

Brita Bye, Trude Gunnes og Bodil M. Larsen

Konsummodellen i MSG6 ved økonomisk vekst

En analyse av utviklingen i energiforbruket og
teknologisk endring

Rapporter I denne serien publiseres statistiske analyser, metode- og modellbeskrivelser fra de enkelte forsknings- og statistikkområder. Også resultater av ulike enkeltundersøkelser publiseres her, oftest med utfyllende kommentarer og analyser.

© Statistisk sentralbyrå, august 2008 Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen, skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde.	Standardtegn i tabeller	Symbol
ISBN 978-82-537-7411-4 Trykt versjon	Tall kan ikke forekomme	.
ISBN 978-82-537-7412-1 Elektronisk versjon	Oppgave mangler	..
ISSN 0806-2056	Oppgave mangler foreløpig	...
Emne	Tall kan ikke offentligjøres	:
09.90	Null	-
Trykk: Statistisk sentralbyrå	Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
	Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
	Foreløpige tall	*
	Brudd i den loddrette serien	—
	Brudd i den vannrette serien	
	Desimalskilletegn	,

Sammendrag

Utviklingen i husholdningenes etterspørsel etter energivarer utgjør en viktig komponent i langsiktige økonomiske framskrivninger av norsk økonomi. Dette gjelder spesielt i framskrivninger av energibruk og konsekvenser for forurensende utslipp til luft. Simuleringer på den makroøkonomiske modellen MSG6 har vist at modellen har egenskaper som fører til en sterk vekst i husholdningenes energiforbruk ved vedvarende økonomisk vekst. Det har derfor vært et ønske om å gjennomgå energidelen av konsummodellen i MSG6. Spesielt ser vi på utviklingen i pris- og inntektselastisiteter langs typiske vekstbaner. For modellbrukeren er det viktig å være klar over at inntektselastisitetene for alle godene beveger seg mot 1 på lang sikt, og at hastigheten på endringen varierer mellom godene. Størrelsesforholdet mellom de ulike godenes inntektselastisiteter endrer seg dermed i vekstbaner. Dette innebærer at modellbrukeren, ved tolkning av de langsiktige resultatene fra modellen, ikke kan ta utgangspunkt i en gitt, dokumentert (basisårs) inntektselastisitet. Det samme gjelder for priselastisitetene.

Vi diskuterer også ulike muligheter for å implementere teknologisk endring i konsummodellen. Slik konsummodellen er formulert er det ikke mulig å implementere konsumutvidende teknologisk endring på en konsistent måte dersom det ikke gjøres for alle primærvarer og med lik sats for alle primærvarer. En annen metode som relativt lett lar seg implementere, er å benytte varespesifikke additive justeringsledd for enkelte primærvarer kombinert med krav om at budsjettbetingelsen skal være oppfylt. Denne metoden kan benyttes til å påvirke vekstratene for enkeltvarer.

Prosjektstøtte: Finansdepartementet ved MSG-kontrakten og egenfinansiering.

Innhold

Sammendrag	3
1. Innledning	5
2. Konsummodellen	5
2.1. Nyttetreet	6
2.2. Nyttefunksjonen	7
2.3. Kalibrering av konsummodellen	8
3. Simulering av konsummodellen	9
3.1. Bane 1: Total forbruksutgift vokser med 2 % per år	9
3.2. Bane 2: Standard vekstbane.....	10
3.3. Bane 3: Perspektivmeldingen	11
4. Drøfting av pris-, inntekts- og befolkningselastisiteter	13
4.1. Elastisiteter i basisåret	13
4.2. Utviklingen i inntektselastisitetene.....	13
4.3. Utviklingen i priselastisitetene	18
4.4. Efterspørselsfunksjonene i 2004 og 2060	20
4.5. Utviklingen i befolkningselastisitetene.....	20
5. Modellering av teknologisk endring	22
5.1. Nyttefunksjon med translateringskonsum og konsumutvidende teknologisk endring	23
5.2. Justeringsledd for primærgodene.....	25
6. Konklusjoner og videre arbeid	28
Referanser	30
Vedlegg A. Konsummodellen	31
Vedlegg B. Parametere i konsummodellen	38
Vedlegg C. Justeringsleddene til energikonsumet i Perspektivmeldingen	40
Vedlegg D. Utledning av etterspørselsfunksjoner med teknologisk endring	41
Vedlegg E. Befolkningselastisiteter i bane 2	42

1. Innledning*

Utviklingen i husholdningenes etterspørsel etter energivarer utgjør en viktig komponent i langsiktige økonomiske framskrivninger av norsk økonomi. Dette gjelder spesielt i framskrivninger av energibruk og konsekvenser for forurensende utslipp til luft. Simuleringer på den makroøkonomiske likevektsmodellen MSG6, som benyttes av Statistisk sentralbyrå og Finansdepartementet til langsiktige framskrivninger og analyser, har vist at modellen har egenskaper som fører til en sterk vekst i husholdningenes energiforbruk ved vedvarende økonomisk vekst.¹ Det har derfor vært et ønske om å gjennomgå energidelen av konsummodellen i MSG6. Et viktig formål med denne rapporten er å dokumentere utviklingen i inntektselastisitetene i modellen i typiske vekstbaner. Inntektselastisitetene er nyttige hjelpemidler ved tolkning av modellens egenskaper og bruk av modellen til framskrivning av for eksempel energiforbruket. Det samme gjelder for priselastisitetene. Det har også vært behov for å kunne behandle energieffektivisering eksplisitt i konsummodellen, både i forbindelse med utarbeiding av langsiktige framskrivninger med MSG6-modellen, som til Perspektivmeldingen (Finansdepartementet, 2004), og til arbeidet med enkelte typer politikkskift som i Lavutslippsutvalget (Åvitsland, 2006). I denne rapporten studerer vi mulighetene for å benytte egne parametere for energieffektivisering i konsummodellen.

Vi ser på egenskapene til konsummodellen på lang sikt, både når det gjelder energiforbruk til transport (bensin og diesel) og oppvarming (elektrisitet, fyringsoljer og ved). Modellens egenskaper diskuteres både teoretisk og empirisk, og vi tester modellens framskrivningsegenskaper for ulike verdier av priser, total konsumutgift og demografiske variable. Spesielt studerer vi utviklingen i pris- og inntektselastisitetene langs typiske vekstbaner. Vi ser spesielt på utviklingen i energikonsumet, men diskusjonen av egenskapene til modellen vil gjelde generelt for alle godene. For å få frem de tolkningene vi er interessert i er det nødvendig å se på en lang periode, og vi ser på perioden fra 2004 (basisåret for modellen) til 2060. Både de lokale og de globale egenskapene til etterspørselsfunksjonene vurderes.

Dagens modellversjon inneholder ikke egne parametere for energieffektivisering eller parametere som kan fange opp teknologisk utvikling, og vi kartlegger ulike muligheter for å implementere teknologisk endring i konsummodellen. Vi ser både på mulighetene for å implementere generell konsumutvidende teknologisk endring for alle varer og varespesifikk teknologisk endring for å kunne styre utviklingen i konsumet av enkeltvarer som for eksempel drivstoff. Det siste kan være et alternativ hvis modellbrukeren a priori ønsker en annen utvikling i drivstofforbruket enn det som genereres i konsummodellen ved vanlig økonomisk utvikling. Det kan for eksempel være innfasing av ny transportteknologi i form av hybridbiler.

I kapittel 2 gis en kort presentasjon av teorien som beskriver konsummodellen og i kapittel 3 presenterer vi framskrivninger på modellen for ulike vekstbaner. I kapittel 4 analyseres inntekts- og priselastisitetene langs vekstbanene nærmere. Kapittel 5 diskuterer mulighetene for å implementere ulike former for teknologisk endring, og det presenteres en metode for å gjøre dette innenfor konsummodellens teoretiske rammeverk. Kapittel 6 oppsummerer og konkluderer.

2. Konsummodellen

Vi gir her en kort presentasjon av konsummodellen i MSG6 (versjonen med basisår 2004). Mer detaljert dokumentasjon av konsummodellen er gitt i Aasness og Holtmark (1993, 1995) og Strømsheim Wold (1998).

* Takk til Bente Halvorsen for nyttige diskusjoner underveis i dette prosjektet og til Terje Skjerpen for nyttige kommentarer til et tidligere utkast.

¹ Heide m.fl. (2004) gir en presentasjon av MSG6-modellen.

Tabell 2.1. Energivarer i MSG6

Variabelnavn	Innhold
C12EG	Elektrisitet til drift av elektriske husholdningsartikler
C12HE	Elektrisitet til oppvarming
C12	Elektrisitet i alt
C13	Fyringsoljer, ved, mm.
C14BD	Bensin og diesel til langkjøring
C14BL	Bensin og diesel til lokalkjøring
C14B	Bensin og diesel i alt

2.2. Nyttfunksjonen

Konsummodellen bygger på standard nyklassisk konsumentteori, og har husholdningen som beslutningsenhet. Hver husholdning antas å maksimere en nyttefunksjon, gitt sin budsjettbetingelse. Nytt til husholdningen avhenger av kvantaene konsumert av de ulike godene samt ulike husholdningskarakteristika.

Husholdningens nyttefunksjon er forutsatt å være svakt separabel mellom ulike goder og grupper av goder (se for eksempel Deaton og Muellbauer, 1980, s. 122). Svak separabilitet innebærer at husholdningenes etterspørsel etter ulike goder bestemmes i en trinnvis beslutningsprosedyre, der husholdningen først velger utgiftene til hovedgruppene i nyttetreteet før den fordeler utgiftene videre på ulike undergrupper. Konsumet av en godegruppe er dermed uavhengig av konsumet og prisene på goder utenfor gruppen, gitt total utgift til den aktuelle gruppen.

I hver gren av nyttetreteet brukes translaterede CES-funksjoner, såkalte TCES funksjoner, se Blackorby mfl. (1978).³ Translatingen gjør det mulig å ha ulike inntektselastisiteter innen hver separable gruppe, også omtalt som kvasi-homotetisk separabilitet, Deaton og Muellbauer (1980, s. 144).

Nyttefunksjonen for konsum av goder i gruppe r har følgende form:

$$(1) \quad U_r = \left[\sum_{i \in I_r} \omega_i^{1/\sigma_r} (c_i - \gamma_i)^{\frac{-(1-\sigma_r)}{\sigma_r}} \right]^{\frac{-\sigma_r}{1-\sigma_r}}, \quad r \in R_k,$$

der c_i er forbruk av gode i . Parameterene som inngår i husholdningenes nyttefunksjon er substitusjonselastisitetene (σ_r), fordelingsparameterene eller marginale budsjettandeler (ω_i) og translateringsparametere (γ_i).⁴ Dersom $\gamma_i = 0$ for alle $i \in I_r$, tilsvareer ligning (1) en vanlig CES-funksjon.

Substitusjonselastisitetene påvirker forbruk utover minstekonsumet og viser hvor mye det relative forbruket (utover translateringskonsumet γ_i) av to goder endrer seg når det relative prisforholdet mellom disse to godene endrer seg. Jo høyere substitusjonselastisiteten er jo mer endrer husholdningen sin sammensetning av konsumet. Verdier på substitusjonselastisitetene i de ulike godeaggregatene er gitt i vedlegg B, tabell B.3. *Fordelingsparameterene* viser godenes budsjettmessige betydning innenfor en godegruppe. Summen av fordelingsparameterene innenfor hver separable gruppe er lik 1 (se verdier i vedleggstabell B.1). De marginale budsjettandelene er konstante i konsummodellen, mens de gjennomsnittlige budsjett-

³ Aasness og Holtmark (1993, 1995) benytter begrepet OCES funksjoner som står for "Origoadjusted Constant Elasticity of Substitution" i stedet for TCES funksjoner.

⁴ Vi velger i denne rapporten benevnelsen translateringskonsum fordi dette konsumet kan være både positivt og negativt. Det har ingen tolkning utover den tekniske justeringen av funksjonen for å få fleksibilitet i forhold til inntektselastisitetene.

andelene avhenger av inntektselastisiteten og dermed endringen i inntekt. Dette kommer vi tilbake til under simuleringene. *Translateringsparameterene* er lineære funksjoner av antall barn (b) og antall voksne (v) i husholdningen:⁵

$$(2) \quad \gamma_i = \gamma_{i,0} + \gamma_{i,1}b + \gamma_{i,2}v,$$

der $\gamma_{i,0}$ er en fast parameter knyttet til konsum av vare i , $\gamma_{i,1}$ er den marginale effekten av et ekstra barn og $\gamma_{i,2}$ er den marginale effekten av en ekstra voksen. Parameterverdiene i ligning (2) er gitt i tabell B.2 i vedlegg B.

Makroetterspørselsfunksjoner følger ved å aggregere den representative husholdningens etterspørselsfunksjon over alle husholdninger, jf. Aasness og Holtmark (1993). Den aggregerte etterspørselsfunksjonen for gode i i godegruppe r er da gitt ved:

$$(3) \quad C_i = \gamma_{i,0}H + \gamma_{i,1}B + \gamma_{i,2}V + \omega_i \left(\frac{P_r}{PC_i} \right)^{\sigma_r} \left(\frac{VC_r - VCM_r}{P_r} \right).$$

H er antall husholdninger, B er antall barn og V er antall voksne (aggregerte størrelser for Norge). VC_r er aggregert konsumutgift, VCM_r er aggregert translateringsutgift, PC_i er pris på konsumgode i og P_r er prisindeksen for godegruppe r gitt ved:

$$(4) \quad P_r = \sum_i \left(\omega_i PC_i^{(1-\sigma_r)} \right)^{\frac{1}{(1-\sigma_r)}}, \quad i \in I_r \text{ og } r \in R_k.$$

Etterspørselen etter bensin og diesel i alt (C14B) som vil bli mye omtalt i denne rapporten, er gitt ved summen av forbruket av bensin og diesel, i tillegg kommer en andel av utlendingers konsum (C70) i Norge, α_{14B} , som er eksogent gitt:

$$(5) \quad C14B = C14BL + C14BD + \alpha_{14B}C70.$$

2.3. Kalibrering av konsummodellen

Når alle inntekts-, substitusjons- samt barne-, voksen- og husholdningselastisitetene er kjent, har vi nok informasjon til å få bestemt de resterende parameterene i systemet (blant annet translateringsparameterene, se ligning 2). En detaljert beskrivelse av kalibreringsrutinen er gitt i Aasness og Holtmark (1993).⁶ Parameterene i nyttetreet kalibreres til et normalår (dvs. et gjennomsnitt over fem år) ved å benytte data fra nasjonalregnskapet (priser, total forbruksutgift, kvanta og demografiske variable) samt de tilgjengelige empiriske estimatene for de nevnte elastisitetene for de ulike godene.⁷

Når en studerer vekstbaner hvor de eksogene variabelverdiene antar helt andre nivåer enn i basisåret, skjer det en endring i forholdet mellom variabelverdiene, og

⁵ Barn er definert som personer fra 0 til og med 19 år og voksne er personer fra 20 år og oppover, med unntak av alderspensjonister, uførepensjonister og personer på institusjon.

⁶ Kalibreringsmodellen omfatter over 1100 ligninger.

⁷ MSG6-modellen blir videre kalibrert til et gitt basisår, for eksempel 2004. For at konsummodellen, med parametere kalibrert til et gjennomsnitt av flere år, skal gå opp i basisåret benyttes det additive justeringsledd i etterspørselsligningene (benyttes kun til regnskapsmessig sjekk i forbindelse med kalibreringen). Disse justeringsleddene bør settes lik 0 når modellen skal simuleres, jf. diskusjonen i kapitlene 3 til 5.

også en endring i relativ betydning av de ulike parameterene. Dette kommer vi nærmere tilbake til i simuleringene nedenfor.

3. Simulering av konsummodellen

For å gjennomføre analysene har vi etablert konsummodellen i 2004-versjonen av MSG6 som en separat modell. Vi benytter denne partielle konsummodellen til å simulere energiforbruket under ulike forutsetninger om utviklingen i verdiene på de eksogene variablene (dvs. total konsumutgift, priser, antall barn, antall voksne og antall husholdninger). På denne måten får vi tallfestet hvor avhengige resultatene er av hvilken referansebane som velges.

Vi ser på tre ulike baner for å få et dekkende bilde av egenskapene til modellen, se tabell 3.1. I bane 1 er de eksogene variablene holdt uendret og lik 2004-verdiene i alle år, bortsett fra total konsumutgift (VCC) og eksogent konsum som begge vokser med 2 prosent per år. Eksogent konsum utgjøres av offentlige gebyrer på andre tjenester (C60G) og utlendingers konsum i Norge (C70). I bane 2 vokser total forbruksutgift med 4 prosent per år, alle konsumpriser vokser med 2 prosent per år og de demografiske variablene vokser i henhold til befolkningsframskrivningene til Statistisk sentralbyrå (mellomalternativet, gjennomsnittlige vekstrater for perioden fra 2004 til 2060). Bane 3 illustrerer en faktisk referansebane ved at verdiene til de eksogene variablene følger samme utvikling som i Perspektivmeldingen (Finansdepartementet, 2004).⁸ I tillegg til disse banene har vi simulert partielle skift i total konsumutgift, energipriser og demografiske variable, for å studere elastisitetene for energivarene. Dette presenteres nærmere i kapittel 4.

Tabell 3.1. Utvikling i eksogene variable i de ulike banene. Prosentvis vekst per år¹

Bane	Total forbruksutgift	Konsumpriser	Demografiske variable
1	2 %	0 %	0 %
2 (som 1, men:)	4 %	2 %	Bef. framskrivningene
3	Vekst som i Finansdepartementet (2004): Perspektivmeldingen		

¹ I bane 1 og 2 vokser utlendingers konsum i Norge (C70) og offentlige gebyrer på andre tjenester (C60G) med 2 prosent per år. C70 og C60G er eksogene variable i modellen.

3.1. Bane 1: Total forbruksutgift vokser med 2 % per år

Vi tar utgangspunkt i en nullvekstbane basert på 2004-verdier og forutsetter en vekst over tid i total forbruksutgift (VCC) og eksogent konsum (C60G og C70) på 2 prosent per år. Tabell 3.2 viser den resulterende veksten i energiforbruket. Veksten i elektrisitetsforbruket øker fra 1 prosent per år i 2010 til 1,5 prosent per år i 2060. Veksten i fyringsoljeforbruket tiltar også, mens veksten i transportoljeforbruket avtar. Hvilke egenskaper ved konsummodellen som gir denne utviklingen i vekstratene drøfter vi nærmere i kapittel 4.

Tabell 3.2. Vekst i energikonsumet i bane 1. Prosent per år

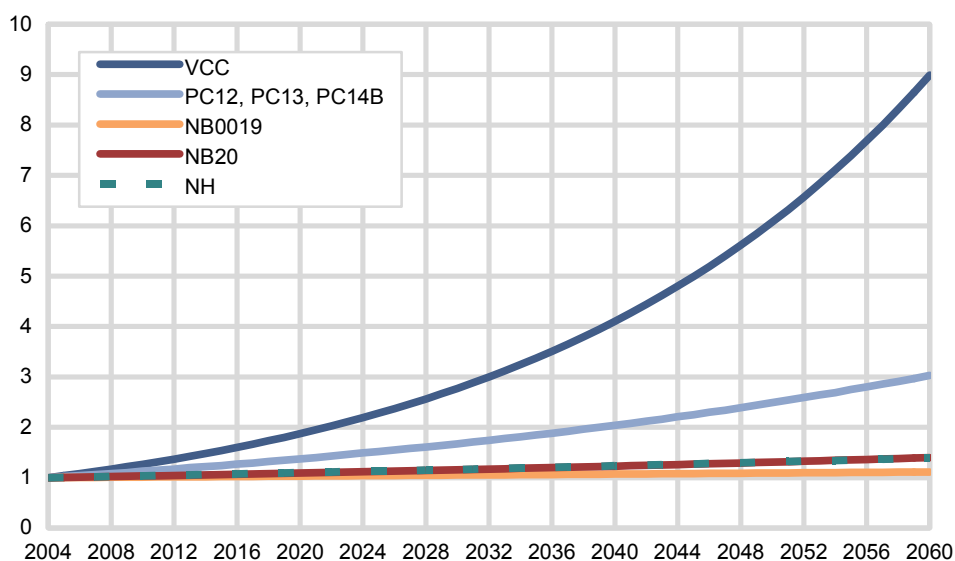
	C12	C13	C14B
2010	1,01	0,47	2,16
2020	1,11	0,55	2,13
2030	1,21	0,63	2,11
2040	1,30	0,72	2,09
2050	1,39	0,81	2,07
2060	1,47	0,91	2,06

⁸ Perspektivmeldingen omhandler Finansdepartementets prognoser for norsk økonomisk utvikling på lang sikt. MSG6-modellen er benyttet for å beregne de langsiktige framskrivningene for norsk økonomi.

