaktorer

Linje 55 – 73 i figur 3.5 viser verdien på aggregeringsfaktorene i SHE-A-modellen.

Aggregeringsfaktorene er vektorer som korrigerer makroparameterne for fordelingen av husholdninger med ulike priser, inntekt og husholdningskarakteristika (se diskusjonen rundt ligning 2a - 2f). Fra figur 3.5 ser vi at disse aggregeringsfaktorene varierer fra 0,7 til 1,6.

Fra ligning 2a – 2f ser vi at aggregeringsfaktorene normalt vil endres når gjennomsnittet av eksogene variable endres. Ved historiske simuleringer på SHE-A kan utviklingen i aggregeringsfaktorene beregnes ved hjelp av mikrodata. Hva som skjer med aggregeringsfaktorene i en simulering av en fremtidig forbruksutvikling i et gitt scenario er imidlertid ikke opplagt. Dersom endringene som spesifiseres i scenariet er proporsjonalt like for alle individer vil ikke aggregeringsfaktoren endres som en følge av endringene som er spesifisert. Dersom vi ikke ønsker å gjøre denne forutsetningen, må det spesifiseres en endring i aggregeringsfaktorene, siden disse er eksogent gitt i modellen.

Vi har valgt å skjule linjene som inneholder aggregeringsfaktorer i "Input"-arket, dvs. at man implisitt forutsetter at de endringene man har lagt inn i priser, inntekt og andre faktorer som inngår i

aggregeringsfaktorene, ikke endrer symmetrien i den simultane fordelingen av disse variablene. Det er imidlertid mulig å endre verdien på aggregeringsfaktorene i SHE-AR dersom dette er ønskelig.⁴

3.6 Parameterverdier

Dette arket viser resultatene av estimeringen av husholdningenes etterspørsel etter elektrisitet som danner grunnlaget for mikroparameterne som inngår i ligningene i SHE-A (se figur 3.6). I estimeringen, som er gjort i NLOGIT 3.0, er flere av variablene skalert får å få konvergens. Estimaten fra Limdep (kolonne B) multipliseres med en faktor (skjult i kolonne C) slik at alle koeffisientene som går til beregningene i ”Modellen”-arket får benevnning kWh (kolonne D).

De estimerte mikroparameterne i D-kolonnen viser hvordan elektrisitetsforbruket (målt i kWh) varierer mellom ulike husholdninger med ulike husholdnings- og boligkarakteristika, både direkte, eller indirekte gjennom pris- og inntektseffekter. Parameterne beskriver heterogenitet i konstantledd og pris- og inntektseffekter, og gir den partielle effekten av en variabel på elektrisitetsforbruket, dvs. en sammenligning av etterspørselen til to husholdninger som er helt like med unntak av den variabelen vi ser på. Det innebærer at effekten av inntekt er en nettoeffekt, slik at indirekte effekter av inntekt via boareal, utstyrsbeholdning og andre inkluderte variable ikke gjenspeiles i denne inntektsparameteren (se for eksempel Wonnacott og Wonnacott, 1979 for mer informasjon om brutto- og nettoeffekter i multiple regresjonsligninger). Et annet eksempel er store husholdninger som i gjennomsnitt har større areal enn mindre husholdninger. Siden disse effektene er det korrigert for, må koeffisienten for husholdningsstørrelse tolkes som den veide gjennomsnittlige effekten på elektrisitetsforbruket av å ha et ekstra medlem i husholdningen, alt annet likt. Videre vil en forklaringsvariabels *totale* partielle effekt på elektrisitetsforbruket ikke være lett å lese ut av denne tabellen, siden noen forklaringsvariable kan ha både en direkte effekt på forbruket (gjennom konstantleddet δ_i^h) og én eller flere indirekte effekter på forbruket via heterogeniteten i pris- og inntektsresponsen mellom ulike husholdninger. Et eksempel er effekten av husholdninger som bor i blokk.

⁴ For å vise linjene som inneholder aggregeringsfaktorene i ”input”-arket (linje 58-76), må beskyttelsen på arket fjernes. Passordet er ”Elise”.

Figur 3.6 Regnearket "Parameterverdier". kWh

	A	B	D	E	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Y
1	Konstantleddet til husgjettandelen (δ_i^h) funksjon av:		<i>Estimert parameterverd</i>	<i>Tilmodell</i>												
2	Konstant	0.41749	41 749													
3	Boligens nettoareal (m ²)	0.00040	40													
4	Enebolig (1,0)	0.01649	1 649													
5	Mulighet for å benytte parafin (1,0)	-0.01605	-1 605													
6	Mulighet for å benytte fyringsolje (1,0)	-0.05301	-5 301													
7	Mulighet for å benytte ved (1,0)	0.01511	1 511													
8	Hovedoppvarming elektrisitet (1,0)	0.01600	1 600													
9	Antall elektriske ovner	0.00325	325													
10	Antall rom med varmekabler	0.00583	583													
11	Antall vedovner	-0.01207	-1 207													
12	Felles sentralfyr (1,0)	-0.03932	-3 932													
13	Egen sentralfyr med elektrisitet og ev. andre energibærere (1,0)	0.02741	2 741													
14	Substitusjonsmulighet, sum kapasitet for olje og ved (0,1,2,3,4)	-0.00248	-248													
15	Eier vaskemaskin (1,0)	0.00974	974													
16	Eier oppvaskmaskin (1,0)	0.01001	1 001													
17	Eier tørketrommel (1,0)	0.01803	1 803													
18	Eier fryseskap (1,0)	0.00523	523													
19	Eier komfyr (1,0)	0.01663	1 663													
20	Antall personer (kvadratroten)	0.03386	3 386													
21	Alder hovedpersonen	0.00021	21													
22	Har hytte (1,0)	0.01330	1 330													
23	Har flyttet siste år (1,0)	-0.06823	-6 823													
24	Leier boligen (1,0)	-0.01401	-1 401													
25																
26	Konstantleddet til husgjettandelen (δ_i^h) funksjon av:															
28	Konstant	0.08973	8 973													
29	Bor i blokkleilighet (1,0)	-0.09248	-9 248													
30																
31	Parameteren for elektrisitetpris (γ_{11}) funksjon av:															
32	Konstant	0.00542	542													
34	Kun elektrisk oppvarming (1,0)	-0.00503	-503													
35	Bor i våningshus (1,0)	0.04170	4 170													
36	Stor total oppvarmingskapasitet og gode substitusjonsmuligheter	0.00291	291													
37																
38	Parameteren for pris på olje til kamin (β_1) funksjon av:															
40	Konstant	-0.00560	-560													
41	Antall gradsgjer	0.00258	258													
42	Kapasitet på elektrisk oppvarmingsstyr (0,1,2,3,4)	0.00180	180													
43																
44	Parameteren for pris på olje til sentralfyr (β_2) funksjon av:															
46	Konstant	0.00408	408													
47																
48	Parameteren for pris på ved (β_3) funksjon av:															
50	Konstant	0.00058	58													
51	Inntektsdekk	-0.00061	-61													
52	Antall vedovner	0.00400	400													
53	Hovedoppvarming vedfyring (1,0)	-0.00295	-295													
54																
55	Parameteren for inntekt (β_4) funksjon av:															
57	Konstant	-0.01680	-1 680													
58	Bor i våningshus (1,0)	-0.03782	-3 782													
59	Bor i blokkleilighet (1,0)	0.01618	1 618													
60	Antall inntektstakere	0.00166	166													
61																
62	Parameteren for logaritmen til egenprisen (γ_1):															
64	Log(elektrisitetpris) (aref/kWh)	-0.00828	-80 828													
65																
66	Standardavvik funksjon av:															
67	Konstant	-3.14670	-314 670													
68	Antall personer	0.03091	3 091													
69	Boligens nettoareal	0.00341	341													
70	Kapasitet på oljebasert oppvarmingsstyr (0,1,2,3,4)	-0.05646	-5 646													
71																
72																
73																