3.2. Bane 2: Standard vekstbane

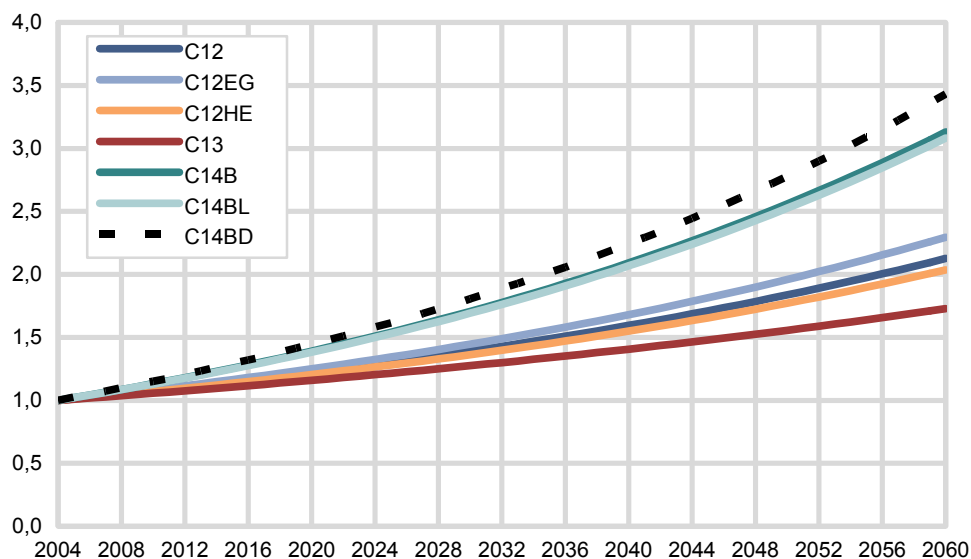
I bane 2 har vi simulert en standard vekstbane i den forstand at både total forbruksutgift, priser og befolkning vokser over tid. Total forbruksutgift vokser over tid med 4 prosent per år og alle konsumprisene med 2 prosent per år. De demografiske variablene utvikler seg ifølge Statistisk sentralbyrås befolkningsframskrivninger for 2005 til 2060. Vi har benyttet konstante gjennomsnittlige vekstrater for perioden. Gjennomsnittlige vekstrater for de demografiske variablene varierer mellom 0,12 og 1,74 prosent per år for de ulike befolkningsgruppene etter alder. Antall husholdninger vokser med 0,59 prosent per år. Figur 3.1 viser utviklingen til de viktigste eksogene variablene i bane 2. NH er antall husholdninger, NB0019 er antall personer mellom 0 og 19 år (barn) og NB20 er antall over 20 år (voksne). Vi ser at total forbruksutgift er 9-doblet i 2060 sammenlignet med 2004, energiprisene er 3-doblet og de demografiske variablene vokser relativt svakt.

Figur 3.1. Utviklingen i eksogene variable i bane 2. Indekser, 2004=1



Figur 3.2 og tabell 3.3 viser utviklingen i energiforbruket i bane 2. Hvis vi sammenligner med bane 1, er realveksten i total forbruksutgift den samme, men i bane 2 vokser også de demografiske variablene. Som følge av dette vokser energiforbruket sterkere i bane 2 enn i bane 1 (se tabellene 3.2 og 3.3). Dette gjelder imidlertid ikke for transportoljer (C14B, C14BL og C14BD). For disse varene reduseres forbruket ved befolkningsvekst. Transportoljer har en relativt høy negativ parameter for antall husholdninger, og det er via translateringskonsumet (størrelsesforholdet mellom negative og positive parametere for antall husholdninger, antall barn og antall voksne) at modellen genererer en noe lavere vekst i forbruket av transportoljer. Dette er en basisårsegenskap ved modellen, se befolkningselastisitetene i tabell 4.1.

Figur 3.2. Utviklingen i energiforbruket i bane 2. Indekser, 2004=1



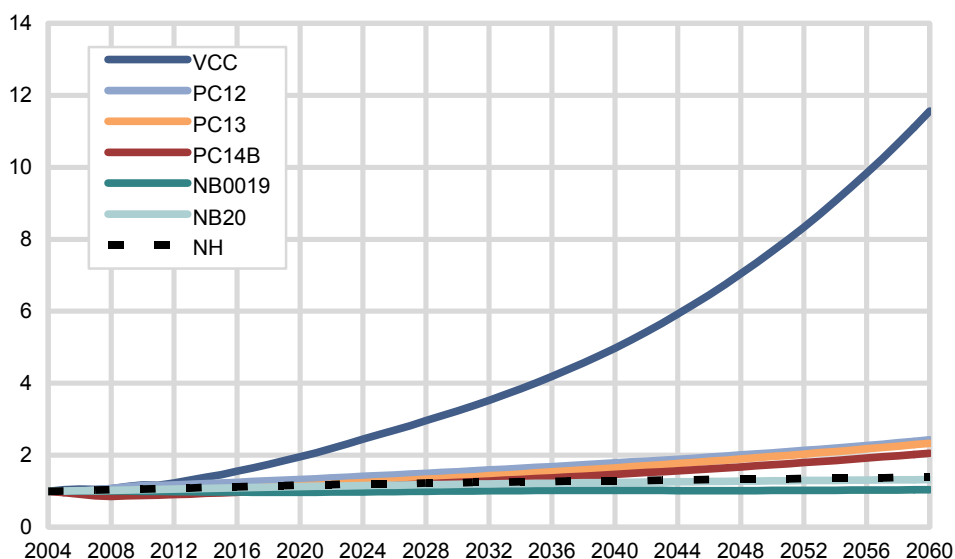
Tabell 3.3. Vekst i energikonsumet i bane 2. Prosent per år

	C12	C13	C14B
2010	1,24	0,92	2,09
2020	1,29	0,94	2,07
2030	1,35	0,97	2,06
2040	1,40	1,00	2,05
2050	1,44	1,03	2,04
2060	1,49	1,07	2,03

3.3. Bane 3: Perspektivmeldingen

Utviklingen i de viktigste eksogene variablene i Perspektivmeldingen er vist i figur 3.3. Vi ser at total forbruksutgift (VCC) 12-dobles fra 2004 til 2060, energiprisene (PCj) fordobles, mens de demografiske variablene har svak vekst. I forhold til bane 2 er veksten i energiprisene noe lavere, mens veksten i total forbruksutgift er noe høyere.

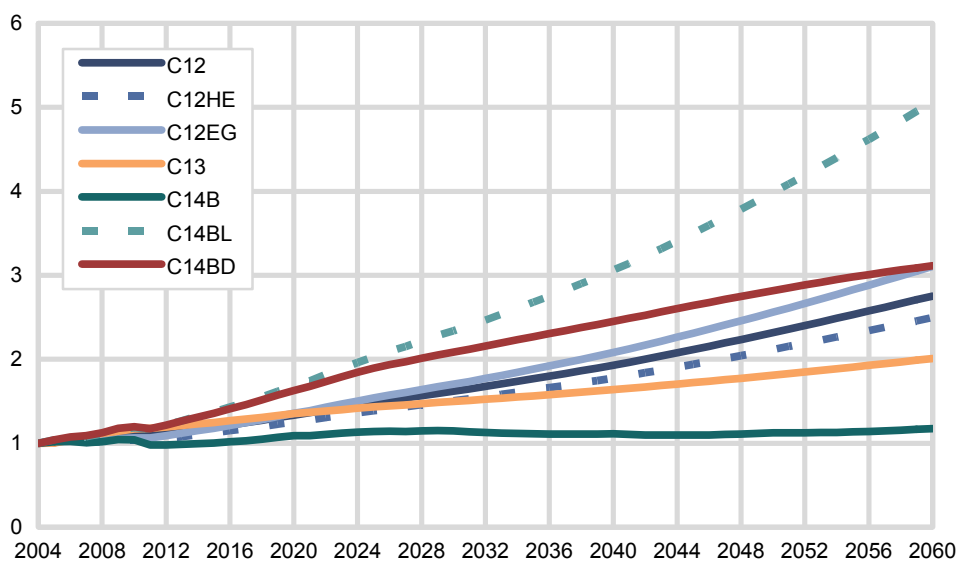
Figur 3.3. Utviklingen i eksogene variable i bane 3. Indekser, 2004=1



Figur 3.4 og tabell 3.4 viser veksten i energiforbruket i bane 3, gitt utviklingen i de eksogene variablene som vist i figur 3.3. Elektrisitetsforbruket vokser med mellom 1,6 og 2,3 prosent per år, fyringsoljeforbruket vokser med om lag 2 prosent per år frem til 2020 og deretter med 1 prosent per år. Transportoljeforbruket vokser kraftigst med 4 prosent per år på det meste. Dette innebærer at forbruket av de ulike energivarene 2 - 5 dobles i perioden fra 2004 til 2060. Dette er høyere vekst enn i bane 2 og skyldes lavere anslag på prisveksten og høyere vekst i total konsumutgift. Prisen på offentlig transport øker relativt sett mindre enn prisen på privat transport og dermed vrir etterspørselen seg mot økt offentlig transport. Dette er årsaken til den reduserte veksten (knekkpunkt) i C14BD i figur 3.4.

Konsummodellen inneholder eksogene additive variable for konsumet av de ulike godene i bunnen av nyttetrete (heretter kalt justeringsvariable). Vekstratene for transportoljer i alt (C14B) skiller seg fra de andre energivarene, siden den additive justeringsvariabelen for denne varen (CE14B, se ligning 189 i vedlegg A) har høye negative verdier (se verdiene for justeringsvariablene for energi i vedlegg C). Den årlige prosentvise veksten i transportoljeforbruket i 2010 er 1,8 for lokaltransport og 1,5 for langtransport, mens samlet transportoljeforbruk går ned med -0,4 prosent per år. Tallene i parenteser i tabell 3.4 viser verdier for C14B når CE14B er satt lik null i hele banen. Da ligger vekstraten til C14B på 2-2,5 prosent per år. Justeringsvariabelen for elektrisitet (CE12) er også forskjellig fra null i bane 3, men justeringen er mindre enn for transportoljer.

Figur 3.4. Utviklingen i energiforbruket i bane 3. Indekser, 2004=1



Tabell 3.4. Vekst i energikonsumet i bane 3. Prosent per år¹

	C12	C13	C14B	C14BL	C14BD
2010	1,66	2,13	-0,38 (1,70)	1,79	1,47
2020	2,32	1,65	1,83 (3,82)	3,99	3,40
2030	1,61	0,85	-0,17 (2,44)	2,57	1,60
2040	1,79	0,96	0,33 (2,54)	2,68	1,51
2050	1,83	1,05	0,70 (2,43)	2,58	1,23
2060	1,66	1,05	0,75 (2,14)	2,26	0,77

¹ Tallene i parenteser viser endringen i konsumet når det additive justeringsleddet CE14B er null over hele perioden.

4. Drøfting av pris-, inntekts- og befolkningselastisiteter

Vi har simulert partielle, varige skift på 10 prosent i de ulike eksogene variablene for de tre banene for å beregne pris- og inntektselastisiteter og utviklingen i disse.⁹ Vi har også sett på utviklingen i befolkningselastisitetene, dvs. barne-, voksen- og husholdningselastisitetene, for bane 2.

4.1. Elastisiteter i basisåret

I en nullvekstbane hvor alle de eksogene variablene er lik verdiene i basisåret, beregner vi inntekts-, pris-, og befolkningselastisiteter for de verdiene konsummodellen er kalibrert til. Tabell 4.1 viser effektene av partielle skift på 10 prosent over hele perioden i henholdsvis total forbruksutgift, de ulike energiprisene og de ulike befolkningsvariablene i forhold til nullvekstbanen. Elastisitetene i tabell 4.1 svarer til elastisitetene rapportert i Strømsheim Wold (1998, s. 70), men er ikke identisk like som følge av kalibreringen av konsumsystemet til nye normalår og nytt basisår. Elastisitetene i Strømsheim Wold (1998) er beregnet på grunnlag av forbruksundersøkelsene 1986-1994.

Vi ser at inntektselastisiteten er 0,47 for elektrisitet, 0,21 for fyringsoljer og 1,00 for transportoljer (C14B).¹⁰ Den direkte priselastisiteten er -0,29 for elektrisitet, -0,47 for fyringsoljer og -0,39 for transportoljer.¹¹ Krysspriselastisitetene er positive for goder i samme aggregat og negative og små for goder i andre aggregater (for disse dominerer inntektseffekten over substitusjonseffekten). Husholdnings-, barne- og voksenelastisitetene varierer mye mellom godene. Spesielt ser vi at totalelastisiteten for befolkning (gitt ved summen av elastisitetene for NB0019, NB20 og NH rapportert i siste linje i tabell 4.1) er negativ for transportoljer. Den samlede befolkningselastisiteten for et gode er lik summen av barne-, voksen- og husholdningselastisiteten. For transportoljer er de negative elastisitetene, spesielt husholdningselastisiteten (linjen for NH), såpass store i tallverdi at totalelastisiteten for befolkning blir relativt kraftig negativ.

Tabell 4.1. Basisårselastisiteter i konsummodellen

	C12	C12EG	C12HE	C13	C14B	C14BL	C14BD
VCC	0,47	0,57	0,42	0,21	1,00	1,04	1,25
PC12	-0,29	-0,25	-0,30	0,39	-0,02	-0,02	-0,02
PC13	0,05	-0,00	0,09	-0,47	-0,00	-0,00	-0,00
PC14B	-0,01	-0,01	-0,01	-0,00	-0,39	-0,40	-0,56
NB0019	0,05	0,02	0,06	-0,06	-0,04	-0,03	-0,09
NB20	0,14	0,09	0,17	-0,27	0,19	0,23	0,05
NH	0,34	0,32	0,35	1,13	-0,24	-0,26	-0,24
NB0019+NB20+NH	0,53	0,43	0,59	0,80	-0,09	-0,07	-0,28

4.2. Utviklingen i inntektselastisitetene

Figur 4.1 viser utviklingen i inntektselastisiteter for elektrisitet (C12) og fyringsoljer (C13) i bane 1 simulert frem til år 2150. Vi ser at inntektselastisitetene endrer seg over tid og konvergerer asymptotisk mot 1 fra ulike basisårnivåer og i ulik takt. Dette innebærer at forholdet mellom inntektselastisitetene endrer seg relativt kraftig i løpet av framskrivningsperioden. Figuren viser også at det tar lang tid før elastisitetene blir lik 1. Grunnen til at inntektselastisitetene for C14B-varene ikke konvergerer mot 1, er at variabelen C70 inngår i ligningen for C14B. Utviklingen i

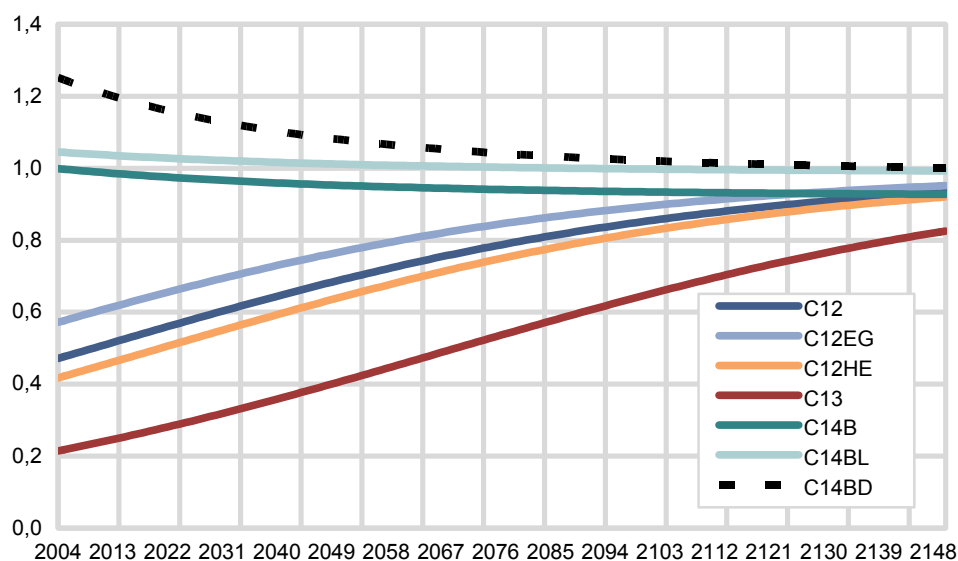
⁹ Sensitivitetsberegninger knyttet til størrelsen på skiftet viser at elastisitetene er uavhengige av størrelsen på skiftet.

¹⁰ Vi benytter betegnelsen "fyringsoljer" for godet C13, som er fyringsoljer, ved, kull, mm., i resten av denne rapporten.

¹¹ I den makroøkonomiske modellen MODAG er inntektselastisiteten for transportoljer og elektrisitet henholdsvis 1,47 og 1,02 og den direkte priselastisiteten -0,52 og -0,19 (se Boug mfl. 2002, s. 175). Empiriske estimater på energielastisiteter varierer relativt mye, se for eksempel Graham og Glaister (2002, s. 8) for transportoljer og Halvorsen mfl. (2001) for elektrisitet.

helningen på kurven for fyringsoljer skyldes at translateringskonsumet drar relativt sterkest i starten, mens totalutgiften drar relativt sterkest etter hvert.

Figur 4.1. Utviklingen i inntektselastisitetene for elektrisitet, fyrings- og transportoljer i bane 1, 2004 – 2150



Verdiene for inntektselastisitetene i både bane 1 og 2 er gitt i tabell 4.2. I bane 1 som har 2 prosent årlig vekst i total forbruksutgift, endrer inntektselastisitetene seg fra 0,47 for elektrisitet, 0,21 for fyringsoljer og 1 for transportoljer til hhv. 0,73, 0,45 og 0,95 i løpet av perioden 2004 - 2060 (56 år).¹² Inntektselastisitetene for elektrisitet og fyringsoljer mv. (C12 og C13) vokser dermed med ulik rate (henholdsvis 50 og 100 prosent økning), mens inntektselastisiteten for transportoljer reduseres svakt. Det samme bildet gjelder for bane 2.

Tabell 4.2. Inntektselastisiteter i bane 1 og 2

	C12		C13		C14B	
	Bane 1	Bane 2	Bane 1	Bane 2	Bane 1	Bane 2
2004	0,47	0,47	0,21	0,21	1,00	1,00
2010	0,50	0,49	0,24	0,23	0,99	0,99
2020	0,55	0,56	0,27	0,25	0,98	0,98
2030	0,59	0,59	0,31	0,28	0,97	0,97
2040	0,64	0,60	0,36	0,31	0,96	0,96
2050	0,69	0,63	0,40	0,34	0,95	0,96
2060	0,73	0,66	0,45	0,37	0,95	0,95

Inntektselastisitetene endrer seg over tid fordi forholdet mellom de ulike komponentene i etterspørselsfunksjonene endrer seg når konsumutgiften endres. Vi kan illustrere dette ved hjelp av etterspørselsligningene i modellen:¹³

$$(6) \quad C_i = M_i + \omega_i \left(\frac{PC_r}{PC_i} \right)^{-\sigma_r} \left(\frac{VC_r - VCM_r}{PC_r} \right), \quad i \in r$$

hvor M_i er translateringskonsumet (de tre første leddene i ligning 3) og VCM_r er verdien av translateringskonsumet for gruppe r .

¹² Årsaken til at inntektselastisitetene for transportoljer er vanskelige å tolke skyldes, som nevnt over, variabelen C70. Denne inngår additivt i ligningen for C14B.

¹³ Se for eksempel ligning 165 i vedlegg A og nærmere forklaring av ligningene (1) - (3) i avsnitt 2.3.

Inntektselastisiteten for konsumkategori i i gruppe r er definert som:

$$(7) \quad E_i = \frac{\partial C_i}{\partial VC_r} \frac{VC_r}{C_i}.$$

Vi deriverer ligning (6) med hensyn på utgiften (VC_r):

$$(8) \quad \frac{\partial C_i}{\partial VC_r} = \omega_i \left(\frac{PC_r}{PC_i} \right)^{-\sigma_r} \frac{1}{PC_r}.$$

Inntektselastisiteten definert ved ligning (7) er da avhengig av forholdet mellom total konsumutgift i aggregatet og konsumet i faste priser multiplisert med forholdet mellom prisindeksene gitt i ligning (8), som er konstante. Dersom translateringskonsumet i ligning (6) er lik null (dvs. både M_i og VCM_r lik null) står vi igjen med en etterspørselsfunksjon basert på en standard CES-funksjon, og hvis denne og ligning (6) settes inn i ligning (7) ser vi at inntektselastisiteten blir lik 1. Dersom M_i og VCM_r i ligning (6) er forskjellig fra null, vil inntektselastisiteten i (7) bli forskjellig fra 1 og kan da uttrykkes som:

$$(9) \quad E_i = \omega_i \left(\frac{PC_r}{PC_i} \right)^{-\sigma_r} \frac{1}{PC_r} \frac{VC_r}{M_i + \omega_i \left(\frac{PC_r}{PC_i} \right)^{-\sigma_r} \left(\frac{VC_r - VCM_r}{PC_r} \right)}$$

Vi ser fra ligning (7) at inntektselastisiteten har følgende generelle egenskap når konsumutgiften vokser (og alle andre forklaringsvariable er konstante):

- Dersom konsumutgiften VC_r vokser sterkere enn konsumet C_i , dvs. at inntektselastisiteten er mindre enn 1, så vokser inntektselastisiteten. Dette gjelder for eksempel for elektrisitet.
- Dersom konsumet vokser sterkere enn konsumutgiften, dvs. at inntektselastisiteten er større enn 1, så reduseres inntektselastisiteten. Dette gjelder for eksempel for transportoljer.

Dette innebærer at inntektselastisiteten går mot 1 for alle goder når inntekten vokser. Selv om inntektsvekst trekker i retning av at inntektselastisitetene konvergerer mot 1, kan effekter via translateringskonsumet (endringer i demografiske variable) og relative prisendringer trekke konsumet opp eller ned (uavhengig av inntekt). Hvis konsumet går opp bidrar det til lavere inntektselastisitet og dermed kan inntektselastisiteten bevege seg under 1 (jf. gode C14B).

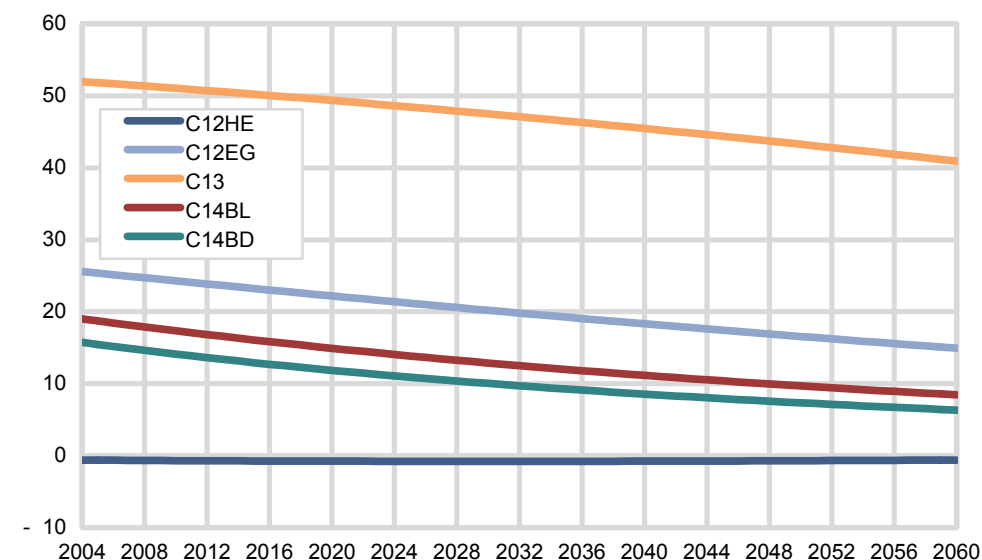
I en TCES er det to faktorer som er av betydning for hvor raskt inntektselastisiteten beveger seg mot 1 under økonomisk vekst, jfr. ligning (9); translateringskonsumet og veksten i konsum i forhold til veksten i inntekt. Ved økonomisk vekst (som i framskrivninger) vil den relative betydningen av translateringskonsumet i konsummodellen avta (gå asymptotisk mot null). Årsaken er at translateringskonsumet er representert ved konstante parametere (målt i faste 2004-kroner) multiplisert med demografiske variable og at konsumet vokser betydelig sterkere enn de demografiske variablene i standard referansebaner (se for eksempel figurene 3.1 og 3.3). Dette innebærer at TCES-funksjonen, som er kalibrert til et basisår, asymptotisk nærmer seg CES-funksjonen i en bane med økonomisk vekst.

For å illustrere betydningen av de demografiske variablene som inngår i definisjonen av translateringskonsumet, kan vi se på utviklingen i det relative translateringskonsumet for de ulike energivarene, det vil si translateringskonsum av varen sett i forhold til samlet konsum av varen gitt i figur 4.2. Vi ser at utviklingen er

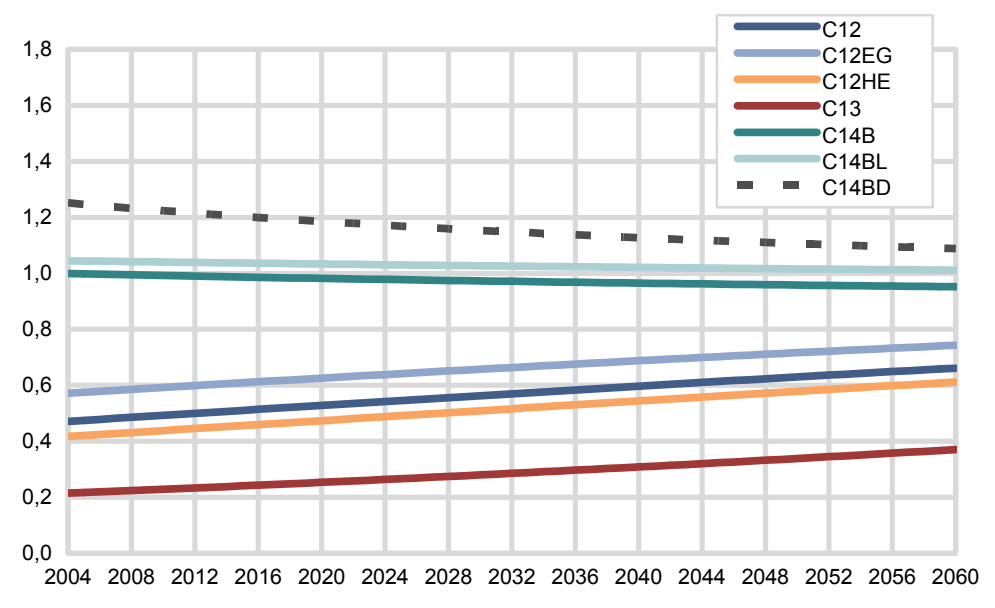
svært forskjellig for de ulike varene. For elektrisitetsforbruk til oppvarming (12HE) er forholdstallet konstant, mens forholdstallet for bensin (14BL og 14BD) halveres. Det er utviklingen i de demografiske variablene (som er identisk for alle konsumkategoriene) samt utviklingen i konsumet av varen, som forklarer utviklingen i relativt translateringskonsum. Dersom energiforbruket vokser sterkere enn translateringskonsumet reduseres det relative translateringskonsumet. Det absolutte translateringskonsumet vokser med en rate lik vekstraten for de demografiske variablene, dvs. en vekst på maksimalt 50 prosent (1,5 gang) fra 2004 til 2060, se figur 3.1. Energiforbruket vokser betydelig sterkere, se figur 3.2. Elektrisitetsforbruket til apparater er om lag 2,3 ganger høyere i 2060 enn i basisåret, elektrisitetsforbruket til oppvarming er om lag 2 ganger høyere, fyringsoljeforbruket er 1,75 ganger høyere og transportoljeforbruket er over 3 ganger høyere. Dermed halveres relativt translateringskonsum for transportoljer, det reduseres med om lag 40 prosent for elektrisitet til apparater og det reduseres med om lag 20 prosent for fyringsolje. Relativt translateringskonsum er om lag konstant for elektrisitet til oppvarming. Når relativt translateringskonsum reduseres (asymptotisk mot null i typiske vekstbaner) vil TCES-funksjonen gå mot en CES-funksjon og inntektselastisitetene mot 1.

De marginale budsjettandelene er konstante i konsummodellen, mens de gjennomsnittlige budsjettandelene vil endre seg som følge av ulike inntektselastisiteter (se figurene 4.3 og 4.4). Den gjennomsnittlige budsjettandelen til mat vil for eksempel avta når inntekten (total forbruksutgift) øker fordi inntektselastisiteten er mindre enn 1 (Engels lov). Motsatt vil budsjettandelen til luksusgoder øke når inntekten øker. Budsjettbetingelsen innebærer at summen av inntektselastisitetene veid med budsjettandelene er lik 1. Det impliserer derfor at det må finnes minst ett luksusgode og ett nødvendig gode. Etter hvert vil imidlertid alle inntektselastisiteter konvergere mot 1, og budsjettandelene vil da også konvergere mot sine respektive likevektsverdier.

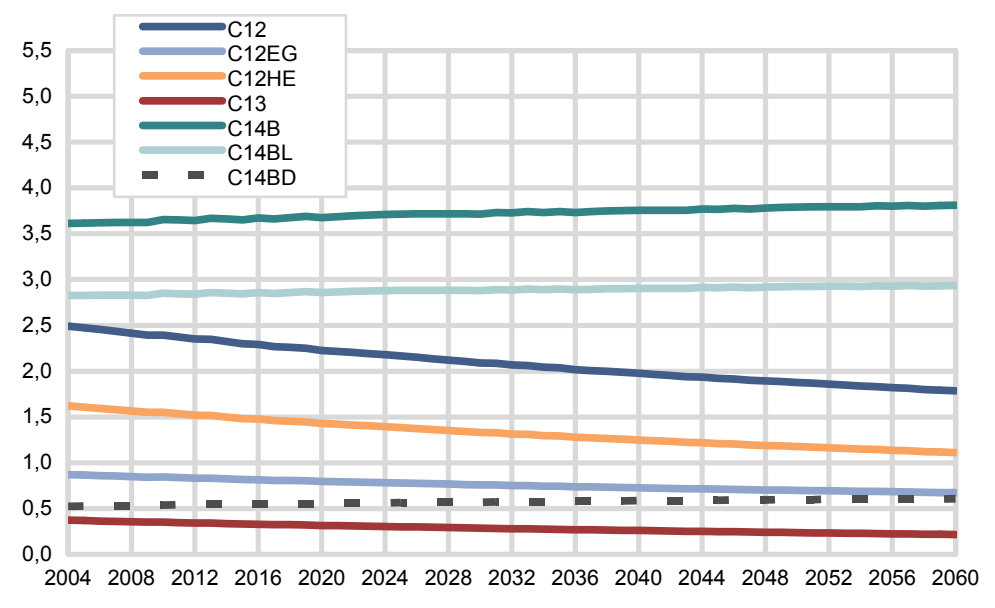
Figur 4.2. Utviklingen i relativt translateringskonsum i bane 2. Prosent



Figur 4.3. Utviklingen i inntektselastisiteter for energivarene i bane 2, 2004 – 2060



Figur 4.4. Utviklingen i gjennomsnittlige budsjettandeler for energivarene i bane 2, 2004 - 2060. Prosent



Bane 3: Perspektivmeldingen

Tabell 4.3 viser inntektselastisitetene i bane 3. Vi ser av tabellen at inntektselastisitetene for transportoljer (C14BL og C14BD) avtar utover i banen, mens inntektselastisitetene for elektrisitet og fyringsoljer (C12 og C13) stiger. For transportoljer i alt (C14B) er forbruket eksogent justert ned og dette påvirker inntektselastisiteten. Tallene i parenteser i tabell 4.3 er inntektselastisiteten for transportoljer (C14B) når justeringsleddet CE14B er satt lik null. Vi ser at justeringen gir en inntektselastisitet på 4,165 på det meste, mens modellen uten justering (dvs. når CE14B=0) gir 0,943. Årsaken til at forskjellen i elastisitetene blir så stor finner vi i definisjonen av inntektselastisiteten:

$$E_{14B} = \frac{\partial C14B}{\partial VCC} \frac{VCC}{C14B}$$

Når alle variablene er konstante bortsett fra C14B, som er betydelig lavere som følge av den eksogene justeringen, blir elastisiteten tilsvarende høyere. Verdiene for C14B i parentes ligger ikke mellom verdiene for C14BL og C14BD fordi utlendingers konsum i Norge (C70) inngår additivt i ligningen for C14B, se ligning (5) (når C70=0 ligger vekstratene for aggregatet mellom de to godene). Dette er også årsaken til at inntektselastisiteten for C14B (når CE14B=0) ikke konvergerer asymptotisk mot 1. Vi ser at inntektselastisitetene for C14B og C14BD faller under 1. Selv om inntektsvekst trekker i retning av at inntektselastisitetene konvergerer mot 1, kan effekter via translateringskonsumet (som følge av utviklingen i demografiske variable) og utviklingen i relative priser trekke konsumet opp (uavhengig av inntekt). Dette bidrar til lavere inntektselastisitet og dermed kan inntektselastisiteten falle under 1.

Tabell 4.3. Inntektselastisiteter i bane 3¹

	C12	C13	C14B	C14BL	C14BD
2010	0,39	0,19	1,24 (1,00)	1,04	1,19
2020	0,46	0,23	1,64 (0,98)	1,03	1,11
2030	0,53	0,28	2,10 (0,97)	1,02	1,05
2040	0,59	0,33	2,78 (0,96)	1,01	1,03
2050	0,65	0,38	3,50 (0,95)	1,01	1,00
2060	0,69	0,44	4,16 (0,94)	1,00	0,98

¹ Tallene i parenteser viser endringen i konsumet når det additive justeringsleddet CE14B er satt til null over hele perioden.

4.3. Utviklingen i priselastisitetene

Tabellene 4.4 - 4.6 viser direkte priselastisiteter og krysspriselastisiteter for banene 1 og 2 som følge av en 10 prosent partiell varig økning i de ulike prisene. Vi ser at alle de direkte priselastisitetene er negative og øker i absoluttverdi utover i banene. Årsaken til dette er den samme som at inntektselastisiteten i en bane med vekst i total forbruksutgift går mot 1. Den direkte priselastisiteten får vi ved å derivere ligning (3) med hensyn på prisen:

$$e_{ii} = \frac{\partial C_i}{\partial PC_i} \frac{PC_i}{C_i}.$$

Det eksplisitte, analytiske uttrykket for den deriverte er komplisert fordi den deriverte er avhengig av VCM_r og PC_r som begge er avhengige av PC_i . Den deriverte er ikke en konstant, men en funksjon av VC_r (og dermed VCC). C_i øker som følge av at VCC øker i bane 3, og dette trekker i retning av at e_{ii} reduseres i absoluttverdi. Imidlertid øker absoluttverdien av priselastisiteten, noe som innebærer at absoluttverdien av den deriverte øker sterkere enn $\frac{PC_i}{C_i}$ når VCC øker. Translateringskonsumet spiller mindre rolle og substitusjonen øker.

Krysspriselastisitetene for elektrisitet (C12) og fyringsolje mv. (C13) er positive og fallende når henholdsvis prisen på vare 13 og 12 øker, mens de er svakt negative for disse varene når prisen på transportoljer 14B øker. Alle krysspriselastisitetene for 14B er svakt negative. Her dominerer inntektseffekten over substitusjonseffekten. Krysspriseeffektene er små for goder utenom i det aggregatet hvor det godet som prisen endres på inngår.

Tabell 4.4. Priselastisiteter i bane 1 og 2 ved økning i PC12

	C12		C13		C14B	
	Bane 1	Bane 2	Bane 1	Bane 2	Bane 1	Bane 2
2010	-0,31	-0,30	0,39	0,39	-0,02	-0,02
2020	-0,34	-0,32	0,38	0,38	-0,01	-0,01
2030	-0,37	-0,35	0,38	0,38	-0,01	-0,01
2040	-0,40	-0,37	0,37	0,37	-0,01	-0,01
2050	-0,43	-0,39	0,36	0,37	-0,01	-0,01
2060	-0,46	-0,41	0,35	0,36	-0,01	-0,01

Tabell 4.5. Priselastisiteter i bane 1 og 2 ved økning i PC13

	C12		C13		C14B	
	Bane 1	Bane 2	Bane 1	Bane 2	Bane 1	Bane 2
2010	0,05	0,05	-0,48	-0,47	-0,00	-0,00
2020	0,05	0,05	-0,51	-0,49	-0,00	-0,00
2030	0,05	0,05	-0,53	-0,51	-0,00	-0,00
2040	0,04	0,05	-0,56	-0,53	-0,00	-0,00
2050	0,04	0,04	-0,59	-0,55	-0,00	-0,00
2060	0,04	0,04	-0,62	-0,57	-0,00	-0,00

Tabell 4.6. Priselastisiteter i bane 1 og 2 ved økning i PC14B

	C12		C13		C14B	
	Bane 1	Bane 2	Bane 1	Bane 2	Bane 1	Bane 2
2010	-0,01	-0,01	-0,00	-0,00	-0,40	-0,40
2020	-0,01	-0,01	-0,00	-0,00	-0,42	-0,41
2030	-0,01	-0,01	-0,00	-0,00	-0,43	-0,42
2040	-0,01	-0,01	-0,00	-0,00	-0,44	-0,43
2050	-0,01	-0,01	-0,00	-0,00	-0,45	-0,44
2060	-0,01	-0,01	-0,00	-0,00	-0,46	-0,45

Bane 3: Perspektivmeldingen

Priselastisitetene som gjelder i bane 3 er vist i tabellene 4.7 - 4.9. Absoluttverdien av de direkte priselastisitetene øker som forventet langs banen. Når det gjelder priselastisiteten for transportoljer, se tabell 4.9, ser vi at den eksogene justeringen av transportoljeforbruket gir en kraftig økning i absoluttverdien av priselastisiteten langs banen. På det meste innebærer justeringen en priselastisitet på om lag -2, mer enn fire ganger så høy som priselastisiteten i bane 2.