Konstantledd

Ser vi på de estimerte effektene via konstantleddet δ_i^h , ser vi at elektrisitetsforbruket reduseres med antall vedovner (1207 kWh per ovn) mens det øker med boligens areal (40 kWh/m²), kvadratroten av antall husholdningsmedlemmer (3316 kWh per "kvadratroten av antall personer"), antall elektriske ovner (325 kWh per ovn), antall rom med varmekabler (583 kWh per rom) og alder på hovedperson (21 kWh per år). Elektrisitetsforbruket er høyere for husholdninger som bor i enebolig (1649 kWh) enn for husholdninger i andre boligtyper (inkludert flermannsboliger), har hovedoppvarming basert på elektrisitet (1600 kWh), har egen sentralfyr med elektrisitet (2741 kWh) og har mulighet for å benytte vedfyring (1511 kWh).

At elektrisitetsforbruket er høyere hos husholdninger med muligheter for vedfyring enn i andre husholdninger kan virke rart. Årsaken er at denne variabelen fanger andre forhold som følger av å ha muligheter for vedfyring, utover reduksjonen i forbruket som fanges om av variabelen for antall vedovner/peiser i husholdningen. For eksempel vil muligheter for ved gi et varmetap gjennom pipa dersom en husholdning ikke stenger spjeldet i pipa og/eller trekket på vedovnene i perioder hvor vedmuligheten ikke benyttes. Dette varmetapet er spesielt stort for åpne peiser, men vil eksistere for de

fleste ovner. Andelen med mulighet for vedfyring vil også trolig være høyere i eldre boliger hvor isoleringsgraden i gjennomsnitt er dårligere. Begge disse faktorene bidrar til at strømforbruket er høyere i hus med muligheter for ved enn i andre boliger, korrigert for antall vedovner. I utvalget vårt er det slik at gjennomsnittlig strømforbruk for å dekke varmetapet som følge av disse faktorene (1511 kWh) er større enn gjennomsnittlig reduksjon i strømforbruket av å ha vedovner (1207 kWh per ovn * 0,94 vedovner = 1139 kWh). Vi har ikke tilstrekkelig informasjon i data til å identifisere hvor mye av denne effekten som skyldes varmetap i pipa og hva som skyldes alderen og isoleringsgraden på boligmassen. Siden effekten av ved-mulighetsvariabelen er indirekte og har en usikker tolkning, har vi valgt å utelate variabelen i spesifiseringen av scenariet i "Input"-arket (ligger i skjult linje). Det er imidlertid viktig å inkludere slike forhold i estimeringene for å korrigere estimeringen for dem.

Elektrisitetsforbruket reduseres med muligheten for å benytte parafin eller fyringsolje, som har henholdsvis 1605 kWh og 5301 kWh lavere elektrisitetsforbruk enn husholdninger som ikke har slike muligheter. Disse variablene gir nettoeffekten av økt strømforbruk som følge av varmetap i pipa og redusert strømforbruk som følge av bruk av alternativ fyring, siden estimeringen ikke inneholder antall parafinovner og oljekjeler.⁵ Husholdninger med felles sentralfyr har et lavere elektrisitetsforbruk enn andre husholdninger (3932 kWh). Den negative effekten på elektrisitetsforbruket for husholdninger med *felles* sentralfyr skyldes at disse husholdningene bruker mindre elektrisitet til oppvarming av boligen sammenlignet med andre husholdninger. En viktig årsak er at felles fyringsutgifter ofte er inkludert i husleia, og er derfor ikke registrert som utgifter til energigoder i Forbruksundersøkelsen. Siden disse husholdningene ikke nødvendigvis bruker mindre elektrisitet, bare at deres del av fellesforbruket ikke blir registrert på dem, gjør at denne variabelen må tolkes som en ren korleksjon av estimeringene. Vi har derfor utelatt denne variabelen fra spesifikasjonen av scenariet i "Input"-arket. Den ligger i en skjult linje i "Input"-arket.

En diskret variabel som indikerer hvor stor samlet kapasitet husholdningen har på olje- og vedbasert utstyr (dvs. en indikasjon på substitusjonsflaten), viser en negativ effekt på elektrisitetsforbruket når kapasiteten på alternativt oppvarmingsutstyr øker (-249 kWh for hvert trinn på variabelen). Kapasitetsvariabelen angir hvor stor andel av boligen det alternative utstyret kan varme opp på en kald vinterdag. Variabelen starter på 0 og øker med 25 prosentpoeng for hvert trinn. Det betyr at husholdninger som har gode muligheter for substitusjon i oppvarmingen av boligen bruker mindre elektrisitet enn andre husholdninger, alt annet likt. Denne variabelen er vanskelig å forholde seg til ved spesifiseringen av et scenario, og vi har derfor valgt å utelate den i senariespesifikasjonen. Den ligger i en skjult linje i "Input"-arket.

⁵ Disse variablene ble ikke inkludert siden de ikke gav et signifikant bidrag til estimeringene.

Husholdninger som eier vaskemaskin, oppvaskmaskin, tørketrommel, fryseboks/kombiskap og komfyr har høyere elektrisitetsforbruk enn husholdninger som ikke eier slike apparater (henholdsvis 974, 1001, 1103, 523 og 1663 kWh). I gjennomsnitt bruker m.a.o. husholdninger som eier en vaskemaskin 974 kWh mer enn husholdninger som ikke har slik maskin. Den estimerte effekten for et apparat er en *partiell* effekt, alt annet likt. Den kan derfor ikke tolkes som formålsfordeling av elektrisitetsforbruket. Årsaken er at den *totale* effekten på forbruket av å ha vaskemaskin vil, i tillegg til de *partielle* effektene, også inneholde effektene av bl.a. husholdningsstørrelse og husholdnings sammensetning, i den grad disse faktorene påvirker husholdningenes bruk av vaskemaskin. Antall personer i husholdningen bidrar med 3316 kWh per ”kvadratroten av antall personer”. Vaskemaskinen brukes mer jo flere personer det er i husholdningen, men med en avtagende rate. Antall husholdningsmedlemmer vil imidlertid også ha innvirkning på bruken av andre elektriske apparater og bruk av varmtvann, i tillegg til effektene på bruk av vaskemaskiner. Hvor mye av estimatet for husholdningsstørrelsen som skyldes heterogenitet i bruken av vaskemaskin vet vi ikke. Slike effekter vil vi også ha for boligens nettoareal og boligtype, siden behovet for blant annet oppvarming vil variere med boligens størrelse og om husholdningen bor i blokk eller enebolig.