Tabell 4.7. Priselastisiteter i bane 3 ved økning i PC12

	C12	C13	C14B
2010	-0,26	0,45	-0,03
2020	-0,30	0,43	-0,03
2030	-0,34	0,41	-0,03
2040	-0,38	0,40	-0,03
2050	-0,41	0,38	-0,03
2060	-0,44	0,37	-0,03

Tabell 4.8. Priselastisiteter i bane 3 ved økning i PC13

	C12	C13	C14B
2010	0,06	-0,52	-0,00
2020	0,05	-0,53	-0,00
2030	0,05	-0,55	-0,00
2040	0,04	-0,58	-0,00
2050	0,04	-0,61	-0,00
2060	0,04	-0,64	-0,00

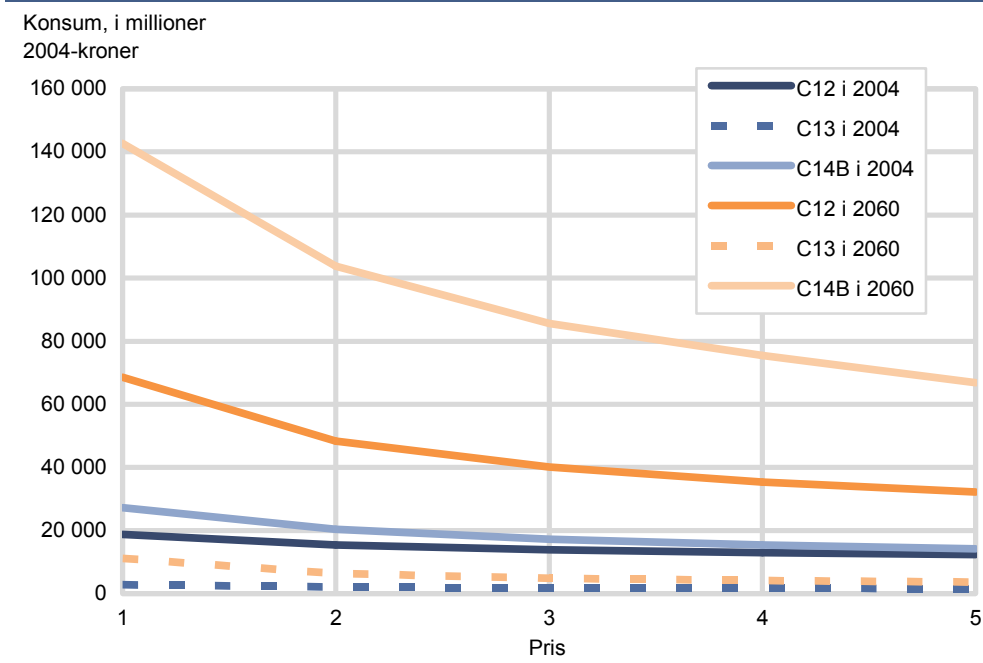
Tabell 4.9. Priselastisiteter i bane 3 ved økning i PC14B

	C12	C13	C14B
2010	-0,00	-0,00	-0,50
2020	-0,00	-0,00	-0,71
2030	-0,00	-0,00	-0,96
2040	-0,00	-0,00	-1,31
2050	-0,01	-0,00	-1,66
2060	-0,01	-0,00	-2,04

4.4. Etterspørselsfunksjonene i 2004 og 2060

Vi har simulert etterspørselsfunksjonene for energivarene i et gitt punkt (hhv. 2004 og 2060) for bane 2, se figur 4.5. Som følge av veksten i total forbruksutgift samt befolkningsveksten skifter etterspørselsfunksjonene utover fra 2004 til 2060. Vi vet at den direkte priselastisiteten for alle de tre energivarene øker i absoluttverdi utover i banen, jf. diskusjonen ovenfor. Vi ser av helningen på kurvene at den prisderiverte for alle varene er større i 2060 enn i 2004. Dette reflekterer at prislefølsomheten øker med økning i prisnivå og total forbruksutgift.

Figur 4.5. Etterspørselsfunksjoner for energivarene i bane 2, 2004 og 2060



4.5. Utviklingen i befolkningselastisitetene

Befolkningselastisitetene er beregnet ved et skift på 10 prosent i de ulike befolkningsvariablene over hele simuleringsperioden for bane 2. Utviklingen i befolkningselastisitetene for de ulike godene er vist i figurene 4.6 – 4.8. Verdiene er gitt i vedlegg E. Figurene viser at for fyringsoljer (C13) er befolkningselastisitetene tilnærmet konstante, mens de endres relativt mye for elektrisitet og transportoljer (C12 og C14B). Videre er enkelte befolkningselastisiteter for to av varene (C13 og C14B) negative. Uttrykket som definerer de ulike befolkningselastisitetene er:

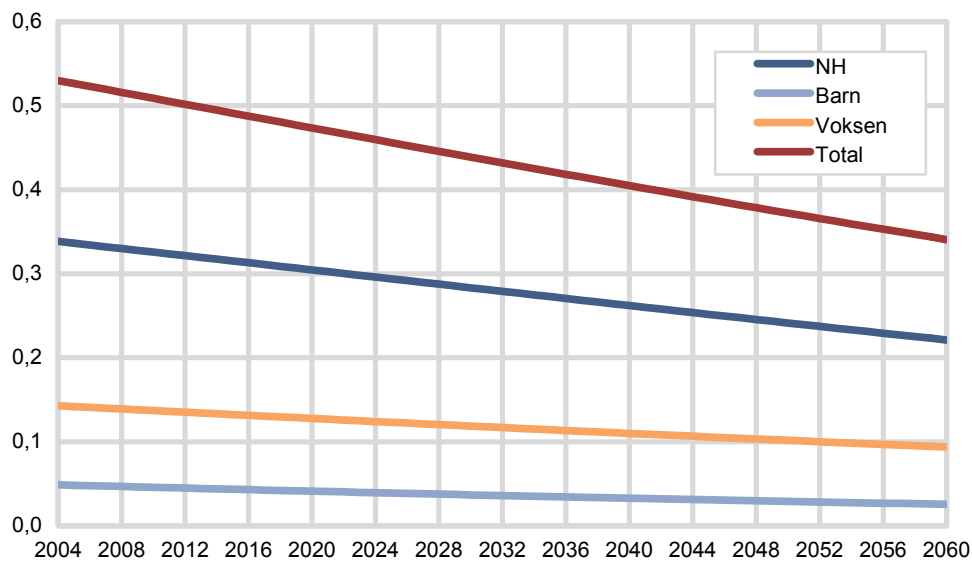
$$d_i = \frac{\partial C_i}{\partial D} \frac{D}{C_i},$$

der D enten svarer til antall barn (B), antall voksne (V) eller antall husholdninger (H) i økonomien. Den deriverte blir da henholdsvis $\gamma_{i,0}, \gamma_{i,1}, \gamma_{i,2}$ (se ligningene (2) og (3) samt tabell B.2 for verdier). Fortegnene på disse parameterene forklarer hvorfor noen elastisiteter er positive og noen er negative. Helningen på kurvene

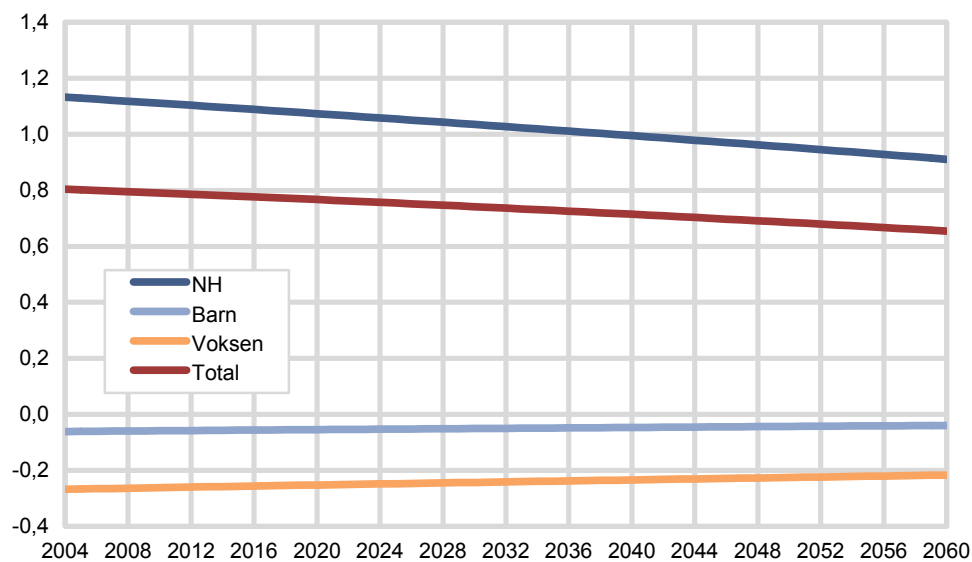
blir også bestemt av brøken $\frac{D}{C_i}$, som er synkende siden veksten i de demografiske

variable er lavere enn konsumveksten. For goder og variable med positive translateringsparametere blir dermed kurven fallende, mens den blir stigende ved negative translateringsparametere. For fyringsoljer (C13) er elastisitetene tilnærmet konstante over tid. Årsaken til dette er at veksten i konsumet av fyringsoljer og veksten i de demografiske variable er om lag den samme. Totalelastisiteten er lik summen av barne-, voksen- og husholdningselastisitetene.

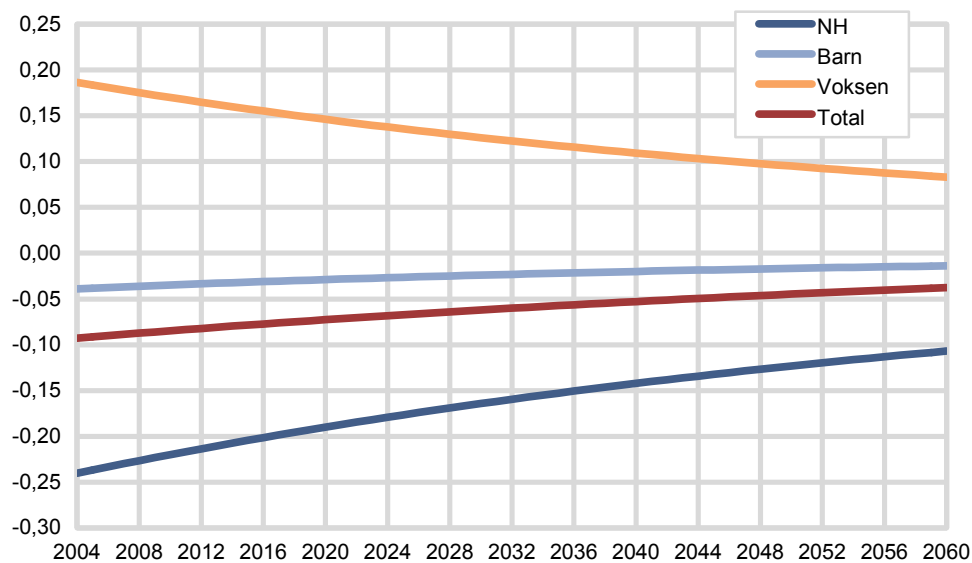
Figur 4.6. Utviklingen i befolkningselastisiteter for C12 i bane 2



Figur 4.7. Utviklingen i befolkningselastisiteter for C13 i bane 2



Figur 4.8. Utviklingen i befolkningselastisiteter for C14B i bane 2



5. Modelling av teknologisk endring

Både i forbindelse med utarbeiding av langsiktige framskrivninger med MSG6-modellen, som til Perspektivmeldingen (Finansdepartementet, 2004) og til arbeidet med enkelte typer politikkskift som i Lavutslippsutvalget (Åvitsland, 2006), kommer det opp spørsmål om hvordan man kan behandle energieffektivisering i konsummodellen. Produksjonsteknologien i MSG6 er representert ved nestede CES-aggregater hvor det inngår Hicks-nøytral teknisk endring som gjelder for alle basale innsatsfaktorer, Heide mfl. (2004). I et CES-system fører dette til at endringen blir lik for alle, noe som motvirker en skjev utvikling over tid. Denne argumentasjonen kan også gjelde i konsumsystemet, hvor enkelte varer er basisvarer som inngår i en tjenesteproduksjonsprosess. Både elektrisitet, fyringsolje og drivstoff benyttes for å produsere tjenester i husholdningen. På denne måten kan de tolkes som innsatsfaktorer analogt til det en har i bedriftene. Hvis vi innfører teknologisk fremgang for bensin vil tolkningen av dette være at transporten blir mer drivstoffgjerrig per kjørte km. Tilsvarende gjelder for teknologisk endring knyttet til bilkapital, hvor tolkningen er at bilene blir billigere per kjørte km (for eksempel som følge av mindre eller lettere biler). Endring i en teknologivariabel kan også tolkes som å representere struktur- og atferdsendringer over tid, se Halvorsen og Larsen (2006, 2007). For energivarene kan strukturendringer være endret sammensetning av husholdninger med ulik bruk (for eksempel endring i sammensetningen av husholdninger som kjører mye bil og lite bil), mens atferdsendringer kan være at husholdningen får endret nytte av sin atferd (for eksempel at husholdningen får positiv nytte av å slå av lyset hyppigere eller ha det kaldere inne). Teknologisk endring kan innføres for alle goder i nyttetreteet, dersom en tolker endringene som atferdsendringer som følge av normendringer i samfunnet. Det kan for eksempel være endret nytte over tid av å konsumere en type matvare.

Når det gjelder energikapital (biler, maskiner, apparater) vil for eksempel den teknologiske endringen som ligger i produksjonsprosessen av bilen reflekteres i produktprisen. Dermed vil innføring av teknologisk endring for energikapital i konsummodellen gi dobbelttelling. Dette er vel strengt tatt også argumenter som kan brukes på deler av produksjonsteknologien. For leietransporten i husholdningene er for eksempel teknologisk fremgang ivarettatt på produksjonssiden, og tolkningen av egne variable for teknologisk endring for disse godene i konsummodellen kan bli urimelig (tolkningen måtte bli at vi står tettere på trikken eller blir slankere). Når det gjelder offentlige transporttjenester (leietransport) er den teknologiske endringen representert på produksjonssiden og det foregår ingen tjenesteproduksjon i husholdningene for disse godene. Vi kan dermed argumentere for at det er mindre grunn til å ha variable for teknologisk fremgang for disse godene enn for andre goder.

Konsummodellen inneholder eksogene, additive variable for konsumet av de ulike godene i bunnen av nyttetreteet, se for eksempel ligning 189 i vedlegg A. Disse justeringsleddene har blitt brukt til å styre utviklingen i energiforbruket ut fra for eksempel en tenkt utvikling i energieffektivitet, jf. bane 3 (Perspektivmeldingen, Finansdepartementet 2004). Når justeringsleddene settes forskjellig fra null (og uavhengig av hverandre), blir det ikke lenger konsistens mellom endringene i variablene i modellen. Dette ser vi tydelig i for eksempel tabell 3.4, hvor transportoljer til lokal- og langtransport begge vokser med om lag 2 prosent per år mens summen av disse har negativ vekstrate. I tillegg er det slik at når de additive leddene settes uavhengig av hverandre, vil ikke budsjettbetingelsene i konsummodellen lenger være oppfylt. Vi vil her diskutere noen andre måter å implementere endringer i energieffektivitet på i modellen.

5.1. Nyttefunksjon med translateringskonsum og konsumutvidende teknologisk endring

I produksjonsteknologien i MSG6 er det lagt til grunn faktorutvidende teknologisk endring, se for eksempel Heide mfl. (2004). Vi tar utgangspunkt i denne tilnærmingen med den hensikt å drøfte om en form for konsumutvidende teknologisk endring kan implementeres i konsumsystemet.¹⁴ Tolkningen av en energikonsumutvidende teknologisk endring vil være at den har samme virkning på nytten som økt energikonsum. Slik konsumutvidende teknologisk endring kan være vanskelige å tolke, fordi parameterene ikke nødvendigvis kan tolkes som rene teknologiparametere. Vi kommer nærmere tilbake til tolkninger etter å ha utledet modellen (se vedlegg D for utregninger).

Vi tar utgangspunkt i enhetskostnadsfunksjonen P_r (prisindeksen) for konsumaggregatet r (se avsnitt 2.2):

$$(10) \quad P_r = \left[\omega_i \left(\frac{PC_i}{\tau} \right)^{(1-\sigma_r)} + (1-\omega_i) \left(\frac{PC_j}{\tau} \right)^{(1-\sigma_r)} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_r}},$$

hvor τ representerer konsumutvidende nøytral teknologisk endring. Indeksene i og j refererer seg til to vilkårlige konsumkategorier. Den tilhørende nyttefunksjonen U_r er gitt ved:

$$(11) \quad U_r = \left[\omega_i^{\frac{1}{\sigma_r}} (\tau C_i - \tau \gamma_i)^{(\sigma_r - 1/\sigma_r)} + (1-\omega_i)^{\frac{1}{\sigma_r}} (\tau C_j - \tau \gamma_j)^{(\sigma_r - 1/\sigma_r)} \right]^{\frac{\sigma_r}{\sigma_r - 1}}$$

Vi kan her tenke oss at sammenhengen mellom energitjenesten (W_i) og energivaren (C_i) er gitt ved $W_i = \tau C_i$, dvs. at mengden av energitjenester som frembringes for et gitt energiforbruk avhenger av energieffektiviteten τ .¹⁵ Det er da energitjenesten som inngår i nyttefunksjonen (11) og den implisitte prisen på energivaren, dvs. prisen på energitjenesten, inngår i budsjettbetingelsen. I ligning (10) er PC_i prisen på energivaren mens $\frac{PC_i}{\tau}$ er prisen på energitjenesten. Tilsvarende inngår ”translateringstjenesten” (og ikke translateringskonsumet) i nyttefunksjonen.

Levekostnadsfunksjonen for konsumaggregatet r er gitt ved:

$$(12) \quad VC_r = VCM_r + P_r \cdot u_r,$$

hvor VC_r er verdien av total konsumutgift til konsumgruppe r , VCM_r er verdien av translateringskonsumet til konsumgruppe r og u_r er den indirekte nyttefunksjonen for gruppe r . I ligning (12) har vi også benyttet oss av at τ forsvinner ut av uttrykket for verdien av translateringskonsumet:

$$(13) \quad VCM_r = \sum_{k \in i, j} \frac{PC_k}{\tau} (\tau \gamma_{k,0} H + \tau \gamma_{k,1} B + \tau \gamma_{k,2} V) = PC_i \cdot M_i + PC_j \cdot M_j.$$

¹⁴ Vi kan her tenke oss at enkelte av konsumaktivitetene kan tolkes som en produksjonsprosess, jf. Lancaster (1966).

¹⁵ τ kan anta verdier større enn 0.

Den indirekte nyttefunksjonen for konsumgodeaggregatet r følger av å omskrive (12):

$$(14) \quad u_r = \frac{VC_r - VCM_r}{P_r}.$$

Fra Roys identitet følger etterspørselsfunksjonen:

$$(15) \quad C_i = -\frac{\partial u_r / \partial PC_i}{\partial u_r / \partial VC_r}.$$

Ved å gjennomføre denne derivasjonen får vi følgende etterspørselsfunksjon for konsumkategori (tjeneste) i i aggregatet r (se utregninger i vedlegg D):

$$(16) \quad \tau C_i = \tau M_i + \omega_i \left(\frac{PC_i / \tau}{P_r} \right)^{-\sigma_r} \left(\frac{VC_r - VCM_r}{P_r} \right),$$

hvor τC_i er konsumet av gode i målt i tjenesteenheter eller effektive enheter. Konsumenten får et høyere tjenestenivå ut av det samme energiforbruket når τ øker. Tilsvarende gjelder for translateringskvantumet, som også måles i effektive enheter.

Som et eksempel antar vi at konsumaggregatet r er konsum av energi til oppvarmingsformål som fordeles på konsum av elektrisitet til oppvarmingsformål og konsum av fyringsoljer. Ved å innføre konsumutvidende teknologisk endring i dette konsumaggregatet vil nytten av å konsumere 1 GWH øke over tid ved teknologisk fremgang. Dette kan tolkes som at det skjer en økt energieffektivisering i forhold til oppvarming over tid, for eksempel mer effektive varmeovner (styringssystemer og varmpumper), bedre isolering av hus og varmere klima.

Effekter av teknologi er ikke representert ved en egen parameter hverken i estimeringene som er grunnlaget for parameterene eller i ligningene i konsummodellen. De implementerte parameterene i konsummodellen må derfor tolkes slik at de inneholder effekter av teknologi. Parameterene i konsummodellen er estimert på tverrsnittsdata, og inntektselastisitetene kan da tolkes som et øyeblikksbilde av teknologien. Dersom inntektselastisitetene hadde vært estimert på historiske tidsseriedata i en modell som ikke skiller bruk fra teknologi, ville de estimerte inntektselastisitetene kunne inneholde teknologisk fremgang.¹⁶ Teknologiparameteren gitt i ligning (16) kan inneholde effekter av at modellbrukeren både har ønsket å benytte parameteren til å holde inntektselastisiteten konstant og til å innføre en form for teknologisk fremgang (energieffektivisering). Dersom det er ønskelig å holde inntektselastisiteten konstant på basisårnivå må den dras ned (eller opp) over tid ved hjelp av parameteren for teknologisk endring. Ved å implementere egne teknologiparametere kan vi studere dette og skille effekter av konstant inntektselastisitet (tolket som at teknologien ikke har endret seg fra det tidspunkt dataene for estimeringene er fra) og teknologisk fremgang (eller at vi har teknologisk fremgang ut over den historiske).¹⁷

¹⁶ Dersom det ikke hadde vært teknologisk fremgang ville inntektselastisitetene i en slik estimering vært høyere. Dette gjelder når den momentane spareeffekten av teknologisk fremgang er større enn effekter som trekker i retning av å øke forbruket av ressursen som effektiviseres, for eksempel pris- og inntektseffekter.

¹⁷ Tolkningen her er komplisert fordi inntektselastisiteter som er estimert på tverrsnittsdata, kan inneholde effekter av teknologi som ligner effekter av teknologi over tid, fordi det kan være variasjon i beholdningen av kapital med ulik energieffektivitet mellom husholdninger som er korrelert med inntekt.

Konsumutvidende teknologisk endring kan implementeres i etterspørselssystemet i MSG6. Slik modellen nå er formulert er det nødvendig å benytte en felles τ for alle primærgoder (goder på det nederste trinnet i nyttetreet). Årsaken til dette er nestingen i modellen (TCES-aggregatene).¹⁸ Ved den praktiske implementeringen av en felles τ må det sørges for at alle priser på primærgodene divideres med τ og at alle translateringskvanta (både for primærgoder og aggregater) multipliseres med τ . Slik nøytral konsumutvidende teknologisk endring (lik τ for alle goder) implementert i konsumsystemet vil virke på samme måte som en inntektsøkning på total konsumutgift. I en generell likevektsmodell med eksogent arbeidstilbud vil effekten være økt konsum av goder. I en generell likevektsmodell med endogent arbeidstilbud vil en slik inntektseffekt generert av en nøytral konsumutvidende teknologisk endring føre til endring i både konsum av goder og konsum av fritid og dermed arbeidstilbudet.

5.2. Justeringsledd for primærgodene

I tillegg til en felles τ for alle primærgodene, har vi sett på mulighetene for gode-spesifikk teknologisk endring. Godespesifikk teknologisk endring kan implementeres ved å benytte justeringsledd for primærgodene og legge inn forutsetninger om at budsjettbetingelsene skal være oppfylt i hver node (for hvert godeaggregat) slik at det ikke blir mulig å fastsette justeringsleddene uavhengig av hverandre.¹⁹ Dermed blir modellen fortsatt konsistent ved at budsjettbetingelsene er oppfylt. For at budsjettbetingelsene skal være oppfylt må summen av verdiene av de ulike justeringsleddene være lik null på ethvert tidspunkt og for hvert godeaggregat:

$$(17) \quad \sum_i PC_i CE_i = 0, \quad i \in r.$$

Fordelen med en slik justering er at det er tolkbar innenfor de godeaggregater som kan sees på som husholdningsproduksjon. For eksempel produseres tjenesten privat biltransport ved hjelp av bilkapital og bensin. Dersom modellbrukeren ser for seg en utvikling i produksjonen av denne tjenesten som avviker fra den modellimplementerte, for eksempel en teknologisk endring som tilsier mer bilkapital og mindre bensinforbruk, kan det additive justeringsleddet for bensin justeres ned (opp i absoluttverdi) og det additive justeringsleddet for bilkapital justeres da automatisk opp for at budsjettbetingelsen skal være oppfylt. Endogene justeringsledd vil sørge for at summen av verdiene til justeringsleddene blir null. De endogene justeringsleddene har følgende form:

$$(18) \quad CE_i = CEE_i + \omega_i CE_r,$$

der CEE_i er det eksogene justeringsleddet som kan settes uavhengig av de andre gitt justeringsfaktoren CE_r . Denne justeringsfaktoren er lik for alle varer, men vektet med budsjettandelen, ω_i , i aggregatet r . Ved å sette ligning (18) inn i ligning (17) finner vi uttrykket for CE_r som innebærer at budsjettbetingelsene alltid vil være oppfylt:²⁰

$$(19) \quad CE_r = -\sum_i PC_i CEE_i / \sum_i PC_i \omega_i.$$

¹⁸ Godespesifikke teknologiparametere, dvs. τ_i , lar seg ikke implementere på en enkel måte i modellen (heller ikke via kalibreringsmodellen) pga. et tilleggstranslaseringskonsum som inngår i godeaggregatene (nodene oppover i treet, jf. τ_i versus τ_r).

¹⁹ Denne metoden er omtalt i Aasness (2007).

²⁰ Hvis modellen med justeringsledd benyttes, for eksempel til å generere en referansebane, skal den samme modellen med justeringsleddene benyttes i alle skiftanalyser som refererer seg til denne referansebanen, for å sikre at budsjettbetingelsene er oppfylt.

Det er ikke opplagt hvilke goder i konsummodellen det bør implementeres slike justeringsledd for, jf. diskusjonen i begynnelsen av avsnitt 5. Vi har implementert metoden med justeringsledd for primærgodene i transportaggregatet i den partielle konsummodellen og gjennomført to simuleringer for å illustrere egenskapene til modellen.²¹

Simuleringene tar utgangspunkt i bane 2 og verdien på det eksogene justeringsleddet CE14B i basisåret fra Perspektivmeldingen i 2004. Vi antar at dette justeringsleddet vokser med 4 prosent per år. Justeringsleddet fordeles på varene transportoljer til langkjøring (C14BL) og transportoljer til lokalkjøring (C14BD) etter andelen de utgjør av aggregatet transportoljer (C14B) i basisåret. Ifølge modellen med justeringsledd innebærer negativt justeringsledd for C14B en tilsvarende positiv verdi for justeringsleddet til bruk av transportmidler totalt (C31) (når prisene er de samme). Dette positive justeringsleddet fordeles på bilbeholdning til langkjøring (C31L) og bilbeholdning til lokalkjøring (C31D) etter andelen de har i basisåret.

Fra tabell 5.1 ser vi at vekstraten for aggregerte transportoljer (C14B) faller fra en årlig vekst på rundt 2 prosent i 2060 i bane 2 (ingen justering) til en årlig vekst på rundt 1,5 prosent i 2060 i banen med justeringsledd som vokser med 4 prosent i året. Tilsvarende er vekstratene for bilbeholdning (C31) noe høyere i justeringsbanen sammenliknet med bane 2.

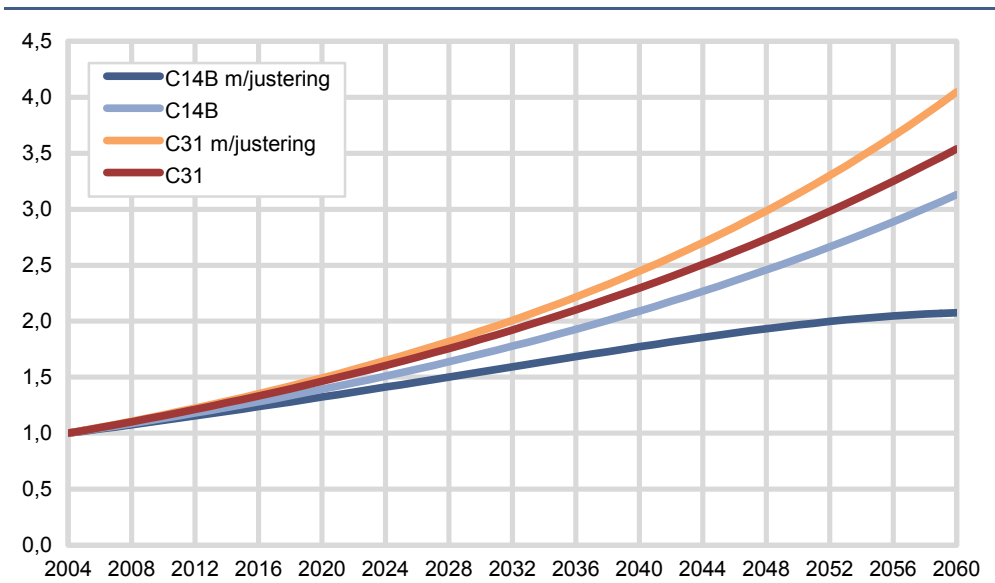
Vi har også gjennomført en simulering med 5 prosent årlig vekst i justeringsleddet til C14B fra 2004. Dette gir seg merkbart utslag ved betydelig lavere vekstrater for transportoljer (C14B) på lang sikt, og høyere vekstrater for bilhold i alt (C31). Figur 5.1 viser at transportoljeforbruket flater ut ved om lag en fordobling i slutten av perioden, sammenlignet med en over 3-dobling (og utsikter til fortsatt sterk vekst) uten justering. Bilhold i alt får sterkere vekst (fra 3,5-dobling til 4-dobling). Det er altså mulig ved hjelp av denne metoden med justeringsledd å påvirke vekstratene til de enkelte primærvarene i en godegruppe i forbindelse med konstruksjon av en referansebane.

Tabell 5.1. Vekstrater for C14B og C31 med og uten justeringsledd

	C14B			C31		
	Ingen justering	4 %	5 %	Ingen justering	4 %	5 %
2010	2,09	1,90	1,79	2,42	2,50	2,55
2020	2,07	1,85	1,67	2,35	2,43	2,51
2030	2,06	1,78	1,50	2,28	2,39	2,49
2040	2,05	1,70	1,25	2,23	2,36	2,51
2050	2,04	1,59	0,86	2,19	2,34	2,54
2060	2,03	1,46	0,22	2,15	2,34	2,61

²¹ De endogene justeringsleddene gjelder i dette tilfellet CE14BL, CE14BD, CE31L og CE31D. Disse legges til i ligningene 169-172, se ligningene 216-219 i vedlegg A. I det aktuelle transportaggregatet inngår det et tredje gode, vedlikehold til hhv. fjern- og lokaltransport, C14AD og C14AL. Justeringsleddene tilhørende etterspørselsfunksjonene for disse godene, CE14AD og CE14AL, er begge satt lik 0. Oppsummeringsbetingelsen innenfor nodene er da oppfylt ved kun å la modellen for de endogene justeringsleddene gjelde for godene C14BL, C14BD, C31L og C31D.

Figur 5.1. Utviklingen i C14B og C31 i bane 2 med (5%) og uten justeringsledd. Indekser, 2004=1



Tabellene 5.2 og 5.3 viser effektene på inntekts- og priselastisitetene av å benytte justeringsledd. Inntekts- og priselastisitetene (absoluttverdi) for aggregerte transportoljer (C14B) er noe høyere enn i bane 2. Årsaken til dette har vi analysert i kapittel 4.2: Inntektselastisiteten er definert som $\frac{\partial C14B}{\partial VCC} \frac{VCC}{C14B}$. Når alle variable er konstante bortsett fra C14B, som er betydelig lavere som følge av justeringen, blir elastisiteten tilsvarende høyere. Det tilsvarende resonnetet gjelder for C31, og vi ser av tabellene 5.2 og 5.4 at bilhold i alt (C31) har tilsvarende lavere inntekts- og priselastisiteter (absoluttverdi) i banen med justeringsledd enn i bane 2.

Tabell 5.2. Inntektselastisitetene ved justeringsledd

	C14B			C31		
	Ingen justering	4 %	5 %	Ingen justering	4 %	5 %
2010	0,99	1,09	1,09	1,29	1,23	1,23
2020	0,98	1,10	1,12	1,24	1,17	1,16
2030	0,97	1,12	1,17	1,20	1,12	1,10
2040	0,96	1,14	1,24	1,17	1,08	1,05
2050	0,96	1,18	1,35	1,14	1,04	0,99
2060	0,95	1,23	1,56	1,12	1,00	0,94

Tabell 5.3. Priselastisiteter ved justeringsledd når PC14B øker

	C14B			C31		
	Ingen justering	4 %	5 %	Ingen justering	4 %	5 %
2010	-0,40	-0,41	-0,41	-0,15	-0,11	-0,11
2020	-0,41	-0,43	-0,43	-0,15	-0,11	-0,10
2030	-0,42	-0,44	-0,45	-0,15	-0,10	-0,09
2040	-0,43	-0,46	-0,47	-0,15	-0,09	-0,07
2050	-0,44	-0,47	-0,50	-0,15	-0,08	-0,05
2060	-0,45	-0,49	-0,54	-0,15	-0,07	-0,02

Tabell 5.4. Priselastisiteter ved justeringsledd når PC31 øker

	C14B			C31		
	Ingen justering	4 %	5 %	Ingen justering	4 %	5 %
2010	-0,26	-0,31	-0,31	-0,69	-0,69	-0,69
2020	-0,27	-0,33	-0,35	-0,70	-0,70	-0,69
2030	-0,28	-0,36	-0,39	-0,70	-0,70	-0,70
2040	-0,28	-0,39	-0,44	-0,70	-0,70	-0,70
2050	-0,29	-0,42	-0,53	-0,70	-0,70	-0,70
2060	-0,30	-0,47	-0,67	-0,71	-0,70	-0,70

Metoden med justeringsledd for primærgodene er også blitt implementert i en versjon av MSG6 (2004-versjonen, med eksogent arbeidstilbud). Resultatene i den generelle likevektsmodellen viser de samme tendensene som resultatene i den partielle konsummodellen. En nærmere beskrivelse av disse simuleringresultatene, basert på MSG6, er gitt i Bjertnæs mfl. (2008).

6. Konklusjoner og videre arbeid

MSG6 benyttes til simulering av mange ulike problemstillinger. Konsumsystemet i modellen er et kompromiss mellom mange ulike hensyn. Det er en fordel med systemer som er lette å estimere og kalibrere og hvor det er mulig å legge inn trestruktur med substitusjonsmuligheter. Dette krever en form for CES eller LES. Videre er det en fordel med fleksible systemer slik at elastisitetene kan variere mellom goder (slik som TCES). Et annet viktig hensyn er gjennomskuelighet når det gjelder å kunne tolke simuleringresultatene fra modellen. I så henseende kan trestrukturer være relativt uoversiktlige.

I dette arbeidet har vi belyst egenskapene til konsummodellen i MSG6, som er et TCES-system, under økonomisk vekst. Elastisitetene i konsummodellen i MSG6 er avhengige av nivåene på de eksogene variablene, noe som innebærer at elastisitetene er avhengige av referansebanen. Vi har studert mekanismene i modellen og hvordan elastisitetene utvikler seg i typiske vekstbaner. For modellbrukeren er det viktig å være klar over at inntektselastisitetene for alle godene beveger seg mot 1 på lang sikt, og at hastigheten på endringen varierer mellom godene. For goder med inntektselastisitet mindre enn 1 øker veksten i konsumet over tid. På lang sikt går inntektselastisiteten mot 1, og deretter følger konsumveksten inntektsveksten (veksten i total konsumutgift). Tilsvarende vokser konsumet av goder som har inntektselastisitet større enn 1 mer enn total konsumutgift på kort sikt, men veksten avtar og konvergerer mot veksten i total konsumutgift på lang sikt. Jo raskere veksten i total konsumutgift er, jo raskere er disse bevegelsene i inntektselastisiteter. Størrelsesforholdet mellom de ulike godenes inntektselastisiteter endrer seg dermed i vekstbaner. Dette innebærer at modellbrukeren, ved tolkning av de langsiktige resultatene fra modellen, ikke kan ta utgangspunkt i en gitt, dokumentert (basisårs) inntektselastisitet. Det samme gjelder for de ulike priselastisitetene.

Ved partielle endringer i prisen på en energivare kan effekten på etterspørselen (målt ved priselastisiteten) være sterkere lenger frem i tid for noen konsumkategorier og motsatt for andre konsumkategorier. Effektene av pris- og avgiftsendringer kan over- og undervurderes dersom modellbrukeren ikke er klar over hvordan elastisitetene utvikler seg. Effekten av for eksempel energi- og klimapolitiske tiltak som endringer i avgifter, vil påvirkes av om man studerer effektene på kort eller lang sikt i modellen.

Basisårsegenskapene til konsummodellen bør studeres nærmere med tanke på at modellen skal benyttes til vekstanalyser. Spesielt bør translateringskonsumet vurderes. Det bør vurderes om konsummodellen skal kalibreres på forskjellige måter avhengig av om modellen skal benyttes til normative analyser hvor basisårsegenskapene er viktige eller til mer rene vekstanalyser. I noen analyser er substitusjonsegenskapene det viktige, mens inntektsvirkningene er viktigst for andre problemstillinger. Videre bør det vurderes om det er behov for å fordele utlendingers konsum i Norge (C70) på de ulike godene. Konsummodellen vil bli betydelig lettere å tolke dersom C70 legges inn på et høyere nivå i nyttetreteet.

Innenfor dette prosjektet har vi diskutert ulike muligheter for å implementere teknologisk endring i konsummodellen. Slik konsummodellen er formulert med CES prisaggregater og translateringskonsum i aggregatene (nodene) er det ikke mulig å implementere konsumutvidende teknologisk endring konsistent dersom det ikke gjøres for alle primærvarer og med lik sats for alle primærvarer. Et annet alternativ

vi har diskutert i rapporten, og som relativt lett lar seg implementere, er å benytte additive justeringsledd kombinert med krav til at budsjettbetingelsene for de enkelte godeaggregatene skal være oppfylt. For eksempel kan dette gjøres for godeaggregater hvor energivarer inngår.

Vår analyse viser at mulighetene for å implementere teknologisk endring i konsumsystemet for å endre konsumutviklingen for enkelte goder i systemet er begrenset, fordi konsumsystemet legger føringer på hva som kan gjøres. Justeringsledd for primærgodene kan benyttes for å justere veksten langs en referansebane. Det er imidlertid viktig å være klar over at dette påvirker elastisitetene. I vårt eksempel for privat transport, viser resultatene at priselastisiteten for drivstoff øker (i absoluttverdi). Ved vår justering av konsumet vil et politikkskift, for eksempel endringer i CO₂-avgiften, gi større effekter (målt ved priselastisiteten, dvs. i prosent) på etterspørselen etter drivstoff enn i en bane uten en slik justering. I absolutt nivå vil imidlertid politikkskiftet føre til mindre nedgang i forbruket av drivstoff fordi forbruket i banen med justering er såpass mye lavere.

Referanser

- Bjertnæs, G., M. Greaker, T. Martinsen og M. Tsygankova (2008): "The welfare cost of emission reductions from substitution and technology effects". Kommer som Discussion Paper, Statistisk sentralbyrå.
- Blackorby, C., R. Boyce og R.R. Russell (1978): Estimation of Demand Systems Generated by the Gorman Polar Form; A Generalization of the S-Branch Utility Tree, *Econometrica* 46, 345-363.
- Boug, P., Y. Dyvi, P.R. Johansen og B.E. Naug (2002): *MODAG - En makroøkonomisk modell for norsk økonomi*, Sosiale og økonomiske studier 108, Statistisk sentralbyrå.
- Deaton, A. og J. Muellbauer (1980): *Economics and consumer behavior*, Cambridge University Press.
- Finansdepartementet (2004): Perspektivmeldingen - utfordringer og valgmuligheter for norsk økonomi. St.meld. nr. 8.
- Graham, D.J. og S. Glaister (2002): The Demand for Automobile Fuel, A Survey of Elasticities, *Journal of Transport Economics and Policy*, 36(1), 8.
- Halvorsen, B., B.M. Larsen og R. Nesbakken (2001): "Hvordan utnytte resultater fra mikroøkonometriske analyser av husholdningenes energiforbruk i makromodeller? En diskusjon av teoretisk og empirisk litteratur om aggregering". Rapporten 2001/2, Statistisk sentralbyrå.
- Halvorsen, B. og B.M. Larsen (2006): "Aggregation with price variation and heterogeneity across consumers". Discussion Papers 489, Statistisk sentralbyrå.
- Halvorsen, B. og B.M. Larsen (2007): "Simulering av husholdningenes aggregerte elektrisitetsforbruk. Dokumentasjon av modellen SHE-A". Notater 2007/10, Statistisk sentralbyrå.
- Heide K.M., E. Holmøy, L. Lerskau og I.F. Solli (2004): "Macroeconomic Properties of the Norwegian Applied General Equilibrium Model MSG6". Rapporten 2004/18, Statistisk sentralbyrå.
- Lancaster, K.J. (1966): A new approach to consumer theory, *Journal of Political Economy*, 74, 32-157.
- Strømsheim Wold, I. (1998): "Modellering av husholdningenes transportkonsum for en analyse av grønne skatter. Muligheter og problemer innenfor rammen av en nyttetremodell". Notater 98/98, Statistisk sentralbyrå.
- Aasness, J. og B. Holtsmark (1993): "Consumer Demand in a General Equilibrium Model for Environmental Analysis". Discussion Papers 105, Statistisk sentralbyrå.
- Aasness, J. og B. Holtsmark (1995): "Effects of Consumer Demand Patterns of Falling Prices in Telecommunication". Working Paper 1995/8, Cicero.
- Aasness, J. (2007): Justering av restleddene, Upublisert notat 21.5.2007, Statistisk sentralbyrå.
- Åvitsland, T. (2006): "Reductions in greenhouse gas emissions in Norway - calculations for the Low Emission Commission". Rapporten 2006/44, Statistisk sentralbyrå.