Husholdninger som har hytte bruker mer elektrisitet (1330 kWh) enn andre husholdninger fordi elektrisitetsforbruket til fritidsboliger er inkludert i forbrukstallene. Dette er et gjennomsnitt over alle fritidsboliger, også hytter som ikke har innlagt elektrisitet og hytter hvor det brukes lite elektrisitet. Husholdninger som har flyttet siste år, og som dermed er registrert med forbruk for en kortere periode enn ett år i forbruksundersøkelsen, har et lavere registrert forbruk (823 kWh) enn andre husholdninger som er målt gjennom hele året. Denne variabelen er en ren korreksjonsvariabel som er med for å sikre at slike forhold ikke påvirker estimatet fra andre variable. Den er derfor utelatt i spesifiseringen av scenariet for simulering av fremtidig utvikling i ”Input”-arket. Husholdninger som leier bolig har et lavere forbruk (1401 kWh) enn andre husholdninger, alt annet likt. Det kan delvis skyldes at utgifter til elektrisitet er inkludert i husleia for enkelte husholdninger, og er dermed ikke registrert som energiutgifter i forbruksundersøkelsen. Av den grunn er også denne variabelen ekskludert i spesifiseringen av scenarier, og ligger i en skjult linje i ”Input”-arket.

Pris- og inntektseffekter

Vi har forutsatt heterogenitet i alle koeffisienter for pris og inntekt. Det er ikke trivielt å tolke disse koeffisientene siden de multipliseres med ikke-linære pris- og inntektsendringer (se siste ledd i ligning 3), noe som gjør at de ikke kan tolkes uavhengig av hverandre (se for eksempel Halvorsen mfl. 2005a, for en tolkning av de ulike parameterne). Det er derfor vanskelig å gi en tolkning av nivået på den estimerte parameteren uten å gjøre simuleringer i modellen. Fortegnet vil imidlertid ha en tolkning som hvordan heterogeniteten mellom husholdningenes pris- og inntektsfølsomhet påvirker disse koeffisientene partielt sett.

I en AIDS-modell angir α_1 konstantleddet i budsjettandelslikningen. For eksempel er det å bo i blokk en negativ effekt på budsjettandelen for elektrisitet. Det vil si at husholdninger som bor i blokkleiligheter har en lavere budsjettandel for elektrisitet enn andre husholdninger, alt annet likt.

Koeffisienten foran egenprisen (γ_{11}) indikerer hvor følsomt husholdningens elektrisitetsforbruk er med hensyn til endringer i elektrisitetsprisen i det siste leddet i ligning (3). Jo høyere denne positive koeffisienten er, jo mer prislelsom er husholdningen for en gitt inntekt. Husholdningenes følsomhet for endring i elektrisitetsprisen via dette leddet er lavere for husholdninger som kun har elektrisk oppvarming enn for andre husholdninger. Videre er prislelsomheten høyere for husholdninger som bor i våningshus og for husholdninger som har både en høy totalkapasitet på oppvarmingsutstyret og forholdsvis stor kapasitet på oppvarmingsutstyr som bruker olje og/eller ved enn for andre husholdninger. Denne gruppen vil ha relativt større muligheter for substitusjon i energiforbruket til oppvarming enn andre husholdninger. Denne variabelen for substitusjonskapasiteten er vanskelig å forholde seg til i spesifiseringen av et scenario, og er derfor skjult i ”Input”-arket.

Krysspriseeffektene er beregnet for husholdninger med mulighet for å bruke de energivarene som får prisendring. Jo høyere verdi på koeffisienten, jo mer prislelsomt er forbruket. Vi ser at elektrisitetsetterspørselens følsomhet overfor endringer i prisen på olje til kaminer (γ_{12}) er høyere i områder med lav utetemperatur og dersom kapasiteten på oppvarmingsutstyr basert på elektrisitet er høy. Estimering av effekten av prisen på olje til sentralfyr på elektrisitetsforbruket (γ_{13}) ga ingen signifikante effekter for variable utover konstantleddet. Ser vi på hvordan elektrisitetsforbruket endres ved endringer i vedprisen, øker prislelsomheten med antall vedovner mens den reduseres dersom husholdningen har ved som hovedoppvarming. Husholdninger i de høyeste inntektsgruppene har en lavere følsomhet i elektrisitetsetterspørselen ved endringer i vedprisen enn husholdninger i andre inntektsgrupper med vedfyringsmulighet.

Til slutt ser vi på hvordan elektrisitetsforbruket endres med inntekten i det siste leddet i ligning (3), dvs. hvor mye husholdningen endrer elektrisitetsforbruket ved en endring i inntekten. Husholdninger i våningshus har en lavere inntektsfølsomhet, mens husholdninger i blokk har en høyere inntektsfølsomhet enn andre husholdninger. Inntektsfølsomheten øker også med antall inntektstagere i husholdningen.

I tillegg til pris- og inntektseffektene i siste ledd i ligning (3) har vi inkludert et logaritmisk prisledd. Vi finner at elektrisitetsforbruket reduseres med elektrisitetsprisen (-10838 kWh per $\ln(\text{øre/kWh})$). Dette kommer i tillegg til de prisleffektene som ligger i det siste leddet i ligning (3), og koeffisienten

kan derfor ikke tolkes separat. Den totale effekten av egenprisen på elektrisitetsforbruket må derfor simuleres i modellen.

Spredning

I estimeringene har vi åpnet for at ulike grupper av husholdninger kan ha ulik spredning i elektrisitetsforbruket, avhengig av karakteristika ved husholdningene (heteroskedastisitet). Resultatene viser at variasjonen i elektrisitetsforbruket øker med husholdningsstørrelse og boligareal, mens den avtar med høy kapasitet på oppvarmingsutstyr basert på parafin og/eller fyringsolje. Det siste kan skyldes at husholdninger med høy kapasitet på oljebasert oppvarmingsutstyr (sentralfyr) bruker lite elektrisitet til oppvarming og at variasjonen i elektrisitetsforbruket til husholdningsapparater er lavere enn variasjonen i elektrisitetsforbruket til oppvarming.