Vedlegg A. Konsummodellen

Vi presenterer her konsummodellen slik den er programmert i TROLL.²²

Endogene variable:

C00 C03A C03B C03C C03D C03E C04 C12 C12EG C12HE C13 C14A C14AD
 C14AL C14B C14BD C14BL C21 C22A C22G C25 C31 C31D C31L C41 C42
 C50A C50G C60A C62A C62G C63A C63G C64A C64G C66 C75D C75L C75LB
 C75LT C76 C77D C77L C77LR C77LT C78D C78L C79 C79D C79L NB NB0019
 NB20 NB2066 NB67 NB75 PC12EG PC12HE PC14AD PC14AL PC14BD PC14BL
 PC31D PC31L PC75LB PC75LT PC77LR PC77LT PC79D PC79L PCBA PCBO PCC
 PCCO PCDCO PCDOT PCDPT PCDT PCEG PCES PCFBT PCHE PCHG PCHO PCHP
 PCHS PCLCO PCLOT PCLPT PCLT PCOG PCOP PCOS PCRE SPC60G UF1666 VCBA
 VCBO VCCO VDCO VCDOT VCDPT VCDT VCEG VCES VCFBT VCHE VCHG VCHO
 VCHP VCHS VCLCO VCLOT VCLPT VCLT VCMBA VCMBA0 VCMBA1 VCMBA2 VCMBO
 VCMBO0 VCMBO1 VCMBO2 VCMC VCMC0 VCMC1 VCMC2 VCMCO VCMCO0 VCMCO1
 VCMCO2 VCMDCO VCMDCO0 VCMDCO1 VCMDCO2 VCMDOT VCMDOT0 VCMDOT1 VCMDOT2
 VCMDPT VCMDPT0 VCMDPT1 VCMDPT2 VCMDT VCMDT0 VCMDT1 VCMDT2 VCMEG VCMEG0
 VCMEG1 VCMEG2 VCMES VCMES0 VCMES1 VCMES2 VCMFBT VCMFBT0
 VCMFBT1 VCMFBT2 VCMHE VCMHE0 VCMHE1 VCMHE2 VCMHG VCMHG0 VCMHG1 VCMHG2
 VCMHO VCMHO0 VCMHO1 VCMHO2 VCMHP VCMHP0 VCMHP1 VCMHP2 VCMHS VCMHS0 VCMHS1
 VCMHS2 VCMLCO VCMLCO0 VCMLCO1 VCMLCO2 VCMLOT VCMLOT0 VCMLOT1 VCMLOT2
 VCMLPT VCMLPT0 VCMLPT1 VCMLPT2 VCMLT VCMLT0 VCMLT1 VCMLT2 VCMOG VCMOG0
 VCMOG1 VCMOG2 VCMOP VCMOP0 VCMOP1 VCMOP2 VCMOS VCMOS0 VCMOS1 VCMOS2 VCMRE
 VCMRE0 VCMRE1 VCMRE2 VCOG VCOP VCOS VCRE

Exogene variable:

C60G C70 CE00 CE03A CE03B CE03C CE03D CE03E CE04 CE12 CE13 CE14A CE14B CE21 CE22A
 CE22G CE25 CE31 CE41 CE42 CE50A CE50G CE60A CE60G CE62A CE62G CE63A CE63G CE64A CE64G
 CE66 CE75D CE75L CE76 CE77D CE77L CE78D CE78L CE79 NB0003 NB0405 NB0609 NB1014 NB1519
 NB2024 NB2559 NB6064 NB6574 NB6774 NB7579 NB8099 NH NH364 PC00 PC03A PC03B PC03C PC03D
 PC03E PC04 PC12 PC13 PC14A PC14B PC21 PC22A PC22G PC25 PC31 PC41 PC42 PC50A PC50G PC60A
 PC62A PC62G PC63A PC63G PC64A
 PC64G PC66 PC75D PC75L PC76 PC77D PC77L PC78D PC78L PC79 UFK1666 UFM1666 VCC

Koeffisienter:

GA00.0 GA00.1 GA00.2 GA03A.0 GA03A.1 GA03A.2 GA03B.0 GA03B.1 GA03B.2
 GA03C.0 GA03C.1 GA03C.2 GA03D.0 GA03D.1 GA03D.2 GA03E.0 GA03E.1
 GA03E.2 GA04.0 GA04.1 GA04.2 GA12EG.0 GA12EG.1 GA12EG.2 GA12HE.0
 GA12HE.1 GA12HE.2 GA13.0 GA13.1 GA13.2 GA14AD.0 GA14AD.1 GA14AD.2
 GA14AL.0 GA14AL.1 GA14AL.2 GA14BD.0 GA14BD.1 GA14BD.2 GA14BL.0 GA14BL.1
 GA14BL.2 GA21.0 GA21.1 GA21.2 GA22A.0 GA22A.1 GA22A.2 GA22G.0
 GA22G.1 GA22G.2 GA25.0 GA25.1 GA25.2 GA31D.0 GA31D.1 GA31D.2 GA31L.0
 GA31L.1 GA31L.2 GA41.0 GA41.1 GA41.2 GA42.0 GA42.1 GA42.2 GA50A.0
 GA50A.1 GA50A.2 GA50G.0 GA50G.1 GA50G.2 GA60A.0 GA60A.1 GA60A.2
 GA60G.0 GA60G.1 GA60G.2 GA62A.0 GA62A.1 GA62A.2 GA62G.0 GA62G.1
 GA62G.2 GA63A.0 GA63A.1 GA63A.2 GA63G.0 GA63G.1 GA63G.2 GA64A.0
 GA64A.1 GA64A.2 GA64G.0 GA64G.1 GA64G.2 GA66.0 GA66.1 GA66.2 GA75D.0
 GA75D.1 GA75D.2 GA75LB.0 GA75LB.1 GA75LB.2 GA75LT.0 GA75LT.1 GA75LT.2
 GA76.0 GA76.1 GA76.2 GA77D.0 GA77D.1 GA77D.2 GA77LR.0 GA77LR.1
 GA77LR.2 GA77LT.0 GA77LT.1 GA77LT.2 GA78D.0 GA78D.1 GA78D.2 GA78L.0
 GA78L.1 GA78L.2 GA79D.0 GA79D.1 GA79D.2 GA79L.0 GA79L.1 GA79L.2 GABA.0
 GABA.1 GABA.2 GABO.0 GABO.1 GABO.2 GACO.0 GACO.1 GACO.2 GADCO.0
 GADCO.1 GADCO.2 GADOT.0 GADOT.1 GADOT.2 GADPT.0 GADPT.1 GADPT.2 GADT.0
 GADT.1 GADT.2 GAEG.0 GAEG.1 GAEG.2 GAES.0 GAES.1 GAES.2 GAFBT.0
 GAFBT.1 GAFBT.2 GAHE.0 GAHE.1 GAHE.2 GAHG.0 GAHG.1 GAHG.2 GAHO.0
 GAHO.1 GAHO.2 GAHP.0 GAHP.1 GAHP.2 GAHS.0 GAHS.1 GAHS.2 GALCO.0
 GALCO.1 GALCO.2 GALOT.0 GALOT.1 GALOT.2 GALPT.0 GALPT.1 GALPT.2 GALT.0
 GALT.1 GALT.2 GAOG.0 GAOG.1 GAOG.2 GAOP.0 GAOP.1 GAOP.2 GAOS.0
 GAOS.1 GAOS.2 GARE.0 GARE.1 GARE.2 OM.00 OM.03A OM.03B OM.03C OM.03D
 OM.03E OM.04 OM.12EG OM.12HE OM.13 OM.14AD OM.14AL OM.14BD OM.14BL
 OM.21 OM.22A OM.22G OM.25 OM.31D OM.31L OM.41 OM.42 OM.50A OM.50G
 OM.60A OM.60G OM.62A OM.62G OM.63A OM.63G OM.64A OM.64G OM.66 OM.75D

²² Programmeringsspråk utviklet av Intex solution Inc., Massachusetts, USA.

OM.75LB OM.75LT OM.76 OM.77D OM.77LR OM.77LT OM.78D OM.78L OM.79D
 OM.79L OM.BA OM.BO OM.CO OM.DCO OM.DOT OM.DPT OM.DT OM.EG OM.ES
 OM.FBT OM.HE OM.HG OM.HO OM.HP OM.HS OM.LCO OM.LOT OM.LPT OM.LT
 OM.OG OM.OP OM.OS OM.RE SIG.BA SIG.BO SIG.C SIG.CO SIG.DCO SIG.DOT
 SIG.DPT SIG.DT SIG.EG SIG.ES SIG.FBT SIG.HE SIG.HG SIG.HO SIG.HP
 SIG.HS SIG.LCO SIG.LOT SIG.LPT SIG.LT SIG.OG SIG.OP SIG.OS SIG.RE

Likninger:

- 1: NB0019 = NB0003+NB0405+NB0609+NB1014+NB1519
- 2: NB75 = NB7579+NB8099
- 3: NB = NB0019+NB2024+NB2559+NB6064+NB6574+NB75
- 4: NB20 = NB-NB0019
- 5: NB67 = NB6774+NB75
- 6: NB2066 = NB20-NB67
- 7: UF1666 = UFM1666+UFK1666
- 8: PC12HE = PC12
- 9: PC12EG = PC12
- 10: PC14AL = PC14A
- 11: PC14AD = PC14A
- 12: PC14BL = PC14B
- 13: PC14BD = PC14B
- 14: PC31L = PC31
- 15: PC31D = PC31
- 16: PC75LB = PC75L
- 17: PC75LT = PC75L
- 18: PC77LT = PC77L
- 19: PC77LR = PC77L
- 20: PC79L = PC79
- 21: PC79D = PC79
- 22: PCLOT = (OM.75LB*PC75LB**(1-SIG.LOT)+OM.75LT*PC75LT**(1-SIG.LOT)+
 OM.77LR*PC77LR**(1-SIG.LOT)+OM.77LT*PC77LT**(1-SIG.LOT)+OM.78L*
 PC78L**(1-SIG.LOT))**(1/(1-SIG.LOT))
- 23: PCLPT = (OM.14AL*PC14AL**(1-SIG.LPT)+OM.14BL*PC14BL**(1-SIG.LPT)+
 OM.31L*PC31L**(1-SIG.LPT))**(1/(1-SIG.LPT))
- 24: PCLT = (OM.LOT*PCLOT**(1-SIG.LT)+OM.LPT*PCLPT**(1-SIG.LT))**(1/(1-SIG.LT))
- 25: PCLCO = (OM.79L*PC79L**(1-SIG.LCO)+OM.LT*PCLT**(1-SIG.LCO))**(1/(1-SIG.LCO))
- 26: PCDOT = (OM.75D*PC75D**(1-SIG.DOT)+OM.76*PC76**(1-SIG.DOT)+OM.77D
 *PC77D**(1-SIG.DOT)+OM.78D*PC78D**(1-SIG.DOT))**(1/(1-SIG.DOT))
- 27: PCDPT = (OM.14AD*PC14AD**(1-SIG.DPT)+OM.14BD*PC14BD**(1-SIG.DPT)+
 OM.31D*PC31D**(1-SIG.DPT))**(1/(1-SIG.DPT))
- 28: PCDT = (OM.DOT*PCDOT**(1-SIG.DT)+OM.DPT*PCDPT**(1-SIG.DT))**(1/(1-SIG.DT))
- 29: PCDCO = (OM.79D*PC79D**(1-SIG.DCO)+OM.DT*PCDT**(1-SIG.DCO))**(1/(1-SIG.DCO))
- 30: PCCO = (OM.LCO*PCLCO**(1-SIG.CO)+OM.DCO*PCDCO**(1-SIG.CO))**(1/(1-SIG.CO))
- 31: PCHE = (OM.12HE*PC12HE**(1-SIG.HE)+OM.13*PC13**(1-SIG.HE))**(1/(1-SIG.HE))
- 32: PCEG = (OM.12EG*PC12EG**(1-SIG.EG)+OM.42*PC42**(1-SIG.EG))**(1/(1-SIG.EG))
- 33: PCRE = (OM.50A*PC50A**(1-SIG.RE)+OM.50G*PC50G**(1-SIG.RE))**(1/(1-SIG.RE))
- 34: PCHO = (OM.41*PC41**(1-SIG.HO)+OM.EG*PCEG**(1-SIG.HO)+OM.HE*PCHE
 *(1-SIG.HO)+OM.RE*PCRE**(1-SIG.HO))**(1/(1-SIG.HO))
- 35: PCHG = (OM.63A*PC63A**(1-SIG.HG)+OM.63G*PC63G**(1-SIG.HG))**(1/(1-SIG.HG))
- 36: PCHS = (OM.62A*PC62A**(1-SIG.HS)+OM.62G*PC62G**(1-SIG.HS))**(1/(1-SIG.HS))
- 37: PCHP = (OM.HG*PCHG**(1-SIG.HP)+OM.HS*PCHS**(1-SIG.HP))**(1/(1-SIG.HP))
- 38: PCOS = (OM.60A*PC60A**(1-SIG.OS)+OM.60G*SPC60G**(1-SIG.OS))**(1/(1-SIG.OS))
- 39: PCOG = (OM.22A*PC22A**(1-SIG.OG)+OM.22G*PC22G**(1-SIG.OG))**(1/(1-SIG.OG))
- 40: PCES = (OM.64A*PC64A**(1-SIG.ES)+OM.64G*PC64G**(1-SIG.ES))**(1/(1-SIG.ES))
- 41: PCOP = (OM.21*PC21**(1-SIG.OP)+OM.25*PC25**(1-SIG.OP)+OM.66*PC66
 *(1-SIG.OP)+OM.HP*PCHP**(1-SIG.OP)+OM.OS*PCOS**(1-SIG.OP)+OM.OG
 *PCOG**(1-SIG.OP)+OM.ES*PCES**(1-SIG.OP))**(1/(1-SIG.OP))
- 42: PCBA = (OM.03C*PC03C**(1-SIG.BA)+OM.03D*PC03D**(1-SIG.BA)+OM.03E*
 PC03E**(1-SIG.BA))**(1/(1-SIG.BA))
- 43: PCBO = (OM.03A*PC03A**(1-SIG.BO)+OM.03B*PC03B**(1-SIG.BO))**(1/(1-SIG.BO))
- 44: PCFBT = (OM.00*PC00**(1-SIG.FBT)+OM.04*PC04**(1-SIG.FBT)+OM.BA*
 PCBA**(1-SIG.FBT)+OM.BO*PCBO**(1-SIG.FBT))**(1/(1-SIG.FBT))
- 45: PCC = (OM.CO*PCCO**(1-SIG.C)+OM.HO*PCHO**(1-SIG.C)+OM.FBT*PCFBT**
 (1-SIG.C)+OM.OP*PCOP**(1-SIG.C))**(1/(1-SIG.C))
- 46: VCML0T0 = PC75LB*GA75LB.0+PC75LT*GA75LT.0+PC77LR*GA77LR.0+PC77LT*

- GA77LT.0+PC78L*GA78L.0
- 47: VCMLPT0 = PC14AL*GA14AL.0+PC14BL*GA14BL.0+PC31L*GA31L.0
- 48: VCMLT0 = PCLOT*GALOT.0+PCLPT*GALPT.0+VCMLOT0+VCMLPT0
- 49: VCMLCO0 = PC79L*GA79L.0+PCLT*GALT.0+VCMLT0
- 50: VCMDOT0 = PC75D*GA75D.0+PC76*GA76.0+PC77D*GA77D.0+PC78D*GA78D.0
- 51: VCMDPT0 = PC14AD*GA14AD.0+PC14BD*GA14BD.0+PC31D*GA31D.0
- 52: VCMDT0 = PCDOT*GADOT.0+PCDPT*GADPT.0+VCMDOT0+VCMDPT0
- 53: VCMDCO0 = PC79D*GA79D.0+PCDT*GADT.0+VCMDT0
- 54: VCMCO0 = PCLCO*GALCO.0+PCDCO*GADCO.0+VCMLCO0+VCMDCO0
- 55: VCMHE0 = PC12HE*GA12HE.0+PC13*GA13.0
- 56: VCMEG0 = PC12EG*GA12EG.0+PC42*GA42.0
- 57: VCMRE0 = PC50A*GA50A.0+PC50G*GA50G.0
- 58: VCMHO0 = PC41*GA41.0+PCEG*GAEG.0+PCHE*GAHE.0+PCRE*GARE.0+VCMEG0+VCMHE0+VCMRE0
- 59: VCMHG0 = PC63A*GA63A.0+PC63G*GA63G.0
- 60: VCMHS0 = PC62A*GA62A.0+PC62G*GA62G.0
- 61: VCMHP0 = PCHG*GAHG.0+PCHS*GAHS.0+VCMHG0+VCMHS0
- 62: VCMOS0 = PC60A*GA60A.0+SPC60G*GA60G.0
- 63: VCMOG0 = PC22A*GA22A.0+PC22G*GA22G.0
- 64: VCMES0 = PC64A*GA64A.0+PC64G*GA64G.0
- 65: VCMOP0 = PC21*GA21.0+PC25*GA25.0+PC66*GA66.0+PCHP*GAHP.0+PCOS*GAOS.0+PCOG*GAOG.0+PCES*GAES.0+VCMHP0+VCMOS0+VCMOG0+VCMES0
- 66: VCMBA0 = PC03C*GA03C.0+PC03D*GA03D.0+PC03E*GA03E.0
- 67: VCMBO0 = PC03A*GA03A.0+PC03B*GA03B.0
- 68: VCMFBT0 = PC00*GA00.0+PC04*GA04.0+PCBA*GABA.0+PCBO*GABO.0+VCMBA0+VCMBO0
- 69: VCMC0 = PCCO*GACO.0+PCHO*GAHO.0+PCFBT*GAFBT.0+PCOP*GAOP.0+VCMCO0+VCMHO0+VCMFBT0+VCMOP0
- 70: VCMLOT1 = PC75LB*GA75LB.1+PC75LT*GA75LT.1+PC77LR*GA77LR.1+PC77LT*GA77LT.1+PC78L*GA78L.1
- 71: VCMLPT1 = PC14AL*GA14AL.1+PC14BL*GA14BL.1+PC31L*GA31L.1
- 72: VCMLT1 = PCLOT*GALOT.1+PCLPT*GALPT.1+VCMLOT1+VCMLPT1
- 73: VCMLCO1 = PC79L*GA79L.1+PCLT*GALT.1+VCMLT1
- 74: VCMDOT1 = PC75D*GA75D.1+PC76*GA76.1+PC77D*GA77D.1+PC78D*GA78D.1
- 75: VCMDPT1 = PC14AD*GA14AD.1+PC14BD*GA14BD.1+PC31D*GA31D.1
- 76: VCMDT1 = PCDOT*GADOT.1+PCDPT*GADPT.1+VCMDOT1+VCMDPT1
- 77: VCMDCO1 = PC79D*GA79D.1+PCDT*GADT.1+VCMDT1
- 78: VCMCO1 = PCLCO*GALCO.1+PCDCO*GADCO.1+VCMLCO1+VCMDCO1
- 79: VCMHE1 = PC12HE*GA12HE.1+PC13*GA13.1
- 80: VCMEG1 = PC12EG*GA12EG.1+PC42*GA42.1
- 81: VCMRE1 = PC50A*GA50A.1+PC50G*GA50G.1
- 82: VCMHO1 = PC41*GA41.1+PCEG*GAEG.1+PCHE*GAHE.1+PCRE*GARE.1+VCMEG1+VCMHE1+VCMRE1
- 83: VCMHG1 = PC63A*GA63A.1+PC63G*GA63G.1
- 84: VCMHS1 = PC62A*GA62A.1+PC62G*GA62G.1
- 85: VCMHP1 = PCHG*GAHG.1+PCHS*GAHS.1+VCMHG1+VCMHS1
- 86: VCMOS1 = PC60A*GA60A.1+SPC60G*GA60G.1
- 87: VCMOG1 = PC22A*GA22A.1+PC22G*GA22G.1
- 88: VCMES1 = PC64A*GA64A.1+PC64G*GA64G.1
- 89: VCMOP1 = PC21*GA21.1+PC25*GA25.1+PC66*GA66.1+PCHP*GAHP.1+PCOS*GAOS.1+PCOG*GAOG.1+PCES*GAES.1+VCMHP1+VCMOS1+VCMOG1+VCMES1
- 90: VCMBA1 = PC03C*GA03C.1+PC03D*GA03D.1+PC03E*GA03E.1
- 91: VCMBO1 = PC03A*GA03A.1+PC03B*GA03B.1
- 92: VCMFBT1 = PC00*GA00.1+PC04*GA04.1+PCBA*GABA.1+PCBO*GABO.1+VCMBA1+VCMBO1
- 93: VCMC1 = PCCO*GACO.1+PCHO*GAHO.1+PCFBT*GAFBT.1+PCOP*GAOP.1+VCMCO1+VCMHO1+VCMFBT1+VCMOP1
- 94: VCMLOT2 = PC75LB*GA75LB.2+PC75LT*GA75LT.2+PC77LR*GA77LR.2+PC77LT*GA77LT.2+PC78L*GA78L.2
- 95: VCMLPT2 = PC14AL*GA14AL.2+PC14BL*GA14BL.2+PC31L*GA31L.2
- 96: VCMLT2 = PCLOT*GALOT.2+PCLPT*GALPT.2+VCMLOT2+VCMLPT2
- 97: VCMLCO2 = PC79L*GA79L.2+PCLT*GALT.2+VCMLT2
- 98: VCMDOT2 = PC75D*GA75D.2+PC76*GA76.2+PC77D*GA77D.2+PC78D*GA78D.2
- 99: VCMDPT2 = PC14AD*GA14AD.2+PC14BD*GA14BD.2+PC31D*GA31D.2
- 100: VCMDT2 = PCDOT*GADOT.2+PCDPT*GADPT.2+VCMDOT2+VCMDPT2

- 101: $VCMDCO2 = PC79D*GA79D.2+PCDT*GADT.2+VCMMDT2$
102: $VCMCO2 = PCLCO*GALCO.2+PCDCO*GADCO.2+VCMMLCO2+VCMDCO2$
103: $VCMHE2 = PC12HE*GA12HE.2+PC13*GA13.2$
104: $VCMEG2 = PC12EG*GA12EG.2+PC42*GA42.2$
105: $VCMRE2 = PC50A*GA50A.2+PC50G*GA50G.2$
106: $VCMHO2 = PC41*GA41.2+PCEG*GAEG.2+PCHE*GAHE.2+PCRE*GARE.2+VCMMEG2+VCMHE2+VCMRE2$
107: $VCMHG2 = PC63A*GA63A.2+PC63G*GA63G.2$
108: $VCMHS2 = PC62A*GA62A.2+PC62G*GA62G.2$
109: $VCMHP2 = PCHG*GAHG.2+PCHS*GAHS.2+VCMHG2+VCMHS2$
110: $VCMOS2 = PC60A*GA60A.2+SPC60G*GA60G.2$
111: $VCMOG2 = PC22A*GA22A.2+PC22G*GA22G.2$
112: $VCMES2 = PC64A*GA64A.2+PC64G*GA64G.2$
113: $VCMOP2 = PC21*GA21.2+PC25*GA25.2+PC66*GA66.2+PCHP*GAHP.2+PCOS*GAOS.2+PCOG*GAOG.2+PCES*GAES.2+VCMHP2+VCMOS2+VCMOG2+VCMES2$
114: $VCMBA2 = PC03C*GA03C.2+PC03D*GA03D.2+PC03E*GA03E.2$
115: $VCMBO2 = PC03A*GA03A.2+PC03B*GA03B.2$
116: $VCMFBT2 = PC00*GA00.2+PC04*GA04.2+PCBA*GABA.2+PCBO*GABO.2+VCMBA2+VCMBO2$
117: $VCMC2 = PCCO*GACO.2+PCHO*GAHO.2+PCFBT*GAFBT.2+PCOP*GAOP.2+VCMCO2+VCMHO2+VCMFBT2+VCMOP2$
118: $VCMLOT = VCMLOT0*(NH-NH364)+VCMLOT1*NB0019+VCMLOT2*(NB20-NH364)$
119: $VCMLPT = VCMLPT0*(NH-NH364)+VCMLPT1*NB0019+VCMLPT2*(NB20-NH364)$
120: $VCMLT = VCMLT0*(NH-NH364)+VCMLT1*NB0019+VCMLT2*(NB20-NH364)$
121: $VCMLCO = VCMLCO0*(NH-NH364)+VCMLCO1*NB0019+VCMLCO2*(NB20-NH364)$
122: $VCMDOT = VCMDOT0*(NH-NH364)+VCMDOT1*NB0019+VCMDOT2*(NB20-NH364)$
123: $VCMDPT = VCMDPT0*(NH-NH364)+VCMDPT1*NB0019+VCMDPT2*(NB20-NH364)$
124: $VCMDT = VCMDT0*(NH-NH364)+VCMDT1*NB0019+VCMDT2*(NB20-NH364)$
125: $VCMDCO = VCMDCO0*(NH-NH364)+VCMDCO1*NB0019+VCMDCO2*(NB20-NH364)$
126: $VCMCO = VCMCO0*(NH-NH364)+VCMCO1*NB0019+VCMCO2*(NB20-NH364)$
127: $VCMHE = VCMHE0*(NH-NH364)+VCMHE1*NB0019+VCMHE2*(NB20-NH364)$
128: $VCMEG = VCMEG0*(NH-NH364)+VCMEG1*NB0019+VCMEG2*(NB20-NH364)$
129: $VCMRE = VCMRE0*(NH-NH364)+VCMRE1*NB0019+VCMRE2*(NB20-NH364)$
130: $VCMHO = VCMHO0*(NH-NH364)+VCMHO1*NB0019+VCMHO2*(NB20-NH364)$
131: $VCMHG = VCMHG0*(NH-NH364)+VCMHG1*NB0019+VCMHG2*(NB20-NH364)$
132: $VCMHS = VCMHS0*(NH-NH364)+VCMHS1*NB0019+VCMHS2*(NB20-NH364)$
133: $VCMHP = VCMHP0*(NH-NH364)+VCMHP1*NB0019+VCMHP2*(NB20-NH364)$
134: $VCMOS = VCMOS0*(NH-NH364)+VCMOS1*NB0019+VCMOS2*(NB20-NH364)$
135: $VCMOG = VCMOG0*(NH-NH364)+VCMOG1*NB0019+VCMOG2*(NB20-NH364)$
136: $VCMES = VCMES0*(NH-NH364)+VCMES1*NB0019+VCMES2*(NB20-NH364)$
137: $VCMOP = VCMOP0*(NH-NH364)+VCMOP1*NB0019+VCMOP2*(NB20-NH364)$
138: $VCMBA = VCMBA0*(NH-NH364)+VCMBA1*NB0019+VCMBA2*(NB20-NH364)$
139: $VCMBO = VCMBO0*(NH-NH364)+VCMBO1*NB0019+VCMBO2*(NB20-NH364)$
140: $VCMFBT = VCMFBT0*(NH-NH364)+VCMFBT1*NB0019+VCMFBT2*(NB20-NH364)$
141: $VCMC = VCMC0*(NH-NH364)+VCMC1*NB0019+VCMC2*(NB20-NH364)$
142: $VCFBT = VCMFBT+PCFBT*(GAFBT.0*(NH-NH364)+GAFBT.1*NB0019+GAFBT.2*(NB20-NH364))+OM.FBT*(PCFBT/PCC)**(1-SIG.C)*(VCC-VCMC)$
143: $VCBO = VCMBO+PCBO*(GABO.0*(NH-NH364)+GABO.1*NB0019+GABO.2*(NB20-NH364))+OM.BO*(PCBO/PCFBT)**(1-SIG.FBT)*(VCFBT-VCMFBT)$
144: $VCBA = VCMBA+PCBA*(GABA.0*(NH-NH364)+GABA.1*NB0019+GABA.2*(NB20-NH364))+OM.BA*(PCBA/PCFBT)**(1-SIG.FBT)*(VCFBT-VCMFBT)$
145: $VCOP = VCMOP+PCOP*(GAOP.0*(NH-NH364)+GAOP.1*NB0019+GAOP.2*(NB20-NH364))+OM.OP*(PCOP/PCC)**(1-SIG.C)*(VCC-VCMC)$
146: $VCES = VCMES+PCES*(GAES.0*(NH-NH364)+GAES.1*NB0019+GAES.2*(NB20-NH364))+OM.ES*(PCES/PCOP)**(1-SIG.OP)*(VCOP-VCMOP)$
147: $VCOG = VCMOG+PCOG*(GAOG.0*(NH-NH364)+GAOG.1*NB0019+GAOG.2*(NB20-NH364))+OM.OG*(PCOG/PCOP)**(1-SIG.OP)*(VCOP-VCMOP)$
148: $VCOS = VCMOS+PCOS*(GAOS.0*(NH-NH364)+GAOS.1*NB0019+GAOS.2*(NB20-NH364))+OM.OS*(PCOS/PCOP)**(1-SIG.OP)*(VCOP-VCMOP)$
149: $VCHP = VCMHP+PCHP*(GAHP.0*(NH-NH364)+GAHP.1*NB0019+GAHP.2*(NB20-NH364))+OM.HP*(PCHP/PCOP)**(1-SIG.OP)*(VCOP-VCMOP)$
150: $VCHS = VCMHS+PCHS*(GAHS.0*(NH-NH364)+GAHS.1*NB0019+GAHS.2*(NB20-NH364))+OM.HS*(PCHS/PCHP)**(1-SIG.HP)*(VCHP-VCMHP)$
151: $VCHG = VCMHG+PCHG*(GAHG.0*(NH-NH364)+GAHG.1*NB0019+GAHG.2*(NB20-NH364))+OM.HG*(PCHG/PCHP)**(1-SIG.HP)*(VCHP-VCMHP)$

- 152: $VCHO = VCMHO + PCHO * (GAHO.0 * (NH-NH364) + GAHO.1 * NB0019 + GAHO.2 * (NB20-NH364)) + OM.HO * (PCHO/PCC) ** (1-SIG.C) * (VCC-VCMC)$
- 153: $VCRE = VCMRE + PCRE * (GARE.0 * (NH-NH364) + GARE.1 * NB0019 + GARE.2 * (NB20-NH364)) + OM.RE * (PCRE/PCHO) ** (1-SIG.HO) * (VCHO-VCMHO)$
- 154: $VCEG = VCMEG + PCEG * (GAEG.0 * (NH-NH364) + GAEG.1 * NB0019 + GAEG.2 * (NB20-NH364)) + OM.EG * (PCEG/PCHO) ** (1-SIG.HO) * (VCHO-VCMHO)$
- 155: $VCHE = VCMHE + PCHE * (GAHE.0 * (NH-NH364) + GAHE.1 * NB0019 + GAHE.2 * (NB20-NH364)) + OM.HE * (PCHE/PCHO) ** (1-SIG.HO) * (VCHO-VCMHO)$
- 156: $VCCO = VCMCO + PCCO * (GACO.0 * (NH-NH364) + GACO.1 * NB0019 + GACO.2 * (NB20-NH364)) + OM.CO * (PCCO/PCC) ** (1-SIG.C) * (VCC-VCMC)$
- 157: $VCDCO = VCMDCO + PCDCO * (GADCO.0 * (NH-NH364) + GADCO.1 * NB0019 + GADCO.2 * (NB20-NH364)) + OM.DCO * (PCDCO/PCCO) ** (1-SIG.CO) * (VCCO-VCMCO)$
- 158: $VCDT = VCMDT + PCDT * (GADT.0 * (NH-NH364) + GADT.1 * NB0019 + GADT.2 * (NB20-NH364)) + OM.DT * (PCDT/PCDCO) ** (1-SIG.DCO) * (VCDCO-VCMDCO)$
- 159: $VCDPT = VCMDPT + PCDPT * (GADPT.0 * (NH-NH364) + GADPT.1 * NB0019 + GADPT.2 * (NB20-NH364)) + OM.DPT * (PCDPT/PCDT) ** (1-SIG.DT) * (VCDT-VCMDT)$
- 160: $VCDOT = VCMDOT + PCDOT * (GADOT.0 * (NH-NH364) + GADOT.1 * NB0019 + GADOT.2 * (NB20-NH364)) + OM.DOT * (PCDOT/PCDT) ** (1-SIG.DT) * (VCDT-VCMDT)$
- 161: $VCLCO = VCMLCO + PCLCO * (GALCO.0 * (NH-NH364) + GALCO.1 * NB0019 + GALCO.2 * (NB20-NH364)) + OM.LCO * (PCLCO/PCCO) ** (1-SIG.CO) * (VCCO-VCMCO)$
- 162: $VCLT = VCMLT + PCLT * (GALT.0 * (NH-NH364) + GALT.1 * NB0019 + GALT.2 * (NB20-NH364)) + OM.LT * (PCLT/PCLCO) ** (1-SIG.LCO) * (VCLCO-VCMLCO)$
- 163: $VCLPT = VCMLPT + PCLPT * (GALPT.0 * (NH-NH364) + GALPT.1 * NB0019 + GALPT.2 * (NB20-NH364)) + OM.LPT * (PCLPT/PCLT) ** (1-SIG.LT) * (VCLT-VCMLT)$
- 164: $VCLOT = VCMLOT + PCLOT * (GALOT.0 * (NH-NH364) + GALOT.1 * NB0019 + GALOT.2 * (NB20-NH364)) + OM.LOT * (PCLOT/PCLT) ** (1-SIG.LT) * (VCLT-VCMLT)$
- 165: $C12HE = GA12HE.0 * (NH-NH364) + GA12HE.1 * NB0019 + GA12HE.2 * (NB20-NH364) + OM.12HE * (PCHE/PC12HE) ** SIG.HE * (VCHE-VCMHE)/PCHE$
- 166: $C12EG = GA12EG.0 * (NH-NH364) + GA12EG.1 * NB0019 + GA12EG.2 * (NB20-NH364) + OM.12EG * (PCEG/PC12EG) ** SIG.EG * (VCEG-VCMEG)/PCEG$
- 167: $C14AL = GA14AL.0 * (NH-NH364) + GA14AL.1 * NB0019 + GA14AL.2 * (NB20-NH364) + OM.14AL * (PCLPT/PC14AL) ** SIG.LPT * (VCLPT-VCMLPT)/PCLPT$
- 168: $C14AD = GA14AD.0 * (NH-NH364) + GA14AD.1 * NB0019 + GA14AD.2 * (NB20-NH364) + OM.14AD * (PCDPT/PC14AD) ** SIG.DPT * (VCDPT-VCMDPT)/PCDPT$
- 169: $C14BL = GA14BL.0 * (NH-NH364) + GA14BL.1 * NB0019 + GA14BL.2 * (NB20-NH364) + OM.14BL * (PCLPT/PC14BL) ** SIG.LPT * (VCLPT-VCMLPT)/PCLPT$
- 170: $C14BD = GA14BD.0 * (NH-NH364) + GA14BD.1 * NB0019 + GA14BD.2 * (NB20-NH364) + OM.14BD * (PCDPT/PC14BD) ** SIG.DPT * (VCDPT-VCMDPT)/PCDPT$
- 171: $C31L = GA31L.0 * (NH-NH364) + GA31L.1 * NB0019 + GA31L.2 * (NB20-NH364) + OM.31L * (PCLPT/PC31L) ** SIG.LPT * (VCLPT-VCMLPT)/PCLPT$
- 172: $C31D = GA31D.0 * (NH-NH364) + GA31D.1 * NB0019 + GA31D.2 * (NB20-NH364) + OM.31D * (PCDPT/PC31D) ** SIG.DPT * (VCDPT-VCMDPT)/PCDPT$
- 173: $C75LB = GA75LB.0 * (NH-NH364) + GA75LB.1 * NB0019 + GA75LB.2 * (NB20-NH364) + OM.75LB * (PCLOT/PC75LB) ** SIG.LOT * (VCLOT-VCMLOT)/PCLOT$
- 174: $C75LT = GA75LT.0 * (NH-NH364) + GA75LT.1 * NB0019 + GA75LT.2 * (NB20-NH364) + OM.75LT * (PCLOT/PC75LT) ** SIG.LOT * (VCLOT-VCMLOT)/PCLOT$
- 175: $C77LT = GA77LT.0 * (NH-NH364) + GA77LT.1 * NB0019 + GA77LT.2 * (NB20-NH364) + OM.77LT * (PCLOT/PC77LT) ** SIG.LOT * (VCLOT-VCMLOT)/PCLOT$
- 176: $C77LR = GA77LR.0 * (NH-NH364) + GA77LR.1 * NB0019 + GA77LR.2 * (NB20-NH364) + OM.77LR * (PCLOT/PC77LR) ** SIG.LOT * (VCLOT-VCMLOT)/PCLOT$
- 177: $C79L = GA79L.0 * (NH-NH364) + GA79L.1 * NB0019 + GA79L.2 * (NB20-NH364) + OM.79L * (PCLCO/PC79L) ** SIG.LCO * (VCLCO-VCMLCO)/PCLCO$
- 178: $C79D = GA79D.0 * (NH-NH364) + GA79D.1 * NB0019 + GA79D.2 * (NB20-NH364) + OM.79D * (PCDCO/PC79D) ** SIG.DCO * (VCDCO-VCMDCO)/PCDCO$
- 179: $C00 = GA00.0 * (NH-NH364) + GA00.1 * NB0019 + GA00.2 * (NB20-NH364) + OM.00 * (PCFBT/PC00) ** SIG.FBT * (VCFBT-VCMFBT)/PCFBT - 0.131860143927 * C70 + CE00$
- 180: $C03A = GA03A.0 * (NH-NH364) + GA03A.1 * NB0019 + GA03A.2 * (NB20-NH364) + OM.03A * (PCBO/PC03A) ** SIG.BO * (VCBO-VCMB0)/PCBO - 0.00406987514893348 * C70 + CE03A$
- 181: $C03B = GA03B.0 * (NH-NH364) + GA03B.1 * NB0019 + GA03B.2 * (NB20-NH364) + OM.03B * (PCBO/PC03B) ** SIG.BO * (VCBO-VCMB0)/PCBO - 0.014113403401454 * C70 + CE03B$
- 182: $C03C = GA03C.0 * (NH-NH364) + GA03C.1 * NB0019 + GA03C.2 * (NB20-NH364) + OM.03C * (PCBA/PC03C) ** SIG.BA * (VCBA-VCMB0)/PCBA - 0.006264246273233 * C70 + CE03C$