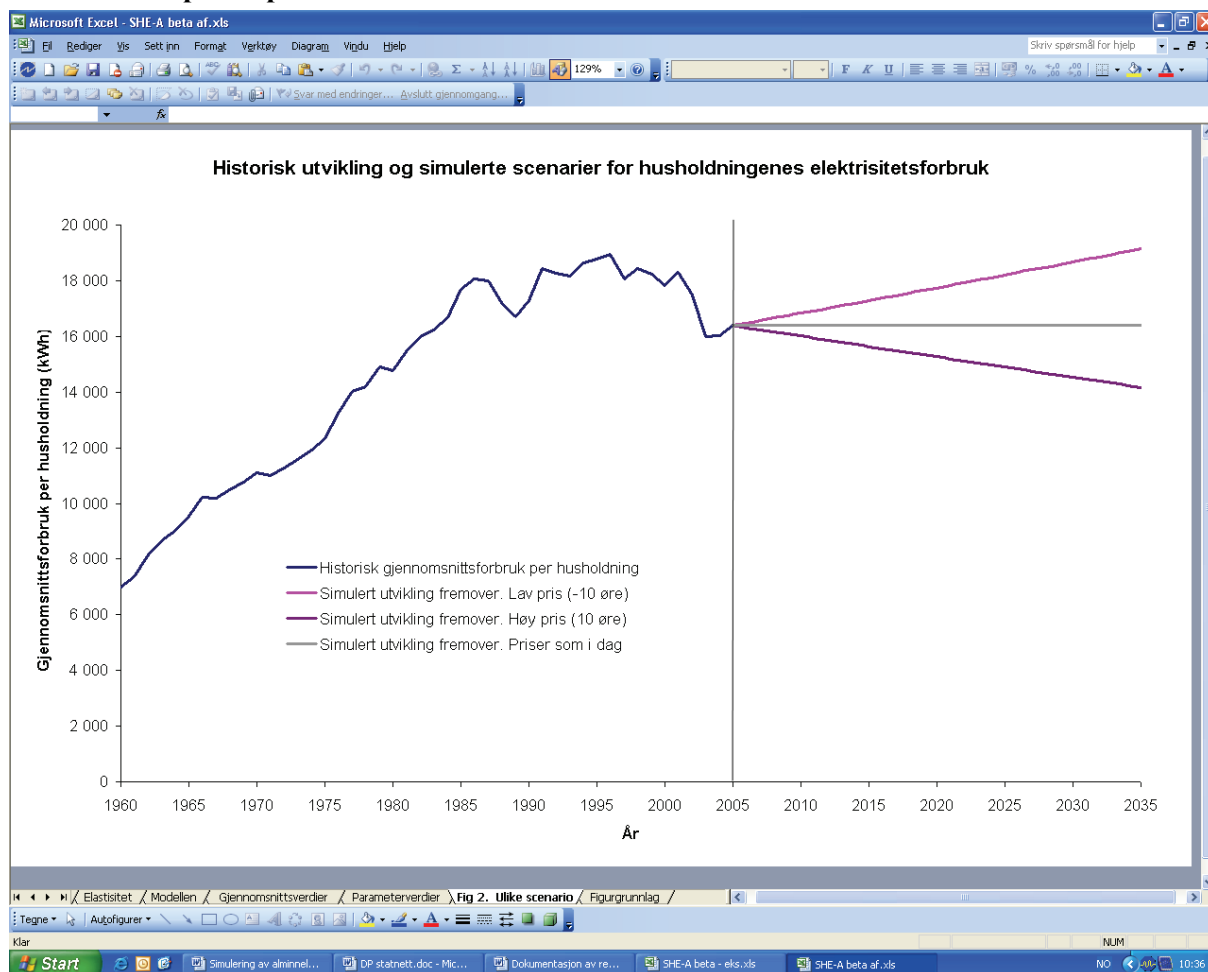
3.7 Fig. 2 Ulike scenarier

Dette arket viser en figur av den historiske utviklingen i årlig gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk per husholdning i perioden 1960 - 2005, samt simuleringer av ulike utviklingsbaner for tre ulike scenarier fram til år 2035; a) ett lavprisscenario, hvor elektrisitetsprisen i gjennomsnitt reduseres med 10 øre per kWh relativt til årsgjennomsnittet i 2005 (målt i 2005-kroner), b) ett høyprisscenario, hvor elektrisitetsprisen øker med i gjennomsnitt 10 øre per kWh relativt til årsgjennomsnittet i 2005 (målt i 2005-kroner), og c) et scenario hvor realprisen på elektrisitet antas å være uendret over perioden.

Datagrunnlaget for denne figuren ligger i "Figurgrunnlag"-arket. Datagrunnlaget for denne figuren er ikke dynamisk, dvs. at det ikke referer til celler andre steder i regnearkmodellen. Det gjør at disse scenariene kan endres dersom det er ønskelig. Dette gjøres i arket "Figurgrunnlag". De ulike utviklingsbanene er framkommet ved å spesifisere ett scenarium i "Input"-arket, som genererer en forbruksprofil fremover som vises i "Fig. 1: Gjeldende scenario"- og "Figurgrunnlag"-arket. Denne serien er kopiert, og limt inn i det første scenariet i "Figurgrunnlag"-arket, som angir datagrunnlaget for det første scenariet i "Fig. 2: Ulike scenario"-arket. Tilsvarende gjøres så for de to neste scenariene. (Se neste avsnitt for en nærmere beskrivelse av hvordan dette gjøres)

I vårt eksempel ser vi på tre svært enkle scenarier, hvor det kun er elektrisitetsprisen som endres. Inntekt og alle andre faktorer holdes konstant. Det betyr at gjennomsnittsforbruket i referansebanen (ingen endringer i prisen) er lik forbruket i 2005. Det er fullt mulig å legge inn mer komplekse referansebaner med forventninger om inntektsvekst og konsekvenser av denne for andre eksogene variable i modellen. For eksempler på dette, se avsnitt 5.

Figur 2.7 "Fig 2. Ulike scenario"-arket. Simulering av gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk per husholdning frem til 2035 ved endring i elektrisitetsprisen på ± 10 øre per kWh i løpet av perioden

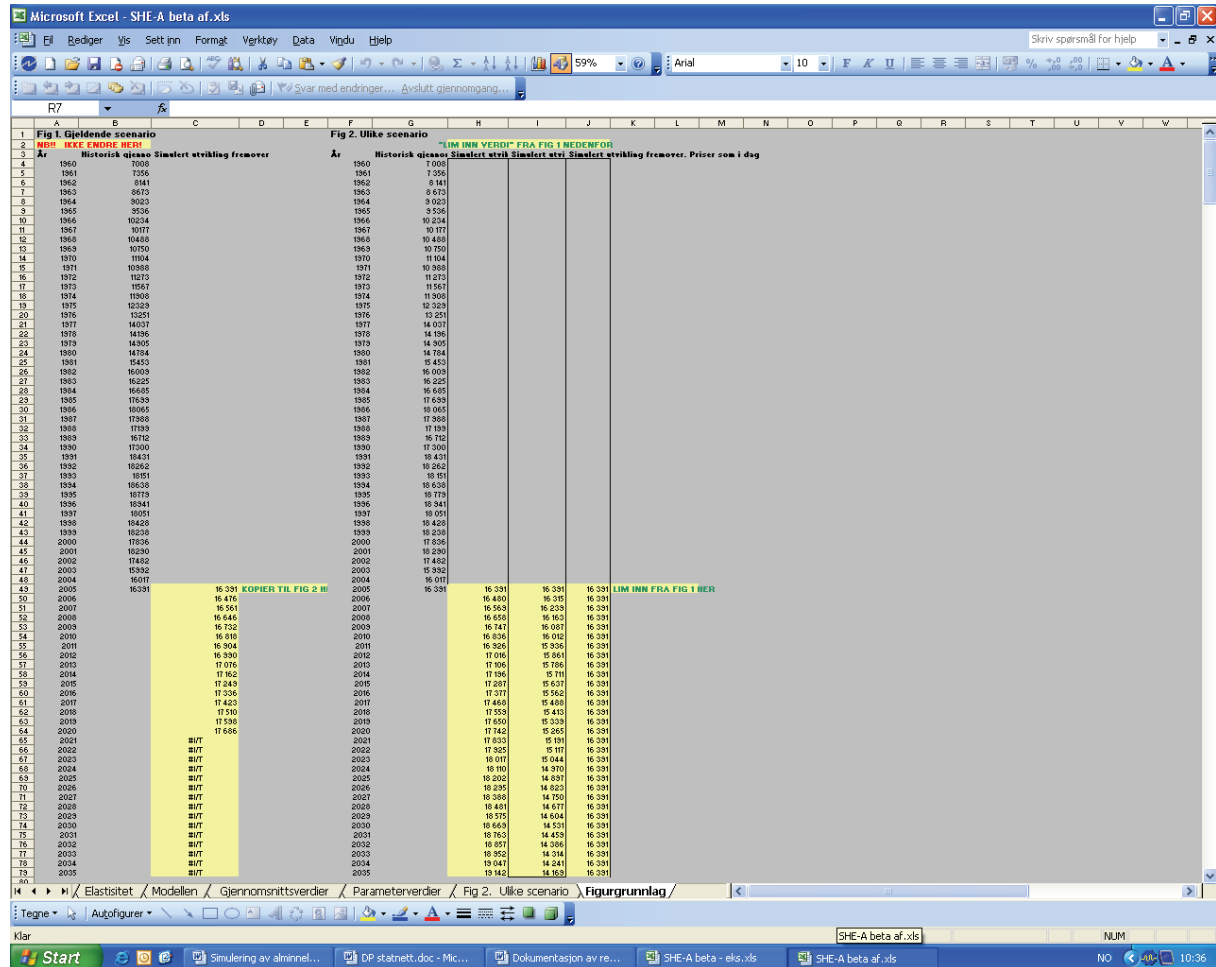


Dersom man trenger å redigere figuren (justere skala på aksene, fjerne serier, og lignende), kan dette arket låses opp ved å finne følgende prosedyre: "Verktøy" - "Beskyttelse" - "Opphev arkbeskyttelse...". Passordet for å låse opp arket er "passord".

3.8 Figurgrunnlag

I dette regnearket ligger figurgrunnlaget for Fig 1 og Fig 2, beskrevet i figur 3.8. Figurgrunnlaget til Fig 1 (A4:C79) inneholder referanser til celler i andre regneark, og må ikke endres. Figurgrunnlaget til Fig 2 (F4:J79) inneholder ingen cellereferanser, og kan endres etter eget ønske slik at man kan sammenligne ulike scenarier.

Figur 3.8. "Figurgrunnlag"-arket



Sammenligning av scenarier i Fig 2

For å sammenligne ulike scenarier i Fig 2 gjør man som følger:

1. Legg inn det scenariet man ønsker i "Input"-arket.
2. Gå til "Figurgrunnlag"-arket. Lås opp arket ved å finne følgende prosedyre: "Verktøy" - "Beskyttelse" - "Opphev arkbeskyttelse...". Passordet er "passord".
3. Marker cellene C49:C79 (tall for simulert utvikling fremover i scenariet spesifiserte i "Input"-arket), og kopier innholdet.
4. Flytt markøren til celle H49. Lim inn verdiene på følgende måte: Gå på menyen: "Rediger" - "Lim inn utvalg" - Kryss av for "Verdier".
5. For å endre navnet på seriene slik at det bedre stemmer overens med scenariet tidsserien beskriver, flyttes markøren til celle H3 og skriv inn nytt navn på tidsserien.

Gjenta 1 - 5 for hvert scenario (inntil tre forskjellige scenarier), og flytt markøren én kolonne bortover (fra H til I og J) for hvert scenario. De nye scenariene dukker opp i Fig 2 etter hvert som de limes inn.

4. Eksempel på bruk av modellen

For å illustrere hvilke analysemuligheter som finnes i denne modellen, vil vi i dette avsnittet vise hvordan modellen kan brukes til å analysere effekter av en økt elektrisitetsavgift ved ulike forutsetninger om utviklingen i priser, inntekt og ulike karakteristika ved husholdningene og boligen.

4.1 Beskrivelse av en referansebane

Først vil vi beskrive hovedtrekkene i en referansebane. Dette scenariet er rent hypotetisk, og bygger ikke på noen offisielle fremskrivninger av utviklingen i norsk økonomi. Det brukes kun som et eksempel på muligheter for simulering av ulike fremtidige utviklingsbaner som ligger i modellen.

Figur 4.1 Scenario for referansebane 1

Variable (gjennomsnitt)	Absolutt endring fra 2005 til sluttår	Benevning	Antall år	%-vis vekst	%-vis vekst per år
Priser og inntekt (2005-kroner)					
Elektrisitetspris	-1.00	øre per kWh	30	-1.9 %	-0.1 %
Parafinpris, nyttiggjort	5.00	øre per kWh	30	8.5 %	0.3 %
Fyringsoljepris, nyttiggjort	5.00	øre per kWh	30	10.7 %	0.3 %
Vedpris, nyttiggjort	-1.00	øre per kWh	30	-1.6 %	-0.1 %
Husholdningens inntekt	37.700	1000 kroner	30	10.0 %	0.3 %
Oppvarmingsutstyr					
Kun elektrisk oppvarming, %	3.0 %	-poeng	30	13.8 %	0.4 %
Mulighet for å benytte parafin, %	-2.0 %	-poeng	30	-8.6 %	-0.3 %
Mulighet for å benytte fyringsolje, %	-0.5 %	-poeng	30	-12.5 %	-0.4 %
Hovedoppvarming elektrisitet, %	5.0 %	-poeng	30	7.9 %	0.3 %
Hovedoppvarming vedfyring, %	-3.0 %	-poeng	30	-14.2 %	-0.5 %
Elektriske ovner	0.47	Antall ovner	30	9.9 %	0.3 %
Varmekabler	0.17	Antall rom	30	14.4 %	0.4 %
Vedovner	0.10	Antall ovner	30	10.6 %	0.3 %
Felles sentralfyr, %	0.3 %	-poeng	30	9.0 %	0.3 %
Egen sentralfyr, %		%-poeng			
Elektriske husholdningsapparater, % som eier					
Oppvaskmaskin	5.0 %	-poeng	30	10.5 %	0.3 %
Vaskemaskin	5.0 %	-poeng	30	5.5 %	0.2 %
Tørketrommel	5.0 %	-poeng	30	13.8 %	0.4 %
Kømfyr	5.0 %	-poeng	30	5.3 %	0.2 %
Kombiskap og/eller fryser	5.0 %	-poeng	30	5.5 %	0.2 %
Husholdningskarakteristika					
Husholdningsstørrelse	-0.10	Antall	30	-4.2 %	-0.1 %
Alder på hovedbidragsyter i husholdningen	1.00	År	30	2.2 %	0.1 %
Antall inntektstakere i husholdningen		Antall			
Boligkarakteristika					
Blokk, %	3.0 %	-poeng	30	19.1 %	0.6 %
Enebolig, %	-1.0 %	-poeng	30	-1.9 %	-0.1 %
Våningshus, %	-1.0 %	-poeng	30	-13.1 %	-0.5 %
Rekkehus, flermannsboliger og foretningsbygg, %	-1.0 %	-poeng			
Sum endring	0.0 %	-poeng			
Nettoareal	30.00	m2	30	26.4 %	0.8 %
Eier hytte, %	2.0 %	-poeng	30	9.0 %	0.3 %
Annet					
Uletemperatur	-0.10	1000 graddager	30	-3.4 %	-0.1 %