- C70+CE03C
- 183: C03D = GA03D.0*(NH-NH364)+GA03D.1*Nb0019+GA03D.2*(NB20-NH364)+OM.03D*(PCBA/PC03D)**SIG.BA*(VCBA-VCMBBA)/PCBA-0.00579772642790948*C70+CE03D
- 184: C03E = GA03E.0*(NH-NH364)+GA03E.1*Nb0019+GA03E.2*(NB20-NH364)+OM.03E*(PCBA/PC03E)**SIG.BA*(VCBA-VCMBBA)/PCBA-0.010370249221636*C70+CE03E
- 185: C04 = GA04.0*(NH-NH364)+GA04.1*Nb0019+GA04.2*(NB20-NH364)+OM.04*(PCFBT/PC04)**SIG.FBT*(VCFBT-VCMBFBT)/PCFBT-0.0205897041498341*C70+CE04
- 186: C12 = C12HE+C12EG-0*C70+CE12
- 187: C13 = GA13.0*(NH-NH364)+GA13.1*Nb0019+GA13.2*(NB20-NH364)+OM.13*(PCHE/PC13)**SIG.HE*(VCHE-VCMBHE)/PCHE-0*C70+CE13
- 188: C14A = C14AL+C14AD-0.0196889664251581*C70+CE14A
- 189: C14B = C14BL+C14BD-0.0937805400078419*C70+CE14B
- 190: C21 = GA21.0*(NH-NH364)+GA21.1*Nb0019+GA21.2*(NB20-NH364)+OM.21*(PCOP/PC21)**SIG.OP*(VCOP-VCMBOP)/PCOP-0.047103292869*C70+CE21
- 191: C22A = GA22A.0*(NH-NH364)+GA22A.1*Nb0019+GA22A.2*(NB20-NH364)+OM.22A*(PCOG/PC22A)**SIG.OG*(VCOG-VCMBOG)/PCOG-0.0204811132977033*C70+CE22A
- 192: C22G = GA22G.0*(NH-NH364)+GA22G.1*Nb0019+GA22G.2*(NB20-NH364)+OM.22G*(PCOG/PC22G)**SIG.OG*(VCOG-VCMBOG)/PCOG-1.75419322966832e-05*C70+CE22G
- 193: C25 = GA25.0*(NH-NH364)+GA25.1*Nb0019+GA25.2*(NB20-NH364)+OM.25*(PCOP/PC25)**SIG.OP*(VCOP-VCMBOP)/PCOP-0.010685469216*C70+CE25
- 194: C31 = C31L+C31D-0*C70+CE31
- 195: C41 = GA41.0*(NH-NH364)+GA41.1*Nb0019+GA41.2*(NB20-NH364)+OM.41*(PCHO/PC41)**SIG.HO*(VCHO-VCMBHO)/PCHO-0.013811150687*C70+CE41
- 196: C42 = GA42.0*(NH-NH364)+GA42.1*Nb0019+GA42.2*(NB20-NH364)+OM.42*(PCEG/PC42)**SIG.EG*(VCEG-VCMBEG)/PCEG-0*C70+CE42
- 197: C50A = GA50A.0*(NH-NH364)+GA50A.1*Nb0019+GA50A.2*(NB20-NH364)+OM.50A*(PCRE/PC50A)**SIG.RE*(VCRE-VCMBRE)/PCRE-0.0480582832285017*C70+CE50A
- 198: C50G = GA50G.0*(NH-NH364)+GA50G.1*Nb0019+GA50G.2*(NB20-NH364)+OM.50G*(PCRE/PC50G)**SIG.RE*(VCRE-VCMBRE)/PCRE-0.00376987698049827*C70+CE50G
- 199: C60A = GA60A.0*(NH-NH364)+GA60A.1*Nb0019+GA60A.2*(NB20-NH364)+OM.60A*(PCOS/PC60A)**SIG.OS*(VCOS-VCMBOS)/PCOS-0.411355496590097*C70+CE60A
- 200: C60G = GA60G.0*(NH-NH364)+GA60G.1*Nb0019+GA60G.2*(NB20-NH364)+OM.60G*(PCOS/PC60G)**SIG.OS*(VCOS-VCMBOS)/PCOS-0.0438309539439034*C70+CE60G
- 201: C62A = GA62A.0*(NH-NH364)+GA62A.1*Nb0019+GA62A.2*(NB20-NH364)+OM.62A*(PCHS/PC62A)**SIG.HS*(VCHS-VCMBHS)/PCHS-0.000363451334*C70+CE62A
- 202: C62G = GA62G.0*(NH-NH364)+GA62G.1*Nb0019+GA62G.2*(NB20-NH364)+OM.62G*(PCHS/PC62G)**SIG.HS*(VCHS-VCMBHS)/PCHS-0*C70+CE62G
- 203: C63A = GA63A.0*(NH-NH364)+GA63A.1*Nb0019+GA63A.2*(NB20-NH364)+OM.63A*(PCHG/PC63A)**SIG.HG*(VCHG-VCMBHG)/PCHG-0.00376624590354537*C70+CE63A
- 204: C63G = GA63G.0*(NH-NH364)+GA63G.1*Nb0019+GA63G.2*(NB20-NH364)+OM.63G*(PCHG/PC63G)**SIG.HG*(VCHG-VCMBHG)/PCHG-1.36479684546311e-05*C70+CE63G
- 205: C64A = GA64A.0*(NH-NH364)+GA64A.1*Nb0019+GA64A.2*(NB20-NH364)+OM.64A*(PCES/PC64A)**SIG.ES*(VCES-VCMBES)/PCES-0*C70+CE64A
- 206: C64G = GA64G.0*(NH-NH364)+GA64G.1*Nb0019+GA64G.2*(NB20-NH364)+OM.64G*(PCES/PC64G)**SIG.ES*(VCES-VCMBES)/PCES-0*C70+CE64G
- 207: C66 = GA66.0*(NH-NH364)+GA66.1*Nb0019+GA66.2*(NB20-NH364)+OM.66*(PCOP/PC66)**SIG.OP*(VCOP-VCMBOP)/PCOP-0*C70+CE66
- 208: C75L = C75LB+C75LT-0.012502725885*C70+CE75L
- 209: C75D = GA75D.0*(NH-NH364)+GA75D.1*Nb0019+GA75D.2*(NB20-NH364)+OM.75D*(PCDOT/PC75D)**SIG.DOT*(VCDOT-VCMBDOT)/PCDOT-0.002544159337*C70+CE75D
- 210: C76 = GA76.0*(NH-NH364)+GA76.1*Nb0019+GA76.2*(NB20-NH364)+OM.76*(PCDOT/PC76)**SIG.DOT*(VCDOT-VCMBDOT)/PCDOT-0.015192265756*C70+CE76
- 211: C77L = C77LT+C77LR-0.002108017736*C70+CE77L
- 212: C77D = GA77D.0*(NH-NH364)+GA77D.1*Nb0019+GA77D.2*(NB20-NH364)+

- OM.77D*(PCDOT/PC77D)**SIG.DOT*(VCDOT-VCMDOT)/PCDOT-
0.018608708294*C70+CE77D
- 213: C78L = GA78L.0*(NH-NH364)+GA78L.1*NB0019+GA78L.2*(NB20-NH364)+
OM.78L*(PCLOT/PC78L)**SIG.LOT*(VCLOT-VCMLOT)/PCLOT-
0.009667805481*C70+CE78L
- 214: C78D = GA78D.0*(NH-NH364)+GA78D.1*NB0019+GA78D.2*(NB20-NH364)+
OM.78D*(PCDOT/PC78D)**SIG.DOT*(VCDOT-VCMDOT)/PCDOT-
0.019262920695*C70+CE78D
- 215: C79 = C79L+C79D-0.010322017882*C70+CE79

Tilleggsligninger i modell med justeringsledd for primærgodene:^{23, 24}

- 216: CE14BL = CEE14BL + OM.14BL * EJ
- 217: CE14BD = CEE14BD + OM.14BD * EJ
- 218: CE31L = CEE31L + OM.31L * EJ
- 219: CE31D = CEE31D + OM.31D * EJ
- 220: EJ = - (PC14BL*CEE14BL+PC14BD*CEE14BD+PC31L*CEE31L+PC31D*CEE31D)/
(PC14BL*OM.14BL+PC14BD*OM.14BD+PC31L*OM.31L+PC31D*OM.31D)

²³ De fire endogene justeringsleddene i ligningene 216-219 vil inngå additivt i etterspørselsligningene 169-172.

²⁴ Modellen med justeringsledd forutsetter her at eventuelle justeringsledd for C14AL og C14AD er satt lik 0 for hele banen.

Vedlegg B. Parametere i konsummodellen

Tabell B.1 viser verdiene for de ulike fordelingsparameterene for godeaggregatene "kommunikasjon" og "bolig", dvs. de aggregatene hvor energivarene inngår (jf. figur 1). Tabell B.2 gir en oversikt over verdiene for de ulike translateringsparameterene for energivarene og tabell B.3 viser verdiene for substitusjonselastisitetene.

Tabell B.1. Fordelingsparametere (marginale budsjettandeler) for godeaggregater hvor energivarer inngår i konsummodellen i MSG6 (basisår 2004), jfr. figur 1

Godeaggregatet CO	Verdi	Godeaggregatet HO	Verdi
LCO (Lokal kommunikasjon)	0,74	EG (Elektrisitet til utstyr og utstyr)	0,06
DCO (Fjernkommunikasjon)	0,26	HE (Oppvarming)	0,03
		RE (Bolig)	0,68
		41 (Møbler)	0,23
79L (Post og telekommunikasjon, lokalt)	0,03	12EG (Elektrisitet, husholdningsutstyr)	0,34
LT (Lokal transport)	0,97	42 (Elektrisk husholdningsutstyr)	0,66
79D (Post og telekom, ikke-lokalt)	0,08	12HE (Elektrisitet, oppvarming)	0,89
DT (Fjerntrafikk)	0,92	13 (Fyringsoljer)	0,11
LOT (Offentlig transport, lokalt)	0,12		
LPT (Privat transport, lokalt)	0,88		
DOT (Offentlig transport, fjerntrafikk)	0,43		
DPT (Privat transport, langkjøring)	0,57		
75LB (Busstransport, lokalt)	0,18		
75LT (Taxi, lokalt)	0,46		
77LT (Trikk og metro, lokalt)	0,05		
77LR (Tog, lokalt)	0,08		
78L (Båt, lokalt)	0,23		
14AL (Andre driftsutgifter til egne transportmidler, lokalt)	0,06		
14BL (Bensin og olje, lokalkjøring)	0,28		
31L (Bilholdsutgifter, lokalkjøring)	0,66		
75D (Veitransport, langkjøring)	0,03		
76 (Fly)	0,75		
77D (Tog, fjerntrafikk)	0,10		
78D (Båt, fjerntrafikk)	0,11		
14 AD (Andre driftsutgifter til egne transportmidler, langkjøring)	0,06		
14BD (Bensin og olje, langkjøring)	0,29		
31D (Bilholdsutgifter, langkjøring)	0,65		

Tabell B.2. Translateringsparametere for energivarene. Millioner 2004-kroner

Konstantledd (husholdningen)	Fortegn	Verdi
$\gamma_{12EG.0}$	+	0,000295
$\gamma_{12HE.0}$	-	0,001014
$\gamma_{13.0}$	+	0,001130
$\gamma_{14BD.0}$	-	0,000038
$\gamma_{14BL.0}$	-	0,000315

Et ekstra barn	Fortegn	Verdi
$\gamma_{12EG.1}$	+	0,000122
$\gamma_{12HE.1}$	+	0,000368
$\gamma_{13.1}$	-	0,000175
$\gamma_{14BD.1}$	-	0,000006
$\gamma_{14BL.1}$	+	0,000101

En ekstra voksen	Fortegn	Verdi
$\gamma_{12EG.2}$	+	0,000266
$\gamma_{12HE.2}$	+	0,000504
$\gamma_{13.2}$	-	0,000234
$\gamma_{14BD.2}$	+	0,000212
$\gamma_{14BL.2}$	+	0,001374

Tabell B.3. Substitusjonselastisiteter

Variabelnavn	Innhold	Substitusjonselastisitet, σ
C	Konsum, totalt	0,8
FBT	Mat, drikke og tobakk	0,8
BO	Drikke, normal	0,8
BA	Drikke, alkoholholdig	1,2
HO	Bolig	0,8
RE	Boligtjenester	0,2
HE	Oppvarming	1,1
EG	Elektrisitet	0,3
OP	Andre private og offentlige goder	0,8
OG	Andre varer	0,3
OS	Andre tjenester	0,5
ES	Utdanning	0,3
HP	Helse, offentlig	0,5
HS	Helsetjenester	0,3
HG	Helsevarer	0,3
CO	Kommunikasjon	0,8
DCO	Kommunikasjon, langdistanse	1,7
LCO	Kommunikasjon, lokal	0,9
DT	Langdistansetransport	2,2
LT	Lokaltransport	1,1
DOT	Offentlig transport, langkjøring	2,4
LOT	Offentlig transport, lokalkjøring	1,2
DPT	Privat transport, langkjøring	0,4
LPT	Privat transport, lokalkjøring	0,4

Vedlegg C. Justeringsleddene til energikonsumet i Perspektivmeldingen

Verdiene for de eksogene additive justeringsleddene knyttet til elektrisitet (CE12) og transportoljeforbruk (CE14B) i referansebanen i Finansdepartementet (2004) er vist i tabell C.1. Justeringsleddet for fyringsoljer (CE13) er satt til null i hele banen.

Tabell C.1. Verdier for justeringsleddene til vare 12 og 14B. Millioner 2004-kroner

	CE12	CE14B		CE12	CE14B
1999	0	0	2042	800	-48100
2000	0	0	2043	800	-50000
2001	0	-540	2044	800	-51900
2002	0	-1080	2045	800	-53800
2003	0	-1620	2046	800	-55700
2004	0	-2160	2047	800	-57600
2005	0	-2700	2048	800	-59500
2006	0	-3240	2049	800	-61400
2007	200	-3780	2050	800	-63300
2008	400	-4320	2051	800	-65400
2009	600	-4860	2052	800	-67500
2010	800	-5400	2053	800	-69600
2011	800	-6400	2054	800	-71700
2012	800	-7400	2055	800	-73800
2013	800	-8400	2056	800	-75900
2014	800	-9400	2057	800	-78000
2015	800	-10400	2058	800	-80100
2016	800	-11400	2059	800	-82200
2017	800	-12400	2060	800	-84300
2018	800	-13400			
2019	800	-14400			
2020	800	-15400			
2021	800	-16690			
2022	800	-17980			
2023	800	-19270			
2024	800	-20560			
2025	800	-21850			
2026	800	-23140			
2027	800	-24430			
2028	800	-25720			
2029	800	-27010			
2030	800	-28300			
2031	800	-29900			
2032	800	-31500			
2033	800	-33100			
2034	800	-34700			
2035	800	-36300			
2036	800	-37900			
2037	800	-39500			
2038	800	-41100			
2039	800	-42700			
2040	800	-44300			
2041	800	-46200			

Vedlegg D. Utleidning av etterspørselsfunksjoner med teknologisk endring

I dette vedlegget viser vi hvordan vi kan utlede Marshall-etterspørselsfunksjonene når etterspørselen etter energivarer avhenger av størrelsen på τ . Vi tar utgangspunkt i at etterspørselen etter gode i , som inngår i gruppe r , avhenger av inntekten allokert til denne gruppen. Denne gruppeinntekten kan uttrykkes ved hjelp av levekostnadsfunksjonen, som gir uttrykk for det utgiftsnivået som er nødvendig for å oppnå et gitt nyttenivå. Levekostnadsfunksjonen i et kvasi-homotetisk konsumsystem består av enhetskostnaden, P_r , multiplisert med kvantum, U_r , pluss translateringsutgiftene på dette nivået i nyttetrete (jf. Deaton og Muellbauer 1980, s. 144). Ved å invertere levekostnadsfunksjonen finner vi den indirekte sub-nyttefunksjonen for gruppe r . Med utgangspunkt i denne funksjonen finner vi Marshall-etterspørselsfunksjonene ved å benytte Roys identitet:

$$(D.1) \quad C_i = -\frac{\partial u_r / \partial PC_i}{\partial u_r / \partial VC_r}.$$

Vi utleder etterspørselsfunksjonene ved først å finne uttrykket for telleren i Roys identitet ved hjelp av ligningene (13) og (14):

$$(D.2) \quad \frac{\partial u_r}{\partial PC_i} = \frac{-M_i P_r - \frac{\partial P_r}{\partial PC_i} (VC_r - VCM_r)}{P_r^2},$$

og der en fra ligning (10) har at:

$$(D.3) \quad \frac{\partial P_r}{\partial PC_i} = \left(\frac{1}{1-\sigma_r} \right) (P_r^{(1-\sigma_r)})^{\frac{1}{1-\sigma_r}-1} \omega_i (1-\sigma_r) \left(\frac{1}{\tau} \right)^{1-\sigma_r} PC_i^{(1-\sigma_r-1)} = (P_r^{(1-\sigma_r)})^{\frac{\sigma_r}{1-\sigma_r}} \omega_i \left(\frac{1}{\tau} \right)^{1-\sigma_r} PC_i^{-\sigma_r} = \frac{\omega_i}{\tau} \left(\frac{PC_i / \tau}{P_r} \right)^{-\sigma_r}.$$

(D.3) innsatt i (D.2) gir:

$$(D.4) \quad \frac{\partial u_r}{\partial PC_i} = \frac{1}{P_r^2} \left[-M_i P_r - \frac{\omega_i}{\tau} \left(\frac{PC_i / \tau}{P_r} \right)^{-\sigma_r} (VC_r - VCM_r) \right] = \frac{1}{P_r} \left[-M_i - \frac{\omega_i}{\tau} \left(\frac{PC_i / \tau}{P_r} \right)^{-\sigma_r} \left(\frac{VC_r - VCM_r}{P_r} \right) \right].$$

Deretter finner vi uttrykket for nevneren i Roys identitet ved hjelp av ligning (14):

$$(D.5) \quad \frac{\partial u_r}{\partial VC_r} = \frac{1}{P_r}.$$

Vi setter nå uttrykkene (D.4) og (D.5) inn i Roys identitet. Det gir følgende etterspørselsfunksjon for gode i :

$$(D.6) \quad C_i = -\frac{\frac{1}{P_r} \left[-M_i - \frac{\omega_i}{\tau} \left(\frac{PC_i / \tau}{P_r} \right)^{-\sigma_r} \left(\frac{VC_r - VCM_r}{P_r} \right) \right]}{\frac{1}{P_r}} = M_i + \frac{\omega_i}{\tau} \left(\frac{PC_i / \tau}{P_r} \right)^{-\sigma_r} \left(\frac{VC_r - VCM_r}{P_r} \right).$$

Fra (D.6) får vi etterspørselsfunksjonen for den tilsvarende tjenestevariabelen i ved å multiplisere gjennom med τ :

$$(D.7) \quad \tau C_i = \tau M_i + \omega_i \left(\frac{PC_i / \tau}{P_r} \right)^{-\sigma_r} \left(\frac{VC_r - VCM_r}{P_r} \right).$$

Vedlegg E. Befolkningselastisiteter i bane 2

Tabellene E.1 - E.3 viser verdier for de ulike befolkningselastisitetene i bane 2.

Tabell E.1. Husholdningselastisiteter i bane 2

	C12	C13	C14B
2010	0,326	1,111	-0,220
2020	0,305	1,073	-0,190
2030	0,283	1,035	-0,164
2040	0,262	0,995	-0,142
2050	0,241	0,953	-0,123
2060	0,221	0,911	-0,107

Tabell E.2. Barneelastisiteter i bane 2

	C12	C13	C14B
2010	0,046	-0,058	-0,035
2020	0,041	-0,054	-0,029
2030	0,037	-0,050	-0,024
2040	0,033	-0,047	-0,020
2050	0,029	-0,043	-0,017
2060	0,026	-0,039	-0,014

Tabell E.3. Voksenelastisiteter i bane 2

	C12	C13	C14B
2010	0,137	-0,262	0,170
2020	0,128	-0,252	0,146
2030	0,119	-0,243	0,126
2040	0,110	-0,234	0,111
2050	0,102	-0,225	0,095
2060	0,094	-0,217	0,083