I referansebanen antar vi at klimaendringer resulterer i en reduksjon av antall graddager i vintermånedene (oktober - mars) på 100. Dette vil for eksempel kunne skje dersom gjennomsnittstemperaturen i de 100 kaldeste dagene øker med 1°C. Vi antar at prisen på elektrisitet og ved vil gå noe ned i løpet av perioden sammenlignet med prisnivået i 2005, mens prisen på oljeprodukter øker med 5 øre per kWh.

Vi antar videre en realinntektsvekst på 10 prosent gjennom perioden. Denne inntektsveksten antas å ha flere konsekvenser. For det første øker størrelsen på gjennomsnittsboligen med 30 m², samtidig som andelen som eier hytte øker med 2 prosentpoeng (noe som tilsvarer 9 prosents økning). Andelen husholdninger som eier ulike elektriske husholdningsapparater antas å øke med 5 prosentpoeng for alle apparater. Videre antar vi at gjennomsnittlig husholdningsstørrelse fortsetter å synke, og at befolkningen blir eldre. Vi antar videre at vi får en økt sentralisering av befolkningen slik at andelen husholdninger som bor i blokkleiligheter øker på bekostning av andelen som bor i andre typer boliger. Ellers antar vi en videre utfasing av oljebasert oppvarmingsutstyr til fordel for elektrisitet og ved.

4.2 Effekter av økt elektrisitetsavgift

Anta nå at vi ønsker å analysere effektene av en økning i elektrisitetsavgiften på 5 øre per kWh etter skatt (dvs. inkl. mva.), og hvordan denne påvirker utviklingen i elektrisitetsforbruket relativt til referansebanen. Denne økningen antas å skje i 2006, men vil få konsekvenser for forbruksutviklingen.

Figur 4.2 Scenario for en 5 øres økning i elektrisitetsavgiften i 2006

Variable (gjennomsnitt)	Absolutt endring fra 2005 til sluttår	Benevning	Antall år	%-vis vekst	%-vis vekst per år
Priser og inntekt (2005-kroner)					
Elektrisitetspris	4.97 øre per kWh		1	9.4 %	9.4 %
Parafinpris, nyttiggjort	0.17 øre per kWh		1	0.3 %	0.3 %
Fyringsoljepris, nyttiggjort	0.17 øre per kWh		1	0.4 %	0.4 %
Vedpris, nyttiggjort	-0.03 øre per kWh		1	-0.1 %	-0.1 %
Husholdningens inntekt	1.2571000 kroner		1	0.3 %	0.3 %
Oppvarmingsutstyr					
Kun elektrisk oppvarming, %	0.1 % poeng		1	0.5 %	0.5 %
Mulighet for å benytte parafin, %	-0.1 % poeng		1	-0.3 %	-0.3 %
Mulighet for å benytte fyringsolje, %	0.0 % poeng		1	-0.4 %	-0.4 %
Hovedoppvarming elektrisitet, %	0.2 % poeng		1	0.3 %	0.3 %
Hovedoppvarming vedfyring, %	-0.1 % poeng		1	-0.5 %	-0.5 %
Elektriske ovner	0.02 Antall ovner		1	0.3 %	0.3 %
Varmekabler	0.01 Antall rom		1	0.5 %	0.5 %
Vedovner	0.00 Antall ovner		1	0.4 %	0.4 %
Felles sentralstyr, %	0.0 % poeng		1	0.3 %	0.3 %
Egen sentralstyr, %	%-poeng				
Elektriske husholdningsapparater, % som eier					
Oppvaskmaskin	0.2 % poeng		1	0.3 %	0.3 %
Vaskemaskin	0.2 % poeng		1	0.2 %	0.2 %
Tøketrommel	0.2 % poeng		1	0.5 %	0.5 %
Komfyr	0.2 % poeng		1	0.2 %	0.2 %
Kombiskap og/eller fryser	0.2 % poeng		1	0.2 %	0.2 %
Husholdningskarakteristika					
Husholdningsstørrelse	0.00 Antall		1	-0.1 %	-0.1 %
Alder på hovedbidragsyter i husholdningen	0.03 År		1	0.1 %	0.1 %
Antall inntektstakere i husholdningen	Antall				
Boligkarakteristika					
Blokk, %	0.1 % poeng		1	0.6 %	0.6 %
Enebolig, %	0.0 % poeng		1	-0.1 %	-0.1 %
Våningshus, %	0.0 % poeng		1	-0.4 %	-0.4 %
Rekkehus, flermannsboliger og forretningsbygg, %	0.0 % poeng				
Sum endring	0.0 % poeng				
Nettoareal	1.00 m2		1	0.9 %	0.9 %
Eier hytte, %	0.1 % poeng		1	0.3 %	0.3 %

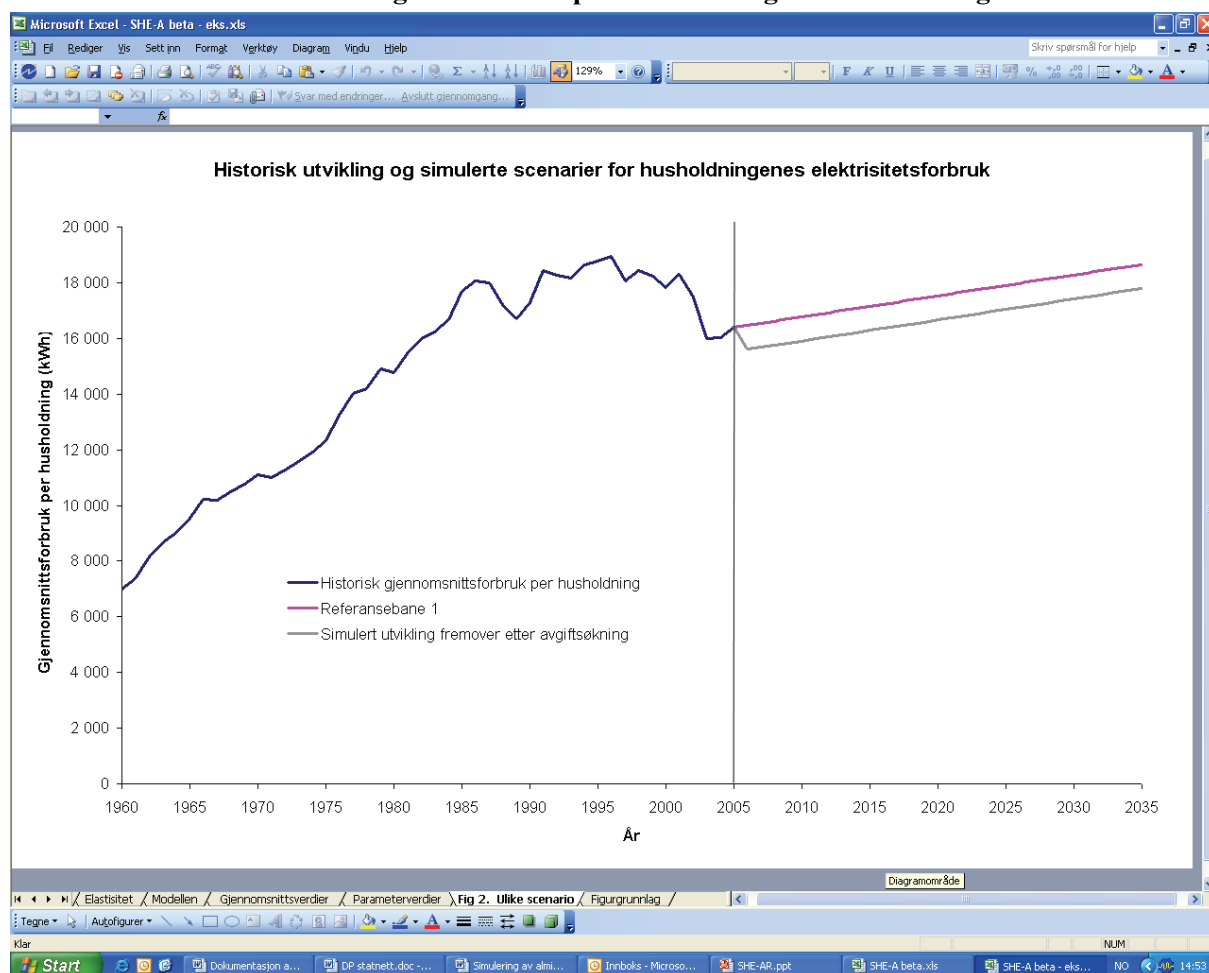
Vi ønsker å sammenligne forbruksutviklingen etter en slik avgiftsøkning med forbruket i et scenario hvor myndighetene ikke gjør noen politikkendringer (referansebanen). Vi bruker modellen til å simulere effektene av den økte elektrisitetsavgiften i et punkt ved å spesifisere "Sluttår" til 2006, og

legger effekten på forbruket av dette politikktiltaket til referansebanen, dvs. at vi i dette eksemplet forutsetter at effekten av avgiften på forbruket er lik i hvert punkt langs referansebanen. Det innebærer at økningen i elektrisitetsavgiften vil gi et negativt skift i forbrukskurven i 2006.

Figur 4.2 viser hvordan man kan simulere effektene av en økning i elektrisitetsavgiften i et punkt i SHE-AR. I denne simuleringen er alle endringer i andre variable i referansebanen dividert på 30 (som er lengden på analyseperioden), som vil være endringen i det første året i referansebanen når vi antar at endringen fordeler seg jevnt gjennom hele perioden. Endringen i elektrisitetsprisen i 2006 vil være lik reduksjonen som følger av den generelle trenden i referansebanen pluss økningen på 5 øre.

Referansebanen og banen når vi legger inn en økning i elektrisitetsavgiften i 2006 er vist i figur 4.3.

Figur 4.3 Simulert utvikling i gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk per husholdning frem til 2035 i referansebanen og ved en 5 øre per kWh økning i elektrisitetsavgiften i 2006

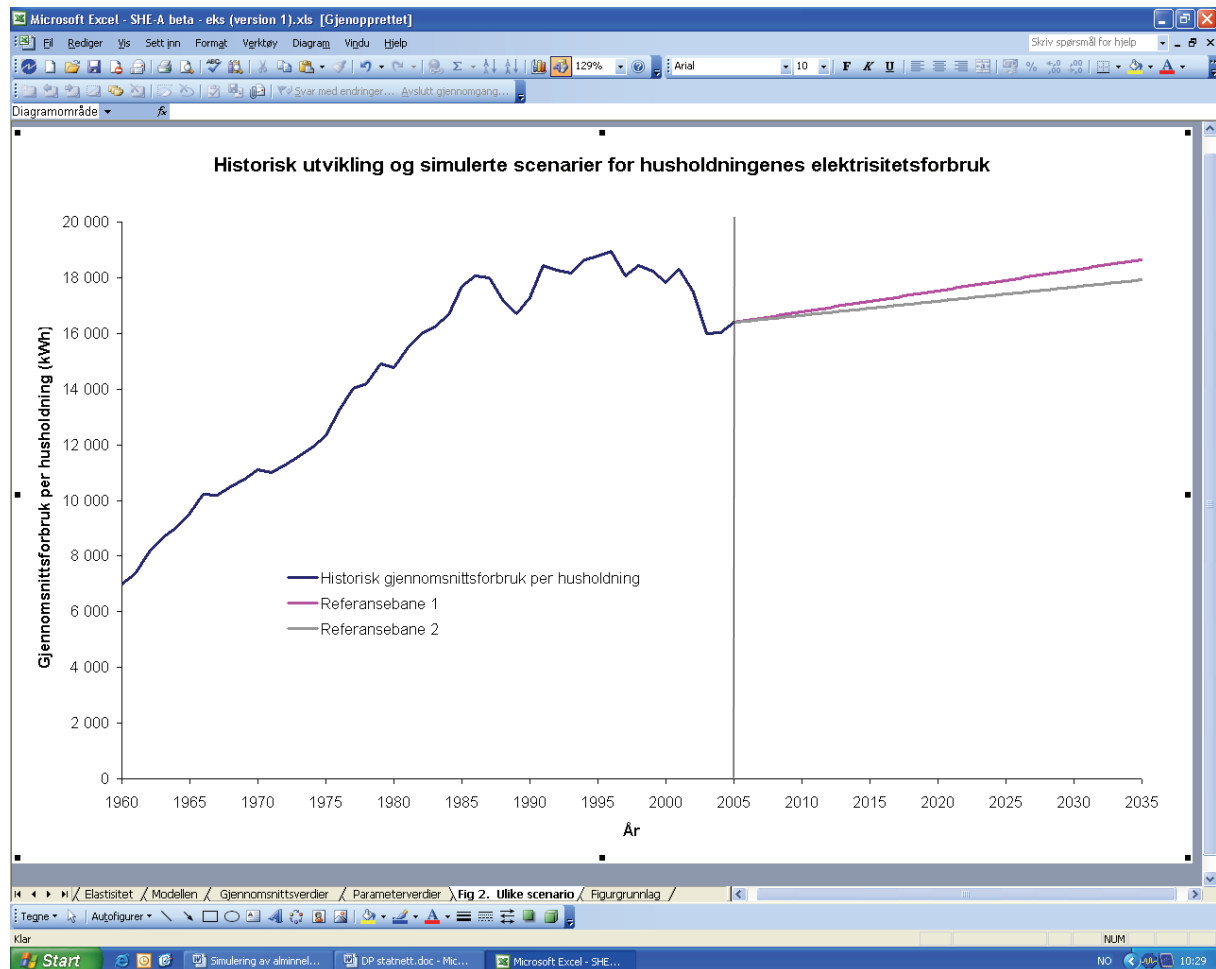


4.3 Sammenligning av ulike referansebaner

Anta nå at vi er usikre på utviklingen i elektrisitetsprisen i referansebanen, og det er mulig at vi får en netto vekst i elektrisitetsprisene på 2 øre per kWh gjennom perioden på grunn av økte olje- og

gasspriser (Referansebane 2) i stedet for en reduksjon på ett øre som følge av klimaendringer (Referansebane 1).⁶ Hvordan vil det påvirke referansebanen fremover? For å simulere dette har vi lagt inn en 2 øres vekst i elektrisitetsprisene i ”Input”-arket i referansebane. En sammenligning av de to referansebanene er gitt i figur 4.4.

Figur 4.4 Simulert utvikling i gjennomsnittlig elektrisitetsforbruk per husholdning frem til 2035 i referansebane 1 og 2



Vi ser at en økning i gjennomsnittsprisen over året relativt til prisnivået i 2005, vil redusere veksten i elektrisitetsforbruket fremover sammenlignet med den første referansebanen, hvor vi antok en reduksjon i elektrisitetsprisen. Vi vil likevel se en vekst i forbruket som følger av de forutsetningene vi har gjort om realinntektsvekts, og hvilken effekt den vil ha på beholdningen av utstyr (elektrisk apparater og oppvarmingsutstyr) og boligkapitalen. Denne veksten vil imidlertid svekkes i den andre referansebanen som følge av den økte elektrisitetsprisen.

⁶ Vi forutsetter også i referansebane 2 at elektrisitetsavgiften er uendret.

5. Avslutning

I dette notatet har vi beskrevet regnearkmodellen SHE-AR og vist hvordan den kan benyttes til å simulere utviklingen i husholdningenes elektrisitetsforbruk fremover under ulike forutsetninger om utviklingen i ulike variable. Det er en del ting det er viktig å ta stilling til i spesifikasjonen av scenariene og i tolkningene av resultatene som vi ønsker å minne om til slutt. For det første er alle priser i modellen målt som gjennomsnittlige årlige sluttbrukerpriser, dvs. summen av kraftpris, nett-tariff og avgifter målt i realverdi (2005-kroner). I scenariet må man derfor spesifisere gjennomsnittlig endring i årsgjennomsnittet over analyseperioden relativt til prisnivået i 2005, ikke avviket fra et forventet maksimumsnivå på prisen i løpet av perioden.

Vider må alle effekter av en variabel tolkes som partielle effekter, dvs. alt annet likt. Det impliserer at effekter av endringer i en variabel på andre variable, som for eksempel inntektens effekt på beholdningen av utstyr og boligkapitalen, ikke er inkludert i effekten. Det impliserer også at bidraget fra endringer i en variabel ikke kan tolkes som den totale effekten av hvordan en slik endring vil kunne påvirke forbruket dersom denne endringen avstedkommer en endring i andre variable som påvirker utviklingen i forbruket. For å finne den totale effekten må man gjøre forutsetninger om hvordan endringer i enkelte variable påvirker nivået på andre variable, og simulere den samlede effekten av alle disse endringene.

Modellen forutsetter også at endringene som spesifiseres i scenariet forårsaker den samme forbruksendringen uavhengig av om man bruker basisperioden i SHE (1993 – 1995) som startår eller 2005. Vi har dessverre ikke tilstrekkelig informasjon til å simulere forbruksendringene basert på mikrodata for år etter 1993 - 1995 på det nåværende tidspunkt. Dersom man velger å starte simuleringene av de fremtidige utviklingsbanene med startår i basisperioden 1993-1995 vil man unngå å gjøre en slike forutsetning, men da vil man betrakte 10 år som nå er historie som fremtid. Vi har i modellen kun gitt adgang til simulering av 30 år frem i tid. I den sammenheng vil en reduksjon i den reelle analyseperioden med 10 år ikke være ubetydelig. Vi vil i fortsettelsen av prosjektet "Potential for energy savings in Norwegian households - Effects of energy policies on electricity consumption", som dette arbeidet er en del av, bruke SHE-A-modellen til å simulere driverne bak den historiske utviklingen i forbruket i perioden fra 1975 – 2004. Når dette arbeidet er ferdigstilt vil det være mulig å bruke SHE-A-modellen mer helhetlig; med historiske simuleringer frem til 2004 og simuleringer av fremtidige utviklingsbaner for perioden etter dette.

Referanser

Bøeng, A.C. (2005): "Energibruk i husholdninger 1930 – 2004 og forbruk etter hustype", *Rapporter 2005/41*, Statistisk sentralbyrå.

Halvorsen, B., B. M. Larsen og R. Nesbakken (1999): 'Energibruk i husholdningene 1974 - 1995. En dokumentasjon av mikrodata etablert for økonometriske formål innenfor prosjektet Fleksibel energibruk i husholdningene.' *Rapporter 99/8*, Statistisk sentralbyrå.

Halvorsen, B., B.M. Larsen og R. Nesbakken (2005a): 'Pris- og inntektsfølsomhet i ulike husholdningers etterspørsel etter elektrisitet, fyringsoljer og ved', *Rapporter 2005/8*, Statistisk sentralbyrå.

Halvorsen, B., B.M. Larsen og R. Nesbakken (2005b): 'Norske husholdningers energiforbruk til stasjonære formål 1960 – 2003 – En diskusjon basert på noen analyser i Statistisk sentralbyrå', *Rapporter 2005/37*, Statistisk sentralbyrå.

Halvorsen, B. og B. M. Larsen (2006): "Aggregation with price variation and heterogeneity across consumers", *Discussion Papers 489*, Statistisk sentralbyrå.

Halvorsen, B., B. Larsen og R. Nesbakken (2007): "Simulering av husholdningenes elektrisitetsforbruk: Dokumentasjon av mikrosimuleringsmodellen SHE", *Rapporter 2007/7*, Statistisk sentralbyrå

Halvorsen, B. og B. Larsen (2007): "Simulering av husholdningenes aggregerte elektrisitetsforbruk: Dokumentasjon av modellen SHE-A", *Notater 2007/10*, Statistisk sentralbyrå.

Wonnacott, R.J. og T.H. Wonnacott (1970): "Econometrics", John Wiley & sons, New York.